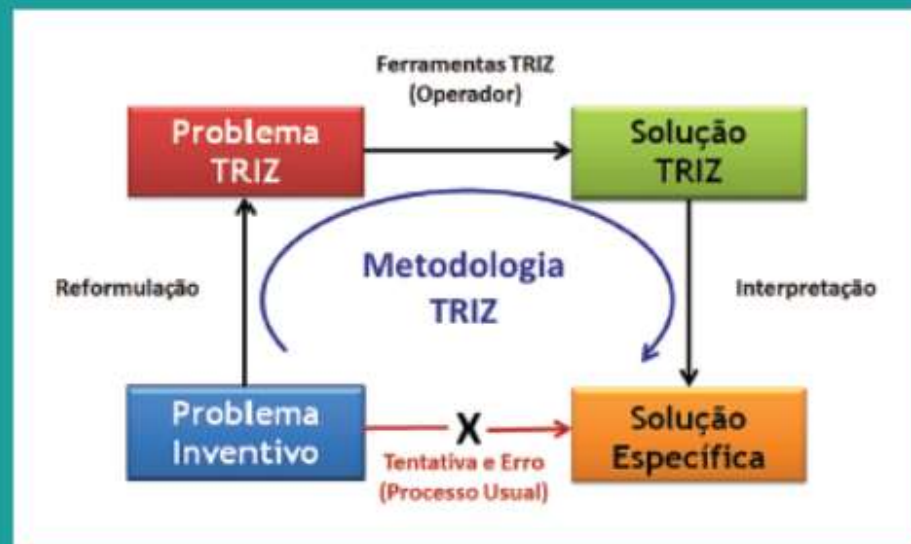


INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS:

METODOLOGIAS E FERRAMENTAS



**INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO
DE NOVOS PRODUTOS**

ANA SOFIA M. E. DIAS

**INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO
DE NOVOS PRODUTOS**
metodologias e ferramentas

TÍTULO

Inovação e Desenvolvimento de Novos Produtos

AUTOR

Ana Sofia M. E. Dias

EDITOR

Instituto Politécnico de Lisboa

DESIGN DA CAPA

Pedro Antunes

EXECUÇÃO GRÁFICA

Gráfica 99

© Instituto Politécnico de Lisboa, 2019



Todos os direitos reservados

Maio de 2019

ISBN 978-989-98774-7-4

DEP. LEGAL N.º 456228/19

ÍNDICE

Índice de ilustrações.....	10
Índice de tabelas.....	13
Índice de equações.....	14
Lista de acrónimos.....	15
APRESENTAÇÃO.....	19
1. MANUAIS DE OSLO E FRESCATI. NORMATIVOS APLICÁVEIS. CONCEITOS BASILARES: PRODUTO, NOVO PRODUTO E INOVAÇÃO.....	21
1.1 INTRODUÇÃO.....	21
1.2 MANUAIS DE OSLO E DE FRESCATI. NORMATIVOS NACIONAIS.....	22
1.3 CONCEITOS BASILARES: PRODUTO, NOVO PRODUTO, INOVAÇÃO E INVENÇÃO.....	24
1.4 OS VÁRIOS TIPOS DE INOVAÇÃO.....	30
1.5 MODELO ABRANGENTE E INTEGRADO DE DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS (MAIDNP).....	34
2. AMBIENTE SISTÉMICO E ESTRATÉGICO.....	39
2.1 O CONCEITO DE ESTRATÉGIA. BREVE RESENHA HISTÓRICA.....	40
2.2 ESTRATÉGIA <i>BLUE OCEAN</i> VERSUS ESTRATÉGIA <i>RED OCEAN</i>	43
2.3 EMPRESAS, NOVOS PRODUTO E <i>BLUE OCEAN</i>	45
2.4 VARIANTES ESTRATÉGICAS INOVATIVAS.....	51
2.5 INCERTEZA, RISCO E <i>TRADE-OFFS</i>	54
2.6 CONCORRÊNCIA, <i>BENCHMARKING</i> E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO.....	62

2.7 O MARKETING E A VOZ DO CLIENTE	70
2.8 GLOBALIZAÇÃO E INTERNACIONALIZAÇÃO DO DNP	73
3. AMBIENTE ORGANIZACIONAL E PROCESSUAL	77
3.1 FRONTEIRAS DOS PROCESSOS CONSTITUINTES DO DNP	78
3.1.1 Especificações do Produto	80
3.1.2 Fases da Concepção e Projecto	82
3.2 ORGANIZAÇÃO E GESTÃO DO PROJECTO	83
3.2.1 Gestão sequencial clássica	83
3.2.2 Gestão sequencial iterativa	86
3.2.3 Gestão sequencial em espiral	89
3.2.4 Engenharia simultânea ou concorrente	92
3.2.5 Processo <i>Stage-Gate</i> ®	94
3.3 PARTILHA DA INFORMAÇÃO E PERTENÇA A REDES COLABORATIVAS.....	96
3.4 PRODUTIVIDADE E COMPETITIVIDADE NO DNP	102
3.5 PENSAMENTO <i>LEAN (LEAN THINKING)</i> E NORMALIZAÇÃO	104
3.6 PRINCÍPIOS DE QUALIDADE APLICÁVEIS	108
3.7 ENGENHARIA E CAPACIDADE TECNOLÓGICA	109
4. FERRAMENTAS DE SUPORTE AO DNP	113
4.1 CLASSIFICAÇÃO E SELECÇÃO DE FERRAMENTAS.....	113
4.2 ANÁLISE DAS FERRAMENTAS DE APOIO AO DNP	115
4.2.1 Soluções Inovativas e Criativas.....	116
4.2.1.1 TRIZ	116
4.2.1.2 Projecto Criativo	131
4.2.1.3 Projecto Axiomático	139
4.2.1.4 Análise de <i>Pugh</i>	145
4.2.1.5 Análise de Experiências ou <i>Design of Experiments (DOE)</i>	146
4.2.1.6 <i>Design for Excellence (DFX)</i>	149
4.2.2 Envolvimento dos Fornecedores.....	150
4.2.3 Desdobramento da Função Qualidade (<i>DFQ</i>).....	155
4.2.3.1 Ferramentas Instrumentais do DFQ.....	156
4.2.4 Projecto de Produtos “Zero Defeitos” ou Seis Sigma (<i>DFSS</i>)	169
4.2.4.1 Introdução à Filosofia de Produção Seis Sigma	170
4.2.4.2 A Controvérsia 6 Sigma ou 4,5 Sigma.....	173
4.2.4.3 Ciclo PDCA (Planear-Executar-Verificar-Agir).....	176
4.2.4.4 <i>Design for Six Sigma</i> – DFSS	181

4.2.5 Outras Ferramentas de Suporte ao Projecto de DNP	192
4.2.5.1 Projecto Robusto	192
4.2.5.2 Projecto de Tolerâncias (<i>Tolerance Design</i>)	195
4.2.5.3 Projecto Modular	197
4.2.6 Ferramentas de Apoio à Decisão	201
4.2.6.1 <i>Case-Based Reasoning</i> (CBR)	201
4.2.6.2 <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP)	203
4.2.6.3 Painel <i>Delphi</i>	205
5. CONJUGAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE DNP.	
SUBMODELO MAIDNP	209
5.1 ESTRUTURA DO SUBMODELO	209
5.2 CONEXÕES ENTRE FERRAMENTAS	210
5.3 MAIDNP E INTEGRAÇÃO DE FERRAMENTAS	220
6. APLICAÇÃO DO MAIDNP	225
6.1 GRAU DE MATURIDADE CDNP DE UMA ORGANIZAÇÃO	225
6.2 GUIÃO DE AFERIÇÃO DE MATURIDADE	228
7. NOTA FINAL	237
8. REFERÊNCIAS	239

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1 – Conceito de Produto	26
Ilustração 2 – Processo Genérico de Desenvolvimento de Novo Produto	28
Ilustração 3 – Inovação Sistemática e Abordagem Tentativa e Erro.....	31
Ilustração 4 – Inovação e DNP.....	33
Ilustração 5 – Quadro de Referência Metodológico – MAIDNP.....	
Ilustração 6 – O Modelo das Quatro Acções.....	36
Ilustração 7 – Estratégia Peixe-Dourado: os Cinco Factores de Crescimento..	52
Ilustração 8 – Incerteza e Risco.....	55
Ilustração 9 – Áreas Sistémicas do DNP.....	56
Ilustração 10 – Curva Tradicional do <i>trade-off</i> Tempo/Custo de um Projecto...	58
Ilustração 11 – Avaliação do <i>trade-off</i> no Custo Total de um Projecto.....	58
Ilustração 12 – Curvas do <i>trade-off</i> das Actividades e das Fronteiras de Operação	61
Ilustração 13 – Fronteira da Avaliação de Desempenho das DMU	66
Ilustração 14 – Gráfico de Desempenho KSOM	69
Ilustração 15 – Mapa de <i>Klusters</i> (KSOM).....	70
Ilustração 16 – A Abrangência do Papel do Cliente nas Áreas e Domínios do DNP.	71
Ilustração 17 – Integração da Gestão Relacional entre Fornecedores e Clientes.	72
Ilustração 18 – Proposta de Modelo para DNP à Escala Global.	74
Ilustração 19 – Requisitos e Conteúdo da Externalização.	75
Ilustração 20 – Áreas e Domínios Organizacionais e Processuais do DNP.	78
Ilustração 21 – Âmbito e Abrangência do DNP.....	79
Ilustração 22 – Proposta Sequencial Clássica de Organização do Projecto de DNP.	84
Ilustração 23 – Modelo de Gestão de Projecto DSM.	88
Ilustração 24 – Modelo de Gestão Iterativa de um Projecto DNP.	89
Ilustração 25 – Processos em Espiral.....	90
Ilustração 26 – Método do Projecto do Desenvolvimento de um (novo) Produto (PDNP).....	91
Ilustração 27 – Desenvolvimento do Projecto em Simultâneo com a Produção.	93
Ilustração 28 – Domínio e Abrangência do DNP tendo em conta a ES.....	94

Ilustração 29 – Proposta <i>Stage-Gate</i> ® Referente à Gestão de um Projecto de DNP.	95
Ilustração 30 – Organização Esquemática <i>Stage-Gate</i> ®.	96
Ilustração 31 – Dificuldades com a Estratégia de <i>offshoring</i>	97
Ilustração 32 – Desenvolvimento Global do DNP.	98
Ilustração 33 – Relação Multidisciplinar e Colaborativa <i>versus</i> Isolamento Empresarial	102
Ilustração 34 – Ideias Diferenciadoras	104
Ilustração 35 – Casa do TPS	106
Ilustração 36 – Melhoria Contínua.	107
Ilustração 37 – E o que não existir tem de ser criado	110
Ilustração 38 – Grupos de Ferramentas de Apoio ao DNP	114
Ilustração 39 – Processo TRIZ de Resolução de Problemas.....	118
Ilustração 40 – Secção de uma Matriz de Contradições (39x39).	124
Ilustração 41 – Modelo <i>S-Field</i>	125
Ilustração 42 – DNP/Estratégia/Inovação/Resolução de Problemas/TRIZ.	130
Ilustração 43 – Exemplo de Transformação	132
Ilustração 44 – Representação dos Grupos de Músculos da Minhoca.	133
Ilustração 45 – Sequência da Transformação da Minhoca	133
Ilustração 46 – Teste do Resultado com Modelo Final.....	134
Ilustração 47 – Aeronave Biónica (Inspirado em Ave Específica)	135
Ilustração 48 – Prancha Biónica de <i>Bodyboard</i> (Inspirado no Golfinho)	136
Ilustração 49 – Pintura com tinta Biónica (Inspirado na planta Lotus Sagrada)	136
Ilustração 50 – Automóvel Biónico (Inspirado no <i>Boxfish</i>)	127
Ilustração 51 – Engenharia Criativa	137
Ilustração 52 – Metodologia do Projecto Axiomático	140
Ilustração 53 – Relação dos Domínios, Mapeamento e Espaços do Projecto ...	141
Ilustração 54 – Exemplo da Torneira de Água com Controlo do Caudal e Temperatura.....	143
Ilustração 55 – O Modelo de um Processo DOE.....	147
Ilustração 56 – O Envolvimento dos Fornecedores no Processo DNP.....	154
Ilustração 57 – Representação Gráfica do Modelo de <i>Kano</i>	157
Ilustração 58 – Cruzamento das Tabelas dos Requisitos dos Clientes e Características de Qualidade dos Produtos.	158
Ilustração 59 – Casa da Qualidade (HOQ) Tipificada	160
Ilustração 60 – Casa da Qualidade (HOQ).....	161
Ilustração 61 – HOQ – As Quatro Fases Típicas de um Sistema QFD Completo.	162

Ilustração 62 – O Modelo BSC.....	163
Ilustração 63 – O Processo DFMEA.....	165
Ilustração 64 – Modelo Simplificado do Diagrama Causa-Efeito.....	166
Ilustração 65 – Gráfico de Pareto (ABC ou 80-20).....	168
Ilustração 66 – A Distribuição Normal de <i>Gauss</i>	171
Ilustração 67 – Particularização do Processo SS Partindo da Distribuição Normal, para a Situação de 3,4 DPM.....	174
Ilustração 68 – Ciclo PDCA.....	177
Ilustração 69 – O Ciclo DMAIC para um Processo Produtivo em Curso (<i>post DNP</i>).....	179
Ilustração 70 – Evolução dos Custos com o Nível da Qualidade.....	181
Ilustração 71 – Ciclo DMADV.....	182
Ilustração 72 – Ferramentas Instrumentais ou Ciclos Utilizados em Projectos de DNP.....	183
Ilustração 73 – Enfoque do Seis Sigma e do DFSS no Ciclo de Vida de um Produto.....	184
Ilustração 74 – Percentagens de Ocorrência dos Termos Integrantes dos Ciclos DFS.....	190
Ilustração 75 – Os Factores de Ruído e a Qualidade do Produto.....	193
Ilustração 76 – Ligação dos Projectos Robusto e de Tolerâncias às Fases do CDNP.....	194
Ilustração 77 – Projecto Robusto, QFD e TRIZ.....	195
Ilustração 78 – Zona de Toleranciamento e Nível de Expectativas dos Clientes.....	196
Ilustração 79 – Objecto Modularizado.....	198
Ilustração 80 – Avião Modular.....	200
Ilustração 81 – Ciclo CBR.....	203
Ilustração 82 – Procedimento da Ferramenta <i>Delphi</i>	207
Ilustração 83 – Esquema Geral do Submodelo MAIDNP.....	210
Ilustração 84 – Modelo Diagramático da Resolução de Problemas Inovativos.....	212
Ilustração 85 – Modelo Diagramático da Resolução de Problemas Inovativos.....	213
Ilustração 86 – Modelo Diagramático da Resolução de Problemas que Emanam da Adaptabilidade dos Novos Produtos.....	215
Ilustração 87 – Modelo Diagramático da Resolução de Problemas Decorrentes da Satisfação dos Requisitos dos Clientes.....	218
Ilustração 88 – Modelo Diagramático da Resolução de Problemas que Decorrem de Requisitos de Produção Muito Exigentes.....	219
Ilustração 89 – Submodelo das Ferramentas sem as Opções CBR.....	222
Ilustração 90 – MAIDNP Completo.....	223

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Matriz de <i>Ansoff</i>	41
Tabela 2 – ROS versus BOS.	45
Tabela 3 – PGS entre a ROS e a POS	53
Tabela 4 – GOS entre a ROS e a BOS	54
Tabela 5 – Matriz genérica de dados <i>inputs</i> e <i>outputs</i> das respectivas DMU.....	65
Tabela 6 – Exemplo de Matriz DEA.....	65
Tabela 7 – Classificação das Ferramentas de apoio ao DNP.....	115
Tabela 8 – Níveis de Inovação TRIZ.....	120
Tabela 9 – Os 40 princípios inovativos.	121
Tabela 10 – Os 39 parâmetros de engenharia da matriz das contradições.....	122
Tabela 11 – Mapeamento das 76 Soluções <i>Standard</i> sobre os 40 princípios inovativos.....	127
Tabela 12 – Matriz de <i>Pugh</i> (geração-selecção).....	146
Tabela 13 – Prioridades ABC (método de <i>Pareto</i>).....	168
Tabela 14 – Três, quatro, cinco e seis sigma (assumindo estabilidade).	172
Tabela 15 – Probabilidades de obtenção de produtos conformes e defeituosos em operações de curto prazo.	173
Tabela 16 – Adaptação dos níveis sigma para a distribuição normal adaptada	175
Tabela 17 – Correspondência entre os níveis sigma de curto prazo e de longo prazo. Fonte: Cabrita ^a (2009).....	175
Tabela 18 – Ciclos (Ferramentas) instrumentais do DFSS vs. SS.....	183
Tabela 19 – As etapas dos ciclos mais utilizados em DFSS e seu significado. .	185
Tabela 20 – Partilha de etapas nos ciclos mais utilizados em DFSS.....	189
Tabela 21 – Ferramentas metodológicas e instrumentais utilizadas no ciclo ICOV.....	191

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

Equação 1.....	66
Equação 2.....	66
Equação 3.....	66
Equação 4.....	67
Equação 5.....	81
Equação 6.....	103
Equação 7.....	103
Equação 8.....	141
Equação 9.....	141
Equação 10.....	142
Equação 11.....	142
Equação 12.....	144
Equação 13.....	144
Equação 14.....	144
Equação 15.....	144
Equação 16.....	147
Equação 17.....	165

LISTA DE ACRÓNIMOS

3pl	<i>third party logistics</i>
4pl	<i>fourth party logistics</i>
5pl	<i>fifth party logistics</i>
A.C.	<i>Antes de Cristo</i>
ACS/SAC	<i>Adaptative Complex Systems/Sistemas Adaptativos Complexos</i>
AHP	<i>Analytical Hierarchy Process</i>
ANOVA	<i>Analisis of Variance</i>
ARIZ	<i>Algoritmo para a Resolução de Problemas Inventivos</i>
BCC	<i>Banker, Chanen e Cooper</i>
BFA	<i>Banxia Frontier Analyst</i>
BOS	<i>Blue Ocean Strategy</i>
BSC/CRB	<i>Balanced Scorecard/Cartas de Registo Balanceadas</i>
CAD	<i>Computer-Aided Design</i>
CAE	<i>Computer-Aided Engineering</i>
CAM	<i>Computer-Aided Manufacturing</i>
CBR/RBC	<i>Case Based Reasoning/Raciocínio Baseado em Casos</i>
CCR	<i>Charnes, Cooper e Rhodes</i>
CDNP	<i>Concepção e Desenvolvimento de Novos Produtos</i>
CDOV	<i>Concept-Design-Optimize-Verify</i>
CEO	<i>Chief Executive Officers</i>
CE/EC ou ES	<i>Concurrent Engineering/Engenharia Concorrente ou Engenharia Simultânea</i>
CES/SCE	<i>Complex Engineered Systems/Sistemas Complexos de Engenharia</i>
CFT	<i>Cross - Functional Team</i>
CFR	<i>Critical Function Responses</i>
Cp	<i>Capabilidade do processo</i>
Cpm	<i>Coeficiente de prejuízo</i>
CRM	<i>Customer Relationship Management</i>
DCCDI	<i>Define-Customer-Concept-Design-Implement</i>
DCOV	<i>Define-Characterize-Optimize-Verify</i>

DDOV	<i>Define-Design-Optimize-Validate</i>
DDPM	<i>Dynamic Development Process Model</i>
DEA/AED	<i>Data Envelopment Analysis/Análise Envoltória de Dados</i>
DFM	<i>Design for Manufacturing</i>
DFMEA	<i>Design Failure Model and Effect Analysis</i>
DFSS/PPSS	<i>Design for Six Sigma/Projecto para Seis Sigma</i>
DFX	<i>Design for Excellence</i>
DMAIC	<i>Define-Measure-Analyse-Improve-Control</i>
DMADIC	<i>Define-Measure-Analyse-Design-Implement-Control</i>
DMADV	<i>Define-Measure-Analyse-Design-Verify</i>
DMADOV	<i>Define-Measure-Analyse-Design-Optimize-Verify</i>
DMEDI	<i>Define-Measure-Explore-Develop-Implement</i>
DMU	<i>Decision Making Unit</i>
DNP/NPD	<i>Desenvolvimento de Novos Produtos/New Product Development</i>
DOE	<i>Design of Experiment</i>
DPM	<i>Defeitos Por Milhão</i>
DPMO	<i>Defeitos por Milhão de Oportunidades</i>
DP	<i>Design Parameters</i>
DSM	<i>Design Structure Matrix</i>
e.g.	<i>exempli gratia (e.g.) ou por exemplo</i>
et al.	<i>et alii (e outros)</i>
etc.	<i>et cetera (entre outros; e assim por diante; e restantes; ...)</i>
FCQ	<i>Factores Críticos da Qualidade</i>
FMEA	<i>Failure Model and Effect Analysis</i>
FMECA	<i>Failure Modes and Effects Criticaly Analysis</i>
FRs	<i>Functional Requirements</i>
GOS	<i>Green Ocean Strategy</i>
GPD/DGP	<i>Global Product Development/Desenvolvimento Global de Produtos</i>
GPS	<i>Global Position Satellite</i>
GQT/GTQ	<i>Gestão pela Qualidade Total (GQT) ou Gestão Total da Qualidade (GTQ)</i>
HOQ	<i>House of Quality/Casa da Qualidade</i>
i.e.	<i>id est (isto é)</i>
ICOV	<i>Identify-Characterize-Optimize-Validate</i>
IDOV	<i>Identify-Design-Optimize-Validate</i>
IDDOV	<i>Identify-Define-Develop-Optimize-Verify&Validate</i>
I ² DOV	<i>Invention and Innovation-Develop-Optimize-Verify</i>
I&D	<i>Investigação e Desenvolvimento</i>
IFR/RFI	<i>Ideal Final Result/Resultado Final Ideal</i>
INSEAD	<i>Institute Européen d'Administration dès Affaires</i>
JIT	<i>Just-in-time</i>
KPIs	<i>Key-Performance Indicators</i>
KSOM	<i>Kohonen's Self-Organizing Map</i>
LIE	<i>Limite Inferior da Especificação</i>

LISTA DE ACRÓNIMOS

LSE	<i>Limite Superior da Especificação</i>
LPD	<i>Lean Product Development</i>
MAIC	<i>Measure-Analyse-Improve-Control</i>
MAIDNP	<i>Modelo Abrangente e Integrado de Desenvolvimento de Novos Produtos</i>
MANOVA	<i>Multivariate Analysis of Variance</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
OCDE	<i>Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico</i>
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
PDM	<i>Product Data Management</i>
PERT/CTM	<i>PERT/CTM - Program Evaluation and Review Technique/Critical Path Method</i>
PGS	<i>Purple Goldfish Strategy</i>
PIDOV	<i>Plan-Identify-Design-Optimize-Validate</i>
PMEs	<i>Pequenas e Médias Empresas</i>
POS	<i>Purple Ocean Strategy</i>
Ppm	<i>Coefficiente de perda</i>
QFD/DFQ	<i>Quality Function Development/Desdobramento da Função Qualidade</i>
QFDE	<i>Quality Function Deployment for Environment</i>
ROS	<i>Red Ocean Strategy</i>
RPD	<i>Rapid Product Development</i>
RPN/NPR	<i>Risk Priority Number/Número de Prioridade do Risco</i>
SCM	<i>SCM – Supply Chain Management</i>
SDE	<i>Statistically Designed Experiments</i>
SDI/RCF	<i>Supplier Design Involvement/Relação Colaborativa dos Fornecedores</i>
SS	<i>Six Sigma/Seis Sigma</i>
SWOT	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats</i>
TQM	<i>Total Quality Management</i>
TRIZ	<i>Theory of Inventive Problem Solving (anglicismo de acrónimo russo: “Peoria Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch”</i>
VA/VE/AV/EV	<i>Value Analysis/Value Engineering/Análise de Valor/Engenharia do Valor</i>

APRESENTAÇÃO

Os projectos de concepção e desenvolvimento de novos produtos (DNP) são cruciais para a existência de negócios e empresas competitivas, o que significa que a inovação se tornou num dos factores determinantes não só da sobrevivência, mas também do êxito empresarial.

Neste trabalho vão desenvolver-se processos de inovação sistemática tanto de natureza disruptiva como de natureza mais gradualista, individualista ou associada em rede, a co-inovação e a inovação aberta (*open innovation*). Para tanto serão apresentadas e desenvolvidas as múltiplas (mais de vinte) ferramentas metodológicas e instrumentais disponíveis, que possibilitarão soluções inovativas para os problemas que correntemente surgem nos projectos de DNP.

Do conjunto de ferramentas que o livro vai apresentar podem referir-se, entre várias, o TRIZ, o DFSS, o AHP, o Projecto Criativo, o Projecto de Tolerâncias, o Planeamento de Experiências, o DEA, o Painel *Delphi*, etc. O trabalho apresentará também um modelo de abordagem sistémica e conjunta do ferramental disponível apresentado.

A envolvente associada à inovação e concepção de novos produtos será abordada em três níveis: estratégico, organizacional (cultura e princípios de gestão) e operacional.

No primeiro, estratégias inovativas, incerteza, risco, avaliação de *trade-offs*, *benchmarking*, engajamento de fornecedores e clientes e o marketing (a voz do cliente), as políticas de globalização e exportações. No segundo, o funcionamento multidisciplinar, partilha do conhecimento e informação, participação em redes colaborativas, alianças e parcerias e competitividade. Além destas, outras tais como a elevada competitividade,

o pensamento *lean*, ambiente, qualidade e segurança, certificação, normalização e respeito pela legislação referente ao produto. Finalmente, no terceiro nível, a organização e gestão do projecto DNP, as questões da engenharia e tecnologia disponíveis bem como os problemas e soluções inovativas de DNP.

Como conclusão deste trabalho, apresenta-se um *roadmap* ou roteiro de aferição do estado ou nível de maturidade das empresas que desenvolvem novos produtos e dos caminhos a percorrer no sentido da respectiva evolução. Tal constituirá o MAIDNP ou Modelo Abrangente e Integrado de Desenvolvimento de Novos Produtos. Este modelo contará ainda com um submodelo de interacção de ferramentas e metodologias DNP disponíveis para a resolução de problemas que ocorrem no DNP.

Evitaram-se explicações excessivamente teóricas apoiadas por modelos matemáticos, algoritmos, etc., dado que também se pretende que o presente trabalho atinja um público mais abrangente e com necessidades distintas, nomeadamente os técnicos da indústria e os estudantes tanto de Engenharia como de Gestão.

MANUAIS DE OSLO E FRESCATI. NORMATIVOS APLICÁVEIS. CONCEITOS BASILARES: PRODUTO, NOVO PRODUTO E INOVAÇÃO.

1.1 INTRODUÇÃO

Trata-se de uma evidência consensual que os processos do DNP são cruciais para a existência de negócios e empresas competitivas. Pode mesmo referir-se que a inovação e o DNP se tornaram factores determinantes do êxito empresarial. Caracterizam-se em seguida alguns conceitos-base, nomeadamente o conceito de “produto”, bem como o que se refere aos novos produtos. De forma simplista, a competitividade pode definir-se como sendo a maneira pela qual a empresa consegue satisfazer as necessidades dos consumidores, em concorrência com as congéneres, garantindo assim a sua própria sobrevivência e evolução. Ou seja, a competitividade resulta da transformação rápida e barata de ideias em produtos qualitativamente melhores e mais apetecíveis do que os concorrentes, aos olhos do mercado e dos consumidores finais. As empresas, individualmente, serão consideradas competitivas se os produtos que oferecem ao mercado possuírem as características que os tornam pretendidos quer pelo custo quer pelas especificidades e diferenças.

É conhecimento corrente que competitividade e produtividade não são a mesma coisa. Com efeito, pode ser-se produtivo, mas não competitivo. Será conveniente que à produtividade corresponda competitividade.

Relativamente às estratégias que podem promover vantagem competitiva, são clássicos os estudos de Porter (1990, p.39 e seguintes) que consagram basicamente duas estratégias: vantagem conseguida através dos custos, proporcionando assim os mais baixos preços no mercado; e outra, obtida através da diferenciação dos produtos, tornando-os

diferentes de todos os outros existentes no mercado e por isso qualitativamente mais apeteceíveis.

Para se poder suportar este conjunto de ideias triviais bastará ter presente como eram e quais eram os produtos de telecomunicações disponíveis no mercado há apenas vinte anos, para se detectar desde logo um progresso tão assinalável na quantidade, qualidade e diversidade que, ao olhar para trás, boa parte do que existia se pode hoje considerar obsoleto e museológico. Referimos telecomunicações, mas poderíamos apontar produtos do âmbito da informática, da robótica da farmacologia, da biologia, das tecnologias médicas, do aeroespacial, das redes sociais e assim por diante. Não só nas empresas, mas também nas universidades por esse mundo fora se desenvolvem continuamente novos métodos e processos de observação e trabalho, novas tecnologias e materiais, e até mesmo novos produtos. Os avanços científicos e tecnológicos não ocorrem agora já só no domínio da Física e da Matemática, mas na Gestão, na Engenharia, na Biologia, etc. O aspecto mais marcante da evolução avassaladora actual deve-se, fundamentalmente, à existência de processos de inovação e investigação aberta que permitem que avanços numa área do conhecimento possam ser aplicados noutras e que todas se possam agregar com as que forem convenientes, potenciando-se assim o efeito de rede e de aumento da complexidade controlada.

1.2 MANUAIS DE OSLO E DE FRESCATI. NORMATIVOS NACIONAIS

O Manual de Oslo corresponde a uma proposta de directrizes para a colheita e interpretação de dados sobre inovação tecnológica com o fim de orientar e padronizar conceitos, metodologias e construção de estatísticas e indicadores de pesquisa de produção e desenvolvimento nos países industrializados. Em 1990 foi editada pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) a primeira edição do Manual de Oslo, que assume o nome da capital da Noruega onde o acordo inicial foi estabelecido em 1985. A última versão que se pode actualmente encontrar, a terceira, reporta ao ano de 2005.

Esta última edição tem em conta os progressos realizados na compreensão do processo de inovação e seu impacto económico, e na

experiência adquirida com investigação de inovação levada a cabo nos países membros da OCDE e não-associados. Pela primeira vez, o Manual de Oslo investiga o campo da inovação não tecnológica e as ligações entre os diferentes tipos de inovação. O Manual de Oslo é subordinado ao tema: “Proposta de Directrizes para Colheita e Interpretação de Dados sobre Inovação Tecnológica” e tem o objectivo de orientar e padronizar conceitos, metodologias e construção de estatísticas e indicadores de pesquisa de Investigação e Desenvolvimento de países industrializados. Na versão inglesa denomina-se *The Measurement of Scientific and Technological Activities* com o subtítulo: *Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data*. Do conjunto de capítulos que o constituem, destaca-se o terceiro, que respeita às definições em matéria de inovação. No entanto, o manual é exaustivo nas referências a tecnologias, produtos e processos (TPP) empregues pelas empresas que se dedicam à inovação ou que fazem desta o motor da sua acção.

O Manual de Frascati assume o nome da Vila Falcioneri em Frascati, na Itália, onde o acordo inicial foi estabelecido, em 1963, pelos peritos da OCDE, muito antes do manual de Oslo e compreensivelmente com objectivos mais restritos do que este. A última edição é muito recente, a sétima, e reporta a Outubro de 2015. Trata-se de uma proposta padrão para inquéritos sobre investigação e desenvolvimento experimental, e contém as definições básicas e de categorias de actividades em questão de investigação e desenvolvimento. Esta **última** edição do Manual de Frascati denomina-se *The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*, tendo como subtítulo: “*Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development*”.

Da família de normas portuguesas dedicadas à Gestão da Investigação, Desenvolvimento e Inovação (IDI) destacam-se as seguintes:

NP 4456:2007

Reporta-se à gestão da IDI. Terminologia e definições das actividades de IDI: estabelece os termos e definições utilizados no conjunto das normas e, sempre que possível, retirados das versões mais recentes dos manuais da OCDE (Manual de Oslo, 2005, e Manual de Frascati, 2002). Esta norma reporta ainda um modelo de interações em cadeia que tem como objectivo *servir de referência a organizações de qualquer dimensão e negócio na transição para a economia do conhecimento*.

NP 4457:2007

Também se reporta à gestão da IDI. Especifica ainda os requisitos do sistema de gestão da IDI: especifica os requisitos de tom, sistema de gestão de investigação, desenvolvimento e inovação, aplicável a qualquer organização, permitindo que a organização desenvolva e implemente uma política de IDI para aumentar a eficácia do seu desempenho inovador. Esta norma permite a certificação do sistema de gestão da IDI.

NP 4458:2007

Reporta-se aos requisitos de um projecto de IDI: define os requisitos de um projecto de IDI, tenha ele como objectivo uma inovação de produto, processo, organizacional ou de marketing ou uma combinação destes. Esta norma permite a certificação de projectos de IDI.

NP 4461:2007

Reporta-se à gestão e aos projectos de IDI. Competência e avaliação dos auditores de sistemas de gestão da IDI e dos auditores de projectos de IDI: define os requisitos de competência dos auditores de sistemas de gestão de IDI e de projectos de IDI, bem como os requisitos para manutenção e melhoria de competências e sua avaliação.

1.3 CONCEITOS BASILARES: PRODUTO, NOVO PRODUTO, INOVAÇÃO E INVENÇÃO

Numa primeira abordagem generalista, pode dizer-se que um produto se constitui como sendo o resultado de um processo (NP EN ISO 9000: 2005; p. 15). Ainda assim, a mesma norma define processo como sendo um conjunto de actividades interrelacionadas e interactuantes que transformam entradas (*inputs*) em saídas (*outputs*). Ou seja, da definição de processo decorre que a produtividade de um processo, em termos físicos, corresponde ao quociente entre as saídas e entradas, sendo natural que as primeiras (numerador) sejam superiores às segundas (denominador). Atendendo ao exposto, a definição de produto pode completar-se e resumir-se ao resultado de um processo pelo qual actividades

interrelacionadas e interactuantes transformam entradas em saídas. Do Manual de Oslo, o conceito de produto compreende bens e serviços (ponto 21 do Manual). Relativamente aos serviços, estes são por natureza intangíveis e não *stockáveis* (e.g. transportes).

Quanto aos bens, eles são tangíveis (NP EN ISO 9000: 2005; p.20) e podem ser de três naturezas¹: *software* (e.g. programas para computador ou um dicionário); *hardware* (e.g. motor de automóvel) e materiais processados (e.g. lubrificantes). Esta norma refere ainda que muitos produtos compreendem diferentes elementos pertencentes a estas categorias, pelo que a respectiva denominação há-de corresponder àquela que for dominante. Para tanto, apresenta como exemplo o “produto automóvel” que conjuga serviço (informações do fornecedor), o motor e os restantes componentes como *hardware*, os combustíveis e lubrificantes como materiais processados e, como *software*, o manual de instruções ou o que concerne ao próprio controlo do motor.

A NP EN ISO 9000 (2005, p.16) apresenta ainda, entre outros requisitos, constituintes do conceito de qualidade – o conceito de “requisito de um produto”. A referida norma considera um “requisito” como sendo a “*expressão no conteúdo de um documento resumindo critérios a serem satisfeitos se for pretendido reclamar a conformidade com o documento e em relação aos quais não são permitidos desvios*”.

Esta norma imputa ainda ao produto os seguintes aspectos: responsabilidades de aumento da satisfação dos clientes (página 7); confiança nos fornecedores na resposta aos requisitos que lhes competem (página 9); e processos de qualidade e desempenho do produto, de acordo com as melhores práticas de qualidade, proporcionando uma boa plataforma de melhoria contínua (página 10).

Da literatura, seleccionaram-se duas definições: uma antiga, Cotta (1973, p.345-346) que refere o produto como sendo um “*bem material obtido após transformação de matérias-primas. Os produtos acabados podem ser utilizados para satisfazer directa ou imediatamente necessidades económicas. Os produtos intermediários são destinados a uma utilização exclusiva de qualquer transformação ou produção*”; e uma definição mais recente de Nunes (2004, p.vii) segundo a qual, “*o produto*

¹ Os exemplos apresentados são os da própria norma.

é o principal meio que uma empresa pode utilizar na orientação dos seus recursos para as exigências do mercado, no sentido de proporcionar valor aos clientes e alcançar, deste modo, os objetivos da organização. No entanto, a estratégia de produto contém decisões complexas que afetam e condicionam a organização, quer interna quer externamente. O DNP, ou a alteração da carteira de produtos atual, exige o compromisso de todas as áreas funcionais para configurar, de forma integrada e sólida, a oferta proporcionada ao mercado”. Do ponto de vista do marketing, um produto pode considerar-se um bem ou serviço que atende aos requisitos de um mercado particular e rende lucro suficiente para justificar sua existência. Atendendo ao facto não de se encontrarem, na literatura indexada existente, definições substancialmente diversas ou conceitos de produto mais relevantes e que se possam subscrever, as asserções atrás aduzidas permitem adiantar um conceito de produto mais abrangente e consentâneo com as exigências do mercado, do que as referidas definições sugeridas pelos normativos em vigor.

Nestas condições, pode entender-se por produto, todo o bem ou serviço competitivo, obtido através de um processo produtivo de transformação de (matérias-primas, módulos, componentes, equipamentos, mão-de-obra, fornecedores, energia, etc.) na saída o próprio produto, que obedecerá aos mais exigentes requisitos de qualidade, preço e outros aspectos capazes de satisfazer os desejos reais ou simbólicas dos clientes exigentes, em suma: as necessidades do mercado.



Ilustração 1 – Conceito de Produto.

Assim, se o produto (a saída/*output*) se mantém e perdura no mercado é porque além de assegurada a produtividade do seu processo ele também é competitivo, porque compete e sobrevive à concorrência. Este conceito de produto, bem como a respectiva envolvente associada ao mercado e à competitividade é apresentado na ilustração 1, em que as setas correspondem ao sentido dinâmico entre os meios de entrada e o respectivo produto, enquanto resultado da saída.

Na literatura encontram-se diversos autores que utilizam a terminologia “definição de produto” para um determinado produto específico do seu estudo. E.g.: Chen e Chang (2012) referem definição e produto em 3D; Dangelico *et al.* (2013) definem produtos “verdes” relativamente aos cuidados ambientais. Anteriormente, Bacon *et al.* (1994) ao definirem produto, referiam-se aos respectivos atributos e especificações. No desenvolvimento deste livro, utilizou-se o termo “definição de produto” de uma forma genérica. Esta definição também serve para conceptualizar “novo produto”, excepto no que concerne ao facto deste não existir no mercado antes do seu lançamento em primeira mão. Aliás as normas não os distinguem um do outro, excepto quando se associa o novo produto à inovação. A NP EN ISO 9000 (2005; p.8), diferentemente do manual de Oslo, refere que “à inovação corresponde para a empresa, a implementação de uma nova ou significativamente solução, novo produto, processo, método organizacional, ou de marketing, com o *objectivo de reforçar a sua posição competitiva, aumentar o desempenho ou o conhecimento sobre a matéria*”.

Um novo produto pode ainda definir-se da perspectiva do cliente ou da empresa, o que origina conceitos diferentes. Do ponto de vista da empresa, um novo produto constitui qualquer acréscimo na carteira de produtos existente. Isto é, qualquer artigo que anteriormente não comercializava. Do ponto de vista do cliente, novos produtos, além dos que não conhece por serem originais, são os que adquire pela primeira vez, independentemente de já existirem no mercado ou, ainda, aqueles que identifica de forma diferente, em consequência de estratégias de reposicionamento desses produtos no mercado. Existem vários exemplos que ilustram a dificuldade de alcançar o êxito no lançamento de um novo produto no mercado.

É também um dado adquirido que uma elevada percentagem dos recursos que as empresas investem no DNP são incorrectamente utilizados em projectos que fracassam após a sua introdução no mercado ou, inclusive, abandonados antes da introdução no mercado. Em suma: a inovação emerge como instrumento de soluções melhoradas ou novas, incluindo produtos.

Na Ilustração 2 mostra-se um modelo conceptual genérico de DNP.

Em reforço do conceito apresentado, qualquer novo produto emanará, necessariamente, de processos de inovação que as organizações empresariais buscarão de forma sistemática e persistente ou, ainda, através ainda da improvisação estimulada pela turbulência da envolvente na organização. Assim sendo, antes da abordagem do DNP, tratar-se-á o fenómeno da inovação que conduza à sua concepção.

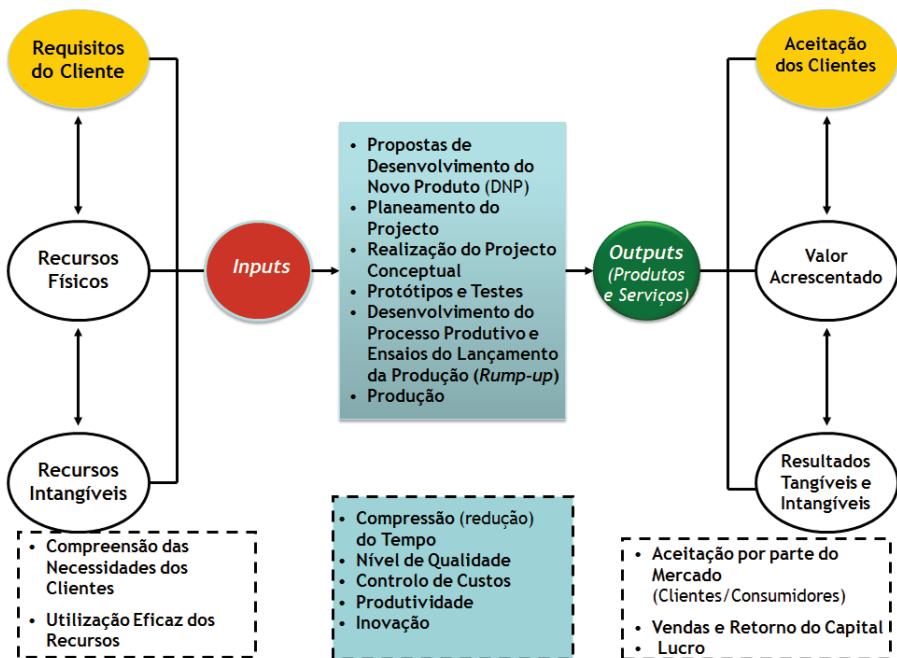


Ilustração 2- Processo Genérico de Desenvolvimento de Novo Produto

Inovação significa novidade. Trata-se de uma palavra derivada do latim “*innovatio*” e refere-se a uma ideia, método ou objecto novo que é criado e que pouco se assemelha com padrões anteriores. Hoje, a

palavra inovação é mais usada no contexto de ideias e invenções bem como na exploração económica relacionada; pode ainda dizer-se que *inovação* é a invenção que chega ao mercado. A definição de inovação, de acordo com o Manual de Oslo (ponto 141) corresponde à “*Introdução no mercado de novos, ou significativamente melhorados, produtos ou serviços. Inclui alterações significativas nas suas especificações técnicas, componentes, materiais, software incorporado, interface com o utilizador ou outras características funcionais*”.

A inovação do produto/serviço pode utilizar novo conhecimento ou tecnologia ou apenas a combinação de conhecimento ou tecnologia já existente. O “projecto” também faz parte da inovação do produto. No entanto, quaisquer alterações que não promovam alterações significativas nas funcionalidades do produto devem ser consideradas tão-só inovações de *marketing*.

Quanto ao desenvolvimento de novas utilizações, com apenas pequenas alterações do produto nas suas especificações técnicas, tal é também considerado inovação. A inovação nos serviços pode incluir a significativa melhoria na maneira como o serviço é prestado (e.g.: rapidez, eficiência), novas funcionalidades do serviço, bem como a introdução de novos serviços (NP 4456: 2007; p.9). A inovação pode ser ainda entendida na sua acepção mais abrangente, de acordo com o Manual de Oslo (2005), quando inclui a implementação de um novo produto (bem ou serviço), processo, *marketing* ou organizacionais (NP 4458: 2007; p.4).

Uma inovação tecnológica de produto é a implantação/comercialização de um produto com características de desempenho aperfeiçoadas, de modo a fornecer objectivamente ao consumidor serviços novos ou alterados com significativas melhorias. Uma inovação de processo tecnológico é a implantação/adopção de métodos de produção ou comercialização novos ou significativamente aprimorados. Ela pode envolver mudanças de equipamento, recursos humanos, métodos de trabalho ou uma combinação destes (Manual de Oslo; ponto 24).

As actividades de inovação de produtos e processos tecnológicos de uma empresa podem ser de três tipos: “bem-sucedidas”, por conduzirem à implantação de um produto ou processo tecnologicamente novo ou aprimorado; “abortadas”, antes da implantação de um produto ou processo tecnologicamente novo ou melhorado, seja porque a ideia e o

know-how são vendidos ou trocados com outra empresa, seja porque o mercado mudou; e “correntes”, que correspondem a trabalhos em andamento que ainda não foram implementados. Tais actividades podem ser iniciadas para levar a um produto ou processo novo ou aprimorado específico, podendo também ter alvos mais difusos como no caso de pesquisa tecnológica básica ou geral (Manual de Oslo, p.39 e 40).

Conforme se verifica, existem diferentes perspectivas de inovação, produto, processo, etc., pelo que se pode dizer que, sob cada ponto de vista, cada processo de inovação é único. Além disso, e de uma forma decisiva, inovação significa mudança.

1.4 OS VÁRIOS TIPOS DE INOVAÇÃO

Da óptica do produto, a inovação é pois, um processo de criação e introdução de algo novo (diferentes características ou funcionalidades) no mercado, estando relacionada com diversos factores (pesquisa, tecnologia, criatividade, invenção, etc.) ainda não conhecida pelo mercado ou posta em prática. Assim, não se trata de um acto pontual, mas sim de um processo global que se estende ao longo do tempo.

A inovação também não se resume à geração de novas ideias, pois requer a invenção de algo novo e a sua posterior aplicação na própria organização ou no mercado. Esta é, aliás, a principal diferença entre invenção e inovação, que convém destringir nesta fase do trabalho: enquanto a invenção é independente do uso, a inovação pressupõe a utilização da invenção no contexto interno ou externo à organização. Portanto, se a invenção não tiver qualquer utilidade, não contribuirá para a inovação. Distinguem-se algumas características típicas na inovação que se podem classificar quanto ao grau.

Em primeiro lugar evidenciam-se dois: a inovação incremental ou gradual e a radical ou disruptiva. Apresenta-se como inovação radical aquela que cria um novo e inesperado mercado, gerando um efeito de disrupção nos produtores e consumidores, por via dos produtos resultantes deste tipo de inovação.

A penicilina, e.g., configurando o nascimento de uma nova família de medicamentos que curavam doenças até aí incuráveis e mortais,

revelou-se um produto disruptivo relativamente ao passado, e radical quanto aos processos dos fabricantes e à qualidade de vida dos consumidores.

Por outro lado, podem classificar-se todos os produtos antibióticos subsequentes, fruto de melhorias e aperfeiçoamentos posteriores da penicilina, como sendo produtos decorrentes de inovação incremental, ou seja, objecto de passos inovativos graduais sem ocorrência de ruptura tanto na produção como no consumo. Pode mesmo afirmar-se que a inovação radical veio render a competência técnica estabelecida, e tornar obsoleta a produção existente e aplicada aos mercados e clientes que permaneciam.

Em segundo lugar, uma outra forma inovativa com características típicas e que se podem classificar quanto ao processo inventivo utilizado. Neste caso pode-se designar a inovação como convergente ou não convergente.

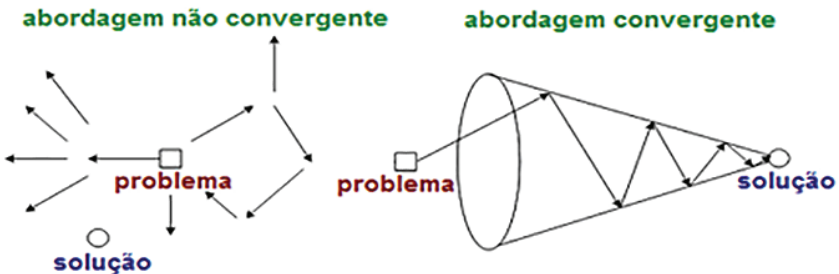


Ilustração 3 – Inovação sistemática e abordagem tentativa e erro

Fonte: Adaptação de Shéu e Lee (2011)

Na Ilustração 3, sugere-se que na abordagem não convergente cada um dos intervenientes procura uma solução que, eventualmente, nunca será encontrada ou, sendo-o, apenas ocorrerá afortunadamente através de um possível “golpe de génio” (*flash of genius*) de algum elemento muito inspirado.

No caso de uma abordagem convergente, a solução poderá ser encontrada, com perseverança, através de metodologias e estratégias inventivas sistemáticas bem determinadas.

Uma ferramenta metodológica muito interessante que é uma dessas metodologias de sistematização convergente de processos denomina-se

Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ), anglicismo de acrónimo russo: “*Peoria Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch*”, a abordar numa fase posterior deste livro. A inovação, além da inspiração engenhosa, pode ser sistemática.

Por fim, em terceiro lugar, outra forma de caracterizar os processos inovativos é a que concerne à inovação aberta e outra (fechada) que decorre do isolamento empresarial, cada vez menos recorrente. No primeiro caso, trata-se da troca de conhecimento inovador que se refere ao fenómeno de transferência de conhecimento no qual os recursos se movem facilmente na fronteira ou interface empresa/mercado, sendo comumente designada por “inovação aberta” (*open innovation*).

É indubitável que a inovação aberta depende do conhecimento distribuído ou compartimentado da organização, e deverá ser integrado com eficácia para se obter um melhor desempenho global. Conclui-se, no entanto, que tal só será possível com produtos e processos produtivos de alta qualidade.

Além disso, obter e reter conhecimento útil de pouco vale na ausência de informação. Por isso é necessária uma atenção especial, tanto conceptual ou teórica como empírico-prática, para as competências necessárias à inovação. Em termos de inovação aberta, a coordenação da mistura dessas competências, bem como a capacidade da sua absorção e utilização, conduzirão a um enriquecimento valioso e a um incremento do seu valor efectivo.

Nesta fase é coerente apresentar-se o fenómeno da co-inovação (*co-innovation*) associado à inovação aberta e a relevância que evidencia no DNP.

A inovação aberta é necessariamente partilhada em forma de partariado ou aliança estratégica e, quando assim é, assume a referida designação de co-inovação. Através desta forma partilhada de inovação conseguem-se benefícios na cadeia de valor para o cliente (*win-win*), valorizando assim o novo produto junto do mercado.

Pode dizer-se que a co-inovação corresponde a um novo paradigma de inovação, onde novas ideias e abordagens de diferentes fontes internas e externas são integrados numa plataforma, a fim de gerar novos organizacionais e valores compartilhados. O núcleo de co-inovação inclui envolvimento, co-criação, e excelente experiência de criação de valor.

Estabelece-se uma relação entre inovação e DNP, através da identificação dos factores que influenciam a inovação, e através de dois paradigmas distintos: o da evolução tecnológica e o da revolução tecnológica. Do lado do DNP, são identificados os factores que influenciam o DNP como mostra a Ilustração 4.

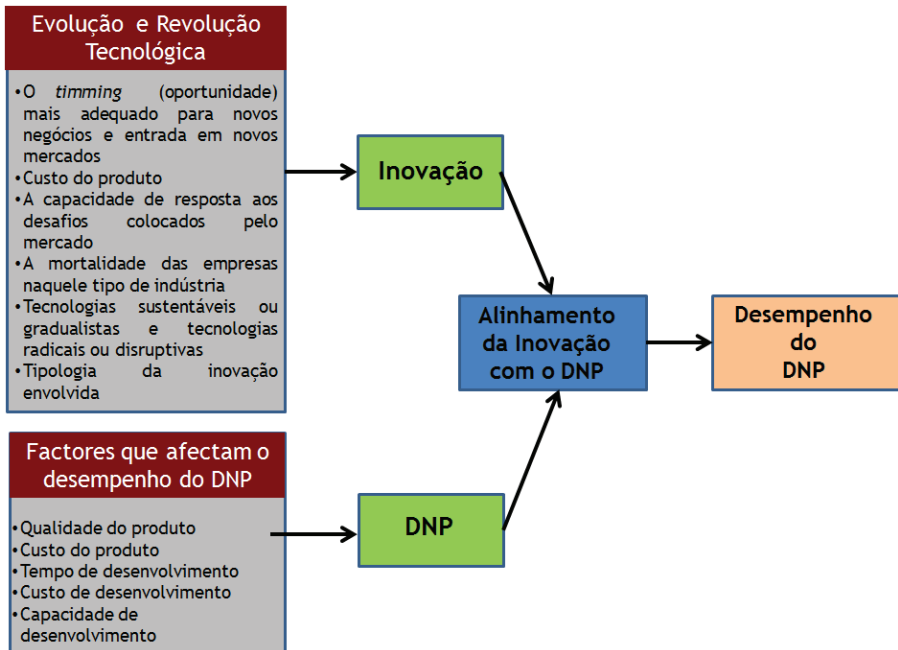


Ilustração 4 – Inovação e DNP

Fonte: Adaptação de Iamratanakul *et al.* (2008)

Nela se evidencia a abordagem da evolução tecnológica de três perspectivas diferentes: a primeira concerne ao melhor *timing* para que novos negócios penetrem no mercado; a segunda concerne com a resposta dada pela concorrência existente ao novo produto que acaba de chegar ao mercado e a terceira concerne à mortalidade das empresas no respectivo tipo de indústria. Também se evidencia que a revolução tecnológica se considera através da comparação entre a tecnologia de base gradualista e sustentável e a outra radical, já conhecida e de natureza disruptiva e drástica.

Do lado do DNP, os factores-chave susceptíveis de o influenciar são: a qualidade; o custo/preço; o custo/preço do processo de desenvolvimento; as capacidades instaladas e a compressão do tempo do processo.

1.5 MODELO ABRANGENTE E INTEGRADO DE DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS (MAIDNP)

A abordagem à inovação, concepção e desenvolvimento de novos produtos constitui-se como sendo uma realidade abrangente, integrada e multidimensional. Refira-se também que os principais factores que se podem integrar no DNP na interligação das áreas sistémicas e estratégicas com as organizacionais e operacionais são, fundamentalmente, os seguintes:

- Objectivos estratégicos claros
- Cultura organizacional muito bem definida, solidamente implantada na organização e perfeitamente assimilada por todos os intervenientes, além da incondicional assunção dos princípios aplicáveis à Concepção e Desenvolvimento de Novos Produtos (CDNP);
- Níveis operacionais de elevada qualidade ou mesmo de excelência;
- Adequada compreensão das necessidades dos clientes/consumidores, através do estabelecimento de diálogo colaborativo;
- A necessidade permanente de compressão do tempo (redução dos prazos) e o cumprimento do *time-to-market* de desenvolvimento do projecto;
- O nível mensurável de qualidade exigida;
- O controlo de custos das partes e do conjunto do projecto;
- A procura constante da melhoria da produtividade e da capacidade de inovação;
- A avaliação de *trade-offs* entre risco/qualidade/custos/valor/tempo e a capacidade competitiva.

O modelo que se apresenta na Ilustração 5 designa-se por Modelo Abrangente e Integrado de Desenvolvimento de Novos Produtos

– MAIDNP. Nele são evidenciados, num primeiro nível, o ambiente estratégico sistémico de DNP pré-existente no seio da organização como uma determinante da CDNP e a sua inter-relação com o segundo nível, tanto com as áreas e domínios organizacionais, com os princípios culturais e os que se reportam a estes, bem como ainda com o terceiro nível processual ou operacional que, naturalmente, vai apresentar um determinado volume de problemas a serem resolvidos nas diversas fases do processo, num quarto nível do modelo.

Tais problemas necessitarão de metodologias e ferramentas adequadas que contribuirão para essa resolução. Nesse quarto nível será construído, mais tarde, um submodelo (do MAIDNP) em rede, sugerindo os caminhos a seguir para as soluções convenientes.

Cada quadro do modelo conceptual da Ilustração 5 relaciona-se com todos os outros no conjunto integrado e sistémico. Assim, os factores que concorrem para o ambiente sistémico e estratégico de DNP agem sobre as áreas e domínios organizacionais, tanto os que respeitam aos princípios, como os que se relacionam com os aspectos da cultura interna (usam-se setas como imagem gráfica dessas interações).

Pode portanto dizer-se que as políticas de abordagem aos mercados, o tipo de inovação e a existência ou não de uma política deliberada de envolvimento global de internacionalização, exportações e conquista de novos mercados, agem e condicionam a participação em redes colaborativas ou sobre a legislação concreta relativa a um determinado produto. A inversa, nalguns destes casos, pode ser verdadeira e daí as direcções e sentidos das setas de interligação nesta Ilustração.

Da consecução operacional dos processos vão decorrer problemas, como já se referiu, sendo que as respectivas soluções não deixarão de condicionar esses mesmos processos, ou seja, o tipo de tecnologia ou a especificidade da engenharia utilizáveis de acordo com a natureza do problema a solucionar. A interacção sistémica entre problemas, soluções e processos encontra-se também assinalada graficamente por setas.

Ao nível sistémico vai ter de se considerar a qualidade e profundidade da inovação em que se pretende navegar, ou seja, qual o oceano estratégico com ou sem competição em que se vai conceber e desenvolver os novos produtos (*Blue*, *Red*, ou outros). Tal dependerá da análise do

mercado existente, clientes/consumidores e/ou *benchmarking*, ou da análise de risco e da permanente avaliação de *trade-offs* ou, finalmente, das necessidades de exportação de novos produtos e políticas de internacionalização e globalização, tanto empresarial como dos produtos.

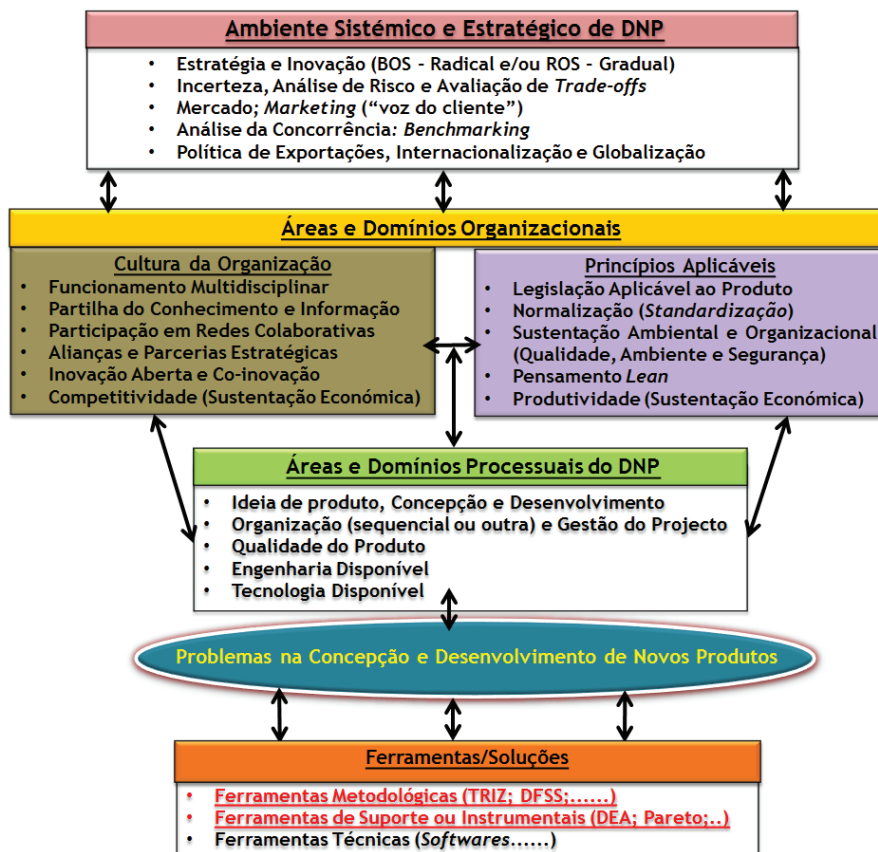


Ilustração 5 – Quadro de Referência Metodológico – MAIDNP

No que se refere domínios organizacionais do DNP, e respectivos princípios aplicáveis, destacam-se o ambiente cultural (*corporate culture*) e os princípios de gestão aplicáveis e referente aos novos produtos específicos. No primeiro caso aponta-se o funcionamento multidisciplinar, partilha e apetência natural para a participação em redes colaborativas com elevado índice de partilha de informação, o que implicará uma estratégia definida de alianças e parcerias estratégicas. Tal ambiente

cultural será o adequado à inovação aberta e à co-inovação. A competitividade é considerada como paradigma deste ambiente estratégico.

Nas áreas organizacionais associadas aos princípios de gestão aplicáveis ao DNP incluem-se temáticas como a sustentabilidade ambiental (qualidade, ambiente e segurança) e económica, bem como os princípios associados ao pensamento *lean*, normalização e respeito pela legislação em vigor e que seja inerente aos novos produtos.

Como já se referiu, na concepção e desenvolvimento de novos produtos existem problemas de diversa índole que carecem de soluções apropriadas. Dos pontos de vista estratégico e operacional, também é necessário considerar a importância tanto da engenharia como da qualidade das tecnologias disponíveis que vão permitir atingir os mais altos níveis de desempenho e produtividade na CDNP.

Finalmente, o MAIDNP vai enformar daqui em diante o presente livro que seguirá os seus diversos factores relevantes como o seu *roadmap* inclusivo.

AMBIENTE SISTÊMICO E ESTRATÉGICO

Se nas actividades empresariais o ambiente sistémico envolvente bem como a resposta estratégica são factores-chave do seu sucesso, já nas empresas cuja razão de ser é a própria inovação, fundamento do DNP, a estratégia constitui-se como um factor crítico. Mais do que estratégias de inovação úteis enquanto ferramentas processuais da organização, é a inovação estratégica que se vai constituir como o motor existencial das empresas que se dedicam ao futuro, ou seja, à CDNP.

O racional da inovação estratégica enquanto “chapéu-de-chuva” sistémico das organizações empresariais que concebem e desenvolvem novos produtos justifica largamente a sua colocação à cabeça, no primeiro nível do MAIDNP, a abordar neste capítulo. Para tanto, neste primeiro nível apresentam-se conceitos essenciais da estratégia. São apresentados os processos estratégicos associados tanto à competitividade como à fuga, à competição por inovação disruptiva. Assim, e para tanto, é dada atenção à concorrência, bem como as que levam em conta as atitudes e expectativas do mercado e dos clientes. É também considerado o *benchmarking* e abordada uma ferramenta analítica específica denominada DEA (*Data Envelopment Analysis*). São ainda abordadas as estratégias de inovação, concepção de novos produtos associados à exportação, internacionalização e globalização.

Todas estas questões têm em conta o ambiente de incerteza e risco que emanam da turbulência económica e social que agitam o mundo actualmente. Nestas condições, se a inovação permanente constitui uma resposta inevitável à mudança em curso, as actividades de concepção e desenvolvimento de novos produtos têm de ser realizadas numa

envolvente arriscada, difícil e de êxito incerto e a análise de *trade-offs* deve constituir-se como uma preocupação estratégica empresarial contínua.

2.1 O CONCEITO DE ESTRATÉGIA. BREVE RESENHA HISTÓRICA

A palavra “estratégia” tem raízes militares e significa a “função do general do exército”. A estratégia seguida pelo general traduzia-se, depois, num plano de campanha a realizar, que determinava as acções ofensivas e defensivas. Uma referência incontornável na abordagem da estratégia militar é a do General Carl Von Clausewitz² para quem a estratégia visa conhecer a posição que se ocupa e quais as forças com as quais se podem contar. O general separa ainda estratégia daquilo que é a sua execução operacional ou as tácticas; resumindo: a estratégia é onde se está e com que força. Neste conceito de estratégia, parece que se levará em menos conta “o inimigo”, ou seja a concorrência, as suas forças e debilidades, bem como outros factores relevantes.

Nesta breve resenha histórica, não poderia deixar de se referir o maior mestre da antiguidade, Sun de Wu³, razão pela qual nos suportámos de algumas citações acerca de estratégia, seguindo a tradução da Língua inglesa de Pires (2002, Capítulo 6 e outros), assim disse mestre Sun: “*Em geral, aquele que primeiro ocupar o campo de batalha para aguardar o inimigo estará descansado; aquele que chegar mais tarde e se apressar a entrar na batalha, estará cansado. É por isso que o perito em batalhas move o inimigo e não é movido por ele*”. Além de, no geral, levar em conta o inimigo, mais disse mestre Sun: “*O melhor plano de batalha é vencê-la de antemão através da estratégia*”, e também disse que: “*todos os homens podem ver as tácticas pelas quais conquisto, mas ninguém consegue antever a estratégia em que se baseia a minha vitória*”, (Sá 1996, p.27).

Após a segunda guerra mundial, a estratégia organizacional evoluiu em conjunto com o pensamento em geral, das tecnologias e da mediação do próprio conhecimento. Para um mestre da estratégia

² O General Carl Phillip Gottlieb Von Clausewitz (1780–1831) militar do Reino da Prússia é considerado um grande estrategista teórico da guerra, sendo autor da obra *Da Guerra* (Vom Kriege).

³ Grande mestre da arte da guerra, também designado ou conhecido por Sun Tsu, que se supõe ter sido contemporâneo de Confúcio algures entre 722 e 421 a. C.

organizacional, Ansoff (1991): “A estratégia constitui-se como sendo um conjunto de regras para a tomada de decisão em condições de conhecimento limitado”.

De acordo com este autor, as questões estratégicas são acontecimentos futuros de elevado grau de imprevisibilidade, que se desenrolam a grande velocidade e que podem provocar impacto significativo no futuro da organização. Determina a necessidade da existência de subsistemas de gestão e controlo, que permitam uma constante vigilância sobre o meio envolvente, de modo a avaliar a magnitude do impacto dessas questões estratégicas e o tempo disponível para a resposta.

Passou-se cerca de meio século e não é difícil descortinar da actualidade deste conceito de estratégia organizacional e da sua gestão. Mas o mais notável é que da súmula deste trabalho de Ansoff, disponível através de Botten e McManus (1999), pode destacar-se uma matriz que antecipa no tempo a necessidade de desenvolver novos produtos para novos mercados, estabelecendo alguma diferença com os produtos existentes (Tabela 1).

Tabela 1 – Matriz de Ansoff
Adaptação de Botten e McManus, (1999; p.79)

	Produtos Actuais	Novos produtos
Mercados Actuais	Penetração no mercado	Desenvolvimento de produtos
Novos Produtos	Desenvolvimento do mercado	Diversificação

Mais recentemente, no final do século XX, momento de grande crescimento da economia mundial, foi muito debatida a estratégia empresarial, tendo-se formado, acerca destas matérias, diferentes escolas de pensamento, consoante as universidades, os continentes, etc.

Neste período, destaca-se outro importante autor da estratégia organizacional e empresarial, Mintzberg (1994 p.75 e seguintes) que num trabalho intitulado “crescimento e queda do planeamento estratégico”, enunciou o conceito de estratégia de uma forma abrangente. Para ele, esta compreende o que se poderá designar por cinco factores relevantes, a saber: o planeamento estratégico (*plan*), a consistência do seu padrão de comportamento ao longo do tempo (*pattern*), o posicionamento da empresa e dos

seus recursos humanos (*people*) e dos seus produtos nos mercados (*position*), a forma de actuação de acordo com a visão estratégica (*perspective*), manobra específica para bater a concorrência (*ploy*). No pensamento deste autor, detecta-se uma óptica de processo que o faz aproximar-se da teoria comportamental da decisão, na medida em que admite a aprendizagem organizacional e a necessidade de mudanças de direcção estratégica, face à emergência de novas situações de incerteza e turbulência.

Para Strategor (1993, p.24): “*Estratégia é escolher o tipo de procura que a empresa deve satisfazer e as implicações na definição dos mercados e na afectação de recursos, o que origina a que a empresa fique no centro das escolhas*”, tal como decorre da análise de Porter (1985, p.1) quando refere que tanto a atractividade da indústria como a vantagem competitiva podem ser modeladas por empresas, e é isto que tornará a estratégia competitiva desafiante e estimulante.

Por esta altura no tempo, Freire (1997, p.22), também compartilha desta visão lógica do processo, quando define estratégia como sendo: “*O conjunto de decisões e acções da empresa que, de uma forma consistente, visam proporcionar aos clientes mais valor do que o oferecido pela concorrência*”. Ou seja, o autor associa claramente o conceito de estratégia ao processo de criação de valor com vista a satisfazer os clientes – estratégia e competitividade.

Num outro trabalho, Porter (1999, p.73) insiste nesta visão de estratégia centrada na firma e constata que “*Estratégia é a criação de compatibilidade da empresa*”. Foca pois a estratégia para dentro da organização, para as suas ameaças internas, para ser competitiva na sua envolvente exterior. O autor deixa explicitado, sem margem para dúvidas: “*Em geral as ameaças à estratégia são encaradas como algo proveniente de fora da empresa, em razão das mudanças de tecnologia ou no comportamento dos concorrentes. Embora as mudanças externas por vezes se constituam problemas, as maiores ameaças, na maioria das vezes, emanam de fontes internas*” (Porter, 1990, p.74). Actualmente, enquanto motor da estratégia, a inovação parece obstar, quase três décadas depois, a esta asserção “*porteriana*”.

Pelo contrário, para Hamel e Prahalad (1995, p.26), o que é necessário é focar as estratégias não na conquista de quotas de mercado, mas sim de conquista de quota de oportunidades futuras. Ou seja, para estes autores, o enfoque estratégico das empresas é questão de oportunidade

e de futuro, o que se pode considerar uma premonição relativamente à evolução que conduziu ao actual DNP.

Isto tem que ver não só com os factores internos da empresa, mas muito mais com o que lhe foge ao controlo, e que é o futuro, que importará portanto antecipar. Nestas condições, a estratégia deve ser orientada para competir no futuro, tentando maximizar a quota de oportunidades, fazendo apelo à criatividade e imaginação dos líderes da organização e fidelizando clientes.

Por essa altura, tentado abordar as estratégias a adoptar com vista a enfrentar o futuro, Stacey (1995, p.83 e 254) admite que ele será recheado de mudanças que designou “de final aberto”, ou seja, “*Mudanças cujas consequências são desconhecidas e onde o conhecimento do passado é pouco importante ou até mesmo irrelevante*”.

Estes conceitos menos recentes de estratégia deram entretanto lugar a outros mais adequados aos novos tempos. Assim, com base na literatura existente, vai partir-se dum princípio de Sun Tsu, abordado por Freire (1997, p.26), que refere o seguinte: “*Princípio da escolha do local da batalha: a empresa deve escolher os mercados onde deseja actuar em função das suas próprias vantagens distintivas.*”

Assim, existindo uma guerra vão travar-se batalhas, pelo que se irá designar esta opção de enfrentamento por “*Red Ocean Strategy*” (ROS). Tomando novamente alguns outros conselhos do mestre Sun Tsu, propõe-se um novo princípio que se vai designar: “*Princípio de ocupação do mercado onde ainda não chegaram quaisquer concorrentes*, ou seja, onde *aquele que primeiro ocupar o mercado para aguardar pela concorrência estará descansado*”, e adicionando, “*O melhor plano de batalha é vencê-la de antemão*” ou finalmente de Pires (1999, p.91): “*A primeira prioridade é evitar a guerra a todo o custo em benefício próprio*”.

Designar-se-á esta opção, de evitar a concorrência, por “*Blue Ocean Strategy*” (BOS).

2.2 ESTRATÉGIA BLUE OCEAN VERSUS ESTRATÉGIA RED OCEAN

Estas estratégias, BOS e ROS, foram desenvolvidas por Chan Kim e Renée Mauborgne, professores de estratégia no INSEAD (*Institute*

Européen d'Administration des Affaires). Após terem analisado centenas de empresas e dados com antiguidade superior a cem anos, concluíram que 86% dos novos empreendimentos não eram mais do que extensões das anteriores e apenas 14% tinham como objectivo criar novos mercados, indústrias e, concomitantemente, novos produtos, poder-se-á acrescentar.

Acerca destas duas estratégias opostas, Kim e Mauborgne (2005) escreveram basicamente o seguinte: imagine-se um mercado composto por dois tipos de oceanos, vermelhos e azuis; os oceanos vermelhos representam todas as indústrias que actualmente existem, ou seja, trata-se do espaço de mercado conhecido; os oceanos azuis demarcam todas as indústrias que ainda não existem; um espaço desconhecido. Poderá então dizer-se que na *red ocean* ou oceano vermelho, as fronteiras das indústrias estão definidas e aceites e as regras do jogo conhecidas de todos os competidores concorrentes no mercado transformado em campo de batalha. Aqui, as firmas tentam sistematicamente superar as suas rivais no sentido de ganhar cada vez mais quota do mercado em que competem. Nas últimas décadas, o enfoque estratégico das empresas segundo os autores tem-se baseado na sobrevivência dolorosa e difícil nestes oceanos “*tintos do sangue derramado nas lutas e mortes*” (falências).

Como se sabe, os produtos, denominados *commodities*⁴ travam das mais competitivas e ferozes lutas pela manutenção da marca, do ciclo de vida, fidelização de clientes, etc., e daí a adequada designação de oceano vermelho. Pelo contrário, e em contraste, no *blue ocean*, ou oceano azul, não há “derramamento de sangue” nem campos de batalha, visto que os espaços de mercado ainda nem foram descobertos ou sequer preenchidos por produtos competidores.

Nestas condições a competição é irrelevante, dado que nem existe concorrência. Os novos produtos desenvolvidos pelas empresas inovadoras para esses novos mercados são necessariamente patenteados, o que permitirá controlar a actividade de possíveis futuros intrusos.

A BOS fornece as directrizes pelas quais uma empresa pode sobreviver pela criação de novos e incontestados produtos, em vez da competição

⁴ *Commodities* correspondem a produtos variados de qualidade similar produzidos em grandes quantidades e de venda corrente.

necessária quando se opera em mercados já existentes. Estes autores da teoria utilizaram a BOS no desenvolvimento de um negócio numa empresa sul-coreana inovadora que pretendia criar um novo mercado sem concorrência e competição.

A abordagem de negócios BOS corta com a tradição estratégica de Michael Porter e detecta condições de elevado potencial de crescimento, o que será conveniente para as empresas que apostam na inovação e no DNP.

As diferenças fundamentais entre ambas as estratégias, oceanos vermelhos e azuis, estão sintetizadas na Tabela 2.

Tabela 2 – ROS versus BOS.
 Fonte: Adaptação de Kim e Mauborgne (2004)

Red Ocean versus Blue Ocean	
Principais diferenças entre estratégias	
ROS	BOS
Em competição no mercado existente	Cria um espaço de mercado novo, desconhecido e incontestado
Esforça-se por bater a concorrência	Torna a competição irrelevante
Explora a procura existente	Cria e captura uma nova procura que ainda não existe
Procede à gestão do <i>trade-off</i> valor/custo	Rompe com o <i>trade-off</i> valor/custo
Alinha o conjunto das actividades empresariais pela escolha estratégica de diferenciação <i>ou</i> baixo custo	Alinha o conjunto das actividades empresariais pela escolha estratégica de diferenciação e baixo custo

2.3 EMPRESAS, NOVOS PRODUTO E BLUE OCEAN

Como decorre da análise anterior, as estratégias de negócio desenvolvidas através da liderança nos mais baixos preços e/ou na diferenciação atingem vantagens competitivas a longo prazo nas áreas, indústrias e produtos que sobrevivem. As empresas que seguem esta estratégia tradicional esperam ultrapassar a concorrência, explorando a procura existente e criando valor através do *trade-off* valor/custos. Tentam, insistentemente, reduzir

custos, aumentando incessantemente a produtividade e, simultaneamente, investir nos esforços de *marketing*, procurando vantagem competitiva face à concorrência. Na medida em que os concorrentes fazem o mesmo, esta abordagem conduz, no conjunto, a uma soma nula. Esta estratégia tradicional usada maioritariamente em grande parte das indústrias sofre com violência o embate das crises: a violência inerente à difícil sobrevivência com a aceitação tácita da ROS.

No oposto, a criação de oceanos azuis conduz à redução de custos enquanto, simultaneamente, permite aumentar o valor para os consumidores. Neste sentido, a BOS é mais do que inovação, envolve o conjunto das actividades empresariais como um todo integrado e coerente. Provavelmente a mais importante característica da BOS é a rejeição do princípio das estratégias convencionais de que existe um *trade-off* entre custo e valor. De acordo com a teoria de Kim e Mauborgne (2004) referida, as empresas tanto podem criar valor para os clientes a custos elevados ou criar um valor tão-só razoável com baixos custos. Nestas condições, para os criadores da teoria BOS a escolha é clara: diferenciação e também baixos custos. Não pode, no entanto, deixar de se questionar, no que concerne à BOS: como podem as empresas, com esta estratégia disruptiva, maximizar sistematicamente as oportunidades, enquanto estão a aumentar simultaneamente os riscos inerentes à criação?

Os autores do INSEAD, à questão, respondem o seguinte: “É evidente que estratégia sem risco é coisa que não existe. Qualquer opção estratégica envolverá sempre ambas as possibilidades: risco e oportunidade. Isto vale tanto para iniciativas estratégicas BOS ou ROS. As indústrias que seguem estratégias oceanos azuis *criam novos mercados para/ou através de novos produtos especialmente desenvolvidos ou a desenvolver. Não poderia mesmo ser de outra maneira*”. Mas será isso mesmo possível, não se está perante uma elucubração fantasiosa? Quanto a isto, os autores, eles-mesmos, esclarecem com o que, seguidamente, se tentou sintetizar, adaptando-lhes o seguinte texto sobre o assunto: “*Olhemos para o panorama há cem anos atrás e perguntemo-nos que indústrias são hoje bem conhecidas, mas que ao tempo eram completamente desconhecidas. Indústrias tão básicas como a do automóvel, a da música gravada e todas as sucedâneas ligadas ao espectáculo, o cinema, aviação, indústria farmacêutica, petroquímica e isto para não*

se referirem muitas mais. Mas recuemos apenas trinta anos e coloquemos a nós mesmos a mesma questão. Nesta situação encontraremos uma imensa lista de novas indústrias não sonhadas antes num mundo em início de globalização económica. E que poderíamos ver? Fundos mutualistas, início dos telefones celulares, indústria aeroespacial, computadores, capacidades logísticas, com entregas expresso no cliente final. Biotecnologias, indústrias de diversão, indústrias militares que passaram a dotar os exércitos de equipamentos e armamento que nem mesmo a imaginação mais fértil de há cem anos imaginaria. E isto para referir apenas uma ínfima parte das novidades disponíveis. Mas atrasemos o relógio em apenas vinte anos. Quantas indústrias eram então desconhecidas e que hoje são correntes? Muitas, poderemos dizer hoje, sendo que seriam então imprevisíveis. Nanotecnologias, robótica, indústrias de saúde, e tantas que seriam incontáveis. Poderíamos afirmar que, ao olharmos desta forma o passado, teremos então de concluir que todos estes saltos qualitativos só foram possíveis, porque, mesmo sem o saberem, estas indústrias apostaram em estratégias que hoje classificamos de oceanos azuis”.

Quanto ao futuro, e ainda nas palavras destes autores, parece claro que os oceanos azuis serão indubitavelmente os motores do seu crescimento e desenvolvimento. Se for realizada uma prospecção nos espaços de mercado mais estabilizados – os oceanos vermelhos – verifica-se que estes estão a encolher constantemente. Isto porque os avanços tecnológicos têm melhorado substancialmente a produtividade industrial, permitindo aos produtores e fornecedores oferecer um conjunto inigualável de produtos e serviços em concorrência desenfreada, nuns casos pela diferenciação, noutros pelo preço mais baixo. Ou seja, ao fazer-se um exercício retrospectivo, verifica-se que as indústrias e produtos ROS e BOS sempre existiram e continuarão a existir.

Haverá empresas que, conforme os casos, estarão num ou noutro destes oceanos estratégicos e virtuais. Yang e Yang (2011) exploram a utilização da BOS no DNP, com a finalidade de criar valor sob três formas: valor económico; valor funcional para os clientes e valor psicológico (intangível) e, para tanto, utilizaram como ferramenta o Modelo de *Kano* (a abordar noutra fase mais avançada deste livro). Finalmente, refere-se que os autores da teoria BOS legaram um modelo designado “*das quatro*

acções”, que coloca quatro questões-chave em termos de uma mudança estratégica com uma nova lógica de negócios e que tem como objectivo catapultar a organização e os seus produtos do mercado da competição para outro: o incontestado e antecipado mercado oceano azul.

De acordo com os referidos Yang e Yang (2011) e Kim e Mauborgne (2005), decorre o modelo designado “das quatro acções” Assim, neste trabalho, os diversos autores propuseram a existência de uma ferramenta-chave para a criação de BOS, que corresponde a uma grelha de análise denominada: *Eliminar – Reduzir – Crescer – Criar* (*Eliminate – Reduce – Raise – Create*) (visualizado adiante na Ilustração 6).

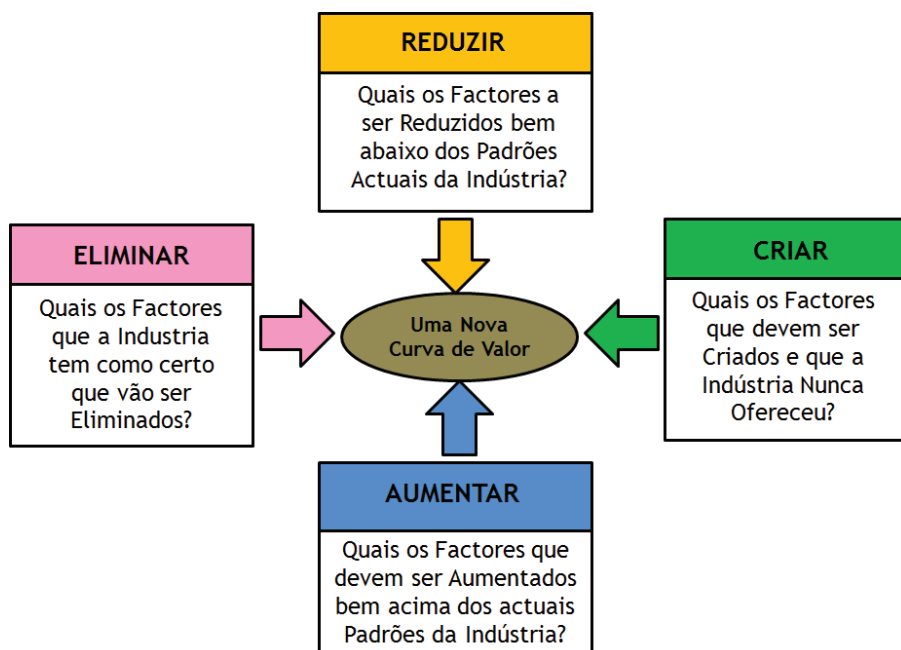


Ilustração 6 – O modelo das quatro acções.

Fonte: Adaptação de Kim e Mauborgne (2005)

O modelo pode ser explicado da seguinte forma:

- A primeira acção obriga a empresa a considerar a eliminação daqueles factores pelos quais há longo tempo competiu e os quais já tinha considerado como um dado adquirido, mesmo quando já não geram

valor. Por vezes, há mesmo uma mudança naquilo que os compradores valorizam, mas as empresas de tão focadas que estão na análise comparativa entre si, nem se apercebem de tão relevantes mudanças de atitude;

- A segunda acção obriga a empresa a determinar quais os produtos ou serviços que estão sobrevalorizados apenas para bater a concorrência. Nestas condições, as empresas servem em excesso os seus clientes, mesmo que não ganhem com isso;
- A terceira acção empurra a empresa para a descoberta e eliminação de todos os compromissos irrelevantes que obrigou os clientes a fazer;
- A quarta acção ajuda a empresa a descobrir novas fontes de valor para os compradores e a criar também novas procuras, definindo e transferindo os novos preços dos novos produtos para a indústria.

Também apresentaram uma grelha típica do modelo das quatro acções num caso de estudo referente a uma indústria de vinhos norte americana que pretendia apostar para o seu mercado num produto disruptivo que, para podermos entender, funcionava num sentido claramente oposto às apostas estratégicas tradicionais gradualistas respeitantes ao actual mercado português. Assim, do lado “eliminar”, para o novo produto, seriam abandonadas, fundamentalmente, as apostas no envelhecimento qualificado e as terminologias enológicas tradicionais. Do lado da “diminuição”, as características da complexidade do vinho, a respectiva gama e o próprio prestígio (adquirido com o passado e tradição). Pelo contrário, do lado do “aumentar”, um maior envolvimento dos retalhistas e da logística da distribuição directa ao cliente, com preços de venda ao público directamente associados ao *budget* disponível. Finalmente, do lado da “criação”, uma associação do novo produto à facilidade de se gostar da bebida, e da própria escolha, bem como intuir a ideia de aventura, alegria e felicidade aos clientes no acto do consumo do produto. Conforme se pode constatar, era ao mercado norte-americano que os autores aplicavam a referida grelha de DNP, tentando uma aproximação vínica assente numa estratégia BOS fora do mercado tradicional do produto que o consumidor exigente considera “vinho”.

Do que já foi analisado, e apesar de existirem mais perspectivas em relação ao ponto de partida, e considerando as duas mais proeminentes, incremental e radical, pode antecipar-se que os novos produtos desenvolvidos de forma incremental podem ser realizados em indústrias existentes tanto no âmbito das que seguem ROS ou BOS. Para as indústrias que desenvolvem novos produtos radicais, quando compararam a actualidade com o panorama de há cem anos, surge uma interessante questão: será legítimo concluir que só poderão existir e desenvolver-se indústrias e/ou produtos inovadores e disruptivos quando se assumem estratégias BOS?

Respondendo a esta questão, os autores do INSEAD anotam o que designam de paradoxo estratégico quando reconhecem que grande parte das empresas parece confortável, quando se encontram instaladas nos seus “oceanos vermelhos”. Ao estudarem 108 companhias, 86% dos seus desenvolvimentos não eram mais do que extensões dos já existentes, e apenas 14% tinham conseguido atingir novas indústrias e mercados. Enquanto nas primeiras, num total de 62% das receitas foram gerados 39% de lucros, nas segundas, aos restantes 38% do total das receitas entregues corresponderam, surpreendentemente, 61% do total dos lucros dessas companhias. Em razão desta conclusão, Kim e Mauborgne (2004) perguntam-se por que existe um tão “dramático” desequilíbrio no que concerne à ROS.

Verificaram que as companhias que apostam nesta estratégia estão fortemente imbuídas pelos modelos e referências das estratégias militares. Citam, como exemplo, as próprias terminologias empregues “*Chief Executive Officers (CEO)*” nas sedes e tropas nas frentes de combate. Ou seja, o seu próprio território é o campo de batalha. Curiosamente, num trabalho já com cerca de trinta anos e todo ele dedicado ao paralelismo entre as estratégias militares, já conhecidas desde Sun Tsu e Von Clausewitz, pelo menos, e as empresariais, os autores, Ries e Trout (1986) colocavam as companhias no centro das batalhas. Entre muitíssimas, é sintomática e.g. a frase: “*Para ter sucesso hoje-em-dia, uma empresa precisa de ser orientada para o concorrente. Deve procurar os seus pontos fracos e deve lançar contra eles os seus ataques de marketing*”.

Na verdade, a BOS parece muito mais consentânea com empresas menos horizontais na sua estrutura de comando e muito mais matriciais,

formadas por equipas multidisciplinares, funcionamento em rede, colaboração com concorrentes ou adversários (*co-opetition*)⁵ e em movimentos colaborativos. Tal significa que estratégias de inovação centradas na empresa e complemento de estratégias de “*open-innovation*”, “*co-innovation*” e/ou “*co-creation*”, preferencialmente operando em rede, serão compatíveis com a BOS e também com a ROS, como parece lógico.

2.4 VARIANTES ESTRATÉGICAS INOVATIVAS

As estratégias alternativas à BOS e ROS são adequadas a produtos novos, mas, fundamentalmente, inovativos, tanto disruptivos como gradualistas. São estratégias mais recentes que se podem designar de sucedâneas destas. Vamos referir três delas: em primeiro lugar, a POS (*Purple Ocean Strategy*); depois a PGS (*Purple Goldfish Strategy*); e ainda a GOS (*Green Ocean Strategy*).

Com base em experiências realizadas numa amostra relevante de pequenas e médias empresas (PME) italianas, Gandellini e Venanzi (2011) detectaram uma política mista que designaram de “estratégia do oceano roxo ou *purple ocean*” (POS). Na verdade, parece trivial admitir que entre os extremos BOS e ROS exista uma estratégia que englobe, simultaneamente, ambas, procurando, desta forma, garantir uma sobrevivência mais sustentável em termos económicos e financeiros. Trata-se de uma estratégia em que as indústrias desenvolvem novos produtos disruptivos que não terão concorrentes no mercado por algum tempo, enquanto os restantes produtos são de inovação incremental enfrentando por isso a dura concorrência existente. Quer dizer: a organização assume uma estratégia mista de disrupção e gradualismo em termos de inovação nas diversas gamas dos seus produtos.

Quanto à teoria PGS ou *Purple Goldfish Strategy*, ela existe como um desenvolvimento das estratégias BOS e ROS e do referido mix POS. Começa por assentar na ideia de que é possível a uma empresa ou produto tornar-se

⁵ *Co-opetition* é uma estratégia colaborativa entre concorrentes para continuar a competir já que competição sem colaboração poderia enfraquecer e destruir ambos sem que estes o pudessem evitar. Tal reconhecimento de iminente destruição mútua leva-os ao estabelecimento de uma aliança estratégica que os manterá em competição no mercado (Dias, 2013; p.88).

em algo cinco vezes maior. O autor Stan Phelps⁶ descreve a metáfora do peixe-dourado (empresa ou produto) que vai crescer e passar a ser muito maior. De acordo com esta teoria, o crescimento do “peixe” (empresa ou produto) é determinado por 5 *factores* (Ilustração 8) que são: mercado, competição, economia, diferenciação e *start-ups*⁷.



Ilustração 7. Estratégia Peixe-Dourado: os Cinco factores de Crescimento

Fonte: <http://www.marketinglagniappe.com/wp-content/uploads/2011/05/growth-of-a-goldfish.jpg>

(Consulta em 26/7/2016)

Não estamos pois em presença de uma estratégia disruptiva, visto ficar aparentemente mais alinhada com a ROS. Mas, se assim fosse, como poderiam ser assumidos crescimentos tão altos nas empresas e nos produtos, apenas tomando em conta os efeitos da diferenciação face à concorrência como sugere a teoria do peixe-dourado? É desta aparente

⁶ De acordo com <http://customerthink.com/author/9inchmarketing/> (consulta efectuada em 26/07/2016), Stan Phelps dirige o gabinete de medidas da companhia 9 INCH marketing. Esta companhia ajuda as organizações a desenvolverem soluções personalizadas de empresas e produtos em torno da experiência dos clientes e dos funcionários. Ele assume que, em marketing, a mais longa e difícil distância de nove polegadas é a que existe entre o cérebro e o coração do cliente. É ainda o autor das variantes estratégias *Goldfish: Purple, Green e Golden*.

⁷ Empresa que se encontram na fase de arranque e que pretendem desenvolver actividades inovadoras no mercado.

contradição que surge a designação inovadora *Purple Goldfish Strategy* (PGS). Esta estratégia baseia-se essencialmente no factor diferenciação, neste caso através da adição de valor. Trata-se de detectar elementos marcantes que destaquem o novo produto dos restantes, melhorando e aperfeiçoando a experiência do próprio cliente e reduzindo com ele os possíveis atritos, tomando como forma de inovação estratégica a própria voz do cliente. Os autores comparam a PGS com as conhecidas BOS e ROS, através da Ilustração seguinte:

Tabela 3 – PGS entre a ROS e a POS

Fonte: <http://www.marketinglagnippe.com/wp-content/uploads/2011/05/growth-of-a-goldfish.jpg>
(Consulta em 26/7/2016)

Purple Goldfish Strategy		
Flutuando entre a Red e a Blue Ocean		
ROS	PGS	BOS
Em competição no mercado existente	Compete no mercado existente mas oferece extras de valor não espectáveis	Cria um espaço de mercado novo, desconhecido e incontestado
Esforça-se por bater a concorrência	Diferencia-se a ele-próprio dos concorrentes	Torna a competição irrelevante
Explora a procura existente	Explora os vectores da lealdade, valor da palavra dada e redução de atrito na relação com os clientes e consumidores.	Cria e captura uma nova procura que ainda não existe
Procede à gestão do <i>trade-off</i> valor/custo	Rompe com o <i>trade-off</i> tradicional pela superação das expectativas do valor oferecido	Rompe com o <i>trade-off</i> valor/custo
Alinha o conjunto das actividades empresariais pela escolha estratégica de diferenciação <i>ou</i> baixo custo	Alinha o conjunto das actividades empresariais através da diferenciação pelo valor acrescentado	Alinha o conjunto das actividades empresariais pela escolha estratégica de diferenciação e baixo custo

Finalmente, o modelo *Green Ocean* (GOS) combina o melhor que se extrai dos elementos do modelo de BOS e ROS e é aplicável em diversos domínios da actividade que envolva nomeadamente os processos inovativos.

Esta teoria não deve ser confundida com estratégias com o mesmo nome que lidam com o impacto ambiental dos negócios (embora não o enjeite, antes pelo contrário); em vez disso trata-se de um novo paradigma que pode misturar inteligentemente as melhores porções de BOS e ROS para dar benefícios competitivos sustentáveis para o exercício da inovação de uma organização. Com a estratégia do oceano verde, as organizações não têm de contratar trabalhadores adicionais, nem investir em mais projectos de terciarização (*outsourcing*) do que o necessário. São objectivos essenciais da GOS a manutenção do nível do emprego actual, assim como a gestão de boas relações no local de trabalho, permitindo à organização atingir objectivos de inovação num ritmo sustentável. A palavra-chave da GOS é “Sustentabilidade” (económica e social)!

Tabela 4 – GOS entre a ROS e a BOS

Green Ocean Strategy		
Flutuando entre a Red e a Blue Ocean		
ROS	PGS	BOS
Em competição no mercado existente	Cultiva um espaço ou nicho de mercado verde	Cria um espaço de mercado novo, desconhecido e incontestado
Esforça-se por bater a concorrência	Estimula a Auto competição	Torna a competição irrelevante
Explora a procura existente	Explora uma nova procura	Cria e captura uma nova procura que ainda não existe
Procede à gestão do <i>trade-off</i> valor/custo	Rompe com o <i>trade-off</i> do crescimento verde	Rompe com o <i>trade-off</i> valor/custo
Alinha o conjunto das actividades empresariais pela escolha estratégica de diferenciação <i>ou</i> baixo custo	Alinha o conjunto das actividades empresariais através da diferenciação pela sustentabilidade do crescimento	Alinha o conjunto das actividades empresariais pela escolha estratégica de diferenciação e baixo custo

2.5 INCERTEZA, RISCO E TRADE-OFFS

Incerteza é um termo com diversos significados, em muitos campos, desde a filosofia, física, estatística, economia, finanças, psicologia, gestão

e em certas especialidades matemáticas associadas à complexidade. Pode designar uma situação em que não se pode prever com exactidão o resultado de uma acção ou o seu efeito. Pode também referir-se ao grau de imprecisão de medidas físicas ou simplesmente ao desconhecido. Assim sendo, deve ou não “pisar-se o risco”?



Ilustração 8 – Incerteza e Risco

A assunção de riscos mal avaliados, no DNP, pode ser um mau contributo para a competitividade das empresas. Os riscos avaliam-se, analisam-se, classificam-se, previnem-se, gerem-se, minimizam-se e, em certos casos, até se podem eliminar.

Para além das áreas ou domínios clássicos, importa caracterizar mais um conjunto complementar de áreas sistémicas do DNP que lhe são intrínsecas. Da literatura e das várias perspectivas que apresenta, relevam-se cinco destas áreas:

- A avaliação do risco que deve implicar uma avaliação de *trade-offs*;
- O *benchmarking* e uma das suas mais destacáveis ferramentas: o “*Data Envelopment Analysis*” (DEA);
- A gestão da qualidade e a relação colaborativa com os clientes, também conhecida por *marketing* relacional (*Customer Relationship Management* – CRM);
- O ambiente cultural colaborativo e multidisciplinar (*cross-functional*) que emana do seio da organização e que se reflecte no seu relacionamento exterior em rede.

A interligação destas áreas é descrita pela Ilustração 9:



Ilustração 9– Áreas sistémicas do DNP

Recorde-se que, no âmbito do DNP, se entende por sistema o conjunto de todas as suas partes ou processos componentes e cujo somatório é diferente desse mesmo “todo”.

Ou seja, cria-se ou dissipa-se valor sendo que, do ponto de vista empresarial, só fará sentido criar valor e gerar mais-valias através da comercialização dos produtos.

Assim, quando se participa em regimes colaborativos, passa a fazer-se parte de uma rede que não é nem mais nem menos do que um “sistema”, ou seja, onde “o todo” é muito superior ao simples somatório de todas as suas unidades participativas. Nestas situações sistémicas de pertença à rede, os riscos associados são avaliados também numa panorâmica sistémica. O risco de um face aos riscos da maioria ou do todo, o que quer dizer: uma questão de análise de *trade-offs*.

A avaliação dos riscos empresariais associados ao DNP, bem como as necessidades da prática de inovação aberta implicam a gestão do *trade-off* de diversas variáveis, de maneira a que a equipa de gestão do projecto possa tomar as melhores decisões. É assim prática corrente associar o bom desempenho do DNP a uma adequada gestão de *trade-offs*.

A assunção de riscos mal avaliados, no DNP, pode ser um mau contributo para a competitividade das empresas. E que se pode dizer do conceito de *trade-off*?

Trade-off ou *tradeoff* é uma expressão que define uma situação em que existe conflito de escolha. Como se há-de ver, essa vai ser uma situação corrente em projectos de inovação e DNP. A expressão *trade-off* pode ser traduzida livremente como “relação de compromisso” entre “perde-e-ganha”.

Um *trade-off* refere-se, geralmente, à perda de um aspecto de algo por troca e com a contrapartida do ganho doutro aspecto em que, supostamente, o que se ganha é mais relevante do que aquilo que se perde. Isso implica que se tome uma decisão com total compreensão, tanto do lado bom, quanto do lado mau de cada escolha específica.

Torna-se portanto conveniente elucidar sobre o conceito e compreender-se melhor a associação dos factores de risco e a avaliação dos efeitos de uns com/e sobre os outros, coisa que nem sempre é fácil, matematizável ou sequer contabilizável. Muitas vezes toma-se a decisão, com mais ou menos risco, e o futuro ditará da qualidade da decisão.

O conceito “*trade-off*”, em sistemas com gestão otimizada no espaço/tempo, significa pois a “arte” de balancear e otimizar relações entre as diversas variáveis, que estão em jogo no sistema. Dado que, se está a ter em conta um todo sistémico diferente do somatório das partes componentes, ou seja, um sistema do tipo adaptativo complexo, então, *trade-off* é mais do que balanço ou equilíbrio, e mais do que a optimização matemática de algumas variáveis.

Vejamos o conceito de *trade-off* clássico de apenas duas variáveis: custo da qualidade de um projecto em função da sua duração em tempo, tal como se mostra na Ilustração 10.

Trata-se de um exemplo clássico em que quanto mais altas forem as bitolas de qualidade exigidas ao produto pelo projecto, maiores serão os respectivos custo. No entanto, tais custos serão exponenciados caso o tempo da duração do projecto seja o menor possível, como convém. Para que os custos não sejam impossíveis de comportar, a questão de *trade-off* é: onde e quanto se deve abdicar em termos de qualidade ou tempo para que o desenvolvimento do projecto seja possível. Mas façamos entrar agora o factor risco. Assim, um risco evidente que surja por via da

integração de outros custos e dificuldades pode conduzir ao atraso da entrada do produto no mercado, porque se o *lead-time* for excessivo, outro produto concorrente pode antecipar-se, aparecendo antes.

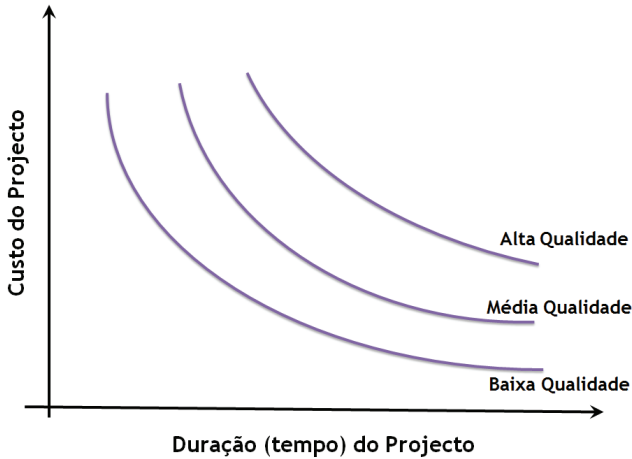


Ilustração 10 – Curva tradicional do *trade-off* tempo/custo de um projecto

Fonte: Pollack e Liberatore (2006)

É precisamente o custo da duração do projecto como um todo que faz aumentar os seus custos globais, de maneira que, é essa variável que inverte o sentido dos custos parcelares, permitindo assim determinar um ponto mínimo que reflecte o nível de risco otimizado, em função do custo otimizado do projecto e da própria qualidade exigida. Também é expectável que o custo do investimento realizado em *marketing*, sendo mais elevado, minimize o risco inerente à incerteza da resposta do mercado. Ao invés, uma aposta fraca no *marketing* pode resultar num maior risco na recepção dos consumidores ao novo produto. Este exemplo é replicável em diversas variáveis que decorrem do DNP.

Nestas condições quem pode garantir que a minimização ou maximização desta ou daquela variável do sistema ou tarefa do projecto **não** vai promover a desvantagem do projecto global? Tal significa que os custos específicos das diferentes actividades podem entrar em conflito económico entre si.

E ainda se poderiam introduzir mais variáveis; ex: a qualidade e o seu custo/valor; o valor da posse de inventários; o dimensionamento das

equipas e o seu custo, versus custo total; a gestão do próprio projecto e o custo de cada uma das suas fases; etc.

Da análise do exemplo apresentado na Ilustração 11, constata-se que à medida que o tempo de projecto se dilata, não só aumentam os custos totais, como aumenta, proporcionalmente, o nível do risco que advém da incerteza dos comportamentos do mercado e dos consumidores. É que, quanto maior for o nível de integração, menores serão os riscos. No entanto, essa qualidade de integração dos recursos e das equipas tem um preço elevado a pagar. Os maiores custos de integração corresponderão a maior rapidez, fiabilidade e eficiência, logo a um menor nível de risco. Já os custos da qualidade intrínseca do próprio projecto harmonizado variam em termos de *trade-off* com a sua respectiva duração. O conceito de *trade-off* equivalerá, neste caso, ao balanço conflitual entre o valor acrescentado e o custo total da actividade ou do sistema no seu conjunto, envolvendo as suas interacções.

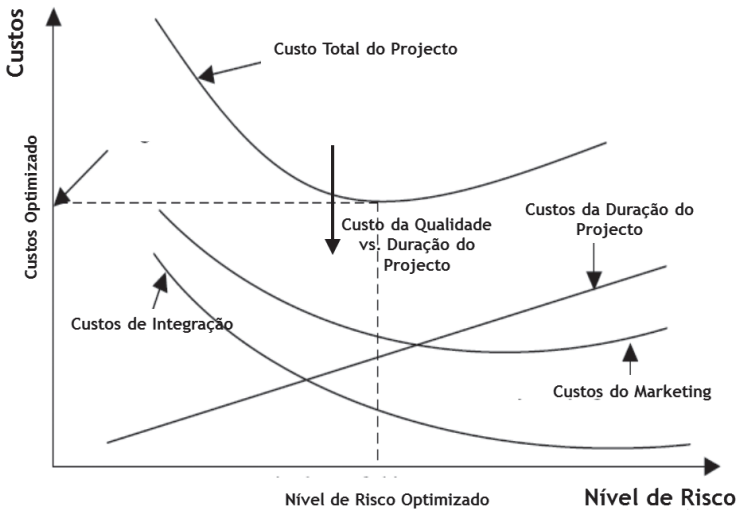


Ilustração 11– Avaliação do *trade-off* no custo total de um projecto.

O tempo é considerado, muitas vezes, o factor mais determinante na regulação do valor. Assim, quanto mais tempo demora o projecto mais custos lhe são imputados e, logo, menos valor acrescentará. Pode até mesmo ocorrer que não sendo cumpridos os prazos, o próprio projecto

perde a validade e não se concretiza. A avaliação conjunta dos *trade-off* das várias variáveis é que possibilitará saber se o sistema integrado está ou não otimizado face aos objectivos finais, e não apenas no que concerne à optimização de uma das variáveis em jogo.

Do exposto pode concluir-se que quanto maior for o nível de integração maior será a necessidade de proceder a uma criteriosa gestão de *trade-offs*, pelo que um maior nível de integração deverá garantir aos participantes da rede do projecto não só maior segurança (fiabilidade), como também melhores resultados (eficiência e flexibilidade). Alguma literatura relevante discute as compensações entre diversas áreas do projecto, especialmente no que concerne ao DNP. Dessa discussão identificam-se quatro objectivos fundamentais, cujas compensações devem ser sistematicamente avaliadas através dos respectivos *trade-offs*. Esses objectivos são os seguintes:

- Gestão do projecto (custo/valor do tempo das actividades do domínio do projecto);
- Cumprimento escrupuloso dos prazos (custo/valor do tempo e não concretização do projecto);
- Desenvolvimento do projecto (custo/valor de cada uma áreas e/ou domínios do projecto e custo global conjunto do projecto);
- Custo/valor do desempenho do produto no *ramp-up* (vide ponto 3.2.1.).

Tudo devidamente balanceado, em termos de compensações, para que o ganho do *trade-off* custo/valor dos quatro objectivos possa ser maximizado, para o conjunto integrado do projecto e não apenas para cada uma das partes. No desenvolvimento deste conceito, Schmenner e Swink (1998) propuseram a teoria “do desempenho fronteiras”, que permite distinguir entre o custo da fronteira da actividade e o valor interessante da fronteira do conjunto das operações. Na ilustração 12, tipifica-se o conceito de *trade-off* entre o custo da operação e o tempo (*lead-time*) de concretização do projecto. Uma fronteira formada pelos custos das actividades define a zona limite de funcionamento ideal. Entre uma e outra estará, algures, o desempenho adequado do DNP em termos dos objectivos/custos.

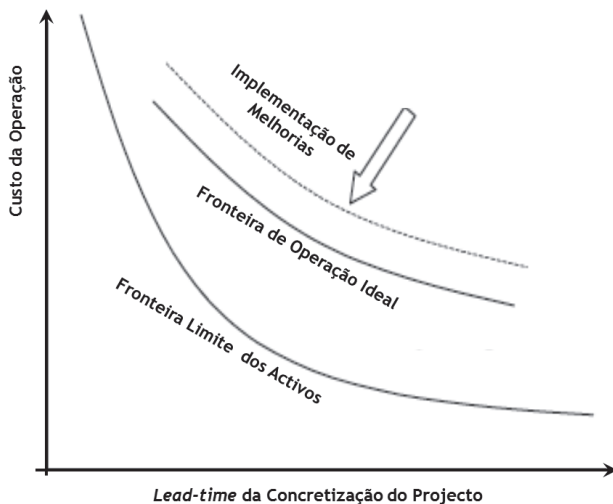


Ilustração 12 – Curvas do *trade-off* das actividades e das fronteiras de operação

Fonte: Adaptação de Stratton e Warburton (2006)

Também se pode considerar que a fronteira operacional (ou da operação do DNP) engloba as limitações infra-estruturais associadas às políticas decorrentes da estratégia inerente à gestão do projecto (qualidade, fiabilidade, *setup*, etc.). Assim, se o sistema integral for melhorando simultaneamente em todas as frentes, então será possível que a fronteira limite da operação se desloque para uma zona mais próxima da fronteira dos activos disponíveis para o projecto, incorporando as características do mercado e necessidades dos consumidores, de acordo com os alinhamentos clássicos. Tal confirma o conceito de *trade-off*, cuja gestão permitirá a aproximação da fronteira ideal de uma operação da fronteira otimizada de funcionamento do conjunto das actividades e dos respectivos meios ou activos disponíveis.

Foram já referidos alguns dos riscos que envolvem o lançamento de novos produtos, para além dos elevados riscos que se podem associar à crise económico-financeira e à incerteza e turbulência inerentes aos mercados. Foi até evidenciado que a avaliação de *trade-offs* tem o risco como fulcro na gestão do DNP. Esses riscos podem pôr em causa o DNP em todas as indústrias, e eles são, fundamentalmente, do foro da gestão tecnológica, do *marketing*, da gestão organizacional e da interacção entre todos estes riscos. Infelizmente ainda não foi possível aferir das

influências recíprocas entre as diversas estratégias de desenvolvimento: gradual; radical; etc.

Atendendo aos diversos balanceamentos, o que está verdadeiramente em causa são as múltiplas possibilidades de avaliação de risco através da gestão de *trade-offs*. Recorde-se que, aquando da análise das estratégias *blue ocean* e *red ocean*, no caso da primeira rompe-se com o *trade-off* valor/custo, dado que se cria um espaço de mercado novo, desconhecido e incontestado.

Finalmente, e sobre a análise de risco, múltiplos autores referem que existem várias técnicas disponíveis, consoante o que for necessário avaliar, e que grande parte delas se destina à análise de riscos reais no terreno, instalações, etc. No entanto, quando se avaliam os riscos prévios em projectos, o leque reduz-se consideravelmente.

Estas técnicas, correntemente divulgadas, podem dividir-se em dois grandes grupos: o primeiro que utiliza métodos qualitativos subjectivos (e.g. matriz SWOT – *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*) e o segundo que utiliza métodos quantitativos objectivos (e.g. simulação Monte Carlo, *Design Failure Model and Effect Analysis* – DFMEA, etc.).

Nos casos em que sejam necessários resultados muito consistentes, pode ser necessária a utilização conjunta de vários os tipos de métodos. Podem referir-se ainda outross nomeadamente o ALARP (*As Low as Reasonable Possible*) ou a variante ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), bem como o GAMAB (*Globalement Au Moins Aussi Bom*) ou, ainda, o MEM (*Minimal Endogenous Mortality*).

2.6 CONCORRÊNCIA, BENCHMARKING E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Num contexto alargado de gestão, a avaliação é o último processo de um sistema iterativo de melhoria contínua e aquele que fornece aos decisores a informação acerca do desempenho da unidade em análise. No passado, a avaliação era, sobretudo, endógena, ou seja, realizada pela própria empresa.

As novas tendências, entretanto, apontam para a comparação de resultados entre os concorrentes. Por *benchmarking* pode entender-se o processo contínuo e sistemático que permite a comparação das

performances das organizações e respectivas funções, ou processos, face ao que é considerado “o melhor nível”, visando não apenas a equiparação dos níveis de performance, mas também a sua ultrapassagem”.⁸

O conceito de *benchmarking* engloba não só a análise interna, como a comparação externa em que indicadores de *performance* (desempenho) são estabelecidos e valorizados. Após o seu tratamento, tais dados fornecem valiosa informação. Esta comparação relativa cria a necessidade de alterar processos internos sendo que, inclusivamente, alguns gestores adaptam processos dos “concorrentes” aos seus próprios negócios com o objectivo de reduzir os custos dos seus produtos e, por consequência, aumentar a sua competitividade nos mercados onde por vezes actuam em *co-opetition*.

Para além do registo de uma poupança directa, por via da implementação do *benchmarking*, existem ainda as melhorias na imagem da empresa cujo valor acrescentado é difícil de quantificar, com baixo nível de erro, sem que isso afecte a imagem de liderança dos produtos nas preferências dos investidores, consumidores e clientes. Utilizam-se, frequentemente, métodos quantitativos na resolução de problemas desta natureza.

No caso da avaliação de desempenho, através do *benchmarking*, é correntemente utilizado o método DEA (*Data Envelopment Analysis*), o que requer uma exaustiva e rigorosa recolha de dados. Esta ferramenta instrumental proposta por Charnes *et al.* (1978) foi desenvolvida a partir de uma aplicação da programação linear, que transforma múltiplos *inputs* e *outputs* num índice de eficiência relativa global entre as “*Decision Making Units*”⁹ (DMU) que foram comparadas. Os modelos mais utilizados são:

- CCR (Charnes *et al.*, 1978)¹⁰ em que se consideram retornos de escala constantes;

⁸ Direcção Geral da Indústria da Comissão Europeia, 1996.

(<http://www.iapmei.pt/iapmei-bmkartigo-01.php?temaid=2>) consultado em 25/08/2013.

⁹ DMU – As organizações ou unidades de produção ou produtores a serem analisados numa avaliação de desempenho, eficiência ou produtividade. Também conhecida por Unidade de tomada de Decisão.

¹⁰ Desenvolvido em 1978 por Charnes, Cooper e Rhodes (CCR) permite uma avaliação objectiva da eficiência global e identifica as fontes e estimativas de montantes das ineficiências identificadas.

- BCC (Banker *et al.*, 1984)¹¹ em que se consideram retornos variáveis de escala, i.e, não relacionando directamente o aumento de saídas com o nível de entradas.

Mas o que é realmente o DEA? O DEA é uma técnica de programação linear que identifica as melhores práticas de uma amostra de produtos (ou outra unidade de análise) medindo várias coisas: a eficiência técnica, a produtividade (em certos casos o desempenho) baseada na diferença entre os *inputs/outputs* (produtos de um projecto ou produtor observado) e ainda o nível dos *inputs/outputs* daquele outro produto ou produtor que apresenta a melhor prática mantendo constante o nível dos produtos.

Para a construção do método existem disponíveis na *internet* diversas versões de *software* (algumas com *downloads* gratuitos, concorrentes ou não, e que podem ser adequadas aos diversos tipos de problema em presença. Pode referir-se, entre outros, o *Banxia Frontier Analyst* (BFA), em que o número de linhas (DMU) tem de ser pelo menos o dobro das colunas (*inputs e outputs*).

Na verdade, independentemente da utilização de alguns programas cujos *softwares* são consagrados, cada utilizador baseado na teoria pode desenvolver matematicamente uma aplicação DEA exclusiva face à importância e rigor que cada problema específico exija.

A aplicação dos modelos DEA pode ser orientada por *inputs* ou por *outputs*, ou por ambos. A orientação por *input* minimiza as entradas o necessário para que se obtenha um nível de saídas desejado. Já a orientação por *output* visa maximizar as saídas para um nível de entradas fixo. A orientação para ambos busca a máxima eficiência, minimizando as entradas e maximizando as saídas (Tabela 5).

¹¹ Criado em 1984 por Banker, Chanes e Cooper (BCC) distingue entre ineficiências técnicas e de escala, estimando a eficiência técnica pura, a uma dada escala de operações, e identificando se estão presentes ganhos de escala crescentes, decrescentes e constantes, para futura exploração.

Tabela 5 – Matriz genérica de dados inputs e outputs das respectivas DMU

	input 1	input n-1	Input n	output 1	output n-1	output n
DMU 1						
DMU n-1						
DMU n						

Do ponto de vista da matemática, o modelo DEA permite ainda a introdução de pesos relativos (*trade-offs*) entre as características que correspondem aos *inputs* e *outputs*, tendo para isso de se recorrer a métodos ou ferramentas específicas (painel *Delphi*, AHP – Hierarquização Analítica de Prioridades, *Brainstorming*, ou outros).

No caso do exemplo da Tabela 6, ter-se-iam quatro *inputs* (oficinas, máquinas, trabalhadores e custo unitário) e dois *outputs* (peças produzidas e facturação) para a comparação entre doze empresas (DMU).

Tabela 6 – Exemplo de Matriz DEA

	Nº de Oficinas	p	Nº de Máquinas	p	Nº de Trabalhadores	p	Custo por unidade	p	Q. de peças produzidas (milhões)	p	Facturação (milhões)	p
Empresa 1	24	2	214	1	17	3	11		13,1	1	23,3	1
Empresa 2	3	2	24	1	14	3	21		1,1	1		1
.....												
.....												
Empresa 11	5	2	81	1	15	3	12		2,7	1	27,1	1
Empresa 12	9	2	74	1	8	3	7		4,3	1	14,4	1

Em termos gerais, com o auxílio de programação matemática não paramétrica, o DEA permite gerar um envoltório ou invólucro do conjunto dos planos de produção observados, em que todos os que lhe pertencem e que correspondem à respectiva fronteira são eficientes e os seus níveis de produção são óptimos (*benchmark* – unidade utilizada como padrão).

O DEA estabelece portanto uma fronteira de eficiência ou desempenho.

Observando-se a Ilustração 13, nomeadamente a sua área interior, consideram-se todos os pontos (DMU) de funcionamento deficientes

(<100%) e, precisamente sobre a linha de fronteira envolvente, encontrar-se-ão as DMU com processos de eficiência 1 (=100%). Como se chega então a esta envoltória?

Os modelos mais utilizados no DEA são o CCR, que considera retornos de escala constantes, e o modelo BCC, que considera retornos variáveis de escala, ou seja, não relacionam directamente o aumento de saídas com o nível de entradas.

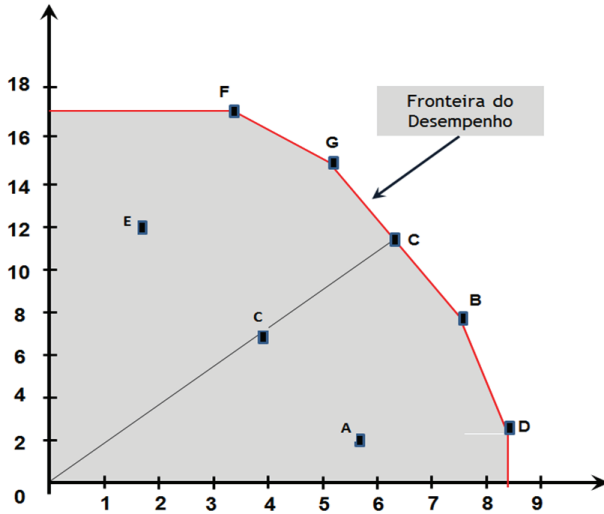


Ilustração 13 – Fronteira da avaliação de desempenho das DMU

Tal contradição origina um problema dual.

Para tanto, o modelo BCC é muito usado para resolver os problemas duais, como se mostra seguidamente:

$$\Theta^* = \min \Theta, \quad \text{Equação 1}$$

sujeito a:

$$\sum_{j=1}^n x_j \lambda_j \leq \Theta x_b, \quad i = 1, 2, K, m; \quad \text{Equação 2}$$

$$\sum_{j=1}^n y_j \lambda_j \geq y_b, \quad r = 1, 2, K, s; \quad \text{Equação 3}$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

Equação 4

onde:

Θ - Corresponde ao valor da eficiência;

λ - Representa as variáveis duais.

Baseando-nos então nesta “dualidade”, considera-se uma DMU ineficiente caso a DMU composta (combinação linear do conjunto das unidades) possa ser identificada. Ou seja: utilizam-se *inputs* menores na DMU testada enquanto se mantêm os respectivos *outputs*. Os modelos DEA também são considerados como *inputs* radiais orientados, *outputs* radiais orientados ou aditivos (*inputs* e *outputs* otimizados), baseados na direção da projecção, na fronteira da unidade ineficiente.

Em suma: os mais elevados (melhores) níveis de desempenho são a própria fronteira (*envelopment*), o que significa que as DMU ineficientes estão no interior desse limite (Ilustração 15).

A razão entre o valor de cada DMU ineficiente e a de máxima eficiência corresponderá ao índice de desempenho dessa DMU. A orientação por *inputs* minimiza-os ao nível necessário que permita o número mínimo de *outputs*, enquanto a orientação por *outputs* pretende maximizá-los para um número fixo dos *inputs*. Uma orientação conjunta por *inputs* e *outputs*, radial (o modelo mais usado), fornece o melhor desempenho, minimizando os valores dos *inputs* e maximizando os dos *outputs*, tal como se pretendia inicialmente.

Ainda assim, o modelo DEA clássico apresenta alguns obstáculos, nomeadamente de hierarquização das DMU face aos pesos atribuídos.

Para os superar, utiliza-se um método dito “recursivo” aplicado a um primeiro conjunto de resultados descritos pelo seguinte algoritmo:

Define $J^1 = \{DMU_j, j = 1, 2, \dots, n\}$ como sendo conjunto original e completo das “n” DMU definindo interactivamente $J^{l+1} = J^l - E^l$ onde $E^l = \{DMU_k \in J^l \mid DMU_k \text{ constitui o resultado da eficiência obtida através do modelo DEA de } 1\}$.

Os passos do algoritmo que permitem identificar as múltiplas fronteiras da eficiência são os que a seguir se apresentam onde l é o número de conjuntos das amostragens, como se apresenta, por exemplo na solução oferecida por Dias *et al.* (2012).

- Passo 1: Set $l = 1$. Avaliar todo o conjunto, J^l , para obter um outro conjunto, E^l , do primeiro nível da fronteira das DMU (i.e., de acordo como modelo, quando $l = 1$, o procedimento, percorre a envoltória completa de todas as n DMUs e E^l compõe-se de todas as DMUs eficientes nas fronteiras globais resultantes).
- Passo 2: Excluir as DMU fronteira das futuras execuções DEA percorridas e conjugar $J^{l+1} = J^l - E^l$.
- Passo 3: Se $J^{l+1} = 0$, então o algoritmo termina. No caso de se obter uma desigualdade, avalia-se o subconjunto das DMU ineficientes, ou seja, J^{l+1} para obter uma nova fronteira de desempenho das melhores práticas E^{l+1} .
- Passo 4: Deixa-se $l = l+1$ e segue-se para a fase 2.

Em consequência, o conjunto original de dados é segmentado em l níveis de eficiência relativa.

O método DEA apresenta ainda outros inconvenientes. De modo a ultrapassá-los, Sharma e Yu (2008) propõem que se utilize um método de mineração de dados, apresentado por Kohonen (1982), conhecido como “*Kohonen’s Self-Organizing Map*” (KSOM).

Esta nova abordagem agrupa DMU com valores similares de entrada e a aplicação do método DEA é feita aos DMU do mesmo agrupamento, de modo a que os resultados se possam comparar, visto que o conjunto original de dados fica segmentado em l níveis de eficiência relativa.

Refira-se ainda que o método KSOM (Kohonen, 1982) é aplicado ao conjunto original de dados, e que irá enformar os *clusters*¹² obtidos, e baseia-se nas características dos dados introduzidos como *inputs*. A análise recursiva das DMU baseou-se nos seus próprios resultados. A análise das características dos *clusters* baseou-se nas características dos *inputs* similares.

Veja-se uma hipótese de utilização no caso da especificação dos produtos.

Tomemos como exemplo um conjunto de unidades de análise (DMU) que seriam produtos próprios ou da concorrência. Ou seja: produto A;

¹² Conceito atribuído a Porter (1990; 594) e enquadrado no âmbito das empresas e da indústria. No caso vertente, trata-se de concentrações de produtos de uma mesma coluna de avaliação de eficiência e desempenho, numa estratégia de “*benchmarking*”.

produto B; produto... N_n . Admitam-se *Inputs* tais como: facilidade de produção; durabilidade; preço de venda; entre outros. E *outputs*: facturação total; facturação nas exportações; entre outros. Ponderar-se-iam ainda estes *inputs* e *outputs* com pesos adequados (Ilustração 14).

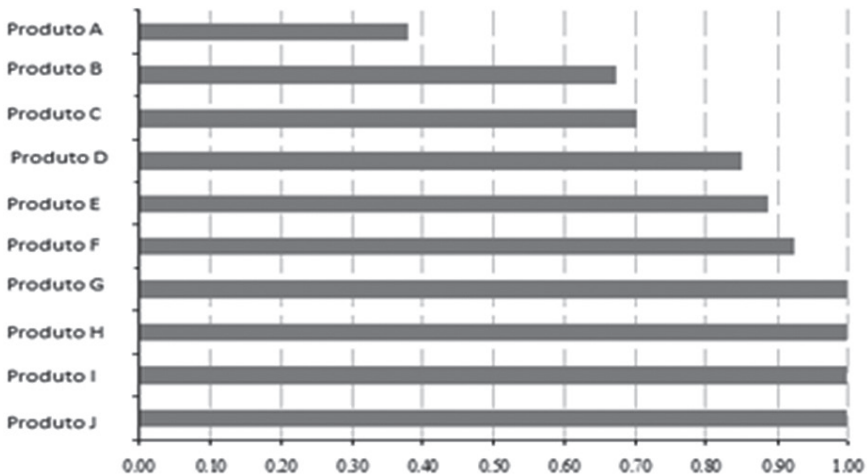


Ilustração 14 – Gráfico de Desempenho KSOM

A partir daqui, o DEA permite fazer simulações a todos os DMU que não são eficientes (A; B; C; D; E; F), identificar quais os *inputs* ou *outputs* que deveriam ser melhorados e em quanto (preço, durabilidade, etc.). Do lado dos *inputs*, teríamos os produtos classificados por clusters, por assim dizer, nos de primeira, segunda e terceira divisão. Do lado dos *outputs*, os mais bem classificados do topo para o fundo. Poderíamos dizer que o produto J seria o campeão máximo, com os produtos I; F; e E, cada vez menos bem classificados na primeira divisão de produtos. O produto H, campeão da 2.^a divisão com desempenhos melhores que outros de primeira e assim por diante (Ilustração 15).

Quer dizer: o mapa de *clusters* permitiria distinguir entre um produto de eficiência 1 (100%) de grande consumo (produto J) e outro com a mesma eficiência (produto G), mas de reduzida tiragem, por exemplo para clientes *gourmet*. Ou, noutro exemplo diferente, um grande supermercado com uma loja de conveniência, ambos com eficiência 1 (igual desempenho), mas de “divisões” ou escalões diferentes, utilizando uma linguagem futebolística.

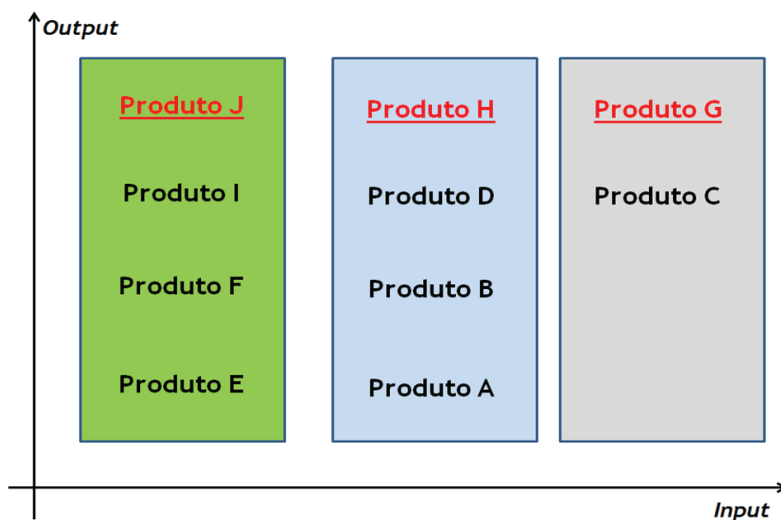


Ilustração 15 – Mapa de Klusters (KSOM)

Finalmente, da aplicação específica ao DNP, o método DEA tem uma grande utilidade na análise de *trade-offs*, entre alguns dos seus domínios, nomeadamente no que concerne à avaliação dos diversos riscos envolvidos. Também se constata que as necessidades de *benchmarking* encontram no método DEA uma ferramenta instrumental muito útil de comparação de desempenhos através de eficiências ou de eficácias, conforme os dados referentes quer aos *inputs* quer aos *outputs*.

2.7 O MARKETING E A VOZ DO CLIENTE

Do ponto de vista sistémico e estratégico, bem como a todos os níveis da organização, a função *marketing* está sistematicamente associada ao DNP e é imprescindível na fase da concepção e desenvolvimento inovativo de novos produtos, nomeadamente na fase do projecto.

É indubitável que a relação com os clientes assegura um mais profundo conhecimento e percepção das suas necessidades actuais e futuras. Mais ainda: o papel desempenhado pelo *marketing* no desenvolvimento do projecto depende não só do nível de inovação do produto em questão, mas também da gestão contínua de vários *trade-offs*, particularmente *do que avalia a relação marketing/custo da qualidade*.

De entre as suas diversas formas, o *marketing* relacional ou CRM é, sem dúvida, o que mais contribui para o êxito da CDNP.

Assim, para efeitos de CDNP, o *marketing* realiza a importantíssima função de estabelecer a comunicação permanente entre a empresa e o mercado, fazendo ouvir no interior da organização o que se designa por “voz do cliente”.

Existem várias propostas apresentadas por diversos autores respeitantes a casos que evidenciam a participação intensa do cliente ao longo do processo de DNP. Dada a sua abrangência, escolheu-se o modelo de Campbell *et al.* (2007), conforme a ilustração 16.

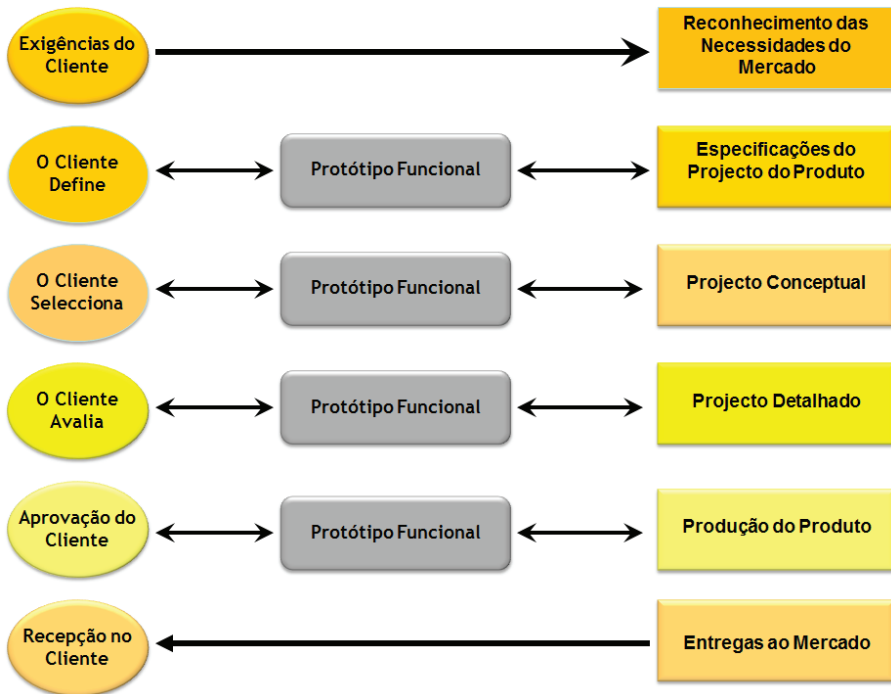


Ilustração 16 – A abrangência do papel do cliente nas áreas e domínios do DNP.

Fonte: de Adaptação de Campbell *et al.* (2007)

A intervenção resultante da “voz do cliente” aparece desde o reconhecimento das necessidades do mercado até à produção e entrega final do produto (áreas para lá do domínio do DNP). Passa depois pelas especificações de projecto do produto e as diversas fases do projecto implicam que a interacção

permanente com o cliente forneça sugestões importantes, bem como uma validação construída passo a passo com o projectista, resultando daí a evolução do produto sob a forma de protótipos funcionais intermédios.

A consideração de que a solução resulta de um relevante alfofre de experimentação e aplicação a casos concretos de novos produtos customizados. Os autores do modelo testaram-no e consolidaram-no através de diversas aplicações da evolução do protótipo funcional com a participação activa do cliente, de que apresentaram exemplos, entre outros: uma pequena forquilha de jardinagem; uma unidade “*Global Position Satellite*” (GPS) e respectiva consola de instrumentação, um bocal anes-tésico e um aplicador ginecológico.

Assim, pode concluir-se que desde o reconhecimento das necessidades do mercado até ao seu lançamento, a interacção funcional com o cliente realizada através do *marketing* relacional – a relacionalidade – poderá revelar-se fulcral para o êxito de determinados novos produtos, mas não só. Com efeito, existe uma zona de elevado risco do DNP, que fica situada entre clientes e fornecedores. Então, no sentido da sua minimização, tem de haver como que uma ponte relacional entre uns e outros (Ilustração 17) e, aí, só uma estratégia eficaz de diálogo comum no seio da organização com uma só entidade associada ao projecto fará com que o novo produto, sendo partilhado e participado por ambos possa ser um êxito aquando do lançamento no mercado.



Ilustração 17 – Integração da Gestão Relacional entre Fornecedores e Clientes.

Fonte: Dias (2005; 155)

Nestas condições, também os custos de relacionamento com fornecedores e clientes poderão ser sensivelmente menores do que os que resultariam de estruturas clássicas de *procurement* separado do CRM. Quer dizer: sobressai uma aposta de estratégica de *marketing* relacional entre

fornecedores e clientes envolvendo no seio da organização as equipas multidisciplinares do projecto de CDNP.

2.8 GLOBALIZAÇÃO E INTERNACIONALIZAÇÃO DO DNP

Se há área ao nível sistémico e estratégico das empresas e grupos empresariais que serão das mais apropriadas da gestão do topo, as políticas de globalização e internacionalização empresarial devem ser das mais exclusivas.

No que respeita ao DNP, os termos dessa mesma globalização e internacionalização correspondem a um sistema global e complexo de engenharia e gestão, que muitas vezes envolve assuntos e pesquisas altamente reservadas. E a organização focal ou central é a que melhor garante o sigilo do DNP, quando se actua à escala planetária.

No domínio da CDNP existem diversificados e elucidativos estudos de caso típicos dos quais decorre uma solução específica. Vejamos um modelo empírico de organização e gestão, à escala global do novo produto, tal como se apresenta na Ilustração 18.

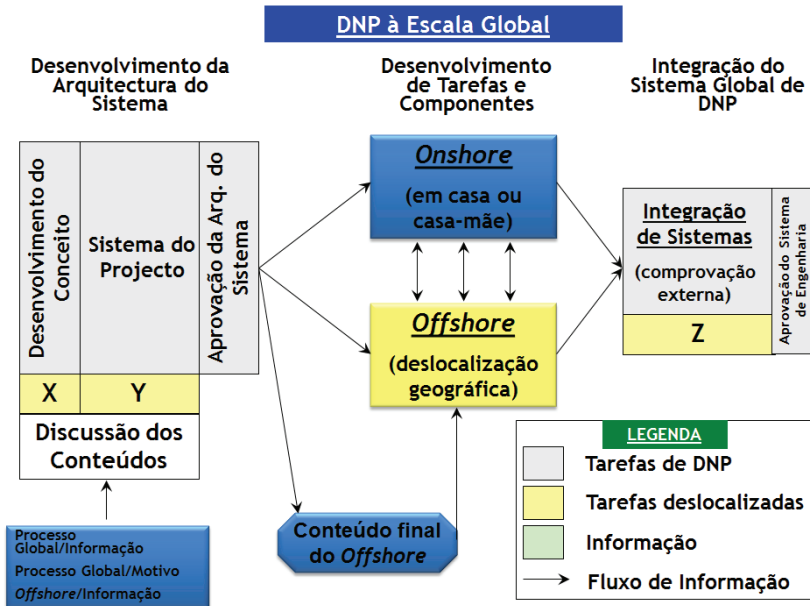


Ilustração 18 – Proposta de modelo para DNP à escala global.

Fonte: Adaptação de: Tripathy e Eppinger (2011)

O ponto-chave, na fase do desenvolvimento global de produtos/*global product development* (DG/GPD), segundo os autores da Ilustração, consiste na identificação dos conteúdos a deslocalizar, e isso determina-se durante a fase da arquitectura¹³ do DNP.

Assim, é a empresa focal que assume completa responsabilidade (tanto dos centros de engenharia, como no envolvimento dos fornecedores das partes em que estão deslocalizados) na arquitectura do produto, fornecendo *inputs*, tal como se apresenta na ilustração 18 nas zonas X e Y, respectivamente.

Estas áreas de comunicação (X e Y), que são determinadas durante o desenvolvimento da arquitectura do produto, são proporcionais à extensão das necessidades de deslocalização por via dos mercados e busca de competências externas, nomeadamente de Sistemas Complexos de Engenharia (SCE). Embora existam quantidades relevantes de *inputs* provenientes de empresas, equipas ou centros deslocalizados (*offshore*), as competências de aprovação do sistema, bem como a sua configuração, pertencem à organização focal. De acordo com os casos estudados, as empresas focais (e. g. *Intel*, *Cessna*, *BP*, etc.) mantêm “em casa” (*inhouse*) as responsabilidades, as capacidades globais de coordenação, de controlo e, o mais relevante, a capacidade de integração do conjunto sistémico.

Destes casos de estudo, e da análise conjunta das Ilustrações 18 e 19, conclui-se que as responsabilidades e competências exclusivas da empresa focal asseguram-lhe o controlo sobre o conteúdo, *design* e processos de interface, decisões *onshore/offshore*, opção de terceiros (3pl)¹⁴ e, acima de tudo, a garantia da integridade do produto final.

Resta acrescentar que permanece a discussão há anos no mundo empresarial sobre as vantagens e desvantagens de assunção de estratégias de externalização (tanto pela pelas opções de parceria, subcontratação ou deslocalização), sem que existam certezas sobre tal confronto. Cada caso é um caso. Vejamos o que decorre da Ilustração 19.

¹³ Mais adiante, no capítulo 3 do presente livro, serão apresentadas as diversas fases sequenciais ou outras da gestão de um projecto de DNP, de que a fase “arquitECTURA do produto” será uma das primeiras a abordar.

¹⁴ Vejam-se em Dias (2005, p.112) os seguintes conceitos: 3pl (“*third party logistics*”) vulgarmente designados por “terceiros” funcionando em outsourcing; 4pl (“*fourth party logistics*”) que são agregadores de terceiros e contratados quando a empresa focal se relaciona com uma vasta rede de terceiros e 5pl (“*fifth party logistics*”) também designados por “infomediários”.

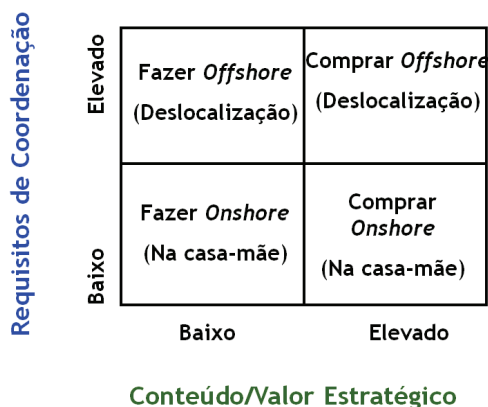


Ilustração 19 – Requisitos e conteúdo da externalização.

Fonte: Adaptação de Tripathy e Eppinger (2011)

Será que o *trade-off* entre o conteúdo e valor estratégico em causa, por um lado, e as necessidades de coordenação e controlo, por outro, vão conduzir à tomada de decisão julgada mais adequada pela empresa focal, concebe o DNP de uma forma global?

Esta forma de organização aberta do projecto também se costuma designar de “projecto colaborativo” e abordou-se aqui como um factor estratégico do DNP.

Além disso, o projecto colaborativo assegura a interface com as áreas e domínios organizacionais e produz efeitos sensíveis nas áreas processuais e operacionais, que concernem à própria gestão dos projectos.

Resumindo e concluindo:

- O ponto-chave, na fase do desenvolvimento global de produtos (*global product development*) (DGP/GPD), consiste na identificação dos conteúdos a deslocalizar, e isso determina-se durante a fase da arquitectura do DNP.
- Assim, é a empresa focal que assume completa responsabilidade (tanto dos centros de engenharia, como no envolvimento dos fornecedores das partes em que estão deslocalizados) na arquitectura do produto, fornecendo *inputs*, nas zonas X e Y (do planeta), respectivamente.
- As correspondentes áreas de informação e comunicação (X e Y), determinadas durante o desenvolvimento da arquitectura do produto, são proporcionais à extensão das necessidades de deslocalização

por via dos mercados, busca de competências externas, nomeadamente de Sistemas Complexos de Engenharia.

- Embora existam quantidades relevantes de *inputs* provenientes de empresas, equipas ou centros deslocalizados (*offshore*), as competências de aprovação do sistema, bem como a sua configuração, pertencem à organização focal.
- As empresas focais mantêm “em casa” (*inhouse*) as responsabilidades, as capacidades globais de coordenação, de controlo e, o mais relevante, da integração do conjunto sistémico. Essas responsabilidades e competências, exclusivas da empresa focal, asseguram-lhe o controlo sobre o conteúdo, *design* e processos de interface, decisões *onshore/offshore*, opção de terceiros (3pl), e, acima de tudo, a garantia da integridade do produto final.

Resta ainda referir que se constata uma importante lacuna na literatura existente que é a não consideração do efeito da Inovação e do DNP nas exportações dos países e/ou ainda da substituição de produtos ou bens transaccionáveis.

Daí a consideração deste importante factor estratégico e sistémico do MADNP.

Também se pode evidenciar esta asserção ao analisarmos o crescimento das exportações portuguesas dos últimos anos, nomeadamente os de crise, assentes em novos produtos inovativos e de alta qualidade para as mais diversas partes do mundo. Mais do que nunca se procura assentar o crescimento económico em mais e melhores exportações.

Evidentemente que empresas internacionais e globalizadas que se dediquem à produção e comercialização de produtos inovativos, não podem descuidar as exportações para países terceiros afins ou até mesmo a procura de novos e inesperados mercados.

AMBIENTE ORGANIZACIONAL E PROCESSUAL

Este Capítulo tem como finalidade delimitar e caracterizar as áreas ou domínios de intervenção do DNP, tanto organizacionais como processuais, na sequência do anterior Capítulo onde se desenvolveu o respectivo domínio estratégico. As “áreas e domínios organizacionais” referem-se aos aspectos inerentes à cultura interna da organização (partilha de informação, gestão estratégica para posicionamento no mercado, etc.) e aos princípios aplicáveis por imposição/influência externa (cumprimento da normalização e da legislação vigente, optimização da produtividade/flexibilidade, etc.).

Quanto às “áreas e domínios processuais”, estas reportam-se a questões técnicas e de gestão de DNP da organização (tipo de gestão, capacidade tecnológica, *know-how*, etc.).

Sobre a “cultura da organização” consideraram-se:

- O funcionamento multidisciplinar;
- A partilha do conhecimento e informação;
- As alianças e parcerias estratégicas;
- A inovação aberta e co-inovação
- O espírito competitivo associado à eficácia.

Sobre os “princípios aplicáveis” consideraram-se:

- O respeito pela legislação do produto;
- A normalização dos produtos;
- A certificação da Qualidade da organização;
- A associação à flexibilidade e ao desempenho que conecta ainda:
- À filosofia ou pensamento *lean*;

A procura da máxima eficiência e maior produtividade.

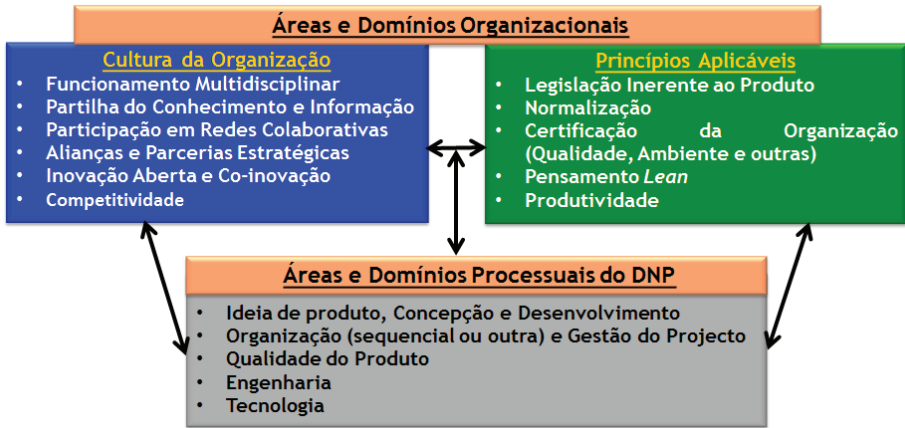


Ilustração 20 – Áreas e Domínios Organizacionais e Processuais do DNP.

Quanto às “áreas e domínios processuais e/ou operacionais” consideram-se:

- A materialização da ideia do produto;
- A organização e gestão do projecto;
- A qualidade do produto e o seu controlo;
- As necessidades de engenharia;
- A capacidade tecnológica.

Parte-se ainda do princípio já conhecido de que o conjunto abrangente é sistémico e interage como um todo, entre si, entre as partes e entre estas com o conjunto, o que é representado pelas setas da Ilustração 20. É por isso que a abordagem a realizar neste Capítulo não será feita na ordem exacta pela qual agora se descreveu, mas de acordo com a referida lógica sistémica que se inicia e encerra entre as fronteiras envolventes dos processos constituintes do próprio DNP.

3.1 FRONTEIRAS DOS PROCESSOS CONSTITUINTES DO DNP

De uma forma genérica, pode considerar-se que as fronteiras (início e final) dos processos organizacionais e processuais do DNP se configuram da forma que se expressa na Ilustração 21.

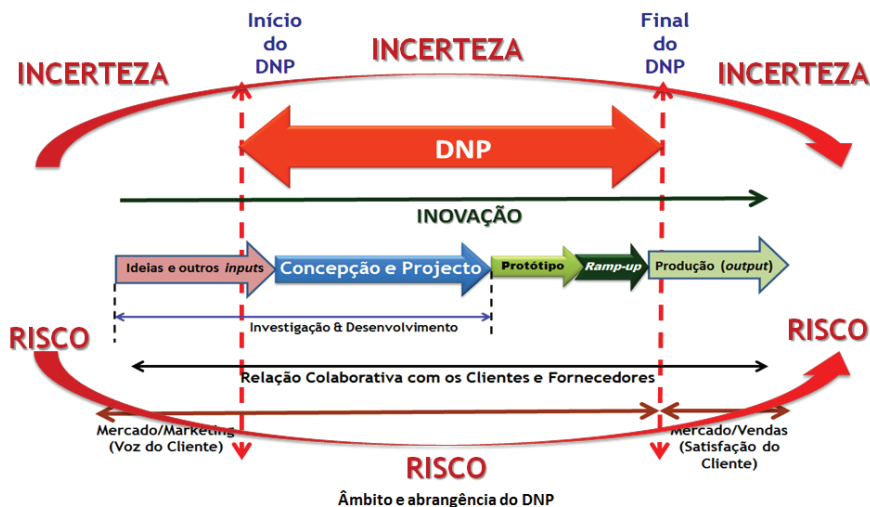


Ilustração 21 – Âmbito e abrangência do DNP.

De acordo com este modelo conceptual considera-se o início do DNP aquando do momento da tomada de decisão de avançar com o projecto, mesmo ainda na fase da sua definição e concepção, mas embora já com indicações claras de receptividade por parte mercado. Terminará na fase do *ramp-up*, lançamento no mercado, ou mais adiante (depende da empresa e do produto), com a acompanhamento do início da produção em massa e a recolha de alguma informação por parte dos clientes, que permita, ainda, se for caso disso, dar algum *apport* final ao produto recém-lançado.

O conceito de DNP aqui assumido não é confundível com o processo de Investigação e Desenvolvimento (I&D), muito mais restrito (como se vê na Ilustração 21) dado que já não incluirá a fase da prototipagem. Os processos referentes à gestão do projecto poderão restringir-se a uma trivial gestão sequencial ou, eventualmente, a algumas das suas variantes mais específicas ou assumir mesmo outras formas mais sofisticadas. Finalmente a fase da prototipagem seguida do *ramp-up* ou lançamento da produção serão as principais fases vestibulares da produção propriamente dita, que ultrapassará já o processo de CDNP. Na Ilustração 21, as setas correspondem ao sentido da dinâmica dos processos. Discriminam-se, também, áreas relevantes da envolvente do DNP:

- Primeiramente, no arranque, o conjunto das ideias acerca de novos produtos que poderão surgir de grupos organizados, interna ou externamente, levando em conta o mercado, e a já conhecida “voz do cliente”;
- A relação colaborativa com os fornecedores em conjugação com a “voz do cliente”;
- Após a decisão de seguir adiante, dá-se início à concepção do produto, com o estabelecimento das especificações do produto e de outros aspectos, tais como, o preço que o cliente está disposto a pagar, mudanças no estilo de vida dos consumidores, os custos envolvidos no DNP e da produção, aspectos logísticos, etc.;
- O modelo assume o prudente reconhecimento da volatilidade económica e dos mercados pela indispensável consideração da incerteza e riscos envolvidos.

3.1.1 Especificações do Produto

O termo “especificações do produto” corresponde a uma descrição rigorosa e precisa do que o produto tem de fazer, como o fará e em que condições. São requisitos do produto as também especificações de engenharia e que se podem ainda designar por “selecção do conceito do produto”. Neste momento, e à partida, colocam-se duas questões essenciais. A primeira: como poderá a equipa escolher o melhor conceito, dado que os estudos propostos serão ainda abstractos e incipientes?

A segunda questão: como se poderá tomar uma decisão consensual, i.e. que possa aceite por toda a equipa de projecto?

As duas questões seguintes serão menos óbvias, mas não menos importantes. Como podem atributos desejáveis, mas fracos, ser identificados e ainda assim utilizados? Ou ainda: como pode o processo de tomada de decisão ser convenientemente documentado?

Na prática, é possível recorrer à solução mais clássica, como, por exemplo, a entidades exteriores, incluindo os clientes que recebem o conceito e opinam sobre ele. Ou, ainda, cada membro vota no conceito que prefere e selecciona-se o mais votado. Outra solução, menos ortodoxa, é apresentada e o membro mais influente do grupo escolhe o conceito da sua preferência.

Finalmente, a mais surpreendente: o conceito pode ser escolhido por “*feeling*”, ou seja, é tão só o que parece melhor, sem utilização de qualquer critério explícito ou avaliação de *trade-offs*. Em vez deste método volátil, podem atribuir-se critérios a cada um dos parâmetros do produto cujo conceito se pretende escolher, e constrói-se uma matriz de selecção que quantifica e qualifica resultados (*scores*), sendo escolhida a que obtiver o melhor. Aos critérios de desempenho podem ser atribuídas classificações. Por exemplo, admita-se a seguinte pontuação: 1 – quando esse desempenho está muito abaixo do padrão do critério de referência; 2 – se está abaixo; 3 – ao nível do padrão; 4 – se está melhor e 5 – quando o desempenho está muito acima do critério de referência. Nas filas da matriz de selecção estarão colocados os critérios de selecção, tais como: facilidade de utilização, durabilidade, facilidade de produção, portabilidade, etc. Nas colunas estarão as partes do produto, como por exemplo: vedante de entrada, diafragma da bomba, mola do êmbolo, etc. Os *inputs* da matriz para cada elemento do produto correspondem aos votos que são digitados em cada conceito e nas filas as pontuações pesadas calculadas pela multiplicação dos pesos dos critérios.

$$S_j = \sum_{i=1}^n r_{ij} w_i \quad \text{Equação 5}$$

O resultado total para cada conceito corresponde à soma dos resultados pesados em que:

r_{ij} = avaliação do conceito j para o critério i

w_i = peso para o critério i

n = número de critérios

S_j = resultado total do conceito j

Nas filas da matriz de selecção estarão colocados os critérios de selecção, tais como: facilidade de utilização, durabilidade, facilidade de produção, portabilidade, etc.

Nas colunas estarão as partes do produto, como e.g.: vedante de entrada, diafragma da bomba, mola do êmbolo, etc.

Para casos que envolvam técnicas de *benchmarking* com outros “conceitos” (de produtos) similares, riscos de entrada no mercado e/ou gestão de *trade-offs*, poder-se-ão utilizar outros métodos ainda mais

sofisticados, assentes na estatística multivariada, lógica *fuzzy* ou ainda a já divulgada DEA. Após a ultrapassagem com êxito das fases de testes e refinamento do conceito, torna-se necessário produzir protótipos que fisicamente evidenciem as qualidades e pontos fracos do conceito seleccionado. Mais uma vez, a interacção da equipa com os clientes será determinante para a introdução das últimas correcções antes do novo conceito de produto ser lançado na fase de produção, a qual vai gerar o produto concreto. Nesta fase, também é corrente a utilização, não apenas de uma só unidade, mas de uma amostra significativa de unidades funcionando como protótipos passíveis de maior apuro e refinamento.

3.1.2 Fases da Concepção e Projecto

De acordo com o Manual de Oslo (OCDE, 2005; p.41), a “concepção de um produto” pode definir-se como sendo um processo que ocorre no início do seu desenvolvimento, incluindo nomeadamente pesquisa, desenvolvimento experimental e marketing, tanto para produtos tecnologicamente novos, como para adaptações e melhorias do tipo incremental de produtos já existentes.

Desta definição fica evidente que a identificação das necessidades dos clientes, bem como as especificações do produto se irão prolongar durante a fase seguinte, ou seja, o projecto propriamente dito, na qual já se terá uma visão sistémica, mais consolidada, do produto a desenvolver.

Ainda do ponto de vista da concepção do novo produto, e com recurso à literatura, outros factores relevantes devem ser tidos em conta: preocupações ambientais com a consequente introdução de materiais amigos do ambiente, ergonomia na produção e no uso, níveis de qualidade e fiabilidade e melhoria do desempenho. Isto tudo nos casos de evolução do tipo gradualista e concomitante avaliação das propostas da concorrência, bem como o surgimento de produtos substitutos, eventuais alterações tecnológicas e, ainda, cumprimento de regulamentos, normas, especificações e legislação inerentes.

Também é conveniente definir “projecto” em termos gerais, mesmo quando se constata das dificuldades de atingir tal desiderato. Propõe-se portanto uma definição de projecto tão ampla quanto possível, mas especialmente adequada ao DNP:

“Um projecto constitui-se como sendo uma actividade de raciocínio (racional), que se inicia com um determinado conceito (uma proposição sem decisão imediata relativamente ao conhecimento existente) acerca de um objecto parcialmente desconhecido.

O projecto tem a finalidade de expandir o conceito inicial para outros conceitos e/ou outros novos conhecimentos. Através do conhecimento gerado por essa expansão, algumas outras proposições podem ser seleccionadas como novas definições (projectos) de outros objectos, novos ou não”.

Esta definição introduz a criação de novos objectos (novos produtos) e estabelece consistentemente o ponto de partida para uma concepção de projecto.

3.2 ORGANIZAÇÃO E GESTÃO DO PROJECTO

Vamos abordar as propostas que se podem considerar clássicas, relativamente à organização e desenvolvimento de um projecto genérico de um novo produto também genérico.

Em primeiro lugar, o processo sequencial clássico bem como as suas variantes iterativa e em espiral, depois a “engenharia simultânea” (ES), que por muitos autores é considerada mais uma ferramenta metodológica do que um processo de gestão do próprio projecto, e, finalmente, o *Stage-Gate*® (etapa-porta) que muitos autores consideram fundamentalmente um sistema de implementação da melhoria da eficácia e da eficiência do processo no seu conjunto.

3.2.1 Gestão sequencial clássica

Vejamus então o modelo conceptual genérico clássico conforme se mostra na Ilustração 22.

Desta ilustração sobressai, desde logo, uma característica relevante: as fases de desenvolvimento económico do projecto bem como a sua gestão integrada iniciam-se aquando do arranque do processo. Se deve ser antes ou depois da concepção e/ou da respectiva decisão empresarial dependerá do tipo de produto, organização, etc.

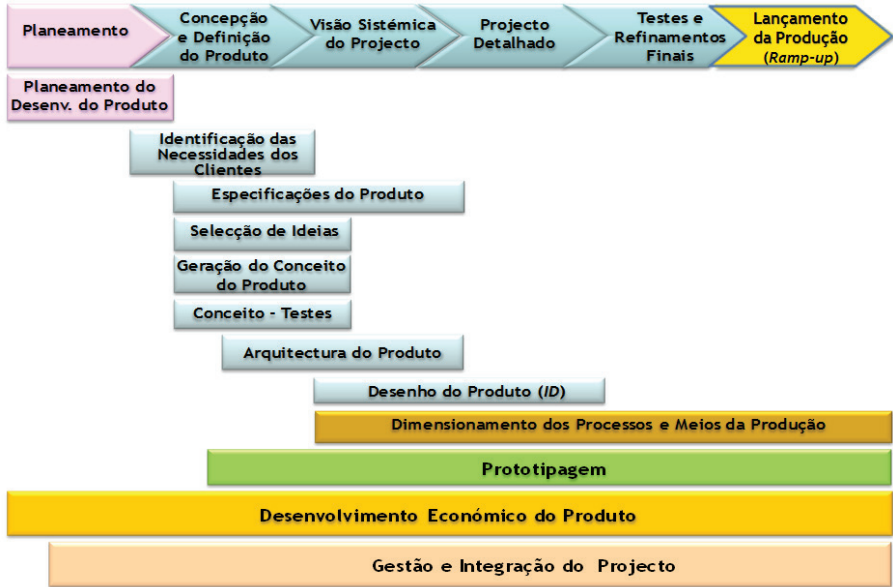


Ilustração 22 – Proposta sequencial clássica de organização do projecto de DNP.

Adaptação de Ulrich e Eppinger (2000; p.9)

A fase do “planeamento” corresponde a um conjunto de previsões escritas programadas e calendarizadas, como ocorre em qualquer projecto. Os cronogramas serão mais ou menos simples ou complexos, conforme o produto a desenvolver e o tempo disponível.

Algumas destas fases podem ser realizadas em simultâneo e daí o cronograma poder evoluir para uma rede com inícios ao mais tarde ou ao mais cedo, definição de caminhos críticos, etc. Como alternativas, a sobreposição iterativa da gestão de DNP bem como a utilização de técnicas como o “*Program Evaluation and Review Technique/Critical Path Method*” (PERT/CPM), cadeias de *Markov*, etc.

A fase “arquitectura do produto” pode definir-se como sendo “*um esquema pelo qual à função de um produto se devem alocar componentes físicos*”. As fases da arquitectura do produto no projecto industrial são estruturadas de maneira a decidir da sua eventual modularização, variedade, facilidade de manutenção futura, facilidade dos processos de produção, definição da SCM (*Supply Chain Management*), enquanto materialização da cadeia de valor constituída por empresas, terceiros

produtores de módulos, transporte, armazéns, plataformas logísticas, grossistas, retalhistas, etc.

Sobre a fase “arquitectura do produto”, ela define-se como sendo “*um esquema pelo qual à função de um produto se devem alocar componentes físicos*”.

Esta fase do projecto industrial é estruturada de maneira a decidir da sua eventual modularização variedade, facilidade de manutenção futura, facilidade dos processos de produção, definição da SCM (*Supply Chain Management*), etc. Quando a arquitectura do produto se realiza à escala global existem mais dois tipos de arquitectura na gestão de um projecto DNP.

- A “arquitectura organizacional” que agrupa, compõe e organiza as subequipas, as suas inter-relações e hierarquias, em termos dos fluxos informacionais;
- A “arquitectura dos processos”, que organiza o conjunto de tarefas e actividades, bem como o respectivo fluxo de informação relacionada entre esse conjunto e o somatório do que se vai produzir em termos de produto final.

Neste contexto de processo global, ainda na fase da arquitectura do produto, podem ocorrer reflexos na gestão do sistema do fluxo da informação da empresa, sendo que quaisquer eventuais mudanças nesta fase do projecto possuem suficiente potencial para destruir a própria organização. Daqui se pode concluir que sendo já natural e corrente nas organizações o fenómeno da globalização, a adequação do próprio sistema de informação, bem como a gestão rigorosa dos fluxos de informação, é crucial para a consecução da gestão sistémica do DNP.

Na fase seguinte, de prototipagem, foram já ultrapassadas com êxito as fases do domínio da arquitectura do produto, do projecto industrial e do próprio projecto da produção que antecedem a fase de lançamento do produto (*ramp-up*), para lá do domínio da própria gestão do projecto. O objectivo desta fase limite do domínio do projecto é o de treinar a força de trabalho, no sentido de eliminar e corrigir os problemas que ocorram nos processos da produção.

Muitos dos produtos feitos nesta fase funcionam como amostras a ser ainda testadas pelos clientes potenciais, como já se referiu, detectando

possíveis falhas que tenham passado despercebidas nas fases anteriores.

A transição da fase do lançamento do produto ou *ramp-up* para a produção contínua deve ser gradual. Em momento algum nesta fase de transição o produto fica disponível para distribuição generalizada. Os detalhes, os testes e o refinamento do projecto constituem-se como as fases últimas antes do lançamento produto na produção.

Finalmente, na fase da gestão do projecto deve referir-se o que concerne à gestão dos processos da qualidade do projecto e do lançamento do futuro processo de gestão da Qualidade. Tal necessidade do âmbito do projecto irá acompanhar o produto resultante ao longo do seu ciclo de vida. Daí a importância da constituição das equipas do projecto de DNP. Praticamente todos os autores aconselham equipas multidisciplinares, multifuncionais e/ou a organização do tipo matricial (*cross-functional*). Em circunstâncias específicas, muitas organizações utilizam equipas colaborativas, podendo incluir os funcionários da organização, os fornecedores e os clientes.

Nestas condições, é crucial um fluxo de informação fiável que permita assegurar visibilidade e transparência na conexão das pessoas, processos e tecnologias.

Pode portanto concluir-se que a gestão de projectos clássica ou sequencial não é um processo rígido, mas antes um processo que comporta graus de flexibilidade que a tornem tão viável quanto possível.

3.2.2 Gestão sequencial iterativa

Os diversos autores que abordam e tratam do que concerne à gestão de projectos de DNP variam pouco relativamente ao modelo genérico, introduzindo, muitas vezes, uma mais-valia que consiste em realizar iterações e simulação ao longo do percurso do projecto, desenvolvimento e à medida que ele vai decorrendo.

Uma variante desenvolvida por Cho e Eppinger (2005) consistiu na gestão de projectos de CDNP complexos, baseada numa das principais características da concepção de projectos complexos: a simulação. Por isso, os diversos modelos analíticos que foram desenvolvidos procuram determinar o momento certo de proceder às iterações necessárias. Nesta

variante, estes autores propõem um modelo que designam por DSM (*Design Structure Matrix*) e que fornece uma representação compacta dum sistema complexo. O modelo pode aplicar-se num amplo conjunto de processos com importantes características, anteriormente de difícil resolução, em processos de engenharia de concepção, o que incluiria padrões de transferência de informação, duração incerta de muitas actividades, bases conflituais de utilização de recursos, sobreposições, repetições sequenciais, e simultaneidade de realização de tarefas.

Estamos portanto face a um modelo de planeamento que procura enfrentar as dificuldades que resultam da real existência de incerteza e complexidade com os riscos inerentes. Nada disto seria resolúvel num passado recente (uma a duas décadas) tanto na gestão e desenvolvimento de projectos de produtos ou outros; estariam disponíveis, quando muito, ferramentas clássicas de optimização, tais como, PERT/CPM, cadeias de *Markov* ou outros, ainda assim com sérias limitações.

O modelo DSM aplica-se ainda a um amplo conjunto de projectos onde têm lugar processos iterativos entre actividades sequenciais, sobrepostas, num projecto de recursos limitados. Também pode ser útil na avaliação de diferentes formas alternativas de planeamento, para o mesmo projecto, permitindo ainda identificar estratégias de melhoria dos processos numa gestão proactiva do risco ao avaliar o estado do projecto à medida que ele vai progredindo. Neste modelo as áreas críticas na implementação do processo iterativo detectadas foram: criticalidade das actividades, ou seja:

- Sensibilidade ao tempo de duração máximo do projecto ou *lead-time*, que deve ser tanto quanto possível minimizado;
- Política estratégica de tarefas simultâneas ou concorrentes;
- Iterações mais rápidas ou em menor quantidade;
- Robustez do processo, que consiste na diminuição da incerteza com avanço do projecto.

As iterações e as consequentes simulações que atendem aos referidos requeridos assentam nas principais variáveis: estruturação, modelação e agendamento ou reagendamento face às sucessivas iterações, tal como mostra a Ilustração 23.

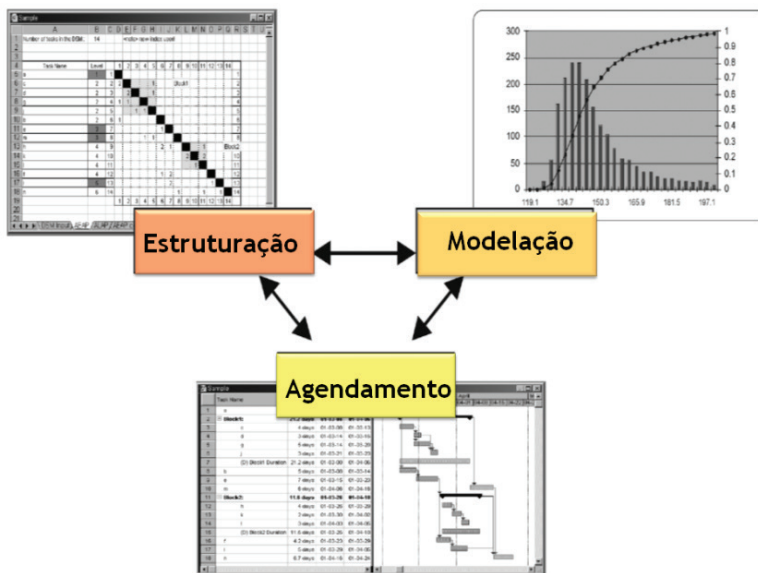


Ilustração 23 – Modelo de Gestão de projecto DSM.

Fonte: Adaptação de Cho e Eppinger (2005)

O modelo DSM é útil na medida em que se acede a maiores níveis de robustez do que as configurações dos processos alternativos. O desenvolvimento de projectos de DNP é usualmente complexo e portanto passível de simulação iterativa, reconhecendo-se que a introdução de novas máquinas, equipamentos e tecnologias ajuda em muito na redução dos tempos inicialmente previstos para a realização de tarefas e actividades, o que reduz a probabilidade de se cometerem erros.

As soluções de optimização obtidas através destes modelos dinâmicos iterativos deverão também ser submetidas a testes finais baseados em avaliação de *trade-offs*, caso esteja em causa a decisão de optimização das sobreposições, de modo a minimizar o tempo de desenvolvimento do projecto vs. custo das diversas possibilidades de alocação de recursos. O Mesmo autor, Eppinger, já não com o Cho (2005), mas, mais tarde em 2011, com Unger adequou e adaptou o modelo iterativo, como se mostra na Ilustração 24, correspondendo à evidência de novas práticas empresariais.

Fases Gerais do Processo Iterativo



Modelo de gestão iterativa de um projecto DNP. Fonte: Adaptação de Unger e Eppinger (2011)

Processo Iterativo com Fases Cruzadas (incomum) em Caso de Detecção de Falhas

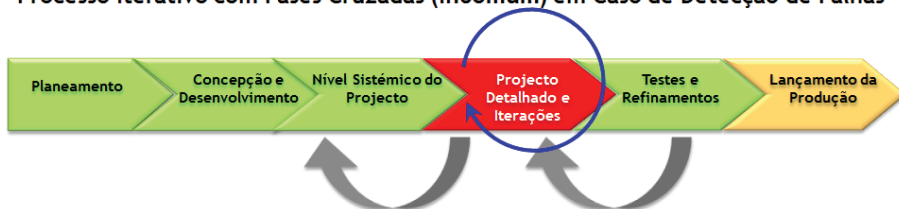


Ilustração 24 – Modelo de gestão iterativa de um projecto DNP.

Fonte: Adaptação de Unger e Eppinger (2011)

Trata-se de um modelo conceptual e consideram-se os movimentos dos fluxos de informação *upstream* e *downstream*, bem como o respectivo *feedback* que induzem as iterações necessárias. Considera-se ainda que a resolução dos eventuais problemas de sobreposição não se podem dissociar da importante questão da alocação dos recursos. As soluções de optimização, obtidas através destes modelos iterativos, dinâmicos, deverão também ser submetidos a testes finais baseados em avaliação de *trade-offs*, caso esteja em causa a decisão de optimização das sobreposições, de modo a minimizar o tempo de desenvolvimento do projecto vs. custo das diversas possibilidades de alocação de recursos.

Assim, numa década, o modelo genérico e clássico reconhecido por Ulrich e Eppinger (2000) adequou-se ao processo iterativo, com uma nova fase do domínio do projecto, imediatamente antes da fase de integração e testes e depois da fase correspondente ao nível sistémico do projecto. Em suma, recebem-se os *inputs* adiante iterando e reconstituindo atrás, em caso de falha durante a fase de testes.

3.2.3 Gestão sequencial em espiral

Um processo que se pode considerar como variante do sequencial genérico, que tem sido adoptado pela sua flexibilidade, antecipação de

feedback, e outras vantagens, é o “processo em espiral”, de que se apresentam duas variantes na Ilustração 25.

Na primeira variante (na parte esquerda da ilustração), os autores apresentam a versão mais “genérica”. O processo corre do princípio ao fim, de forma sequencial, voltando de novo ao princípio as vezes que forem necessárias (iterações) até que se considere completo.

Na segunda variante, que denominam de “processo actual”, as iterações poderão ser realizadas em espiral, mas apenas em torno das primeiras fases, depois em torno de mais algumas, até ao completamento do processo.

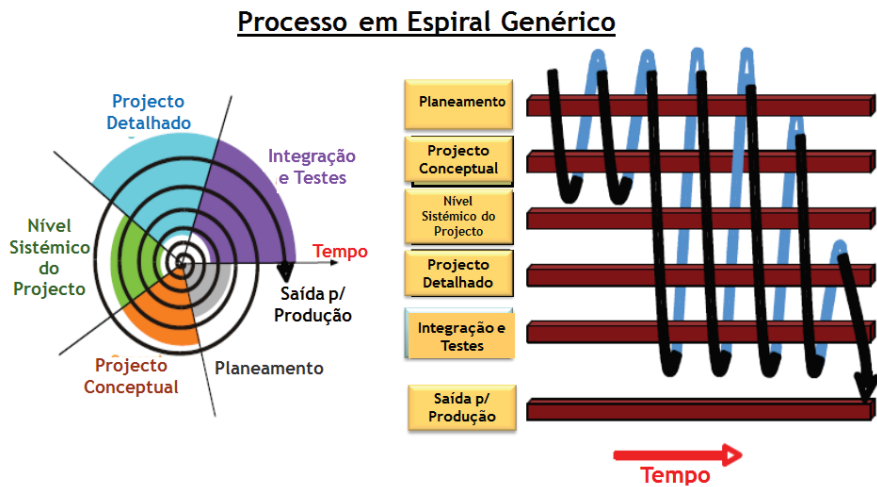


Ilustração 25 – Processos em espiral.
 Fonte: Adaptação de Unger e Eppinger (2011)

Este modelo também permite especificações flexíveis, evitando, assim, a necessidade de recomeço do trabalho. A espiral repete passos regulares, incluindo o desenvolvimento do conceito, nível da concepção, detalhes, integração e testes. Neste processo, o número de espiras pode variar.

Reconhecem-se algumas desvantagens deste modelo: em primeiro lugar, a complexidade que exige uma atenção relevante por parte da gestão; em segundo lugar, a falta de especificações rígidas (aqui são flexíveis) pode conduzir a atrasos no desenvolvimento dos subsistemas; e, por último, um processo abordado através da espiral simples em casos simples e de complexidade mínima poderá ser exagerado por projectos comuns, que poderiam ser desenvolvidos por processos também mais simples. Poderá

argumentar-se que os actuais avanços em matéria de capacidade de desenvolvimento de novos e poderosos algoritmos, associados a novas e velozes tecnologias de *hardware* e *software*, poderão ultrapassar estas dificuldades, apesar do concomitante aumento dos próprios projectos inovativos de DNP.

Os autores do método basearam-se numa grande quantidade de casos estudados, todos muito relevantes, e referentes a grupos empresariais de nível mundial (i.e. *Siemens*, *Xerox*, *ITT*, *Microsoft*, etc.). No primeiro caso, verifica-se que o processo maximiza o controlo de gestão focalizado na gestão técnica do risco. No segundo caso (num estudo do caso *Xerox*), o espectro da espiral maximiza a flexibilidade e focaliza-se na gestão do risco do mercado, dada a maior capacidade de compressão do tempo.

Mais do que uma base comparativa, o método apresentado na Ilustração 26 poderá funcionar também como uma ferramenta de um projecto de desenvolvimento de um produto. Caso as empresas consigam identificar os riscos primários do respectivo desenvolvimento, então, poderão especificar “por medida” revisões ou iterações aos seus novos PDNP (Processos de Desenvolvimento de Novos Produtos). Com base nos casos estudados e na ferramenta acima apresentada, Unger e Eppinger (2011) propuseram o “método” precisamente designado por PDNP.

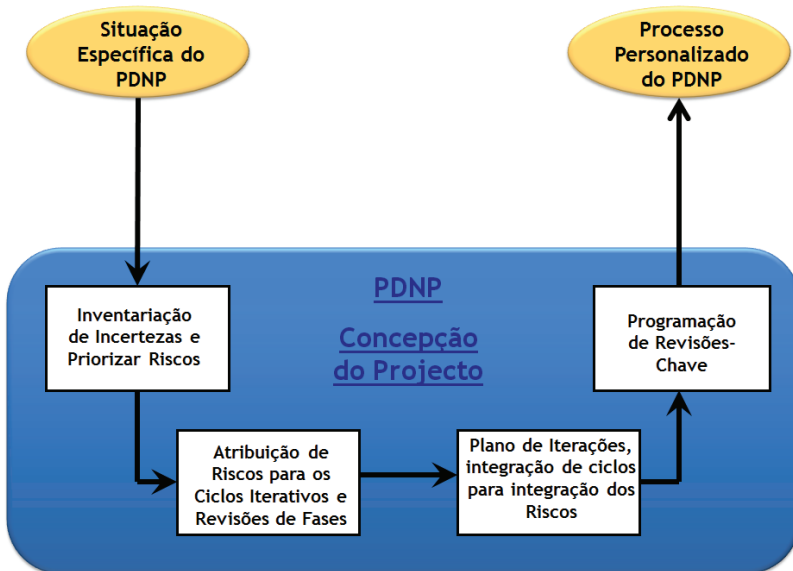


Ilustração 26 – Método do Projecto do Desenvolvimento de um (novo) Produto (PDNP).

Fonte: Adaptação de Unger e Eppinger (2011)

Dos casos de estudo que conduziram ao método, os autores extraíram quatro relevantes conclusões: em primeiro lugar, as companhias enfrentam um conjunto único de riscos de desenvolvimento e capacidades integradoras que devem funcionar como base do projecto PDNP. Em segundo lugar, os PDNP são compostos de iterações e revisões. Considera-se que a melhor forma de realizar projectos personalizados consiste na utilização de projectos iterativos seguidos da respectiva revisão. Em terceiro lugar, iterações realizadas no projecto podem ser empregues para prevenir vários tipos de risco específicos que dependem das actividades envolvidas nas iterações e nos momentos (*timing*) dessas mesmas iterações (e. g. os riscos de mercado podem ser geridos por iterações que também permitem o *feedback* desse mesmo mercado).

Finalmente, as revisões ao projecto também poderão ajudar na gestão de riscos, tanto em conjunto como independentemente das iterações. Os tipos de riscos geridos dependem das características das revisões efectuadas ao projecto.

3.2.4 Engenharia simultânea ou concorrente

Existem outras propostas muito interessantes de organização de um projecto de DNP, já utilizadas na indústria e divulgadas no mundo científico, e variantes ao modelo genérico da fase do projecto; é o caso da “engenharia simultânea” (ES) ou engenharia concorrente” (*concurrent engineering*). Através desta metodologia é possível que o fabrico do produto ocorra ao mesmo tempo que se desenvolve o projecto desse mesmo novo produto. Sem dúvida uma forma muito expedita de aproximar o produto do mercado e, acima de tudo, ganhar um recurso muito precioso e escasso: o tempo.

A ES consiste numa retroacção de informação proveniente tanto da fase da produção em curso, como ainda mais adiante do impacto do produto no mercado, ou seja, proveniente da “voz do cliente”.

Esta retroacção leva a que as respectivas fases do projecto tenham efeito no processo produtivo e este responde com novos dados para o desenvolvimento do projecto. Assim, existem impactos em todas as fases, em cada uma das fases e na fase seguinte, retroagindo sucessivamente no processo de produção e no próprio produto. A ES parece pois adequada em situações de evolução gradual ou incremental do produto.

Esta proposta de organização é representada esquematicamente na Ilustração 27.

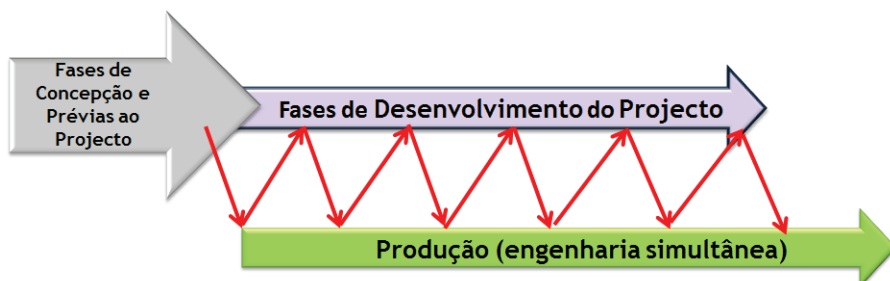


Ilustração 27 – Desenvolvimento do projecto em simultâneo com a produção.

É admissível que a utilização da ES pode, em muitos casos, ser mais dispendiosa do que a engenharia sequencial e daí o facto de não ser correntemente utilizada, excepto em projectos menos comuns. Além disso a ES tem sérias limitações em condições de elevada incerteza e complexidade, mas também se admite que as empresas que adoptam este processo organizacional para realizar inovações radicais conseguirão reduzir os custos do projecto e da produção, podendo contudo não conseguir reduzir o seu tempo de desenvolvimento ou obter novos produtos de qualidade elevada.

Quanto à não redução de custos por via da implementação da ES, ainda assim, admite-se a possibilidade da sua utilização na realização de projectos de DNP quando associada à ferramenta metodológica designada *Design for Excellence* (DFX), a abordar adiante (no capítulo 4) na sua concepção multifacetada. Aliás, em muitos casos da literatura existente, a ES é tratada não tanto como um método específico de gestão de projectos de CDNP, como é aqui o caso, mas antes como ferramenta metodológica do próprio DNP.

Assim sendo, podemos considerá-la enquanto ferramenta e processo de gestão inovativa de DNP.

Após a abordagem desta metodologia poderemos aperfeiçoar o modelo conceptual referente ao âmbito e abrangência do DNP, de acordo com a Ilustração 28. Tal modelo inclui, como se pode ver, a inter-relação com clientes e fornecedores.

A integração da engenharia simultânea (ou concorrente), no todo sistémico do DNP, embora possa minimizar os riscos de fracasso, dada a simultaneidade com um processo produtivo e dado que pode permitir interromper o projecto numa fase ainda controlável, aumenta só por si a complexidade do projecto, com os riscos que isso também acarreta. Mais uma clara situação de avaliação de *trade-offs*.

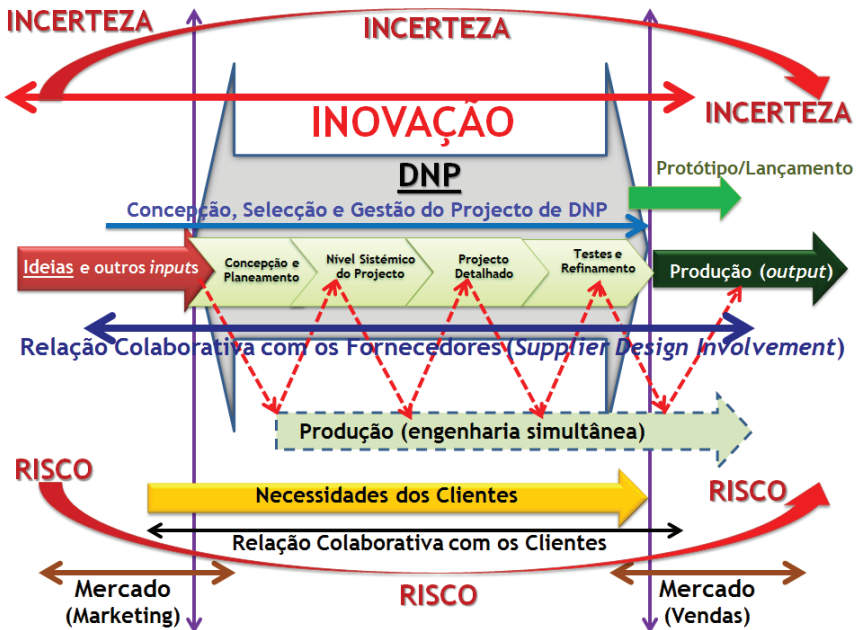


Ilustração 28 – Domínio e abrangência do DNP tendo em conta a ES

3.2.5 Processo Stage-Gate®

Existe uma outra relevante estratégia alternativa à clássica gestão sequencial, designada por *Stage-Gate*® (etapa – porta). Neste método considera-se que projecto e a produção se intersectam.

Um processo *Stage-Gate*® corresponde a um mapeamento de tudo o que precisa ser realizado para o DNP, que se inicia no momento do aparecimento da ideia e culmina no lançamento do produto. Também se constitui como um sistema de implementação da melhoria da eficácia e da eficiência do processo no seu conjunto.

Pode exprimir-se conceptualmente de acordo com a Ilustração 29.

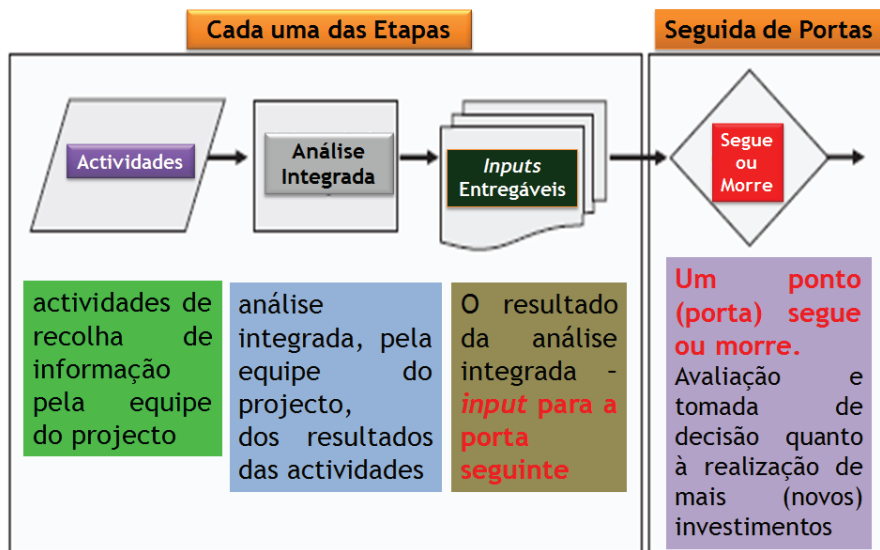


Ilustração 29 – Proposta *Stage-Gate*® referente à gestão de um projecto de DNP.

Fonte: Adaptação de Cooper (2008)

Neste modelo, às actividades de recolha de informação segue-se a análise integrada dos resultados das várias actividades, pela equipa do projecto, e o resultado dessa análise passará como *input* da porta seguinte. Nas portas, a imprescindível decisão de tipo segue ou morre ali mesmo o projecto.

Nos primórdios da implementação deste processo, durante os anos 90 do século XX, devido à introdução de diversos passos no processo de gestão de projectos de DNP, ele foi associado a desperdícios devidos ao concomitante excesso de burocracia que encareciam o desenvolvimento do produto. No entanto, também se reconhece que a implementação de desenvolvimentos posteriores expurgou o *Stage-Gate*® destas desvantagens competitivas.

A Ilustração 30 mostra de uma forma mais discretizada o *Stage-Gate*®, evidenciando os momentos em que normalmente são inseridos pontos de decisão e conjuntos de actividades operacionais.

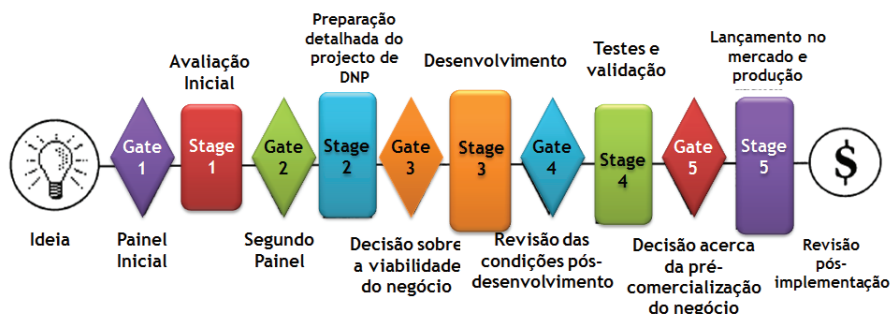


Ilustração 30 – Organização esquemática *Stage-Gate*®.

Adaptação de: Cooper (2008)

O autor, Cooper (2008), demonstrou como as portas (gates) devem ser empregues de modo a assegurar que o produto em desenvolvimento nas várias etapas (*stages*) está em conformidade com os objectivos de negócio da empresa. Este processo baseia-se na premissa de que, nos projectos, as respectivas equipas de projecto compreendem realmente como é que vão conseguir vencer os desafios que irão enfrentar.

Ainda de acordo com este autor, o processo *Stage-Gate*® foi originalmente desenvolvido a partir de pesquisa que modelou o que fazem e como fazem os “vencedores”, num trabalho da sua autoria, intitulado: “*New Products: What Separates the Winners from the Losers*”.

Também é possível utilizar o *Stage-Gate*® em conjunto com a ES enquanto ferramenta metodológica abrangente, não só de desenvolvimento do projecto, como no domínio da própria produção.

3.3 PARTILHA DA INFORMAÇÃO E PERTENÇA A REDES COLABORATIVAS

Avaliaremos conjuntamente os vários processos relativos à integração multifuncional em alianças estratégicas multi-parcerias, informação inter-organizacional partilhada, participação em redes colaborativas com partilha de inovação (inovação aberta e co-inovação), dado que se encontram intrinsecamente ligados e formando entre si um todo sistémico. Inicia-se assim esta abordagem conjunta com várias questões pertinentes a ter em conta em qualquer organização e em especial nas que se dedicam ao DNP, nomeadamente na fase de concepção e projecto. Questiona-se:

Realizar o projecto de uma forma centralizada ou descentralizada? E, no caso de descentralizada, como? E depois no decurso da produção de módulos e subconjuntos?

Para se responder a estas questões deve analisar-se com detalhe a coordenação e controlo da empresa focal, relativamente aos vários níveis de externalização e participação no DNP de fornecedores de partes componentes e subcomponentes do produto. Tal significa que o tema da globalização estratégica, não só ao nível dos mercados, mas também da partilha da informação e do conhecimento dos projectos de DNP, através da participação em redes colaborativas, tem de ser considerado durante as fases do projecto de DNP. Fases que decorrem tanto do ambiente sistémico e estratégico empresarial, como das suas áreas e domínios organizacionais e processuais.

Antes do processo de selecção dos fornecedores terão de se avaliar as possibilidades de onde o fazer, a que custos, quais as alternativas geográficas, etc. Se assim for, formar-se-ão as referidas redes e sub-redes colaborativas e os SCE ou “*Complex Engineered Systems*” (CES), que serão uma das mais relevantes fontes geradoras de complexidade.

O reconhecimento da elevada complexidade gerada por estes sistemas deve-se à existência de redes de fornecimento de componentes (mesmo de projecto) que partilham as interfaces tecnológicas. No entanto, o sistema obriga-se a funcionar como um todo. Com efeito, os SCE podem compreender um elevado número de participantes que assumem, por vezes, comportamentos e propriedades que os seus subconjuntos não possuem. Além disso, a hierarquia estabelece-se quando os sistemas se decompõem em subsistemas e estes em componentes, tal como evidencia a Ilustração 31.

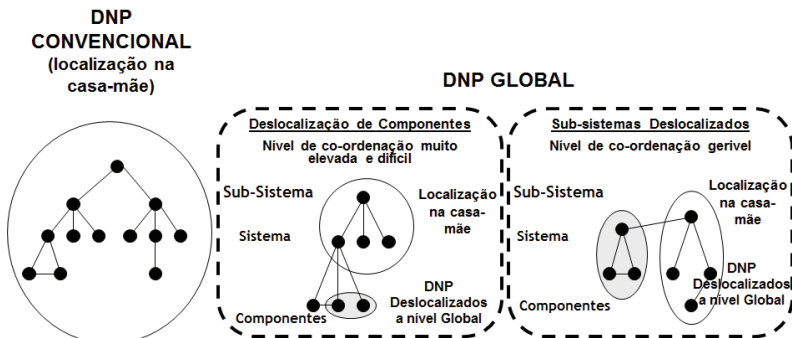


Ilustração 31 – Dificuldades com a estratégia de *offshoring*.

Fonte: Adaptação de Tripathy e Eppinger (2011)

Aí se evidenciam as configurações que assumem, respectivamente, as organizações locais diferentemente das organizações globais. Ou seja: contrariamente à organização local, pouco complexa, a complexidade da arquitectura da organização do desenvolvimento global de um produto relaciona-se com a estrutura, em termos de fornecedores, ligações, e constrangimentos, tanto do produto, como do sistema, do processo ou do elemento.

Da participação em redes colaborativas emana a partilha de conhecimento e informação, decorrendo daí, por vezes, diversas dificuldades de pertença à rede por parte do conjunto dos diversos participantes. De modo a enfrentarem as dificuldades da gestão da rede global, Tripathy e Eppinger (2011) propuseram um modelo conceptual da arquitectura global do DNP, conforme a Ilustração 32.

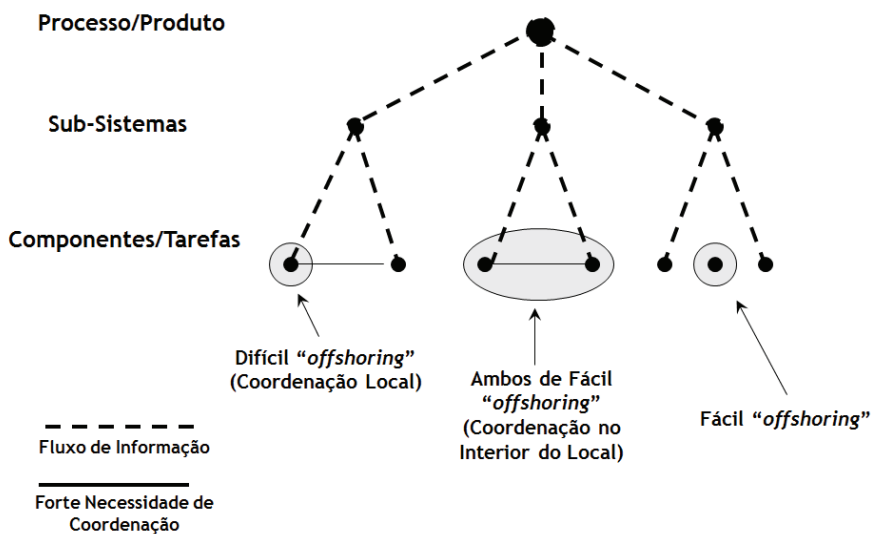


Ilustração 32 – Desenvolvimento global do DNP.

Fonte: Adaptação de Tripathy e Eppinger (2011)

O termo “*offshoring*” deve ser entendido como uma operação de deslocalização que ocorre quando uma empresa (ou algumas das suas valências) migra estrategicamente para outras áreas geográficas por via de vantagens diversas, como por exemplo: mão-de-obra mais barata; preço da energia; nível tributário ou outras.

Mas, se as companhias não podem estar constantemente a abrir ou a encerrar fábricas ou linhas de produção e montagem, já o mesmo não ocorre com os produtos. Com efeito, os novos produtos podem ser lançados continuamente. No caso do modelo conceptual apresentado distinguem-se três situações típicas:

- “*offshoring*” – a migração ou deslocalização referida;
- “*outsourcing*”, “externalização” ou “terciarização” – em que o produto, componentes ou projecto e/ou processo de engenharia serão realizados por outras organizações da rede da empresa focal, localizadas noutras áreas geográficas, ou mesmo “em casa”, mas subcontratadas a terceiros pela empresa focal;
- “*insourcing*” – o que é feito em casa (casa-mãe) como sugere a Ilustração 31.

Deve aqui insistir-se que é muito difícil estudar e projectar os SCE dado funcionarem como um todo, ou seja, um sistema integrado. Por isso precisam de ser decompostos em subsistemas ou módulos, funcionando cada um deles como se fosse uma “caixa negra”, em que cada um oculta dos outros os respectivos detalhes da sua parte do projecto. Nestas condições parecem existir duas resultantes:

- A primeira, nas empresas em que os SCE são deslocalizados e desconcentrados, a coordenação e o controlo dos subníveis é muito mais eficaz, o que corresponde a um importante factor de sucesso no desenvolvimento globalizado de novos produtos;
- A segunda, em que a visão do conjunto se encontra centralizada na organização focal. Isto é: cada subsistema, deslocalizado, não pode controlar inovações locais que sejam reservadas e cujo conhecimento está fora do alcance dos outros.

No entanto, cada uma, por si só, não reúne as condições necessárias para desenvolver de uma forma integral novos produtos. Mas, apesar disso, tem sobressaído a influência que as relações colaborativas exercem entre os principais clientes e fornecedores, através da empresa, nas especificações, no projecto, na variedade de produtos e no próprio DNP.

Assim, de acordo com Al-Zu`bi e Tsinopoulos (2012), num estudo que analisa o impacto da relação com clientes e fornecedores, concluem que o aumento do grau de colaboração com os clientes principais e com os fornecedores, durante o processo DNP, faz crescer a variedade de produtos oferecidos aos clientes. Além disso, os agentes participantes na rede colaborativa podem fornecer conhecimentos técnicos para melhoria de processos e produtos existentes, sendo mais susceptíveis de ficarem comprometidos com o êxito dos produtos que ajudaram a desenvolver. Os principais clientes combinam a competência técnica, frequentemente associada à dos fornecedores, com conhecimento exacto e rigoroso, alertando antecipadamente novas tendências do mercado, pelo que a relação colaborativa com eles é mais eficaz na variedade do que com os fornecedores. Muitos outros autores focam a operacionalização das estruturas de governança das relações comprador-vendedor, apenas no que concerne ao DNP, e cuja contribuição permitiu identificar três dimensões comportamentais que tipificam as relações colaborativas comprador-vendedor, nas configurações do DNP:

- Desenvolvimento de produto;
- Educação e formação;
- Geração de conhecimento do produto na fase de pós-instalação. Esta dimensão comportamental reflecte as interações colaborativas facilitadoras de melhorias referentes à inovação.

Uma outra evidência muito relevante é a de que existe uma forte cultura de competitividade nas indústrias que inovam e desenvolvem novos produtos através de uma cultura empresarial, assente na existência de equipas multidisciplinares. Também se realça o efeito do relacionamento colaborativo dessas equipas na competitividade.

Isto significa que o ambiente e a cultura empresarial, assentes em valores de partilha colaborativa e em redes colaborativas do tipo inovação aberta ou co-inovação têm influência na competitividade das empresas que investigam, inovam e desenvolvem novos produtos.

Kim e Kim (2009) analisaram 127 projectos de DNP, numa companhia que interage a nível global no mercado de componentes e produtos electrónicos. No seu trabalho constaram que o tipo de organização

empresarial mais analisado é o tipo matricial, e que a equipa de engenharia desempenha um papel muito específico no desenvolvimento e concepção de novos produtos.

A existência duma equipa de conhecimentos transversais ou *Cross-Functional Team* (CFT), enquanto equipa de projecto específica organizada com a finalidade de acompanhar e completar o novo produto em questão, deve funcionar do seguinte modo: os seus membros são destacados das mais diversas áreas da empresa, mas logo que o projecto fique concluído regressam às funções de origem na organização; quanto aos membros do departamento de engenharia, pelo contrário, permanecem na função mesmo depois do projecto ter terminado.

Assim, este departamento constitui-se como tendo uma missão facilitadora para cada projecto realizado na empresa.

Tanto na geração de ideias como na própria selecção do conceito de produto a ser desenvolvido (domínio do projecto), são as equipas multidisciplinares e/ou colaborativas que tomarão as decisões. Para isso, utilizarão necessariamente métodos ou ferramentas auxiliares dessas mesmas decisões (área do projecto).

A título de exemplo apontam-se: a simulação; o *benchmarking*; o *brainstorming*; o envolvimento dos fornecedores no desenvolvimento do projecto; etc., enquanto métodos que podem ser aconselháveis nestas fases.

Correntemente, o *benchmarking* encontra-se associado à excelência da qualidade do produto. Chama-se, no entanto, a atenção para o facto de a partilha de informação tecnológica exclusiva e confidencial (quando não secreta) sobre novos produtos em desenvolvimento, através de movimentos colaborativos, envolverem riscos não despiciendos. A confiança colaborativa é fundamental, devendo funcionar como elemento protector contra comportamentos abusivos de elementos oportunistas terceiros, eventualmente também pertencentes à rede.

Quer dizer: a globalização e a necessidade da existência dos movimentos colaborativos funcionando em rede conjugam o que concerne à inovação aberta, ou seja, uma troca de conhecimento inovador intimamente ligado à transferência de conhecimento no qual os recursos se movem facilmente na fronteira ou interface empresa / mercado.

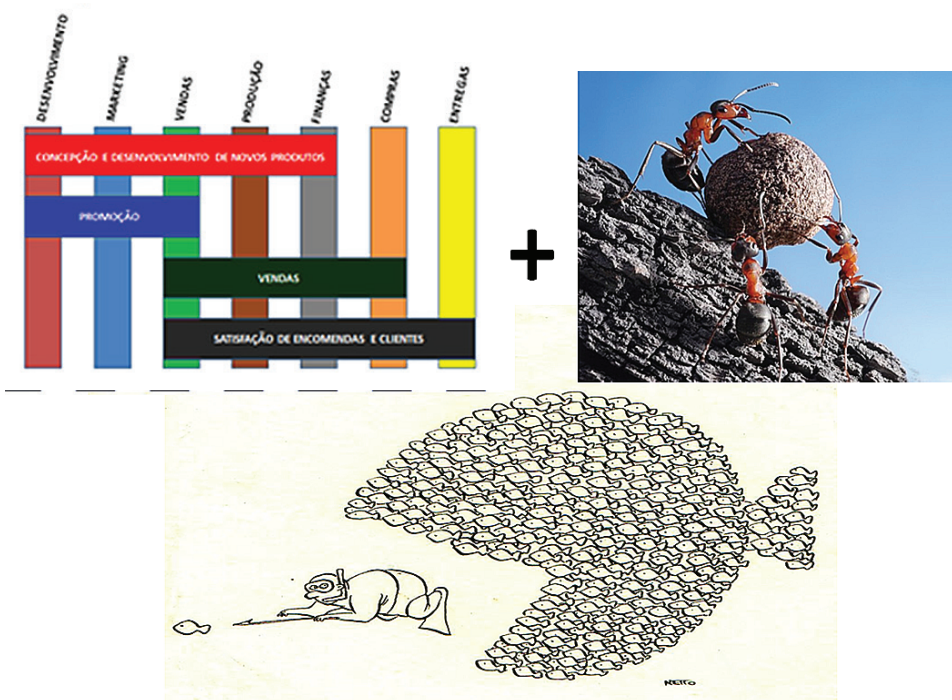


Ilustração 33 – Relação Multidisciplinar e Colaborativa versus Isolamento Empresarial

Fonte: Adaptação de www.google.pt/search?q=imagens+de+redes+colaborativas e *cross-functional* (02/08/15)

A participação em redes colaborativas promove uma inovação conjunta e/ou complementar, já atrás referida: a co-inovação.

Para as firmas participantes nas redes existem inúmeras vantagens, mas também alguns riscos. Nas operações de optimização ou reestruturação das redes de abastecimento que por vezes as empresas focais necessitam de realizar, com a eliminação de alguns troços ou nodos redundantes, não é raro algumas empresas terceiras ficarem na indesejável situação de empresas descartáveis. Um dilema muito frequente (designado por dilema social): pertencer ou não pertencer à rede e *trade-off* das vantagens face ao risco.

3.4 PRODUTIVIDADE E COMPETITIVIDADE NO DNP

A “produtividade” é mensurável enquanto indicador da eficiência da empresa, ou seja fazer cada vez mais e melhor com menos, e caracteriza-se por um rácio entre *inputs* e *outputs* de um determinado processo

$$P = \sum \frac{\text{Outputs}}{\text{Inputs}} \quad \text{Equação 6}$$

Em termos económicos a “produtividade” poderá ser definida de uma forma diferente e, então, será o quociente entre o valor acrescentado gerado no processo de produção e o “input” referente aos factores de produção.

$$P = \sum \frac{\text{Outputs} - \text{Inputs}}{\text{Inputs}} \quad \text{Equação 7}$$

Mas nada garante que com a máxima produtividade se atinja um nível de eficácia que assegure a necessária competitividade que não é mensurável em termos absolutos, mas, apenas, comparável quando os seus produtos entram em confronto com os congéneres concorrentes através do mercado.

Pode definir-se “competitividade” como sendo o modo pelo qual a empresa consegue satisfazer as necessidades dos consumidores, em concorrência com as congéneres, de forma a garantir a sua própria sobrevivência.

Ou seja: a competitividade resulta da transformação de ideias em produtos de uma forma mais rápida, barata e qualitativamente melhores e mais apetecíveis que os dos concorrentes, aos olhos do mercado e dos consumidores finais.

Como competitividade e produtividade não são a mesma coisa, dado que se pode ser produtivo mas não competitivo, então será conveniente que à produtividade corresponda uma adequada competitividade. A produtividade é, sem dúvida, uma das componentes essenciais da própria competitividade.

No entanto, e conforme já se concluiu aquando da abordagem da estratégia *blue ocean*, é **corrente** desenvolverem-se novos produtos por inovação disruptiva que ultrapassarão as circunstâncias competitivas do mercado. Relativamente às estratégias que podem promover vantagem competitiva, o que ocorre maioritariamente nas estratégias comuns *red ocean*, são clássicos os factores que consagram duas estratégias:

- através dos custos, proporcionando assim os mais baixos preços no mercado;

- através da diferenciação dos produtos, tornando-os diferentes de todos os outros existentes no mercado.

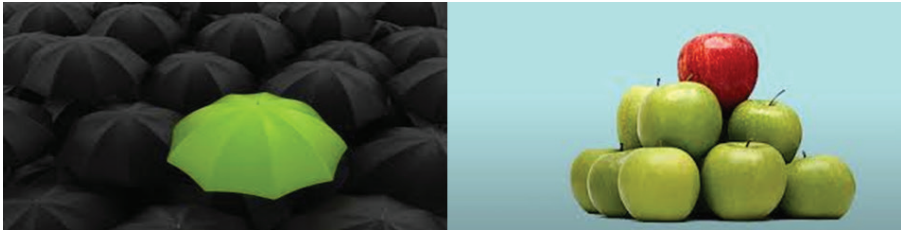


Ilustração 34 – Ideias Diferenciadoras

Fonte: <https://www.google.pt/search?q=imagens+de+diferenciação> (27/12/2016)

Fazendo parte do domínio organizacional das empresas, a produtividade e a competitividade são diferentemente classificadas face à diferença específica dos conceitos:

- A primeira, associada aos princípios de gestão interna em estrita ligação aos conceitos *lean*, é reportada à procura incessante da eficiência (que normalmente tende a ser influenciada pela envolvente externa à organização);
- A segunda, associada ao comportamento do mercado e que pode superar-se internamente, através de uma cultura empresarial de combate à concorrência e procura constante da eficácia, quanto à realização dos objectivos previstos.

3.5 PENSAMENTO *LEAN* (*LEAN THINKING*) E NORMALIZAÇÃO

“Pensamento *lean* ou *lean thinking*” corresponde a um princípio interno de qualquer organização, que se traduz na prática permanente de uma filosofia de:

- Redução de desperdícios;
- Produção eficiente com um mínimo possível de recursos
- Redução e compressão de tempo, espaço e custo.

“O conceito *lean* pretende consagrar uma saúde organizacional e sistêmica robusta”

O termo “*Lean Product Development*” (LPD) é conhecido internacionalmente no meio científico e também nas organizações empresariais mais avançadas, nomeadamente nas que se dedicam à concepção e desenvolvimento de novos produtos. O modelo completo de produção da Toyota é designado por *Toyota Production System* (TPS).

Pode descrever-se o LPD como um método ou ferramenta desenvolvida e usada pela *Toyota*, bem como por outros fabricantes japoneses da indústria automóvel, que, através do método *just-in-time* (JIT), porfiam no sentido de baixar radicalmente os custos, desperdícios e *lead-times* produtivos, por comparação com os congéneres ocidentais.

Uma das ferramentas que faz parte do próprio funcionamento do sistema JIT designa-se por *Kanban*. Este termo japonês significa “cartão”, e, actualmente, pode ser substituído por variantes luminosas ou outras, conforme os casos.

Quer dizer: só quando o cartão ou o substituto (a informação) anda para montante na cadeia de abastecimento da linha de produção é que a peça ou peças correspondentes seguem ou são puxadas (*pull*) para a jusante ao longo de toda a cadeia. A informação passa num sentido e o fluxo material segue o sentido inverso, evitando-se dessa forma a acumulação de *stocks* nos diversos postos de trabalho. Só há peça quando existe a informação da sua necessidade. Materializa-se assim uma cadeia de valor saudável.

Trata-se como é evidente de um sistema *pull*, ou seja, em que o fluxo material obedece a fluxos *upstream*, ao invés dos sistemas *push com fluxos downstream* e formação de *stocks*. Nas cadeias JIT a existência de inventário corresponde a capital imobilizado que se pode tornar obsoleto e transformar rapidamente em desperdício. Pode considerar-se desperdício qualquer actividade que consuma recursos e não crie valor. A expressão japonesa “Muda” representa essas actividades que não acrescentam valor ao produto final, mas que o tornam mais dispendioso e, logo, menos competitivo face à concorrência.

Identificam-se diversos tipos de desperdício dos quais os (Muda) mais correntes são:

- Excesso de produção;
- Espera por material, produtos, informação, equipamentos, etc.;
- Movimentos ou transportes excessivos ou inúteis;
- Desperdícios inerentes aos processos;
- *Stocks* ou inventário que não tenha sido encomendado pelo cliente;
- Defeitos;
- Desaproveitamento de meios.

O resultado da evolução do processo produtivo da Toyota (*Toyota Process System – TPS*) conduziu, ao fim de algum tempo, à filosofia *lean thinking* que também se costuma representar através de um esquema conhecido como o edifício *lean*, com mais ou menos blocos e pilares conforme os autores e as respectivas experiências empresariais. Na Ilustração 35 representa-se, de entre muitas, uma das suas configurações mais simples.

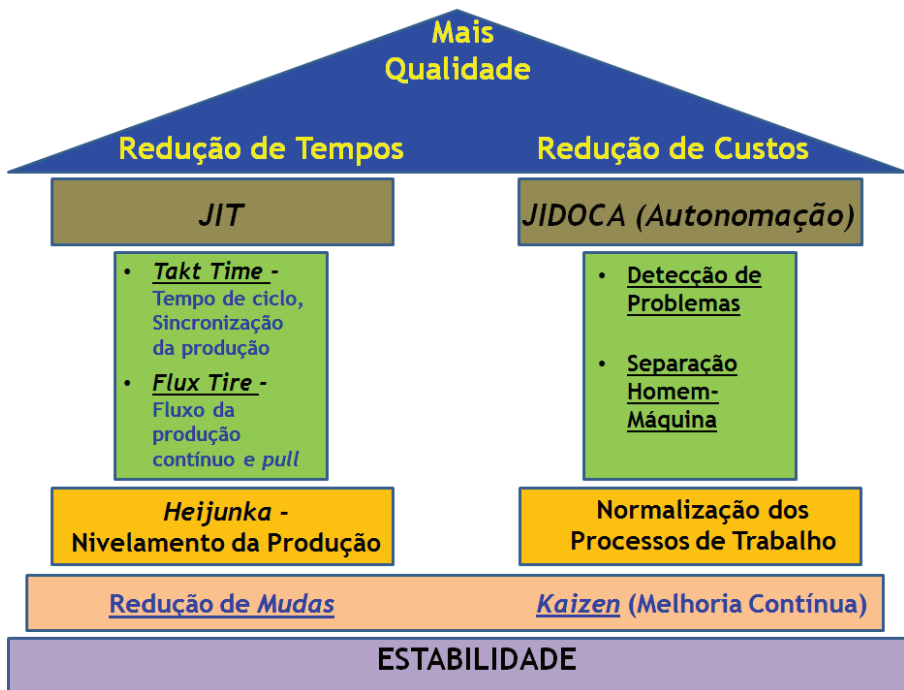


Ilustração 35 – Casa do TPS

Por “autonomação” entende-se a automatização com o “dedo ou toque” humano e por estabilização da produção o respectivo e desejável nivelamento face às flutuações da procura. Existem versões muito mais evoluídas da “casa” referentes a casos de estudo específicos em que a abordagem inclui mais blocos e pilares, sendo que, no caso ilustrado, só se representam dois, embora já se aproxime sensivelmente do que se poderá considerar o pensamento *lean*. O termo *Heijunka* refere-se a um quadro grande que indica o intervalo de tempo em que os recursos vão ser produzido e/ou entregues.

Ao longo do tempo também se desenvolveu no Japão o conhecido e importante conceito “*kaizen*” que significa “melhoria contínua”. Esta filosofia enquadra-se nos conceitos *lean*, que não é estático. Sendo dinâmico, só pode progredir, ou seja, melhorar de uma forma continuada. Trata-se de uma atitude empresarial que leva sempre em linha conta a vontade e necessidades dos clientes e isso é fulcral no DNP.

A Ilustração 36 evidencia todo o conteúdo do conceito.

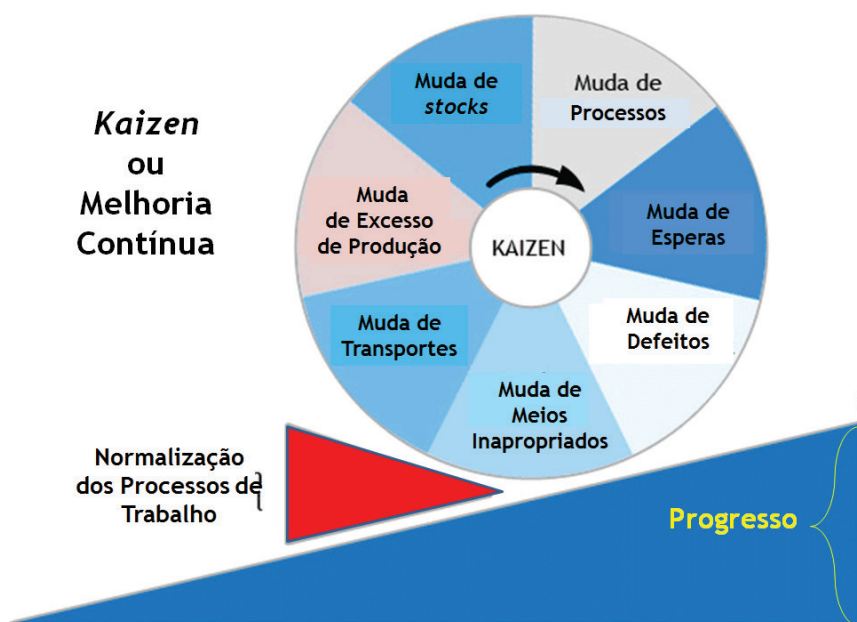


Ilustração 36 – Melhoria Contínua.

Fonte: Adaptação: <http://www.vision-lean.pt/lean-manufacturing/7-mudas/> (04/08/15)

O princípio da “normalização” constitui-se como sendo fundamental na consecução de políticas empresariais de eliminação de desperdícios, otimização de processos, nomeadamente na aplicação de filosofias *lean*. Será portanto ainda mais crucial no que concerne ao CDNP.

Correntemente substitui-se o termo *lean* por “magro” ou “magreza”. Dias (2013) clarifica a situação: “*O termo magro habitual sucedâneo no léxico português tanto se pode atribuir a entidades com saúde (sem excessos de gordura), como também a outras que podem indiciar doença (falta de músculo).*”

Estar magro ou mesmo muito magro pode muito bem corresponder a fraqueza ou doença, quando não à própria anorexia. Na verdade, o conceito lean (“estar na linha”) pretende significar uma saúde organizacional e sistémica robusta e o conjunto, tão lean quanto possível onde deve, e tão ágil quanto possível onde pode, comportando-se de uma forma resiliente, ou seja, capaz de suportar inesperadas e fortes rupturas e retomar tão rápido quanto possível (senão mesmo com melhorias) as condições anteriores a essa ruptura.

Além destes, o termo “enxuto” também significa estar seco (de carnes), mas, também, isento de humidade. Não estar molhado não se deve confundir com o conceito lean. Talvez o termo “escorreito” se adequasse ao conceito; tal designação não se enraizou.”

3.6 PRINCÍPIOS DE QUALIDADE APLICÁVEIS

Já se entendeu o papel estratégico e funcional da aplicação da filosofia de “melhoria contínua”. Em associação, a função qualidade e o seu desenvolvimento constituem-se como sendo outro importante parâmetro sistémico do âmbito do projecto de DNP. É relevante quando associada à certificação das áreas organizacionais que envolvem o DNP, como ainda e especialmente, quando associada ao produto e ao seu controlo, ou seja, aos domínios processuais e operacionais.

Existem diversas ferramentas de apoio e implementação de estratégias de qualidade disponíveis. Referem-se, entre outras, “*Total Quality Management*” (TQM); “*House of Quality*” (HOQ) ou Casa da Qualidade; “*Design for Six-Sigma* (DFSS)”; “*Quality Function Development*” (QFD); a “*Failure*

Model and Effect Analysis” (FMEA) e as suas variantes. Estas e outras ferramentas e/ou metodologias serão abordadas no âmbito do Capítulo 4. Também aí será abordada a engenharia robusta ou projecto robusto, uma ferramenta de suporte ao projecto de DNP e da autoria de Taguchi (1986).

Existem muitos exemplos práticos de novos produtos, desenvolvidos com o apoio das ferramentas da qualidade e implementados em várias partes do mundo, muitos deles no oriente, destacando-se *Taiwan* como local de eleição de trabalhos de investigação industrial neste domínio. As questões relacionadas com as características do novo produto, desejadas pelo cliente ou por ele percebidas, são portanto fulcrais para o êxito desse produto no mercado. A intenção do método *Taguchi* é a obtenção de produtos suficientemente robustos de modo a atingir-se alta qualidade no que concerne às eventuais flutuações que influenciem o ambiente envolvente do DNP e, até mesmo, as que venham a ocorrer no decurso do próprio processo produtivo.

No que se refere aos princípios gestionários das áreas e domínios organizacionais do DNP, destaca-se outro requisito qualitativo relevante em termos dos princípios aplicáveis. Trata-se do escrupuloso respeito pela legislação em vigor, em termos nacionais, regionais e/ou locais, inerente aos produtos (em especial dos novos produtos) tanto no que concerne aos rótulos, embalagens, como ao funcionamento em segurança do próprio produto, pela normalização de tudo o que tiver que ser normalizado, bem como os necessários tipos de certificação da organização. É pois essencial a certificação dos serviços que suportam o projecto e a produção do DNP, através da aplicação da norma NP ISO 9001 (2008), não se descurando os aspectos e normas ambientais (NP ISO 14001: 2004) ou da própria segurança (OHSAS 18001: 2007).

Relativamente ao produto, o seu controlo de qualidade, e a aplicação do mesmo tipo de normas é hoje requisito essencial para a sua credibilidade junto dos mercados e respectivos consumidores.

3.7 ENGENHARIA E CAPACIDADE TECNOLÓGICA

Outra área do domínio processual do DNP, tanto para produtos industriais ou não, respeita à capacidade tecnológica e da engenharia das empresas.

Existe ainda uma forte relação entre competitividade tecnológica e maturidade tecnológica.

Na primeira, a empresa domina as tecnologias aplicadas nos seus produtos e na segunda identifica o estado de desenvolvimento dessas tecnologias na empresa e no mercado. Em qualquer dos casos é necessária capacidade de “engenharia” que é correntemente ligada tanto ao produto como ao processo. A engenharia de materiais pode ser autónoma umas vezes e noutras integrar-se quer no produto quer no processo, dependendo do produto em questão, nomeadamente dos seus requisitos físicos.

A engenharia concorrente ou simultânea, embora já aqui tratada como variante organizacional do projecto de DNP, é também reconhecida como determinante dos processos que originarão os produtos projectados, ou seja, ferramenta metodológica. Trata-se de uma área sistémica muito relevante a ter em conta no DNP, mas muito técnica e de difícil abordagem, visto que o domínio da engenharia é muito vasto e o das suas tecnologias não o é menos.

É que, no DNP, são frequentemente necessários processos e tecnologias inovativas, quer ao nível dos materiais em geral, como dos que promovem por exemplo a furtividade (invisibilidade no meio) muito em voga tanto na aviação como nas marinhas militares. São também necessárias ferramentas, e equipamentos sofisticados, da informação e da comunicação, da logística e das instalações existentes e/ou a criar. Mesmo assim, por vezes não se tem tudo, recorrendo-se então às parcerias estratégicas da rede colaborativa ou a terceiros muito qualificados.



Ilustração 37 – E o que não existir tem de ser criado

Fonte: www.putsgrilo.com.br/tecnologia/incriveis-invencoes-do-futuro-carro-com-asas-a-energia-sem-fio/ (22/10/2016)

Para a capacidade de engenharia e tecnologias existentes é importante dispor-se de recursos humanos altamente especializados e qualificados quer nos produtos quer nos processos, materiais, etc.

FERRAMENTAS DE SUPORTE AO DNP

Este capítulo tem como finalidade abordar, com a profundidade possível, o conjunto de ferramentas disponíveis para solucionar problemas decorrentes dos processos de DNP. Para cumprir este objectivo, primeiramente foi necessário abordar as questões terminológicas relativas às ferramentas, identificando as mais utilizadas, classificando-as em grupos tendo em conta o âmbito da sua utilização, e, finalmente, interrelacioná-las.

No sentido de se evitarem situações dúbias do ponto de vista terminológico, definiu-se para este livro a seguinte regra:

- As ferramentas de índole estruturante no processo de DNP serão designadas por “ferramentas metodológicas”;
- As ferramentas que funcionem nos processos de DNP que não sejam de índole estruturante, mas que sejam apenas suporte dalguma, então, serão designadas por “ferramentas instrumentais”;
- O uso do termo “ferramenta” será genérico para umas e outras.

4.1 CLASSIFICAÇÃO E SELECÇÃO DE FERRAMENTAS

No sentido de arrumar o conjunto de ferramentas disponíveis destacaram-se, pela sua especificidade, seis grupos ou famílias de ferramentas de apoio ao DNP, apresentados na Ilustração 38, pelo que se assumem, desde já, como grandes grupos de classificação das ferramentas de DNP associados a: Inovação e criatividade; Envolvimento dos fornecedores; Suporte à função Qualidade; Projecto de produtos “zero defeitos”;

Outras ferramentas de suporte ao projecto; Ferramentas de suporte à decisão.



Ilustração 38 – Grupos de ferramentas de apoio ao DNP

Resumindo. As ferramentas classificaram-se em dois tipos: metodológicas e instrumentais. As primeiras, por si só ou em complementaridade com outras, estruturam um projecto de DNP. As segundas, por si só, não conseguem estruturar ou definir um projecto de DNP, mas são recorrentemente utilizadas como apoio, suporte ou instrumento de outras. Tal classificação é arbitrária, mas útil.

Assim, com base no critério enunciado, apresenta-se a Tabela 7, na qual se encontram arrumadas as ferramentas, de acordo com a classificação aqui assumida.

Tabela 7 – Classificação das Ferramentas de apoio ao DNP

Levantamento de Ferramentas de Apoio ao DNP		
Classificação	Metodológicas	Instrumentais
Soluções Criativas e Inovativas	TRIZ	ARIZ; Matriz de Contradições; modelo <i>S-Field</i>
	Projecto Criativo	Analogias (<i>analogy-based design</i>) e outros
	Projecto Axiomático	
		Análise de <i>Pugh</i> ; DOE; DFX
Envolvimento de Fornecedores	SDI	
Enfoque na Função Qualidade	QFD	Modelo de <i>Kano</i> ; HOQ; BSC; Diagrama causa-efeito, <i>Ishikawa</i> ou <i>Fishbone</i> ; DFMEA; lei de Pareto ou Análise ABC
Enfoque na produção “Zero Defeitos”	DFSS	Ciclos do DFSS (DMADV, DCCDI, DCOV, DDOV, DMADIC, DMADOV, DMEDI, ICOV, IDOV, ID ² OV, I ² DOV e PIDOV) – Ver os significados na tabela 4-12.
Suporte ao Projecto	Projecto Robusto	
	Projecto de Toleranciamento	
	Projecto Modular	
Suporte à Decisão	AHP	
		CBR; DEA; Painel <i>Delphi</i>

De acordo com este critério, o DEA e a técnica *Delphi*, por exemplo, classificam-se como ferramentas instrumentais de apoio à decisão.

4.2 ANÁLISE DAS FERRAMENTAS DE APOIO AO DNP

Neste Subcapítulo vão abordar-se com o detalhe possível as ferramentas, tanto metodológicas como instrumentais, de forma individualizada conforme o seu campo de aplicação. Assim, vão ser analisadas as ferramentas focadas: em soluções criativas e inovativas; no envolvimento dos fornecedores; no suporte à qualidade; na produção zero defeitos; e ainda

outras no suporte ao projecto; e, finalmente, as ferramentas de apoio à tomada de decisão ao longo dos processos de DNP.

4.2.1 Soluções Inovativas e Criativas

No conjunto das ferramentas metodológicas e instrumentais, estas da operacionalização das primeiras, destacou-se um conjunto de seis cujo campo de aplicação é propício à obtenção de soluções inovativas e criativas de problemas surgidos durante o DNP. São elas o TRIZ, o Projecto Criativo, o Projecto Axiomático, a Análise de *Pugh*, o DOE e o DFX. As três primeiras metodológicas e as outras três de natureza instrumental.

4.2.1.1 TRIZ

Com base na análise preliminar efectuada, e do ponto de vista da quantidade dos trabalhos científicos, o TRIZ pode considerar-se como uma ferramenta metodológica bastante popular de entre as que são utilizadas no DNP. Popularidade esta que entre os empresários das indústrias que desenvolvem novos produtos, nomeadamente os portugueses e por enquanto, não tem a mesma amplitude que tem entre académicos.

O acrónimo TRIZ provém do russo (cirílico) “Теория Решения Изобретательских Задач”, que no alfabeto latino assume a forma “*Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch*” e ainda adaptado ao português como: “Teoria para a Resolução de Problemas Inventivos”. A origem nominativa russa deve-se ao facto de ter sido desenvolvida pelo inventor soviético Genrich Atshuller e seus colegas, em 1946.

Estes investigadores perceberam que existiam padrões na forma como se alteram e evoluem os sistemas tecnológicos. Por isso, resolveram realizar a investigação através da análise de mais de 200 mil patentes, procurando aí os princípios básicos e padrões inovativos utilizados no DNP. Foi uma ideia expedita, que permitiu perceber o que é verdadeiramente inovador, bem como quais são os problemas que se colocam, e como se poderão resolver. Na verdade, os autores da teoria foram procurar padrões de sistematização onde, obviamente, deviam procurar, ou seja, em conservatórias de registo de patentes, locais que, ao tempo, concentravam a maior quantidade de inventividade.

O TRIZ pode classificar-se como sendo uma ferramenta metodológica constituída por um conjunto de ferramentas instrumentais desenvolvidas

durante muitos anos de investigação. Também se pode referir que o TRIZ pretendeu apoiar os engenheiros e as tecnologias na resolução de problemas decorrentes de processos de desenvolvimento, que envolvessem soluções inovadoras não antes encontradas. Isto porque, em novos projectos aparecem novos problemas para os quais não há uma solução pré-existente e determinada, que possa servir de referência/apoio para os solucionar.

Mas afinal, como se poderá então definir ou caracterizar o TRIZ?

Pode definir-se como sendo uma metodologia heurística orientada ao ser humano, e baseada em conhecimento para a resolução de problemas inventivos.

Referiu-se atrás do carácter no apoio específico ao desenvolvimento de inovações de projecto, produtos ou processos de engenharia ou tecnológicos. No entanto, dá-se conta das aplicações noutros domínios, como por exemplo dos serviços bancários ou, surpreendentemente, na aplicação a soluções inovativas quanto à prevenção de desastres e gestão de aglomeração de multidões. Mais surpreendentemente ainda, a referência do conceito TRIZ-fractal, ou seja, a auto-semelhança em transformações baseadas nas ferramentas TRIZ, para tratar a gestão do conhecimento. Para a realização concreta de problemas existem já hoje à disposição diversos *softwares* de apoio à resolução de problemas inventivos, mesmo através das ferramentas de suporte à ferramenta metodológica TRIZ.

Como se viu em 1.4., a inovação pode ocorrer de forma acidental e/ou por via de um golpe de sorte, ou ainda através da manifestação de algum elemento genial ou inspirado. No entanto, após o desenvolvimento da ferramenta metodológica TRIZ, passou a ser possível sistematizar a própria inovação. Uma conclusão, sem dúvida muito importante, obtida a partir dos trabalhos do próprio o inventor da teoria, Genrich Atshuller.

Em alternativa à inovação acidental, a inovação sistemática ocorria também de acordo com certos padrões. Esta descoberta está em linha com os estudos dos fenómenos da complexidade, onde não é comum a realização de previsões e muito menos de resultados exactos, mas, ao invés, detectam-se padrões¹⁵. Na resolução inovativa de problemas, os

¹⁵ “Complexo” refere-se a um estado em que os detalhes não podem ser compreendidos, mas em que o “todo”, ou resultado global, pode ser entendido através da capacidade de gerar ou formar padrões.

tais padrões foram detectados por Altshuller *et al.* (1999), através da informação obtida da miríade de patentes analisadas e aplicando-os como forma de fazer progredir os sistemas através dos seus vários estádios evolutivos (Ilustração 39).

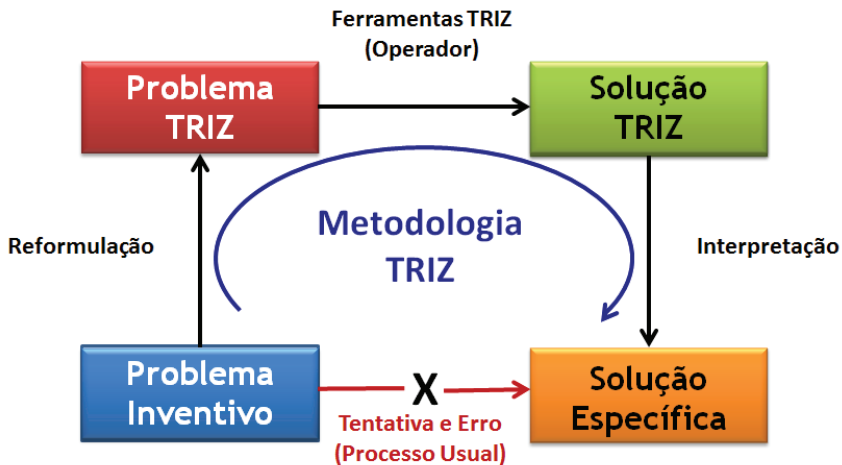


Ilustração 39 – Processo TRIZ de resolução de problemas.

Fonte: Adaptação de Yang e Chen (2011)

A primeira avaliação do problema deve caminhar no sentido da identificação dos padrões ou detalhes comportamentais que se repetem. Nestas condições, a ferramenta metodológica TRIZ evoluiu de acordo com oito padrões clássicos que se podem descrever da seguinte forma:

- Etapas da evolução de um sistema tecnológico;
- Evolução no sentido do aumento idealizado;
- Desenvolvimento não uniforme dos elementos do sistema;
- Evolução no sentido de um maior dinamismo e controlabilidade;
- Aumento da complexidade, seguido de simplificação;
- Conformidade e desconformidade dos elementos;
- Evolução no sentido de níveis micro seguida do incremento proveniente da utilização no terreno;
- Evolução no sentido da diminuição do envolvimento humano.

Estes oito padrões poderão ainda ser subdivididos em sub-padrões. É posição corrente no projecto moderno, identificar no seu interior um padrão evolutivo, partindo-se daí para a criação de outros novos projectos. Mas é plausível dar-se conta da existência de um ou mais problemas cuja solução ou soluções podem ou não ser familiares. A ferramenta metodológica TRIZ considera cinco níveis de inovação (Altshuller *et al.*, 1999):

- Nível 1 – Configura uma melhoria simples de um sistema existente, em que apenas se exige um conhecimento técnico das funções desse sistema. Não se pode dizer que este primeiro nível exija inovação, já que a melhoria verificada, apesar de alterar uma determinada característica do produto, não resolve por completo qualquer problema. É corrente que os engenheiros que detectam contradições assumem posturas ou soluções de compromisso para seguir em frente. No entanto, não resolvem, verdadeiramente, o problema. Das patentes verificadas por, 32% eram deste tipo;
- Nível 2 – Constitui-se como sendo uma pequena melhoria e corresponde a uma inovação que permite resolver uma contradição técnica entre duas características. A ferramenta disponível na ferramenta metodológica TRIZ para o desenvolvimento de melhorias a este nível é a “eliminação de contradições”, a tratar um pouco mais adiante neste trabalho. Exige já razoáveis conhecimentos em diversas áreas relevantes para o desenvolvimento do produto. Das patentes verificadas estas correspondem a 45%;
- Nível 3 – É designado por “grande melhoria”. Necessita de uma inovação que permite resolver uma contradição física, através das 76 Soluções *Standard* conforme a “análise *S-Field*” propostas por Altshuller *et al.* (1999) mais adiante referidas. Exige conhecimentos em várias áreas técnicas e industriais. Verificam-se alterações do produto a nível físico, químico e geométrico. Das patentes analisadas, 18% foram deste tipo;
- Nível 4 – Este nível encontra-se já no domínio do “novo conceito”, ou seja, de um problema complexo sem aparentes contradições.

Trata-se do desenvolvimento de uma nova solução tecnológica que requer conhecimentos de diferentes áreas científicas. Pode conseguir-se uma melhoria de um sistema técnico, sem resolver um problema técnico em particular, mas sim substituindo a tecnologia inicial por uma nova tecnologia. Uma das ferramentas de Altshuller et al. (1999) que permite identificar claramente o verdadeiro problema e encontrar uma nova solução é o ARIZ, também a tratar um pouco mais adiante. Das patentes analisadas, 4% eram deste tipo;

Nível 5 – Corresponde a uma nova descoberta técnica ou científica. Das patentes analisadas, 1% eram deste tipo (invenções).

Os autores da teoria pretenderam excluir os dois níveis extremos (1 e 5) do conceito de inovação, pelo que não desenvolveram ferramentas para estes casos. Classificam os níveis 2 e 3 como sendo de carácter “inovador” e o nível 4 de carácter “inventivo”. Isto não significa que cada nível é melhor do que o anterior, mas que o melhor nível será o que resolve as limitações do próprio sistema, aproximando-o do sistema ideal. Quanto mais elevado é o nível de inovação mais detalhada é a análise e a pesquisa.

Tabela 8 – Níveis de Inovação TRIZ

Ferramenta Metodológica TRIZ			
	Patentes (%)	Conceito de Inovação (Características dos Problemas)	Ferramenta Instrumental
Nível 1	32%	Melhoria Simples	S/Ferramenta (Solução Corrente)
Nível 2	45%	Pequena Melhoria	Matriz de Contradições (Eliminação das Contradições)
Nível 3	18%	Grande melhoria	S-Field (76 Soluções Standard)
Nível 4	4%	Novo Conceito	ARIZ (Análise Passo-a-Passo)
Nível 5	1%	Descoberta Técnica ou Científica	S/Ferramenta (Invenção)

Tal como se mostra na Tabela 8, detectam-se três ferramentas instrumentais adequadas respectivamente aos níveis 2, 3 e 4. No primeiro caso trata-se da matriz das contradições em que, na ferramenta metodológica TRIZ, contradições são todos os problemas onde se verificam conflitos. Aqui, as contradições que são tidas em conta são as técnicas e as físicas. Após analisar tantos milhares de patentes, Altshuller *et al.* (1999) verificaram que muitas contradições foram resolvidas, sem recorrer obrigatoriamente a um compromisso entre características que se contrariam, ou sequer uma troca entre as mesmas. Para resolver as várias contradições existentes, os mesmos autores identificaram 40 princípios inovativos, os quais são apresentados na Tabela 9.

Um modo de aplicar livremente estes princípios inventivos, tal como se faria numa sessão de *brainstorming*, é com o uso das questões evocativas: “*e se for tentado o uso de materiais compósitos? Ou antes, o uso de materiais porosos?*”.

Tabela 9 – Os 40 princípios inovativos.

Fonte: Adaptação de Hsieh e Chen (2010)

1 – Segmentação	9 – Compensação Prévia	17 – Transição para nova Dimensão	25 – Auto-serviço	33 – Homogeneização
2 – Extração	10 – Acção Prévia	18 – Vibração Mecânica	26 – Cópia	34 – Descarte e Regeneração
3 – Qualidade Localizada	11 – Amortecimento Prévio	19 – Acção periódica	27 – Uso e Descarte	35 – Mudança de Parâmetros e Propriedades
4 – Assimetria	12 – quipotencialidade	20 – Continuação da Acção Útil	28 – Substituição de meios mecânicos	36 – Mudança de Fase
5 – Submersão	13 – Inversão	21 – Aceleração	29 – Construção Pneumática ou Hidráulica	37 – Expansão Térmica
6 – Universalidade	14 – Recurvação	22 – Transformação de Prejuízo em Lucro	30 – Uso de Filmes Finos e Membranas Flexíveis	38 – uso de oxidantes Fortes
7 – Encaixe	15 – Dinamização	23 – Retroalimentação	31 – Uso de Materiais Porosos	39 – Uso de Atmosferas Inertes
8 – Contrapeso	16 – Acção Parcial ou Excessiva	24 – Mediação	32 – Mudança de Cor	40 – Uso de Materiais Compósitos

Além disso, Altshuller propôs a chamada “matriz das contradições” de 39x39 células, composta por 39 características passíveis de serem

alteradas positiva ou negativamente, no desenvolvimento do sistema inovador (parâmetros de engenharia). Nestas condições, contradições seriam as ocorridas entre duas das 39 características identificadas. Na Tabela 9, apresentam-se os 39 parâmetros de engenharia.

Tabela 10 – Os 39 parâmetros de engenharia da matriz das contradições.

Fonte: Adaptação de Hsieh e Chen (2010)

1 – Peso do Objecto Móvel	9 – Velocidade	17 – Temperatura	25 – Perda de Tempo	33 – Conveniência do Uso
2 – Peso do Objecto Estacionário	10 – Força	18 – Brilho	26 – Perda de Substância	34 – Manutibilidade
3 – Comprimento do Objecto Móvel	11 – Pressão ou Tensão	19 – Energia Consumida pelo Objecto Móvel	27 – Fiabilidade	35 – Adaptabilidade
4 – Comprimento do Objecto Estacionário	12 – Forma	20 – Energia Consumida pelo Objecto Estacionário	28 – Precisão da Medição	36 – Complexidade do Objecto
5 – Área do Objecto Móvel	13 – Estabilidade da Composição do Objecto	21 – Potência	29 – Precisão da Fabricação	37 – Complexidade do Controlo
6 – Área do Objecto Estacionário	14 – Resistência	22 – Perda de Energia	30 – Factores Prejudiciais que Actuam no Objecto	38 – Nível de Automação
7 – Volume do Objecto Móvel	15 – Duração da Acção do Objecto Móvel	23 – Perda de Substância	31 – Factores Prejudiciais causados pelo Objecto	39 – Produtividade
8 – Volume do Objecto Estacionário	16 – Duração da Acção do Objecto Estacionário	24 – Perda de Informação	32 – Manufacturabilidade	

Para a construção da matriz de contradições, Altshuller *et al.* (1999) observaram que as contradições técnicas podem ser expressas em termos de conflito entre dois parâmetros: um melhorado e outro com dano. Conforme se apresentou, apenas 39 parâmetros foram extraídos para descrever todas as contradições detectadas nas patentes analisadas, considerando-se uma contradição técnica como sendo uma combinação de dois dos parâmetros, exigindo-se deles uma ampla interpretação. Então, eles são genéricos para muitos campos e áreas específicas da engenharia. Ainda de acordo com estes autores, quando explicam a construção da matriz, os parâmetros e os princípios são colocados em conjunto nessa ferramenta, onde se tem não só a formulação das contradições,

mas também o caminho para se encontrarem as soluções, construindo-se assim uma matriz de 39x39 células. Nas linhas são colocados os parâmetros melhorados, e nas colunas os que contêm dano. Numa contradição, a célula de intersecção da linha com a coluna indica o princípio a explorar no sentido da busca da solução.

Assim, através da matriz das contradições, a ferramenta metodológica TRIZ abre um novo mundo baseado nas patentes, o que vai permitir identificar os princípios pelos quais se oferecem as soluções possíveis. Para eliminar estas contradições, Robles *et al.* (2009) apontam um caminho de cinco fases:

1. Traduzir o problema numa contradição entre dois parâmetros;
2. Identificar ambos os parâmetros entre 39 apresentados na tabela 3-5;
3. Usar a matriz;
4. Identificar o princípio inovativo a utilizar, entre os 40 apresentados na Tabela 10. Na célula de intersecção, os princípios são classificados numa ordem estatística, recomendada na utilização da resolução das contradições. Se nesta fase os princípios propostos na célula não gerarem qualquer solução, então devem utilizar-se outros princípios mais adequados;
5. Traduzir o princípio numa solução operacional (expressão de criatividade).

Como se configurará uma contradição simultaneamente técnica e física de modo a se compreender a utilidade desta ferramenta?

Imagine-se o exemplo seguinte: a necessidade de aumentar A (resistência) deteriora B (fiabilidade), correspondendo a uma contradição técnica. Mas, por outro lado, aumentar A (resistência) através do aumento de C (complexidade) deteriora B (fiabilidade), o que corresponde a uma contradição física, na medida em que tal significa ter a necessidade de aumentar e diminuir C (complexidade) ao mesmo tempo.

Nesta fase poder-se-ia dizer que o engenheiro encontraria a solução de compromisso, mas o inventor ultrapassa a contradição de C, melhorando simultaneamente A e B (Ilustração 40).

		Parâmetros com Dano									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Parâmetros com Melhoria	1	X		15, 8 19, 34		29, 17 38, 34		29, 2 40, 28		2, 8, 15, 38	8, 10, 18, 37
	2		X		10, 1, 29, 35		35, 30, 13, 2		5, 35, 14, 2		8, 10, 19, 35
	3	8, 15, 29, 34		X		15, 17, 4		7, 17, 4, 35		13, 4, 8	17, 10, 4
	4		35, 28, 40, 29		X		17, 7, 10, 40		35, 8, 2, 14		28, 10
	5	2, 17, 29, 4		14, 15, 18, 4		X		7, 14, 17, 4		29, 30, 4, 34	19, 30, 35, 2
	6		30, 2, 14, 18		26, 7, 9, 39		X				1, 18, 35, 36
	7	2, 26, 29, 40		1, 7, 4, 35		1, 7, 4, 17		X		29, 4, 38, 34	15, 35, 36, 37
	8		35, 10, 19, 14	19, 14		35, 8, 2, 14			X		2, 18, 37
	9	2, 28, 13, 38		13, 14, 8		29, 30, 34		7, 29, 4		X	13, 28, 15, 19
	10	8, 1, 37, 18	18, 13, 1, 28	17, 19, 9, 36	28, 10	19, 10, 15	1, 18, 36, 37	15, 9, 12, 37	2, 36, 18, 37	13, 28, 15, 12	X
Princípios de Uso											

Ilustração 40 – Secção de uma matriz de contradições (39x39).

Fonte: Adaptação de Robles *et al.* (2009)

Pode então dizer-se que as contradições técnicas são resolvidas através da utilização dos 40 princípios inovativos. Por outro lado, as contradições físicas exigem um nível de abstracção mais elevado e soluções mais gerais, logo mais complexas. São resolvidas através da utilização dos 3 princípios da separação: no tempo; no espaço; e na escala.

A ferramenta metodológica TRIZ faculta três ferramentas instrumentais específicas, que não suportam outras ferramentas metodológicas que não a TRIZ, e que a auxiliam na análise dos conflitos verificados no desenvolvimento do produto.

- Primeira: matriz de contradições (Ilustração 40);
- Segunda: princípios inventivos: propiciam a análise das contradições técnicas;
- Terceira: os princípios de separação (espacial, temporal, estrutural e de escala) constituem uma ferramenta de resolução das contradições físicas.

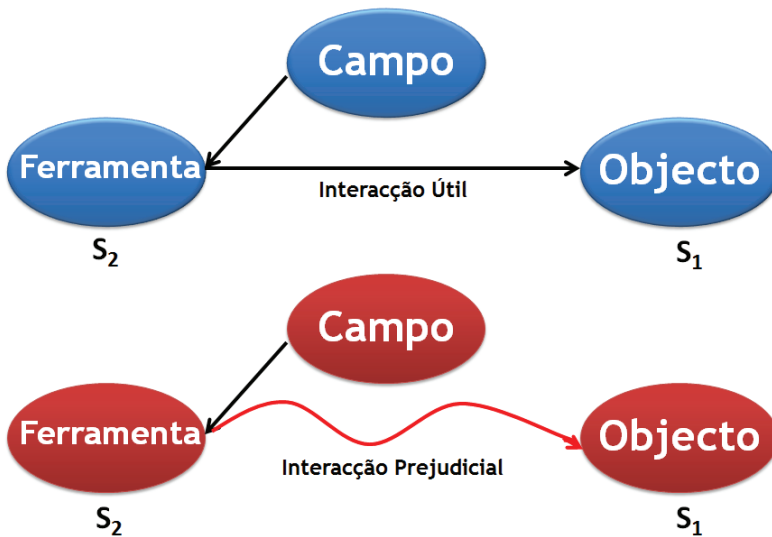


Ilustração 41 – Modelo S-Field.

Veja-se então, para o referido terceiro nível designado por “grande melhoria”, que necessita de uma inovação que permita resolver uma contradição física, através das 76 Soluções *Standard* conforme a “análise S-Field” (*substance-field based TRIZ*), propostas por Altshuller *et al.* (1999), apresentada na Ilustração 41. Uma importante premissa de que parte o autor do TRIZ é a seguinte: todos os sistemas tecnológicos podem ser decompostos num conjunto de subsistemas, sendo cada um deles, por mais simples que seja, responsável por uma determinada função. Desta maneira, todos os sistemas são compostos por subsistemas e todos eles, em conjunto, formam um sistema de nível superior. Estes supersistemas são resultado do crescimento de sistemas tecnológicos simples, tornando-se progressivamente mais complexos.

Na ferramenta metodológica TRIZ, uma função corresponde: “à *interacção entre duas substâncias e o campo de acção entre elas*”. O campo actua numa determinada substância S₂, modificando, melhorando, a interacção entre esta e a segunda substância S₁. À primeira substância S₂ dá-se-lhe o nome de ferramenta, a segunda substância S₁ é denominada de objecto. O número de interacções e a possibilidade de estas sucederem é elevado. No entanto, somente dois tipos de interacções interessam: a “interacção útil” e a “interacção prejudicial” conforme a

Ilustração 41. Após a representação do modelo *S-Field* é possível identificar o problema inerente ao sistema em apreço através de um problema genérico. Altshuller *et al.* (1999) consideram que a este nível de inovação os problemas genéricos identificados foram já resolvidos por outros investigadores, fazendo parte de diversas patentes que podem ser identificadas e estudadas.

Não existe muita literatura disponível acerca da utilização da ferramenta *S-Field* e também não existem muitas comunicações disponíveis apresentadas em conferências. Sobre este tema, vale a pena considerar o trabalho de Terninko *et al.* (2003) publicado no jornal TRIZ (www.triz-journal.com/archives/2003/03/f/06.pdf). De acordo com este mesmo autor (Terninko *et al.*, 1999), as Soluções *Standard*, para a ferramenta metodológica TRIZ, são 76 e foram criadas pelo inventor e seus associados entre 1975 e 1985. Eles agruparam as referidas soluções *standard*, conforme a concepção de sistemas tecnológicos, em 5 categorias abrangentes já apresentadas:

1. Melhoria do sistema com nenhuma ou poucas mudanças – 13 Soluções *Standard*;
 2. Melhoria do sistema através da sua mudança – 23 Soluções *Standard*;
 3. Sistemas em transição – 6 Soluções *Standard*;
 4. Detecção e medida – 17 Soluções *Standard*;
 5. Estratégias de simplificação e melhoria – 17 Soluções *Standard*;
- Total – 76 Soluções *Standard*

A Tabela 11 corresponde a um mapeamento das 76 soluções propostas sobre os princípios inovativos.

Tabela 11 – Mapeamento das 76 Soluções *Standard* sobre os 40 princípios inovativos

Fonte: Adaptação de Terninko *et al.* (1999)

1	Segmentação	5.1.2 2.2.2 2.2.4	Dividir o elemento em pequenas unidades Usar partes em vez do objecto completo Divisão em partes, ligando-as e flexibilizando assim o objecto
		3.2.1	Transição para o micro-nível
2	Tirar		
3	Localizar Qualidade	1.1.8.2 1.2.5 2.2.6 5.1.1.5	Proteger certas regiões do impacto total da acção Transformar um campo magnético ligado ou desligado conforme a necessidade local Alterar a estrutura para outra mais uniforme específica à situação Concentração de um aditivo num só local
4	Assimetria	2.2.6	Alterar a estrutura para outra mais uniforme específica à situação
5	Mistura	1.1.2 1.1.5 3.1.4	Adição ou alteração, interna ou externa, temporária ou permanente do ambiente <i>Idem</i> Simplificação de Bi ou Multi-sistemas
6	Universalidade		
7	Encaixe		
8	Contrapesos		
9	Anti-acção preliminar		
10	Acção Preliminar		
11	Amortecimento antecipado	1.1.8.1	Utilizar uma substância para proteger uma substância a partir de uma mais fraca ocorrência potencialmente prejudicial.
12	Equipotencialidade		
13	O Contrário	3.4.6	Introduzir materiais magnéticos no meio ambiente e não para o objecto
14	Esfericidade ou uso de curvas		
15	Dinamismo	2.2.4 2.4.8	Flexibilizar os sistemas Utilização de campos magnéticos dinâmicos
16	Acção parcial ou Excessiva	1.1.6	Controlar pequenas quantidades de aplicação e remoção de um excedente
17		5.1.4	Simular a introdução de mais do que o necessário
18	Vibrações Mecânicas	2.3.1 2.4.10 4.3.2	Combinar as frequências naturais da substância e do campo Uso de vibrações combinadas com campos magnéticos Medir as mudanças do sistema por meio da alteração da frequência de ressonância

19	Ação Periódica	2.2.5 2.4.10	Substituir um campo descontrolado por um estruturado Uso do campo magnético da ressonância
20	Continuidade da acção	2.3.3	Realizar uma operação durante o tempo de inactividade de uma outra
21	Ignorar (faça rápido)		
22	“Bênção” disfarçada	1.2.2	Eliminar efeitos prejudiciais
23	<i>Feedback</i>	5.4.1 2.4.8	Mudanças autocontroladas Uso de campos magnéticos dinâmicos
24	Intermediação	1.1.7	Usar um objecto por um outro possível
		2.4.9	Criar estruturas a partir do uso de partículas magnéticas
		2.4.5	Introduzir temporariamente um aditivo ferromagnético
		1.1.2 1.1.5 5.1.1.6	Uso de um aditivo temporário externo ou interno Idem Idem
		4.1.2	Medição de cópias
25	Self-service	5.4.1 2.4.8	Mudanças autocontroladas Utilização de campos magnéticos dinâmicos
26	Cópias	4.1.2 5.1.7	Medição de cópias Aplicação de aditivos nas cópias e não nos originais
27	Vida curta é barato		
28	Substituir sistemas mecânicos com campos	2.2.1 2.4 2.4.11 4.2 5.1.1.2	Substituir ou complementar um campo mal controlado por outro mais facilmente controlável Tudo Utilização do ferromagnetismo e de materiais ferromagnéticos Uso de corrente eléctrica em vez de partículas magnéticas Usar um campo em vez de uma substância
29	Hidráulico/Pneumática	2.4.3 5.1.1.1 5.1.4	Usar líquidos magnéticos Não use nada Não use nada para simular estruturas
30	Concha flexível e filmes	2.2.6	Alterar a estrutura para outra mais uniforme específica à situação
31	Materiais porosos	2.2.3 2.2.6 2.4.4	Usar materiais porosos ou capilares Alterar a estrutura para outra mais uniforme específica à situação Usar estruturas de materiais porosos ou capilares ou contendo fluidos magnéticos

32	Mudança de cor	4.1.3	Utilizar detecção em vez de medidas
33	Homogeneidade		
34	Descartar/Reabilitar	5.1.3	O aditivo desaparece após o uso
35	Alteração de parâmetros	5.3.1	Mudança de fase
		1.1.2 – 5	Uso de um aditivo temporário interno ou externo
36	Uso de transição de fases	5.3.2,4,5	Adição ou alteração interna ou externa, temporária ou permanente, do ambiente
		2.4.12	Uso de fluidos reológicos
		2.4.7	Uso de efeitos físicos de transições magnéticas
		4.1.1	Controlo de sistemas por transição de fases em vez de medidas (temperaturas, pressões, etc.)
		4.3.1	Medição do sistema através de fenómenos naturais
37	Utilização de expansão térmica	4.1.1 4.3.1	Controlo do sistema por dilatação térmica em vez de temperatura Medida de dilatações em vez de temperaturas
38	Fortes oxidantes	5.5 5.1.1.4	Necessidade de moléculas, iões... Uso de pequenas quantidades de aditivos muito activos
39	Atmosfera inerte	1.1.3	Aditivos externos, temporários ou permanentes
		1.1.5	Alteração da envolvente do sistema
40	Materiais compósitos	5.1.1.1	Nada adicionar; espuma, favo, etc.

No que concerne às ferramentas instrumentais, ou do TRIZ, são analisadas sobre o quarto nível antes referido, no domínio do “novo conceito”, um problema complexo sem contradições aparentes e que corresponde apenas a 4% das patentes analisadas por Altshuller *et al.* (1999), ARIZ, que se constitui como uma ferramenta analítica que permite identificar claramente o verdadeiro problema e encontrar uma nova solução.

Trata-se de uma ferramenta caracterizada por uma análise passo a passo com ligações entre as diversas fases, e com múltiplas reformulações do problema, com o objectivo de acertar na sua resolução. O procedimento ARIZ tem sofrido diversas actualizações desde a sua criação, sendo que o autor e seus colaboradores desenvolveram as versões 71, 77 e 85, sendo a mais recente a versão ARIZ-85C, que é caracterizada pelos passos seguintes:

1. Identificação e formulação do problema;
2. Aplicação do método *S-Field* às partes problemáticas do sistema;
3. Formulação do “Resultado Final Ideal” (RFI)/“*Ideal Final Result*” (IFR);
4. Listagem de recursos disponíveis: sistemas, subsistemas e supersistemas;
5. Resolução de contradições técnicas/físicas através do princípio da contradição;
6. Geração de conceitos de soluções possíveis a partir do modelo *S-Field*;
7. Implementação de soluções utilizando os recursos disponíveis;
8. Análise das modificações do sistema para verificar pontos fracos.

Dado ser o ARIZ uma ferramenta instrumental do TRIZ, pouco utilizada, não será muito relevante o seu aprofundamento.

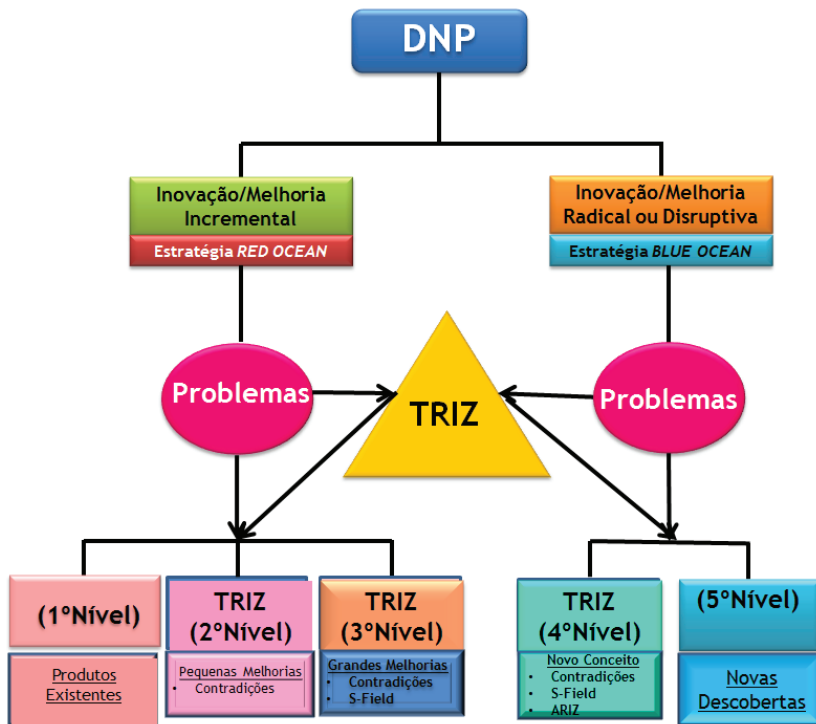


Ilustração 42 – DNP/Estratégia/Inovação/Resolução de problemas/TRIZ.

No que concerne à inovação evolutiva ou incremental, as pequenas melhorias podem ser tratadas pelas ferramentas instrumentais do TRIZ, e no que respeita à inovação do tipo disruptiva ou radical (mais adequados a estratégias BOS), ela poderá necessitar da ferramenta metodológica TRIZ propriamente dita. Da inovação podem emergir novos produtos e no desenvolvimento dos respectivos projectos não-de surgir problemas que necessitam de ser resolvidos de acordo com o seu nível ou natureza (Ilustração 42).

Pode finalmente afirmar-se que a TRIZ tem ainda uma forte relação de complementaridade com praticamente todas as outras consideradas e a ser abordadas adiante. Reconhece-se a importância do TRIZ tanto a nível académico e científico, mas como ferramenta inovativa de futuro no mundo empresarial, nomeadamente no DNP.

4.2.1.2 Projecto Criativo

Neste Subcapítulo aborda-se outra ferramenta intrinsecamente associada à criatividade e conhecida por “projecto criativo” ou “*creative design*”. Convirá, à partida, compreender a necessidade de uma característica tão importante nos seres humanos como é a criatividade, a capacidade de criar algo de novo através de métodos sistemáticos ou da imaginação e, em especial, quando reportado ao DNP.

O desenvolvimento de um produto passa necessariamente por uma fase inicial de concepção (CDNP vs. DNP) designada por muitos autores de projecto informacional e conceptual. Durante essa fase, é necessária a geração de soluções alternativas, exigindo a participação criativa do projectista ou da equipa responsável pelo projecto. Esse processo criativo conta não somente com a inspiração e imaginação destas pessoas, mas também com métodos e ferramentas que permitam a manifestação da criatividade. O projecto criativo é uma das mais interessantes.

É possível entender que todo o indivíduo com conhecimentos técnicos, formação, treino e aperfeiçoamento, motivação e conhecimento de certas metodologias e/ou ferramentas seja capaz de gerar soluções úteis e inovadoras, tanto de uma forma sistemática e convergente como, ao invés, de forma divergente. Se isto é verdade para um indivíduo, mais evidente o será para uma equipa multidisciplinar.

Há pesquisas que mostram que a criatividade para encontrar soluções de novos produtos nasce, com frequência, na analogia directa com a natureza e daí o conceito de “Biónica” ou “Biomimética”, que consiste em analisar o funcionamento de sistemas ou processos naturais, reproduzindo depois os seus princípios de solução. Dessa analogia surgem, muitas vezes, contribuições relevantes no processo de DNP.

Tais adaptações permitem a criação de formas, funções ou, ainda, comportamentos análogos. Na verdade, num “projecto criativo” a analogia é um processo de raciocínio que permite a geração de novos artefactos usando ideias provenientes de domínios técnicos e/ou científicos, muitas vezes analogias emanadas da própria natureza.

Eis portanto uma boa génese para o projecto criativo: a analogia, que se designa como “abordagem ao projecto baseado na analogia (*approach to analogy-based design*)”.

Mas existem outras abordagens, para além desta, que podem ser utilizadas no projecto criativo. É uma questão de criatividade.

De Matini e Knippers (2008) retira-se um bom exemplo de analogia com a natureza animal, a aplicação do movimento da minhoca. Estes verificaram que sob a pele do verme existem dois principais grupos de músculos: longitudinais e circulares. Quando os circulares se contraem tornam a minhoca mais alongada e fina. Mas, quando os músculos longitudinais se contraem, a minhoca torna-se mais curta e mais larga (com menor esbeltez). Estas situações são evidentes nas ilustrações 43 e seguintes.

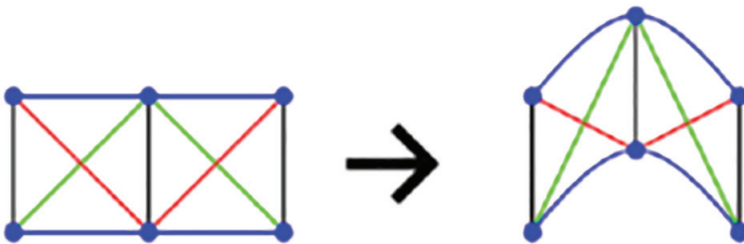
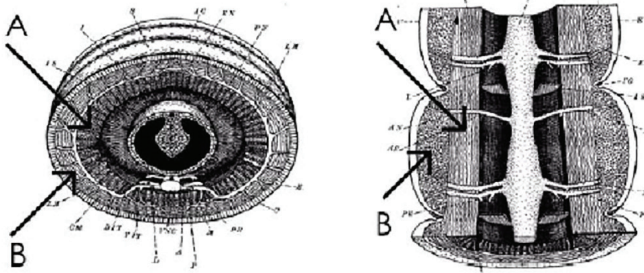


Ilustração 43 – Exemplo de Transformação

Fonte: Matini e Knippers (2008)



A – Músculos longitudinais; B – Músculos Circulares

Ilustração 44 – Representação dos grupos de músculos da minhoca.

Fonte: Matini e Knippers (2008)

Veja-se como os autores representam graficamente a deformação do corpo da minhoca por um modelo 3D, composto de linhas vermelhas e verdes e pontos pretos. Utilizaram três modificações estruturais ao sistema inicial, adicionaram as linhas diagonais (azuis), subtraíram as linhas extra (as linhas verde e vermelho, que não desempenham um papel importante na deformação do modelo) e mudaram a cor dos pontos de preto para azul.

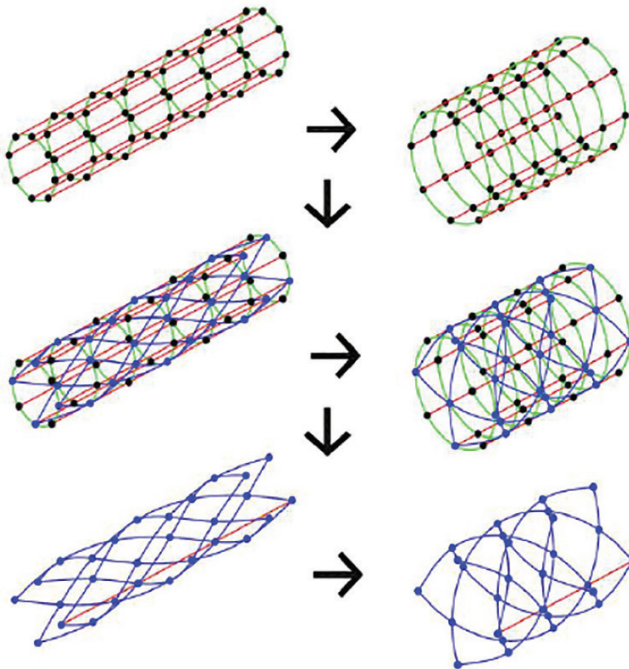


Ilustração 45 – Sequência da Transformação da Minhoca

Fonte: Matini e Knippers (2008)

Daqui resulta o conceito de uma estrutura cilíndrica retráctil, que pode ser utilizado em diferentes aplicações na arquitectura, na própria engenharia, ou ainda nouro tipo de indústrias de novos produtos decorativos. Acerca de analogias biológicas e projecto, deve citar-se o trabalho de referência de Thomas *et al.* (2004). Do grupo de investigadores faz parte o professor Shu do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) que, na década de 90 do século XX, foi o “pai” da teoria designada por projecto axiomático.

Através da deformação em espiral das hastes elásticas e a orientação das articulações, estas estruturas (a cilíndrica e a circular) podem assumir outras formas, alterando a altura e a largura. Este conceito foi desenvolvido sob a forma de modelos físicos e computacionais per Matini e Knipper (2008), de acordo com a Ilustração 46.

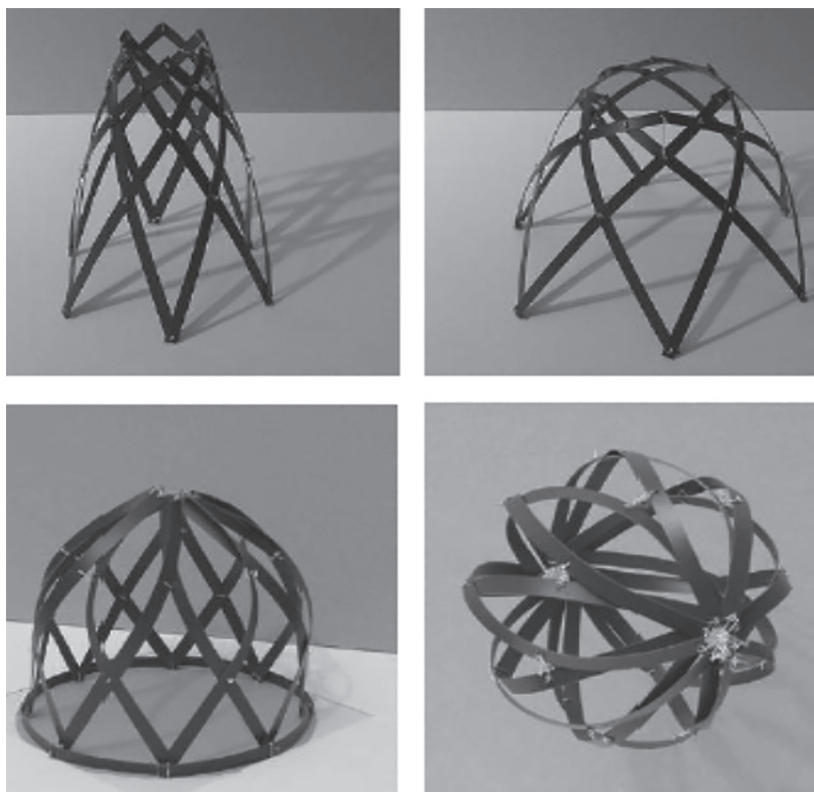


Ilustração 46 – Teste do resultado com modelo final

Fonte: Matini e Knippers (2008)

Do ponto de vista da abordagem do projecto criativo por analogia, o exemplo apresentado é suficientemente esclarecedor das suas potencialidades. Tratou-se uma analogia extraída do movimento e da morfologia de um pequeno verme para a criação de um objecto físico, que poderia constituir um novo produto para o sector da decoração. Daqui se pode extrapolar para as imensas potencialidades desta abordagem.

Mas há mais abordagens diferentes que interessam considerar, no que concerne ao projecto criativo. De qualquer modo, o projecto criativo está em evolução, e seguramente no futuro próximo encontrará mais abordagens, que não apenas esta por analogia, que parece prometedora. Deverá ainda induzir-se a ideia conceptual de que o projecto criativo, nomeadamente na versão “analogia”, se enquadra bem com estratégias *Blue Ocean*.

“Do modelo das quatro acções” (Ilustração 6 do Subcapítulo 2.2) destaca-se a acção “criar” como essencial à consecução da BOS. O projecto criativo parece constituir-se como uma ferramenta metodológica adequada ao DNP, que visa necessidades futuras do mercado e para as quais ainda não existe concorrência conhecida.

Da *internet* é possível obter inúmeros exemplos de novos produtos criativos eminentemente inovativos baseados nesta abordagem da analogia biónica inclusive no domínio do projecto da arquitectura. Destacam-se apenas quatro hipóteses criativas nas seguintes ilustrações:



Ilustração 47 – Aeronave Biónica (Inspirado em Ave Específica)

Fonte: <https://pt.pinterest.com/pin/92605336064716039/>

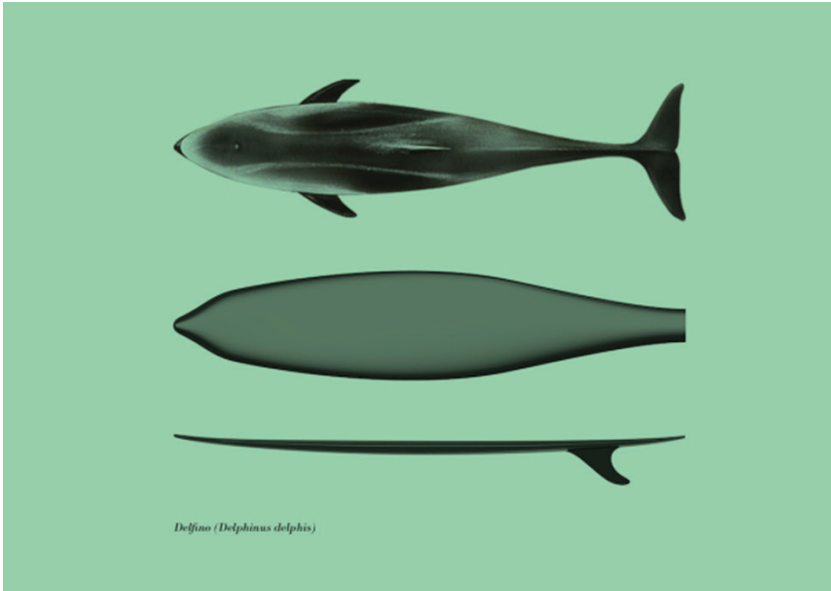


Ilustração 48 – Prancha Biónica de *Bodyboard* (Inspirado no Golfinho)

Fonte: <https://popperfont.net/2014/04/17/surfboards-via-biomimicry-what-if-you-design-a-board-based-on-aquatic-life-shapes/>



Ilustração 49 – Pintura com tinta Biónica (Inspirado na planta *Lotus Sagrada*)

Fonte: <http://www.yankodesign.com/2009/06/03/ten-inspirational-and-creative-bionic-designs/>

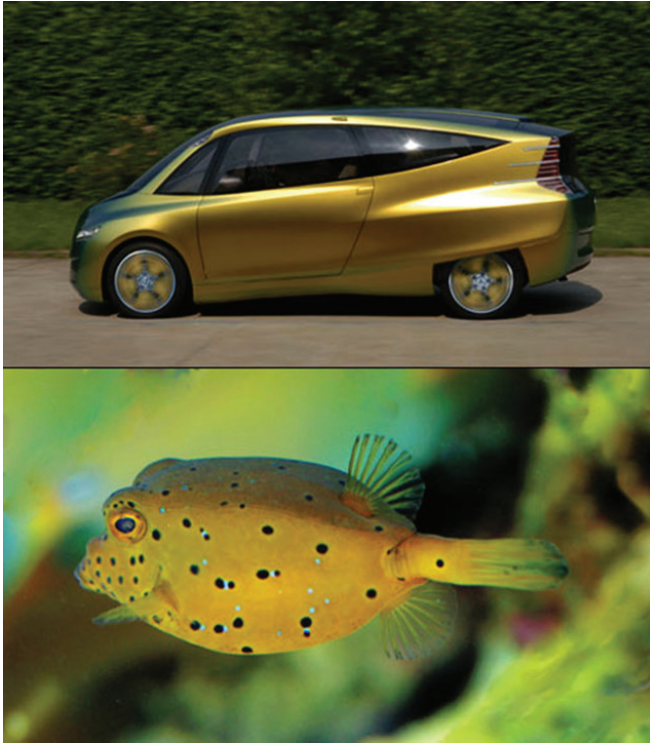


Ilustração 50 – Automóvel Biónico (Inspirado no *Boxfish*)

Fonte: <http://www.yankodesign.com/2009/06/03/ten-inspirational-and-creative-bionic-designs/>



Ilustração 51 – Engenharia Criativa

Fonte: <https://www.google.pt/search?q=imagens+de+produtos+baseados+fractais> (23/03/2017)

Podem ser assumidas outro tipo de analogias, como e.g., as geométricas ou outras, baseadas em analogias fractais¹⁶, que serão até bem próximas das que se suportam na própria natureza.

No caso da Ilustração 85, viaturas automóveis, desenvolvidas com projectos de inovação criativa, baseiam alguns dos seus órgãos mecânicos ou outros, estética, etc., em fractais, figuras geométricas suportadas por algoritmos de abordagem à complexidade e que são analogias bem adequadas aos tipos de vida animal.

¹⁶ “Fractal” significa fracção “auto-semelhante” e é a simetria através das escalas ou a propriedade de fracturar em modelos semelhantes; a dimensão fractal mede o constante grau de irregularidade de um modelo dinâmico complexo. Os objectos fractais contêm uma beleza tão natural que a própria natureza parece que segue mais os padrões da geometria fractal do que os da geometria euclidiana.

A Topologia (da autoria de Poincaré – século XIX e que antecipou alguns problemas proporcionalizados pela relatividade de Einstein) é uma nova forma de geometria na qual as linhas, os ângulos e as áreas sofrem variadas, mas não indisciplinadas formas de distorção. As distorções autorizadas são as que sofreria qualquer figura de borracha em consequência da dobragem, esticagem ou torção, ficando excluídos o corte ou o rasgão. Trata-se pois de uma matemática de relações ou padrões invariantes e servirá para identificar os “retractos” de fase dos fenómenos dinâmicos.

O espaço onde se inscrevem os pontos topológicos designa-se de espaço de fase e é da autoria do cientista americano J. Williard Gibbs que o introduziu na mecânica e na termodinâmica estatística. O problema que ele pretendia resolver – e resolveu! – foi o de que para descrever acontecimentos ocorridos num centímetro cúbico de gás durante um segundo eram necessários, no mínimo, 3 vezes 1035 dados. Com a sua invenção, o espaço de fase, aplicada à termodinâmica estatística bastavam apenas 6. O espaço onde se inscrevem os pontos topológicos designa-se de espaço de fase e é da autoria do cientista americano J. Williard Gibbs que o introduziu na mecânica e na termodinâmica estatística. O espaço de fase permite pois a inscrição de todos os estados, ou fases, de um determinado sistema complexo e com acção sobre si próprio (feed-back), que exista num espaço abstracto e multidimensional, com tantas dimensões quantos os graus de liberdade que possuir.

O método consiste em descrever o estado de um sistema por meio de várias variáveis de estado (posição, velocidade, aceleração e outras, excepto o tempo) cujos valores se assimilam aos sucessivos pontos (em que cada ponto no espaço de fase representa o estado total do sistema num dado momento particular) de uma trajectória que obedece a uma regra dinâmica; se o estado corrente é este então o próximo é aquele. A trajectória une pontos correspondentes às variáveis de estado e que se movimentam nesse espaço de fase, matemático e fictício, ficando registados como numa fotografia (um espaço mental onde se inscreve a geometria dos sistemas dinâmicos).

Tal representação gráfica só é possível, actualmente, graças à imprescindível ajuda do computador e das inúmeras possibilidades que tal ferramenta hoje permite na resolução e graficação dos algoritmos. No caso de problemas de múltiplas dimensões os *mandelbulbs* têm representação de imagem em vídeo.

4.2.1.3 Projecto Axiomático

O “projecto axiomático” ou “*axiomatic design*”, quando utilizado, é estruturante num projecto de DNP, pelo que se considera como uma ferramenta metodológica apropriada à adopção de soluções criativas para certo tipo de problemas.

O “projecto axiomático” define-se como sendo uma ferramenta de criação de soluções sintetizadas, com o objectivo de desenvolver produtos, processos ou sistemas que satisfaçam necessidades percebidas através do mapeamento dos desejos dos clientes em “Requisitos Funcionais”/“*Functional Requirements*” (FR), transformando-os em “Parâmetros de Projecto”/“*Design Parameters*” (DP).

Os requisitos funcionais representam as metas do projecto, ou seja, os objectivos a atingir apontam algumas vulnerabilidades ao projecto axiomático, referentes à violação dos seus dois axiomas, pelo acoplamento de sistemas (axioma 1) ou por via da complexidade (axioma 2). É por isso que entendem que o DFSS (a abordar mais adiante) pode ajudar a ultrapassar estes problemas. Independentemente das vulnerabilidades apontadas, o projecto axiomático é uma ferramenta metodológica destinada a analisar, de uma forma sistemática, a transformação das necessidades dos clientes, FR, em DP, relacionando-os portanto. Os sistemas com muitos FR, componentes físicos e diversas linhas de programação, podem tornar-se complexos, pelo que, com o aumento do número de FR e de DP, a probabilidade de satisfazer os FR tende a decrescer.

O projecto axiomático tem sido aplicado a diversos problemas, estendendo-se para uma vasta gama na área de projectos de engenharia, tais como na concepção de produtos em geral e de novos produtos em particular.

Esta ferramenta, o “projecto axiomático”, da autoria de Suh (1998), teve início com a seguinte questão: “*Dado um conjunto de requisitos funcionais para um determinado produto, existem axiomas de aplicação genérica que levam a decisões corretas em cada passo da fabricação (desde a etapa de projecto até a montagem final e inspecção), de forma a planear um sistema de produção óptimo?*”¹⁷

¹⁷ Neste trabalho, a ferramenta metodológica, projecto axiomático, justifica-se apenas até ao momento em que o produto entra na fase do início do seu lançamento (*ramp-up*).

A parte mais crítica do projecto será a definição dos FR de forma tão precisa quanto possível. Esta definição requer, necessariamente, que se conheça o problema bem como as suas múltiplas relações e inter-relações, de forma a minimizar a complexidade.

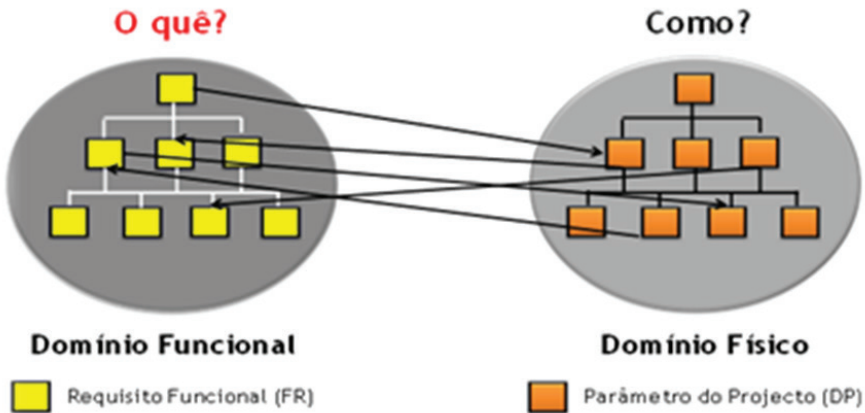


Ilustração 52 – Metodologia do Projecto Axiomático

Pode dizer-se que o projecto axiomático direcciona o processo de tomada de decisão a partir do reconhecimento do problema, considerando o projecto como um processo iterativo de hierarquização, realizado com o mapeamento entre os requisitos funcionais e os parâmetros de projecto (Ilustração 52).

Utilizando-se as denominações desta metodologia, pode referir-se que *o trabalho do projectista consiste em definir e decompor os FR e os DP de maneira iterativa, de um dado nível hierárquico, entre os domínios funcionais e físico, ou seja, entre as questões “o quê” e “como”. A partir deste ponto, o processo de trabalho será direccionado pelos axiomas de projecto.*

São dois os axiomas que pretendem responder a esta questão e que foram ensaiados em inúmeros casos de estudo aplicados. O primeiro axioma designa-se como o “axioma da independência” visto que se mantém a independência dos FR e pode ser representado conforme a Ilustração 53, onde se representam as hierarquias dos requisitos e dos parâmetros.

Mais adiante apontar-se-á o segundo axioma.

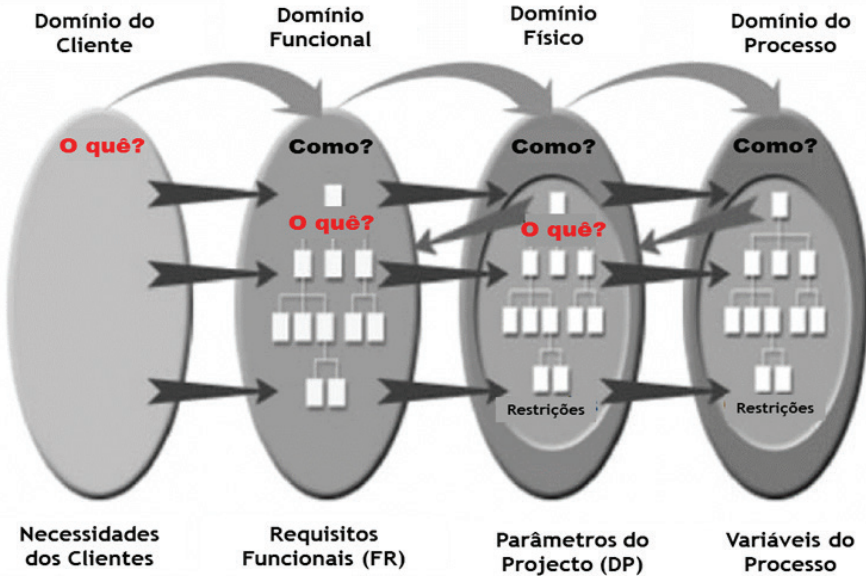


Ilustração 53 – Relação dos domínios, mapeamento e espaços do projecto

O axioma da independência comporta uma primeira asserção que pode ser descrita como se segue: um projecto ideal mantém sempre a independência das FR.

A segunda asserção deste axioma afirma que num projecto aceitável, os DP e os FR estão relacionados de tal forma que um DP específico pode ser ajustado para satisfazer a sua correspondente FR sem que isso afecte outros requisitos funcionais. Em termos analíticos será:

$$FR = A \times DP \quad \text{(Equação 8)}$$

Escrito de outra forma:

$$FR_i = \sum (A_{ij} \times DP_j) \quad \text{(Equação 9)}$$

As características da matriz A determinam se o axioma da independência fica satisfeito se existirem três FR e DP. Então essa matriz apresenta-se como se segue:

$$\begin{bmatrix} FR_1 \\ FR_2 \\ FR_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} DP_1 \\ DP_2 \\ DP_3 \end{bmatrix} \quad \text{(Equação 10)}$$

Os elementos da matriz podem ser representados pelo valor zero, quando não existe qualquer relação entre o requisito funcional FR_m e o parâmetro DP_n correspondente, ou por outro valor quando essa relação exista. Em conformidade com o próprio axioma, os requisitos funcionais são sempre independentes entre si, sendo embora função das soluções de projecto que forem adoptadas (DP), tornando-se o sistema implementado acoplado ou semi-acoplado. Quer dizer: um único DP, solução de projecto, resulta em diferentes respostas para mais do que um FR.

Este axioma é aplicado analisando-se a matriz de projecto de acordo com as expressões matemáticas acima indicadas Distinguem-se três diferentes tipos de projectos:

- Projecto desacoplado (matriz diagonal);
- Projecto semi-acoplado (matriz triangular);
- Projecto acoplado (nenhum destes casos).

Park *et al.* (2013), Yang e El-Haik (2009, p. 237 e seguintes) exploram adequadamente estas diversas possibilidades.

Noutras situações, torna-se necessário utilizar o segundo axioma denominado de “axioma da informação”.

De acordo com Suh (1998), o autor desta ferramenta, o conteúdo de informação de um sistema é definido em termos da probabilidade logarítmica de um determinado DP_m satisfazer um dado FR_n . Assim, o conteúdo de informação é calculado conforme a equação:

$$I = -\sum_{i=1}^n \log_2 p_i \quad \text{(Equação 11)}$$

Onde p é a probabilidade de um dado FR_n ser satisfeito pelo seu DP_n e n é número total de FR. Neste caso utilizou-se a base de logaritmo 2, para que o conteúdo da informação 1 seja expressa em *bit*.

Por análise da equação verifica-se que os sistemas com baixa probabilidade de êxito têm um elevado conteúdo de informação, ou seja, possuem elevada complexidade. Assim, o conteúdo de informação do projecto deve ser minimizado, visto influenciar negativamente o projecto.

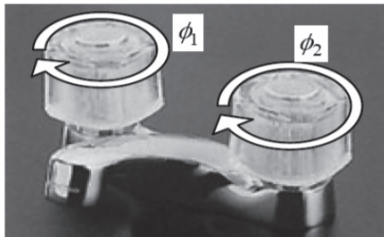
Mais, verifica-se que, de acordo com o segundo axioma, o da informação, esta é proporcional à complexidade do sistema. Isto significa que a introdução de informação desnecessária só irá contribuir para degradar o sistema, levando à necessidade de mais controlo e, logo, de maior complexidade.

Encerra-se o tema do projecto axiomático destacando-se um caso ilustrativo, apresentado por Park (2007, p.22 e seguintes) na sua obra “*Analytic Methods for Design Practice*”.

Trata-se do projecto de uma simples torneira, em que o utilizador deve ser capaz de controlar a temperatura e o caudal da água. São comercializados diversos modelos deste equipamento doméstico muitíssimo comum.

Assim, designa-se por FR_1 o controlo do caudal de água (Q) e por FR_2 o controlo da temperatura (T).

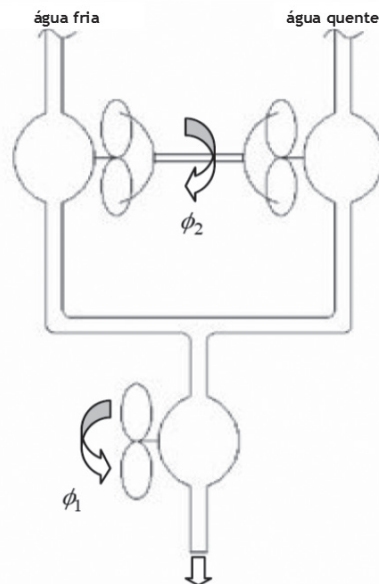
Esta torneira é a que se apresenta na Ilustração 54.



(a) Projecto Acoplado



(c) Projecto Desacoplado



(b) Projecto Desacoplado

Ilustração 54 – Exemplo da torneira de água com controlo do caudal e temperatura.

Fonte: Park (2007, p.22)

O referido autor começa por analisar a solução apresentada na alínea a) da Ilustração 54. Em seguida, aplica a matriz independência e conclui que se trata de uma solução acoplada, porém a solução é inaceitável, dado não cumprir o axioma. Seguidamente analisa a solução preconizada na alínea b) e detecta que o projecto é desacoplado, cumpre o axioma o que equivale a dizer que a solução é aceitável. Em ambos os casos considerou:

$$\mathbf{DP}_1 = \phi_1 \quad (\text{Equação 12})$$

$$\mathbf{DP}_2 = \phi_2 \quad (\text{Equação 13})$$

Finalmente analisa a solução apresentada na alínea c) e desta vez considera:

$$\mathbf{DP}_1 = \text{Deslocamento vertical} \quad (\text{Equação 14})$$

$$\mathbf{DP}_2 = \phi \quad (\text{Equação 15})$$

Nesta solução também conclui que o projecto é desacoplado e cumpre o axioma, o que equivale a concluir que a solução é aceitável.

Resumindo, são encontradas duas soluções aceitáveis. Mas, ainda assim, o autor questiona-se sobre qual das duas será melhor.

Não importa aqui explicitar razões matemáticas, mas pode no entanto dizer-se que Park (2007) concluiu que o projecto representado pela alínea c) é o melhor do ponto de vista do axioma da informação. Além disto, a solução é mais popular junto do mercado, o que não é de somenos importância, na medida em que respeita a “voz do cliente”, visto que não se podem negligenciar os aspectos estéticos nos requisitos funcionais.

Da abordagem efectuada à ferramenta metodológica “projecto axiomático”, é possível detectar algumas vantagens que a remetem, em certas situações, para o DNP, visto que tem capacidade de incorporar inovação e criatividade.

4.2.1.4 Análise de Pugh

De uma forma sumária, aborda-se uma outra ferramenta, apenas instrumental, e já não metodológica, denominada “Análise de *Pugh*”.

Esta análise ocorre na fase do projecto aquando da selecção do melhor conceito de produto, integrando-se na fase 5 do que designa de algoritmo DFSS (ver em 4.2.4.4). Considera-se pois como ferramenta de apoio ao DFSS, bem como aos projectos criativo e axiomático de que é nitidamente complementar.

A “análise”, “matriz” ou “diagrama de *Pugh*” (criada por Stuart Pugh na década de 90 do século XX), corresponde a uma ferramenta que compara os diversos conceitos de produto em avaliação em torno de um conceito de referência, o que permitirá facilitar a selecção do conceito que sobressaia de entre todos os que estão em presença. Será importante, neste tema, recorrer aos referidos por estes autores para enumerar as diferentes fases deste algoritmo. Assim, a primeira fase corresponde à formação de uma equipa que forme sinergias¹⁸ a serem vertidas no projecto. A segunda destina-se à exacta determinação das expectativas do mercado (voz do cliente), a quarta fase à compreensão dos requisitos funcionais e sua evolução. Mais adiante, a sexta fase corresponderá à selecção do melhor conceito onde, como se referiu, se utilizará a análise de *Pugh*.

Existem mais fases nesta abordagem algorítmica do DFSS, de acordo com Yang e El-Haik (2009), que não são relevantes para a presente análise, exceptuando-se as quatro referidas. Esta ferramenta instrumental consiste numa matriz em que as colunas correspondem aos já mencionados FRs do projecto axiomático e, nas filas, os diversos conceitos em presença (Tabela 12)

¹⁸ Por sinergia entende-se um efeito sistémico, ou seja, aquele em que o somatório das partes é maior que o conjunto no seu todo. Conforme se depreende não pode ser analisado por matemáticas do “contínuo” em que o todo é igual ao somatório das partes. Também as matemáticas estocásticas não são aplicáveis na medida em que os dados do passado são irrelevantes para a determinação do fenómeno que é complexo. As formas matemáticas mais passíveis de ser utilizadas na análise destes fenómenos sistémicos são as abordagens de aproximação algorítmica.

Tabela 12 – Matriz de *Pugh* (geração-selecção).

Fonte: Adaptação de Yang e El-Haik (2009, p.153)

FRs / Conceitos	A (referência)	B	C	...	K
FR ₁	0	-2	-3	...	-2
FR ₂	0	-1	+2	...	0
...	0	+3
FR _m	0	+2	+1	...	-2
Total (-)	0	-3	-3	...	-4
Total (+)	0	+2	+3	...	+3
<i>Trade-off</i>	0	-1	0	...	-1

Os valores colocados nas células da matriz de *Pugh* são obtidos durante a fase de mapeamento do QFD (*Quality Function Development* ou Desenvolvimento da Função Qualidade, importante ferramenta metodológica a abordar adiante) de acordo com os critérios determinados pela equipa responsável pelo projecto.

Os somatórios finais determinarão a melhor escolha entre os conceitos em presença ou, se for caso disso, terão de ser objecto de avaliação dos respectivos *trade-offs*.

Ou seja: a análise das vantagens (pontos positivos), desvantagens (pontos negativos) e equivalência dos conceitos propostos em relação ao conceito de referência, vão possibilitar a escolha do melhor conceito, chamado de conceito “vencedor”, a ser adoptado para o produto.

Do exemplo da tabela 4-7, o sinal (+) corresponde a vantagem sobre o conceito de referência e o (-) desvantagem sobre o conceito de referência. Um zero (igual) significa que será quivalente ao conceito de referência. Existem mesmo diversas e detalhadas *checklists* auxiliares de determinação das classificações, tais como (i.e. -5 = muito pobre ou +5 = excelente) entre vários outros tópicos passíveis de serem analisados.

4.2.1.5 Análise de Experiências ou *Design of Experiments (DOE)*

Aborda-se em seguida o DOE enquanto ferramenta instrumental e criativa, também designada por “*statistically designed experiments*” (SDE) e utilizável na solução de problemas inovativos que ocorrem no DNP.

Trata-se de uma ferramenta de optimização do planeamento, execução e análise de uma experiência fortemente apoiada em conceitos estatísticos, com vista a obter soluções para problemas de desenvolvimento de produtos. Pode referir-se que esta ferramenta se propõe determinar a relação causa-efeito, num processo, entre os *outputs* obtidos e os factores experimentais utilizados como *inputs* nesse mesmo processo (Ilustração 55).

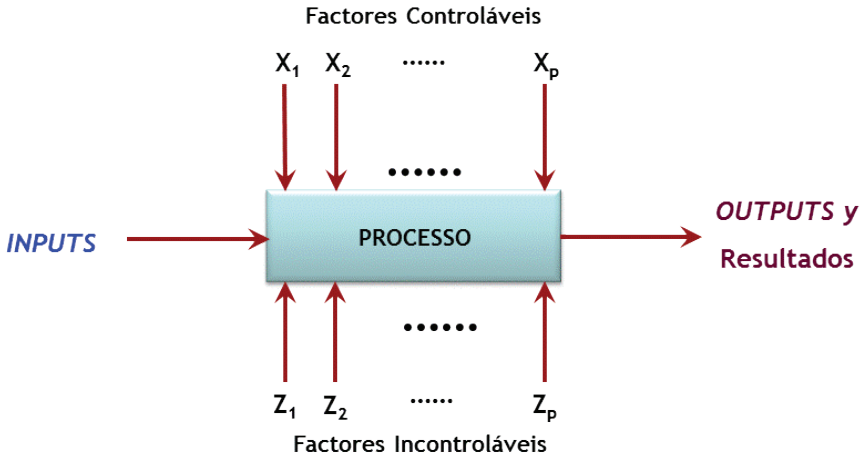


Ilustração 55 – O Modelo de um processo DOE

Fonte: Adaptação de (Yang e El-Haik, 2009, p.414)

Os factores considerados experimentais são mudados deliberadamente, observando-se de seguida os efeitos destas mudanças nos respectivos resultados (*outputs*). Ou seja, os dados obtidos através da experimentação serão ajustados sob a forma de modelos empíricos, que irão relacionar os resultados obtidos com os factores experimentados.

Matematicamente tentará encontrar-se a seguinte relação funcional:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) + \varepsilon \quad \text{(Equação 16)}$$

Em que ε corresponde ao erro da experiência ou variação experimental. A existência deste desvio só pode significar que não existe uma relação funcional exacta entre y e (x_1, x_2, \dots, x_n) porque existem factores incontroláveis que influenciam o resultado y e que não são passíveis de integrar na respectiva equação.

Além disto, ainda são passíveis de ocorrer erros nas medições experimentais dos factores controláveis (x_1, x_2, \dots, x_n), que serão seguramente cumulativos com os anteriores. Uma abordagem DOE conhecida como “experimentação sequencial” pode ser usada com eficácia no desenvolvimento de parâmetros críticos de dados e conhecimento.

O DOE é usado frequentemente pelo DFSS como ferramenta instrumental criativa, com o fim de assegurar o controlo de quatro condições essenciais:

1. Rastreabilidade da experimentação (esta abordagem apenas costuma considerar os efeitos, independentemente das x variáveis);
2. Identificação dos principais efeitos e a interacção entre as experiências, que permitem definir esses efeitos x e suas interacções com as variáveis y ;
3. Consideração dos efeitos não lineares, a partir da colheita de dados e respectiva análise, que permitam identificar e quantificar a importância dos efeitos não lineares de certas variáveis x ;
4. Superficialidade das experiências efectuadas relativamente à pequena quantidade de efeitos x , e os pontos de optimização de colocação de um y ou múltiplos y_s , dentro de um objectivo específico.

Um projecto que utilize a ferramenta DOE deverá respeitar as seguintes sete fases:

1. A definição do projecto, ou seja, o seu objectivo e o respectivo âmbito;
2. Definição dos resultados a atingir (*outputs*);
3. Escolha dos factores, níveis e respectivos alcances;
4. Selecção de um bom projecto experimental;
5. Desempenho da experimentação;
6. Análise dos dados obtidos pela ferramenta DOE (com eventual utilização da “*Analysis of Variance*” – ANOVA);
7. Conclusões e recomendações.

Resumindo:

O DOE é uma técnica utilizada no planeamento de experiências, que pretende definir que dados, em que quantidade, e em que condições, devem ser coligidos, procurando satisfazer dois objectivos: a maior precisão estatística possível na resposta e o menor custo total.

A sua aplicação no DNP é muito importante, já que uma maior qualidade dos resultados dos testes pode levar a um projecto com maior desempenho, seja em termos das suas características funcionais, como também da sua robustez.

Não será de estranhar associá-lo também à ferramenta metodológica designada por projecto robusto, a abordar mais adiante. Futuramente, caso o DOE assuma um papel de maior relevo no DNP, acompanhado de um maior reconhecimento científico, talvez evolua como metodologia/ferramenta metodológica.

4.2.1.6 *Design for Excellence (DFX)*

Abordar-se-á agora uma outra ferramenta criativa denominada DFX, desenvolvida no final dos anos 70 do século XX.

Em primeiro lugar, o entendimento da sigla da designação da ferramenta de suporte ao projecto pode sugerir que o “X” como uma variável que pode significar “disponibilidade”, “fiabilidade”, “qualidade”, entre outros. Esta variável “X”, nestas condições, define o enfoque da ferramenta que se decompõe em duas partes:

$$X = x + \text{“bilidade” (bility)}$$

Este sufixo “bilidade” corresponde às matrizes de desempenho e a parte “x” representará um ou mais processos que se desenvolvem ao longo da vida do produto.

Em segundo lugar, o “X” também pode significar “excelência” (*design for methods to achieve excellence* ou simplesmente *design for excellence*), e costuma abordar-se como uma parte integrante da Engenharia Simultânea, daí considerar-se como ferramenta instrumental e não metodológica.

Algumas das variantes referentes ao primeiro entendimento de “X” implementam diversos parâmetros de qualidade nas diversas fases do

DNP e posterior controlo da qualidade do produto. No entanto, directamente no que concerne ao âmbito do DNP, o DFX (com “X” a definir fiabilidade) é útil quando minimiza a complexidade de projecto. Também é útil ao DNP quando o projecto tem em conta a utilização de um mínimo de ferramentas manuais, para uso posterior durante a vida do produto.

Por exemplo, quando o “X” significa manufacturabilidade (*manufacturability*) e/ou serviçabilidade (*serviceability*), o respectivo DFX é mais adequado à melhoria da qualidade durante a fase da produção, e não o é, no entanto, nas fases do âmbito do DNP.

Quanto ao DFX, que corresponde à concepção multifacetada do “X”, é útil ao DNP em diversas fases do desenvolvimento de produtos, nomeadamente na fase da concepção sistémica, na concepção de subsistemas, e nos métodos da concepção da formação de pré-montagem dos módulos e depois na concepção dos componentes, ou seja, uma ferramenta claramente de suporte dos processos criativos.

Existe uma panóplia de aplicações do DFX, relativas ao ciclo de vida do produto, e que estão para além do âmbito do DNP.

Na década de 90 do século XX, foram desenvolvidos diversos sistemas baseados na *internet* que originaram o que os autores designaram de produtos de desenvolvimento rápido (*Rapid Product Development – RPD*). Entre estes sistemas foram reconhecidas algumas ferramentas muito eficientes, das quais destacaram o DFX na implementação da engenharia concorrente utilizada no RPD.

Conclui-se que, apesar de por vezes se associar o DOE ao DFX, talvez por uma questão de similitude de acrónimos sob a forma DOE/DFX, são efectivamente ferramentas de âmbito diferente sem evidências efectivas de sistemática aplicação conjunta.

4.2.2 Envolvimento dos fornecedores

No DNP constata-se actualmente a grande importância do envolvimento dos fornecedores para o êxito do DNP em muitas das suas fases, se não mesmo na sua totalidade. Este envolvimento processual vai classificar-se como ferramenta metodológica do próprio DNP. Considera-se pois o envolvimento dos fornecedores ou SDI (*Supplier Design Involvement*) ou ainda RCF (Relação Colaborativa dos Fornecedores) como uma metodologia estruturante, ou seja, metodológica do DNP, dado consistir num

caminho estratégico seguido por muitas empresas focais no desenvolvimento dos seus produtos. Esta metodologia é, muitas vezes, suportada por ferramentas instrumentais, tanto complementares como alternativas.

As empresas e os académicos colocam forte ênfase na importância do envolvimento dos fornecedores na CDNP e sua implementação. Portanto, a respectiva selecção será um aspecto instrumental crítico na prossecução da metodologia SDI. Este facto é relevado especialmente quando detectaram falhas no envolvimento de fornecedores nalguns projectos de DNP, devido a disfunções durante a sua colaboração por motivos imprevistos.

Nas ligações em redes colaborativas decorrem por vezes do SDI: desconfianças; incompreensões; problemas judiciais; incumprimentos contratuais ou, muito correntemente, uso ou abuso de poder da parte de parceiros mais fortes e detentores de estratégias agressivas. Há quem coloque mesmo uma curiosa questão quanto ao envolvimento dos fornecedores no DNP: os fornecedores serão uma ajuda ou motivo de atrapalhão? (*help or hindrance?*). Como resposta pode dizer-se que a ajuda será tanto maior e menos ambígua, quando as relações entre as firmas focais que promovem o DNP e os seus fornecedores forem de longo prazo. Também não se pode descartar a efectiva realidade de muitos destes parceiros serem classificados como pequenas ou médias empresas (PME), advindo daí algumas das realidades apontadas, no que respeita ao relacionamento transparente (relativamente à informação) entre si próprias, no interior da rede e com as mais poderosas empresas focais. Ainda nesta temática do SDI é corrente apostar-se em modelos credíveis de selecção de parceiros e fornecedores participantes na CDNP de modo a garantir o seu efectivo e eficaz envolvimento no projecto.

Muitos autores demonstraram empiricamente que, num projecto de DNP, os fornecedores participantes induzem diversos benefícios, nomeadamente ao nível da redução de *lead-times*, redução de diversos custos, nomeadamente os do projecto, incluindo os do produto e melhoria da qualidade tanto de projecto como do produto. Ou seja, o SDI tem um efeito decisivo no desempenho no projecto de DNP.

Jayaram (2008) tratou e testou uma larga amostragem de empresas norte-americanas produtoras de “alta tecnologia”, chegando às mesmas conclusões. Nesse estudo, detectou ainda que são três os factores distintos

que compõem o evidente envolvimento dos fornecedores: partilha da informação e comunicação; envolvimento no próprio projecto; conformidade da qualidade e desenvolvimento das respectivas infra-estruturas.

Ou seja, o envolvimento dos fornecedores no DNP compreende uma natureza claramente multidimensional. Este mesmo autor retirou do estudo outras importantes conclusões que se apontam seguidamente:

- Os factores SDI no projecto DNP revelaram como muito positivos os desempenhos: custo do produto; conformidade da qualidade; qualidade do projecto e também rapidez na chegada e colocação do produto no mercado;
- O impacto da integração dos fornecedores no projecto de DNP não depende tanto do tamanho e dimensão do mercado, mas muito mais da sua estabilidade;
- No que concerne às medidas do desempenho, custo do produto e qualidade do projecto, a dimensão do efeito da integração dos fornecedores teve maior impacto nos mercados estáveis do que nos mercados instáveis;
- No desempenho referente ao tempo de colocação do produto no mercado ou *time-to-market*, a importância da integração dos fornecedores foi muito mais forte nos mercados instáveis do que nos mercados estáveis;
- A integração dos fornecedores no factor conformidade da qualidade influenciou positivamente e sem diferenças marcantes, tanto os mercados estáveis como os instáveis.

A integração dos fornecedores constitui uma vantagem crítica das empresas focais no âmbito da concepção e desenvolvimento de novos produtos, com influência reconhecida nos diversos parâmetros já atrás referidos. Torna-se necessário acrescentar o envolvimento dos fornecedores ao relacionamento entre os processos de DNP, desde os *inputs* iniciais, durante as restantes fases até a jusante do próprio DNP, ou seja à fase normal da produção em massa.

Mas como se integram os fornecedores das empresas focais nos respectivos projectos de DNP? Podemos descrever os quatro modos de integração mais correntemente utilizados.

1. O “*modo sequencial*”, onde o tipo de envolvimento do fornecedor é caracterizado por uma natureza discreta típica, e também por um baixo grau de comunicação relacionado com o projecto. Numa característica do modo sequencial, para atender a uma data de lançamento, o fabricante coloca mais recursos na fase de projecto final, mas nem nas fases iniciais do projecto os fornecedores necessitam de realizar esforços extra.
2. A “*integração passiva do fornecedor*” também evidencia um baixo grau de comunicação. O fornecedor participa conjuntamente em responsabilidades de projecto, mas tem menos influência sobre as especificações e na fase pós-conceitos. Em qualquer um dos casos, as comunicações não são muito intensas. Apenas alguma informação sobre a tecnologia é partilhada entre fabricantes focais e os seus fornecedores. Nestas fases iniciais do projecto, os fabricantes não investem muito, pelo que, em complemento, fortalecem o seu relacionamento com os fornecedores.
3. O “*envolvimento activo dos fornecedores*”, onde o envolvimento dos fornecedores se caracteriza por um pronunciado envolvimento comunicacional com os fabricantes focais. Todos estes participantes se empenham fortemente na prossecução do projecto, o que constitui uma característica marcante. Os fornecedores assumem altos níveis de responsabilidade no projecto, e exercem alguma influência sobre as especificações e conceitos subjacentes. A partir do momento em que o processo passa à fase da integração real, fabricantes e fornecedores integram-se através de uma comunicação bidireccional, na parte tecnológica de projecto, embora não se forme entre eles qualquer aliança estratégica.
4. O “*envolvimento estratégico*”, onde os fornecedores assumem um alto nível de responsabilidades no projecto colaborando com os fabricantes nas fases de especificações e pré-conceito. Aqui, o fabricante e os fornecedores trabalham juntos desde o início do processo de DNP de uma forma aberta e oportuna, rica em comunicação relevante. Assim, o fabricante investe recursos consideráveis durante a fase inicial do projecto, e para reforçar a sua relação com o fabricante, também os fornecedores dedicam recursos significativos para o projecto. A comunicação acelera os processos de DNP,

e minimiza lacunas entre o projecto e o produto final e os requisitos do cliente. Este tipo de relacionamento envolve o mais alto grau de relacionamento e comunicação a todos os níveis. Nestas condições será de prever a existência de alianças estratégicas entre os fabricantes focais e os seus fornecedores.

Os modos 3 e 4 referidos podem ser representados pela Ilustração 56, em que se evidencia nas setas a tracejado a possível relação íntima entre fornecedores e a produção inovativa (e clientes).

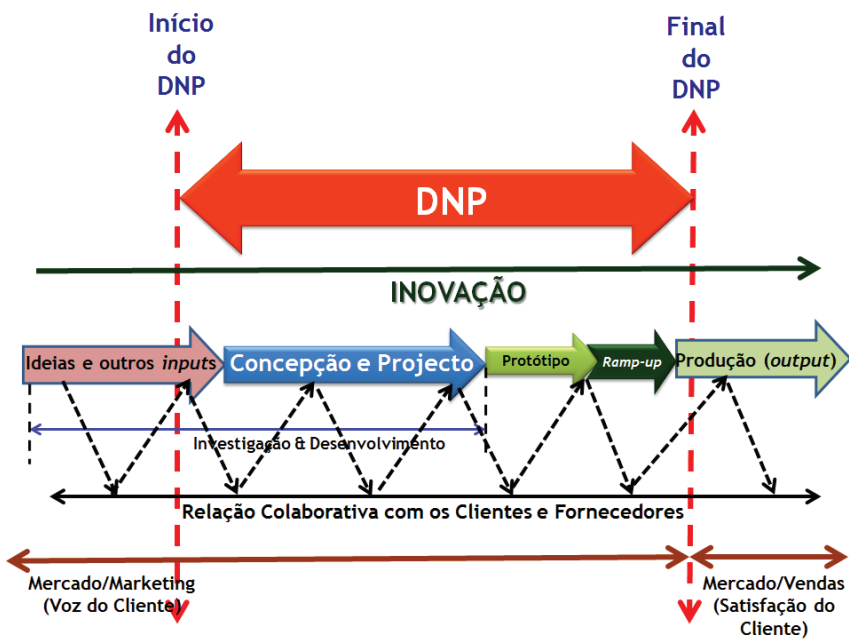


Ilustração 56 – O Envolvimento dos Fornecedores no Processo DNP

Por via das redes, a utilização sistemática do SDI nos processos de DNP, através da formação de movimentos colaborativos, promove a emergência da complexidade pela formação de sistemas adaptativos complexos, um tipo específico de sistema dinâmico, bem como dos fenómenos colaterais de risco e incerteza.

Evidências relevantes deste aspecto são: a interdependência; a retroalimentação da informação; a interação mútua e casualidade; e as características típicas dos sistemas adaptativos complexos (SAC) ou

“*adaptive complex systems*” (ACS), tal como é conhecida na terminologia anglo-saxónica.

Além disso, como ingredientes essenciais para o sucesso da relação de colaboração entre empresas focais e fornecedores do DNP são apontados o elevado nível da confiança mútua e de compromisso.

Pode afirmar-se que o SDI é uma relevante fonte de vantagem competitiva, quando assente em relações de confiança mútua a mais longo termo, no entanto não se pode escamotear que constitui uma fonte de algum risco e incerteza.

Face à natureza estruturante do SDI, como são os casos do envolvimento activo e do envolvimento estratégico, esta deve considerar-se uma ferramenta metodológica tal como no início se classificou. No entanto, poderá funcionar apenas como uma ferramenta instrumental nos casos do modo sequencial e da integração passiva do fornecedor acima descritas.

4.2.3 Desdobramento da Função Qualidade (DFQ)

A Gestão pela Qualidade Total (GQT) ou Gestão Total da Qualidade (GTQ) ou ainda TQM tem sido considerada como uma estratégia em que toda a organização está focalizada na melhoria contínua. Essa atitude empresarial tem obrigatoriamente em conta, em todos os momentos, a vontade e necessidades dos clientes. Alguns dos problemas que se colocam no DNP exigem soluções inovativas com enfoque na função Qualidade. Assim, a próxima ferramenta metodológica a abordar será o “Desdobramento da Função Qualidade (DFQ ou QFD)” em si própria, que será constituída ou composta por diversas ferramentas instrumentais.

Neste contexto, a ferramenta metodológica DFQ é retratada fundamentalmente pelas suas ferramentas específicas ou outras associadas ao projecto, à produção e à inovação. Como ferramentas instrumentais serão abordadas no presente trabalho: a HOQ (Casa da Qualidade/*House of Quality*); o modelo de *Kano*; os BSC/KPIs (*Balanced Scorecard/Key-Performance Indicators*); a FMEA (*Failure Model and Effect Analysis*) e a DFMEA (*Design Failure Model and Effect Analysis*); o diagrama causa-efeito (ou em espinha-de-peixe/*fishbone*, ainda conhecido por diagrama de *Ishikawa*) e a lei de *Pareto* (ou análise ABC).

O DFQ é uma metodologia de planeamento e solução de problemas desenvolvida em 1972 pela *Mitsubishi* e utilizada para traduzir e transformar as exigências e expectativas dos clientes em características de engenharia do DNP, tendo em conta a concorrência. Estimar as medidas de correlação entre as características de engenharia constitui um passo crucial para o planeamento do DNP através do processo de construção da HOQ. Isto porque, quando mal estimadas, essas medidas podem afectar seriamente os esforços de planeamento e desenvolvimento do produto.

Como já se concluiu relativamente ao projecto DNP, também para a QFD é essencial a formação de equipas multidisciplinares conhecedoras das necessidades do cliente e das tecnologias e processos da engenharia, havendo ainda a necessidade da incorporação de um ou mais moderadores internos ou externos. Para tanto, utilizam-se múltiplas ferramentas instrumentais de índole matemática, algumas já referidas, nomeadamente as seguintes: matrizes *Fuzzy Delphi*; FMEA; redes analíticas, a fim de seleccionar factores críticos; BSC e a matriz HOQ. Num sistema QFD completo existem quatro fases de planeamento típicas: do produto; por partes; do processo e da produção, e cada uma destas fases implica o recurso à matriz HOQ.

4.2.31 Ferramentas Instrumentais do DFQ

Destas ferramentas aborda-se, em primeiro lugar, o modelo de *Kano*. Este modelo inovador foi desenvolvido por Kano (Kano *et al.*, 1984), com o objectivo de categorizar atributos de produtos ou serviços, baseados na ideia de que é fundamental satisfazer as necessidades dos clientes identificando “a voz do cliente”. Deste modo, pode portanto assumir-se que o QFD utiliza o modelo de *Kano*, enquanto ferramenta dinâmica de estruturação das matrizes associadas à HOQ.

No que concerne a esta ferramenta, a literatura em geral e os textos do próprio autor permitem sumarizar um conjunto de características fundamentais na relação produto/serviço e cliente. Assim, são definidos três tipos de requisitos que influenciam a satisfação do cliente:

1. Os “requisitos obrigatórios”, sem os quais o cliente ficará extremamente insatisfeito. Por outro lado, do ponto de vista do cliente,

tais requisitos já estão integrados no produto/serviço oferecido, podendo tal considerar-se um pré-requisito. Isto significa que apenas o facto de serem acrescentados não tornará o cliente totalmente satisfeito;

2. Os designados “requisitos lineares”, em que a satisfação do cliente é proporcional ao nível de preenchimento desses requisitos, ou seja, quanto maior o nível de preenchimento, maior será a satisfação do cliente e vice-versa;
3. Os “requisitos atractivos ou atraentes” são os requisitos do produto/serviço, que têm maior influência na satisfação do cliente, e que raramente são explicitamente expressos ou esperados pelos clientes, representando o que se poderá designar de “agradável surpresa”. O preenchimento desses requisitos proporciona um maior nível de satisfação, porém não representa insatisfação caso não estejam presentes. São estes requisitos que representam o diferencial de cativação do cliente.

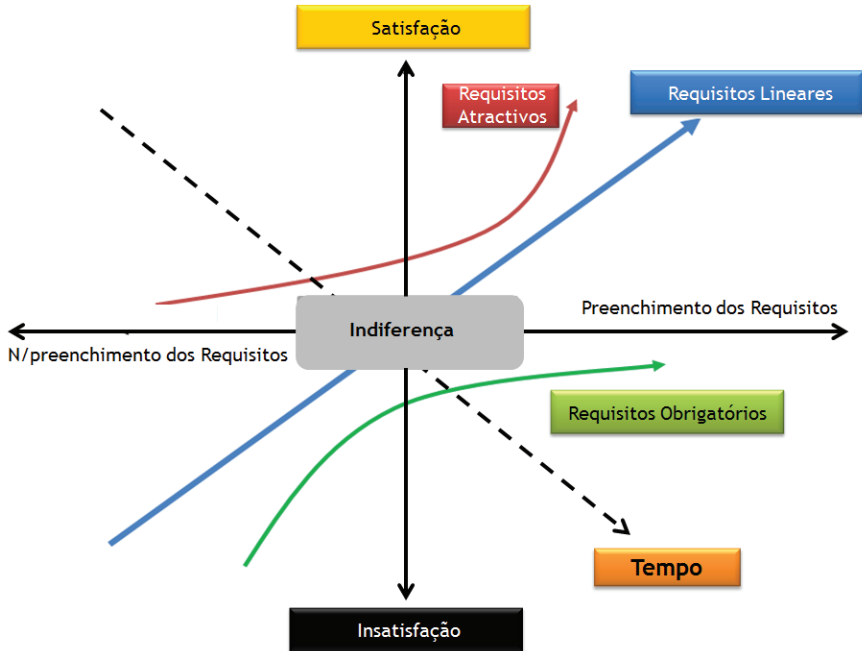


Ilustração 57 – Representação gráfica do modelo de Kano.

Na ilustração 57 são apresentadas as diversas condicionantes, mas também a condicionante tempo, na medida em que os atrasos e a não satisfação do cliente em prazos tão curtos quanto possível conduzirão à sua insatisfação e eventual infidelização (condição atestada por inúmeros autores anteriormente citados).

As situações representadas no 1.º quadrante (superior direito) são propícias à adição de valor, enquanto as representadas no 3.º quadrante (inferior esquerdo) remetem para o baixo valor acrescentado, quando não ao desperdício de valor.

Torna-se agora importante integrar o modelo de *Kano* noutra ferramenta instrumental, embora mais abrangente, a Casa da Qualidade (HOQ), que também se pode designar por matriz da qualidade.

A HOQ é uma matriz que tem a finalidade de executar um projecto com qualidade, sistematizando as qualidades exigidas pelos clientes, por meio de expressões do tipo linguístico, convertendo-as em características de engenharia, ou seja, da qualidade, pondo em evidência a correlação entre essas características substitutas (características da qualidade) e aquelas características verdadeiras ou reais provenientes do cliente (os 3 requisitos do cliente mencionados anteriormente).

Existem diversas versões desta matriz em forma de casa (*house*), apresentando-se aqui uma versão que se mostra desde a Ilustração 58 até à 61.

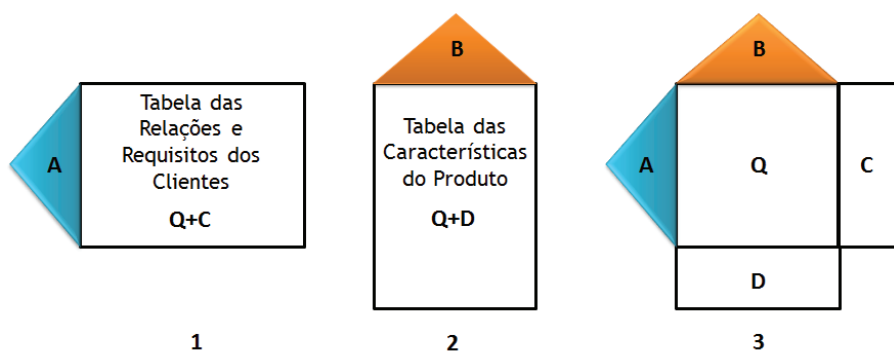


Ilustração 58 – Cruzamento das Tabelas dos requisitos dos clientes e características de qualidade dos produtos.

A HOQ é um sistema que se obtém pelo cruzamento da tabela dos requisitos do cliente “1” com a tabela das características de qualidade “2”. O resultado deste cruzamento “3” configura uma HOQ. O triângulo “A” e a aba direita “C” compõem a tabela dos requisitos dos clientes. O triângulo “B” e a aba inferior “D” compõem a tabela das características de qualidade. O quadrado “Q”, intersecção das duas tabelas, denomina-se “matriz de relações”.

A entrada no sistema é a denominada “voz do cliente”, na forma de expressões linguísticas descritivas. O processo corresponde ao conjunto das três seguintes actividades:

1. Sistematização das qualidades verdadeiras exigidas pelos clientes;
2. Transformação das qualidades exigidas pelos clientes em características da qualidade (características técnicas ou características substitutas);
3. Identificação das relações entre as qualidades verdadeiras ou reais e as características da qualidade.

A saída do sistema consiste nas especificações do produto, ou seja, no conjunto de características técnicas do produto, de acordo com as respectivas qualidades projectadas (valores de especificações). Assim sendo, pode entender-se que a tabela dos requisitos dos clientes (horizontal) é a entrada da casa da qualidade, e a tabela das características de qualidade (vertical) é, então, a saída do sistema.

Como já se referiu, existem vários formatos de HOQ, sendo até comum dividir ou denominar cada parte, ou tabela, ou matriz, como sendo um aposento da casa (quartos, telhado ou sótão). Algumas variantes chegam mesmo a configurar uma chaminé, sendo que todas estas subpartes têm aplicações específicas face ao problema concreto que se tenha que tratar. Relativamente ao modelo de *Kano*, *ele* tem extrema utilidade na transformação das necessidades dos clientes e nas características de engenharia na construção da HOQ (Ilustração 58). Para a determinação dos pesos, a utilização de painéis de especialistas (painéis *Delphi*) será a ferramenta mais adequada, e para a construção das matrizes, em muitos casos, as matrizes *Fuzzy* e *Fuzzy Delphi* são ferramentas correntes.

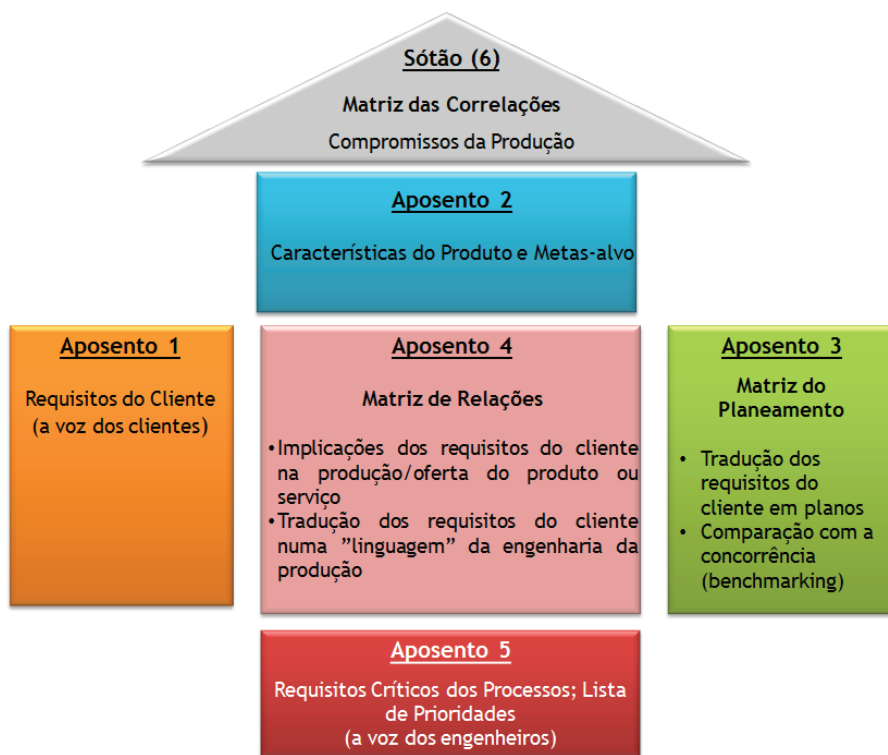


Ilustração 59 – Casa da Qualidade (HOQ) tipificada

Estas ferramentas visam seleccionar na HOQ, de entre todos os factores envolvidos, os críticos (os mais importantes), a fim de limitar os recursos afectos ao DNP. Apesar das formas diferentes da HOQ, consoante as necessidades do problema a resolver, apresenta-se, na Ilustração 60, uma das formas possíveis.

É corrente utilizar o modelo *Fuzzy Delphi* de modo a seleccionar os factores críticos, tal como atrás se referiu, seguindo-se a modelação interpretativa *Fuzzy* estrutural, na determinação da relação entre esses mesmos factores críticos. Os resultados obtidos são utilizados na construção de quatro HOQ, as quais incorporaram outra ferramenta, o processo analítico de redes *Fuzzy*. Com a colaboração de diversos especialistas, realizarão algumas rondas de questionários até se conseguir a homogeneidade das opiniões, ou seja, a convergência que interessa finalmente considerar (Painel *Delphi*, a abordar mais adiante em 4.2.6.3).

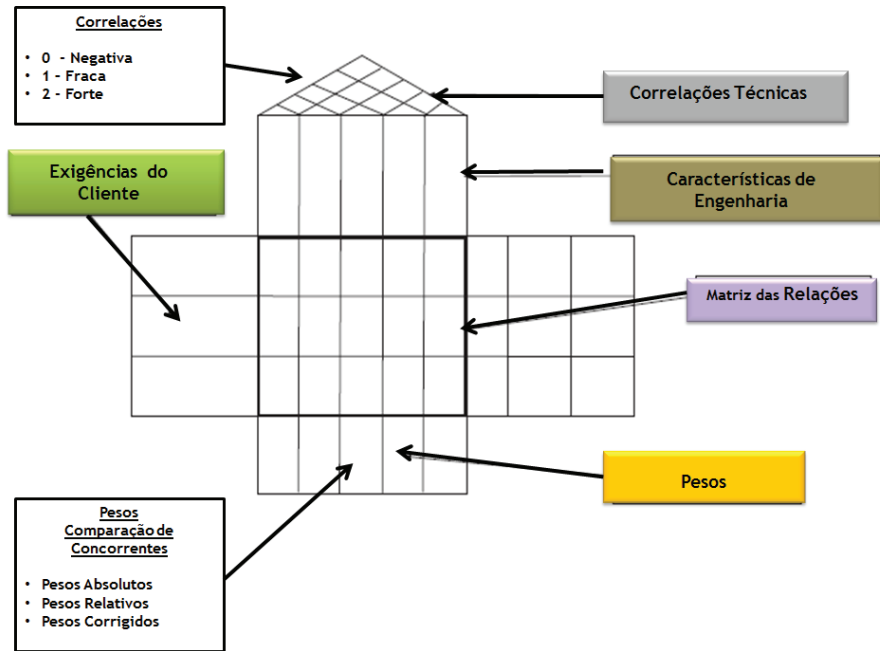


Ilustração 60 – Casa da Qualidade (HOQ).

Fonte: Adaptação de Lin *et al.* (2011)

Num sistema QFD completo existem quatro fases de planeamento típicas de um sistema QFD completo, em que cada fase implicará a referida matriz HOQ.

Num caso concreto Lee e Lin (2011), reportando uma amostragem significativa de produtores sediados em *Taiwan* e os resultados obtidos, mostraram que para a rápida consecução do projecto de DNP são muito relevantes os seguintes atributos: requisitos dos clientes; características e requisitos de engenharia e do planeamento das partes; requisitos dos processos-chave de projecto; e requisitos da produção.

A título exemplificativo apresenta-se na Ilustração 61 o modelo das quatro HOQ referente às quatro fases de planeamento de um sistema QFD completo.

São evidentes as quatro fases típicas de planeamento: do produto; das partes; do processo e da produção, bem como a transposição entre cada uma das quatro matrizes HOQ.

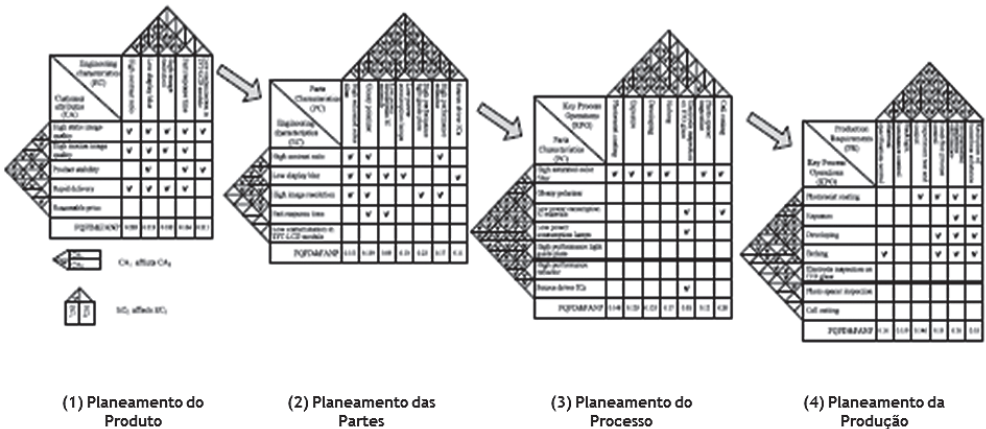


Ilustração 61 – HOQ – As quatro fases típicas de um sistema QFD completo.

Fonte: Adaptação de Lee e Lin (2011)

Abordam-se de seguida e sucintamente mais duas ferramentas instrumentais do QFD: **os BSC-Balanced Scorecard** ou em Português, Cartas de Registo Balanceadas ou ainda “Indicadores Balanceados de Desempenho”) e a FMEA. Relativamente à ferramenta BSC, ele é considerado uma ferramenta de medição e gestão de desempenho desenvolvida em 1992 pelos professores Robert Kaplan e David Norton da *Harvard Business School*. Os BSC são um modelo de gestão interna das organizações que destaca a importância dada face às necessidades próprias e à criação de valor para os clientes. Reflectem também o equilíbrio entre objectivos de curto e longo prazo, entre medidas financeiras e não-financeiras, indicadores de tendências e ocorrências, e, ainda, entre as perspectivas interna e externa de desempenho. Este conjunto abrangente de medidas constitui a base do sistema de medição e gestão estratégica, por meio do qual o desempenho da organização é medido equilibradamente sob as quatro perspectivas de planeamento.

Inicialmente o BSC foi utilizado como ferramenta destinada não só a revelar problemas dentro das organizações, mas apontando também os aspectos de melhoria para esses mesmos problemas. No entanto, o BSC foi também desenvolvido no sentido de alinhar pequenas com grandes organizações, de uma forma integral, num processo conduzido de forma *topdown*. Também se reconhece que os BSC surgem num tempo e num contexto em que os sistemas contabilísticos tradicionais são limitados no que concerne ao fornecimento e à gestão de informação estratégica.

Daí que actualmente em várias organizações se desenvolvam painéis de indicadores específicos, aos diversos níveis da gestão, também conhecidos por painéis de KPIs ou de indicadores-chave de desempenho.

Tal como se apresenta na Ilustração 62, o modelo genérico BSC apresenta quatro perspectivas: financeira; cliente; interna e aprendizagem/crescimento.

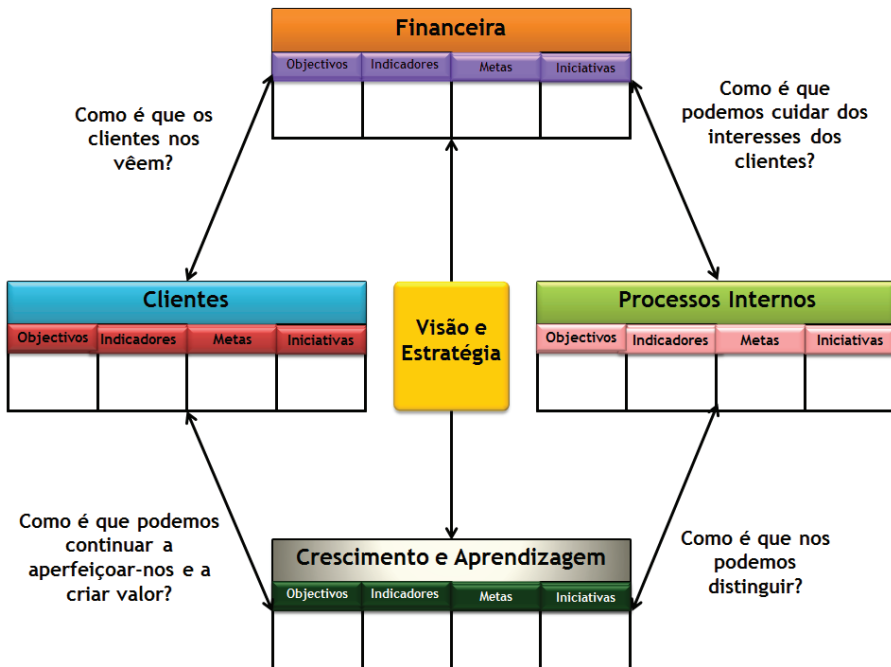


Ilustração 62 – O Modelo BSC.

Assim, para cada objectivo definem-se os factores críticos de sucesso, os indicadores (KPIs), as metas e iniciativas estratégicas, tudo de acordo com um processo em cascata, pelo estabelecimento de relações causa-efeito. Uma outra ferramenta instrumental muitas vezes associada ao QFD é a FMEA (*Failure Model and Effect Analysis*).

Mas o que se entende por FMEA? Pode classificar-se como uma ferramenta qualitativa de avaliação de risco que minimiza potenciais falhas em sistemas, processos, projectos, produtos e serviços, tendo sido utilizada numa ampla gama de indústrias. Inicialmente, na década de 60 do século XX, a FMEA foi desenvolvida como uma ferramenta destinada à

indústria aeroespacial, tendo provado, desde essa época, a sua capacidade de avaliar potenciais falhas e, além disso, de impedir a sua ocorrência. Enquanto na análise fiabilística se procede ao cálculo da probabilidade de falha com vista à melhor prevenção, no caso da análise da falha procede-se à avaliação do risco com vista à melhor forma de obviar a esse mesmo risco. Existem variantes da ferramenta FMEA como é o caso da *Failure Modes and Effects Criticaly Analysis* ou FMECA, considerada como extensão da primeira.

Na verdade, existem outras ferramentas para a determinação do risco, complementares ou alternativas, suficientemente robustas, tais como, por exemplo, a “matriz de risco”, associada aos casos que envolvem riscos de segurança de pessoas (*safety*). De qualquer forma, as ferramentas que conduzam à inexistência de falhas, sua minimização, ou probabilidade da sua ocorrência são, também, ferramentas da qualidade aplicáveis durante os processos de DNP e ainda de melhoria contínua, ou seja, integráveis na prática que se desenrola já no domínio dos processos da produção em massa. Nas fases de projecto do DNP, a ferramenta assume a designação DFMEA (*Design Failure Model and Effect Analysis*), que é a que mais se ajusta à temática do presente livro.

Para a implementação da DFMEA no desenvolvimento de novo produto ou sistema específico aconselha-se a formação de equipas multidimensionais, tal como ocorre noutras ferramentas que têm sido estudadas. O primeiro passo no seu desenvolvimento consiste na identificação de modos potenciais de falhas do produto ou sistema, através de sessões sistemáticas de *brainstorming*. Deverá formar-se, inicialmente, um grupo de trabalho multidimensional, tal como se referiu, que irá definir as funções ou características daquele sistema, relacionando ainda todos os tipos de falhas que possam ocorrer, descrevendo para cada tipo de falha possíveis causas e efeitos. Além disso, o grupo deverá relacionar as medidas de detecção e prevenção de falhas que estão a ser tomadas, ou que já o foram, atribuindo a cada causa índices de avaliação de risco, discutindo depois as medidas de melhoria que forem consideradas mais adequadas.

Depois disso, a análise crítica das falhas é desenvolvida, tendo em conta os factores de risco: ocorrência (O), ou seja, a probabilidade de falha, severidade da falha (S) e detecção (D), que significa a probabilidade

de detecção da mesma falha. Em consequência, o objectivo da DFMEA consiste em priorizar os modos de falha do sistema de produção, de modo a assinalar os recursos cujos itens correm os riscos mais graves. Genericamente, a priorização dos modos de falha é determinada pelo “*Risk Priority Number*” (RPN)/Número de Prioridade do Risco (NPR), o qual se obtém através da multiplicação dos factores de risco da falha O, S e D, para cada um dos itens considerados.

$$RPN = S \times O \times D \quad (\text{Equação 17})$$

A DFMEA pode ser dividida em duas fases: a primeira corresponde à decisão dos valores de S, O e D; e, na segunda, o responsável pela gestão do projecto, processo ou produto, deverá fazer as recomendações que conduzam às adequadas acções, após as quais se deverá proceder ao recálculo do valor do RPN, até serem atingidos os valores mais interessantes possíveis. A Ilustração 63 mostra o processo recomendado.

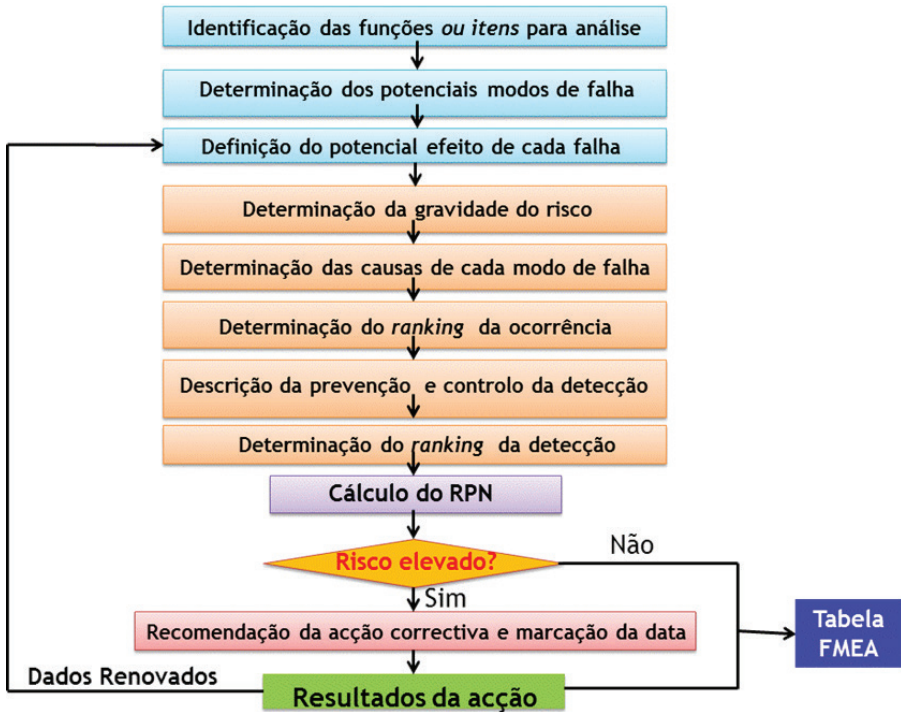


Ilustração 63 – O Processo DFMEA

A DFMEA é portanto uma ferramenta muito utilizada na minimização de falhas e maximização da qualidade do projecto, processo ou produto e no DNP.

Surge sistematicamente associada a muitas outras ferramentas do domínio da produção, ou outras fases mais avançadas da vida do produto: SS (*Six Sigma/Seis Sigma*); ciclo da vida do produto; o “*Critical Function Responses*” (CFR). Mas também pode surgir relativamente ao DNP, para além do QFD, com a metodologia TRIZ.

Também se pode considerar que a DFMEA não é mais do que a ferramenta FMEA, especificamente dedicada ao projecto e, no caso vertente, ao projecto DNP.

Uma outra ferramenta que é útil em certas fases do DNP, nomeadamente naquelas em que as equipas multifuncionais se reúnem para discutir entre si os problemas que têm de ser ultrapassados de uma forma organizada e consistente, normalmente em conjunto com o *brainstorming*, é o diagrama causa-efeito. Esta ferramenta também designada por ou diagrama de *Ishikawa* ou espinha de peixe (*fishbone*), dado que da sua envoltura pode sugerir uma forma de espinha de peixe, é, efectivamente, uma ferramenta instrumental em forma de gráfico que permite identificar e organizar, de forma estruturada, as causas dos problemas que surgem ao longo dos respectivos processos (Ilustração 64).

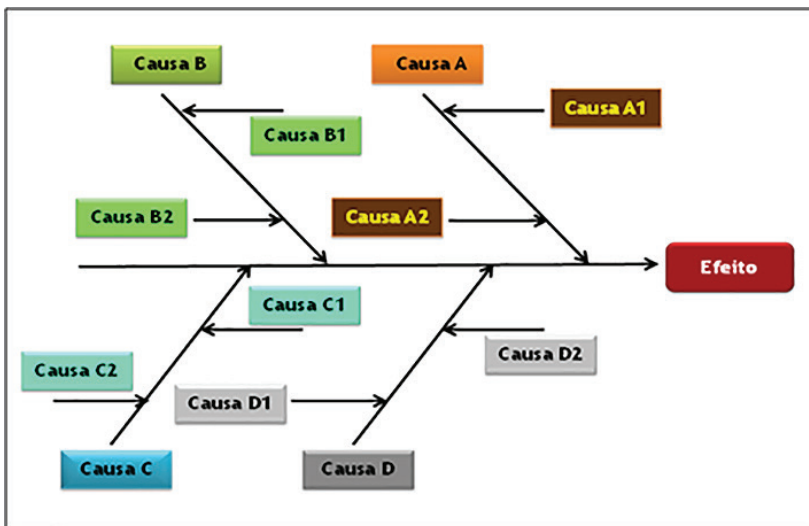


Ilustração 64 – Modelo simplificado do diagrama causa-efeito.

Karau Ishikawa foi o seu autor, nos anos 60 do século XX, e considerado como uma das personalidades japonesas mais conhecidas do movimento pela qualidade total. O primeiro momento da realização do diagrama corresponde à existência de um problema entretanto detectado e que precisa de ser resolvido. Para tanto, ele deve ser bem concreto e definido de modo a que o grupo de peritos que desenvolve ou projecta o produto realize, num segundo momento, um *brainstorming* eficaz.

Finalmente, após terem sido efectuadas as sessões necessárias e sendo detectadas, não só as causas principais como outras em que estas se podem subdividir, será previsível que o grupo atinja o objectivo que se propôs alcançar: a solução que resolverá o problema inicial. No caso de a dificuldade ocorrer na fase do projecto do DNP, quando já se dimensiona o processo e se prepara a prototipagem, o diagrama espinha-de-peixe passa a ter em consideração um conjunto de problemas que podem ser classificados em 6 tipos diferentes de causas principais, que afectam os processos: **método; máquina; medida;** meio ambiente; mão-de-obra e material.

Pelo facto da denominação das 6 causas principais se iniciarem com a letra “M”, também pode ser chamado “Diagrama dos 6M’s”. No entanto, pode ainda tomar a designação dos “7M’s”, caso uma das causas principais do problema a resolver seja inerente à própria gestão de algum módulo do projecto (M de *Management*).

Outra ferramenta que pode ser utilizada em certas reuniões de reflexão das equipas que participam no DNP é a lei de *Pareto*, ou lei dos 80x20, ou, ainda, análise ABC.

Na verdade, esta regra mostra que apenas 20% do conjunto total dos componentes do sistema é que é verdadeiramente relevante, visto corresponder ao elevado montante de 80% do valor ou importância desse todo. Note-se, no entanto, que esta regularidade estatística só é obtida para conjuntos de milhares de itens, portanto, quando as bases amostrais são significativas. Ou seja: para diversos tipos de fenómenos, 80% das consequências advêm de 20% das respectivas causas.

No exemplo da Tabela 13, só com 10 *items* não seria de esperar uma regularidade estatística de 80x20 tão certa. É tão-só um exemplo.

Tabela 13 – Prioridades ABC (método de *Pareto*).

	Problemas	Ocorrências	Acumulado	Ocorrências (%)	Prioridade
1 (10%)	P1	1926	1926	47,7	A
2 (20%)	P2	1190	3116	77,1	A
3 (30%)	P3	201	3317	82,1	B
4 (40%)	P4	190	3507	86,8	C
5 (50%)	P5	159	3666	90,7	C
6 (60%)	P6	129	3795	94,0	C
7 (70%)	P7	99	3894	96,4	C
8 (80%)	P8	66	3960	98,0	C
9 (90%)	P9	51	4011	99,3	C
10 (100%)	P10	29	4040	100,0	C

O gráfico seguinte correspondente ao exemplo desta Tabela:

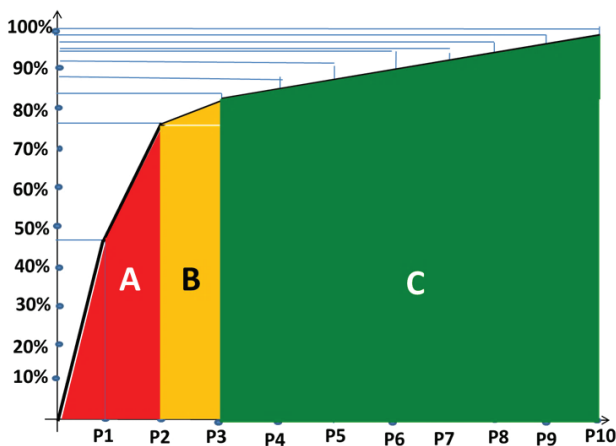


Ilustração 65 – Gráfico de Pareto (ABC ou 80-20)

Trata-se de uma ferramenta interessante e utilizada em problemas correntes na gestão da produção inclusive no DNP. Assim, como se viu no exemplo, quando existem apenas algumas dezenas de problemas para resolver, não se esperará a regularidade estatística de 80x20, mas algo de

semelhante (por exemplo 68x32), o que, apesar de tudo, pode facilitar uma escolha ou selecção de prioridades a decidir pela equipa de trabalho que projecta o DNP, ainda de acordo com estes autores. Após priorizar os problemas, e caso sejam efectivamente inovadores, podem equacionar-se as respectivas soluções, por exemplo, através da metodologia TRIZ já analisada.

Há problemas que surgem cujas soluções recorrem a outros modelos associados a diversos tipos de algoritmos (genéticos, redes neuronais etc.). Algumas das abordagens mais gerais para esses problemas envolvem ainda a aplicação do conceito de dominância ou não dominância de *Pareto* ou optimização multiobjectivo, com soluções denominadas *Pareto-optimizadas*.

Nesta fase do trabalho, abordam-se modelos de gestão da qualidade que tendam para a perfeição dos produtos, ou seja, para os zero defeitos decorrentes dos processos de fabrico. A filosofia SS foi desenvolvida precisamente para atingir tal desiderato.

O SS, por si só, corresponde a ferramenta instrumental de projecto DFSS/Projecto para Seis Sigma (PPSS), esta sim, uma ferramenta metodológica de que derivam as suas ferramentas instrumentais, também denominados ciclos: DMAIC e DMADV (“*Define, Measure, Analyse, Design, Verify*”/Definir, Medir, Analisar, Projectar, Verificar), entre outros, e que podem considerar-se um conjunto integrado no universo mais abrangente da qualidade ou na metodologia DFSS. Assim sendo, optou-se por abordar neste Subcapítulo de uma forma integrada esse conjunto de ferramentas, dado que são utilizadas quase sempre em conjunto.

4.2.4 Projecto de Produtos “Zero Defeitos” ou Seis Sigma (DFSS)

É necessidade corrente desenvolver e projectar novos produtos cujos processos produtivos sejam extremamente fiáveis, o que em linguagem técnica se deve dizer “zero defeitos” ou ainda seis sigma (SS); quer dizer, trata-se de projectos baseados na filosofia SS. A ferramenta metodológica que se vai seguidamente abordar designa-se projecto DFSS/Projecto para processos produtivos com exigência seis sigma ou em terminologia anglo-saxónica *Design for Six Sigma*. Também se irão tratar várias das suas ferramentas instrumentais denominados ciclos. Eles são: DMAIC e DMADV (“*Define, Measure, Analyse, Design, Verify*”/Definir, Medir, Analisar, Projectar, Verificar) que, entre outros, se podem considerar um

conjunto integrado no universo abrangente da qualidade ou na ferramenta metodológica DFSS.

Assim sendo, optou-se por abordar de uma forma integrada esse conjunto de ferramentas, dado que são utilizadas quase sempre em conjunto. No entanto, antes de se abordar a DFSS, é conveniente apresentar, ainda que de forma sumária, a filosofia de produção seis sigma que lhe está na origem.

4.2.4.1 Introdução à Filosofia de Produção Seis Sigma

A metodologia seis sigma (SS) pode considerar-se tanto uma estratégia como uma filosofia que se aplica às organizações, seja qual for a sua dimensão, e desenvolvida inicialmente pela Motorola em 1986¹⁹.

Naquele tempo, o principal objectivo foi o de reduzir de forma contínua a variabilidade nos processos. Estatisticamente, o SS refere-se a um processo no qual o intervalo entre a média de uma medida de qualidade do processo e o limite de especificação é o mais próximo, pelo menos seis vezes, do desvio padrão desse mesmo processo.

Assim, esta metodologia tem a capacidade de conduzir, através da sua aplicação, à realização de produtos e serviços com apenas 3,4 defeitos por milhão de unidades produzidas, o que se pode considerar um desempenho de classe mundial.

Ou seja: esta metodologia constitui-se como um processo altamente disciplinador, que permitirá desenvolver os produtos e serviços de uma forma próxima da perfeição, de acordo com os padrões da produção e das necessidades dos clientes, traduzindo-se ainda num importante processo de redução de desperdícios.

Nestas condições, quando se projectam e desenvolvem novos produtos, esta meta de quási-perfeição proporcionada pela filosofia SS é essencial para o seu êxito no mercado, pelo que tem de estar, à partida, inscrita nas prescrições de todo o projecto.

Sendo o desperdício e a perfeição ocorrências antagónicas, tal significa que a organização também se aproveita do SS para melhorar significativamente a sua eficiência. O melhor desempenho encontra-se nas

¹⁹ Em 1991, a *Motorola* certificou o seu primeiro perito “Black Belt” Seis Sigma (o cinturão negro, constitui a mais alta qualificação que existe para os praticantes de certas artes marciais), iniciando a formalização da formação acreditada em métodos Seis Sigma.

empresas que operam a um baixo nível de variação nos seus processos. Nos anos iniciais do desenvolvimento desta metodologia, acreditava-se que reduzindo-se a variação, os custos aumentariam.

Tal concepção verificou-se posteriormente errada, já que após diversos estudos, se consolidou uma nova ideia: mais qualidade não implicaria mais custo, ou seja, mais qualidade, baixa variação e baixo custo poderiam ser alcançados, simultaneamente, e o melhor desempenho encontra-se nas empresas que operam a um nível de variação baixo.

A medida mais útil e comum de variação é o desvio-padrão, que é representado pela letra grega σ (sigma), podendo ser calculado para qualquer conjunto de dados.

Para introduzir o conceito de desvio-padrão, utiliza-se uma abordagem geométrica que se concretiza na função densidade de probabilidade para a distribuição normal ou de Gauss, de acordo com a Ilustração 65.

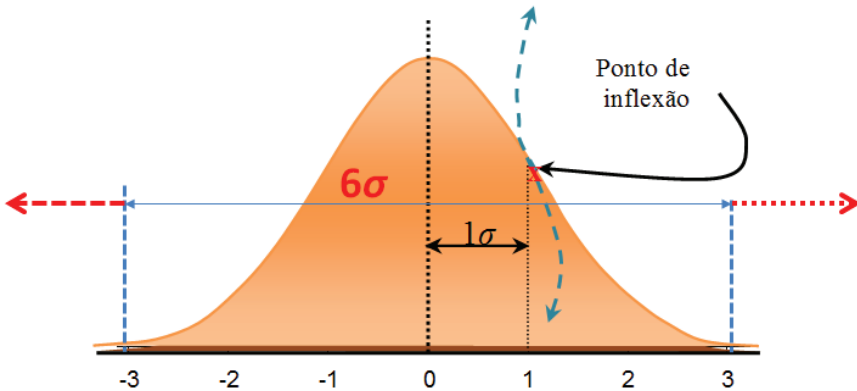


Ilustração 66 – A Distribuição Normal de Gauss

Verifica-se a existência de dois pontos de inflexão, um de cada lado da curva de distribuição normal. Traçando uma linha vertical a partir deste ponto em direcção à linha de base, a distância entre esta linha e a média corresponde a um desvio-padrão de valor 1σ .

Numa distribuição normal, as percentagens das variações de acontecimentos para 1σ , 2σ e 3σ face à média, são as seguintes:

- 68,3% localizadas entre $\pm 1\sigma$;
- 95,5% localizadas entre $\pm 2\sigma$;
- 99,7% localizadas entre $\pm 3\sigma$.

Observando os sistemas três e seis sigma, verifica-se que, depois de se utilizarem técnicas e instrumentos de redução da variabilidade, o resultado final é metade do nível inicial da variação. Desta forma, o novo sistema é considerado e/ou SS (Tabela 14).

Tabela 14 – Três, quatro, cinco e seis sigma (assumindo estabilidade).

N.º de Acontecimentos	Sistema 3σ (%)	Sistema 4σ (%)	Sistema 5σ (%)	Sistema 6σ (%)
1	99,73	99,99	99,99	99,99
10	97,33	99,94	99,99	99,99
20	94,74	99,87	99,99	99,99
40	89,75	99,75	99,99	99,99
60	85,03	99,62	99,99	99,99
80	80,54	99,49	99,99	99,99
100	76,31	99,36	99,99	99,99
200	58,23	98,74	99,99	99,99
400	33,91	97,49	99,98	99,99
700	15,06	95,66	99,59	99,99
1000	6,70	93,86	99,94	99,99
3000	0	82,69	99,83	99,99
10000	0	53,08	99,43	99,99

Neste processo, os Factores Críticos da Qualidade (FCQ) são muito importantes, e têm que ser obrigatoriamente respeitados, de modo que as especificações estejam de acordo com as expectativas dos clientes, de tal forma que a especificação esteja mais próxima do SS da média do processo.

A taxa de falha de um acontecimento três sigma é de 0,3%, porque 99,7% dos dados caem dentro da margem $\pm 3\sigma$, que corresponde, conjuntamente com as especificações, a um sistema três sigma. Conforme se pode constatar, o sistema SS é quase perfeito.

Na primeira fase de um processo três sigma, três produtos apresentam não conformidades em 997 de produtos conformes. Estes 997 produtos conformes são sujeitos a uma segunda fase de medição do processo três sigma com, novamente, uma taxa de falha de 0,3%, ficando 994

produtos conformes, os quais são sujeitos a uma terceira fase, e assim sucessivamente. Assim, perde-se 0,3%, a cada fase e este prejuízo vai-se acumulando ao longo do processo.

Os resultados obtidos pela *Motorola* através do *benchmarking* realizado indicavam que muitas das empresas ocidentais já estariam a operar num sistema de 4 a 4,5 sigma.

4.2.4.2 A Controvérsia 6 Sigma ou 4,5 Sigma

Para se analisar a controvérsia entre os que defendem que a filosofia 6 Sigma deveria verdadeiramente designar-se por 4,5 sigma, recorreremos a Cabrita ^{a,b} (2009) que em Portugal a explicou devidamente e também a Mendonça (2010).

Para tanto considera-se que a distribuição contínua de probabilidades de *Gauss* corresponde a operações de curto prazo, designando-a, assim, por “*distribuição normal de curto prazo, 6σ verdadeiro*”, sendo ainda esta distribuição caracterizada por uma média μ_c e por um desvio padrão σ_c , o que corresponde ao facto de esta média e este desvio padrão se reportarem às operações de curto prazo.

Nestas condições apresentam-se na Tabela 15 as estimativas de produtos fabricados em conformidade e defeituosos em função do desvio padrão.

Tabela 15 – Probabilidades de obtenção de produtos conformes e defeituosos em operações de curto prazo.

Intervalos de variação (LIE e LSE)	Percentagem de produtos em conformidade	Percentagem de produtos com defeito	Produtos com defeito por milhão (DPM)
$\mu_c \pm 1\sigma_c$	68,26	31,74	317400
$\mu_c \pm 2\sigma_c$	95,46	4,54	45400
$\mu_c \pm 3\sigma_c$	99,73	0,27	2700
$\mu_c \pm 4\sigma_c$	99,9937	0,0063	63
$\mu_c \pm 4,5\sigma_c$	99,99966	0,00034	3,4
$\mu_c \pm 5\sigma_c$	99,999943	0,000057	0,57
$\mu_c \pm 6\sigma_c$	99,9999998	0,0000002	0,002

De acordo com Cabrita ^{a,b} (2009), e recorrendo-se a esta distribuição normal, e tendo em atenção os processos de fabricação de produtos, a probabilidade de se ter um acontecimento x situado entre o Limite Inferior da Especificação (LIE) e o Limite Superior de Especificações (LSE) representa a probabilidade dos produtos fabricados se encontrarem em conformidade com as especificações previamente definidas.

Dito de outra maneira: representa o número provável de produtos fabricados em conformidade, num determinado lote, por exemplo, um milhão de peças fabricadas.

Assim, como complemento, a probabilidade dos produtos fabricados se encontrarem fora das especificações, ou seja, com defeitos (ou então, o número provável de produtos fabricados com defeito) é a soma da probabilidade de se verificar um acontecimento x situado entre $-\infty$ e o LIE, com a probabilidade desse mesmo acontecimento se situar entre o LSE e $+\infty$.

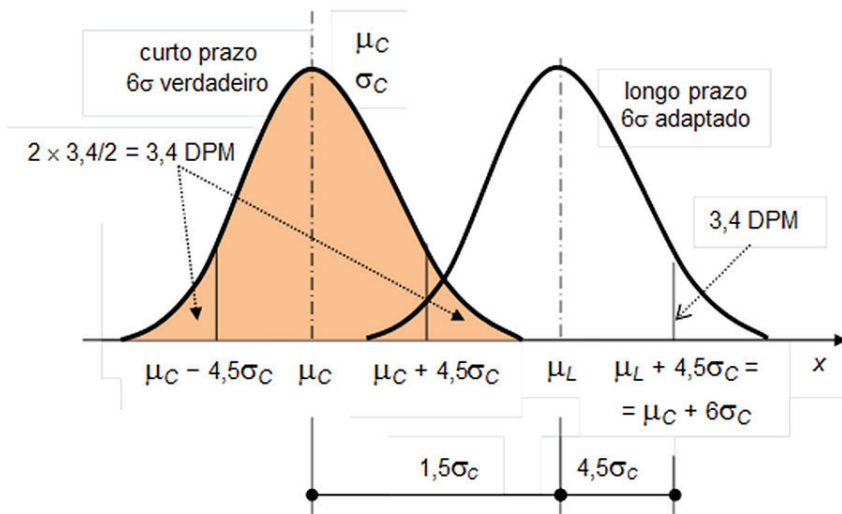


Ilustração 67– Particularização do processo SS partindo da distribuição normal, para a situação de 3,4 DPM.

Fonte: Cabrita ^a (2009)

Na Tabela 16 observamos as estimativas de produtos fabricados em conformidade e defeituosos em função do desvio padrão para distribuições gaussianas de longo prazo.

Como se pode constatar, para um intervalo de variação situado entre $\mu - 3\sigma$ e $\mu + 3\sigma$, a estimativa de produtos fabricados em conformidade é

99,73 % e de produtos defeituosos, $100 - 99,73 = 0,27$ %, ou seja, 2700 DPM, verificando-se não só que para 6σ não há praticamente componentes defeituosos, mas também que a situação de 3,4 DPM acontece para o intervalo $\mu_c \pm 4,5\sigma_c$, o que não deixa de ser uma evidência passível de gerar controvérsia: deverá então designar-se a metodologia por 6σ ou por $4,5\sigma$?

Tabela 16 – Adaptação dos níveis sigma para a distribuição normal adaptada em operações de longo prazo.

Fonte: Cabrita^a (2009)

Níveis Sigma verdadeiros	Intervalos de variação	Níveis Sigma adaptados
$-0,5\sigma$	$\mu_L - 0,5\sigma_c = \mu_c + 1\sigma_c$	1σ
$0,5\sigma$	$\mu_L + 0,5\sigma_c = \mu_c + 2\sigma_c$	2σ
$1,5\sigma$	$\mu_L + 1,5\sigma_c = \mu_c + 3\sigma_c$	3σ
$2,5\sigma$	$\mu_L + 2,5\sigma_c = \mu_c + 4\sigma_c$	4σ
$3,5\sigma$	$\mu_L + 3,5\sigma_c = \mu_c + 5\sigma_c$	5σ
$4,5\sigma$	$\mu_L + 4,5\sigma_c = \mu_c + 6\sigma_c$	6σ

Na Tabela 17, encontramos a correspondência entre os níveis sigma de curto prazo e de longo prazo, relativamente às percentagens de produtos em conformidade e com defeito.

Tabela 17 – Correspondência entre os níveis sigma de curto prazo e de longo prazo.

Fonte: Cabrita^a (2009)

Níveis sigma	Percentagem de produtos em conformidade		Produtos com defeito por milhão (DPM)	
	Curto prazo	Longo prazo	Curto prazo	Longo prazo
1σ	68,26	31	317400	690000
2σ	95,46	69,2	45400	308000
3σ	99,73	93,32	2700	66800
4σ	99,9937	99,379	63	6210
5σ	99,999943	99,977	0,57	230
6σ	99,9999998	99,99966	0,002	3,4

A abordagem de Cabrita^b (2009) vai no sentido de se considerar que a atitude mais correcta é estabilizar o processo em torno de um valor óptimo, tornando irrelevante a questão do desvio 1,5 sigma, porque os distúrbios introduzidos por este desvio são inevitáveis e devem ser tidos em conta pelos responsáveis pela gestão do processo. Na prática, o nível 6 sigma (3,4 DPM) na distribuição de eventos de curto prazo corresponde, na verdadeira distribuição normal, a 4,5 desvios-padrão.

A Ilustração 66 evidencia a forma como através desta concepção mais elucubrada (que consiste na translação da curva normal inicial) se mantém o coeficiente 6 que, como se pode constatar, é obtido pela soma dos coeficientes 1,5 e 4,5 que afectam o respectivo desvio padrão. Nestas condições, para que as bases probabilísticas e estatísticas seguissem rigorosamente a distribuição normal, sem desvios e evitando críticas pertinentes, dever-se-ia designar a metodologia por 4,5 sigma em vez de 6 sigma. Além disso, é sempre possível calcular-se um nível sigma equivalente para as operações de longo prazo, independentemente das especificações impostas, isto é, do nível sigma para as operações de curto prazo.

Como tal, pode questionar-se que ao adoptar-se um nível inferior a 4,5 sigma para um determinado processo produtivo se a filosofia vigente é a SS.

Na opinião de Cabrita^a (2009), a resposta inequívoca é não. Isto na medida em que esta filosofia se baseia exactamente na produção com 3,4 DPM, caso contrário não faria sentido a sua designação. Pode então concluir-se que, quanto maior for o nível sigma de uma empresa, maior será o nível da qualidade dos seus projectos, produtos e serviços.

Não é relevante para o presente livro aprofundar esta discussão dado que o que ela atinge é tão-só uma filosofia de quasi-perfeição na produção, sendo que o que aqui nos interessa é a parte correspondente ao DNP que é prévio a essa produção em massa.

4.2.4.3 Ciclo PDCA (Planear-Executar-Verificar-Agir)

O desenvolvimento das questões da melhoria contínua da qualidade, conforme diversos modelos e processos de melhoria da produção, tem sido aplicado e adaptado desde há várias décadas. Muitos desses modelos são baseados no ciclo Planear-Executar-Verificar-Agir/“*Plan-Do-Check-Act*”(PDCA), criado por Deming e que descreve e sequencia a lógica básica de melhoria de processos através da análise de dados.

Tal lógica apresenta-se como um arco (*loop*) de melhoria contínua utilizada por muitas indústrias. Na abordagem de um ciclo PDCA, de uma forma simplista, pode dizer-se genericamente o seguinte (Ilustração 68):

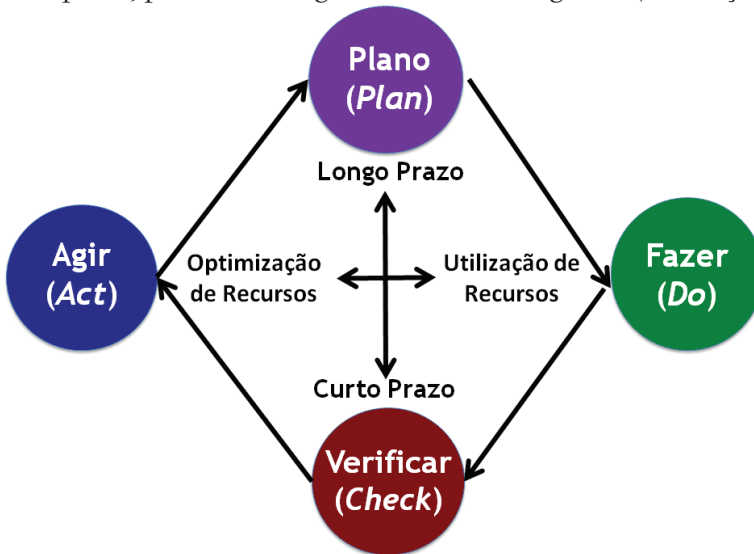


Ilustração 68 – Ciclo PDCA

- “Planear/(*Plan*)” consiste no estabelecimento de metas e objetivos, bem como dos respectivos métodos e meios que se prevê serem utilizados no DNP, para que tais metas e objetivos se possam realizar;
- “Executar/(*Do*)” corresponde à fase de implementação, no caso vertente do DNP, de acordo com que foi previsto no plano;
- “Verificar/(*Check*)”, é a fase em que se medem e avaliam os dados, de modo a se constatar se os objetivos foram ou não alcançados conforme o previsto. Parece natural que esta fase corresponda à fase última do DNP, ou seja, a prototipagem e mesmo ao início do lançamento do produto;
- “Agir/(*Act*)”, corresponde aos actos de introdução das mudanças necessárias à melhoria contínua, reportadas a melhorias incrementais no produto, o que corresponde a um *up-grading*, o que ainda se pode considerar no âmbito do DNP. Caso se tratem de melhorias contínuas no processo produtivo, então esta fase está associada a etapas específicas da produção, que já não se encontram associadas ao DNP.

Neste ciclo, e como a Ilustração 68 evidencia, na sequência das fases, “Planear” apresenta-se como uma acção a prazo para o futuro, enquanto “Verificar” é uma acção imediata ou realizada no curto prazo. Ao “Executar” utilizam-se recursos e ao “Agir”, optimizam-se recursos. Como já se referiu, no movimento de aprofundamento das questões da melhoria da qualidade que se iniciou há algumas décadas, diversos modelos de melhoria corresponderam à evolução natural deste ciclo PDCA.

Um deles, desenvolvido inicialmente pela *Motorola* foi designado por “*Measure, Analyse, Improve, Control*” (MAIC); Medir, Analisar, Melhorar, Controlar. Este modelo foi adaptado, mais tarde, pela *General Electric* que incluiu mais uma nova fase inicial denominada “*Define*” (“Definir”), com a finalidade de reconhecer a importância de se ter um projecto bem focalizado.

Assim, o ciclo MAIC migrou para outro mais evoluído designado por DMAIC.

De acordo com a metodologia SS, existem dois ciclos de melhoria contínua distintos: o ciclo DMAIC e o ciclo de carácter preventivo DMADV (*Define-Measure-Analyse-Design-Verify*). O ciclo DMAIC encontra-se associado ao próprio SS, direccionado para as fases da produção e o ciclo DMADV encontra-se associado ao DFSS, direccionado para a fase do projecto e, concomitantemente, aplicável ao DNP.

Assim, enquanto o ciclo DMAIC se direcciona no sentido de:

- Encontrar e solucionar defeitos existentes nos produtos existentes;
- Eliminar os desperdícios gerados nos processos de produção.

A metodologia ou ferramenta metodológica DFSS (que integra o ciclo DMADV) é direccionada no sentido de:

- Criar novos produtos que motivem a sua compra por parte dos clientes, de modo à obtenção de maior lucro;
- Descobrir e prevenir a ocorrência de falhas nos produtos, antes destas ocorrerem (ou seja, evitar que estas ocorram durante ou após a fase de produção).

Apresenta-se, de seguida, o ciclo de melhoria contínua DMAIC, enquanto no Subcapítulo seguinte será abordado o ciclo de melhoria contínua DMADV de carácter preventivo que passou a ser a base filosófica da metodologia SS para as empresas e se considera fundamental para o respectivo sucesso. As iniciais, de uma forma simples, significam (Ilustração 69):

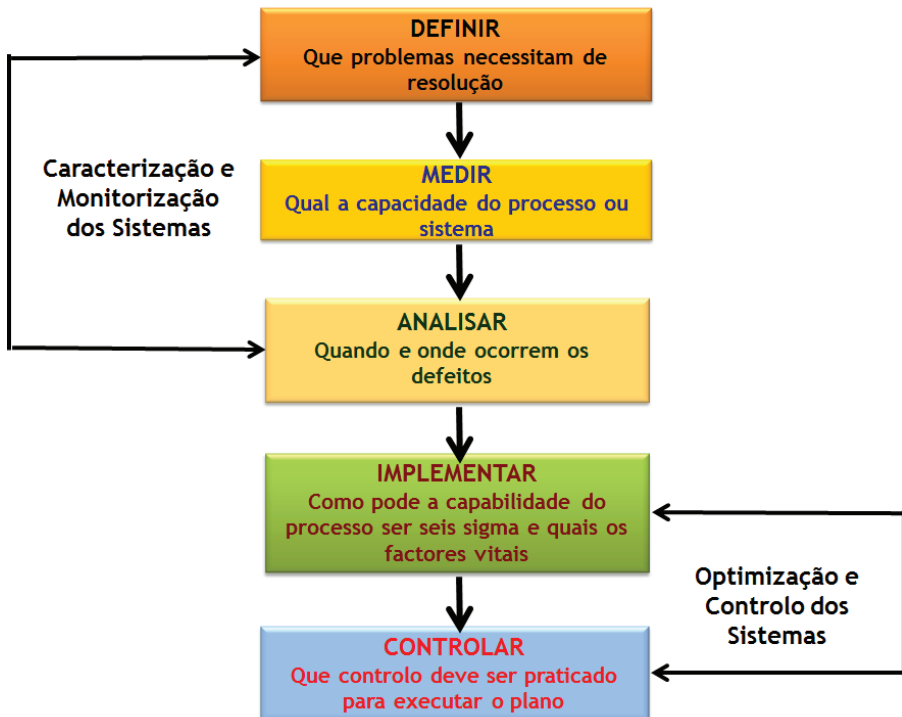


Ilustração 69 – O ciclo DMAIC para um processo produtivo em curso (*post* DNP)

- “D” *Define/Definir* – define-se o projecto que se pretende tratar. Nesta fase, a equipe de trabalho é definida e realizam-se as primeiras reuniões de formalização do projecto;
- “M” *Measure/Medir* – determinam-se as métricas que estão ligadas ao projecto em estudo juntamente com a recolha de dados;
- “A” *Analyse/Analisar* – realizam-se os estudos dos dados colhidos, mapeamentos necessários;
- “I” *Improve/Melhorar* (também se pode traduzir “Implementar”, mas no contexto de “melhorar”) – implementação das melhorias

assumidas com base nos dados e estudos realizados nas fases anteriores;

- “C” *Control/Controlar* – verificação e garantia de que as melhorias implementadas são seguidas e que fazem efectivamente parte do novo processo ou projecto.

Para a compreensão do ciclo DMAIC apresenta-se, ainda que de forma superficial, o conceito de “capabilidade” de um sistema ou processo que também se poderá designar de “aptidão” desse mesmo sistema ou processo, ou ainda “taxa sigma”.

A capabilidade é o rácio entre o desempenho (*performance*) exigido e estabelecido no caderno de encargos a que se tem de responder, relativamente ao processo ou sistema, e o seu desempenho (*performance*) real.

A capabilidade do processo (C_p) mede fundamentalmente a sua dispersão (gaussiana) a curto prazo. Com o fim de superar esta dificuldade surgiram os indicadores denominados coeficientes de prejuízo (C_{pm}) ou perda (P_{pm}).

O indicador C_{pm} considera, simultaneamente, a dispersão e a centragem, e tem como finalidade disponibilizar uma imagem global do processo, através de um só indicador. Permite pois garantir que as condições de centragem e de dispersão mínima sejam efectivamente cumpridas.

Quanto ao indicador C_{pm} , ele baseia-se na função prejuízo ou perda de *Taguchi*. É por isso considerado o “Índice de Capabilidade *Taguchi*”, e combina a variabilidade com a distância ao objectivo a atingir. Os ciclos DMAIC e DMADV são fortemente baseados no uso da estatística, porém na maioria dos casos não são necessárias técnicas estatísticas avançadas.

De entre elas podem citar-se, entre outras, a ANOVA, também conhecida por *Gage R&R*, e ainda “*one-way Analysis of Variance*”, que permite avaliar as diferenças entre médias para uma variável critério ou outra técnica estatística, a MANOVA (*Multivariate Analysis of Variance*) que procede à comparação entre médias, de uma forma simultânea, para diferentes variáveis critério.

Não se deixou portanto de mencionar que este indicador, capabilidade, apesar da sua própria natureza ser muito mais útil nos processos produtivos, é-o também na fase de desenvolvimento do produto.

4.2.4.4 Design for Six Sigma – DFSS

Após a incursão sobre os fundamentos teóricos relativos à filosofia SS e à sua controvérsia, aborda-se agora o projecto que conduz a um tal nível de qualidade do produto, particularmente no caso do DNP. A ferramenta metodológica DFSS promoveu o desenvolvimento de diversos modelos de melhoria de processos ou ciclos que foram criados, adaptados e aplicados ao longo do tempo.

A implementação de um programa SS vai produzir uma redução dos custos à medida que o nível sigma aumenta até se atingir um determinado valor sigma, a partir do qual deixa de ser economicamente atractivo para as empresas fazerem um esforço, no sentido do aumento do seu nível de qualidade. Quando o esforço financeiro na melhoria contínua não é compensado pela redução dos custos da não conformidade, atinge-se a zona limite de 6σ .

A partir dessa zona limite, a prossecução do aumento do nível de qualidade só se torna rentável se houver uma reconfiguração dos processos ou uma alteração do produto, recorrendo à ferramenta DFSS. Esta análise é tipificada na Ilustração 70.

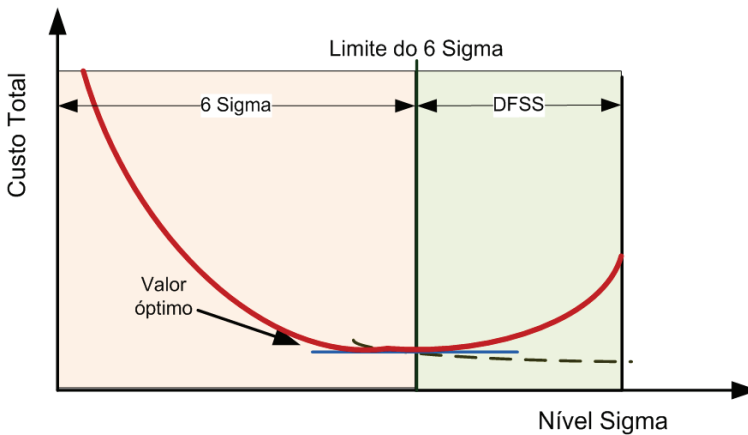


Ilustração 70 – Evolução dos custos com o nível da qualidade

Já antes se referiu que ciclo DMADV (*Define-Measure-Analyse-Design-Verify*) se encontra associado ao DFSS especialmente direccionado para a fase do projecto e concomitantemente aplicável ao DNP (Ilustração 71).

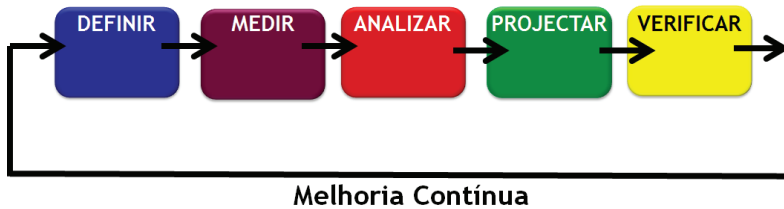


Ilustração 71 – Ciclo DMADV

O DFSS é pois uma ferramenta metodológica de projecto DNP desenvolvida no âmbito do SS, com o objectivo de suportar a melhoria contínua, na fase posterior da produção em massa, e cujo foco é a concepção e desenvolvimento rentável de produtos, processos e serviços, satisfazendo as necessidades e expectativas dos clientes (voz do cliente), fornecedores e outras partes interessadas (*stakeholders*).

Tal objectivo envolve a utilização integrada de um conjunto de ferramentas, qualitativas e quantitativas, com o propósito de prever e melhorar o nível de qualidade a obter, antes do início da fase de produção ou exploração.

Tomando como referencial o ciclo de vida do produto, serviço ou processo, percebe-se que o enfoque SS se centra na fase de produção e/ou operação, enquanto o do DFSS é na fase de concepção e desenvolvimento.

É pois possível diminuir substancialmente os custos associados ao ciclo de vida do produto, serviço ou processo, uma vez que o DFSS representa uma abordagem preventiva que visa prever a ocorrência de falhas e impedir que se manifestem em fases seguintes. É por este motivo, e pela complexidade de algumas das ferramentas instrumentais utilizadas e da sua interligação, que os projectos de DFSS se podem tornar morosos e de maior risco, comparativamente ao SS implementado já com a produção em curso.

De qualquer modo, e no que concerne ao DNP, a ferramenta metodológica adequada à sua fase de projecto é a teoria DFSS e as suas ferramentas instrumentais serão o ciclo DMAVD e os que se desenvolveram a partir deste, tal como mostra a Ilustração 72.

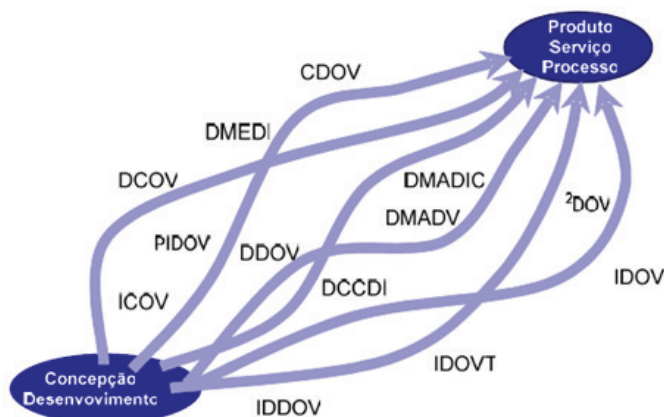


Ilustração 72 – Ferramentas instrumentais ou ciclos utilizados em projectos de DNP

A Tabela 18 apresenta de forma concisa as ferramentas instrumentais do DFSS e as principais diferenças entre as abordagens DFSS e SS.

Tabela 18 – Ciclos (Ferramentas) instrumentais do DFSS vs. SS

	DFSS	Seis Sigma (SS)
Ciclo base	DMADV - Define, Measure, Analyse, Design, Verify/ Definir, Medir, Analisar, Projectar, Verificar	DMAIIC - Define, Measure, Analyse, Improve, Control/ Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar
Âmbito	Concepção e desenvolvimento de novos produtos, serviços e processos	Melhora e/ou resolução de problemas em produtos, serviços e processos existentes
Problemas	Carácter preventivo	Carácter correctivo/ reactivo
Melhoria	Muito significativa	Significativa
Oportunidades	Diferenciação do produto/serviço, inovação, crescimento do mercado, melhoria significativa da eficiência dos processos, redução do tempo de lançamento no mercado	Melhoria da qualidade, aumento da satisfação do Cliente, redução de custos, aumento da produtividade
Duração do projecto	Depende da complexidade da entidade em causa, podendo variar entre alguns (poucos) meses até vários anos	Depende da natureza do projecto em causa, mas em média cerca de 6 meses
Investimento no projecto	Geralmente superior comparativamente aos projectos de SS	Geralmente inferior comparativamente aos projectos de DFSS
Risco associado ao projecto	Normalmente o grau de risco é superior comparativamente aos projectos de SS	Normalmente o grau de risco é inferior comparativamente aos dos projectos de DFSS
Benefícios do projecto	Mais difíceis de quantificar todas as componentes, dado terem um efeito preventivo; são mais perceptíveis a médio e longo prazo	Quantificáveis na maioria dos casos e perceptíveis num curto espaço de tempo
Requisitos do Cliente e do negócio	A sua análise possui uma natureza exploratória, no sentido de identificar oportunidades para inovar e acrescentar valor	A sua análise tem por objectivo estabelecer a(s) razão(ões) pela(s) qual(is) o produto, serviço ou processo não está a satisfazer os requisitos dos clientes e/ou do negócio

A Ilustração 73 mostra as várias etapas do ciclo de vida do produto (serviço ou processo), e o enfoque das duas referidas abordagens. Como se pode verificar, é na área de actuação do DFSS que os custos associados à correcção das não conformidades são menores. No entanto, a sua detecção é mais difícil, razão pela qual é necessário recorrer a várias ferramentas de análise, com o objectivo de antecipar potenciais deficiências.

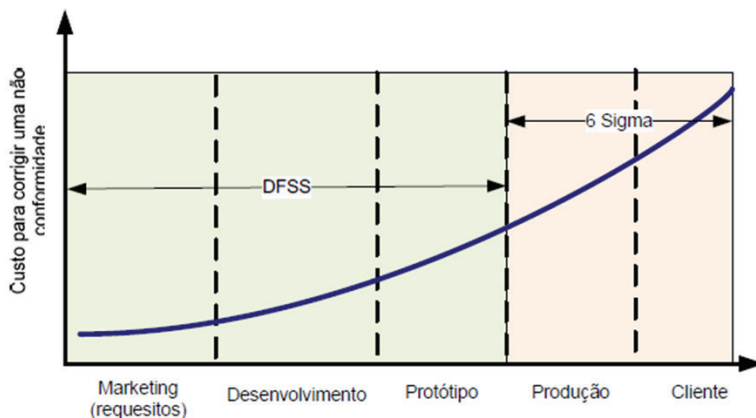


Ilustração 73 – Enfoque do Seis Sigma e do DFSS no ciclo de vida de um produto

Assim sendo, parece adequado caracterizar os diversos caminhos metodológicos através dos quais a teoria DFSS pode ser utilizada. Apesar de ser uma filosofia de âmbito operacional, a sua aplicação envolve facetas de natureza tão diversa como os aspectos culturais, legais, tecnológicos, organizacionais, geográficos, económicos, estratégicos, entre outros.

Por outro lado, como cada empresa possui características únicas e típicas, estas foram desenvolvendo alternativas ao ciclo de melhoria contínua DMADV com o propósito de assegurar a criação de uma cultura eficiente e eficaz para o desenvolvimento de produtos, nomeadamente de novos produtos, com excepção dos serviços, visto as ferramentas metodológicas utilizadas nas actividades de produção e I&D não se lhe adequarem. Neste caso específico, o ciclo IDOV (“*Identify, Design, Optimize, Verify*” ou Identificar, Projectar, Optimizar, Verificar), desenvolvido pela *General Electric*, é um dos mais utilizados.

Além disso, algumas organizações usam diferentes ferramentas metodológicas de acordo com a natureza do âmbito do projecto de novo produto em desenvolvimento. Se, por um lado, o ciclo de “*Invent and Innovate, Develop, Optimize, Verify*”/Inventar e Inovar, Desenvolver, Optimizar, Verificar (IIDOV ou I²DOV) é muito utilizado em projectos de desenvolvimento de produtos e tecnologias, por outro, nos projectos de comercialização desses mesmos produtos e tecnologias, é comum utilizar-se o ciclo “*Concept, Design, Optimize, Verify*” (CDOV) ou Conceber, Projectar, Optimizar, Verificar. Outras empresas utilizam sistematicamente um único processo de trabalho. Como exemplo, a *Ford* utiliza o ciclo DCOV, “*Define, Characterize, Optimize, Verify*” ou Definir, Caracterizar, Optimizar, Verificar, para todas as categorias de projectos DFSS.

Na Tabela 19 caracterizam-se as etapas associadas às ferramentas metodológicas de suporte à implementação do DFSS, que foram identificadas na literatura. Pode verificar-se que as que não contemplam o termo “Definir” têm outro termo, no máximo na segunda etapa, cujo significado visa o mesmo objectivo, que é incluir a “voz do cliente”. Por outro lado, é possível ainda verificar que duas designações iguais para uma etapa em ferramentas metodológicas distintas não têm necessariamente o mesmo significado.

Tabela 19 – As etapas dos ciclos mais utilizados em DFSS e seu significado.

Ciclo	Significado	Objectivos das etapas
CDOV	Conceber, Projectar, Optimizar, Verificar <i>(Concept, Design, Optimize, Verify)</i>	Conceber os fundamentos do projecto com base nas necessidades do Cliente. Projectar para cumprir os fundamentos estabelecidos. Optimizar o projecto para eliminar aspectos causadores de afastamento aos objectivos estabelecidos. Verificar o desempenho do projecto e a capacidade de atingir as necessidades do Cliente.
DCCDI	Definir, Cliente, Conceber, Projectar, Implementar <i>(Define, Customer, Concept, Design, Implement)</i>	Definir os objectivos do projecto. Concluir sobre as especificações do projecto da análise efectuada ao Cliente . Conceber as ideias desenvolvidas, revistas e seleccionadas. Projectar para atingir as metas do negócio do Cliente. Concluir a implementação para desenvolver e comercializar o produto/serviço.

Ciclo	Significado	Objectivos das etapas
DCOV	Definir, Caracterizar, Optimizar, Verificar <i>(Define, Characterize, Optimize, Verify)</i>	<p>Definir os objectivos do projecto e os requisitos (internos e externos) do Cliente.</p> <p>Caracterizar as fases do projecto a elaborar, para cumprir os objectivos definidos.</p> <p>Optimizar o projecto para eliminar aspectos causadores de afastamento aos objectivos estabelecidos.</p> <p>Verificar o desempenho do projecto e a capacidade de atingir as necessidades do Cliente.</p>
DDOV	Definir, Projectar, Optimizar, Validar <i>(Define, Design, Optimize, Validate)</i>	<p>Definir os objectivos do projecto e os requisitos (internos e externos) do Cliente.</p> <p>Elaborar um projecto que transforme as necessidades e requerimentos do Cliente em soluções funcionais.</p> <p>Optimizar o projecto para eliminar aspectos causadores de afastamento aos objectivos estabelecidos.</p> <p>Validar o projecto desenvolvido para garantir que cumpra as necessidades e requisitos do Cliente</p>
DMADIC	Definir, Medir, Analisar, Projectar, Implementar, Controlar <i>(Define, Measure, Analyse, Design, Implement, Control)</i>	<p>Definir os objectivos do projecto e os requisitos (internos e externos) do Cliente.</p> <p>Medir as necessidades e especificações do Cliente definidas pelo Cliente.</p> <p>Analisar das opções do processo para atingir as necessidades do Cliente.</p> <p>Projectar as necessidades e requerimentos do Cliente.</p> <p>Implementar processos de controlo para evitar a ocorrência de erros no produto/serviço.</p> <p>Controlar o projecto para melhor cumprir os objectivos e requisitos inicialmente definidos, tendo em conta o desempenho do produto.</p>
DMADOV	Definir, Medir, Analisar, Projectar, Optimizar, Verificar <i>(Define, Measure, Analyse, Design, Optimize, Verify)</i>	<p>Definir os objectivos do projecto e os requisitos (internos e externos) do Cliente.</p> <p>Medir e determinar as necessidades e especificações do Cliente.</p> <p>Analisar as opções para atingir as necessidades do Cliente.</p> <p>Projectar para atingir as metas do negócio do Cliente.</p> <p>Optimizar o projecto eliminando aspectos causadores de afastamento aos objectivos estabelecidos.</p> <p>Verificar o desempenho do projecto e a capacidade de atingir as necessidades do Cliente.</p>

Ciclo	Significado	Objectivos das etapas
DMEDI	Definir, Medir, Explorar, Desenvolver, Implementar <i>(Define, Measure, Explore, Develop, Implement)</i>	<p>Definir os objectivos do projecto e os requisitos (internos e externos) do Cliente.</p> <p>Medir para definir o Cliente e as suas necessidades e especificações.</p> <p>Explorar estratégias a desenvolver de forma a se obter um projecto conceptual que atenda às necessidades e requisitos do Cliente.</p> <p>Desenvolver as estratégias que permitam articular o projecto às necessidades e requisitos do Cliente.</p> <p>Implementar processos de simulação de funcionamento do produto.</p>
ICOV	Identificar, Caracterizar, Optimizar, Validar <i>(Identify, Characterize, Optimize, Validate)</i>	<p>Identificar o Cliente e os seus requisitos.</p> <p>Caracterizar o projecto para cumprir os requisitos do Cliente.</p> <p>Optimizar o projecto para eliminar aspectos causadores de afastamento aos objectivos estabelecidos.</p> <p>Validar o projecto desenvolvido para garantir que cumpra as necessidades e requisitos do Cliente.</p>
IDOV	Identificar, Projectar, Optimizar, Validar <i>(Identify, Design, Optimize, Validate)</i>	<p>Identificar o Cliente e os seus requisitos.</p> <p>Projectar conforme as necessidades e requisitos do Cliente.</p> <p>Optimizar o projecto utilizando ferramentas de estatística avançada e modelação para prever e melhorar o desempenho do projecto.</p> <p>Validar o projecto desenvolvido para garantir que cumpra as necessidades e requisitos do Cliente.</p>
IDDOV	Identificar, Definir, Desenvolver, Optimizar, Verificar, Validar <i>(Identify, Define, Develop, Optimize, Verify & Validate)</i>	<p>Identificar o Cliente e os seus requisitos.</p> <p>Definir os objectivos do projecto e dos requisitos (internos e externos) do Cliente.</p> <p>Desenvolver estratégias que permitam articular o projecto às necessidades e requisitos do Cliente.</p> <p>Optimizar o projecto para eliminar aspectos causadores de afastamento aos objectivos estabelecidos.</p> <p>Verificar o desempenho do projecto e a capacidade de atingir as necessidades do Cliente.</p> <p>Validar o projecto desenvolvido para garantir que cumpra as necessidades e requisitos do Cliente.</p>

Ciclo	Significado	Objectivos das etapas
I ² DOV	Inventar e Inovar, Desenvolver, Optimizar, Verificar <i>(Invention and Innovation, Develop, Optimize, Verify)</i>	<p>Criar e melhorar requisitos do e para o Cliente, tendo em conta as suas necessidades e objectivos, explorando capacidades <u>inventivas, inovadoras e criativas</u>.</p> <p><u>Desenvolver</u> estratégias que permitam articular o projecto às necessidades e requisitos do Cliente.</p> <p><u>Optimizar</u> o projecto para eliminar aspectos causadores de afastamento aos objectivos estabelecidos.</p> <p><u>Verificar</u> o desempenho do projecto e a capacidade de atingir as necessidades do Cliente.</p>
PIDOV	Planear, Identificar, Projectar, Optimizar, Validar <i>(Plan, Identify, Design, Optimize, Validate)</i>	<p><u>Planear</u> todas as etapas do projecto de forma a satisfazer as necessidades e requisitos do Cliente.</p> <p><u>Identificar</u> as etapas críticas do projecto tendo em conta a voz do Cliente.</p> <p><u>Elaborar</u> um projecto que realize as necessidades e requisitos do Cliente.</p> <p><u>Optimizar</u> o projecto para eliminar os aspectos das etapas críticas que possam afastar o projecto das metas estabelecidas.</p> <p><u>Validar</u> o projecto desenvolvido para garantir que cumpra as necessidades e requisitos do Cliente.</p>

Na Tabela 20 apresenta-se o mapeamento entre as etapas que são comuns aos vários ciclos que foram identificados na tabela anterior.

Inovar e Inventar, entre outros, são as fases menos utilizadas dos ciclos que constituem as ferramentas instrumentais do DFSS, ferramenta metodológica que não se caracteriza pela concepção e desenvolvimento de produtos inovativos, mas antes de produtos que obedeçam, durante a produção, a rigorosas metas de fiabilidade e zero defeitos. Projectar, Verificar e Definir, as fases mais comuns nos ciclos DFSS.

Tabela 20 – Partilha de etapas nos ciclos mais utilizados em DFSS

Etapa	Ciclo												
	CDOV	DCCDI	DCOV	DDOV	DMADIC	DMADV	DMADOV	DMEDI	ICOV	IDOV	IDDOV	I ^o DOV	PIDOV
Analisar					•	•	•						
Conceber	•	•											
Cliente		•											
Caracterizar			•										
Controlar					•				•				
Definir		•	•	•	•	•	•	•			•		
Desenvolver								•			•	•	
Explorar								•					
Identificar									•	•	•		•
Implementar		•			•			•					
Inventar												•	
Inovar												•	
Medir					•	•	•	•					
Optimizar	•		•	•			•		•	•	•	•	•
Planear													•
Projectar	•	•		•	•	•	•			•			•
Validar				•					•	•	•		•
Verificar	•		•			•	•				•	•	

Realizada directamente a partir desta Tabela 20, decorre a Ilustração 74 que evidencia a recorrência a cada termo, atrás sumariada, por parte dos ciclos de apoio ao DFSS em termos percentuais.

Da Ilustração 74 constata-se que os termos mais frequentemente utilizados pelos ciclos de apoio ao DFSS são os seguintes: Optimizar (com 14%); Definir e Projectar (ambos com 13%); e Verificar (com 10%). Estes termos mostram a importância do carácter preventivo, já atrás referido, que caracteriza a metodologia DFSS. No extremo oposto, os termos menos frequentes correspondem a: Cliente, Caracterizar, Explorar, Planear, Inventar e Inovar, todos com 2%. Quanto aos termos Cliente, Caracterizar e Planear (que integram os ciclos DCCDI, DCOV e ICOV,

e PIDOV, respectivamente), estes estão relacionados com a definição do projecto, tal como em muitos outros ciclos, pelo que esta baixa percentagem não deve ser considerada, mas sim uma próxima dos 14%.

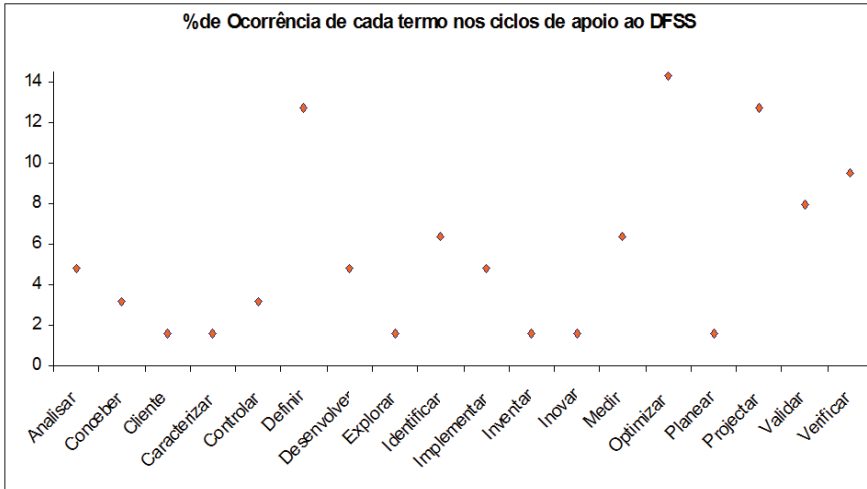


Ilustração 74 – Percentagens de ocorrência dos termos integrantes dos ciclos DFS

Para uma percentagem de ocorrência de 2%, surgem os termos Explorar, Inventar e Inovar (que correspondem aos ciclo DMEDI e I²DOV, respectivamente), mas que não se integram noutros termos, pelo descrito na tabela referida. Podem considerar-se termos que se encontram relacionados com mudanças radicais e disruptivas, as quais comportam normalmente riscos que poderão revelar-se complexos de ultrapassar, sobretudo quando existam dificuldades com a envolvente económico-financeira.

A operacionalização da metodologia DFSS envolve pois a utilização integrada de um vasto conjunto de ferramentas instrumentais, com o propósito de prever e melhorar o nível de qualidade a obter, antes da entrada na fase de produção ou exploração.

No entanto, a panóplia de ferramentas metodológicas utilizada para assegurar a satisfação das expectativas dos clientes ou das partes interessadas, “*stakeholders*”, vai depender da complexidade do projecto. Em projectos complexos, há que ter em conta que pode haver necessidade de utilizar instrumentos que permitam efectuar análises, tanto a um nível

macro (genérico) como micro (específico), além de realizar abordagens qualitativas e/ou quantitativas.

É conveniente notar que não está estabelecido em que etapa do processo é que deve ser requerida a utilização de uma determinada ferramenta. Aliás, não se encontraram correntemente evidências que contrariem esta constatação. Logo, numa determinada etapa, duas empresas podem adoptar diferentes ferramentas apesar do ciclo ser comum, ou até na mesma empresa para o desenvolvimento de produtos diferentes. Contudo, existem ferramentas em que se pode considerar a sua utilização mais adequada numa determinada etapa, em vez de noutra etapa de um mesmo ciclo.

A título de exemplo, a Tabela 21 apresenta as principais ferramentas (metodológicas e instrumentais) utilizadas em cada uma das etapas do ciclo ICOV.

Tabela 21 – Ferramentas metodológicas e instrumentais utilizadas no ciclo ICOV.

ICOV	Identificar	Caracterizar	Optimizar	Validar
Ferramentas metodológicas e instrumentais	<ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa de mercado • Análise de risco • QFD 	<ul style="list-style-type: none"> • Triz • QFD • Projecto axiomático • Projecto criativo • DFX • FMEA • Simulação (CAD/CAM, etc.) • Revisão de projecto • Gestão do projecto (técnica <i>Gantt</i>, Gráficos PERT, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • DOE (Método de <i>Taguchi</i>) • Projecto de toleranciamento • Simulação • Projecto robusto • Análise de fiabilidade (DFMEA) 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelação da aptidão do projecto • DOE (Método de <i>Taguchi</i>) • Análise de fiabilidade • Plano de controlo dos processos (DFMEA) • Formação das equipas de trabalho

A conclusão mais saliente e interessante que resulta da análise desta Tabela é que uma simples ferramenta instrumental, no caso o ICOV, pode utilizar ferramentas metodológicas, como é o caso do QFD ou do TRIZ, em simultâneo com as FMEA, DFX ou outras.

Esta eventualidade confirma a dificuldade conceptual e terminológica dos próprios utilizadores destrinçarem as ferramentas das metodologias

das técnicas, e estas dos métodos, quando se reportam ao DNP. Esta tabela evidencia essas mesmas dificuldades, quando as ferramentas e metodologias se fundem e confundem nos respectivos usos sem qualquer aparente norma reguladora. Um dos objectivos deste livro é também o de clarificar conceitos e terminologias em gestão do DNP.

4.2.5 Outras Ferramentas de Suporte ao Projecto de DNP

Além do DFSS, que é uma ferramenta metodológica de suporte ao projecto de DNP específica para soluções de produção SS muito exigente, e já abordada, vão abordar-se mais três ferramentas de suporte ao projecto, e também de índole metodológica e estruturante: o projecto robusto; o projecto de tolerâncias e o projecto modular.

4.2.5.1 Projecto Robusto

O chamado método *Taguchi* corresponde ao que se designa por engenharia robusta e/ou projecto robusto e faz uso, em certas situações, de ferramentas instrumentais, utilizando-se de uma forma estratégica, o que leva a que seja classificada como ferramenta metodológica. As questões relacionadas com as características do novo produto, desejadas pelo cliente ou por ele percebidas, são portanto fulcrais para o êxito desse produto no mercado. Pode referir-se que a engenharia robusta ou projecto robusto está associado ao Desdobramento da Função Qualidade (DFQ) e assenta na sua consecução ao longo dos processos do DNP.

Sobre esta ferramenta metodológica pode resumir-se o seguinte: o projecto robusto corresponde a um tipo de abordagem assente na Qualidade e é vocacionada tanto para o projecto do produto como para os respectivos processos.

Esta abordagem é ainda denominada de controlo de qualidade *off-line*, sendo medida pelo desvio que determinados parâmetros funcionais apresentam relativamente ao valor espectável.

Segundo Taguchi (1986), existem factores terminologicamente denominados por “ruídos”, tais como: temperatura, humidade, poeira, deterioração (sendo estes dos mais referidos pela literatura), etc., e que são os causadores desses desvios, cujo resultado é a perda de qualidade do produto. Tal prejuízo pode ser avaliado através de uma função “perda”, pelos coeficientes Cpm já referidos aquando da abordagem do DFSS.

Esta proposta visa determinar a função perda do produto, para a otimizar através de técnicas estatísticas.

Estas análises permitem identificar os parâmetros óptimos de projecto que minimizam ou eliminam as influências nefastas dos referidos factores de “ruído”, no desempenho do produto ou do DNP. Assim, em vez de isolar o produto a desenvolver dos factores ruído, o que além de uma eventual difícil execução encareceria, sem dúvida, o processo produtivo, a engenharia robusta apresenta-se como uma proposta válida de realização de projectos que eliminem esses mesmos factores “ruído” no produto, que classificará de controláveis e de incontroláveis (Ilustração 75).

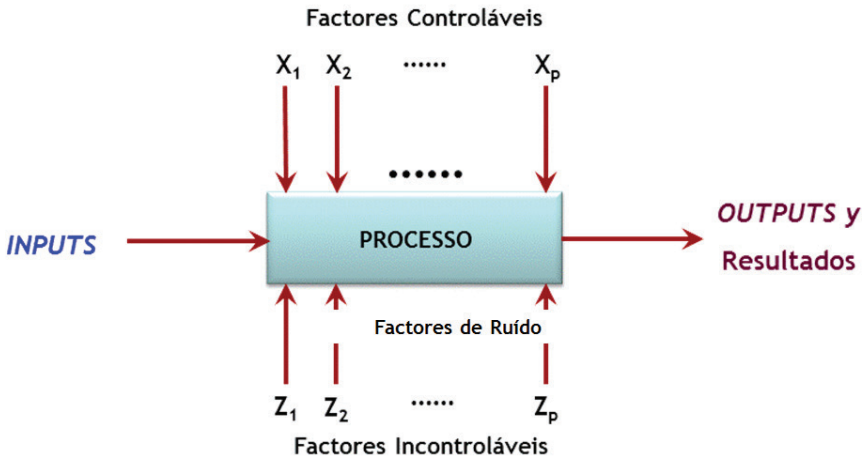


Ilustração 75 – Os Factores de ruído e a Qualidade do Produto

A intenção do método *Taguchi* é a de obter produtos suficientemente robustos, de alta qualidade, no que concerne às eventuais flutuações que influenciem o ambiente envolvente do DNP e, até mesmo, as que venham a ocorrer no decurso do processo produtivo.

Em entrevista dada por Taguchi, acerca do projecto robusto, o investigador avançou com o conceito de engenharia robusta²⁰.

Acerca do conceito referiu que “*uma tecnologia, um produto ou um processo são robustos quando o desempenho da sua função não sofre a*

²⁰ <http://www.qualiplus.com.br/blog-q/artigos/104-engenharia-robusta-uma-entrevista-com-shin-taguchi.html> (consulta efectuada em 29/03/2013).

influência de factores de ruído. Um produto robusto é “insensível” a esses factores. E o que são factores de ruído? São aqueles que se associam às condições de uso, às condições ambientais e ao envelhecimento ou desgaste.”

E acrescentou: “*a Engenharia Robusta é o sistema de engenharia que faz com que isto aconteça.*” Sem dúvida que se podem apresentar como sendo factores de melhoria da fiabilidade, que começa desde logo na fase do projecto, e prosseguir depois na fase pós-projecto, ou seja, durante a vida útil do produto, através da qualidade dos programas de manutenção a que for submetido.

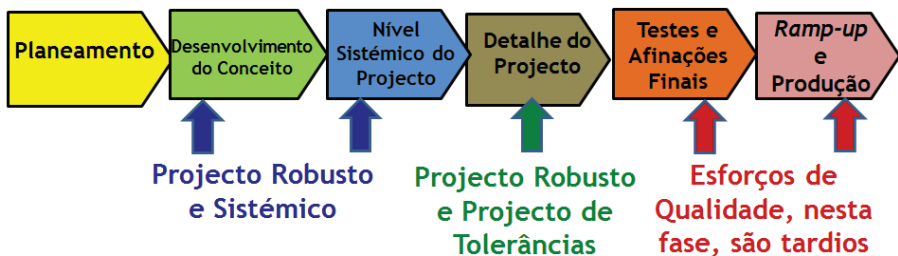


Ilustração 76 – Ligação dos Projectos Robusto e de Tolerâncias às fases do CDNP

Na Ilustração 76 verifica-se que o projecto robusto envolve as fases do desenvolvimento dos conceitos, o conjunto do projecto bem como os respectivos detalhes e termina nas fases prévias da produção em massa.

As diversas ferramentas metodológicas e instrumentais interligam-se profundamente e isso irá ser abordado mais adiante. Refira-se, no entanto, uma afinidade relevante: as ferramentas QFD, TRIZ e engenharia robusta encaixam-se como um puzzle de três peças, formando um conjunto completo do processo de projecto, nomeadamente no DNP (Ilustração 77).

Faltando o QFD num projecto de DNP, resta uma engenharia de eliminação de estrangulamentos e optimização. Esta engenharia de resolução de estrangulamentos pode ser superada com soluções geradas via TRIZ. Mas o TRIZ não é eficaz tanto em optimização como, principalmente, nas áreas que envolvam requisitos comandados pela vontade do cliente.

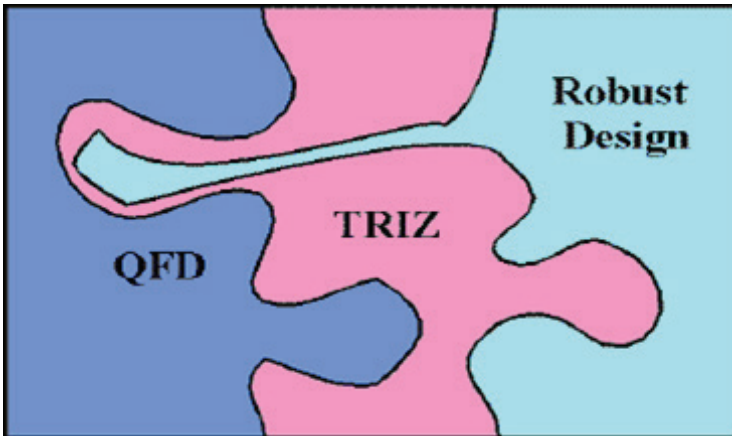


Ilustração 77 – Projecto Robusto, QFD e TRIZ

Fonte: Trizjournal (Terninko, J. em 3 de Jan 1998)

O QFD fornece a entrada do cliente no processo e, por sua vez, Taguchi fornece o processo para determinar os melhores valores de parâmetro para um projeto robusto e a TRIZ soluções para estrangulamentos entre parâmetros. A voz do cliente é priorizada e classificada em funções, qualidade exigida, medidas de desempenho, modos de falha, conceitos, indo até à posterior produção.

Finalmente, em projecto robusto utilizam-se com frequência ferramentas de índole matemática, nomeadamente as denominadas matrizes ortogonais.

4.2.5.2 Projecto de Tolerâncias (Tolerance Design)

No DFSS costuma usar-se a unidade defeitos por milhão de oportunidades (DPMO). Esta medição corresponde à média do número de defeitos por unidade normalizada, no caso um milhão, observados durante uma amostra da produção média, dividida pelo número de oportunidades para a existência de um defeito no produto.

Considera-se um defeito como a não conformidade com os requisitos. Estes requisitos são definidos na especificação ou tolerância dos produtos ou processos ainda na fase de projecto do DNP e podem determinar uma ou mais formas de produção de cada uma das partes componentes em detrimento da utilização de outros processos produtivos.

O projecto de tolerâncias ou de toleranciamento constitui-se, portanto, como uma ferramenta metodológica, que poderá usar ferramentas instrumentais, no sentido da optimização das tolerâncias, mesmo antes do próprio dimensionamento geométrico e mecânico.

Esta ferramenta metodológica no DNP é por vezes utilizada em conjunto com o DFSS e com o projecto robusto.

A engenharia robusta não é compaginável com projectos que assumam dimensionamentos largos ou para lá das folgas toleradas que terão custos de manutenção incomportáveis com os critérios de uma produção SS.

Trata-se pois de um tipo de projecto destinado fundamentalmente à produção e construção de máquinas, seus órgãos e componentes, onde as folgas toleradas são função dos equilíbrios dinâmicos e da estabilidade estrutural.

As tolerâncias devem ser definidas durante o processo de desenvolvimento do produto. Elas devem ser estabelecidas de tal maneira que os produtos, as suas partes ou conjuntos possam ser facilmente montados, podendo assim desempenhar a respectiva função, com um ajustamento mínimo. Com especificações devidamente projectadas pode reduzir-se o número de DPMO (Defeitos por Milhão de Oportunidades).

Quando as especificações das tolerâncias são demasiado apertadas garantem-se com rigor os requisitos funcionais, no entanto, o produto poderá não ser rentável. Quando as especificações das tolerâncias admitem maiores folgas, isso facilitará o processo de montagem e baixará os seus custos, mas o desempenho terá de ser mantido com recurso a frequentes trabalhos de manutenção (Ilustração 78).

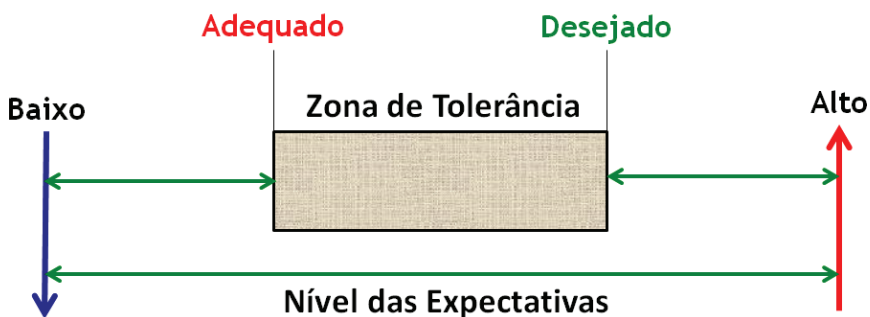


Ilustração 78 – Zona de Toleranciamento e Nível de Expectativas dos Clientes

Fonte: Parasuraman, *et al*, 1991.

O projecto ideal é aquele cujo custo total se encontra otimizado pelo que se trata, pois, de uma questão de avaliação de *trade-offs*. Em quaisquer circunstâncias os clientes dos produtos terão uma importante palavra a dizer no que respeita às expectativas quanto ao nível de qualidade e aos custos respectivos que estão dispostos a pagar.

Dois métodos diferentes podem ser usados para determinar as especificações de tolerância. Um deles é convencional e depende de experiências e percepção dos projectistas. A outra é um método de perda de função, que é baseado no custo de má qualidade.

O método da função de perda também é chamado de método de optimização de tolerância.

A função de perda de tolerância de *Taguchi* é dada por Creveling *et al.* (2003, p.631 e seguintes) e foi referida tanto no DFSS como no projecto robusto. Muito do desenvolvimento matemático desta função passa pela elaboração e utilização de algoritmos específicos e estatística mais elaborada como é o caso da utilização da ANOVA ou ainda do método de simulação *Monte Carlo* e até de outras ajudas tão diversas, tal como a análise de *Pareto* já abordada em 4.2.3.1.

4.2.5.3. Projecto Modular

Relativamente ao “Projecto Modular” (“*Modular Design*”), ele reporta a projectos de DNP, ou outros, assentando na montagem de conjuntos e subconjuntos modulares, standardizados. Diferentes combinações de montagem destas unidades modulares, em certas circunstâncias, podem resultar em novas gamas ou variedades de produtos finais, também eles diferentes entre si.

A “modularização” enquanto estratégia de produção integrada das partes de múltiplos equipamentos está fortemente difundida. No entanto, do ponto de vista do projecto propriamente dito, a investigação é rarefeita pouco profunda e além disso dicotómica. Tal significa que os poucos autores que tratam a filosofia baseada no projecto modular têm duas opiniões distintas do que é e em que consiste esta ferramenta metodológica. Muitos autores entendem que da modularização decorrem produtos cada vez mais similares e menos inovativos cedendo-se na inovação, mas ganhando-se na diminuição da complexidade dos mesmos.

Outros autores, pelo contrário, avaliam a capacidade de introdução de módulos inovadores dos produtos como um factor de flexibilização do produto e ainda um factor de inovação não tanto do produto, mas dos processos produtivos. Do ponto de vista do projecto, a modularização constitui-se como sendo uma ferramenta que lhe serve de suporte. Além disso, como poderá utilizar ferramentas instrumentais, a sua implementação é sem dúvida estratégica e metodologicamente determinante. Por isso se classificou o projecto modular como uma ferramenta metodológica.

A modularização e o concomitante projecto modular adequam-se às estratégias internacionalização, externalização ou *outsourcing*, subcontratação, ou outros tipos de partneriatos, tanto de partes de projecto, com vista à produção e obtenção das unidades modulares ou subconjuntos, como de produção de partes ou componentes a terceiros (3pl – *third party logistics*).

A integração destes fornecedores participantes é uma tarefa crucial, tanto no que concerne às fases do projecto, como quando essa terciarização respeita ao processo produtivo e à integração dos fornecedores.

Na Ilustração 79 mostra-se um produto muito simples, para ser montado por crianças e baseado no conceito mais puro possível de modularização.



Ilustração 79 – Objecto Modularizado

Fonte: <https://www.google.pt/search?q=projecto+de+módulos&biw>

A modularização é uma prática relativamente antiga, cujo início ocorreu no início da segunda metade do século XX, com utilização crescente na indústria automóvel em vários tipos de órgãos, em especial, nas caixas de velocidades. Nessa época, (Orlicky, 1975, p.218) referia a modularização como uma “técnica” de reestruturar o produto por meio de uma lista de material de formato modular, e mostrava como, a partir da constituição modular, se podiam constituir listas de módulos para vários produtos distintos, levando com tal prática a poupanças e racionalização no processo produtivo. Os exemplos mostrados por Orlicky cabiam no tipo de indústria do tempo, nomeadamente, e entre outros, nas engrenagens e outros componentes das caixas de velocidades dos automóveis.

Trata-se de uma estratégia que reduz a complexidade na produção e isto é compreensível, pois está na génese do próprio projecto minimizar o número de módulos, e, em contrapartida, maximizar o maior número possível de produtos fabricados com esses mesmos módulos. Ao tornar-se mais normalizada a produção, sem embargo troca-se a inovação obtida através da utilização de componentes mais variados e extravagantes, pela redução do nível de complexidade que emana das redes e que é prejudicial ao projecto.

Este facto mostra que, embora a produção modularizada (desenvolvida pelo projecto modularizado) seja porventura útil no desenvolvimento incremental dos produtos, ao cercear a criatividade e a diversidade, não torna este tipo de projecto atractivo ou útil no projecto de DNP de índole radical (associado à inovação radical), relativamente aos produtos das gerações anteriores.

Refira-se que o projecto modular diminui sensivelmente o tempo de desenvolvimento do produto e isto traduz-se por redução de custos.

Conclui-se, assim, quanto a esta limitação do projecto modularizado, que terá possibilidades de ser aplicável em ROS, mas muito diminutas quando em situações que exijam BOS. Sempre que no decurso do projecto de modularização no DNP ocorrem problemas inovativos na concepção dos módulos, pode recorrer-se à combinação com o TRIZ, ou ainda de índole criativa com a utilização do projecto criativo.

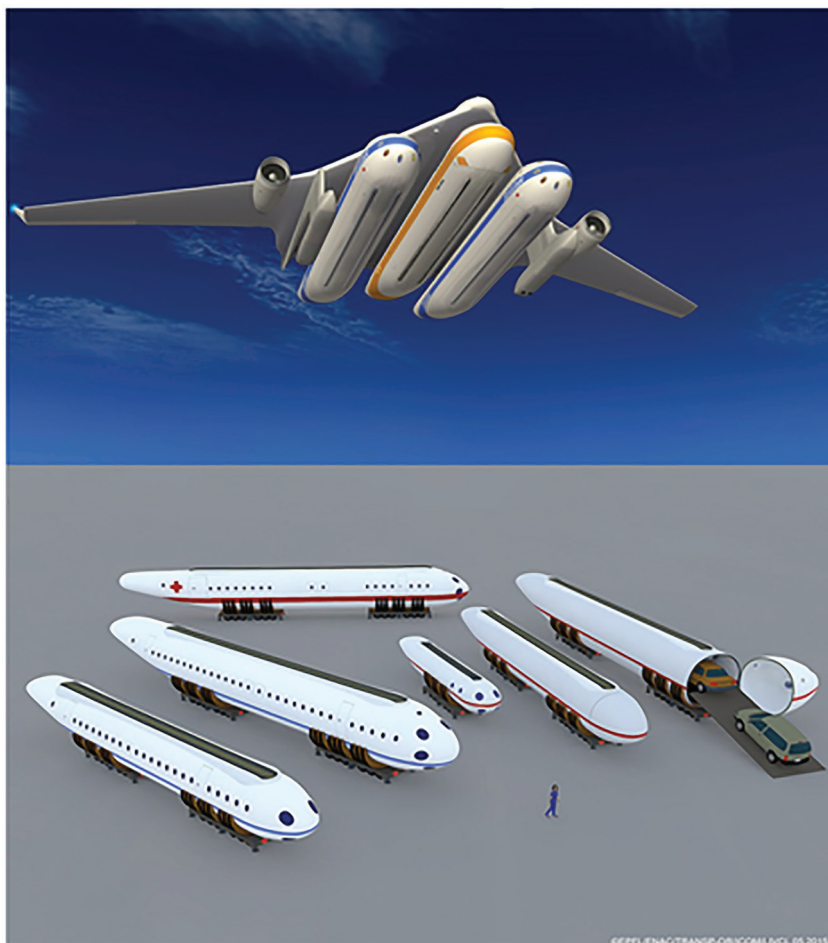


Ilustração 80 – Avião Modular

Fonte: <https://jornaldoar.com/2016/07/clip-air-aviao-modular/>

Na Ilustração 80 apresenta-se um projecto de avião, já de concepção modular, um produto de elevada complexidade e que incluirá certamente inúmeros componentes inovadores, boa parte deles certamente desenvolvidos através de estratégias de modularização.

Pode finalmente afirmar-se que esta metodologia de concepção modular do produto, a partir da normalização das partes constituintes, lhe introduz uma grande margem de flexibilidade quanto à variedade de gama do produto final.

Embora proporcione, fundamentalmente, economias de escala (*scale*), dada e variedade de produtos finais que permite, também potencia, em certas circunstâncias, economias de diversidade ou gama (*scope*).

4.2.6 Ferramentas de Apoio à Decisão

Neste subcapítulo vamos abordar as seguintes ferramentas: *Case-Based Reasoning* (CBR), metodológica, *Analytical Hierarchy Process* (AHP), instrumental e o painel *Delphy*, também instrumental. A este conjunto poder-se-ia juntar uma outra ferramenta instrumental, o DEA, já abordada em 2.6., a propósito da avaliação de desempenho em organizações de DNP, mas que também poderia ser abordado agora nesta parte do livro.

4.2.6 Case-Based Reasoning (CBR)

O CBR é uma ferramenta metodológica que se utiliza associada a outras de suporte à decisão em projectos de DNP. O CBR, que corresponde em terminologia portuguesa à expressão “raciocínio baseado em casos” (RBC), destina-se a resolver novos problemas, adaptando soluções utilizadas na resolução de problemas anteriores.

Ou seja, o substrato essencial do CBR é o de que problemas similares poderão ter soluções também similares.

Em 1983, Janet Kolodner desenvolveu a primeira versão do CBR, baseado num modelo denominado “memória dinâmica” de Schank (1982), que serviu de suporte para novos sistemas CBR.

Esta técnica, a par de outras actuais, como por exemplo a constituição de um portfólio ou uma adequada base de dados, podem considerar-se ferramentas instrumentais, cuja utilização pode ser de uso corrente no DNP e incorporada nos seus processos de gestão. As principais características do CBR são, em primeiro lugar, a obtenção do conhecimento a partir de casos ou experiências com que o próprio sistema se depara. Depois, a identificação das características mais relevantes dos casos conhecidos, a fim de devolver uma melhor solução para o novo problema.

O arquivamento do(s) caso(s) e sua(s) respectiva(s) solução(ões) para memória futura é efectuado através da construção de uma adequada base de dados.

A qualidade de um sistema CBR depende da experiência acumulada, ou seja, do número de casos relevantes que farão parte dessa base de casos. No entanto, esta ferramenta metodológica assenta em soluções que tiveram êxito no passado, pelo que o projecto de DNP pode ser acelerado, mas a panóplia de soluções é limitada e a criatividade não é muito estimulada. Por via desta conclusão, o CBR, não é uma ferramenta adequada a soluções de inovação disruptiva e/ou estratégias do tipo BOS.

Existem cinco etapas na aplicação do CBR:

1. Introdução de um novo problema;
2. Recuperação dos casos mais similares;
3. Adaptação das soluções mais semelhante ao da solução actual;
4. Validação e actualização do sistema;
5. Adição da nova solução encontrada ao banco de dados.

Estes procedimentos implicam a necessidade de realizar uma selecção de informação, i.e. um sistema de banco de dados que supostamente contenha o conhecimento necessário à solução do problema em análise. Relativamente ao novo problema propriamente dito, será crucial obter a informação que permita a definição dos atributos relevantes a utilizar na solução. Não se podem deixar de definir índices ou indexar os casos, para que seja possível a sua recuperação, sempre e quando for necessário.

Na indexação deve decidir-se o que armazenar em cada novo caso, encontrando uma estrutura apropriada para a descrição dos seus conteúdos, e decidir como deve ser armazenada ou carregada a base de casos.

Finalmente, é necessário definir os métodos de recuperação de casos contidos na base para verificação da similaridade entre estes e os novos problemas.

O ciclo CBR apresenta-se de uma forma mais integrada como se mostra na Ilustração 81.

A adaptação de casos pode ser realizada através de um trabalho criativo de adequação. Pode ocorrer, no entanto, que muitas soluções possam adoptar-se directamente. São possíveis diversas formas de representação do CBR para os diferentes casos, sendo que cada caso é um caso.

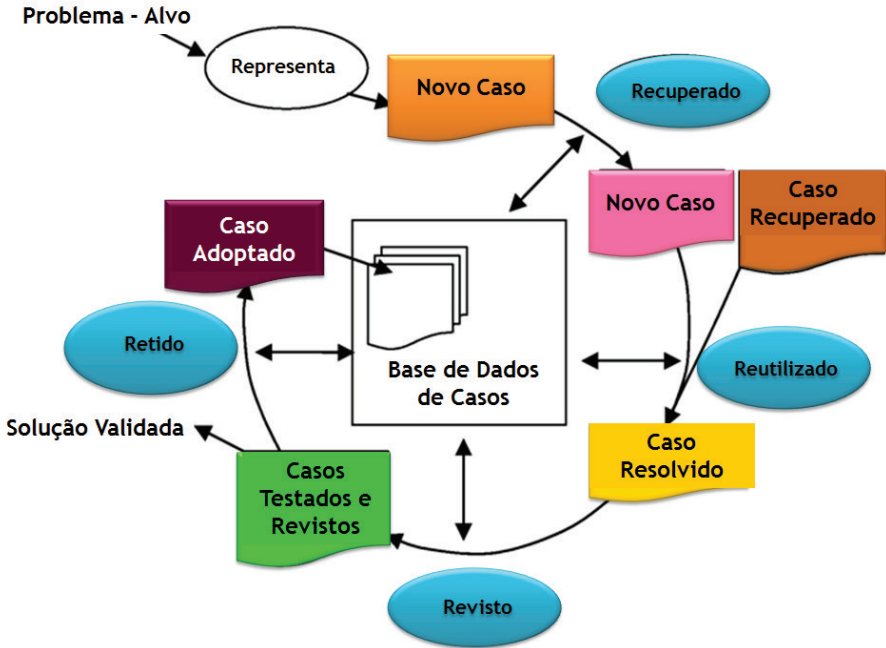


Ilustração 81 – Ciclo CBR.
 Fonte: Adaptação de Robles *et al.* (2009)

No entanto, o mais utilizado consiste num vector de valor característico equivalente ao seu par similar, no desenvolvimento do problema, e descrição da respectiva solução. Quanto a esta descrição, ela baseia-se nas propriedades relevantes que caracterizam o problema e em problemas de engenharia, podendo ser diversas, tais como: componentes; módulos; caudais; pressões; temperaturas; correntes eléctricas, etc.

4.2.6.2 Analytical Hierarchy Process (AHP)

Baseada em matemática e psicologia, esta ferramenta instrumental foi desenvolvida na década de 1970 por Thomas Saaty (Saaty, 1980), na Escola *Wharton* da Universidade da Pensilvânia.

Trata-se de uma ferramenta de apoio à decisão no âmbito do projecto de DNP, muito útil na triagem e hierarquização das diversas decisões que devem ser tomadas nas empresas que se dediquem ao DNP, fundamentalmente no tocante às diversas alternativas em apreço. Apesar de possuir

diversas características consideradas interessantes ao fim em vista, a ferramenta tem duas limitações relevantes:

1. Em primeiro lugar, a incapacidade de se lidar com o problema da incerteza, e este não pode deixar de se considerar um problema sério. Devido à consideração de um grande número de critérios quantitativos e qualitativos e pela falta de dados suficientes e concretos, é frequente a situação em que os membros do grupo do projecto de DNP têm de tomar decisões nas referidas situações de incerteza²¹.
2. Em segundo lugar, o problema da reversão da classificação das alternativas para o novo produto, de acordo com uma dada hierarquia. As causas deste problema têm sido analisadas por vários investigadores e são: a normalização dos valores relativos das alternativas propostas em cada critério e a ponderação da fórmula de cálculo que leva à pontuação total de cada alternativa. Ou seja: tal como noutras ferramentas ou técnicas, por exemplo o DEA ou, na fase do projecto aquando das especificações do produto ou ainda no caso já abordado da HOQ, a ponderação (atribuição de pesos) de factores e critérios é um exercício essencial, e que deve ser realizado de uma maneira tão fiável quanto possível. Tais critérios precisam de ser considerados e avaliados nas fases de projecto à semelhança dos outros métodos, sendo que a solução pode passar pelo envolvimento de um grupo de especialistas multifuncionais (*Fuzzy Delphi*).

Na obtenção da hierarquia adoptada para a tomada das decisões, a aplicação da ferramenta AHP permite a distribuição e selecção dos objectivos mais importantes entre os diversos comparados e em apreciação. Nesta ferramenta, não é só relevante a importância dos atributos, mas a importância das alternativas elas-próprias, que por sua vez influenciam a importância dos atributos.

Tal implica a necessidade de uma abordagem holística, dada a interacção entre atributos e alternativas, que se constituem como uma rede de

²¹ Ver Subcapítulo 2.5.

interconexões que aceitam essa multiplicidade de dependências. É esta dificuldade que, muitas vezes, impede uma hierarquização estruturada das decisões a tomar, incluindo na decisão respeitante à escolha de solução final de um problema quando em presença de várias soluções alternativas (e não apenas uma) e consequentemente a aplicação fiável do AHP.

Não deixa de ser um grande desafio para a equipa de projecto do produto consultar os peritos e especialistas, de forma a tornar científica a decisão de triagem que pode ser obtida com base na experiência (CBR), uma ferramenta específica a abordar um pouco adiante.

A aplicação do AHP envolve normalmente a síntese matemática dos diversos julgamentos (é corrente serem realizadas dezenas de julgamentos, dado que muitas vezes os julgamentos têm de ser revistos) sobre o problema da decisão, visto que as comparações entre os atributos e as alternativas são registadas em matrizes específicas, no seguimento de várias fases de desenvolvimento do método. É comum o uso de um entre os vários modelos de *software* disponíveis no mercado para a entrada dos dados e obtenção da síntese dos resultados.

Um dos exemplos mais populares de aplicação desta ferramenta que se encontram disponíveis aos estudantes, na própria *internet*, respeita à decisão de aquisição de uma automóvel (primeiro nível – objectivo). Um segundo nível corresponde aos critérios que devem suportar a opção (eg. estilo, fiabilidade, consumo). O terceiro nível respeita às alternativas disponíveis no mercado e que se pretendam seleccionar (marcas e modelos).

Resumindo: a ferramenta AHP, qualitativa e quantitativa, que pode ser usada numa vasta gama de novos produtos, constitui-se como sendo um precioso auxiliar de resolução de problemas complexos, de hierarquização, por via da rede de interconexões referida. Trata-se, pois, do ponto de vista do presente trabalho, de uma ferramenta instrumental e não metodológica.

4.2.6.3 Painel Delphi

A ferramenta denominada painel *Delphi* começou por ser desenvolvida na década de 1950 pela *Rand Corporation*, na Califórnia, tendo como objectivo alcançar uma opinião convergente de peritos sobre o impacto da tecnologia na indústria de guerra e no contexto da chamada guerra fria.

A designação Delphi atribuída a este método foi inspirada na mitologia grega, já que ao tentar obter a melhor resposta às dúvidas se recorria às respostas do oráculo de Delfos.

Dos anos 60 à actualidade, a técnica do painel *Delphi* tem sido utilizada para fins mais pacíficos e diversificados.

Esta ferramenta instrumental caracteriza-se como sendo um método baseado em inquéritos estruturados, e permite organizar a comunicação de um grupo de indivíduos que, funcionando como um todo, lidará com problemas complexos e multifacetados.

Na sequência dos processos inovativos de DNP, é possível surgirem dúvidas, nomeadamente na fase de gestão do projecto, que, para serem esclarecidas, se recorre a um adequado painel de especialistas.

É uma das poucas técnicas científicas que permite analisar dados qualitativos e uma das mais eficientes, para questões que exijam uma tomada de decisão. O método *Delphi* constitui-se como uma boa ferramenta para projecções quanto ao comportamento futuro, e quando a opinião de especialistas é a única fonte de informação disponível do fenómeno em estudo.

Todavia, é importante lembrar que, apesar de esta técnica beneficiar da intuição de especialistas, limita-se a realizar estimativas e/ou previsões, de maneira que nem sempre é possível desfazer-se das incertezas ou ambiguidades que lhe possam estar associadas.

No painel *Delphi* deve ter-se sempre em linha de conta que estão a ser tratados fenómenos associados à incerteza e complexidade, muitas vezes associados à prognose relativamente ao futuro, pelo que se após a primeira ronda de consultas os resultados mostrarem um elevado grau de divergência, sendo inconclusivos, efectua-se então uma nova ronda com as questões recolocadas da forma mais perceptível, directa e concisa possível.

Serão realizadas tantas rondas de questionários, quantas as necessárias para se atingir um grau de consenso razoável, ou seja, consenso em todas as questões de índole geral, mas não obrigatoriamente nas questões que focarem aspectos particulares (por ex. questões inerentes a um tópico que depende directamente do modo como uma organização é administrada/gerida, dependem de caso para caso). E as respostas dos especialistas irão, com certeza, divergir. De qualquer forma, com duas rondas já

é muitas vezes possível encerrar o painel, caso contrário, avança-se para a terceira ronda. Raramente é necessário ir além de três rondas.

É normalmente aconselhável a realização de questionários anónimos, para que os intervenientes se possam exprimir de forma livre e imparcial, sem que haja coerção ou manipulação, para que seja adoptado um determinado ponto de vista, como pode acontecer em situações relacionadas com dinâmicas de grupo. Para a escolha dos especialistas, é conveniente recorrer a várias possibilidades: profissionais, académicos, práticos, nacionais e estrangeiros.

Além disso, a resposta (*feedback*) controlada da técnica *Delphi* tende a reduzir a afirmação de interesses individuais em prol de uma eficaz resolução do problema.

No que concerne à dimensão do painel é corrente que o número de especialistas fique abaixo da meia centena. As respostas irão aparecendo lentamente, aconselhando-se um mínimo de 45 dias para as diversas possíveis rondas pelo que, para a primeira ronda, não se deverão exceder os 30 dias.



Ilustração 82 – Procedimento da Ferramenta *Delphi*.

Por outro lado, muitos autores também referem que a partir das quinze respostas a fiabilidade e o apuro conseguidos com o acréscimo com cada novo respondente passa a ser irrelevante.

É corrente assumir um valor de 3,25 de mediana para uma escala tipo *Likert* seleccionada para o tipo de questões colocadas aos especialistas.

O esquema apresentado na Ilustração 82 resume um tipo corrente de procedimento na aplicação da ferramenta *Delphi* que, apesar de ser um método qualitativo muito utilizado em ciências sociais, não deixa, no entanto, de ser utilizado também noutras, nomeadamente as que concernem à engenharia e gestão e, logo, de grande utilidade em CDNP.

Devido às múltiplas aplicações deste método não há um só modo de o conduzir, embora a maioria dos utilizadores investigadores aponte para que o de painel deva ser realizado em várias rondas, até se obter consenso nas questões de índole geral que apresentem resultados inconclusivos, devidos à obtenção de respostas muito divergentes.

Em certas situações específicas em que é possível gerar um fluxo de dados provenientes dos painéis *Delphi*, em situações fortemente dinâmicas, utiliza-se uma ferramenta mix que se pode designar por *Fuzzy-Delphi*, utilizando o processo *Fuzzy* de optimização dos fluxos das redes.

Existem programas e *softwares* disponíveis na *web* que permitem suportar a implementação da ferramenta *Delphi*.

CONJUGAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE DNP. SUBMODELO MAIDNP

É objectivo deste Capítulo promover a integração do ferramental tanto metodológico como instrumental num submodelo, parte final referente aos problemas e soluções, no modelo geral, o MAIDNP (Ilustração 5), que discretize a aplicação de cada ferramenta e do conjunto nas soluções possíveis. As ferramentas já abordadas foram classificadas de acordo com as respectivas especificidades, tanto na Ilustração 38 como na Tabela 7 e, por essa ordem, foram abordadas no Capítulo anterior. No entanto, face às soluções que podem oferecer aos problemas de CDNP, estas podem ter uma nova perspectiva classificativa, que deriva da anterior, mas que agora será tal como segue:

- De natureza inventiva;
- De natureza criativa;
- De uma produção flexível e adaptável;
- De satisfação dos clientes;
- De uma produção sem defeitos (requisitos de produtos de excelência).

5.1 ESTRUTURA DO SUBMODELO

Para todo o tipo de problemas que ocorram em quaisquer fases do DNP, é curial o recurso imediato à ferramenta metodológica CBR, ou seja, saber se já foi resolvido antes algum igual ou semelhante, tanto a nível *inshoring* como *offshoring*.

Na Ilustração 39 apresentou-se o processo TRIZ para resolução de problemas. No diagrama da Ilustração 84 apresenta-se uma réplica do modelo antes analisado, mas, agora, com a inclusão de ferramentas de apoio à decisão, quer no início, como no final da resolução dos problemas. Além disso, da experiência acumulada e descrita em trabalhos científicos disponíveis na literatura, também se associa o TRIZ a outras ferramentas que a utilizam ou que esta utiliza, como são os casos do Projecto Modular, DFSS ou as que podem resolver problemas com satisfação de clientes.

Pode resumir-se assim este modelo diagramático (Ilustração 84). Face a um qualquer problema de natureza inovativa e após análise promove-se uma auscultação CBR. Se já existia alguma solução o problema estará então resolvido. Caso exista mais do que uma solução, estas têm de ser avaliadas e efectuado um estudo com vista à sua seriação através, por exemplo, da referida AHP, de maneira a finalmente ser seleccionada a solução produzida pela ferramenta utilizada. Caso após esta análise inicial não se encontre qualquer solução pelo CBR, então deverá utilizar-se a TRIZ, mais as ferramentas instrumentais do método, nomeadamente a matriz de contradições com apoio do QFD (e.g. Modelo de Kano) até ser encontrada a respectiva solução TRIZ.

Os problemas de natureza inovativa podem surgir da aplicação de projectos de modularização ou decorrer até da aplicação em problemas avaliados de Processos DFSS. Pode finalmente admitir-se que a solução TRIZ encontrada seja ainda testada com os requisitos de satisfação dos clientes (em especial no que concerne aos Projectos Axiomático, Robusto e de Tolerâncias) de maneira a garantir seu pleno êxito.

Quanto aos problemas de natureza criativa propõe-se conceptualmente uma ferramenta fundamental: o projecto criativo. As melhores práticas apontam para projectos baseados em analogias com fenómenos da natureza, nomeadamente os biométricos. Já falámos disso. Podem ser assumidas outro tipo de analogias, como e.g., as geométricas ou outras, baseadas em analogias fractais que não serão muito distantes das que se suportam e são oferecidas pela própria natureza.

Vejamos o modelo diagramático proposto para este tipo de problemas, conforme a Ilustração 85.

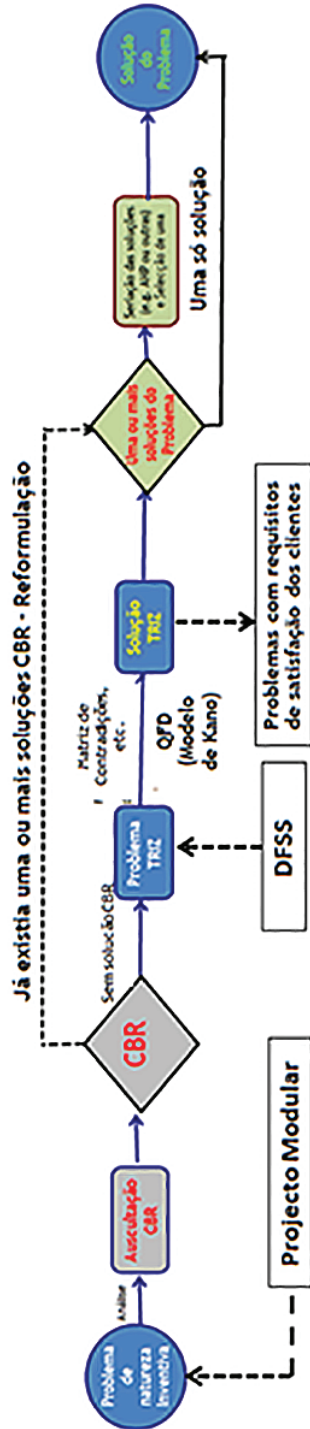


Ilustração 84 – Modelo Diagramático da Resolução de Problemas Inovativos

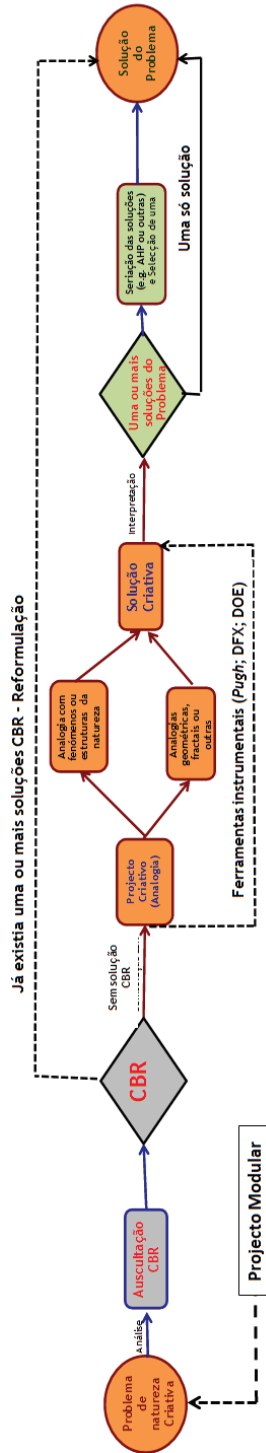


Ilustração 85 – Modelo Diagramático da Resolução de Problemas Inovativos

Pode resumir-se assim este modelo diagramático. Face a um qualquer problema de natureza inovativa e após análise, tal como no caso anterior, promove-se uma auscultação CBR. Se já existia alguma solução o problema estará então resolvido. Caso exista mais do que uma solução, têm estas de ser avaliadas e efectuado um estudo com vista à sua seriação através, por exemplo, da referida AHP, de maneira a, finalmente, ser seleccionada a solução produzida pela ferramenta utilizada. Caso após a análise inicial não se encontre qualquer solução pelo CBR, então utilizar-se-á o projecto criativo conforme as analogias necessárias. As analogias tanto poderão ser do tipo biónico como fractal ou outro. Naturalmente encontrar-se-á a solução que resolverá o problema.

Os problemas de natureza inovativa podem muitas vezes surgir da necessidade de desenvolvimento de problemas decorrentes de projectos de modularização.

Outro tipo de problemas abordados pelo MAIDNP são os que emanam da necessidade de adaptabilidade dos novos produtos a desenvolver.

Nestes casos, o modelo propõe a utilização do projecto modular, que se baseia na própria modularização.

Ocorrerá frequentemente que, quando não existam do passado módulos utilizáveis, pode estar-se perante um outro tipo de problema, tanto de natureza inovativa como criativa.

O diagrama das ferramentas, integrante do MAIDNP, remete então essas soluções para as duas filas anteriores (Ilustrações 84 e 85) onde esses problemas se encontram explicitados. Se assim for, no decurso da utilização destas ferramentas metodológicas, poderá ter de se recorrer novamente a outras ferramentas instrumentais, tais como a análise de *Pugh* ou o DOE e/ou o DFX.

No caso de soluções assentes em modelos de modularização resolúveis pelas equipas de engenharia, então é desejável que na análise dos problemas haja envolvimento dos fornecedores dos módulos através ou com o recurso à ferramenta metodológica SDI.

O modelo diagramático que se apresenta para este tipo de problemas está conforme a Ilustração 86.

Vejamos sumariamente o diagrama. Face a um qualquer problema de adaptabilidade do novo produto, e após análise, caso se conclua pela adequação do projecto modular, então promove-se uma auscultação

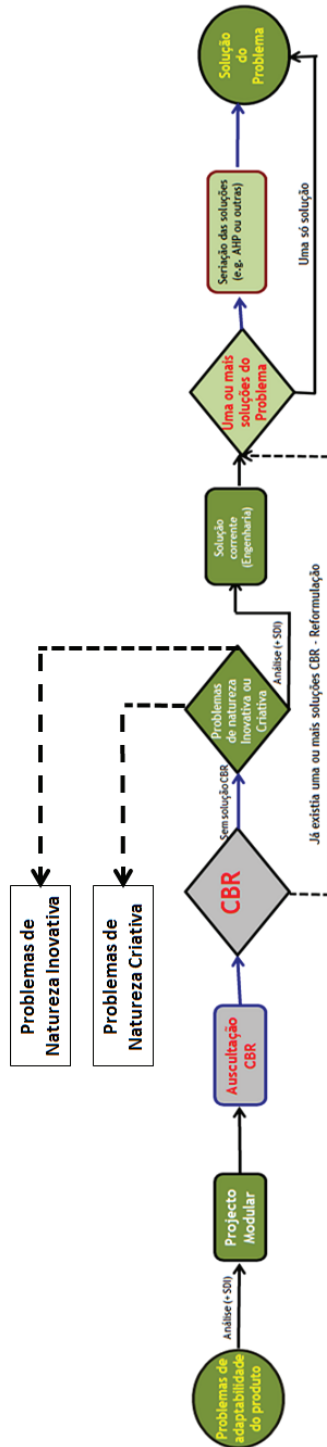


Ilustração 86 – Modelo Diagramático da Resolução de Problemas que emanam da adaptabilidade dos Novos Produtos

CBR tal como nos casos anteriores. Se já existia alguma solução o problema estará então resolvido. Caso exista mais do que uma solução têm estas de ser avaliadas e efectuado um estudo com vista à sua seriação, tal como anteriormente, através da referida AHP, de maneira a ser seleccionada a solução produzida pela modularização.

Se após a análise inicial não se encontrar qualquer solução através do CBR, então utilizar-se-ão as ferramentas específicas dos projectos próprios dos problemas de natureza inovativa e ou criativa, conforme o que seja necessário. Naturalmente encontrar-se-á a mais adequada solução que poderá resolver o problema que se tiver entre mãos.

Como se pode ver do submodelo diagramático, faz-se uso de diversas ferramentas metodológicas e/ou instrumentais, nomeadamente AHP e SDI.

Em quarto lugar, e relativamente ao novo produto em desenvolvimento, existem os problemas decorrentes da necessidade de satisfação dos requisitos dos clientes. Como soluções apresentam-se três ferramentas metodológicas: o projecto axiomático, o projecto robusto e o projecto de tolerâncias.

Caso o problema seja mais adequado à opção pelo projecto axiomático, recolhem-se os requisitos funcionais directamente do mercado (*marketing*) e transformam-se em parâmetros de projecto. A transposição destes para as variáveis de projecto, eventualmente com recurso ao SDI, conduzirá aos requisitos de produção e à solução dos problemas.

Além do SDI, é muito provável a necessidade do recurso ao QFD, por via das ferramentas instrumentais: modelo de *Kano*; HOQ; BSC; DEA; DFMEA; *Ishikawa*; *Pareto* e *Delphi*.

Se durante a transformação dos requisitos funcionais em parâmetros de projecto se detectarem os chamados ruídos ou perda desses mesmos requisitos funcionais, então será conveniente recorrer suplementarmente ao projecto robusto, que deverá conduzir à solução do problema.

Se os requisitos de produção forem muito exigentes e impuserem um tipo de produtos obtidos com o nível de qualidade inerente ao SS, então conduzir-se-á o desenvolvimento do projecto do novo produto, através da ferramenta DFSS, até à solução do problema.

Caso a opção para o referido problema ou problemas recaia directamente sob o projecto robusto, é sinal de que a equipe de projecto detectou, à partida, perda de requisitos funcionais.

Assim sendo, determina-se a função de perda por meio de ferramental estatístico adequado (e.g. ANOVA, etc.). Esta análise permitirá a identificação dos parâmetros óptimos de projecto e, após o isolamento dos factores de ruído que encareceriam o projecto, alcançar-se-á a solução de engenharia robusta para o problema ou problemas.

Se os parâmetros de projecto derem origem a variáveis de projecto, incluindo problemas de toleranciamento que conduzam, porventura, a requisitos de produção com produtos obtidos no nível de qualidade inerente ao SS, também existirá a necessidade de recorrer suplementarmente ao DFSS.

O modelo diagramático que se apresenta para este tipo de problemas está conforme a Ilustração 87.

Sumariamente, o desenvolvimento do diagrama é o que segue. Optou-se, neste diagrama, por não colocar a auscultação CBR e a eventual solução antes das ferramentas de projecto, dada a falta de espaço útil e visível no diapositivo. Pondo portanto de parte esta fase preliminar, aos problemas decorrentes da necessidade de satisfação dos requisitos dos clientes adequa-se a utilização da ferramenta metodológica “projecto axiomático”, e daqui aos requisitos de projecto (DPs), tal como se abordou em 4.2.1.3. Caso se tenham detectado “ruídos” de projecto, aconselha-se a utilização do projecto robusto (2.^a linha do diagrama). Neste conjunto de passos anteriores é possível utilizar ferramentas instrumentais, tais como a análise *Pugh*, DOX e DOE.

O encontro de uma solução robusta retorna o problema à fase terminal dos requisitos de projecto (DPs) e, caso os requisitos de produção exijam soluções de excelência nesta fase do desenvolvimento, pode recorrer-se ao DFSS e, se for caso disso, ao próprio “projecto de tolerâncias” (3.^a linha do diagrama).

No final, existindo várias soluções, incluindo eventuais soluções pré-existentes (CBR), têm estas de ser avaliadas e efectuado um estudo com vista à sua seriação, tal como anteriormente, através da referida AHP. Nas várias fases do desenvolvimento do projecto é corrente utilizar outras ferramentas tais como SDI+QFD (Modelo de *Kano*; HOQ; BSC; *Delphi*; *Ishikawa*; DFMEA).

Seguidamente, e em quinto lugar, abordam-se os problemas que emanam de requisitos de produção muito exigentes, uma produção sem

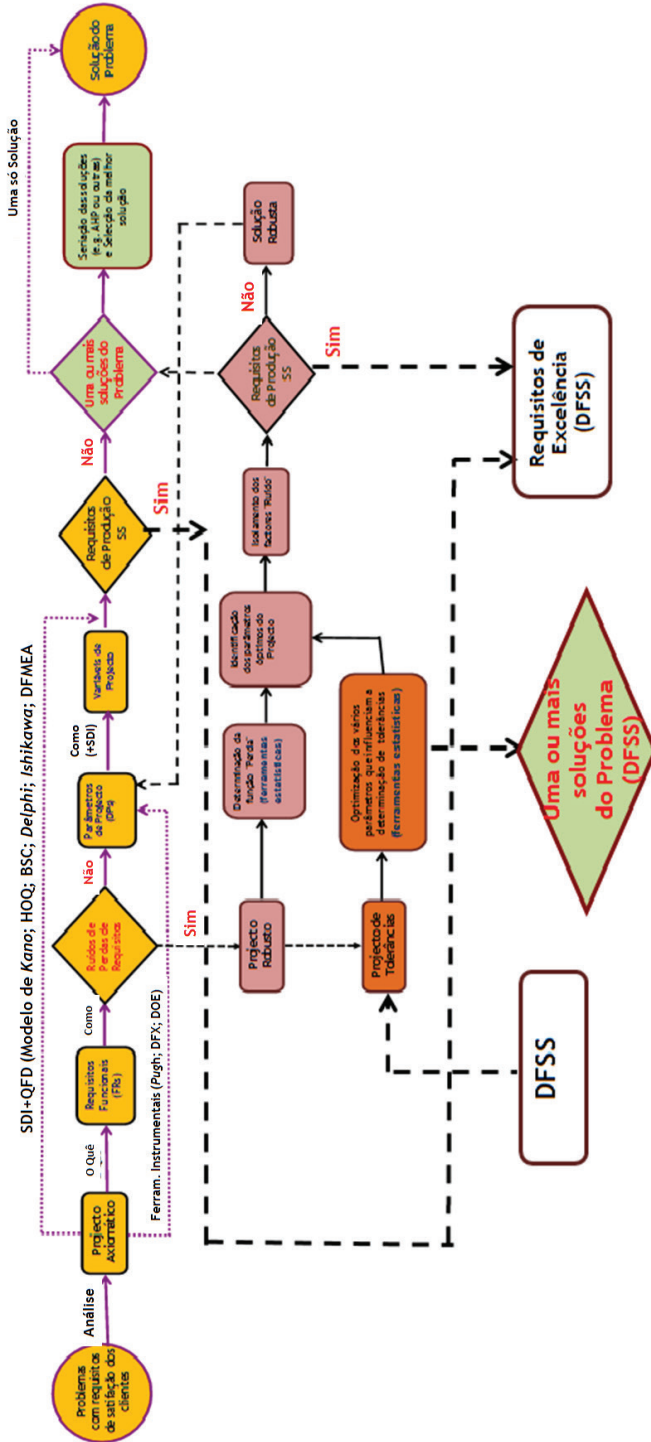


Ilustração 87 – Modelo Diagramático da Resolução de Problemas Decorrentes da Satisfação dos Requisitos dos Clientes

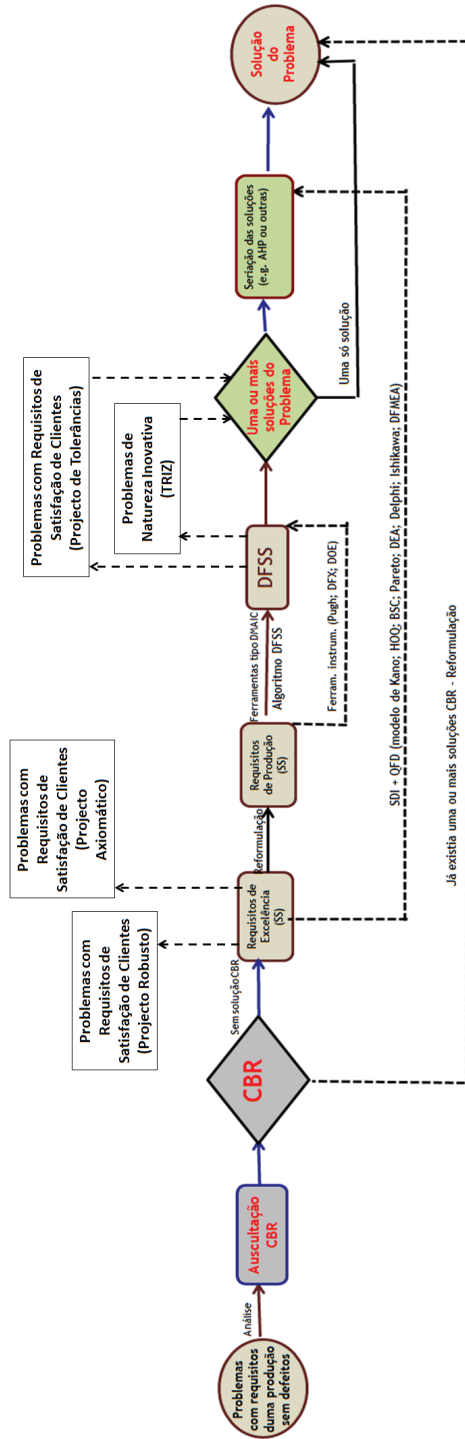


Ilustração 88 – Modelo Diagramático da Resolução de Problemas que decorrem de requisitos de produção muito exigentes

defeitos, ou seja, com o nível de qualidade inerente ao SS e nos quais é corrente utilizar a ferramenta metodológica DFSS.

Esses requisitos de qualidade elevada são tratados em termos de projecto na condução do algoritmo DFSS e através dos diversos ciclos do DFSS, e.g. o DMAIC.

É muito provável que nesta fase seja necessário recorrer a outras ferramentas instrumentais, tais como, novamente: a análise de *Pugh* ou o DOE e/ou o DFX.

O modelo diagramático apresentado neste tipo de problemas é conforme a Ilustração 88.

Entre o momento da definição dos requisitos de excelência e a seriação ou a determinação da solução final é provável que haja necessidade de se recorrer ao SDI e ao QFD (o que implica o recurso às ferramentas instrumentais: modelo de *Kano*; HOQ; BSC; DEA; DFMEA; *Ishikawa*; *Pareto* e *Delphi*). Durante o ciclo ICOV, na fase “caracterizar”, é corrente o recurso à ferramenta metodológica TRIZ sempre que sejam necessárias soluções inovativas.

Da análise do diagrama verifica-se que aquando da imposição de requisitos de excelência, ou seja, ao nível da situação zero defeitos, colocam-se necessariamente outros requisitos: os da satisfação do cliente. Aqui chegados, pode colocar-se o uso de ferramentas, individualmente ou em simultâneo, com recurso tanto ao Projecto Robusto como ao projecto Axiomático. Mais adiante, aquando da utilização dos algoritmos da ferramenta DFSS, pode ser necessário recorrer também à ferramenta TRIZ. Finalmente, a seriação e hierarquização de eventuais diversas soluções obtidas com vista à obtenção da solução mais adequada, tal como nos casos anteriores.

5.3 MAIDNP E INTEGRAÇÃO DE FERRAMENTAS

O MAIDNP decompõe-se em duas partes conceptuais fundamentais: a envolvente do modelo genérico apresentado em 1.5 e na Ilustração 5 e o submodelo que organiza e integra o ferramental disponível na concepção e desenvolvimento dos novos produtos.

Na Ilustração 83 apresentou-se esse mesmo submodelo, embora na sua forma mais esquelética ou arquétipo. Proceder-se-á portanto de seguida ao detalhe pormenorizado que consiste na integração numa só ilustração, o conjunto das cinco anteriores, ou seja, o que foi mostrado desde a Ilustração 84 até à 88. Infelizmente, a complexidade diagramática prejudica a visualização nítida do conjunto. De qualquer forma, a cada um dos tipos de problemas propostos, possíveis em CDNP, recorde-se: de natureza inventiva; de natureza criativa; de uma produção flexível e adaptável; de satisfação dos clientes; de uma produção sem defeitos (requisitos de produtos de excelência), corresponderá uma zona do diagrama em cada uma das cinco grandes filas em que é apresentado.

Nesta proposta de submodelo, tal como é sugerido pela Ilustração 83, ele aparece despido das soluções e hipóteses proporcionadas pela ferramenta CBR, de forma a não tornar ainda mais complexo, e logo menos legível, o respectivo diagrama. Tal corresponderá à Ilustração 89.

Finalmente, apresentar-se-á o MAIDNP completo, que incluirá no seu seio este submodelo de integração de ferramentas disponíveis para a resolução dos problemas CDNP (Ilustração 90). Assim, enquanto a parte superior do modelo representado serviu de base a todo o desenvolvimento teórico apresentado neste livro, a parte inferior inclui o submodelo obtido como consequência do estudo e avaliação da panóplia de ferramentas disponíveis de resolução de problemas, bem como as suas possíveis inter-relações.

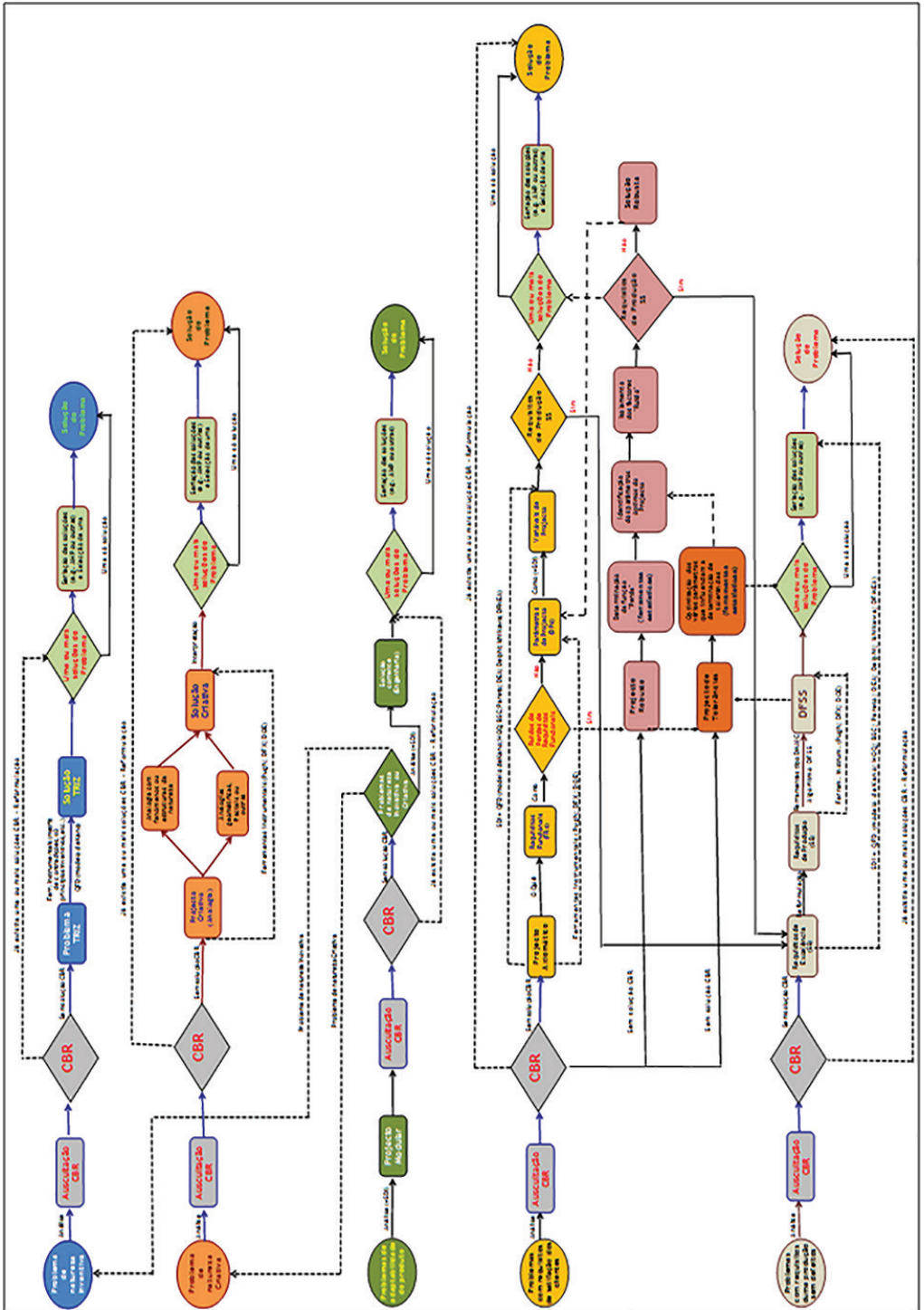


Ilustração 89 – Submodelo das Ferramentas sem as opções CBR

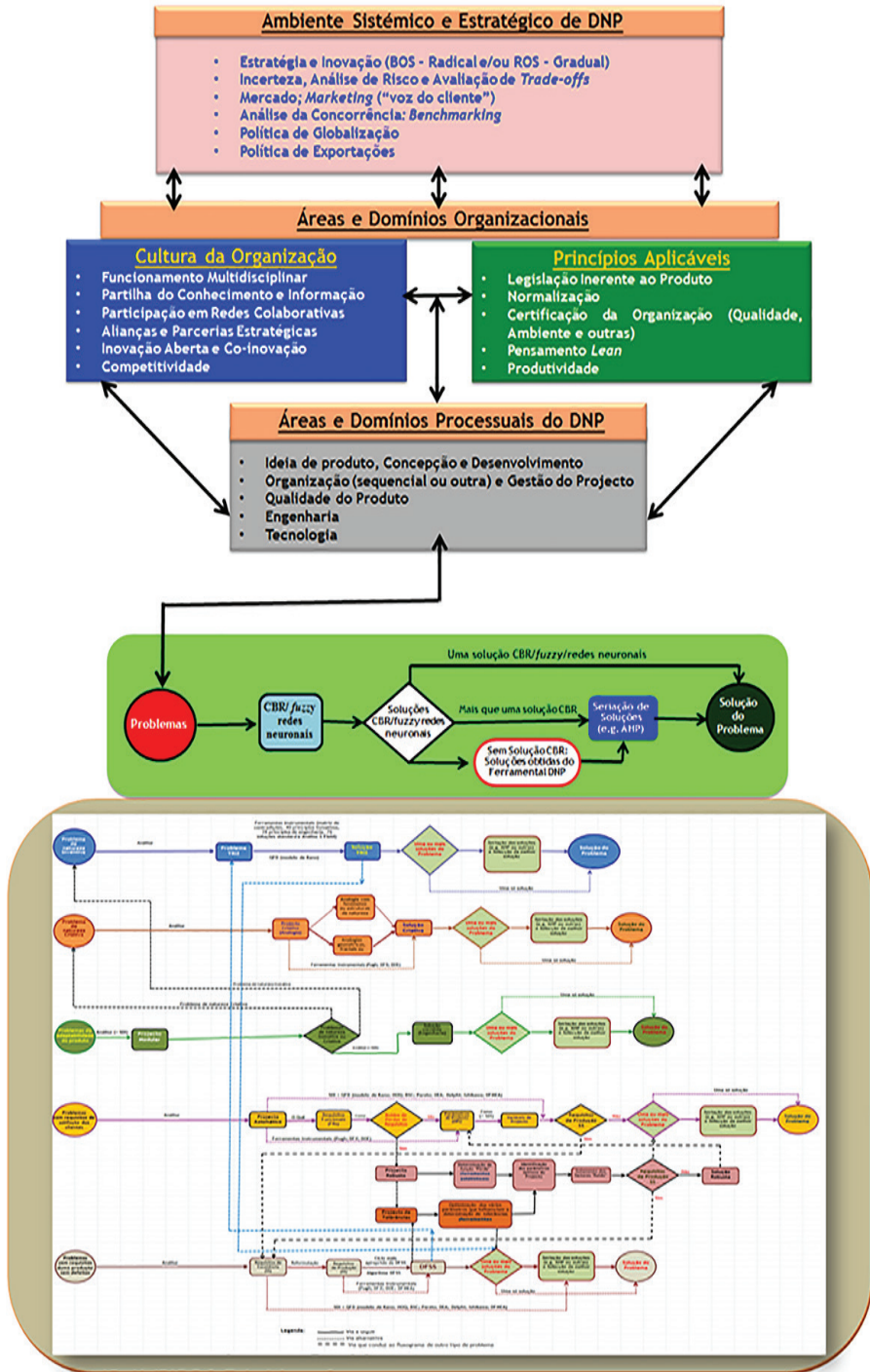


Ilustração 90 – MAIDNP Completo

APLICAÇÃO DO MAIDNP

6.1 GRAU DE MATURIDADE CDNP DE UMA ORGANIZAÇÃO

O MAIDNP conjuga o que teoricamente se considera como fundamental na concepção e desenvolvimento de novos produtos, constituindo-se ainda como um cardápio organizado de soluções para problemas ocorridos no DNP com recurso às ferramentas metodológicas e instrumentais conhecidas e congregadas no submodelo que integra o MAIDNP.

Assim, poderá também adoptar-se o MAIDNP como ferramenta de índole operacional e aplicada, funcionando na realização de diagnóstico, *roadmap* ou roteiro de aferição de processos, projectos e produtos, dedicado às empresas que inovam, concebem e desenvolvem novos produtos. Quer dizer: o próprio MAIDNP poderá funcionar como ferramenta de avaliação do grau de maturidade de uma organização de inovação e de CDNP.

A avaliação do nível de realização dos factores de DNP de empresas, produtos, bens ou serviços, será testada e conferida através de um guião apropriado, em linha com os diagramas do MAIDNP, onde se incluem as pontuações de cada *item* e do conjunto. Tais pontuações e ponderações, bem como os padrões ou métricas de comparação no global, deverão tornar possível a avaliação da maturidade e capacidade de inovação e empreendedorismo da organização.

A cada um dos itens deverá ser atribuída uma pontuação específica, devidamente ponderada (pesada), de cinco níveis, de 0 a 4, em que o nulo corresponderá a irrelevante e o mais alto a imprescindível, e cujo resultado parcial ou final permitirá determinar o nível de realização – baixo, intermédio, elevado e muito elevado – da unidade em análise.

De maneira a avaliar o nível de inovação dos produtos, bens ou serviços, que emanam da estratégia da própria empresa, o modelo deverá permitir auditar a empresa que coloca novos produtos no mercado, do ponto de vista mais abrangente do seu enquadramento sistémico, e não apenas no que concerne à inovação. Assim, com início para o ambiente sistémico e estratégico deverá pontuar e graduar a realização dos requisitos já conhecidos e incluídos no modelo, e que são (além do aspecto referente à inovação): a consideração pela gestão de topo do factor “incerteza” e da existência de adequada “análise de risco”; e também as evidências de gestão e/ou de “avaliação de *trade-offs*”.

Nestas condições deve ser possível detectar práticas de consulta ao “mercado”, bem como da existência de uma área específica de “*marketing*”, senão mesmo de CRM (“voz do cliente”) que permita proceder à “análise da concorrência” e ao “*benchmarking*”, além da verificação de uma “política de globalização” ou a justificação da sua não existência.

No mesmo sentido se irão pontuar, ponderar e classificar as áreas e domínios organizacionais das empresas que inovam, no âmbito de conceber e desenvolver novos produtos. Serão, portanto, consideradas as áreas e domínios culturais: “funcionamento multidisciplinar”; de “partilha do conhecimento e informação”; de “participação em redes colaborativas”; da existência de “alianças e parcerias estratégicas”; das práticas de “inovação aberta e co-inovação”; das evidências de “competitividade” da organização e respectivos produtos no mercado. Pontuar-se-ão também as áreas organizacionais que respeitam aos princípios de DNP, tal como se consideraram no modelo, ou seja, o cumprimento da “legislação inerente ao produto” e preceitos da “normalização”, e outros eventualmente necessários, como a existência de “certificações de qualidade, de ambiente e de segurança”.

Deverão pontuar-se as evidências de existência de filosofia e pensamento genérico “*lean*” e também de combate ao desperdício de recursos, ou seja, evidências de princípios de eficiência e “produtividade”. A cada um desses itens deverá ser atribuída uma pontuação específica, devidamente ponderada/pesada, cuja soma permitirá determinar o nível (baixo, intermédio ou elevado) referente às “áreas e domínios organizacionais”.

O guião aferidor deverá também aferir as áreas processuais do DNP. Serão, portanto, classificadas e ponderadas: a existência de “ideia de

produto”; da sua “concepção” e do planeamento do seu “desenvolvimento”. Deverá ser classificada, de acordo com as indicações do painel de especialistas, a “organização do projecto”, consoante seja sequencial, do tipo *Stage-Gate*® ou que prossiga (sempre que se justifique) na filosofia já referenciada como ES. Serão pontuados os aspectos processuais da política de “qualidade”, bem como os aspectos associados à “engenharia”, tanto do projecto dos materiais, como do processo, bem como os aspectos tecnológicos envolvidos no DNP. A cada um desses itens deverá ser atribuída uma pontuação específica, devidamente ponderada/pesada, cuja soma permitirá determinar o nível (baixo, intermédio ou elevado) referente às “áreas e domínios processuais”.

Após a dissecação destes três níveis empresariais: em primeiro lugar o estratégico e sistémico; em segundo lugar o organizacional e em terceiro lugar o processual, cada um deles ponderado com o seu peso próprio, agregar-se-ão num somatório que medirá o nível conjugado (baixo, intermédio ou elevado) da envolvente empresarial e da sua qualificação, enquanto entidade que inova, concebe e desenvolve novos produtos.

No entanto, faltarão abordar a forma pela qual são resolvidos, a um nível operacional, os problemas e dificuldades que surgem no DNP. Podem apresentar-se problemas de várias ordens, tendo sido já catalogados como problemas de natureza: inovativa; criativa; de adaptabilidade do produto; com requisitos de satisfação dos clientes e com a satisfação de requisitos de uma produção sem defeitos.

A resolução destes problemas e necessidades, através da utilização das ferramentas metodológicas e instrumentais, deverá ser classificada, pontuada e ponderada de acordo com a utilização mais adequada e expedita das ferramentas disponíveis, da forma que é proposta na hipótese “sem soluções CBR” do MAIDNP, apresentada na Ilustração 89.

A cada um desses itens, ou problemas existentes e resolvidos, bem como a cada ferramenta bem utilizada, deverá ser atribuída uma pontuação específica, devidamente ponderada/pesada, cuja soma permitirá determinar o nível (baixo, intermédio ou elevado) referente à prática operacional da utilização racional de ferramentas avançadas de DNP.

6.2 GUIÃO DE AFERIÇÃO DE MATURIDADE

<p>Ambiente Sistémico e Estratégico de DNP – trata-se de um nível empresarial macro, o mais elevado e abrangente da decisão estratégica, que pode influenciar o processo de concepção e o desenvolvimento de novos produtos. Engloba a interface entre a empresa que promove o Desenvolvimento de Novos Produtos (DNP) e toda a envolvente externa, no que concerne aos seguintes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estratégia e Inovação (BOS – Radical e/ou ROS – Gradual); • Incerteza, Análise de Risco e Avaliação de <i>Trade-offs</i>; • Mercado e <i>Marketing</i> (“voz do cliente”); • Análise da Concorrência: <i>Benchmarking</i>; • Política de Globalização e Exportação. <p>Neste contexto, a empresa:</p>	
Aborda as questões da inovação, no que concerne ao DNP, de forma sistemática (<i>suportada em métodos de gestão da inovação</i>) e raramente envereda por uma abordagem de tentativa e erro (<i>não suportada por métodos de gestão da inovação</i>)?	<p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>
Pratica uma estratégia conhecida por <i>Red Ocean Strategy</i> (ROS) (<i>ou seja: compete apenas no mercado existente; explora apenas a procura existente; procede correntemente à gestão do trade-off valor/custo; e alinha o seu conjunto de actividades pela escolha estratégia de diferenciação de baixo custo</i>)?	<p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>
Pratica uma estratégia conhecida por <i>Blue Ocean Strategy</i> (BOS) (<i>ou seja: cria um espaço de mercado novo, desconhecido e incontestado, tornando a competição irrelevante; cria e captura uma nova procura que ainda não existe; rompe com o trade-off valor/custo; e alinha o seu conjunto de actividades pela escolha estratégia de diferenciação de mais baixo custo</i>)?	<p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>
Pratica ambas as estratégias <i>Red Ocean Strategy</i> (ROS) e <i>Blue Ocean Strategy</i> (BOS), de forma estratégica (<i>ou seja, para se obter a melhor interface possível entre a empresa e a envolvente exterior, que se apresenta dinâmica e tende a ser inconstante</i>)?	<p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>
<p>Da actual instabilidade económico-financeira, emana a crise que afecta as economias e os mercados mundiais e, daí, a incerteza e os riscos envolvidos na concepção e desenvolvimento de novos produtos. Neste domínio é reconhecida a necessidade permanente da avaliação de <i>trade-offs</i> dos custos em função da duração do projecto de desenvolvimento de novos produtos.</p> <p>Neste contexto, a empresa:</p>	

Procede sistematicamente à análise de risco através de ferramentas específicas?	0 1 2 3 4 O O O O O
Procede à avaliação de <i>trade-offs</i> dos custos dos diversos factores de risco e das respectivas oportunidades?	0 1 2 3 4 O O O O O
<p>O papel desempenhado pelo <i>marketing</i>, no desenvolvimento do projecto de DNP, também depende do nível de inovação do produto em questão ou do respectivo projecto, através do <i>trade-off marketing/custo da qualidade</i>. O <i>marketing</i> realiza essa função, que é a de estabelecer a comunicação permanente entre a empresa e o mercado, fazendo ter a ideia mais clara possível no interior da organização do que se designa por “voz do cliente” (necessidades que o cliente quer ver satisfeitas/requisitos que o cliente pretende obter).</p> <p>Neste contexto, a empresa:</p>	
Possui uma função “ <i>Marketing</i> ”, associada ao DNP?	0 1 2 3 4 O O O O O
Interage de uma forma permanente e sistemática com o cliente, no sentido de permitir receber sugestões importantes (<i>ou seja, que permitam uma validação construída passo a passo com o projectista, resultando daí a evolução do produto sob a forma de protótipos funcionais intermédios ou outros</i>)?	0 1 2 3 4 O O O O O
<p>Uma empresa possui a capacidade de efectuar “<i>benchmarking</i>”, englobando não só a análise interna como a comparação externa, em que os mais relevantes indicadores de desempenho são comparados e devidamente valorizados fornecendo valiosa informação. Esta comparação relativa cria na empresa a necessidade de alterar processos internos, sendo que, inclusivamente se adaptam processos dos “concorrentes” com o objectivo de reduzir os custos dos seus produtos, aumentando assim a sua competitividade nos mercados onde actuam.</p> <p>Neste contexto, a empresa:</p>	
Efectua uma prática sistemática de realização de actividades de <i>benchmarking</i> ?	0 1 2 3 4 O O O O O
Pratica formas sistemáticas de avaliação de desempenho próprio e de comparação externa?	0 1 2 3 4 O O O O O

Podem considerar-se estratégias de globalização tanto as que concernem à deslocalização de muitas das suas funções, como da penetração dos mercados das marcas e dos novos produtos. No primeiro caso, o termo “*offshoring*” deve ser entendido como uma operação de deslocalização que ocorre quando uma empresa (ou algumas das suas valências) migra, estrategicamente, para outras áreas geográficas por via de vantagens diversas, como por exemplo: mão-de-obra mais barata; preço da energia; nível tributário ou outras. Quanto ao segundo caso, a complexidade da arquitectura da organização do desenvolvimento global de um produto relaciona-se com a estrutura, em termos de fornecedores, ligações, e constrangimentos, tanto do produto, como do sistema, do processo ou do elemento.

Neste contexto, a empresa pratica uma política de:

<i>Outsourcing?</i>	<i>Offshoring?</i>	<i>Outsourcing e Offshoring?</i>	Globalização?
0 1 2 3 4	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4
○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○

Média ponderada do Ambiente Sistémico e Estratégico:

0 1 2 3 4
○ ○ ○ ○ ○

Cultura Organizacional das empresas que promovem o DNP – encontra-se ao nível das áreas e domínios organizacionais e reflecte as capacidades internas da organização de: funcionamento multidisciplinar e de sistemática partilha do conhecimento e informação; participação colaborativa em rede e do estabelecimento de alianças e parcerias estratégicas; inovação permanente, tanto em inovação aberta como em situação de co-inovação; competição e resistência perante a concorrência, ou seja, aliada à partilha e colaboração, existe uma cultura de competitividade.

Neste contexto, a empresa:

Constitui correntemente equipas multidisciplinares ou multifuncionais em projectos de DNP, suportada por uma organização do tipo matricial (<i>cross-functional</i>)?	0 1 2 3 4 ○ ○ ○ ○ ○
Produz impacto positivo nas organizações de: produtores; fornecedores; distribuidores e outros envolvidos nos novos produtos concebidos, a partir da partilha de conhecimento e informação no âmbito do DNP?	0 1 2 3 4 ○ ○ ○ ○ ○
Promove a formação de equipas colaborativas, podendo estas incluir os funcionários da organização, os fornecedores e os clientes?	0 1 2 3 4 ○ ○ ○ ○ ○
Assume a existência de alianças estratégicas com fabricantes, a montante na cadeia de valor ou com os seus fornecedores?	0 1 2 3 4 ○ ○ ○ ○ ○
Assume a existência de alianças estratégicas com clientes situados a jusante da respectiva cadeia de valor?	0 1 2 3 4 ○ ○ ○ ○ ○

Assume a existência de alianças estratégicas com ambos os elementos referidos nas duas questões anteriores?	0 1 2 3 4 O O O O O
Assume a partilha de novas ideias e abordagens de diferentes fontes internas e externas, integrados numa plataforma, a fim de gerar novos processos organizacionais e valores compartilhados?	0 1 2 3 4 O O O O O
Inclui no seu núcleo de co-inovação: envolvimento dos parceiros; co-criação e experiência conjunta de criação de valor?	0 1 2 3 4 O O O O O
Assume a transformação de ideias em produtos qualitativamente melhores e mais apetecíveis do que os dos concorrentes, devidamente reconhecidos aos olhos do mercado e dos consumidores finais?	0 1 2 3 4 O O O O O
Realiza a questão anteriormente focada de forma sistemática, permanente, rápida e barata?	0 1 2 3 4 O O O O O
<u>Média ponderada da Cultura Organizacional</u>	0 1 2 3 4 O O O O O
<p><u>Princípios Organizacionais das empresas que promovem o DNP</u> – encontra-se ao nível das áreas e domínios organizacionais e a par da sua cultura específica encontram-se os princípios doutrinários e filosóficos partilhados por toda a organização, no que concerne: ao respeito pela legislação inerente ao produto; à normalização e ao respeito pelas certificações de qualidade do produto e dos processos; ao seguimento das normas de qualidade, ambientais e de higiene e segurança. Refere-se ainda um princípio básico de combate ao desperdício por via da prática de um pensamento <i>lean</i> e, finalmente, uma prática de maximização da eficiência e produtividade.</p> <p>Neste contexto, a empresa:</p>	
Respeita a legislação em vigor, inerente aos novos produtos?	0 1 2 3 4 O O O O O
Normaliza os seus processos de concepção e desenvolvimento de novos produtos?	0 1 2 3 4 O O O O O
Exige os mesmos princípios dos seus fornecedores, no que concerne à questão anteriormente focada?	0 1 2 3 4 O O O O O
Possui sistemas de gestão de qualidade, de gestão ambiental e de higiene e segurança no trabalho, respectivamente, de acordo com as normas:	

<p>NP ISO 9001:2008?</p> <p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>	<p>NP ISO 14001:2004?</p> <p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>	<p>OHSAS 18001:2007?</p> <p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>
<p>Assume o combate à burocracia, à redução de desperdícios, à obtenção de uma produção eficiente com um mínimo de recursos, à redução e compressão de tempo, de espaço e de custo (<i>ou seja, as preocupações integráveis no que actualmente se designa por pensamento lean ou lean thinking</i>)?</p>		<p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>
<p>Assume as preocupações integráveis ao pensamento <i>lean</i>, de uma forma sistemática e permanente?</p>		<p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>
<p>Tende a maximizar a sua própria eficiência, de forma permanente e sistemática?</p>		<p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>
<p>Tende a medir o seu próprio desempenho e produtividade, de forma permanente e sistemática?</p>		<p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>
<p>É possível que a interação entre o Ambiente Sistémico e Estratégico do DNP, a Cultura e os Princípios Organizacionais das empresas que promovem DNP constitua um factor de impacto neste tipo de organizações. Neste contexto, a avaliação evidencia que:</p>		
<p>A Cultura Organizacional da empresa é mais importante do que os seus Princípios Organizacionais?</p>		<p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>
<p>Os Princípios Organizacionais da empresa são mais importantes do que a sua Cultura Organizacional?</p>		<p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>
<p>A Cultura Organizacional e os Princípios Organizacionais têm igual importância para a empresa?</p>		<p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>
<p>O Ambiente Sistémico e Estratégico do DNP tem impacto significativo na Cultura Organizacional da empresa?</p>		<p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>
<p>O Ambiente Sistémico e Estratégico do DNP tem impacto significativo nos Princípios Organizacionais da empresa?</p>		<p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>
<p><u>Média ponderada referente aos Princípios Organizacionais</u></p>		<p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>

<p>Trata-se do nível empresarial micro, ou seja, o nível operacional onde são postas em prática as ideias de novos produtos, a sua concepção, desenvolvimento dos respectivos projectos, protótipos, arranque e acompanhamento inicial da produção. É definida a organização do próprio projecto, seja ela do tipo sequencial, concorrente (engenharia simultânea, <i>Stage-Gate</i>® ou outra, bem como as linhas mestras da sua gestão). Após análise de <i>trade-offs</i> face aos prazos, custos, etc., é definido o nível de qualidade do produto e dos processos tecnológicos necessários ao DNP.</p> <p>Neste contexto a empresa:</p>	
Possui área ou áreas específicas e/ou multifuncionais de inovação e DNP?	<p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>
Opta por uma gestão de projectos de DNP do tipo sequencial?	<p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>
Opta por uma gestão de projectos de DNP concorrente (<i>ou seja, por processos de engenharia simultânea</i>)?	<p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>
Assume uma gestão <i>Stage-Gate</i> ® quando os novos produtos a desenvolver possuem elevado grau de incerteza, e em qualquer momento se pode interromper ou abandonar o projecto de DNP, com o mínimo prejuízo possível (<i>Neste tipo de gestão de projecto, as portas (gates) devem ser empregues para assegurar que o produto em desenvolvimento nas várias etapas (stages) está em conformidade com os objectivos do negócio</i>)?	<p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>
Tem capacidade de por em prática as necessidades e desejos dos clientes e dos fornecedores, para a definição dos parâmetros de qualidade do novo produto?	<p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>
<p>Possui ou tem acesso (<i>nas suas diversas valências e especialidades, capaz de satisfazer as necessidades do projecto, processos e resolução de problemas de várias tipologias</i>) a rede de:</p>	
<p>Engenharia?</p> <p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>	<p>Meios Tecnológicos?</p> <p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>
<p>É possível que a interacção entre as Áreas e Domínios Processuais do DNP, a Cultura e os Princípios Organizacionais das empresas que promovem DNP seja um factor de impacto neste tipo de organizações.</p> <p>Neste contexto, a avaliação evidencia que:</p>	
A Cultura Organizacional da empresa tem impacto significativo nas Áreas e Domínios Processuais do DNP?	<p>0 1 2 3 4</p> <p>○ ○ ○ ○ ○</p>

Os Princípios Organizacionais da empresa têm impacto significativo nas Áreas e Domínios Processuais do DNP?	0 1 2 3 4 O O O O O	
<u>Média ponderada referente às Áreas e Domínios Processuais</u>	0 1 2 3 4 O O O O O	
<p>Na concepção e desenvolvimento de novos produtos ocorrem problemas de diversa natureza, que têm de ser resolvidos de modo a que o projecto de DNP seja concluído com êxito. Destacam-se problemas: de natureza inventiva; de natureza criativa; de adaptabilidade do produto; com requisitos de satisfação dos clientes e com a exigência dos requisitos de uma produção sem defeitos. Para tanto, a empresa possui ou tem acesso em rede ao ferramental disponível, capaz de fornecer soluções interessantes para os problemas que se colocam.</p> <p>Neste contexto, a avaliação evidencia que:</p>		
Possui um portfólio de casos resolvidos, de tal modo que quando surge um determinado problema permite usar a ferramenta CBR (<i>Case Based Reasoning</i>) que se destina a resolver novos problemas, adaptando soluções utilizadas na resolução de problemas anteriores?	0 1 2 3 4 O O O O O	
Utiliza as seguintes ferramentas, na procura da resolução de problemas inerentes ao DNP:		
<p>TRIZ 0 1 2 3 4 O O O O O</p>	<p>Projecto Modular 0 1 2 3 4 O O O O O</p>	<p>Projecto Axiomático? 0 1 2 3 4 O O O O O</p>
<p>Projecto Robusto 0 1 2 3 4 O O O O O</p>	<p>Projecto de Tolerâncias? 0 1 2 3 4 O O O O O</p>	<p>DFSS? 0 1 2 3 4 O O O O O</p>
Utiliza o cruzamento das ferramentas TRIZ e QFD (<i>Quality Function Development</i>)?	0 1 2 3 4 O O O O O	
Utiliza a ferramenta Projecto Criativo, com recurso a analogias biológicas ou outras?	0 1 2 3 4 O O O O O	
Efectua o cruzamento da ferramenta Projecto Criativo com as ferramentas: DOE (Planeamento de Experiências); DFX (Projecto para a Excelência) ou análise de <i>Pugh</i> ?	0 1 2 3 4 O O O O O	
Considera a existência de uma relação entre o envolvimento dos fornecedores (ferramenta SDI ou <i>Suppliers Design Involvement</i>) e o Projecto Modular?	0 1 2 3 4 O O O O O	

Considera a existência de uma relação entre o envolvimento dos fornecedores (ferramenta SDI ou <i>Suppliers Design Involvement</i>) e o Projecto Axiomático?	0 1 2 3 4 O O O O O
Efectua o cruzamento da ferramenta Projecto Axiomático com as ferramentas: DOE (Planeamento de Experiências); DFX (Projecto para a Excelência) ou análise de <i>Pugh</i> ?	0 1 2 3 4 O O O O O
Efectua o cruzamento entre o Projecto Axiomático e a utilização das ferramentas SDI e QFD (<i>Quality Function Development</i>)?	0 1 2 3 4 O O O O O
Efectua o cruzamento da ferramenta DFSS com as ferramentas: DOE (Planeamento de Experiências); DFX (Projecto para a Excelência) ou análise de <i>Pugh</i> ?	0 1 2 3 4 O O O O O
Efectua o cruzamento entre o DFSS e a utilização das ferramentas SDI e QFD (<i>Quality Function Development</i>)?	0 1 2 3 4 O O O O O
Efectua o cruzamento entre as ferramentas DFSS e Projecto de Tolerâncias?	0 1 2 3 4 O O O O O
Utiliza ferramentas de apoio à decisão, tais como: o AHP (<i>Analytical Hierarchy Process</i>) ou o painel <i>Delphi</i> , no caso de se encontrar mais do que uma solução válida na utilização de ferramentas de seriação?	0 1 2 3 4 O O O O O
<u>Média ponderada referente à utilização de ferramentas pra resolução de problemas na CDNP</u>	0 1 2 3 4 O O O O O
<u>Média Final</u>	0 1 2 3 4 O O O O O

A média final evidenciará no global, entre o irrelevante e o muito elevado, qual o grau de maturidade do que tiver sido avaliado: empresa, produto, etc.

O modelo de aferição vai permitir, fundamentalmente, detectar os pontos fortes e os pontos fracos do objecto avaliado, bem como do equilíbrio entre os vários níveis da governação empresarial, o sistémico e estratégico, o organizacional e processual e o operacional e as ferramentas. Além disso, pode permitir detectar o estado das interacções entre estes níveis dado que o modelo é sistémico.

NOTA FINAL

Como nota final deste trabalho que se pode considerar como sendo de interface entre a gestão e a engenharia pode dizer-se, à guisa de conclusão, que, hoje-em-dia, a inovação, mais do que um golpe de génio ou de sorte, é fruto de um planeamento rigoroso e de uma busca sistemática, baseada em ferramentas de apoio à decisão de CDNP.

De uma forma bastante sumária, foram tratadas inúmeras ferramentas disponíveis para utilização em DNP e classificadas conforme a especificidade da sua utilização. Obviamente que cada uma delas, sendo suficientemente desenvolvidas poderia dar, por si só, um trabalho de investigação muito mais completo com base no seu campo de utilização na indústria global.

Tem-se presente que a indústria portuguesa, já razoavelmente inovativa, ainda não utiliza de uma forma sistemática as ferramentas que foram desenvolvidas nos últimos vinte anos e que foram divulgadas no presente trabalho e classificadas em metodológicas e instrumentais conforme são ou não estruturantes na CDNP.

Foi também apresentado o MAIDNP enquanto modelo abrangente e integrado que concerne ao desenvolvimento de novos produtos e que serviu de base ao escalonamento dos capítulos e da própria sequência do presente livro.

Estas matérias são já hoje abordadas em unidades curriculares específicas, pelo menos ao nível de mestrado, em vários cursos de engenharia ou gestão, nalgumas universidades e politécnicos nacionais. O conhecimento, embora de forma lenta, vai sendo gradualmente difundido. Nestas condições, o presente livro vai postar-se numa linha de apoio a esses

esforços pioneiros de incremento de competitividade no campo da inovação e desenvolvimento de novos produtos regionais ou globais na alavancagem da economia nacional.

O MAIDNP abordou com algum detalhe o domínio que concerne à gestão nas organizações do empreendedorismo, nomeadamente nos aspectos estratégicos, funcionais e operacionais. Foram abundantes as referências às estratégias mais evoluídas e inovativas, baseadas na concepção oceano azul (*bue ocean*), bem como os respectivos sucedâneos. Quer dizer: apresentou-se a opção que pode permitir saltar por cima das opções de Porter, baseadas exclusivamente na diferenciação e no baixo preço, ou seja, como sobreviver num mercado em que os nossos produtos não têm competidores.

O golpe de asa na competitividade.

Espera-se, assim, ter contribuído para uma nova capacidade empresarial e respectivos processos empresariais, e para uma actualização dos programas de muitos cursos superiores de Gestão, e também da engenharia, nomeadamente os da engenharia industrial, especialidade cada vez mais emergente e complemento das tradicionais de Mecânica, Química, Electrotecnia, etc.

O desenvolvimento da economia nacional e a evolução que globalmente se verifica em todos os domínios do mercado das indústrias farmacêuticas, automóvel, aeroespacial, ou mais prosaicamente no turismo e na agricultura (e.g. a vitivinicultura,) que suporta a gastronomia portuguesa, entre muitas outras, bem visível na miríade dos novos produtos que todos os dias e a cada momento se apresentam em substituição das anteriores propostas, parecem justificar o esforço que foi consumido e investido na feitura do presente livro, relativo à divulgação das metodologias de CDNP que serão nítidas num futuro que se presume não muito distante.

REFERÊNCIAS

- Al-Zu'bi e Tsinopoulos, C., 2012, Suppliers versus Lead Users: Examining Their Relative Impact on Product Variety, *Journal of Product Innovation and Management*, 29(4), pp.667–680.
- Ansoff, H. I., 1991, Critique of Henry Mintzberg's 'the design school: reconsidering the basic premises of strategic management', *Strategic Management Journal*, 12, pp. 449-461.
- Altshuller G. S., Shulyak L. e Rodman S., 1999, The innovation algorithm: TRIZ, systematic innovation and technical creativity, Technical Innovation Center Inc., Worcester.
- Bacon, G., Beckman, S., Mowery, D. e Wilson, E., 1994, Managing Product Definition in High-Technology Industries: A Pilot Study, *California Management Review*, pp. 32-56.
- Botten, N. e McManus, J., 1999, Competitive Strategies for Service Organizations, First Edition, MacMillan Press Ltd.
- Cabrita^a, C. P., 2009, Bases Probabilísticas e Estatísticas da Filosofia Six Sigma, *Revista Kéramica* n.º 296, Associação Portuguesa da Indústria da Cerâmica, Maio-Junho de 2009, pp. 16-28.
- Cabrita^b, C. P., 2009, Contribuição para o Entendimento das Bases Probabilísticas e Estatísticas da Filosofia Seis Sigma. Caracterização da Six Sigma Business Scorecard. *Revista Manutenção* n.º 101, Associação Portuguesa de Manutenção Industrial, Abril-Junho de 2009, pp. 1-10.
- Campbell, R. I. De Beer, D. J., Barnard, L. J., Booysen, G. J., Truscott†, M., Cain, R., Burton, M. J., Gy, D. E. e Hague, R., 2007, Design evolution through customer interaction with functional prototypes, *Journal of Engineering Design*, 18 (6), pp. 617–635.
- Caraça, Ferreira e Mendonça, 2006, *Modelo de interações em cadeia: um modelo para a inovação para a economia do conhecimento*, Relatório COTEC, Outubro de 2006.
- Schank, R., 1982, *Dynamic Memory: A Theory of Learning in Computers and People*, Cambridge University Press, 1982.

- Charnes, A., Cooper, W. W. e Rhodes, E., 1978, Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research*, 2, pp. 429–444.
- Chen, H-Y. e Chang, Y-M., 2009, Extraction of product form features critical to determining consumers' perceptions of product image using a numerical definition-based systematic approach, *International Journal of Industrial Ergonomics*, (39), pp. 133–145.
- Cho, H-S., e Eppinger, S., 2005, A Simulation-Based Process Model for Managing complex design Projects, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 52 (3), pp. 316-328.
- Clausewitz, K. Von, 1832, Da Guerra, tradução portuguesa do original de *Vom Criege*, Publicações Europa-América. ISBN: 978-972-1-04352-7, 2.º edição: Outubro de 1997.
- Cooper, R. G., 2008, Perspective: The Stage-Gates Idea-to-Launch Process—Update, What's New, and NexGen Systems, *J Prod Innov Management*, 25, pp. 213–232.
- Cotta, A., 1973, Dicionário da Economia, 2.ª Edição, Publicações Dom Quixote, Lisboa.
- Creveling, C. M., Slutsky J. L. e Antis D. Jr., 2003, *Design for Six Sigma – In Technology and Product Development*, Prentice Hal PTR.
- Dangelico, R. M., Pontrandolfo, P. e Pujari, D., 2013, Developing Sustainable New Products in the Textile and Upholstered Furniture Industries: Role of External Integrative Capabilities, *Journal Prod Innov Manag*, 30(4), pp. 642–658.
- Dias, J.C.Q., Logística Global e Macrologística, Edições Silabo, 2005.
- Dias, J. C. Q., Azevedo, S. G., Ferreira, J. e Palma, S. F., 2012, Seaport performance comparison using data envelopment analysis: the case of Iberian container terminals, *Int. J. Business Performance Management*, 13, (3/4), pp. 426-449.
- Dias, J. C. Q., 2013, *Supply Chain Management: a materialização da cadeia de valor*, Edições Colibri/Instituto Politécnico de Lisboa (IPL), Lisboa em Fevereiro de 2013.
- Freire, A., 1997, *Estratégia: Sucesso em Portugal*, Lisboa/S. Paulo, Editorial Verbo.
- Gandellini, G. and Venanzi, D. (2011), Purple Ocean Strategy: How To Support SMEs' Recovery, *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 24, pp. 1–15.
- Hamel, G. e Prahalad, C. K., 1995, Os Caminhos da Previsão, *Executive Digest*, 7, Maio de 1995.
- Hsieh, H. T. e Chen, J. L., 2010, Using TRIZ methods in friction stir welding design, *International Journal of Advanced Manufacturing Technologies*, 46, pp. 1085-1102.
- Iamratanakul, S., Patanakul, P. e Milosevic, D., 2008, Innovation and factors affecting the success of NPD projects: Literature explorations and descriptions, *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 3 (3), pp. 176-189.
- Jayaram, J., 2008, Supplier involvement in new product development projects: dimensionality and contingency effects, *International Journal of Production Research*, 46 (13), pp. 3717–3735.

- Kano, N., Seraku, N., Takahashi, F. e Tsuji, S., 1984, Attractive quality and must-be quality. *Journal of Japanese Society for Quality Control*, 14, pp. 39–48.
- Kaplan, R. S. e Norton, D. P., 1996, *Translating strategy into action: The balanced scorecard*, Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Kim, C. W. e Mauborgne, R., 2004, Blue Ocean Strategy, *Harvard Business Review*, October 2004, pp. 76-84.
- Kohonen, T., 1982, Self-organized formation of topologically correct feature maps, *Biological Cybernetics*, 43, pp. 59 – 69.
- Kim, B. e Kim, J., 2009, Structural factors of NPD (new product development) team for manufacturability, *International Journal of Project Management*, 27, pp. 690-702.
- Kim, C. W. e Mauborgne, R., 2005, Blue Ocean Strategy: From Theory to Practice, *California Review, Management*, 47 (3), pp. 104-121.
- Lee, A. H. I. e Lin, C-Y., 2011, An integrated fuzzy QFD framework for new product development, *Flex Serv Manufacturing Journal*, 23, pp. 26–47.
- Lin, S-C., Chen, L-S. e Hsu, C-C., 2011, An innovative approach for RFID product functions development, *Expert Systems with Applications*, 38, pp. 15523–15533.
- Lindic, J., Bavdaz, M., e Kovacic, H., 2012, Higher growth through the Blue Ocean strategy: implications for economic policy, *Research Policy*, 41, pp. 928-938.
- Mendonça, M. C. L. V., 2010, Seis Sigma, pela Melhoria Contínua, provas de Agregação em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade da Beira Interior, Abril de 2010.
- Matini, M. R. e Knippers, J., 2008, “*Application of abstract formal patterns for translating natural principles into the design of new deployable structures in architecture*, 4th International Conference on Comparing Design in Nature with Science and Engineering, Fonte: design and nature iv: comparing design in nature with science and engineering Book Series: WIT Transactions on ecology and the environment, 114, pp. 147-156.
- Mintzberg, H., 1994, *The Rise and Fall of Strategic Planning*, Prentice-Hall International, U. K., 1994.
- OECD, 2015, *Frascati Manual: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development*, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Paris. ISBN 978-926423901-2 (PDF).
- Orlicky, J., 1975, *MRP: The New Way of Life in Production and Inventory Management*, McGraw-Hill, USA.
- Oslo Manual, 2005, *Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, 3rd Edition, ISBN 978-92-64-01 308-3.
- Parasuraman, A.; Berry, L. L.; Zeithaml, V. A., 1991, Understanding customer expectations of service, *Sloan Management Review*, pp. 39-48.
- Park, G-J., 2007, *Analytic Methods for Design Practice*, 1st Edition, Springer.
- Park, H., Ree, J. J. e Kim, K., 2013, Identification of promising patents for technology transfers using TRIZ evolution trends, *Expert Systems with Applications*, 40, pp. 736–743.

- Pires, A., 1999, *Inovação e desenvolvimento de novos produtos*, 1.^a Edição, Edições Sílabo, Lisboa.
- Pires, J. P., 2002, *A arte da Guerra de Mestre Sun* (Sun de Wu), Editora Frenesi.
- Pollack, J. e Liberatore, M. J., 2006, Incorporating Quality Considerations Into Project Time/Cost Tradeoff Analysis and Decision Making, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 53 (4), pp. 534 -542.
- Porter, M. E., 1990, *The Competitive Advantage of Nations*, Mc Millan Business, Edição de 1998.
- Porter, M. E., 1990, *The Competitive Advantage of Nations*, Mc Millan Business, Edição de 1998.
- Porter, M. E., 1999, *Competição (On Competition)*, Tradução e Revisão Técnica para a Editora Campus, da *Harvard Business review Book*, Rio de Janeiro, Brasil, 2.^a Edição de 1999.
- Ries, A. e Trout, J., 1986, *Marketing em tempo de guerra*, McGraw-Hill Inc, edição brasileira da Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil, colecção eficácia empresarial, 1989.
- Robles, G. C., Negny, S. e Le Lann, J. M., 2009, Case-based reasoning and TRIZ: A coupling for innovative conception in Chemical Engineering, *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 48 (1), pp. 239-249.
- Sá, V., 1996, *Os Senhores da Guerra*, Bertrand Editora, 1997.
- Sharma, M. J. e Yu, S. J., 2008, Performance based stratification and clustering for benchmarking of container terminals, *Expert Systems with Applications*, 36 (3), pp. 5016-502.
- Shéu, D. D. e Lee, H-H, 2011, A proposed process for systematic innovation, *International Journal of Production Research*, 49 (3), pp. 847-868.
- Stacey, R. D., 1995, *A Fronteira do Caos*, Edição de 1995, Bertrand Editora.
- Strategor, 1993, *Política Global da Empresa*, Publicações D. Quixote, 2.^a edição.
- Suh, N. P., 1998, Axiomatic design theory for systems, *Res. Eng. Design*, 10, pp: 189-209.
- Taguchi, G., 1986, *Introduction to Quality Engineering*, UNIPUB/Kraus International, White Plains, NY.
- Terninko, J., Domb, E., Miller, J., e MacGran, E., 1999, The Seventy-Six Standard Solutions: How They Relate to the 40 Principles of Inventive Problem Solving, <https://triz-journal.com/seventy-six-standard-solutions-relate-40-principles-inventive-problem-solving/>
- Terninko, J., Miller, J. e MacGran, E., 2003, *Jornal TRIZ*, <http://www.triz-journal.com/archives/1999/05/e/index.htm> (consultado em 21/01/2013).
- Thomas, J. D., Lee, T. e Shu, N. P., 2004, A Function-Based Framework for Understanding Biological Systems, *Annual Review Biophys. Biomol. Struct.*, 33, pp. 75-93.
- Tripathy, A. e Eppinger, S., 2011, Organizing Global product Development for Complex Engineerer Systems, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 58 (3), pp. 510-529.

- Ulrich, K. T. e Eppinger, S. D., 2000, *Product, Design and Development*, 2nd Edition, Irwin McGraw-Hill, 2000.
- Unger, D. e Eppinger, S., 2011, Improving product development process design: a method for managing flows, risks and iterations, *Journal of Engineering Design*, 22 (10), pp 689-699.
- Yang, C-C. e Chen, J., 2011, Accelerating preliminary eco-innovation design for products that integrates case-based reasoning and TRIZ method, *Journal of Cleaner Production*, 19, pp. 998-1006.
- Yang, C-C. e Yang, J-K, 2011, An integrated model of value creation based on the refined Kano's model and the blue ocean strategy, *Total Quality Management*, 22 (9), pp. 925-940.
- Yang, K. e El-Haik, S. B., 2009, *Design for Six Sigma – A Roadmap for Product Development*, Second Edition, McGraw-Hill.

Ana Sofia Martins da Eira Dias

Ana Sofia Martins da Eira Dias é Professora Adjunta no Departamento de Engenharia Mecânica do ISEL/IPL, onde lecciona na Licenciatura e nos Mestrados de Engenharia Mecânica e Engenharia e Gestão Industrial. É Doutorada em Engenharia e Gestão Industrial (em 2015) pela Universidade da Beira Interior, Pós-Graduada em Produção Integrada por Computador pelo IST e Licenciada em Engenharia Mecânica (pós-Bolonha) também pelo IST/UL (2001).

Tem orientado estudantes de mestrado e atualmente também de doutoramento. No domínio da Engenharia e Gestão Industrial tem publicado artigos em várias revistas científicas com arbitragem; tem apresentado comunicações científicas em conferências nacionais e internacionais. Trabalhou como engenheira mecânica, entre 2001 e 2008, nas áreas da Gestão da Qualidade, Higiene e Segurança, Formação Profissional e Projectos de I&D nas áreas da soldadura e corte por electro erosão. Entre 2008 e 2017 foi Equiparada a Assistente, Professora Adjunta Convitada e Professora Adjunta no ISEL. É Membro Sénior da Ordem dos Engenheiros e Investigadora do UNIDEMI – Unidade de Investigação e Desenvolvimento em Engenharia Mecânica e Industrial FCT-UNL na qualidade de Membro Colaborador.

Neste livro dedicado à inovação apresenta-se um conjunto considerável de ferramentas disponíveis para concepção e desenvolvimento de novos produtos, classificados conforme a especificidade da sua utilização na indústria e serviços. Aqui se propõe um modelo holístico de conjugação das ferramentas, base da organização dos capítulos do livro e roteiro de avaliação do grau de maturidade das organizações inovadoras.

Aborda-se com o detalhe possível, o que concerne aos múltiplos aspectos operacionais e estratégicos das empresas que competem no mercado global dos novos produtos, contribuindo-se assim para uma nova capacidade empresarial. Pretende-se que o contributo do livro se estenda ainda ao refrescamento de programas de algumas unidades curriculares de cursos superiores de gestão e de engenharia, nomeadamente na engenharia industrial.

