

**Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa**



**ANÁLISE DA EFICÁCIA DO BALANCED SCORECARD E O EFEITO DA  
(DES)SEMELHANÇA ESTRUTURAL DO MODELO MENTAL NA DECISÃO  
ESTRATÉGICA: UMA ABORDAGEM BASEADA EM SIMULAÇÃO**

Carlos Capelo R. Rosário

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de

Doutor em Gestão

Especialidade em Gestão Global, Estratégia e Desenvolvimento Empresarial

Orientador:

Prof. Doutor João Ferreira Dias

Outubro de 2005

A Cristina,  
Bernardo e  
Guilherme

## **Agradecimentos**

Os meus maiores agradecimentos:

- à Galp Energia, pelo apoio que me foi concedido para a realização do programa doutoral e em particular na elaboração deste trabalho;
- ao Programa Doutoral em Gestão do ISCTE, pela organização e apoio, nomeadamente nas participações em conferências internacionais que efectuei no âmbito do presente trabalho;
- a James Ritchie-Dunham, por gentilmente ter disponibilizado a formulação conceptual do modelo de simulação que é utilizado numa das experiências deste trabalho;
- ao Professor João Ferreira Dias, pela excelente, indispensável e paciente orientação;
- ao Professor José Dias Curto, pelo apoio efectivo na parte de métodos quantitativos;
- aos Professores Luís Maltez, Dr. Rui Cartaxo e Dr. João Pedro Brito, por terem acreditado em mim;
- aos meus colegas da Galp Energia e aos estudantes do ISCTE que, de uma forma interessada e dedicada, colaboraram nas experiências.

## **Análise da Eficácia do Balanced Scorecard e o Efeito da (des)Semelhança Estrutural do Modelo Mental na Decisão Estratégica: uma Abordagem Baseada em Simulação**

### **Resumo**

Como consequência da aceleração das mudanças no mundo, os gestores progressivamente reconhecem a complexidade dos sistemas empresariais em que estão envolvidos. A presente tese descreve duas pesquisas conduzidas em Portugal, relacionadas com a compreensão e aprendizagem dos gestores sobre sistemas empresariais complexos. A primeira pesquisa consiste num estudo empírico sobre a capacidade de sujeitos na compreensão de conceitos simples de dinâmica de sistemas. A segunda pesquisa explora a influência da abordagem BSC no processo de aprendizagem estratégica e tomada de decisão dos gestores.

A melhoria da capacidade de compreensão sobre sistemas complexos exige a compreensão de alguns conceitos básicos de dinâmica de sistemas, tais como a relação stock e fluxos e como lidar com eles. Quatro exercícios simples foram aplicados a dois grupos distintos: um no ISCTE, o outro na Galp Energia. Os resultados são comparados com os obtidos em outros estudos internacionais. Estas experiências confirmam em termos gerais, uma baixa compreensão intuitiva destes conceitos básicos de dinâmica de sistemas, mesmo quando os sujeitos possuem formação e treino em matemática e ciências, e o desempenho global não parece variar sistematicamente em função das variáveis demográficas consideradas.

Na segunda pesquisa, uma experiência baseada em simulação foi desenvolvida. O sistema de hipóteses testa a influência da abordagem BSC na formação dos modelos mentais do gestores, e como a qualidade desses modelos mentais afecta a efectividade da decisão. Os dados da experiência foram analisados através de regressão linear múltipla e modelação com equações estruturais. Os resultados mostram que os gestores melhoram significativamente os seus modelos mentais através da utilização do mapa estratégico no processo de revisão e implementação da estratégia, e que essa melhoria dos modelos mentais conduz a uma melhor performance.

Palavras chave: Dinâmica de Sistemas, “Balanced Scorecard”, Experiência de Simulação, Modelo Mental.

Classificações JEL: C91 - Design of Experiments/ Laboratory, Individual Behavior  
D83 - Learning; Information and Knowledge

# **Analysis of the Balanced Scorecard Effectiveness and the Effect of the Mental Model (dis)Similarity on the Strategic Decision-Making: A Simulation Based Approach**

## **Abstract**

As the world changes ever faster, managers increasingly recognize the complexity of the business systems in which they are embedded. This paper describes two empirical researches conducted in Portugal, concerning to managers' understanding and learning about complex systems. The first research is an empirical study of the ability of subjects to understand basic system dynamics concepts. The second research explores de impact of the Balanced Scorecard (BSC) approach in the process of strategic learning and decision-making.

Improving manager ability to understand complex systems requires understanding of some basic system dynamics concepts such as stocks and flows and how to deal with them. Four simple tasks were applied to two different groups: one at ISCTE; the other at Galp Energia. The results are compared with those of other international studies. The experiences confirm a generally poor intuitive understanding of the basic systems dynamics concepts, even when subjects have training or background in mathematics and sciences, and overall performance do not appear to vary systematically with demographic variables.

In the second research, a simulation-based experiment based in a microworld was conducted. The system of hypotheses test the influence of the BSC approach in the formation of decision makers' mental models and how the quality of those mental models affect decision effectiveness. Experiment data was analysed through linear regression analysis and structural equations modelling. The results pointed out that managers significantly improve their mental models by using strategy map in the process of strategy review and implementation, and that improved mental model similarity led to better performance.

**Key words:** System Dynamics, Balanced Scorecard, Simulation Experiment, Mental Model

**JEL Classification:** C91 - Design of Experiments/ Laboratory, Individual Behavior  
D83 - Learning; Information and Knowledge

## Índice

### Parte I - Introdução

1.	Considerações Iniciais e Enquadramento Global da Tese	17
2.	A Compreensão da Complexidade Dinâmica	21
3.	A abordagem BSC, Aprendizagem e Performance	24
4.	Organização da Tese	30

### Parte II - Enquadramento Teórico e Revisão Literária

1.	A Visão Sistémica e Dinâmica da Empresa	31
1.1	Definição de Sistema Empresarial	31
1.2	Princípios de um Sistema Empresarial	33
1.2.1	Abertura	33
1.2.2	Emergência	33
1.2.3	Propósito	34
1.2.4	Intuitividade	35
1.3	Características de um Sistema Empresarial	36
1.3.1	Estrutura e Comportamento	36
1.4	A Empresa como um Sistema Dinâmico de Recursos	39
1.4.1	A Teoria Clássica RBV	39
1.4.2	A Teoria Dinâmica RBV	40
2.	Modelos Mentais	44
2.1	Modelos Mentais – Conceito	44
2.2	Representação do Modelo Mental – Conceito	48
2.3	Modelos Mentais e a Performance na Gestão	49
2.3.1	A Adequação dos Modelos Mentais	49
2.3.2	Modelos Mentais e Performance na Interacção com Sistemas Físicos	50
2.3.3	Modelos Mentais e Performance em Actividades Empresariais	51
2.3.4	Modelos Mentais e Performance na Decisão Estratégica	51
3.	Aprendizagem e Decisão sobre Sistemas Empresariais	53
3.1	Aprendizagem e Decisão Estratégica	53
3.1.1	A Decisão como um Processo de Percepção e Reflexão	53
3.1.2	O Ciclo Simples de Aprendizagem e Decisão	54

3.1.3	O Ciclo Duplo de Aprendizagem e Decisão	55
3.1.4	A Construção e Simulação dos Modelos Mentais como Processos Cognitivos Essenciais na Aprendizagem e Decisão	57
3.1.5	Determinantes da Efectividade da Aprendizagem e Decisão Estratégica	60
3.2	Complexidade de Sistemas Empresariais	62
3.2.1	Complexidade de Detalhe e Dinâmica	62
3.2.2	Fontes de Complexidade Dinâmica	63
3.2.2.1	Ciclos de Retorno	64
3.2.2.2	Efeito de Atraso	65
3.2.2.3	Efeito de Acumulação de Stock	66
3.2.2.4	Efeito Lateral e Resistência a Políticas	67
3.3	A Compreensão da Complexidade Dinâmica	69
3.3.1	Limitações Cognitivas dos Decisores	69
3.3.2	A Compreensão dos Conceitos Dinâmicos Essenciais	70
3.4	Ferramentas de Pensamento Sistémico	72
3.4.1	Pensamento Sistémico – Conceito	72
3.4.2	Ferramentas de Pensamento Sistémico	74
3.4.2.1	Ferramentas “Soft” e “Hard” de Pensamento Sistémico	77
3.4.2.2	“Soft System Methodology”	77
3.4.2.3	SODA/cognitive mapping	78
3.4.2.4	Modelação Qualitativa com Dinâmica de Sistemas	79
3.4.2.5	Outros Métodos Qualitativos	81
3.4.2.6	Modelação e Simulação	82
3.4.3	Impacto das Ferramentas de Pensamento Sistémico na Aprendizagem	82
3.5	Qualidade da Informação de Gestão	84
4.	A Abordagem “Balanced Scorecard”	87
4.1	O Sistema de Controlo de Performance “Balanced Scorecard”	87
4.2	A Abordagem Estratégica do BSC – O Mapa Estratégico	91
4.3	BSC e a Visão Sistémica e Dinâmica da Empresa	94
4.4	Processo de Aprendizagem e Decisão da Abordagem BSC	97
4.4.1	BSC e o Ciclo Duplo de Aprendizagem	97
4.4.2	O Mapa Estratégico como uma Ferramenta de Pensamento Sistémico	99
4.5	BSC, Aprendizagem e Performance Empresarial	101
4.5.1	BSC – Uma História de Sucesso	101

4.5.2	Algumas Críticas ao BSC	101
4.5.3	Porque Falham Algumas Implementações do BSC	102
4.5.4	Investigação sobre o Impacto do BSC na Performance Empresarial	104
4.5.4.1	Pesquisas que Mostraram um Efeito Positivo	105
4.5.4.2	Pesquisas que não Mostraram um Efeito Positivo	106
4.5.4.3	Pesquisas Baseadas em Simulação	107
4.5.5	BSC, Aprendizagem e Performance – Afinal, Qual a Relação ?	108

### **Parte III - Hipóteses de Investigação e Considerações Metodológicas**

1.	Hipóteses de Investigação	111
1.1	Questões de Investigação	111
1.2.	Compreensão da Complexidade Dinâmica	112
1.3.	Abordagem Estratégica do BSC	114
1.3.1	Semelhança do Modelo Mental	116
1.3.2	Nível de Scorecard	118
1.3.3	Nível de Mapa Estratégico	119
1.3.4	Performance	120
2.	Considerações Metodológicas	121
2.1	Compreensão da Complexidade Dinâmica	121
2.2	Ambiente da Experiência sobre a Abordagem BSC	122
2.2.1	Investigação Baseada em Simulação	122
2.2.1.1	Razões de Opção	122
2.2.1.2	Laboratório de Estratégia	125
2.2.1.3	Variáveis de Controlo	128
2.2.2	Modelação e Simulação por Computador	128
2.2.3	Dinâmica de Sistemas	130
2.2.3.1	Stocks e Fluxos	130
2.2.3.2	Componentes Auxiliares e Ligações	131
2.2.3.3	Modelação Quantitativa	133
2.2.4	Modelo Utilizado	134
2.2.5	Validação e Verificação do Modelo de Simulação	138
2.2.5.1	Validação e Verificação do Modelo - Conceitos	138
2.2.5.2	Validação Conceptual	139
2.2.5.3	Verificação	140

2.3.	Semelhança dos Modelos Mentais	141
2.3.1	Exteriorização dos Modelos Mentais	141
2.3.2	Procedimento Pathfinder	142
2.3.2.1	Método	142
2.3.2.2	Parâmetros	145
2.3.3	Revisão de Diagrama Causal	146
2.3.4	Semelhança dos Modelos Mentais	147
2.4.	Performance da Gestão	149
2.5.	Teste das Hipóteses	150
2.5.1	Análises Confirmatória e Exploratória	150
2.5.2	Regressão Linear Múltipla e Modelação com Equações Estruturais	150
2.5.3	Implicações da Dimensão da Amostra	152
2.5.4	Validação dos Modelos	153
2.5.5	Outras Técnicas Utilizadas	154

#### **Parte IV - Estudos Empíricos**

1.	Teste em Portugal da Compreensão de Conceitos Essenciais da Dinâmica de Sistemas	155
1.1	A Compreensão da Complexidade Dinâmica	155
1.2	Método	158
1.2.1	Exercícios 1 e 2	159
1.2.2	Exercício 3	164
1.2.3	Exercício 4	169
1.3	Participantes	171
1.4	Procedimento	173
1.5	Resultados	174
1.5.1	Resultados do Exercício 1	174
1.5.2	Resultados do Exercício 2	178
1.5.3	Resultados do Exercício 3	181
1.5.4	Resultados do Exercício 4	186
1.5.5	Correlação entre Exercícios	189
1.6	Impacto das Características Demográficas	190
1.7	Discussão	196
1.8	Tabelas de Resultados	203

1.8.1	Apreciação das Respostas	203
1.8.2	Regressão Múltipla	213
2.	Abordagem Estratégica do BSC, Aprendizagem e Performance	220
2.1.	Modelo de Simulação	220
2.1.1	Visão Global do Modelo	220
2.1.2	Sectores do Modelo – Descrição e Principais Equações	222
2.1.2.1	Mercado/ Clientes	222
2.1.2.2	Recursos Humanos	223
2.1.2.3	Sistemas de Informação	224
2.1.2.4	Infra-estrutura/ Operações	225
2.1.2.5	Financeiros	227
2.2	Jogo de Simulação	231
2.2.1	Caso de Gestão Estratégica	231
2.2.2	Interface e Utilização do Simulador	231
2.2.3	Funcionalidade do Simulador	235
2.3.	Participantes	236
2.4.	Operacionalização das Variáveis	237
2.4.1	Nível de Scorecard	237
2.4.2	Nível de Mapa Estratégico	240
2.4.3	Semelhança do Modelo Mental	241
2.4.3.1	Referência da Estrutura do Sistema Empresarial Simulado	241
2.4.3.2	Captação e Representação da Estrutura do Modelo Mental dos Participantes	245
2.4.3.3	Determinação do Grau de Semelhança do Modelo Mental	247
2.4.4	Semelhança Inicial do Modelo Mental	247
2.4.5	Performance da Gestão	248
2.4.6	Outras Variáveis	249
2.5	Tratamentos	251
2.6	Procedimento	255
2.6.1	Condições Gerais da Experiência	255
2.6.2	Sequência de Operações	256
2.7	Resultados	260
2.7.1	Análise Descritiva	261
2.7.2	Comparação entre Tratamentos	263
2.7.3	Correlações (Pearson)	268

2.7.4	Regressão Linear Múltipla – Testes dos Pressupostos	272
2.7.4.1	Testes sobre a Regressão de SMM	273
2.7.4.2	Testes sobre a Regressão de SMMCorr	274
2.7.4.3	Testes sobre a Regressão da Performance	276
2.7.4.4	Testes sobre a Regressão de PerfCorr	279
2.7.5	Regressão Linear Múltipla - Análise Confirmatória	283
2.7.5.1	Teste de Mediação	287
2.7.6	Regressão Linear Múltipla - Análises Exploratórias	289
2.7.6.1	Regressão sobre a Totalidade das Variáveis	289
2.7.6.2	Procedimento “Stepwise”	291
2.7.7	Modelação com Equações Estruturais	295
2.7.7.1	Modelo Global de Relacionamento	296
2.7.7.2	Teste do Modelo Resultante da Análise Exploratória	298
2.7.7.3	Teste do Modelo de Hipóteses	300

## **Parte V - Conclusões**

1.	A Compreensão da Complexidade Dinâmica	303
2.	A Abordagem BSC, Aprendizagem e Performance	308
3.	Direcções Possíveis de Trabalhos Futuros	320

## **Anexos**

Anexo A1	– Estudo Empírico 2: Variáveis e equações do modelo de simulação	322
Anexo A2	– Estudo Empírico 2: Guia da experiência – tratamentos A e B	337
Anexo A3	– Estudo Empírico 2: Guia da experiência – tratamento C	364

<b>Referências Bibliográficas</b>		374
-----------------------------------	--	-----

## Lista de Tabelas

### Parte - II

Tabela 4.1	Exemplos de Indicadores do BSC	90
------------	--------------------------------	----

### Parte - IV

Tabela 1.1	Características dos participantes da Galp Energia	171
Tabela 1.2	Resultados obtidos no exercício 1	175
Tabela 1.3	Resultados obtidos no exercício 2	179
Tabela 1.4	Resultados obtidos no exercício 3	182
Tabela 1.5	Resultados obtidos no exercício 4	187
Tabela 1.6	Correlação entre os resultados obtidos nos exercícios 1,2 e 3 no ISCTE	189
Tabela 1.7	Correlação entre os resultados obtidos nos exercícios	189
Tabela 1.8	Valores médios e desvios padrão da performance em cada exercício, para os diversos grupos de sujeitos definidos em função das variáveis demográficas	191
Tabela 1.9	Matriz de correlações (Pearson)	192
Tabela 1.10	Regressão múltipla do desempenho nos quatro exercícios sobre as variáveis demográficas	193
Tabela 1.11	Resultados da regressão múltipla com as variáveis mais explicativas resultantes de um procedimento “stepwise”	194
Tabela 1.12	Valores médios e desvios padrão da classificação global de desempenho nos 4 exercícios	197
Tabela 1.13	Desempenho dos participantes em função dos efeitos testados	200
Tabela 1.14	Desempenho médio dos participantes do ISCTE	203
Tabela 1.15	Apreciação do exercício 1 – participantes do ISCTE	204
Tabela 1.16	Apreciação do exercício 2 – participantes do ISCTE	205
Tabela 1.17	Apreciação do exercício 3 – participantes do ISCTE	206
Tabela 1.18	Apreciação do exercício 4 – participantes do ISCTE	207
Tabela 1.19	Características demográficas e desempenho médio dos participantes da Galp Energia	208
Tabela 1.20	Apreciação do exercício 1 – participantes da Galp Energia	209
Tabela 1.21	Apreciação do exercício 2 – participantes da Galp Energia	210
Tabela 1.22	Apreciação do exercício 3 – participantes da Galp Energia	211
Tabela 1.23	Apreciação do exercício 4 – participantes da Galp Energia	212

Tabela 1.24	Resultados da Regressão Linear da performance do exercício 1	213
Tabela 1.25	Resultados da Regressão Linear da performance do exercício 1 - Procedimento Stepwise	214
Tabela 1.26	Resultados da Regressão Linear da performance do exercício	215
Tabela 1.27	Resultados da Regressão Linear da performance do exercício 2 - Procedimento Stepwise	216
Tabela 1.28	Resultados da Regressão Linear da performance do exercício 3	217
Tabela 1.29	Resultados da Regressão Linear da performance do exercício 4	218
Tabela 1.30	Resultados da Regressão Linear da performance do exercício 4 - Procedimento Stepwise	219
Tabela 2.1	Variáveis relevantes do modelo de simulação	242
Tabela 2.2	Operacionalização dos tratamentos através das variáveis NSC e NME	251
Tabela 2.3	Valores e frequência das variáveis “dummy”	260
Tabela 2.4	Descrição estatística das variáveis CoerDSim e Idade	260
Tabela 2.5	Valores mínimo, máximo, médio e desvio padrão das variáveis	263
Tabela 2.6	Teste de significância para a diferença das médias da variável SMM/SMMI entre tratamentos	265
Tabela 2.7	Teste de significância para a diferença das médias da variável Performance entre tratamentos	265
Tabela 2.8	Teste de significância para a diferença das médias da variável Tempo entre tratamentos	266
Tabela 2.9	Teste de significância para a diferença das médias da variável Idade entre tratamentos	266
Tabela 2.10	Teste de significância para a diferença das médias das variáveis CoerASim/ CoerDSim entre tratamentos	266
Tabela 2.11	Matriz de correlações (Pearson)	271
Tabela 2.12	Dados finais da experiência a considerar nas análises de regressão linear múltipla e modelações com equações estruturais	282
Tabela 2.13	Resultados da Regressão de SMMCorr de acordo com o modelo de hipóteses	285
Tabela 2.14	Resultados da Regressão de PerfCorr de acordo com o modelo de hipóteses	286
Tabela 2.15	Resultados da Regressão Linear da variável PerfCorr	287
Tabela 2.16	Resultados da Regressão Linear da variável SMMCorr sobre todas as variáveis independentes	289

Tabela 2.17	Resultados da Regressão Linear da variável PerfCorr sobre todas as variáveis independentes	290
Tabela 2.18	Resultados do Procedimento Stepwise na Regressão da SMMCorr sobre todas as variáveis independentes	291
Tabela 2.19	Resultados do Procedimento Stepwise na Regressão da PerfCorr sobre todas as variáveis independentes	292
Tabela 2.20	Resultados da modelação com equações estruturais - modelo global	296
Tabela 2.21	Resultados da modelação com equações estruturais do modelo resultante da análise exploratória	299
Tabela 2.22	Resultados da modelação com equações estruturais para teste do modelo de hipóteses	300
Tabela 2.23	Resultados do modelo equações estruturais para teste das relações entre todas as variáveis do modelo de hipóteses	302
<b>Parte - V</b>		
Tabela 2.1	Operacionalização dos tratamentos através das variáveis NSC e NME	309

## Lista de Figuras

### Parte - I

Figura 1.1	Modelo conceptual dos factores condicionantes e facilitadores de aprendizagem, decisão estratégica e performance	19
------------	--	----

### Parte - II

Figura 1.1	Níveis de explicação do sistema – Estrutura - Comportamento – Eventos	37
Figura 1.2	Retorno das acções sobre o sistema.	38
Figura 1.3	Ilustração da representação do processo de acumulação de recursos através de diagramas de stock e fluxos da dinâmica de sistemas	41
Figura 2.1	Modelo conceptual de relacionamento entre a adequação dos modelos mentais e a performance	49
Figura 3.1	Estágios do processo de decisão	53
Figura 3.2	Ciclo simples de aprendizagem e decisão	54
Figura 3.3	Ciclo duplo de aprendizagem e decisão	55
Figura 3.4	Processo dinâmico de aprendizagem e decisão	57
Figura 3.5	Modelo conceptual dos factores condicionantes e facilitadores da aprendizagem, decisão estratégica e performance	60
Figura 3.6	Exemplo de modelo com ciclos de retorno, Ciclo de retorno	64
Figura 3.7	Efeitos Laterais	68
Figura 3.8	Esquema da Metodologia SSM	78
Figura 3.9	Exemplo de Mapa Cognitivo da Metodologia SODA	79
Figura 3.10	Representação do mesmo sistema usando Diagrama Causal e Diagrama de Stock e Fluxo	80
Figura 3.11	Impacto dos processos facilitadores na aprendizagem estratégica	83
Figura 3.12	Ciclo de aperfeiçoamento dos modelos mentais e decisão	85
Figura 3.13	Modelo de relacionamento entre qualidade da informação de controlo adequação de modelos mentais e performance	83
Figura 4.1	Estrutura do modelo BSC	89
Figura 4.2	Exemplo de mapa estratégico do modelo BSC	93
Figura 4.3	Captção de um BSC numa arquitectura de recursos	96
Figura 4.4	Ciclo duplo de aprendizagem do BSC	98
Figura 4.5	O BSC e o modelo conceptual de aprendizagem, decisão performance	109

### **Parte - III**

Figura 1.1	Modelo conceptual global	111
Figura 1.2	Ciclo duplo de aprendizagem do BSC	114
Figura 1.3	Modelo de hipóteses do estudo sobre o impacto da abordagem estratégica do BSC na aprendizagem e performance	116
Figura 2.1	Comparação de ciclos de decisão em sistemas reais e virtuais	126
Figura 2.2	Componentes de um simulador	127
Figura 2.3	Exemplos de relação stock-fluxos	131
Figura 2.4	Exemplo de diagrama contendo stock, fluxos, componentes auxiliares e ligações	132
Figura 2.5	Exemplo de cálculo do valor do fluxo a partir de dois componentes auxiliares e do nível do stock	134
Figura 2.6	Cálculo do valor do stock a partir do fluxo	135
Figura 2.7	Diagrama stock-fluxo do modelo de simulação utilizado	137
Figura 2.8	Questionário sobre relacionamento entre pares de conceitos	143
Figura 2.9	Exemplo de matriz de proximidade entre conceitos	143
Figura 2.10	Exemplo de um diagrama em rede produzido pelo programa PCKnot	144
Figura 2.11	Exemplo de uma tarefa de revisão de um diagrama em rede aplicado na presente pesquisa	147

### **Parte - IV**

Figura 1.1	Representação de conceitos básicos de dinâmica de sistemas	156
Figura 1.2	Exercício 1, baseado em “Bath Tub Task 1” (Sweeney e Sterman, 2000)	160
Figura 1.3	Resolução do exercício 1	161
Figura 1.4	Exercício 2, baseado em “Cash Flow Task 2” (Sweeney e Sterman, 2000)	163
Figura 1.5	Resolução do exercício 2	164
Figura 1.6	Exercício 3, baseado em “Manufacturing Case” (Sweeney e Sterman, 2000)	165
Figura 1.7	Resolução do exercício 3	167
Figura 1.8	Exercício 4, baseado em “Department Store Task” de Sterman (2002)	170
Figura 1.9	Erro “evolução discreta por desenho da curva sobre a quadrícula”	176
Figura 1.10	Erro “desenho da curva de stock com forma semelhante à do fluxo”	177
Figura 1.11	Erro “desenho da curva de stock com forma semelhante à do fluxo líquido”	180
Figura 1.12	Erro “evolução linear do stock”	181
Figura 1.13	Erro “reposição do stock sem aumento de produção”	184

Figura 1.14	Erros “desenho da curva de stock com forma semelhante à do fluxo das encomendas” e “desenho da curva de stock com forma invertida à do fluxo das encomendas”	185
Figura 1.15	Erro “evolução discreta da curva do stock”	186
Figura 2.1	Visão geral do modelo de simulação	221
Figura 2.2	Diagrama stock-fluxo do sector Mercado/Clientes	222
Figura 2.3	Diagrama stock-fluxo do sector Recursos Humanos	223
Figura 2.4	Diagrama stock-fluxo do sector Sistemas de Informação de Suporte	224
Figura 2.5	Diagrama stock-fluxo do sector Infra-estrutura/ Operações	226
Figura 2.6	Diagrama stock-fluxo do sector Custos	227
Figura 2.7	Diagrama stock-fluxo do sector Dívida	227
Figura 2.8	Diagrama stock-fluxo do sector Capital Empregue	228
Figura 2.9	Diagrama stock-fluxo do sector Cash Flow	228
Figura 2.10	Diagrama stock-fluxo do sector EVA e Valor Criado	229
Figura 2.11	Diagrama stock-fluxo do modelo completo	230
Figura 2.12	Painel de controlo do simulador	232
Figura 2.13	Painel com os gráficos sobre a evolução histórica dos indicadores	232
Figura 2.14	Painel com a descrição das variáveis	233
Figura 2.15	Modelo de Hipóteses	237
Figura 2.16	Interfaces do simulador – Nível de Scorecard baixo (scorecard financeiro)	238
Figura 2.17	Interfaces do simulador – Nível de Scorecard alto (balanced scorecard)	239
Figura 2.18	Exemplo do diagrama utilizado como mapa estratégico	240
Figura 2.19	Diagrama de referência para efeitos de representação da estrutura do simulador	243
Figura 2.20	Diagrama stock-fluxo do modelo completo com indicação dos nós da estrutura de referência do modelo	244
Figura 2.21	Exemplo de 3 pares de conceitos do questionário	245
Figura 2.22	Diagrama resultante do programa PCKNOT	246
Figura 2.23	Mapa estratégico inicial: exemplo de um diagrama causal inicial	252
Figura 2.24	Revisão do mapa estratégico: exemplo de um diagrama final	252
Figura 2.25	Tratamentos e respectivos processos dinâmicos de decisão	253
Figura 2.26	Questionário sobre a estratégia e objectivos	254
Figura 2.27	Procedimento experimental nos tratamentos A e B	257
Figura 2.28	Procedimento experimental no tratamento C	258

Figura 2.29	Histogramas das variáveis SMM, SMMI, Performance, Tempo, CoerASim, CoerDSim e Idade	262
Figura 2.30	Gráfico com as ocorrências para as variáveis SMM e Performance	268
Figura 2.31	Testes de Normalidade dos resíduos da regressão da SMM	273
Figura 2.32	Gráfico dos resíduos da regressão da SMMCorr	274
Figura 2.33	Testes de Normalidade dos resíduos da regressão da SMMCorr	275
Figura 2.34	Resíduos da regressão da Performance e gráfico SMMcorr-Performance	277
Figura 2.35	Testes de Normalidade dos resíduos da regressão da Performance	278
Figura 2.36	Resíduos da regressão da PerfCorr e gráfico SMMcorr-Performance	279
Figura 2.37	Testes de normalidade dos resíduos da regressão da PerfCorr	280
Figura 2.38	Modelo de regressão de acordo com o modelo de hipóteses	286
Figura 2.39	Modelo de regressão com as variáveis explicativas resultantes do procedimento “stepwise”	294
Figura 2.40	Diagrama causal do modelo global e resultados da aplicação da modelação com equações estruturais	297
Figura 2.41	Modelo resultante da análise exploratória	298
Figura 2.42	Modelo resultante da análise exploratória, ajustado através da modelação com equações estruturais	299
Figura 2.43	Modelo de hipóteses e resultados da aplicação da modelação com equações estruturais	301
Figura 2.44	Modelo relacionando todas as variáveis do modelo de hipóteses e resultados da aplicação da modelação com equações estruturais	302
<b>Parte - V</b>		
Figura 2.1	Modelo de hipóteses do estudo sobre o impacto da abordagem estratégica do BSC na aprendizagem e performance	308

## **Parte I - Introdução**

### **1. Considerações Iniciais e Enquadramento Global da Tese**

Como consequência da aceleração que se tem vindo a verificar no ritmo de mudanças no mundo, os gestores reconhecem a importância e necessidade de, o mais rapidamente possível, compreenderem a complexidade inerente aos problemas de gestão das organizações. Neste contexto, nas últimas décadas, temos vindo a assistir a um enorme desenvolvimento de abordagens fundamentadas na teoria de sistemas, originárias de diferentes áreas e escolas, e que se baseiam na criação de uma visão sistémica e dinâmica da empresa (por exemplo: Forrester, 1961; Ackoff, 1987; Checkland, 1981; Senge, 1990; Gharajedaghi, 1999; Sterman, 2000; Warren, 2002a; Pidd, 2003a). De acordo com os respectivos autores, esta perspectiva sistémica do mundo, promove a aceleração da aprendizagem dos gestores, na medida em que os apoia, de uma forma mais efectiva, no processo de percepção e racionalização do comportamento da envolvente e respectivas causas fundamentais, assim como na definição das acções que conduzirão à evolução desejada das realidades empresariais em que estão envolvidos.

O conceito de Modelo Mental, que se enquadra nesta perspectiva sistémica (Doyle e Ford, 1998, 1999), tem vindo a ser utilizado na investigação e explicação da forma como os gestores percebem e actuam sobre as realidades empresariais. A ideia subjacente a este conceito é que os gestores representam mentalmente a forma de funcionamento da realidade empresarial em que estão envolvidos, através de modelos mentais, os quais estão na base dos processos de dedução, inferência e tomada de decisão (Craik, 1943; Johnson-Laird, 1983; Norman, 1983; Doyle e Ford; 1998, 1999). Numa perspectiva sistémica, o gestor forma modelos mentais sobre a respectiva realidade empresarial que consistem em representações ou interpretações internas da estrutura do sistema empresarial externo, e utilizam essas estruturas na selecção e interpretação da informação, assim como no processamento dessa informação para efeitos de inferência e tomada de decisão (Doyle et al, 2001).

A aprendizagem dos gestores sobre o sistema empresarial em que estão envolvidos desenvolve-se segundo dois tipos de ciclos de retorno: ciclo simples e ciclo duplo (Sterman, 2000). No ciclo simples, os gestores desenvolvem um processo de aprendizagem adaptativo, em que, de uma forma contínua, sempre que detectam um desvio no sistema empresarial face

ao objectivo, eles ajustam ou adaptam as decisões correctoras do referido desvio. Essas decisões são governadas pelos modelos mentais dos decisores, que neste ciclo não sofrem modificações (Forrester, 1961). O ciclo duplo de aprendizagem (Argyris, 1985) baseia-se na construção e revisão dos modelos mentais dos decisores. A informação de controlo, além de condicionar as decisões, vai estimular a construção e revisão dos modelos mentais dos decisores sobre a realidade empresarial em que estão envolvidos (Sterman, 2000).

Enquanto o ciclo simples está presente nas actividades relacionadas com a gestão operacional, o ciclo duplo de aprendizagem está relacionado com a gestão estratégica de longo prazo das organizações (Argyris, 1999). O processo de aprendizagem estratégica é assim entendido como um processo contínuo de acção, percepção e reflexão que conduz à construção e aperfeiçoamento dos modelos mentais dos gestores (De Geus, 2002).

Pesquisas anteriores têm evidenciado que, quando sujeitos interagem com sistemas físicos, a semelhança entre a estrutura da representação do modelo mental do sujeito (sobre o sistema externo em causa) e a estrutura do sistema real, é indicativa da performance (Rowe e Cooke, 1995; Stout et al, 1996; Wyman e Randel, 1998). Algumas pesquisas semelhantes foram realizadas no campo da gestão empresarial, as quais mostraram que sujeitos com maior semelhança dos modelos mentais apresentavam uma melhor performance (Van Engers, 2001; Ritchie-Dunham, 2001; Van Boven, 2003; Gray e Wood, 2005). No campo da gestão estratégica empresarial, a hipótese subjacente é que os gestores de topo das organizações formam modelos mentais sobre os processos de criação sustentada de valor, os quais consistem em representações internas da estrutura do sistema empresarial em que estão envolvidos, e que a semelhança estrutural entre os modelos mentais e o sistema empresarial é indutora de uma decisão estratégica mais efectiva e conseqüentemente de uma melhor performance financeira de longo prazo.

As pesquisas conduzidas no âmbito da presente tese consideram o seguinte modelo conceptual (representado na figura 1.1) sobre as condicionantes do processo de aprendizagem e decisão estratégica dos gestores, o qual está centrado no processo de construção e simulação dos modelos mentais dos gestores, e na hipótese de que este processo influencia a performance estratégica.

Neste modelo, a efectividade do processo de aprendizagem (construção e aperfeiçoamento dos modelos mentais) é afectada pelo grau de complexidade da envolvente empresarial (Serman, 2000), cuja compreensão é condicionada pelas limitações cognitivas dos gestores (Simon, 1997; Serman, 2000).

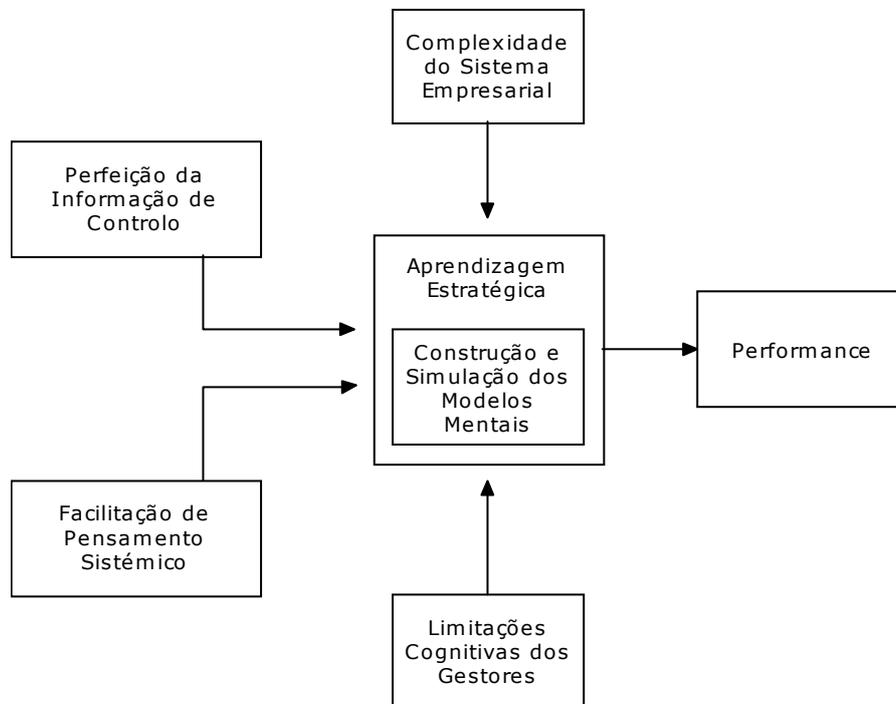


Figura 1.1 – Modelo conceptual dos factores condicionantes e facilitadores da aprendizagem, decisão estratégica e performance. Fonte: Autor

Para ultrapassar estas condicionantes, ou seja, para ajudar os gestores a compreender melhor a complexidade da envolvente, mediante a utilização mais frequente do ciclo duplo de construção dos modelos mentais (em lugar do ciclo simples), e a ultrapassar ou atenuar as suas limitações cognitivas, diversos autores têm vindo a propor a utilização de métodos baseados na construção de mapas cognitivos/diagramas causais (Checkland, 1981; Senge et al, 1994; Eden e Ackermann, 1998), diagramas de stock e fluxos (Forrester, 1961), ou na modelação e simulação por computador (Forrester, 1961; Morecroft e Serman, 1994; Pidd, 2003a), e que são frequentemente referidos como ferramentas de facilitação do pensamento sistémico (Senge, 1990).

Finalmente, o processo de aprendizagem e decisão estratégica é também influenciado pela qualidade da informação de controlo de gestão. Os gestores interagem com o sistema empresarial através desta informação. A partir dela, eles procuram compreender os efeitos das

suas decisões, tentam ajustar as decisões para alinhar o sistema com os objectivos (ciclo simples de aprendizagem), revêm os seus modelos mentais e redefinem a estratégia e os objectivos (ciclo duplo de aprendizagem). Algumas pesquisas anteriores têm mostrado alguns efeitos da informação de controlo de performance no processo de construção dos modelos mentais (Vandenbosch e Higgins; 1995, 1996; Ritchie-Dunham, 2001).

Nos capítulos seguintes, são introduzidos os trabalhos que foram desenvolvidos na presente tese, e que, no enquadramento do modelo da figura 1.1, respeitam à compreensão da complexidade dinâmica e à influência da informação de gestão e de ferramentas facilitadoras do pensamento sistémico, na construção e aperfeiçoamento dos modelos mentais dos gestores, e consequente impacto na efectividade da decisão estratégia e performance de longo prazo.

## 2. A Compreensão da Complexidade Dinâmica

O objectivo deste estudo empírico consiste em explorar, em Portugal, o grau de compreensão dos sujeitos sobre determinados conceitos de dinâmica de sistemas, tais como: ciclos de retorno, desfasamento temporal entre acção e resposta, e efeito de acumulação e desgaste das variáveis estado “stock” por acção dos respectivos fluxos de entrada e de saída. Neste sentido, foram conduzidas duas experiências envolvendo 43 estudantes finalistas de licenciatura do ISCTE e 31 colaboradores da empresa Galp Energia, nas quais os sujeitos respondem a exercícios simples, especificamente concebidos para testar isoladamente aqueles efeitos dinâmicos.

Diversas pesquisas realizadas com o apoio de simuladores de gestão sobre o processo de tomada de decisão em ambientes dinâmicos (por exemplo Sterman, 1989a, 1989b; Paich e Sterman, 1993; e Diehl e Sterman, 1995) revelaram sistematicamente que os decisores tinham muitas dificuldades em inferir adequadamente o comportamento dinâmico do sistema (Sterman, 2000).

Para Simon (1997), os gestores têm limitações na racionalização das realidades empresariais, pelo que tendem a agir de acordo com percepções muito simplificadas da realidade. Baseando-se em Simon, Sterman (2000) refere que a dificuldade na compreensão da complexidade dinâmica sucede por duas razões relacionadas com as limitações cognitivas dos decisores: (a) construção imperfeita dos modelos mentais dos decisores que são muito simples quando comparados com os sistemas que representam; (b) os decisores, mesmo dispendo de modelos mentais perfeitos, não conseguem inferir adequadamente o comportamento dinâmico do sistema.

Alguns efeitos normalmente associados à complexidade dinâmica dos sistemas empresariais são: ciclos de retorno (“feedback loop”); desfasamento temporal entre acção e resposta; efeito de acumulação e desgaste das variáveis estado “stock” por acção dos respectivos fluxos de entrada e saída. O comportamento dinâmico de um sistema é determinado pela sua estrutura, que por sua vez é constituída por estes “building blocks” (Forrester, 1961; Sterman, 2000).

Segundo Sweeney e Sterman (2000), as pesquisas referidas anteriormente sobre o processo de decisão em ambientes dinâmicos, têm considerado implicitamente que os decisores têm dificuldade na compreensão de sistemas complexos constituídos por vários elementos que interagem dinamicamente entre si, mas eles compreendem os efeitos dinâmicos quando tratados isoladamente.

Com o propósito de desafiar o pressuposto anterior, Sweeney e Sterman (2000) realizaram no MIT-Sloan School of Management uma pesquisa para explorar a capacidade de sujeitos sobre a compreensão de alguns conceitos de dinâmica de sistemas. Os resultados obtidos por Sweeney e Sterman (2000) indicam que sujeitos, com formação superior e treino em matemática e ciências, apresentam um baixo nível de compreensão destes conceitos, mesmo quando tratados isoladamente. Os resultados obtidos indicam também que a performance dos sujeitos não depende sistematicamente de características demográficas, como formação base, grau académico, idade, sexo ou nacionalidade.

Outras pesquisas têm sido desenvolvidas sobre esta questão, nomeadamente (Sterman, 2002; Armenia et al, 2004; Fisher, 2003; Kainz e Ossimitz, 2002; Kapmeier, 2004; Lyneis e Lyneis, 2003; Ossimitz, 2002; Zarara, 2003; Pala e Vennix, 2005). Esses estudos têm vindo de uma maneira geral a confirmar os resultados de Sweeney e Sterman (2000), mostrando que sujeitos, com formação superior e treino em matemática e ciências, apresentam um baixo nível de compreensão destes conceitos.

Com o objectivo de contribuir para esta investigação com resultados de Portugal, no âmbito da presente tese, desenvolvemos duas experiências semelhantes. As questões essenciais que basearam esta pesquisa consistem em: qual o grau geral de compreensão dos sujeitos sobre a complexidade dinâmica?; em que medida o grau de compreensão depende das fontes de complexidade dinâmica presentes?; qual o impacto das características demográficas dos sujeitos no grau de compreensão da complexidade dinâmica.

Enquanto as pesquisas anteriores foram conduzidas exclusivamente em instituições de ensino, envolvendo estudantes (normalmente de licenciatura e/ou pós-graduação), uma destas pesquisas decorre num ambiente empresarial, envolvendo um grupo de colaboradores da empresa Galp Energia. A outra pesquisa envolve um conjunto de estudantes de licenciatura do ISCTE.

A metodologia seguida consistiu na aplicação de 4 exercícios simples aos participantes das experiências, os quais tratavam determinados conceitos de dinâmica de sistemas, tais como stocks e fluxos, atrasos e retornos. Com vista a permitir a comparação de resultados, os exercícios foram baseados em exercícios concebidos e aplicados por outros autores em pesquisas semelhantes. Os exercícios 1, 2 e 3 foram baseados respectivamente nos exercícios “Bath Tub Task 1”, “Cash Flow Task 2” e “Manufacturing Case” concebidos e aplicados por Sweeney e Sterman (2000). O exercício 4 baseia-se no “Department Store Task” de Sterman (2002).

Os resultados obtidos destas experiências são analisados e discutidos, sendo comparados com os resultados obtidos por Sweeney e Sterman (2000), e Sterman (2002) no MIT, por Armenia et al (2004) em “Tor Vergata – University of Rome” e por Kapmeier (2004) em “Stuttgart Institute of Management and Technology”.

### **3. A abordagem BSC, Aprendizagem e Performance**

Com o objectivo de explorar e testar, de forma integrada, o impacto da abordagem estratégica do BSC na aprendizagem dos gestores (construção dos modelos mentais) sobre sistemas empresariais dinâmicos, e como esta aprendizagem influencia a performance de longo prazo, no âmbito da presente tese, foi desenvolvido um estudo empírico, baseado em simulação, onde sujeitos com conhecimentos de gestão empresarial assumem o papel de “gestor de topo” e interagem com um simulador de gestão baseado em dinâmica de sistemas. Nesta experiência, que envolveu 14 estudantes finalistas de licenciatura do ISCTE e 59 colaboradores da empresa Galp Energia, os sujeitos simulam a gestão de topo de uma empresa, ao longo de sete anos, tomando, cada seis meses, decisões que afectam o desenvolvimento de recursos estratégicos, com o objectivo final de maximizar o valor criado. A estrutura da informação de controlo de gestão varia (indicadores do BSC vs Scorecard Financeiro), assim como o processo de revisão da estratégia (utilização ou não do mapa estratégico do BSC). O impacto destas variações é analisado mediante a captação dos modelos mentais dos participantes e observando a performance financeira da empresa simulada.

A crescente complexidade da tarefa de gestão de sistemas empresariais, nomeadamente derivada do controlo do desenvolvimento de uma multiplicidade de recursos interdependentes e indutores da performance futura, muitos deles de carácter intangível, vem originando uma necessidade crescente de definir, medir e gerir os factores indutores do desenvolvimento desses recursos, o que é confirmado por diversas pesquisas a nível mundial que dão conta de uma utilização crescente por parte das empresas de sistemas de controlo de performance baseados em indicadores financeiros complementados com indicadores não financeiros e indutores da performance (“drivers”) (Ittner e Larcker, 2003).

Em resposta a esta necessidade, nos últimos anos, com o objectivo de ultrapassar algumas limitações dos sistemas de controlo de gestão baseados exclusivamente em indicadores financeiros, diversos autores têm sugerido modelos de controlo de performance, nos quais indicadores financeiros e não financeiros são definidos e organizados segundo determinadas estruturas. Destes modelos, tem assumido especial destaque o modelo “The Balanced Scorecard” (BSC) proposto por Kaplan e Norton (1992, 1996a). O modelo BSC assenta na

definição e utilização equilibrada de um conjunto de indicadores da performance passada e indutores da performance futura (“drivers”), financeiros e não financeiros, objectivos e subjectivos. De acordo com os autores, estes indicadores, que são identificados segundo quatro perspectivas da empresa: perspectiva financeira, perspectiva dos clientes, perspectiva dos processos internos e perspectiva da aprendizagem e crescimento, proporcionam, aos gestores de topo, uma visão global e compreensível da evolução da empresa, permitindo, simultaneamente e de forma mais efectiva, monitorar a performance financeira, definir e controlar as acções de curto prazo que promovem o desenvolvimento dos recursos e capacidades estratégicos que induzirão a performance futura (Kaplan e Norton; 1992, 1996a).

Inicialmente, Kaplan e Norton (1992) lançaram o conceito de BSC, exclusivamente como um sistema de indicadores de performance. Posteriormente, os autores fizeram evoluir para um sistema de planeamento estratégico (Kaplan e Norton, 2000, 2001a). Esta nova abordagem do BSC proporciona, aos gestores de topo das organizações, um quadro sobre um possível futuro (visão), uma caminho para lá chegar (estratégia) e a sua tradução em objectivos e acções de curto prazo. O BSC era assim proposto não apenas como um conjunto de indicadores para monitorar o desempenho da empresa, mas também como uma ferramenta de apoio à formulação, planeamento e controlo da implementação da estratégia.

A abordagem BSC faz traduzir a visão e estratégia das empresas num conjunto de indicadores críticos de performance e respectivos objectivos, que estão relacionados entre si de uma forma consistente com a trajectória na qual, de acordo com a percepção dos gestores de topo, a empresa deve evoluir para atingir a situação desejada no futuro. Esse possível caminho a percorrer pela empresa é “traçado” com base no relacionamento estabelecido entre os indicadores críticos, o qual consiste num conjunto integrado de hipóteses estratégicas, cuja formulação força os gestores a desenvolverem uma adequada compreensão das inter-relações causa-efeito entre os indicadores do BSC, financeiros e não-financeiros, numa perspectiva sistémica no contexto da empresa.

Para isso, os gestores devem desenvolver uma perspectiva causa-efeito sobre o sistema empresarial em que estão envolvidos. Com o objectivo de apoiar os gestores nesta tarefa, Kaplan e Norton (2000, 2001a) desenvolveram o conceito de “mapa estratégico” como uma ferramenta complementar da abordagem BSC. O mapa estratégico liga os indicadores de

performance numa cadeia causal (diagrama causal) e visa apoiar os gestores na tradução, teste e comunicação da sua compreensão acerca do contexto empresarial, e suportar o processo de definição, implementação e revisão da estratégia da empresa (Kaplan e Norton, 2000, 2001a). Kaplan e Norton (2001a) sugerem assim que a implementação do BSC deve iniciar-se pela explicitação e discussão da estratégia através da construção do mapa estratégico, onde são relacionados os factores críticos para o sucesso da empresa.

Esta abordagem do BSC enquadra-se na perspectiva sistémica e dinâmica da empresa (Warren, 2002a), pois reconhece a inter-relação e interdependência entre diversas partes da organização, e a importância de compreender as relações causa-efeito e sua dinâmica como uma base consistente para inferir a performance futura e definir objectivos e planos de acção. Mapas estratégicos, combinados com “balanced scorecards”, proporcionam uma abordagem holística da gestão da empresa. O mapa estratégico (diagrama causal) do modelo BSC descreve a percepção dos gestores sobre a estrutura do sistema empresarial em que estão envolvidos, onde são representados os factores críticos e respectivas inter-relações (que constituem para Kaplan e Norton, a hipótese estratégica) que governarão a condução da empresa na direcção desejada. A informação de controlo associada ao modelo BSC captura o essencial do comportamento do sistema empresarial através de um conjunto de indicadores. Através deste conjunto de indicadores, os gestores controlam o desempenho financeiro, analisam a evolução da empresa e ajustam proactivamente as políticas de desenvolvimento e utilização de recursos estratégicos para levar o sistema empresarial para a situação desejada no futuro.

Kaplan e Norton (2001a) sugerem que esta abordagem do BSC proporciona o ciclo duplo de aprendizagem (Argyris, 1999), o qual facilita a aprendizagem estratégica dos gestores e conduz a uma melhor performance. Segundo os autores, os gestores, num processo contínuo, utilizam o sistema de controlo de performance e o mapa estratégico da abordagem BSC, para reflectirem acerca dos pressupostos que foram definidos na estratégia anterior; revêm as relações causa-efeito assumidas e identificam outras; então eles melhoram a sua compreensão acerca do sistema empresarial e uma nova estratégia pode emergir (Kaplan e Norton, 2001a, p316). Por outras palavras, a abordagem BSC proporciona um processo através do qual os gestores podem explicitar e melhorar os seus modelos mentais acerca do sistema empresarial. Com base nesses modelos mentais melhorados, eles adaptam a estratégia da empresa e definem os novos objectivos, inferindo o comportamento futuro do sistema empresarial em

que estão envolvidos. O mapa estratégico surge assim como uma ferramenta de pensamento sistémico que incentiva os gestores na prática do ciclo duplo de aprendizagem, isto é, os gestores são motivados para experimentarem com mais frequência o ciclo de construção/revisão dos modelos mentais em lugar do ciclo de decisão heurística (Doyle et al, 2001).

Desde que o BSC foi primeiramente introduzido por Kaplan e Norton (1992), muitos livros e artigos têm sido publicados sobre a teoria e prática deste conceito, ilustrando com casos de implementação bem sucedida em diversas áreas de actividade empresarial, e recomendando fortemente a sua implementação. Adicionalmente, existem também algumas evidências acerca da grande penetração do BSC nas organizações. Algumas pesquisas recentes mostram mesmo que, nas respectivas áreas geográficas, o BSC é neste momento o sistema de controlo de performance mais utilizado, tendo sido adoptado por cerca de 57% das organizações do Reino Unido, 46% dos Estados Unidos da América, 28% na Alemanha e Áustria. (Rigby, 2001; Speckbacher et al, 2003).

Apesar desta história de sucesso do BSC, uma grande parte das empresas não têm tido sucesso, ou seja, a utilização do BSC não se tem traduzido nos benefícios esperados finais em termos de resultados financeiros (Ittner e Larcker, 2003).

Não existem muitos estudos empíricos que suportem a afirmação sobre os impactos positivos do BSC na aprendizagem e performance. Algumas pesquisas têm sido conduzidas para estudar a influência da utilização da abordagem BSC na performance empresarial. Os resultados obtidos em algumas dessas pesquisas sugerem que a adopção do BSC tem um impacto positivo na performance empresarial (Frigo e Krumwiede, 1999; Hoque e James, 2000; Davis e Albright, 2004; Campbell et al, 2003; Malina e Selto; Sandt et al, 2001; Banker et al, 2000; Ritchie-Dunham, 2001). Mas, contrariamente, outras pesquisas têm mostrado alguns impactos negativos desta abordagem (Ittner et al, 2003b; Maiga e Jacobs, 2003; Hendricks et al, 2004; Braam e Nijssen, 2004; Strohhecker, 2004).

Conforme se constata, a investigação empírica acerca das implicações na performance empresarial da utilização da abordagem BSC é ainda escassa, e as pesquisas efectuadas até à data e referidas anteriormente não permitem confirmar os efeitos propostos por Kaplan e Norton (1992, 1996a, 2000, 2001a) de melhoria de aprendizagem dos gestores e da

performance empresarial. Adicionalmente, as pesquisas que evidenciam um impacto do BSC na performance económica, raramente explicam de forma concreta a razão de tal efeito.

Atendendo a que investimentos significativos continuam a ser efectuados nas organizações em todo o mundo, no pressuposto de que a utilização do sistema BSC têm um efeito positivo na aprendizagem dos gestores e na performance da gestão empresarial, e considerando que a investigação desenvolvida até à data ainda não proporcionou suporte conclusivo para essa hipótese, é importante procurar obter evidências sobre a ocorrência desses benefícios como consequência da implementação da abordagem estratégica BSC.

Até à presente data, nenhuma pesquisa foi desenvolvida acerca do impacto da abordagem estratégica do BSC (ciclo de revisão do mapa estratégico, implementação da estratégica e gestão operacional) na aprendizagem de gestores e performance. Adicionalmente, os resultados contraditórios evidenciados por muitas pesquisas anteriores, mostram que não é claro que abordagem do BSC influencie positivamente a performance.

Também ainda não é claro que o aperfeiçoamento dos modelos mentais dos gestores, seja indutor de uma decisão estratégica mais efectiva e consequente melhoria da performance organizacional de longo prazo.

Com o objectivo de procurar respostas para estas questões, no âmbito da presente tese, é desenvolvido um estudo empírico para testar, de forma integrada, o impacto da abordagem do BSC na aprendizagem dos gestores (construção dos modelos mentais) sobre sistemas empresariais dinâmicos, e como esta aprendizagem influencia a performance de longo prazo, com vista a contribuir para melhorar a compreensão sobre os efeitos desta abordagem na gestão empresarial, e sobre a forma de a utilizar efectivamente.

Uma alternativa às metodologias utilizadas nas pesquisas que têm tratado este tema, as quais foram suportadas em questionários e/ou entrevistas, consiste numa abordagem experimental em laboratório.

De facto, para explorar e testar empiricamente e estatisticamente o impacto da abordagem BSC na aprendizagem dos gestores e na performance de longo prazo em sistemas empresariais reais, necessitaríamos de dispor de informação fidedigna acerca da forma como,

nas organizações, o BSC foi realmente implementado e utilizado ao longo dos últimos anos, da evolução do grau de aprendizagem dos gestores e da performance, assim como de todas as variáveis independentes que podem de alguma forma ter influenciado aquelas variáveis dependentes.

Na impossibilidade de desenvolver esta pesquisa sobre a realidade, e com vista a assegurar um adequado controlo de todas as variáveis independentes e dependentes, de forma a proporcionar a necessária confiança na análise dos resultados, a metodologia do presente estudo empírico utilizou uma abordagem experimental baseada em simulação, onde sujeitos, com conhecimentos de gestão empresarial, assumem o papel de “gestor de topo” e interagem com um ambiente empresarial simulado especificamente criado para a investigação em causa. O simulador de gestão com que os participantes interagem, é baseado em dinâmica de sistemas (Forrester, 1961) e é programado mediante a adaptação de um modelo desenvolvido e utilizado por Ritchie-Dunham (2002, pp 89-132), do qual foi obtida a devida autorização. A exteriorização da estrutura do modelo mental dos participantes é efectuada mediante os métodos “Pathfinder” e construção/ revisão de diagrama causal (Schwaneveld, 1990; Rowe e Cooke, 1995).

O teste das relações entre as variáveis estabelecidas nas hipóteses que baseiam este estudo empírico, é desenvolvido através das técnicas de regressão linear múltipla e de modelação com equações estruturais.

A teoria e a experiência desenvolvidas na presente tese contribuirão para uma melhor compreensão sobre o impacto da abordagem estratégica BSC na aprendizagem e desempenho de gestores, e sobre a forma de utilizar esta abordagem efectivamente. Esta pesquisa contribuirá ainda para melhorar a compreensão sobre o papel dos modelos mentais dos gestores na performance organizacional.

#### **4. Organização da Tese**

A presente tese é organizada da seguinte forma. A parte II efectua o enquadramento teórico da presente tese, apresentando e desenvolvendo os conceitos centrais que suportam os estudos empíricos realizados, nomeadamente a visão sistémica e dinâmica da empresa, o modelo mental, o processo dinâmico de aprendizagem e decisão, e a abordagem do “Balanced Scorecard”; e apresenta também a revisão literária e o desenvolvimento específico dos temas objecto de investigação. A parte III apresenta e desenvolve as hipóteses de investigação que orientam os estudos empíricos, e apresenta algumas considerações relativamente às metodologias seguidas na condução das experiências assim como na análise dos respectivos resultados. A parte IV descreve as experiências realizadas e apresenta os respectivos resultados. A parte V apresenta as conclusões resultantes dos estudos empíricos realizados, focando nomeadamente as implicações para a área da gestão empresarial; são também apontadas algumas direcções para investigação futura. O anexo apresenta detalhes da experiência conduzida no âmbito do segundo estudo empírico, nomeadamente do modelo de simulação e da documentação de suporte.

## **Parte II - Enquadramento Teórico e Revisão Literária**

### **1. A Visão Sistémica e Dinâmica da Empresa**

Um enorme número de autores de ciências de gestão, de diferentes áreas e escolas, têm vindo a defender o desenvolvimento de uma visão sistémica e dinâmica da empresa (por exemplo: Forrester, 1961; Ackoff, 1987; Checkland, 1981; Senge, 1990; Gharajedaghi, 1999; Sterman, 2000; Warren, 2002a; Pidd, 2003a).

Segundo esses autores, esta perspectiva da realidade empresarial ajuda o decisor, de uma forma mais efectiva, na compreensão do comportamento da envolvente e respectivas causas fundamentais, assim como na definição das acções que conduzirão à evolução desejada do sistema empresarial em causa, quer se trate uma pequena empresa quer de uma grande multinacional.

#### **1.1 Definição de Sistema Empresarial**

Esta forma de pensar e ver a realidade empresarial suporta-se na teoria de sistemas e no conceito de sistema que lhe está associado. Diversas definições sobre o conceito de sistema podem ser encontradas na literatura.

Bertalanffy (1975), geralmente reconhecido como fundador nos anos 30 (num seminário da Universidade de Chicago em 1939), da teoria geral dos sistemas (Hammond, 2002, p436), estabeleceu a seguinte definição de sistema - uma entidade constituída por um conjunto de partes que mantêm a sua existência através das mútuas interacções entre as suas partes. “A system is an entity which maintains its existence through the mutual interaction of its parts.” (Bertalanffy, 1975). O princípio fundamental que baseia a teoria geral de sistemas consiste na existência de “general system laws which apply to any system of a certain type, irrespective of the particular properties of the system or the elements involved” (Bertalanffy, 1951, p138).

De acordo com Ackoff (1973), o conceito de sistema tem uma aplicabilidade universal nos diversos domínios do conhecimento. Um sistema é um conjunto de dois ou mais componentes

interdependentes, de qualquer tipo, com as seguintes propriedades: cada parte ou subgrupo afecta o funcionamento ou propriedades do todo; nenhuma parte ou subgrupo pode ter um efeito independente no todo.

“A system is a set of interrelated elements of any kind; for example, concepts, objects, or people. The set of elements has the following three properties: (1) the properties or behavior of each part of the set has an effect on the properties or behavior of the set as a whole. (2) The properties and behavior of each part and the way they affect the whole depend on the properties and behavior of at least one other part in the set. Therefore, no part has an independent effect on the whole. (3). Every possible subgroup of elements in the set has the first two properties. Each has an effect, and none can have an independent effect, on the whole. Therefore, the elements cannot be organized into independent subgroups.” (Ackoff, 1973, pp 663-4).

Relativamente à gestão de organizações, podemos conceber a empresa como um sistema constituído por uma grande quantidade de factores internos e externos que interagem entre si. Factores internos são por exemplo bens materiais diversos, indivíduos, suas funções, competências e objectivos, rotinas e procedimentos, organização, sistemas de avaliação, estilos de gestão e liderança. Factores externos são por exemplo mercado, concorrência, regulamentação, condicionantes tecnológicas, factores sócio - culturais.

## **1.2 Princípios de um Sistema Empresarial**

Diversos autores têm vindo a apontar conjuntos de princípios que regem o funcionamento de sistemas. Desses diversos princípios, entendemos que, na consideração de sistemas empresariais, assumem particular importância os seguintes: abertura, emergência, propósito e não intuitividade (Gharajedaghi, 1999).

### **1.2.1 Abertura**

O princípio de abertura sugere que o sistema não é fechado, existindo interações com o meio envolvente. “*Openness* means that the behavior of open systems can be understood only in the context of their environment. Therefore no problems or solutions can be entertained free of context.” Gharajedaghi (2004, p10).

Como referido por (Ackoff, 1973), um sistema pode ser um sub-sistema de um sistema mais abrangente. “The elements of a system may themselves be systems, and every system may be a part of a larger system. (Ackoff, 1973, pp 664)

Na perspectiva sistémica da empresa, esta é tratada como um sub-sistema integrado num sistema abrangente e universal. Isto equivale a considerar a empresa como um sistema aberto, constituído por partes que interagem entre si e com o meio exterior. A sua existência (sucesso e mesmo sobrevivência) depende desse processo de interação ao longo do tempo.

### **1.2.2 Emergência**

Associado ao conceito de sistema, existe o princípio de emergência. Da interação mútua das partes de um sistema, emergem características que não podem ser encontradas em nenhuma parte individual, ou seja, as partes do sistema funcionam em conjunto, como uma única entidade, e esta funciona como um todo.

Ackoff (1973) refere “... a set of elements that forms a system always has some characteristics, or can display some behavior, that none of its elements or subgroups can. ... A system is more than the sum of its parts; it is an *indivisible whole*.” (Ackoff, 1973, pp 664).

Aplicando este princípio à gestão empresarial, resulta na ideia de que, para compreendermos o comportamento do sistema empresarial, temos que ter a perspectiva global do sistema como um “todo”, tal como Senge (1990, p 66) refere: “Living systems have integrity. Their character depends on the whole. The same is true for organizations; to understand the most challenging managerial issues requires seeing the whole-system that generates the issues.”.

O comportamento do sistema é então primeiramente determinado pelas características do seu todo e não pelas características das partes individuais. Deste princípio resulta a ideia da sinergia que consiste em o todo ser maior que o somatório das partes. Este princípio confere também a noção de “holismo” – através do estudo individual das partes, nunca conseguiremos compreender adequadamente o sistema – em oposição ao reducionismo em que uma coisa é simplesmente a soma das suas partes.

No mesmo sentido, Ackoff (1974) refere que um sistema apenas pode ser compreendido se for observado na sua totalidade. Nesta perspectiva, a forma de estudar a empresa apresenta-se completamente distinta da forma analítica tradicional que envolve: a decomposição do problema de gestão em partes; estudo para tentar compreender as partes separadamente; reunião dos conhecimentos obtidos a partir do estudo de cada parte para conhecer o “todo”. Assim, o estudo da empresa segundo a visão sistémica (Ackoff, 1974) envolve: a identificação do sistema relevante e as suas ligações com o sistema mais global que constitui a envolvente da empresa; identificação das partes e funções que elas desempenham no sistema, ou seja, as suas interações; estudar as propriedades e comportamento das partes e do sistema como um todo.

### **1.2.3 Propósito**

Outro princípio associado ao conceito de sistema consiste em as suas partes interagirem com um propósito comum. Na concepção de um sistema empresarial, este princípio é particularmente importante. Para a compreensão de um sistema empresarial torna-se

necessário conhecer os diversos objectivos que o fazem “mover”, na medida em que as diversas partes que constituem o sistema, interagem entre si em torno de objectivos, muitas vezes conflituosos, e, por sua vez, o sistema empresarial como um “todo” está organizado com o propósito final da criação sustentada de valor.

Frequentemente, autores cujos trabalhos incidem essencialmente na área da gestão de organizações, dão uma significativa relevância a este princípio, associando-o mesmo à própria definição de sistema; Coyle (1996, p4), define sistema apenas como “a collection of parts organized for a purpose” e Senge et al (1994, p 90) também enfatizam este princípio: “A system is a perceived whole whose elements hang together because they continually affect each other over time and operate toward a common purpose.”

#### **1.2.4 Intuitividade**

Este princípio de um sistema empresarial consiste na não intuitividade do seu comportamento. O comportamento do sistema empresarial não é facilmente intuível devido à sua complexidade dinâmica. Acções efectuadas sobre o sistema na expectativa de originarem um determinado resultado, podem, efectivamente, gerar resultados opostos, agravando o problema. Por outras palavras, caso o decisor não compreenda a dinâmica do sistema empresarial, o sistema irá resistir às tentativas para o mudar, frustrando o agente dessa mudança (Sterman, 2000).

### 1.3 Características de um Sistema Empresarial

Um determinado sistema possui características próprias que o distinguem de outros sistemas. Pidd (2003b) descreve as seguintes 4 características gerais de um sistema: fronteiras; componentes; organização interna e comportamento.

“Boundaries: they are wholes. Some things are inside the system, others are not – these constituting the environment of the system. Components: more than a single element is contained in the boundary. A boundary that contains nothing is not a system, and nor is a boundary that contains a single element. Internal organization: the elements are organized in some way or other and are not just chaotic aggregations. Behavior: the system is recognized as such because it has properties that belong to it as a system and that do not come just from its individual components.” Pidd (2003b, p114-5).

#### 1.3.1 Estrutura e Comportamento

A característica “organização interna” é igualmente designada por “estrutura” do sistema e que, segundo Senge (1994, p90), consiste no padrão de inter-relacionamento entre as partes ou variáveis chave do sistema. Forrester (1961) propôs a uma teoria sobre a estrutura e comportamento de sistemas complexos que denominou de Dinâmica de Sistemas. Segundo Forrester (1961, p 15): “The structure of a system tells how the parts are related to another”. Esta teoria baseia-se no pressuposto fundamental de que a estrutura sistêmica determina o comportamento dinâmico do sistema. Sistemas de natureza diferente mas com igual estrutura terão comportamentos semelhantes. “We are only beginning to realize the way in which structure, time lags, and amplification combine to determine behavior in our social systems.” Forrester (1961, p 16).

Forrester (1961), no âmbito da teoria da dinâmica de sistemas, propôs uma metodologia para modelação e simulação de sistemas empresariais. Nesta metodologia (ver capítulo 2.2.3 da parte III), a estrutura do sistema, ou seja, a rede que inter-relaciona as diferentes partes ou variáveis do sistema, é representada por dois tipos de variáveis – *stocks* e fluxos. O *stock* é uma variável de estado ou de nível que acumula o saldo dos fluxos de entrada menos os de saída. O fluxo é uma variável que interliga os diferentes *stocks* e representa a actividade do sistema.

Para Senge et al (1994, p90), a estrutura influencia os padrões de comportamento do sistema e estes os eventos (acções do sistema) (figura 1.1).

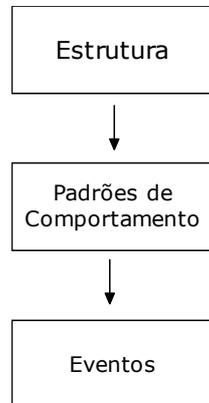


Figura 1.1: Níveis de explicação do sistema – Estrutura - Comportamento – Eventos. Fonte: Senge (1990)

Na perspectiva dinâmica e sistémica, para intervirem efectivamente na empresa, os gestores devem ir para além dos eventos (que geram reacções de curto prazo), compreender os padrões de comportamento (que dão as tendências de longo prazo) e procurar identificar os inter-relacionamentos sistémicos que são responsáveis por esses padrões de comportamento e eventos (Senge; 1990).

Segundo Sterman (2000), a estrutura de um sistema é constituída pelas inter-relações da suas partes e pelos ciclos de retorno e não linearidades criados pela interacção daquelas partes com os processos de decisão dos agentes que actuam no sistema. Para perceber a natureza do comportamento dinâmico do sistema, é preciso compreender a estrutura sistémica (Sterman 2000).

“There is a feedback: The results of our actions define the situation we face in the future. The new situation alters our assessment of the problem and the decisions we take tomorrow.” (Sterman, 2000, p10). Da mutualidade da interacção ao longo do tempo entre as partes, deriva que as relações de causalidade entre estas, não são lineares e estáticas, mas sim circulares e dinâmicas.

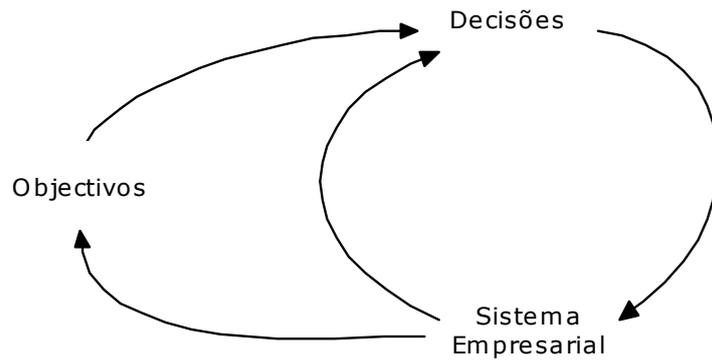


Figura 1.2: Retorno das acções sobre o sistema empresarial. Fonte: Autor

Este conceito de retorno (conforme ilustrado na fig 1.2) das acções e políticas é muito importante na definição de um sistema empresarial, e consiste em considerar, no processo de percepção da estrutura, os agentes ou decisores que actuam sobre o sistema e respectivas interações como parte integrante desse sistema. Caso este conceito seja ignorado, a estrutura percebida é errada e consequentemente o comportamento dinâmico do sistema empresarial em causa nunca será compreendido.

## **1.4 A Empresa como um Sistema Dinâmico de Recursos**

### **1.4.1 A Teoria Clássica RBV**

A visão sistémica e dinâmica da empresa tem vindo a receber importantes contributos com o desenvolvimento nos últimos anos da perspectiva da empresa como um sistema dinâmico de recursos. Esta teoria emergiu de uma perspectiva dinâmica e sistémica da teoria da empresa baseada nos recursos (“RBV - Resource Based View”).

A teoria da empresa baseada nos recursos “RBV” teve as suas fundações em Penrose (1959) que definiu a empresa como um conjunto de recursos produtivos coordenados por uma organização administrativa, em que a vantagem competitiva deriva da posse de melhores recursos e/ou da utilização melhor desses recursos. Posteriormente, esta teoria recebeu importantes contributos de diversos autores, tais como Wernefelt (1984), que deu o nome a esta teoria, Barney (1991) e Peteraf (1993). Os recursos estratégicos de uma empresa são activos, tangíveis e intangíveis, detidos ou controlados pela empresa. A vantagem competitiva e performance são função principalmente dos recursos estratégicos da empresa, resultando duma configuração única daqueles recursos, adquiridos ou desenvolvidos pela empresa. Mas após adquirida, esta vantagem só é sustentável se forem cumpridas certas condições, designadamente se esses recursos estratégicos forem valiosos, raros, dificilmente imitáveis e insubstituíveis.

“.. sustained competitive advantage derives from the resources a firm controls that are valuable, rare, imperfectly imitable, and not substitutable. These resources can be viewed as bundles of tangible and intangible assets, including a firm’s management skills, its organizational processes and routines, and the information and knowledge it controls.” (Barney et al, 2001, p 625).

Estas condições reflectem o carácter estático e de equilíbrio que baseia esta versão clássica da teoria “RBV”.

## 1.4.2 A Teoria Dinâmica RBV

Nos últimos anos, tem emergido uma nova versão da teoria “RBV”. O que primeiramente distingue esta versão da clássica é a consideração de factores dinâmicos. Enquanto na versão clássica existia uma abordagem estática e em equilíbrio da organização, esta nova versão considera o tratamento de factores dinâmicos, nomeadamente relacionados com acumulação de recursos, formação de competências e aprendizagem individual e organizacional. Dierickx e Cool (1989) deram passos importantes em direcção à versão dinâmica da teoria “RBV” ao definirem conceitos como a acumulação e interligação dos recursos, e a abordagem de “stocks” e fluxos. Para estes autores, a empresa é vista como um sistema de recursos, que se comportam como “stocks” que são acumulados, mantidos e gastos ao longo do tempo através de fluxos. Os níveis dos stocks/recursos é o que se pode observar na empresa se esta for “congelada” no tempo, e reflectem as acções e decisões passadas.

“The strategic asset is the cumulative result of adhering to a set of consistent policies over a period of time. Put differently, strategic asset stocks are accumulated by choosing appropriate time paths of flows over a period of time.” Dierickx e Cool (1989, p 1506).

Para ilustrar o efeito de acumulação de stock, Dierickx e Cool (1989) basearam-se na seguinte metáfora: “The fundamental distinction between stocks and flows may be illustrate by the bathtub metaphor: at any moment in time, the stock of water is indicated by the level of water in the tub; it is the cumulative result of flows of water into the tub and out of it.” Dierickx e Cool (1989, p 1506)

Dierickx e Cool (1989) propuseram que a vantagem competitiva de uma empresa pode persistir durante um certo período de tempo devido à inércia do processo de acumulação de recursos. “While flows can be adjusted instantaneously, stocks cannot. It takes a consistent pattern of resource flows to accumulation a desired change in strategic asset stocks.” (Dierickx e Cool, 1989, p 1506).

Dierickx e Cool (1989) trataram este conceito de acumulação de recursos numa perspectiva sistémica, dando ênfase ao princípio da interligação e interdependência dos recursos estratégicos da empresa. “Interconnectedness of Asset Stocks. Accumulating increments in a existing stock may depend not just on the level of that stock, but also on the level of the other stocks.” Dierickx e Cool (1989, p 1508).

A vantagem competitiva deriva não apenas do carácter único dos seus recursos estratégicos, conforme explicado na literatura tradicional da visão da empresa baseada nos recursos (por ex Barney, 1991), mas também das formas como a dotação dos recursos evolui ao longo do tempo. “competitive advantage and ultimately superior performance stem not only from the uniqueness and variety of the firm’s current resources, but also from the ways resource endowments change over time as a result of management policies.” (Morecroft, 2002, p20).

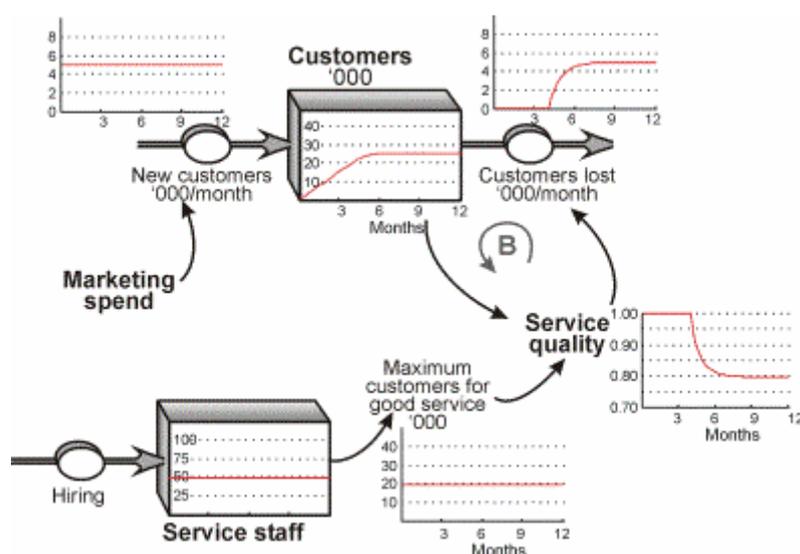


Figura 1.3: Ilustração da representação do processo de acumulação de recursos através de diagramas de stock e fluxos da dinâmica de sistemas. Fonte: Warren (2002a, p82)

Conjugando esta perspectiva de acumulação de recursos da teoria “RBV” com a dinâmica de sistemas (Forrester, 1961), alguns autores construíram uma abordagem sistémica e dinâmica da teoria “RBV” e operacionalizável através da modelação e simulação com dinâmica de sistemas (por exemplo Ritchie-Dunham e Rabbino, 2001; Warren, 2002a; Morecroft, 2002). Esta abordagem é ilustrada na figura 1.3 (Warren, 2002a, p82) a qual mostra a representação gráfica do processo de acumulação de recursos, através de um diagrama stock e fluxos (exemplifica a acumulação de clientes por via do fluxo de captação que é influenciado pelo orçamento de marketing, e do fluxo de perda de clientes que é influenciado pelo nível de serviço).

Nesta perspectiva, Warren (2002c) descreveu um modelo teórico sobre a evolução da performance organizacional baseada num sistema de recursos interdependentes que se comportam como stocks, que denominou de “dynamic resource-system view”.

A empresa é vista como um sistema dinâmico, complexo e aberto de recursos interdependentes (Morecroft, 2002; Warren, 2002a). Recurso estratégico é alguma coisa, tangível (recursos materiais, recursos humanos, dinheiro, clientes potenciais, clientes, patentes, ...) ou intangível (moral do pessoal, qualidade dos produtos, nível de serviço, ...), que seja útil para a empresa atingir os seus objectivos. “Resource are defined as anyone (human assets) and anything (tangible or intangible assets) that are available and useful in any activities an organization undertakes in pursuing its goals.” (Morecroft et al, 2002, p5).

Os recursos podem estar dentro ou fora dos limites legais da empresa, ser controláveis ou apenas acessíveis aquela. O sistema de recursos é aberto, pois existe interacção com a envolvente, podendo a acumulação de recursos depender de factores exógenos, e certos recursos podem ser desenvolvidos no interior ou a partir do exterior da empresa (Warren, 2002a; Morecroft, 2002).

A explicação da performance da empresa ao longo do tempo é construída a partir da evolução do seus recursos estratégicos, que se comportam como stocks, acumulando, mantendo-se e desgastando-se ao longo do tempo. “An adequate explanation for performance over time must therefore explain the trajectory that the levels of these resources follows, through time.” (Warren, 2002c, p2).

A acumulação de recursos ocorre mediante a utilização de outros ou desses mesmos recursos, sendo os respectivos fluxos, reflexo das políticas e decisões de gestão (Warren, 2002a; Morecroft, 2002).

“... firm performance depends on strategic resource levels, and these can only be changed by resource-flows ... the only influence management can have over strategic performance is by choices that affect each resource-flow ... Executives can influence resource accumulation rates via one of two mechanisms. First, they have some discretion as to which resources they deploy to drive any resource-flow ... They might choose, for example, to deploy distributors to promote a new product, rather than a direct sales force ... The second form of managerial influence over resource-flows arises in their direct discretion over influential drivers, such as

price or marketing spend in the pursuit of new customers, or salaries and training budgets in the search for new staff.” Warren (2002c, p13).

Consequentemente, a performance da empresa depende primeiramente da capacidade de gestão de sistemas de recursos dinamicamente complexos (Morecroft, 2002). Nesta perspectiva, a performance futura é muito dependente da história estratégica recente que é necessário compreender (Warren, 2002a). A performance da empresa segue uma trajectória para o futuro, causada por mudanças que já estão em progresso. Decisões e outras causas de mudança levam tempo para estarem operacionalizadas. Estes processos de mudança, que se desenvolvem do interior e do exterior da empresa, “empurram” a performance em determinada direcção, a não ser que a gestão actue no sentido de mudar esse futuro.

Em suma, na visão da empresa como um sistema dinâmico de recursos, a performance da empresa depende, em cada momento, do nível dos seus recursos estratégicos, que são interdependentes e apenas podem ser modificados através de fluxos. A gestão pode influenciar a performance através de decisões e políticas que afectem os fluxos de acumulação dos stocks (recursos estratégicos).

## **2. Modelos Mentais**

### **2.1 Modelos Mentais - Conceito**

A presente investigação explora o impacto dos modelos mentais que os gestores formam sobre o sistema empresarial envolvente no processo de tomada de decisão estratégica.

A teoria dos modelos mentais proporciona um suporte teórico fundamental para compreender a forma como os gestores percebem e actuam sobre as realidades empresariais. A ideia subjacente a este conceito é que as pessoas representam mentalmente a forma de funcionamento da realidade empresarial em que estão envolvidos através de modelos mentais. Numa perspectiva sistémica da empresa, o gestor forma modelos mentais sobre a respectiva realidade empresarial que consistem em representações ou interpretações internas da estrutura do sistema empresarial externo.

Os modelos mentais asseguram diversas funções no processo de julgamento e tomada de decisão. Por exemplo, eles proporcionam uma estrutura para selecção e interpretação da nova informação e asseguram o processamento dessa informação para efeitos de inferência e tomada de decisão.

Os modelos mentais têm sido genericamente objecto de investigação intensa e diversa nas áreas de psicologia e ciências cognitivas. Em particular, este conceito tem vindo a ser utilizado na investigação acerca da compreensão de sujeitos sobre a dinâmica de sistemas. A ideia de que o modelo mental está na base dos processos de dedução, inferência e tomada de decisão foi primeiramente tratada por Craik (1943), seguindo-se trabalhos de muitos outros autores (por exemplo Johnson-Laird, 1983; Norman, 1983; Kearney e Kaplan, 1997; Doyle e Ford; 1998, 1999).

De acordo com Craik (1943), os modelos mentais são representações mentais em pequena escala de situações reais ou imaginárias que podem ser formadas através de percepção ou imaginação. Craik definiu um modelo mental como “... any physical or chemical system which has a similar relation-structure to that of the process it imitates ... it is a physical working model which works in the same way as the process it parallels” (Craik, 1943, p 51). De acordo com Craik (1943), com base nestas representações mentais, as pessoas são: “able

to try out various alternatives, conclude which is the best of them, react to future situations before they arise, utilize the knowledge of past events in dealing with the present and future, and in every way to react in a much fuller, safer, and more competent manner to emergencies which face it”.

Johnson-Laird (1983) define “modelo mental” como um diagrama mental constituído por imagens mentais espacialmente organizadas de forma a corresponderem estruturalmente à situação real, usado para descrever, explicar e prever eventos da envolvente. Johnson-Laird (1983, p 397) refere:

“It is now plausible to suppose that mental models play a central and unifying role in representing objects, states of affairs, sequences of events, the way the world is, and the social and psychological actions of daily life. They enable individuals to make inferences and predictions, to understand phenomena, to decide what action to take and to control its execution, and above all to experience events by proxy; they allow language to be used to create representations comparable to those deriving from direct acquaintance with the world; and they relate words to the world by way of conception and perception.”.

Kearney and Kaplan (1997) descrevem os modelos mentais como sendo:

"hypothesized knowledge structures embodying people's assumptions, beliefs, facts, and misconceptions about the world. Mental models provide a framework for interpreting new information and for determining appropriate responses to new situations, as well as for guiding peoples perceptions, decisions, and behavior”

Norman (1983) utilizou este conceito no campo de interacção homem-computador. Para Norman (1983), os modelos mentais desenvolvem-se quando as pessoas interagem com a envolvente, sendo resultado de um processo natural e frequentemente inconsciente, definindo como: “A mental model is an internal representation that people use when interacting with a system”. Norman (1983) define um modelo mental de forma mais extensa como:

“A mental model denotes the knowledge structure that the user applies in planning his actions, guiding the interaction with the system and the execution of the planned tasks, evaluating the results and the expectations the user has about the results and interpreting the systems action”.

Este conceito tem sido largamente utilizado na áreas de dinâmica de sistemas, nomeadamente na investigação nas áreas de modelação, aprendizagem e decisão em ambientes dinamicamente complexos (Forrester, 1961; Senge, 1990; Morecroft e Sterman, 1994; Vennix, 1996; Ford e Sterman, 1998; Sterman, 2000).

Senge et al (1994, p 235) descrevem o modelo mental como:

"the semi-permanent tacit maps of the world which people hold in their long term memory, as well as the short term perceptions which people build up as part of their everyday reasoning processes".

Forrester (1961) refere que todas as decisões são tomadas com base em modelos, normalmente modelos mentais. "The manager deals continuously with these mental models of the corporation. They are not the real corporation. They are not necessarily correct. They are models to substitute in our thinking for the real system that is being represented." (Forrester, 1961, p50). "The mental image of the world around us that we carry in our head is a model. One does not have a city or government in this head. He has only selected concepts and relationships which he uses to represent the real system. A mental image is a model. All our decisions are taken on the basis of models. "(Forrester, 1975, p213).

Vennix (1996) descreve o processo de formação e manutenção de modelos mentais através da informação seleccionada e mentalmente processada pelos decisores, focando no facto de sujeitos frequentemente terem modelos mentais diferentes sobre a mesma realidade. "people build mental models of their environment and in turn base their behaviour on these mental models, thereby creating situations which are subsequently interpreted as reality ... This mental model is constructed and maintained by selecting and interpreting information from the environment. ... there is ample opportunity for different human beings to construct and maintain different mental models of the same external situation." Vennix (1996, p21).

Sterman (2000, p16) define o modelo mental na seguinte forma: "...the term Mental Model includes our beliefs about the networks of causes and effects that describe how a system operates".

Na presente pesquisa, será utilizado o conceito central de “modelos mentais” que tem baseado a investigação na área da dinâmica de sistemas e que Doyle e Ford (1998, 1999) definiram na seguinte forma:

*“- a mental model of a dynamic system is a relatively enduring and accessible, but limited, internal conceptual representation of an external system (historical, existing, or projected) whose structure is analogous to the perceived structure of that system.”*

*- um modelo mental de um sistema dinâmico é uma representação conceptual interna, relativamente duradoura e acessível, mas limitada, de um sistema externo (histórico, existente ou projectado), cuja estrutura (da representação conceptual) é análoga à estrutura percebida daquele sistema externo -*

Diversas deficiências dos modelos mentais têm sido apontadas. Uma deficiência frequentemente referida consiste na simplicidade dos modelos mentais comparativamente com as realidades que pretendem representar, tal como referido por Serman (2000) que caracteriza os modelos mentais como sendo "vastly simplified compared to the complexity of the systems themselves" Serman (2000, p27).

Doyle et al (2001) também referem diversas deficiências dos modelos mentais, nomeadamente quanto à definição da fronteira e das relações causais entre conceitos, e estabilidade: “The boundaries of mental models are “fuzzy,” that is, they are ill-defined and easily changeable.”; “Causation in mental models is generally represented in an overly simplified way. For example, people tend to seek simple, isolated causes for events rather than create networks of multiple, interrelated causes. They also show a preference for causes that are close in time and space to their effects (and occasionally confuse mere temporal correlation with causation).” “Mental models tend to be highly unstable over time, at least in their details.” (Doyle et al, 2001, p 7).

## 2.2 Representação do Modelo Mental - Conceito

A presente pesquisa foca-se na componente de conhecimento do modelo mental do gestor relativa às relações causais das variáveis chave da envolvente de decisão. No pressuposto de que os gestores apreendem esta componente de conhecimento de forma diversa e, como tal, formam modelos mentais diferentes acerca das relações causais envolvidas na mesma tarefa de gestão empresarial.

A componente empírica da presente pesquisa irá envolver um processo de exteriorização numa forma compreensível desta componente do modelo mental, relativa às relações entre conceitos chave da envolvente de decisão.

No tratamento de situações complexas, alguns autores têm vindo a propor os “mapas cognitivos”, sob a forma de diagramas em rede, como uma forma de exteriorizar e partilhar os modelos mentais de decisores. Uma definição de “Mapa cognitivo” consiste numa representação do modelo mental que inclui objectos e/ou conceitos, concretos ou abstractos, relevantes para a descrição do sistema externo, assim como as relações causais, temporais ou espaciais, entre aqueles objectos e conceitos (Kearney and Kaplan, 1997). Um mapa cognitivo pode ser concebido como um diagrama em rede de tais objectos, conceitos e relações (Kearney and Kaplan, 1997). Chown (1999) descreve os mapas cognitivos como sendo estruturas codificadas que as pessoas usam para explicitar e registar informações acerca da envolvente. Esta estrutura codificada consiste num mapa do sistema externo, esquemático, impreciso e incompleto. Doyle e Ford (1998) sugerem a utilização do termo “mapa cognitivo” para referir a representação do modelo mental:

“To refer to external representations of mental models, we suggest the commonly used term ‘cognitive map’”.

A representação desta componente do modelo mental relativa à relações causais da envolvente, tem sido tratada de forma extensa por autores de diferentes áreas científicas (psicologia, ciências cognitivas, sistemas de informação, gestão, etc..) onde são definidos e utilizados diversos termos para além de “mapa cognitivo” tais como, esquema mental, diagrama causal, representação mental, rede conceptual, diagrama conceptual, mapa de conhecimento, mapa estratégico, etc.. (Simon, 1982; Huff, 1990; Senge, 1990; Eden et al,

1992; Doyle e Ford, 1998, 1999; Hodgkinson, Maule e Bown, 2004; Eden e Ackermann, 2004).

Não obstante existirem algumas diferenças na definição destes termos, essas distinções não são objecto de tratamento do presente estudo, sendo utilizados apenas os termos de “representação do modelo mental” ou “diagrama causal” para referir uma representação simples em duas dimensões, na forma de um diagrama em rede, que será utilizada para explicitar os conceitos relevantes e respectivas relações causais percebidos pelo decisor acerca da respectiva envolvente. Cada nó da rede corresponde a um conceito percebido, como por exemplo um recurso interno ou externo à organização, um parâmetro, política ou regra de decisão. Uma ligação consiste numa associação causal entre dois nós da rede.

## **2.3 Modelos Mentais e a Performance na Gestão**

### **2.3.1 A Adequação dos Modelos Mentais**

Os capítulos anteriores apresentam o pressuposto de que o modelo mental consiste numa estrutura de conhecimento que os decisores formam ao longo do processo de interacção com o sistema empresarial em que estão envolvidos, e que essa estrutura é aplicada no ciclo de percepção, interpretação do comportamento do sistema, planeamento e implementação de acções. Uma das questões da presente tese é: em que medida a qualidade ou adequação dos modelos mentais dos gestores pode servir como uma base teórica e prática para prever a performance da gestão empresarial

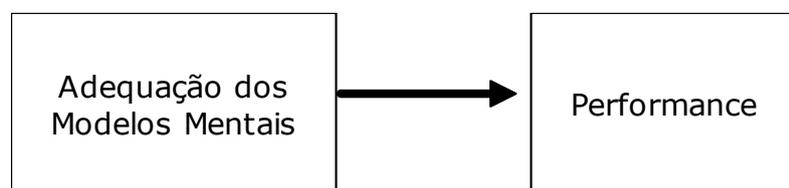


Figura 2.1 – Modelo conceptual de relacionamento entre a adequação dos modelos mentais e a performance. Fonte: Autor

Os termos “qualidade ou adequação” do modelo mental, são utilizados aqui como forma de caracterizar a aproximação dos modelos mentais aos sistemas que representam. Ou seja, entende-se que um modelo mental tem qualidade ou é adequado, se a sua estrutura é semelhante à estrutura do sistema externo que representa.

### **2.3.2 Modelos Mentais e Performance na Interação com Sistemas Físicos**

Pesquisas experimentais na área das ciências cognitivas, têm evidenciado que, em situações em que sujeitos executam uma determinada tarefa que envolve o controlo de um sistema físico, a semelhança entre a estrutura da representação do modelo mental do sujeito (sobre o sistema externo em causa) e a estrutura do sistema real, era indicativa do nível de desempenho na tarefa.

Rowe e Cooke (1995) verificaram que técnicos com modelos mentais estruturalmente mais semelhantes à estrutura de funcionamento de um determinado equipamento electrónico, operavam o referido equipamento de forma mais efectiva.

Estudos experimentais que incidiram no treino de equipas de pilotos de aviação, mostraram que a condição da semelhança entre os modelos mentais e o domínio de conhecimento em questão, era indutora da performance “Results obtained from knowledge structure measures were consistent with performance results, suggesting that knowledge structure measures are a potentially valid predictor of performance.” (Stout et al, 1996, p235).

Também no campo da aviação, pesquisas conduzida em escolas de aviação que envolveram equipas de alunos que operavam simuladores de voo, mostraram que aqueles que revelavam uma maior qualidade (semelhança em relação à estrutura do simulador) e partilha (semelhança entre membros da equipa) de modelos mentais, apresentavam uma melhor performance (Mathieu et al, 2000, 2005). “We tested the impact of teammates’ team and task mental model sharedness on team processes and performance using 70 undergraduate teams that completed a series of missions on a Pc based flight simulator. Team processes and performance were better among teams sharing higher-quality team mental models than among teams evidencing less sharedness or who had lower-quality models.” (Mathieu et al, 2005, p37).

Uma outra pesquisa que envolveu técnicos de electrónica da marinha, revelou que aqueles que detinham um modelo mental mais semelhante ao modelo mental de um perito na tarefa, estavam aptos a, mais rapidamente e precisamente, identificar a origem de sinais de radar e o seu significado (Wyman e Randel, 1998).

### **2.3.3 Modelos Mentais e Performance em Actividades Empresariais**

Algumas pesquisas têm sido conduzidas com o objectivo de estudar o impacto dos modelos mentais em determinadas funções ou tarefas relacionadas com a gestão de organizações. Van Boven (2003), em experiências num contexto de treino em negociação, observou que sujeitos com maior semelhança dos modelos mentais apresentavam uma melhor performance.

Os estudos empíricos de Van Engers (2001) revelaram que utilizadores de sistemas de informação com modelos mentais mais semelhantes aos modelos dos sistemas, mostravam um maior desempenho na utilização desses sistemas de informação.

### **2.3.4 Modelos Mentais e Performance na Decisão Estratégica**

A presente investigação trata o processo de decisão estratégica em sistemas empresariais. O gestor de topo de uma organização forma modelos mentais sobre o processo de criação de valor da empresa sob sua direcção. Esse modelo mental contém a interpretação do gestor sobre a estrutura do sistema empresarial em que está envolvido, ou seja, quais os recursos estratégicos e a forma de relacionamento entre eles e com outras variáveis relevantes, com vista ao seu desenvolvimento sustentado.

Na presente data, existem poucos estudos sobre a influência da qualidade dos modelos mentais dos gestores na execução de tarefas relacionadas com a gestão estratégica de organizações. Resultados de experiências recentes baseadas em simulação de gestão empresarial (Ritchie-Dunham, 2001; Gray e Wood, 2005), mostram que participantes com estruturas do modelo mental mais semelhantes à estrutura do modelo do simulador, apresentam uma melhor performance.

Estes estudos sugerem que o desempenho aumenta com a semelhança estrutural entre o modelo mental do decisor e a realidade externa. Como referido no capítulo anterior, os modelos mentais asseguram a estrutura para selecção e interpretação da informação, assim como as regras de processamento para inferência e tomada de decisão. Neste contexto, em conformidade com os resultados de pesquisas anteriores, a presente tese considera a hipótese de que modelos mentais mais precisos sobre a envolvente do decisor, resultarão em decisões mais apropriadas e efectivas e consequentemente numa melhor performance de longo prazo.

Tal como Yang (2002, p198) refere “With appropriate mental models, decision-makers should be able to handle dynamically complex relationships better in both internal and external environments, and to improve their ability to select, build, and deploy competences to improve long-term success.”

Ou seja, a performance em determinada tarefa de gestão é função do grau de precisão das relações causais percebidas pelo gestor sobre as variáveis chave da envolvente de decisão. Gestores com uma percepção mais precisa dessas relações causais, terão um melhor desempenho.

Enquanto a maior parte dos estudos realizados explorava o impacto dos modelos mentais de sujeitos no controlo de sistemas físicos, a presente investigação trata o processo de decisão estratégica em sistemas empresariais. A hipótese anterior traduz-se em que modelos mentais dos gestores sobre os recursos estratégicos e relações entre eles mais semelhantes à estrutura do sistema empresarial em causa, permitirão uma decisão estratégica mais efectiva e consequentemente uma melhor performance financeira de longo prazo.

### 3. Aprendizagem e Decisão sobre Sistemas Empresariais

#### 3.1 Aprendizagem e Decisão Estratégica

##### 3.1.1 A Decisão como um Processo de Percepção e Reflexão

Para De Geus (2002, p 59) “Every act of decision making is a learning process”. De Geus descreve o processo de decisão de acordo com as seguintes quatro fases:

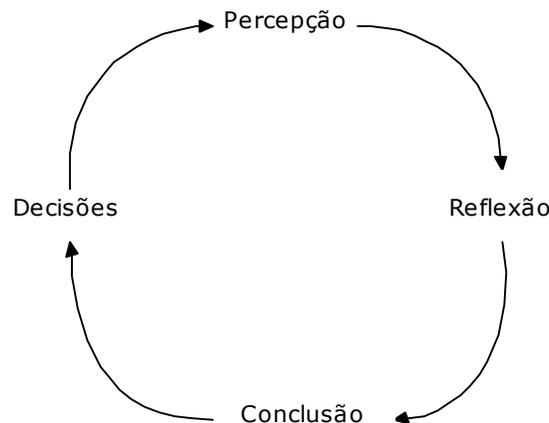


Figura 3.1 Estágios do processo de decisão. Fonte: De Geus (2002, p58)

A Percepção sucede quando um comportamento não esperado do sistema empresarial em que o gestor está envolvido é percebido. Nesta fase, os gestores iniciam a construção de um modelo mental que explique o comportamento percebido: “In short, the stage of developing a mental model – an internal interpretation, coloring the way we look at that new event – has begun.” (De Geus, 2002, p58).

A Reflexão (“Embedding”) corresponde a um processo de exteriorização e aperfeiçoamento dos modelos mentais, nomeadamente através da partilha destes modelos mentais com outros gestores: “We are externalizing and calibrating our mental models so that we may reach a coherent decision together.” (De Geus, 2002, p58).

Na fase “Conclusão”, os gestores consolidam os seus modelos mentais sobre a situação real e iniciam o lançamento de uma série de hipóteses do tipo “Se agirmos assim o que sucederá?”. Por outras palavras, nesta fase, os gestores simulam os seus modelos mentais sobre a realidade, prevendo a resposta do sistema empresarial a determinadas decisões. “You could

arguably see this phase as simulating a model of the situation by running imaginary situations iterations of our decisions.” (De Geus, 2002, p59).

A fase Decisão corresponde à selecção e implementação das acções que, no entendimento dos gestores, resolverão os problemas percebidos na fase da Percepção. O ciclo inicia-se outra vez através da percepção dos efeitos causados pelas decisões. “We are like scientists, running a model, making our ideas real so that we may perceive the effects...” (De Geus, 2002, p59).

### 3.1.2 O Ciclo Simples de Aprendizagem e Decisão

A aprendizagem dos gestores sobre o sistema empresarial em que estão envolvidos processa-se segundo um ciclo de retorno (Sternan, 1994). Conforme esquema da figura 3.2, os gestores tomam decisões que alteram o sistema; recolhem informação de controlo; utilizando essa informação, tomam novas decisões que na sua percepção vão trazer o sistema para um estado mais próximo dos seus objectivos; e assim sucessivamente.

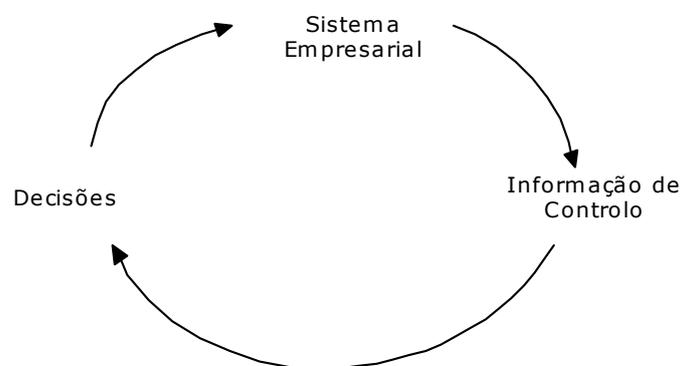


Figura 3.2 Ciclo simples de aprendizagem e decisão. Fonte: Autor

O ciclo simples de aprendizagem pode ser visto como um processo contínuo de ajustamento ou adaptação do sistema empresarial face aos objectivos definidos. Sempre que um desvio é detectado, são definidas e executadas acções correctoras que movem o sistema para um novo estado de equilíbrio.

### 3.1.3 O Ciclo Duplo de Aprendizagem e Decisão

No ciclo simples de aprendizagem e decisão (figura 3.2), a informação de controlo surge como único “input” do processo. Mas, segundo Forrester (1961), as decisões são resultado da aplicação de regras ou políticas a informações sobre a realidade de acordo com a percepção que os decisores têm desta. Estas políticas são condicionadas por estruturas e estratégias que, por sua vez, são governadas por modelos mentais que consistem nas crenças dos decisores sobre as redes de causalidade do sistema onde estão envolvidos.

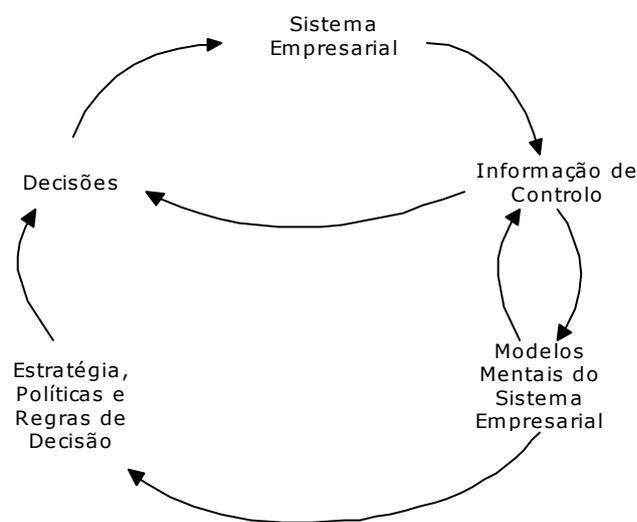


Figura 3.3: Ciclo duplo de aprendizagem e decisão.

Fonte: Adaptada de: Sterman (2000, p19)

Argyris (1985) propõe um ciclo duplo de aprendizagem que envolve a revisão dos modelos mentais dos decisores sobre a realidade, exemplificado no esquema da figura 3.3 (Sterman, 2000).

“Whenever an error is detected and correcting without questioning or altering the underlying values of the system, the learning is single-loop”...”single loop learning occurs when matches are created, or when mismatches are corrected by changing actions. Double loop learning occurs when mismatches are corrected by first examining and altering the governing variables and then the actions” (Argyris 1999, 68).

Este ciclo duplo de aprendizagem baseia-se na construção dos modelos mentais dos decisores. A informação de controlo, além de condicionar as decisões, vai estimular a revisão dos modelos mentais dos decisores sobre a realidade. Quando os modelos mentais são alterados, muda a percepção sobre o sistema, podendo ser criados novos objectivos, valores, estratégias, políticas e regra de decisão. As mesmas informações processadas podem agora conduzir a diferentes decisões e assim sucessivamente.

Enquanto o ciclo simples está presente nas actividades relacionadas com a gestão operacional, o ciclo duplo de aprendizagem está relacionado com a gestão estratégica de longo prazo das organizações.

.. most organizational activities are single-loop; that is, decomposing complex task into simpler tasks which produce the intended result when correctly carried out. ... Double-loop actions – the master programs – control the long-range effectiveness, and hence, the ultimate destiny of the system ” (Argyris 1999, 69).

Esta duas formas diferentes de aprender são igualmente tratadas por De Geus (2002, pp 59-61), o qual, citando Piaget, sugere que a aprendizagem em processos de decisão ocorre segundo duas formas distintas: por assimilação ou por acomodação. A aprendizagem por assimilação envolve o tratamento de informação para a qual o gestor já tem estruturas mentais estabelecidas para reconhecer e dar significado aos sinais percebidos. Na aprendizagem por acomodação “you undergo an internal structural change in your beliefs, ideas and attitudes.” (De Geus, 2002, p 60). Estes dois processos de aprendizagem referem-se respectivamente aos ciclos simples e duplo de aprendizagem de Argyris (1999), sendo o processo de acomodação, aquele através do qual os gestores obtém uma nova compreensão (ou mudança do seus modelos mentais) sobre o sistema empresarial. “True decisions – in which a new understanding is reached and a action is taken – are all, in themselves, examples of learning by accommodation.” (De Geus, 2002, p 61).

Conforme evidenciado por diversos estudos empíricos, o processo de decisão associado ao ciclo simples é pouco efectivo. Yang (2002), na sequência de um estudo empírico em processos dinâmicos de decisão, concluiu: “First, it is often asserted that managers develop understanding of important causal relationships among phenomena through *learning by doing*. In the present study, however, subjects did not learn very well simply by repeated

decisions. These results suggest that *learning by doing* is not always an effective way to learn, not just in dynamically complex environments, but even when important causal relationships are not ambiguous.“ (Yang, 2002, p 212).

### 3.1.4 A Construção e Simulação dos Modelos Mentais como Processos Cognitivos Essenciais na Aprendizagem e Decisão

Doyle et al (2001) propõem o modelo teórico representado na figura 3.4 para explicar o processo de aprendizagem e tomada de decisão em ambientes dinâmicos, no qual os modelos mentais assumem um papel central na definição da estratégia, objectivos e decisão. Tal como nos modelos anteriores de ciclo simples e duplo de aprendizagem, neste modelo, a gestão de um sistema empresarial também se desenvolve em termos de um processo contínuo em ciclos de retorno, no qual as decisões tomadas pelos gestores mudam o estado do sistema, o qual proporciona sinais de retorno que são utilizados para formular novas decisões com vista a mover o sistema para um estado desejado (figura 3.4).

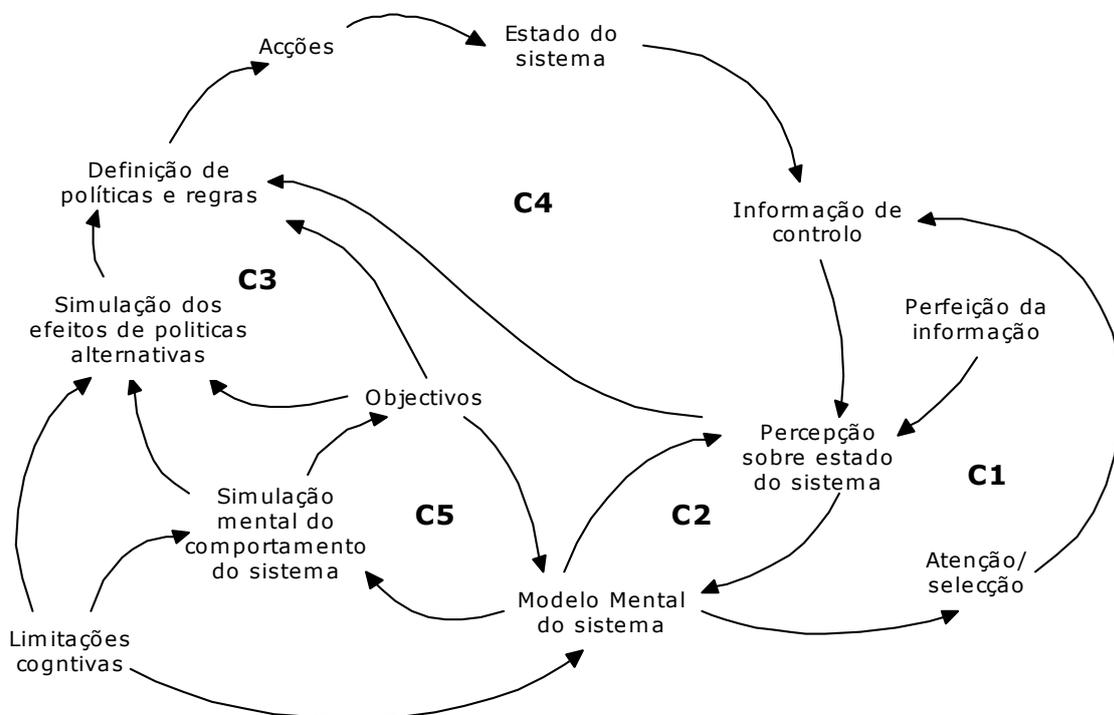


Figura 3.4: Processo dinâmico de aprendizagem e decisão

Fonte: Adaptado de Doyle et al (2001, p 22)

Neste modelo, existem os seguintes ciclos de retorno: C1 – ciclo de atenção e selecção da informação de controlo; C2 – ciclo de percepção do comportamento do sistema e construção do modelo mental; C3 – ciclo de decisão baseado nos modelos mentais; C4 – ciclo de decisão heurística; C5 – ciclo de ajustamento da estratégia e objectivos.

No ciclo de atenção e selecção da informação de controlo (C1), o sistema empresarial fornece informação mensurável de retorno acerca do seu estado. Esta informação sobre o estado do sistema é captada em função dos processos de selecção e atenção que são directamente condicionados pelos modelos mentais. Isto é, a informação é seleccionada e captada de acordo com a relevância desta para os modelos mentais dos gestores.

O ciclo de percepção do comportamento do sistema e construção do modelo mental (C2) processa-se da seguinte forma: a partir da informação captada, os gestores formam percepções acerca do estado do sistema empresarial, as quais podem ser precisas ou imprecisas em função da qualidade da informação disponível. Essas percepções podem orientar os gestores na construção dos modelos mentais sobre o sistema, os quais por sua vez podem influenciar a forma como a informação de retorno do sistema é percebida.

A tomada de decisão pode seguir um ou dois dos caminhos representados pelos ciclos C3 (ciclo de decisão baseado nos modelos mentais) e C4 (ciclo de decisão heurística). O ciclo C3 suporta-se no processo de simulação dos modelos mentais que Doyle et al (2001, p2) definem na seguinte forma: “Mental simulation: the act of inferring the dynamic consequences of a mental model in one’s head”. Neste ciclo (C3), os gestores, com base na nova percepção, podem eventualmente alterar os seus modelos mentais (C2), e efectuem uma simulação mental para prever o estado futuro do sistema. Se é percebido um desvio entre o estado mentalmente simulado e o objectivo (estado desejado do sistema), o gestor é motivado para procurar uma regra ou política de decisão mais efectiva.

Em alternativa, desenvolve-se o ciclo C4 (ciclo de decisão heurística) em que os gestores não “passam” pelo ciclo de construção dos modelos mentais (C2), e utilizam o desvio entre o estado percebido do sistema e o objectivo, para motivar a procura na sua memória de uma regra de decisão mais efectiva. Segundo Doyle et al (2001) “People generally have stored in memory a variety of decision rules, particularly simplifying heuristics, that have

been used with some success to make prior decisions. In the heuristic decision making loop people select the decision rule that, based on prior experience in similar circumstances, they expect will best close the gap between the system's perceived and desired state." (Doyle et al, 2001, p10).

Na maioria das situações, o ciclo de decisão heurística (C4) é dominante, devido ao facto da efectividade do ciclo dos modelos mentais (C2) ser severamente prejudicada pelas limitações cognitivas dos gestores. "... the simpler best-matching heuristic loop dominates because the effectiveness of the mental-model-based loop is severely constrained by cognitive limitations...." (Doyle et al, 2001, p10).

O processo de tomada de decisão baseado no ciclo C4, apresenta algumas desvantagens que limitam a sua efectividade em termos de aprendizagem e decisão: "Since heuristic thinking takes place in the context of existing mental models, its effectiveness is limited by the quantity and quality of the decision maker's past experience..."; "Since heuristic thinking does not improve the existing mental model, it cannot in turn provide better focus to attention and scanning processes or foster the development of more accurate perceptions." (Doyle et al, 2001, p11).

Contrariamente, o ciclo de construção dos modelos mentais (C2), proporciona um grande potencial de aprendizagem, se alguns meios forem aplicados para ultrapassar ou atenuar as limitações cognitivas dos gestores. "In contrast, the mental model loop, while strongly inhibited by cognitive limitations, offers much more potential for effective learning, if means can be developed to overcome these limitations." Doyle et al (2001, p11).

No ciclo de ajustamento da estratégia e objectivos (C5), os modelos mentais, que são informados por objectivos, constituem a base das simulações mentais que podem, por sua vez, proporcionar melhorias dos objectivos e da estratégia.

### 3.1.5 Determinantes da Efectividade da Aprendizagem e Decisão Estratégica

No modelo anterior (Doyle et al, 2001), o processo de aprendizagem e decisão estratégica envolve dois processos cognitivos essenciais que consistem na construção e aperfeiçoamento dos modelos mentais, e na inferência do comportamento do sistema a partir da simulação desses mesmos modelos mentais. Como podemos observar na figura 3.4, as limitações cognitivas dos gestores e a perfeição da informação de controlo surgem como variáveis independentes que determinam a efectividade do processo de aprendizagem e decisão estratégica.

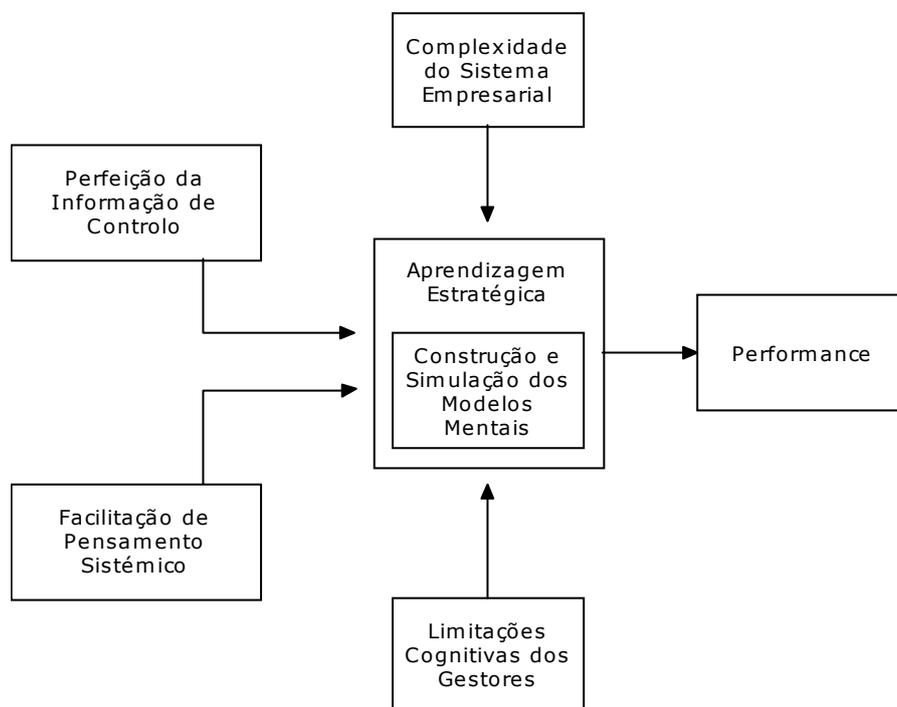


Figura 3.5 – Modelo conceptual dos factores condicionantes e facilitadores da aprendizagem, decisão estratégica e performance. Fonte: Autor

Conforme referido anteriormente, outra condição relevante para o processo da aprendizagem, consiste na utilização de determinados métodos que, por um lado, “desafiem” os gestores na utilização mais frequente do ciclo (C2) de construção dos modelos mentais em lugar do ciclo (C4) de decisão heurística, e, por outro lado, ajudem também os gestores a ultrapassar ou atenuar as suas limitações cognitivas. Com este propósito, nos últimos anos, alguns autores têm vindo a defender a utilização de métodos baseados na construção de mapas cognitivos/diagramas causais (Checkland, 1981; Senge et al, 1994; Eden e Ackermann, 1998),

diagramas de stock e fluxos (Forrester, 1961), ou na modelação e simulação por computador (Forrester, 1961; Morecroft e Sterman, 1994; Pidd, 2003a). Estes métodos são frequentemente referidos como ferramentas de pensamento sistémico “systems thinking tools” (Senge, 1990).

Os modelos teóricos anteriores relativamente aos ciclos de aprendizagem, indicam a existência de duas condicionantes significativas do sucesso do processo de aprendizagem e decisão em sistemas empresariais complexos: o grau de complexidade do sistema; as limitações cognitivas dos decisores; assim como alguns factores facilitadores: a utilização de ferramentas e processos facilitadores do pensamento sistémico e a utilização de informação adequada de controlo. A aprendizagem estratégica é assim tratada como um processo de construção dos modelos mentais dos gestores sobre a forma como funciona o sistema empresarial envolvente. Do exposto no capítulo 2.3, resulta adicionalmente a relação conceptual entre a adequação dos modelos mentais e a performance. Os factores condicionantes e influenciadores (tratados nos capítulos seguintes) da efectividade do processo de aprendizagem, assim como o impacto na performance, estão representados no modelo conceptual da figura. 3.5.

## **3.2 Complexidade de Sistemas Empresariais**

### **3.2.1 Complexidade de Detalhe e Dinâmica**

A gestão empresarial envolve a tomada de uma série de decisões e não apenas uma decisão; cada decisão afecta o sistema empresarial como um todo e não apenas uma parte isolada desse sistema; o que implica que as decisões são interdependentes; a envolvente muda como consequência dessas acções assim como de outros factores.

O grau de dificuldade de compreensão do sistema depende da complexidade deste. A complexidade do sistema envolvente deriva de dois tipos – a complexidade de detalhe e a complexidade dinâmica. Se um sistema tem um elevado número de partes, apresenta uma grande complexidade de detalhe.

A complexidade dinâmica de sistemas sociais está relacionada com o número e natureza das ligações entre as partes (em oposição à complexidade de detalhe em que existe um grande número de variáveis mas com reduzida interdependência) e deriva da interacção entre essas partes do sistema ao longo do tempo, provocando comportamentos não intuitivos para os humanos (Sterman, 2000).

Um sistema pode ter uma elevada complexidade de detalhe, mas poucas e simples interligações, permitindo compreender o funcionamento do sistema. Quando olhamos para um puzzle de 1000 peças (O'Connor e McDermott, 1997), estamos perante um sistema de elevada complexidade de detalhe, mas podemos simplificá-la, agrupando e organizando as peças, sabendo que só existe um lugar para cada peça. Muitos sistemas empresariais de elevada complexidade de detalhe podem ser facilmente tratados e compreendidos com a ajuda de computadores.

Em contraste, um sistema com poucas partes mas com elevada complexidade dinâmica, pode oferecer uma elevada dificuldade de compreensão. Sterman (1989) evidenciou esta realidade através de experiências com um jogo de gestão desenvolvido no MIT que simulava a gestão de uma cadeia de abastecimento - The Beer Distribution Game - com poucas variáveis mas com algumas interligações complexas (nomeadamente com atrasos entre acções e respostas). Essas experiências revelaram grandes dificuldades dos participantes na compreensão do

funcionamento do sistema, originando grandes flutuações nos volumes de produção e armazenagem, reflectindo-se em custos superiores em mais de 10 vezes aos valores óptimos.

Diversas pesquisas realizadas com o apoio de simuladores de gestão sobre o processo de tomada de decisão em ambientes dinâmicos (por exemplo Sterman, 1989a, 1989b; Paich e Sterman, 1993; e Diehl e Sterman, 1995 – revisões literárias sobre este tema em Hsiao e Richardson, 1999; Sterman, 2000; Grobler, 2003) revelaram que os decisores apresentavam uma baixa performance na aprendizagem sobre envolventes complexas.

Para Senge (1990), complexidade dinâmica existe quando intervenções óbvias produzem efeitos não óbvios. Por exemplo quando uma mesma acção sobre o sistema provoca efeitos diferentes entre o curto e o longo prazo, ou entre uma parte e outra do sistema.

Segundo a perspectiva da empresa como um sistema dinâmico de recursos, a complexidade da envolvente empresarial deriva, por um lado, da extensão e detalhe dos componentes da arquitectura de recursos, mas, principalmente, devido á complexidade dinâmica gerada pela interacção interdependente dos recursos ao longo do tempo, decorrente da respectiva estrutura sistémica. A acumulação e desgaste de recursos em combinação com a existência de retornos e atrasos, e relações não lineares, originam comportamentos muito pouco óbvios para os gestores (Warren, 2002a).

### **3.2.2 Fontes de Complexidade Dinâmica**

Alguns efeitos normalmente associados à complexidade dinâmica dos sistemas empresariais são: ciclos de retorno (“feedback loop”); desfasamento temporal entre acção e resposta; efeito de acumulação e desgaste das variáveis estado “stock”. De acordo com Sterman (2000), o comportamento dinâmico de um sistema é determinado pela sua estrutura, que por sua vez é constituída por estes “building blocks”: “The behavior of a system arises from its structure. That structure consists of the feedback loops, stocks and flows, and nonlinearities created by the interaction of the structure of the system with the decision-making processes of the agents acting within it.”(Sterman, 2000, p107).

Como exemplo, a figura 3.6 apresenta um modelo stock e fluxo que ilustra estes efeitos dinâmicos (Stermán, 2002, p515). Neste modelo, que representa um sistema de exploração e extracção de determinado recurso natural, podemos observar 4 ciclos de retorno (B1 a B4); efeitos de atraso, nomeadamente no impacto da variável preço na actividade de extracção e no investimento na exploração; e dois stocks (nível de recurso inexplorado e reservas).

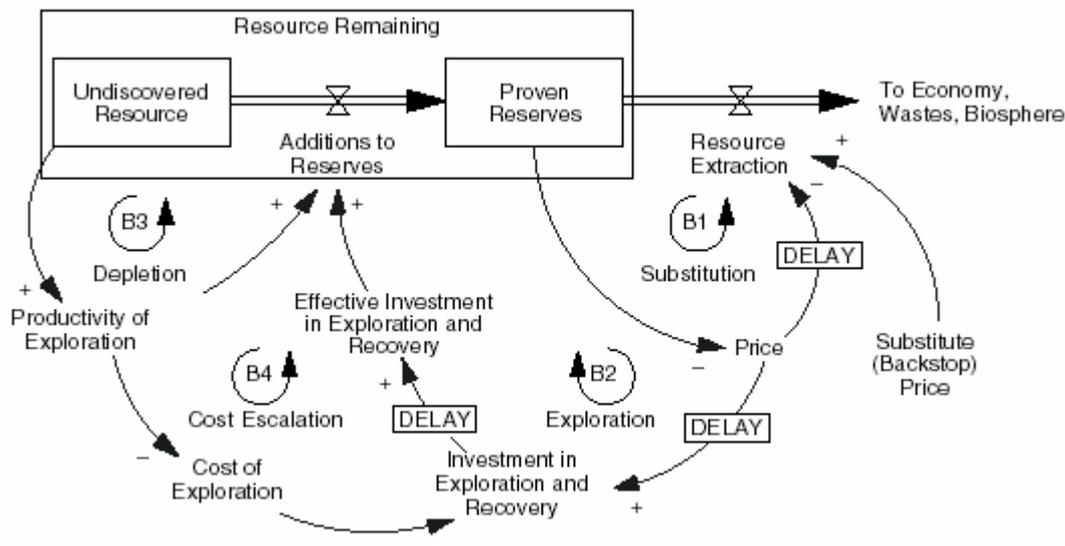


Figura 3.6: Exemplo de modelo com ciclos de retorno

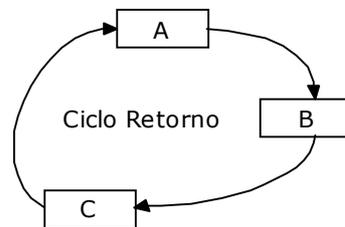
Fonte: Stermán (2002, p515)

### 3.2.2.1 Ciclos de Retorno

Os indivíduos têm tendência para interpretar experiências como uma série de acontecimentos, ou seja, segundo uma cadeia linear aberta de relações causa-efeito (Stermán, 2000). O gestor avalia o estado do sistema empresarial e compara com o seu objectivo; o desvio entre o estado percebido e o objectivo define o problema de gestão; seguidamente uma regra de decisão é aplicada para eliminação do desvio, e o problema considera-se resolvido.

Mas, na realidade, certas partes de um sistema empresarial estão relacionadas em ciclos de retorno fechados. O efeito de ciclo de retorno acontece quando determinadas acções do sistema são influenciadas directamente ou indirectamente pelo resultado dessas mesmas acções e/ou de outras acções. A complexidade dinâmica está relacionada com a intensidade

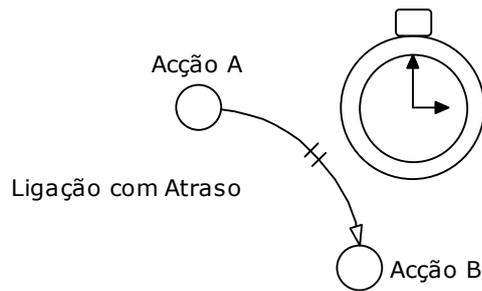
dos impactos desses efeitos de retorno, os quais podem dificultar significativamente os processos de decisão. Forrester (1961, p14) refere: “An information-feedback system exists whenever the environment leads to a decision that results in action which affects the environment and thereby influence future decisions.”



Por exemplo, no modelo da figura 3.6 estão representados alguns ciclos de retorno: o nível total do recurso baixa com a actividade de extracção; esta redução da existência disponível do recurso vai provocar um aumento de respectivo preço, o que por sua vez vai conduzir ao efeito de substituição (ciclo B1) e ao aumento da exploração (ciclo B2); contudo, à medida que a actividade de exploração identifica mais quantidade de recurso, a produtividade da exploração baixa (ciclo B3); quanto mais baixa é a produtividade da exploração, mais baixa é a respectiva rendibilidade, o que conduz a uma queda dos futuros investimentos em exploração (ciclo B4).

### 3.2.2.2 Efeito de Atraso

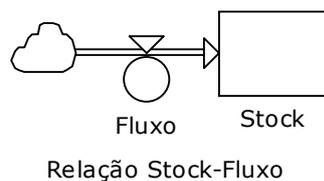
Uma outra fonte de complexidade dinâmica é o desfasamento temporal que separa as acções dos seus impactos no estado do sistema. Os resultados das acções não são instantâneos. Muitas relações causa-efeito tem um desfasamento temporal associado. Este tipo de efeitos é muito comum em sistemas empresariais. Quando atrasos sucedem em ciclos de retorno (atrasos na informação sobre o estado do sistema ou nas acções sobre ele), a amplitude das decisões dos gestores pode ser inadequada, pelos que os resultados obtidos não correspondem aos desejados. Como resultado, os gestores frequentemente continuam a intervir para corrigir desvios aparentes, podendo originar instabilidade e/ou uma tendência para oscilação do estado do sistema. Se o gestor não conseguir compreender estes desfasamentos, continuará a sobre-actuar no sistema, podendo mesmo conduzir a situações de colapso.



No modelo de exemplo na figura 3.6, podemos observar alguns efeitos de atraso (“Delay”) nos impactos do preço nos investimentos de exploração e na actividade de extracção. Estes efeitos de atraso associados aos ciclos de retorno vão provocar o seguinte comportamento do sistema: numa primeira fase, a extracção cresce rapidamente e os preços caem; com o crescimento da extracção, o stock diminui o que provoca o aumentos dos preços; o aumento de preços vai accionar os ciclos de retorno de substituição (B1) e de exploração (B2); mas os atrasos na reacção nestes ciclos vão provocar um “disparo” do preço do recurso, seguindo-se uma queda súbita.

### 3.2.2.3 Efeito de Acumulação de Stock

Por último, uma outra situação geradora de complexidade dinâmica é o efeito de stock e fluxo. Conforme perspectiva de Forrester (1961), os sistemas sociais são compostos por variáveis que se comportam como stocks (variáveis estado), e que são acumulados ou desgastados pela acção de outras variáveis - fluxos.



“The levels are the accumulations within the system. They are inventories, goods in transit, bank balances, factory space and number of employees. Level are the present values of those variables that have resulted from the accumulated difference between inflows and outflows.” (Forrester, 1961, p68).

“Flow rates define the present, instantaneous flows between the levels in the system. ... Decision function are the statements of policy that determine how the information about levels leads to the decisions (current rates)” (Forrester, 1961, p69).

No exemplo da figura 3.6, os stocks consistem nas quantidades por explorar e por extrair do recurso. Os fluxos consistem nas actividades de exploração e extracção. Todas as decisões sobre este sistema têm origem nos níveis de stock, as quais por sua vez vão influenciar os fluxos.

O conceito de stock e fluxos, ou de acumulação/ desgaste de um recurso, é fundamental para compreender o comportamento de sistemas empresariais complexos (Morecroft, 2002; Warren, 2002a): as existências de produtos de uma empresa aumentam com a produção e diminuem com as expedições; os recursos humanos especializados aumentam com a admissão e formação e diminuem com a obsolescência e demissão, etc...

Conforme referido no capítulo 1.4, este conceito é central na visão da empresa como um sistema dinâmico de recursos. Segundo Warren (2003), a percepção do efeito de acumulação de stock é essencial para a compreensão do comportamento dinâmico de sistemas empresariais: “Stock accumulation is the truly fundamental building-block of SD, ... Very many real-world challenges arise from the dynamic behaviour of just one stock.” (Warren, 2003, p 8).

#### **3.2.2.4 Efeito Lateral e Resistência a Políticas**

Uma situação regularmente referida e que está associada à complexidade dinâmica do sistema empresarial, é o efeito lateral (representado na figura 3.7), que acontece porque não são compreendidos todos os efeitos dinâmicos do sistema, nomeadamente provenientes de ciclos de retorno. Estes efeitos são denominados “laterais” porque não estavam previstos pelo agente nas relações causa-efeito que estavam na base da decisão, e que são resultado da compreensão limitada do sistema (Sterman, 2000, p11).

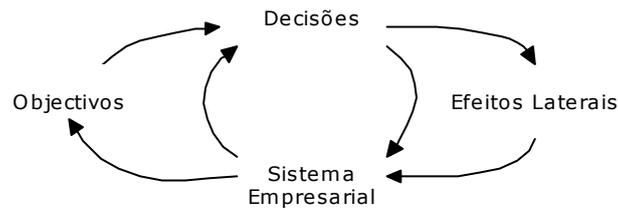


Figura 3.7: Efeitos Laterais

Fonte: Sterman (2000)

Esta situação está na base da ocorrência da “resistência a políticas” do sistema. O decisor, por não compreender a complexidade do sistema, actua sobre ele de uma forma inefectiva, provocando, não a resolução do problema, mas a sua ampliação: “As the world changes ever faster, thoughtful leaders increasingly recognize that we are not only failing to solve the persistent problems we face, but are in fact causing them. All too often, well-intentioned efforts to solve pressing problems create unanticipated side effects. Our decisions provoke reactions we did not foresee. Today’s solutions become tomorrow’s problems. The result is *policy resistance*, the tendency for interventions to be defeated by the response of the system to the intervention itself. “ (Sterman, 2002, p504).

### **3.3 A Compreensão da Complexidade Dinâmica**

#### **3.3.1 Limitações Cognitivas dos Decisores**

Diversas pesquisas experimentais conduzidas com o objectivo de explorar o desempenho de decisores em envolventes dinamicamente complexas (por exemplo: Sterman, 1989; Paich e Sterman, 1993; e Diehl e Sterman, 1995), têm revelado sistematicamente uma baixa performance dos decisores. Os sujeitos mostram uma deficiente compreensão da dinâmica do sistema contexto, revelando muitas dificuldades em inferir adequadamente o comportamento dinâmico do sistema (Sterman, 2000).

Para Simon (1997), os gestores têm limitações na racionalização das realidades empresariais, pelo que tendem a agir de acordo com percepções muito simplificadas da realidade. Simon no enquadramento da sua teoria da racionalidade limitada, refere que:

“The capacity of the human mind for formulating and solving complex problems is very small compared with the size of the problem whose solution is required for objectively rational behavior in the real world, or even for a reasonable approximation to such objective rationality.” (Simon, 1957, p198).

“Economic man purports to deal with the “real world” in all its complexity. ... the perceived world is drastically simplified model of the bustling, blooming confusion that constitutes the real world. The administrator treats situations as only loosely connected with each other. ... Administrators take into account just a few of the factors of the situation regarded as most relevant and crucial. ... they treat the world as rather empty and ignore the interrelatedness of all things ... Simplifications may lead to error, but there is no realistic alternative in the face of the limits on human knowledge and reasoning.” (Simon, 1997, p119).

Baseando-se em Simon, Sterman (2000, p27) refere que a dificuldade na compreensão da complexidade dinâmica sucede por duas razões relacionadas com as limitações cognitivas dos decisores: (a) construção imperfeita dos modelos mentais dos decisores que são muito simples quando comparados com os sistemas que representam; (b) os decisores, mesmo dispendo de modelos mentais perfeitos, não conseguem inferir adequadamente o comportamento dinâmico do sistema. Estes dois processos cognitivos são fundamentais no processo de aprendizagem e decisão.

A construção dos modelos mentais processa-se ao longo da interação com o sistema, através da informação de controlo, os quais constituem a estrutura percebida do sistema. Estes modelos mentais falham na consideração de efeitos dinâmicos tais como ciclos de retorno (“feedback loop”); desfasamento temporal entre acção e resposta; efeito de acumulação e desgaste das variáveis estado “stock” (Sterman, 2000; Sweeney e Sterman, 2000).

A outra limitação cognitiva relaciona-se com a inferência pelos decisores sobre o comportamento do sistema, a partir dos modelos mentais. Tendo em consideração o processo de aprendizagem, para desenhar uma nova estratégia a partir do modelo mental, é preciso fazer inferências acerca das consequências dessa estratégia. Diversas experiências mostraram que os humanos falham sistematicamente nesta tarefa (Diehl e Sterman, 1995). Os decisores, mesmo dispendo de modelos mentais perfeitos, não conseguem inferir adequadamente o comportamento dinâmico do sistema, mas apenas de simples relações de causalidade entre algumas variáveis.

### **3.3.2 A Compreensão dos Conceitos Dinâmicos Essenciais**

Segundo Sweeney e Sterman (2000), as pesquisas referidas anteriormente sobre o processo de decisão em ambientes dinâmicos (por exemplo: Sterman, 1989; Paich e Sterman, 1993; e Diehl e Sterman, 1995), têm considerado implicitamente que os sujeitos têm dificuldade na compreensão de sistemas complexos constituídos por vários elementos que interagem dinamicamente entre si, mas eles “do understand the individual building blocks such as stocks and flows and time delays.” (Sweeney e Sterman, 2000, p251). Neste pressuposto, sujeitos não têm dificuldade na compreensão dos efeitos dinâmicos quando tratados isoladamente, mas apenas quando conjugados com outros elementos.

Com o propósito de desafiar o pressuposto anterior, Sweeney e Sterman (2000) realizaram no MIT-Sloan School of Management uma pesquisa para explorar a capacidade de pensamento sistémico de sujeitos, isto é, a sua compreensão sobre alguns conceitos básicos da dinâmica de sistemas.

Os resultados obtidos por Sweeney e Sterman (2000) indicam que sujeitos com formação superior e treino em matemática e ciências, apresentam um baixo nível de compreensão destes

conceitos. Sweeney e Sterman (2000, p278) concluem na seguinte forma: “The results strongly suggest that highly educated subjects with extensive training in mathematics and science have poor understanding of some of the most basic concepts of system dynamics, specifically stocks and flows, time delays, and feedback. The errors are highly systematic and indicate violations of basic principles, not merely calculation errors. Subjects tend to violate fundamental relationships between stocks and flows, including conservation of matter. ... Subjects have poor understanding of the relationship between the net flow into a stock and the slope of the stock trajectory.”

Numa reflexão posterior sobre estes resultados, Sterman (2002, p511) refere: “These basics (feedback, stocks and flows, time delays, nonlinearities) are essential foundations for effective systems thinking and modelling. It is clear that people have poor understanding of these concepts. “

Os resultados obtidos também indicam que a performance dos sujeitos não depende sistematicamente de características demográficas, como formação base, grau académico, idade, sexo ou nacionalidade. Embora algumas variáveis tivessem um impacto significativo em certas tarefas, não existia um padrão consistente. Em particular, ao contrário do que tinham suposto, sujeitos com mais treino em matemática, ciências ou engenharia, não revelaram melhor desempenho. Sweeney e Sterman (2000, p281-2) referem que: “our results suggest that good mathematics training alone is not sufficient to develop a practical, common-sense understanding of the most basic building blocks of complex systems.”, e recomendam mesmo a introdução de matérias relacionadas com pensamento sistémico/dinâmica de sistemas nos programas educativos “Our results also suggest implications beyond system dynamics curriculum and pedagogy. We found that students have difficulty with basic concepts of great importance in many disciplines and real-world tasks.” (Sweeney e Sterman; 2000, p282).

Outras pesquisas têm sido desenvolvidas sobre esta questão, nomeadamente (Sterman, 2002; Armenia et al, 2004; Fisher, 2003; Kainz e Ossimitz, 2002; Kapmeier, 2004; Lyneis e Lyneis, 2003; Ossimitz, 2002; Zarara, 2003; Pala e Vennix, 2005). Esses estudos têm vindo de uma maneira geral a confirmar os resultados de Sweeney e Sterman (2000), mostrando que sujeitos, com formação superior e treino em matemática e ciências, apresentam um baixo nível de compreensão destes conceitos.

### 3.4 Ferramentas de Pensamento Sistémico

#### 3.4.1 Pensamento Sistémico - Conceito

O conceito de pensamento sistémico (“systems thinking”) está associado ao conceito de sistema. Como o próprio nome sugere, podemos entender que “pensamento sistémico” consiste numa maneira de ver e reflectir sobre a realidade de acordo com princípios sistémicos.

Este conceito tem vindo a ser utilizado por um enorme número de autores de diversas escolas. Na sequência da presente revisão literária, não foi possível aceder a uma definição satisfatória deste conceito. Aliás, na sequência de um trabalho exploratório no MIT sobre este conceito (Davidz et al, 2004, p4) referem: “Systems thinking is a not a well defined construct. There are many interpretations of what is included in systems thinking.”

Maani e Maharaj (2004, p22) apresentam o conceito de pensamento sistémico como um paradigma da seguinte forma: “Systems thinking paradigm: Systemic thinking is rooted in cognitive processes. In this study, we adopt the notion of systems thinking as a *paradigm*. This refers to systems thinking as a “world view”—seeing things holistically and interconnected”.

Para Checkland, pensamento sistémico é “the use of a particular set of ideas, systems ideas, in trying to understand the world’s complexity” (Checkland 1981, p. 3).

De acordo com Sterman (2000, p4) a Dinâmica de Sistemas (Forrester, 1961) “is a method to enhance learning in complex systems. ... system dynamics is grounded in the theory of nonlinear dynamics and feedback control”. Podemos encontrar muitos pontos em comum entre a “dinâmica de sistemas” e algumas utilizações do conceito de “pensamento sistémico”. Por exemplo, Senge et al (1994, p89) referem: “But one form of systems thinking has become particularly valuable as a language for describing how to achieve fruitful change in organizations. This form, called *system dynamics*, has been developed by Professor Jay Forrester. The tools and methods which we describe ... all have their roots in the system dynamics...”.

Sobre esta situação, Davidz et al (2004, p2) referem: “ the phrase *systems thinking* can have a plethora of definitions and understandings. In an effort to separate his work from that of Jay Forrester, Barry Richmond uses the term *systems thinking* as a replacement for the term *system dynamics*. Nevertheless, his definition of *systems thinking* is similar to the contemporary understanding of the phrase *system dynamics* now used by John Sterman at MIT”.

De acordo com Richmond (1993, 1997a,b,c,d, 1998), o pensamento sistémico consiste numa capacidade que envolve um conjunto de habilidades cognitivas, nomeadamente: “dynamic thinking, system-as-cause thinking, forest thinking, operational thinking, closed-loop thinking”. “Dynamic thinking” consiste na captação mental do comportamento dinâmico de um sistema; “system-as-cause thinking” permite entender o comportamento do sistema como resultado do próprio sistema, conduzindo a explicações plausíveis dos padrões de comportamento identificados através do pensamento dinâmico; “forest thinking” proporciona a visão holística ou “the ability to rise above functional silos and view the system of relationships that link the component parts” (Richmond 1997d, p6); “operational thinking” permite identificar as relações de causalidade da estrutura sistémica, que está na base do comportamento do sistema; “closed-loop thinking” ajuda a identificar as relações em ciclo de retorno.

Sterman refere-se ao pensamento sistémico da seguinte forma: “For many, the solution lies in systems thinking – the ability to see the world as a complex system, in which we understand that *you can't do just one thing* and that *everything is connected to everything else*. With a holistic worldview, it is argued, we would be able to learn faster and more effectively, identify the high leverage points in systems, and avoid policy resistance. A systemic perspective would enable us to make decisions consistent with our long-term best interests and the long-term best interests of the system as a whole.” (Sterman, 2001, p9-10).

Para Bellinger (2004) o pensamento sistémico é uma disciplina que está associada à modelação de sistemas com vista à identificação e compreensão da estrutura sistémica: “Systems thinking is an approach for developing models to promote our understanding of events, patterns of behavior resulting in the events, and even more importantly, the underlying structure responsible for the patterns of behavior.”

Gharajedaghi (2004, p1) refere que o pensamento sistémico surge em oposição ao pensamento analítico.: “There has been a profound shift in our way of knowing: from *analytical thinking*, the science of dealing with *independent* sets of variables, to *systems thinking*, the art and science of handling *interdependent* sets of variables.”

Sobre o contexto da utilização do conceito de pensamento sistémico, (Davidz et al, 2004, p2) referem ainda: “Regardless of the labels and phrases used, the common goal of these systems movements is to identify common principles that dictate the behavior of all systems. Several of these systems movements specifically hope to broaden the thinking .. to better understand interactions, interrelationships, and interdependencies”

Não constitui objectivo do presente estudo, nem confrontar as diversas escolas de pensamento sistémico, nem discutir a origem deste conceito, nem estabelecer uma definição em concreto. Aliás, como referem Sweeney e Sterman (2000, p250): ”there are as many lists of systems thinking skills as there are schools of systems thinking. Each stresses different concepts, from the ability to deduce behavior patterns and see circular cause–effect relations (Richmond, 1993) to the use of “synthesis” to reveal a system’s structure (Ackoff and Gharajedaghi, 1984), to the view of systems thinking as a discipline of organizational learning for *seeing wholes* (Senge 1990)”.

No presente estudo, o conceito de “pensamento sistémico” surge associado a métodos e técnicas que promovem e aceleram a aprendizagem dos gestores acerca do contexto de decisão, isto é, que promovem o ciclo de construção e revisão dos modelos mentais dos gestores sobre a estrutura do sistema empresarial em que estão envolvidos.

### **3.4.2 Ferramentas de Pensamento Sistémico**

Nas últimas décadas, um enorme número autores têm vindo a propor a utilização de processos e técnicas baseados na visão sistémica da empresa, como forma de ultrapassar ou atenuar as limitações cognitivas dos decisores e ajudá-los a melhor compreender a complexidade dos problemas de gestão ou melhorar a compreensão sobre o contexto de decisão dos gestores (por exemplo Forrester, 1961; Ackoff, 1987, 1987; Checkland 1981; Senge, 1990; Sterman, 2000; Warren, 2002a; Pidd, 2003b)

Segundo Senge et al (1994, p88) “ The tools of Systems Thinking – for example causal loop diagrams, stock and flow diagrams and computer simulation – allow managers to talk and learn more easily about interrelationships “.

Os decisores, como forma de lidarem com a sua racionalidade limitada, aplicam regras heurísticas de decisão e modelos muito simplificados da realidade. “ In reality, people deal with bounded rationality by using habits, routines and rules of thumb.” (Grobler et al, 2004, p78).

Segundo Doyle et al (2001), as ferramentas de pensamento sistémico consistem em métodos que, por um lado, “desafiam” os gestores na utilização mais frequente dos ciclos de construção, revisão e simulação dos modelos mentais em lugar do ciclo de decisão heurística, e, por outro lado, ajudam também os gestores a ultrapassar ou atenuar as suas limitações cognitivas.

Os modelos mentais baseiam-se principalmente em relações causais. “Causal attributions are a central feature of mental models. We all create and update cognitive maps of causal connections among entities and actors.” (Serman, 2000, p28). Muitos dos métodos de pensamento sistémico, embora distintos, baseiam-se todos eles na representação compreensível dos modelos mentais das pessoas, tornando aquelas relações causais explícitas, de tal forma que as pessoas ficam habilitadas a explorar e reflectir, individualmente ou em grupo, melhorando a sua compreensão e capacidade de actuar sobre a realidade, o que não aconteceria se esses conceitos permanecessem como modelos mentais (Pidd, 2004, p1).

Todos estes métodos baseiam-se no pressuposto de que o desenvolvimento ou aperfeiçoamento do modelo mental apenas é possível através da sua exteriorização e explicitação. Conforme Senge e Serman referem (1994, p199): “But flaws in mental models cannot be corrected until mental models become more explicit.”

Senge e Serman (1994, p199) descrevem um processo de desenvolvimento de modelos mentais que envolve 3 fases: construir o mapa do modelo mental; desafiar o modelo mental procurando inconsistências nos pressupostos; melhoria do modelo mental através do seu teste contínuo.

Cavaleri e Sterman (1997), num estudo empírico, mostraram que a performance em processos de decisão dinâmicos, pode ser melhorada mediante o aperfeiçoamento dos modelos mentais dos decisores, recebendo ajuda cognitiva através de ferramentas de pensamento sistémico. Maani e Maharaj (2004, p44-45) investigaram o impacto do pensamento sistémico na efectividade de processos de decisão, no sentido das habilidades de Richmond (1993, 1997a,b,c,d, 1998), e descobriram que, de uma forma geral, a capacidade de pensamento sistémico influenciava positivamente a performance, mas as habilidades “forest, closed-loop e operational thinking” tinham um impacto mais relevante: “... although the overall amount of systems thinking does matter to some extent, the degree of higher-level systems thinking types performed (i.e., forest, closed-loop and operational) matters most.”

O desenvolvimento dos modelos mentais dos gestores consiste assim num processo em ciclo contínuo de exteriorização/explicitação, teste e revisão dos pressupostos sobre o sistema empresarial. Para isso, os gestores devem aplicar técnicas apropriadas que suportem, de uma forma efectiva, este processo de representação e manipulação dos modelos mentais.

Muitos autores têm discutido e proposto princípios e técnicas para representação, estruturação ou modelação sistémica das realidades. O objectivo principal destes métodos não é a formulação de decisão, como acontece com os métodos baseados em matemática e estatística de suporte à decisão, mas sim melhorar a compreensão do decisor sobre o contexto.

No entanto, ainda não existem evidências sobre o impacto de métodos baseados em pensamento sistémico na efectividade do processo de decisão, aliás conforme referido por Maani e Maharaj (2004, p25-26): “ In conclusion, there is a curious gap in both systems thinking and complex decision making fields. ... Thus, despite some rigorous research, the absence of theories on the nature of systems thinking and its causal relationship with complex decision making persists in the literature.”

### **3.4.2.1 Ferramentas “Soft” e “Hard” de Pensamento Sistémico**

Algumas dessas técnicas baseiam-se em métodos qualitativos (normalmente denominados “soft OR/MS” pelo facto da modelação não envolver matemáticas e estatísticas) de modelação conceptual das realidades (por exemplo Checkland 1981; Ackoff, 1987; Eden, 1989). “The idea of these methods is that they should be used to help individuals and groups to think through the consequences of their beliefs. .... The formal structures of soft methods provide a language to talk about these things ... The soft methods are partial interpretations of how an individual or group believe things to be. ... Soft approaches are attempts to provide procedurally rational support as people consider how best to structure and frame the issues that they face ... The aim is to find ways of operating with this rather dynamic and loosely structured view of organizational life.” (Pidd, 2003b, p107-109).

Outros autores defendem que a aprendizagem efectiva sobre realidade complexas exige a aplicação de métodos de modelação formal e simulação por computador (por exemplo Forrester, 1961; Morecroft e Sterman, 1994; Warren, 2002a; Pidd, 2003a). No entanto, parece existir um consenso geral quanto à complementaridade destas abordagens qualitativas e quantitativas (Forrester, 1994; Senge et al, 1994; Pidd, 2004).

Relativamente à abordagem mais qualitativa e conceptual, entre outras, surgiram as seguintes três metodologias (Pidd, 2003b, p107): SSM - Soft System Methodology (Checkland , 1981), SODA – Strategic Options Development and Analysis/cognitive mapping (Eden, 1989; Eden e Ackermann, 1998) e modelação qualitativa com dinâmica de sistemas (Senge, 1990; Forrester, 1994).

### **3.4.2.2 “Soft System Methodology”**

Checkland (1981), numa perspectiva sistémica da organização, desenvolveu o método SSM (esquematizado na figura 3.8) para ultrapassar as dificuldades que muitas pessoas sentiam na utilização de métodos de modelação quantitativos. Segundo o autor, este método visa essencialmente criar instrumentos para suportar o debate com base em representações externas das percepções das pessoas sobre a realidade (Pidd, 2003b, p 113).

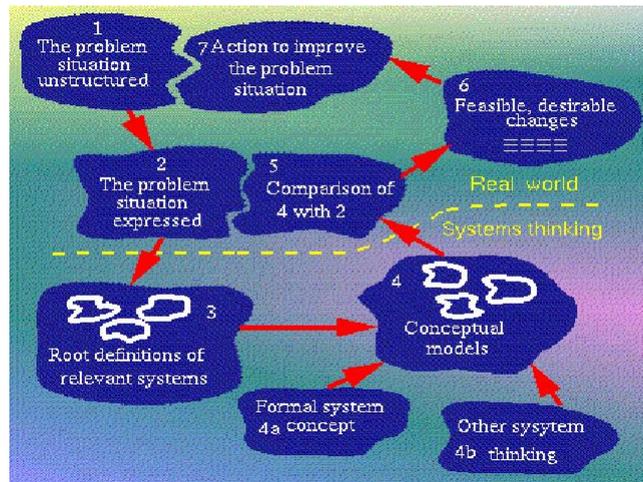


Figura 3.8 – Esquema da Metodologia SSM (Checkland, 1981)

Fonte: Pidd (2003b, p122).

Sobre a divulgação e utilização deste método, Pidd (2003b) refere: “The proportion of users was quite high and, of these, the majority claimed to use SSM with a view to easing a problem situation or to develop understanding. They also claimed that a main benefit of SSM was that it provided a strong structure within which they could achieve these aims. These finding seems to support the view that SSM provides a formalized approach to gaining understanding within an organization.” (Pidd, 2003b, p 136).

### 3.4.2.3 SODA/cognitive mapping

Os métodos SODA (Eden, 1989) e SODA/cognitive mapping (Eden e Ackermann, 1998) baseiam-se na construção, individual e em grupo, de diagramas (mapas cognitivos) que representam a percepção sobre a realidade, com vista a suportar a reflexão, resolução de conflitos e obtenção de consensos, conduzindo a um compromisso quanto à definição das acções a desenvolver para a resolução de problemas de gestão complexos (Pidd, 2003b, p138). A figura 3.9 proporciona um exemplo da construção de uma mapa cognitivo da metodologia SODA, elaborado através do programa Banxia Decision Explorer (<http://www.banxia.com>).

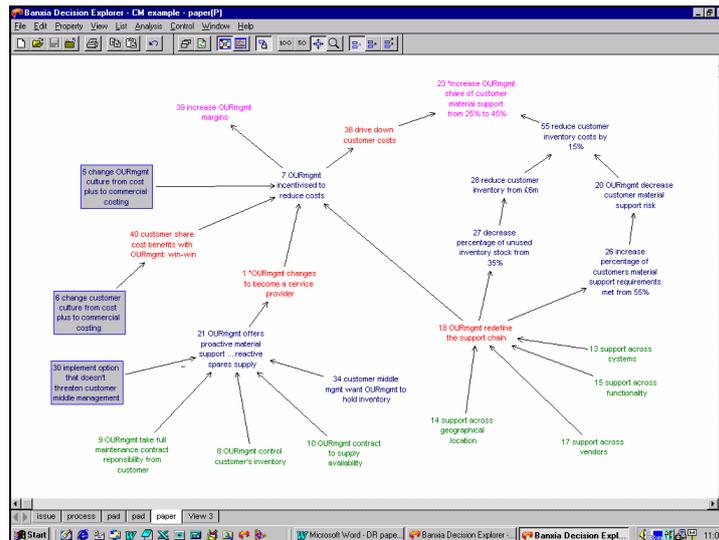


Figura 3.9 - Exemplo de Mapa Cognitivo da Metodologia SODA, construído através do programa Banxia Decision Explorer. Fonte: <http://www.banxia.com>

Segundo Pidd (2003b), “It (SODA) is used to try to help people to think through the options that face them. Its basic technique involves drawing a graph of ideas or concepts that are linked together in means-end relationships” (Pidd, 2003b, p168); “A cognitive map is a form of influence diagram, similar to the ones used in system dynamics. ... The map consists of nodes, known as concepts, linked by arrows” (Pidd, 2003b, p142); “The idea (of SODA) is to develop a simple two-dimensional representation of the concepts that people express and to show their links ... They are tools for reflective thinking and problem solving” Pidd (2003, p 140).

### 3.4.2.4 Modelação Qualitativa com Dinâmica de Sistemas

O método de modelação qualitativa com dinâmica de sistemas (Senge, 1990) baseia-se na representação da estrutura sistémica de realidades com base em diagramas causais (Causal Loop Diagram) e/ou diagramas de stock e fluxo (Forrester, 1961). Segundo Senge (1990), estes instrumentos levam as pessoas a reflectir sobre a realidade com base em relações entre partes, ajudando-as a melhorar a sua compreensão sobre as causas essenciais do comportamento dinâmico associado a problemas complexos – os diagramas causais “...provide a framework for seeing interrelationships rather than things, for seeing patterns of change rather than static snapshots” (Senge, 1990, p68).

A construção do diagrama causal consiste numa representação visual em duas dimensões das hipóteses causais acerca da estrutura do sistema subjacente ao problema de gestão empresarial em questão, o qual contém os conceitos e inter-ligações de influência ou causalidade relevantes para a explicação do comportamento dinâmico do sistema.

” In undertaking a system dynamics analysis of a managerial problem, the first step is to hypothesize the underlying structure of the system that is causing and maintaining the problem. This hypothesis is usually recorded in a visual model, called causal loop diagram. The causal-loop-diagram shows the existence of all major cause-and effect links..” (Roberts, 1999, p11).

A figura 3.10 mostra exemplos de diagramas causais e diagramas stock-fluxo que representam o mesmo sistema. Estes dois tipos de diagramas consistem em ferramentas essenciais para a representação visual de sistemas complexos.

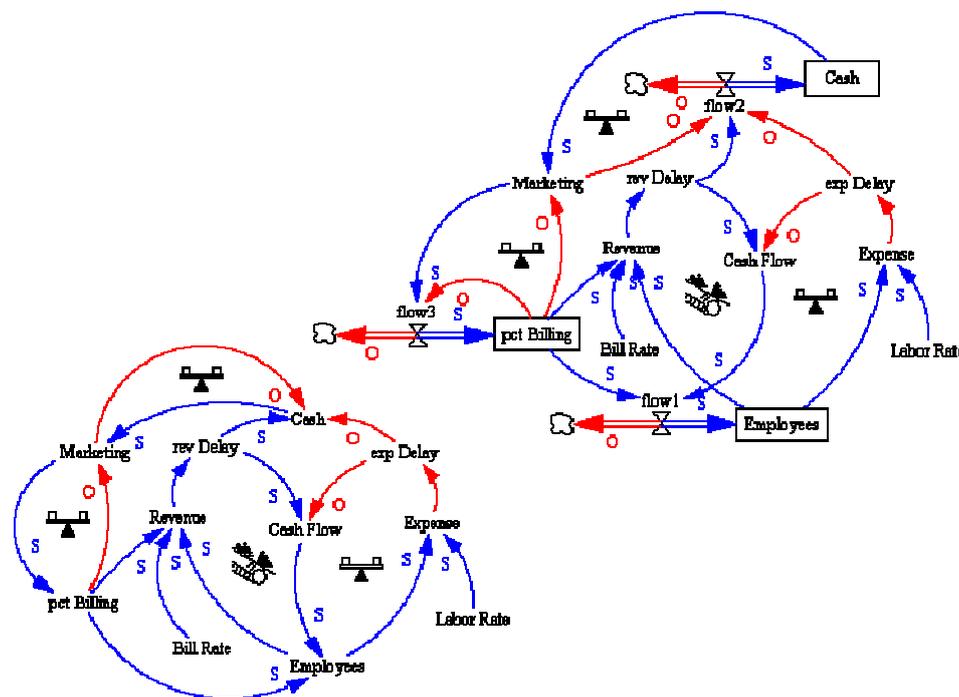


Figura 3.10 – Representação do mesmo sistema usando Diagrama Causal e Diagrama de Stock e Fluxo. Fonte: Bellinger (2004).

“Causal-loop diagram represent cause-and-effect relationships. The labels on system diagrams represent variables (not actions), usually nouns or nouns phrases. Changing any

variable will produce change in all variables. The arrows indicate influence or causality, not merely chronology.”(Senge et al, 1994).

Diversos métodos têm sido propostos para a construção de diagramas causais, alguns exemplos são Senge et al (1994), Vennix (1996), Sterman (2000), Cavana e Mares (2004).

Na construção de um diagrama de stock-fluxo (Forrester, 1961), a rede que inter-relaciona as diferentes partes ou variáveis do sistema, é representada por dois tipos de variáveis – *stocks* e fluxos, em que o *stock* é uma variável de estado ou de nível, que acumula o saldo dos fluxos de entrada menos os de saída. O fluxo é uma variável que interliga os diferentes *stocks* e representa a actividade do sistema. “Flow diagrams consist of rates, levels, and auxiliary elements organized into a consistent network”. Goodman (1989, p 5).

Este tipo de diagramas proporciona o suporte para a representação e descrição de arquiteturas de recursos segundo a visão da empresa como um sistema dinâmico recursos interdependentes (Morecroft, 2002; Warren, 2002a). “The rectangles represent resource accumulations. The solid arrows represent resource flows which either increase or decrease the level of a resource.” (Morecroft, 2002, pp21-22).

### **3.4.2.5 Outros Métodos Qualitativos**

Muitas outras técnicas para desenho de mapas cognitivos/ mapas causais (podendo ser aplicados outros termos como referido no capítulo 2.2), têm sido apresentados (Pidd, 2003b; Eden e Ackermann, 2004), mas todas elas consistem em formas de utilizar diagramas como ferramentas para exteriorizar e reflectir sobre realidades complexas. Os referidos diagramas são utilizados para registar de uma forma objectiva, clara e compreensível, os conceitos e suas inter-relações percebidos pelas pessoas, evitando-se desta forma a ambiguidade que normalmente ocorre quando este tipo de conhecimento é registado e partilhado entre pessoas numa forma verbal. Conforme referido por Pidd (2003b, p140) “The maps are preferable to verbal accounts because they enable the links between the concepts used by the person to be shown on the map in an unambiguous way. Verbal accounts of many linked concepts tend to be ambiguous.”

### **3.4.2.6 Modelação e Simulação**

No entanto, outros autores defendem que a complexidade dinâmica da realidade só pode ser efectivamente compreendida quando a modelação qualitativa da estrutura do sistema em causa, é complementada pela modelação formal e experimentação através da simulação por computador (Forrester 1994; Morecroft e Sterman, 1994; Sterman, 2000; Warren, 2002a; Pidd, 2004).

Por exemplo, Sterman (2002, p 524-525) refere :

“Some advocates of systems thinking go even further, arguing that it is not necessary to build a formal, working simulation at all—that causal maps or other purely conceptual models are sufficient. They are mistaken. Simulation is essential for effective systems thinking, even when the purpose is insight, even when we are faced with a “mess” rather than a well-structured problem...”; “...But we must recognize that such qualitative modelling exposes us to one of the most fundamental bounds on human cognition: our inability to simulate mentally the dynamics of complex nonlinear systems.”; “...Most importantly, computer simulations help build our intuition and improve our mental simulation capability.”; “There is an even more fundamental reason why simulation is essential. There is no learning without feedback, without knowledge of the results of our actions.”; “...simulation becomes the main—perhaps the only—way we can discover *for ourselves* how complex systems work, where the high leverage points may lie.”

### **3.4.3 Impacto das Ferramentas de Pensamento Sistémico na Aprendizagem**

Independentemente do método proposto envolver um abordagem mais ou menos qualitativa, ser ou não complementado com modelação formal e experimentação por simulação com o apoio de computador, conforme modelo da figura 3.11, todos estes métodos são propostos como sendo ferramentas que promovem a reflexão ou pensamento sistémico sobre a realidade, proporcionando uma forma de ultrapassar ou atenuar as limitações cognitivas dos decisores e ajudando-os a melhor compreender a complexidade da envolvente.

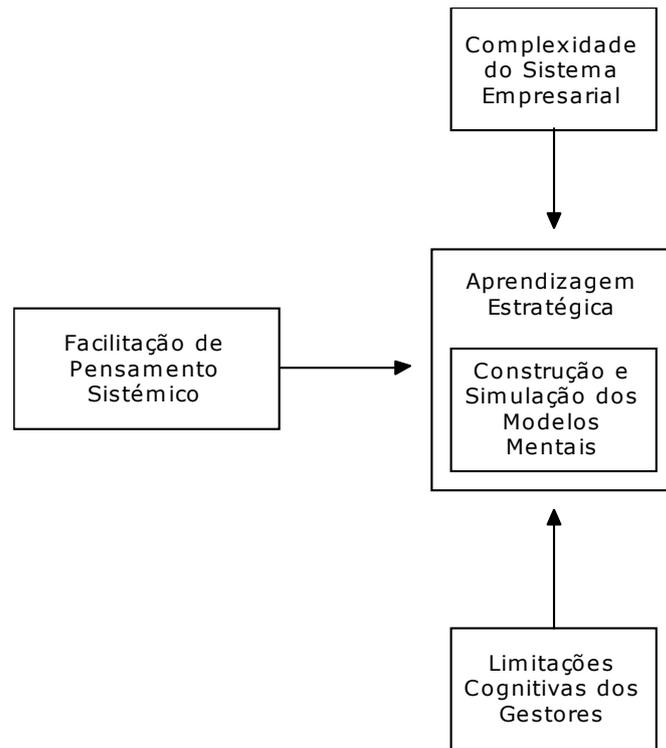


Figura 3.11 – Impacto dos processos facilitadores na aprendizagem estratégica

Fonte: Autor

### 3.5 Qualidade da Informação de Gestão

O processo de aprendizagem e decisão estratégica é intensamente influenciado pela qualidade da informação acerca do comportamento do sistema empresarial. Os gestores interagem com o sistema empresarial e desenvolvem a sua aprendizagem estratégica a partir desta informação.

A informação de controlo funciona como um filtro através do qual os decisores interagem com o sistema. Os gestores, através desta informação, procuram compreender os efeitos das suas decisões, tentam ajustar as decisões para alinhar o sistema com os objectivos (ciclo simples de aprendizagem), revêm os seus modelos mentais e redefinem a estratégia e os objectivos (ciclo duplo de aprendizagem) (Sternan, 2000, p25).

Esta informação não é perfeita, sendo normalmente reportada com erros, enviesamentos, atrasos entre medições e reporte, omissões de elementos relevantes e outras imperfeições. Se os gestores utilizam informação imperfeita, não têm uma percepção correcta acerca do impacto das suas decisões e, como tal, estão impossibilitados de construir modelos mentais adequados (Sternan, 2000, p25).

“Dynamic complexity and limited information reduce the potential for learning and performance by limiting our knowledge of the real world.” (Sternan, 2000, p26).

Doyle et al (2001), consideram a qualidade da informação como uma variável independente que afecta a percepção sobre o estado do sistema, através da qual se desenvolve o processo de construção dos modelos mentais e de decisão, conforme ilustrado no diagrama da figura 3.12.

O estado do sistema empresarial é captado através da informação de controlo, sob a forma de sinais mensuráveis. A selecção dos sinais a considerar depende do processo de atenção que é informado pelo modelo mental do decisor, ou seja, o modelo mental orienta a atenção para a informação de controlo mais relevante. A partir deste conjunto de sinais, o decisor forma a sua percepção sobre o estado do sistema, cuja precisão depende da perfeição e complexidade (que deriva da própria complexidade do sistema empresarial) dos sinais disponíveis. Estas percepções guiam a construção do modelo mental sobre o sistema, as quais, por sua vez, vão influenciar a forma como o estado do sistema é percebido.

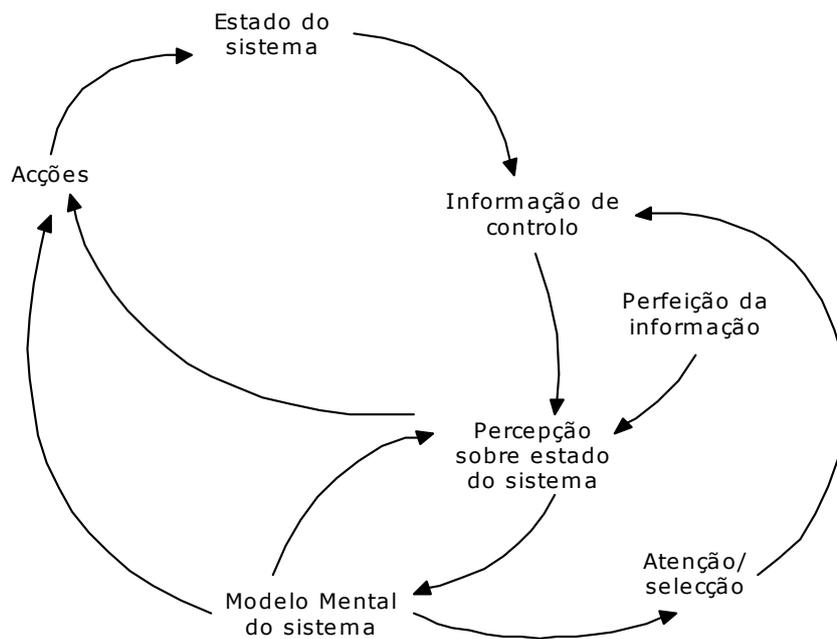


Figura 3.12 Ciclo de aperfeiçoamento dos modelos mentais e decisão

Fonte: adaptado de Doyle et al (2001, p 22)

Algumas pesquisas anteriores têm mostrado alguns efeitos da informação de controlo de performance nos modelos mentais. Vandenbosch e Higgins (1995, 1996) observaram que as características do sistema executivo de informação tinham impacto na construção dos modelos mentais dos gestores.



Figura 3.13 Modelo de relacionamento entre qualidade da informação de controlo; adequação de modelos mentais e performance.

Fonte: adaptado de Ritchie-Dunham (2001)

Ritchie-Dunham (2001), mediante experiências em ambiente simulado, analisou a influência da perfeição da informação de controlo (estrutura e precisão da informação), na adequação dos modelos mentais e implicações na performance. Os resultados confirmaram o modelo conceptual que baseou a investigação (figura 3.13), ou seja, que a precisão e a adequação da

estrutura da informação de controlo influenciavam a adequação dos modelos mentais que por sua vez influenciava a performance da tarefa.

Consequentemente, os sistemas de controlo de performance estratégica deverão ser desenhados e utilizados de forma a que a estrutura de informação capte o essencial e de forma precisa acerca do comportamento do sistema empresarial.

## **4. A Abordagem “Balanced Scorecard”**

### **4.1 O Sistema de Controlo de Performance “Balanced Scorecard”**

O desenvolvimento de recursos indutores da performance futura, muitos deles de carácter intangível (embora estejam normalmente associados a recursos tangíveis) tais como - eficiência operativa, conformidade dos produtos, reputação, percepções, capacidades organizacionais (“capabilities”), e conhecimento, experiência e moral dos recursos humanos - têm vindo a merecer uma crescente preocupação a nível global por parte dos gestores de topo das organizações, que progressivamente vêm neste tipo de recursos uma fonte de vantagem competitiva sustentável. Isto deve-se essencialmente à noção de que, ao contrário de grande parte dos recursos tangíveis, estes recursos não são adquiríveis e exigem tempo e condições especiais não facilmente replicáveis para a sua construção, o que os torna dificilmente imitáveis pelos concorrentes (Barney, 1991; Peteraf, 1993).

Isto vem originando uma necessidade crescente de definir, medir e gerir os factores indutores do desenvolvimento dos recursos estratégicos, o que é confirmado por diversas pesquisas a nível mundial que dão conta de uma utilização crescente por parte das empresas, de sistemas de controlo que apresentam indicadores financeiros complementados com indicadores não financeiros e indutores da performance (“drivers”) (Ittner e Larcker, 2003).

Nos últimos anos, diversos autores têm sugerido modelos de controlo de performance, nos quais os indicadores financeiros e não financeiros são definidos e organizados segundo determinadas estruturas. Destes modelos, tem assumido especial destaque o modelo “The Balanced Scorecard” (BSC) proposto por Kaplan e Norton (1992, 1996a).

“We introduced the Balanced Scorecard to provide a new framework for describing value-creating strategies that link intangible and tangible assets. The scorecard does not attempt to “value” an organization’s intangible assets, but it does measure these assets in units other than currency.” Kaplan e Norton (2001b, p 89).

Na sequência de uma pesquisa que envolveu 12 empresas, Kaplan e Norton (1992) desenvolveram o conceito do Balanced Scorecard. De acordo com os autores, o modelo BSC é proposto com o objectivo de ultrapassar algumas limitações estratégicas dos sistemas

tradicionais de controlo de performance, os quais eram essencialmente baseados em indicadores financeiros. Para ilustrar o conceito, os autores usam o exemplo da pilotagem de um avião, em que os pilotos necessitam de informação relacionada com diversos factores tais como níveis de combustível, altitude, velocidade, destino, rota, etc...; no mundo actual os gestores também necessitam de monitorar informações de diversas áreas; a focalização em apenas uma área pode ser fatal. “Reliance on one instrument can be fatal. Similarly, the complexity of managing an organization today requires that managers be able to view performance in several areas at once. The balanced scorecard allows managers to look at the business from four important perspectives.” (Kaplan e Norton, 1992, p174).

O modelo BSC assenta na definição e utilização equilibrada de um conjunto de indicadores da performance passada e indutores da performance futura (“drivers”), financeiros e não financeiros, objectivos e subjectivos.

“The four perspectives of the scorecard permit a balance between short-term and long-term objectives, between desired outcomes and the performance drivers of those outcomes, and between hard objectives measures and softer, more subjective measures.” (Kaplan e Norton; 1996b, p56).

Este conjunto de indicadores proporciona aos gestores de topo um visão global e compreensível da evolução da empresa, permitindo simultaneamente e de forma mais efectiva monitorar a performance financeira, definir e controlar as acções de curto prazo que promovem o desenvolvimento dos recursos e capacidades estratégicos que induzirão a performance futura e controlar o progresso da implementação da estratégia (Kaplan e Norton; 1992, 1996a).

Os indicadores que se focalizam e são consistentes com uma determinada estratégia, são identificados segundo quatro perspectivas da empresa: perspectiva financeira, perspectiva dos clientes, perspectiva dos processos internos e perspectiva da aprendizagem e crescimento (figura 4.1). Para cada perspectiva são definidos entre 4 a 7 indicadores.

De acordo com os autores (Kaplan e Norton, 1992, p174), os indicadores permitem aos gestores focalizarem-se na gestão da organização através destas quatro perspectivas, cujos indicadores proporcionam as respostas às seguintes questões: perspectiva dos clientes - como é que os clientes nos vêem? (“*How do costumers see us?*”); perspectiva dos processos

internos – o que precisamos melhorar? (“*What must we excel at?*”); perspectiva da aprendizagem e crescimento - podemos continuar a melhorar a nossa capacidade de criar valor? (“*Can we continue to improve and create value?*”); perspectiva financeira - como nos vêem os accionistas? (“*How do we look to shareholders?*”).

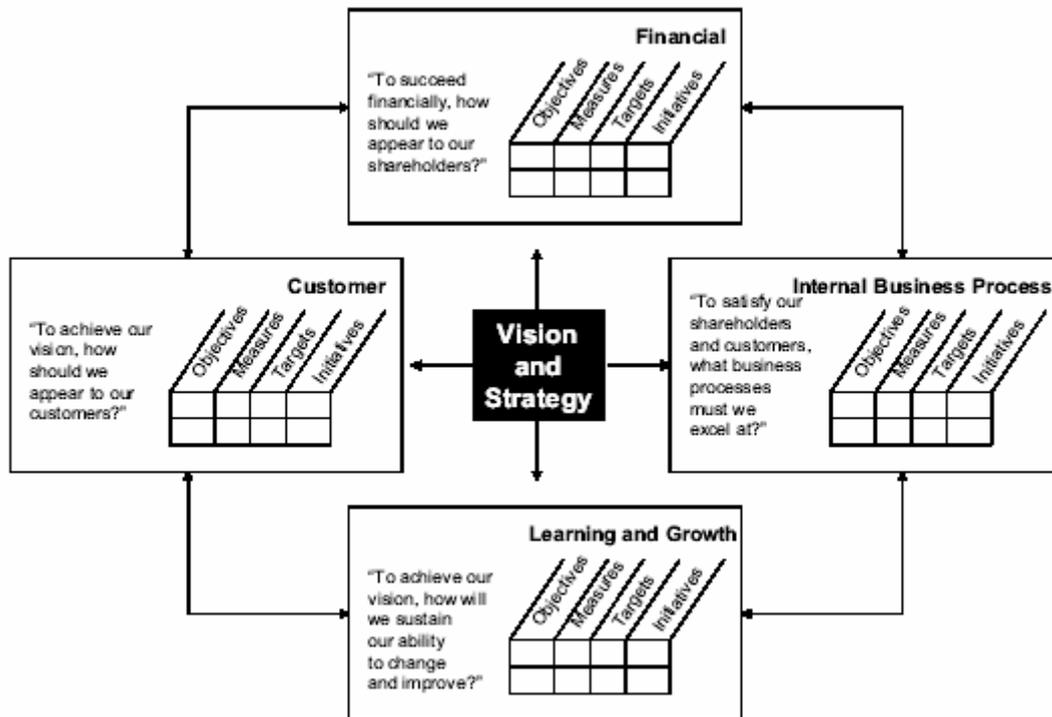


Figura 4.1: Estrutura do modelo BSC

Fonte: Kaplan e Norton (1996a)

Os autores descrevem os quatro tipo de indicadores da seguinte forma: “The financial performance measures define the long-run objectives of the business unit. ... In the customer perspective of the balanced scorecard, managers identify the customer and market segments in which the business unit will compete and the measures of the business unit’s performance in these targeted segments. ... The generic outcome measures include customer satisfaction, customer retention, new customer acquisition, customer profitability, and market and account share in targeted segments. ... In the internal business process perspective, executives identify the critical internal process in which the organization must excel. ... The measures should be focused on the internal process that will have the greatest impact on customer satisfaction and achieving the organization’s financial objectives. ... The fourth Balanced Scorecard perspective, learning and growth, identifies the infra-structure that the organization must build to create long-term growth and improvement.” (Kaplan e Norton; 1996b, p56-63).

Alguns exemplos genéricos são apresentados no tabela 4.1. Considerando a performance da empresa equivalente ao seu desempenho financeiro, os indicadores de performance passada consistem nos indicadores financeiros e os indicadores indutores de performance futura nos não financeiros que estão inseridos nas restantes perspectivas do modelo BSC.

Perspectiva	Indicadores
Financeira	ROCE (“return of capital employed”), EVA (“economic value added”), crescimento de vendas, cash flow
Clientes	Satisfação de clientes, retenção, aquisição, rentabilidade, quota de mercado
Processos Internos	Indicadores da eficiência da cadeia interna de valor, nomeadamente relacionados com: <u>inovação</u> - capacidade para identificar futuras necessidades dos clientes; <u>operações</u> - qualidade, ciclo de tempo e custos; <u>serviços pós-venda</u> – garantia, reparação e tratamento de reclamações.
Aprendizagem e Crescimento	Indicadores para: <u>recursos humanos</u> – retenção, formação, especialização, moral. <u>sistemas</u> – disponibilidade em tempo real da informação necessária.

Tabela 4.1: Exemplos de Indicadores do BSC

Fonte: Autor

Os autores defendem que o BSC proporciona muitas vantagens no processo de controlo de gestão de performance, nomeadamente: “The balanced scorecard forces managers to focus on the handful of measures that are most critical.”; “the balanced scorecard minimizes information overload by limiting the number of measures used.”; “By forcing senior managers to consider all the important operational measures together, the balanced scorecard lets them see whether improvement in one area may have been achieved at the expense of another.” (Kaplan e Norton, 1992, p174).

## 4.2 A Abordagem Estratégica do BSC – O Mapa Estratégico

Inicialmente, Kaplan e Norton (1992) lançaram o conceito de BSC, exclusivamente como um sistema de controlo de performance. Posteriormente, os autores fizeram evoluir para um sistema de planeamento estratégico (Kaplan e Norton, 2000, 2001a). Conforme referido pelos autores: “Originally, we thought the Balanced Scorecard was about performance measurement. ... Thus the Balanced Scorecard concept evolved from a performance measurement system to become the organizing framework, the operating system, for a new strategic management system.” Kaplan e Norton (2001b, p 102).

De acordo com os autores, a abordagem do BSC proporciona aos gestores de topo das organizações um quadro sobre um possível futuro (visão), uma caminho para lá chegar (estratégia) e a sua tradução em objectivos e acções de curto prazo. O BSC era assim proposto, não apenas como um conjunto de indicadores para monitorar o desempenho da empresa, mas também como uma ferramenta de apoio à formulação, planeamento e controlo da implementação da estratégia.

O BSC consiste assim num método que faz traduzir a visão e estratégia das empresas num conjunto de indicadores críticos de performance e respectivos objectivos. Esses indicadores estão relacionados entre si de uma forma consistente com a trajectória na qual, de acordo com a percepção dos gestores de topo, a empresa deve evoluir para atingir a situação desejada no futuro. Esse possível caminho a percorrer pela empresa é “traçado” com base no relacionamento estabelecido entre os indicadores críticos, o qual consiste num conjunto integrado de hipóteses estratégicas.

“Strategy implies the movement of an organization from its present position to a desirable but uncertain future position. Because the organization has never been to this future place, the pathway to it consists of a series of linked hypotheses” (Kaplan e Norton, 2000, p176).

Mas para os gestores poderem formular o BSC e respectiva ligação consistente com a estratégia da empresa, eles necessitam desenvolver uma adequada compreensão das relações causa-efeito entre todos os indicadores do BSC, financeiros e não-financeiros, numa perspectiva sistémica no contexto da empresa.

“... Balanced Scorecards are much more than collections of critical indicators or key success factors organized into several different perspectives. ... Like a flight simulator, the balanced scorecard should incorporate the complex set of cause-and-effect relationships among the critical variables, including leads, lags, and feedback loops that describe the trajectory, the flight plan, of the strategy (Kaplan e Norton; 1996b, p64-65).

Com o objectivo de apoiar os gestores na construção de uma perspectiva de causa-efeito para melhor compreenderem o sistema empresarial em que estão envolvidos, Kaplan e Norton (2000, 2001a) desenvolveram o conceito “mapa estratégico” como uma ferramenta complementar da abordagem BSC.

“... we have learned how the balanced scorecard, initially proposed to improve the measurement of an organization’s intangible assets, can be a powerful tool for describing and implementing an organization’s strategy. .. They (executive teams) can view their strategic measures, not as performance indicators in four independent perspectives, but as a series of cause-and-effect linkages among objectives in the four balanced scorecard perspectives. We facilitate the discussion among executives by creating a general representation of these linkages that we call a strategy map. We now realize that the strategy map, a visual representation of the cause-and-effect relationships among the components of an organization’s strategy, is as big an insight to executives as the balanced scorecard itself.”(Kaplan e Norton, 2004a, p 9).

O mapa estratégico liga os indicadores de performance numa cadeia causal (diagrama causal) para apoiar os gestores na tradução, teste e comunicação da sua compreensão acerca do contexto empresarial, e suportar o processo de definição, implementação e revisão da estratégia da empresa (Kaplan e Norton, 2000, 2001a).

Kaplan e Norton (2000, 2001a) definem o mapa estratégico como:

"a logical comprehensive architecture for describing strategy. It provides the foundation for designing a Balanced Scorecard that is the cornerstone of a strategic management system."

Kaplan e Norton (2001a, p10).

“The strategy map provides a visual representation of a company’s critical objectives and the crucial relationships among them that drive organizational performance”...“Strategy maps show the cause-and-effect links by which specific improvements create desired

outcomes”...”strategy maps show how an organization will convert its initiatives and resources – including intangible assets such as corporate culture and employee knowledge - into tangible outcomes” (Kaplan e Norton, 2000, p168).

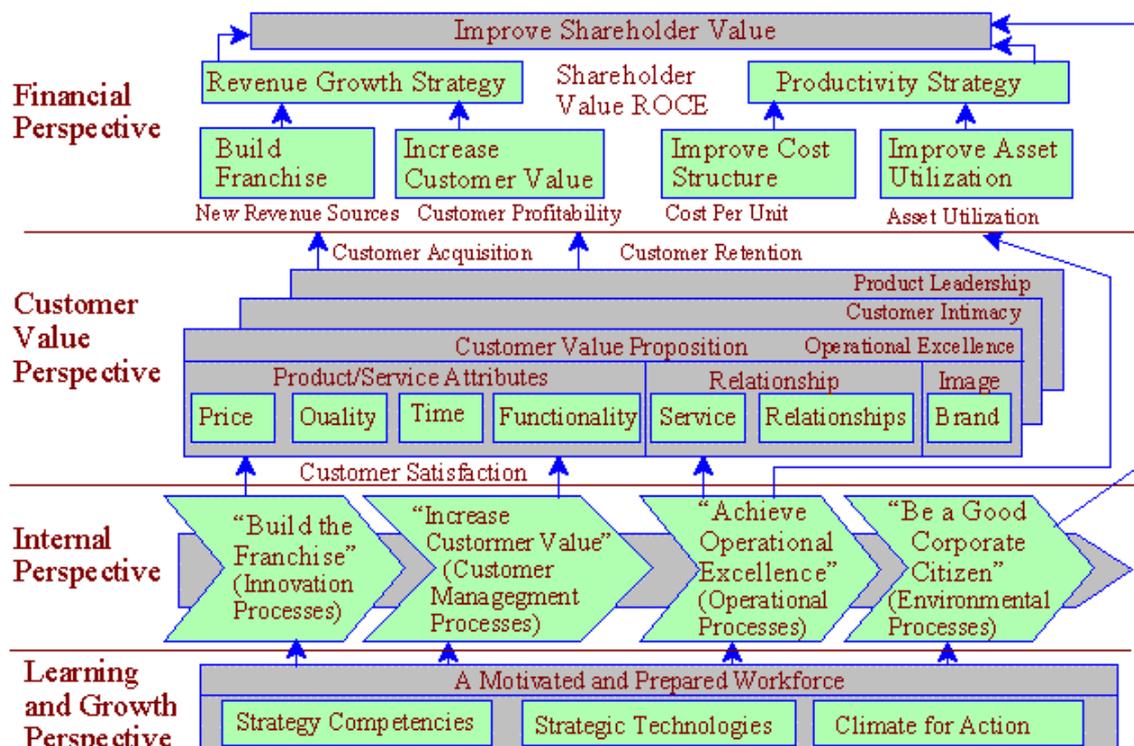


Figura 4.2: Exemplo de mapa estratégico do modelo BSC

Fonte: Kaplan e Norton (2001a, p96)

Kaplan e Norton (2001a) sugerem que a implementação do BSC deve iniciar-se pela explicitação e discussão da estratégia através da construção do mapa estratégico, onde são relacionados os factores críticos para o sucesso da empresa, conforme exemplo da figura 4.2.

Segundo Kaplan e Norton (2001a), o mapa estratégico representa a estratégia como um conjunto de hipóteses sobre as relações causa-efeito que governam o funcionamento da empresa. A cadeia de relações causa-efeito tem início em melhorias na área de aprendizagem e crescimento. Estes melhoramentos tendem a causar melhorias nos processos, os quais por sua vez causam melhorias na aquisição e satisfação dos clientes e, conseqüentemente, causam melhorias no desempenho financeiro.

### 4.3 BSC e a Visão Sistémica e Dinâmica da Empresa

Segundo a visão da empresa como um sistema dinâmico de recursos, estes são interdependentes e relacionam-se entre si e com o meio externo. A performance da empresa depende das formas como os recursos estratégicos evoluem ao longo do tempo, como resultado das acções empregues para promover e controlar o seu desenvolvimento (Morecroft, 2002; Warren, 2002a).

Morecroft (2002), define os seguintes pré-requisitos para uma gestão proactiva de um sistema de recursos: (a) existência de objectivos claros para a acumulação de cada recurso, articulados com os objectivos estratégicos da empresa; (b) capacidade para monitorar com precisão os níveis de recursos em cada momento. Ou seja, para uma gestão efectiva de um sistema dinâmico de recursos, é condição necessária que os gestores disponham de indicadores consistentes com a estratégia e que dêem a conhecer, em cada momento, os níveis actuais dos recursos estratégicos.

O modelo BSC enquadra-se na perspectiva sistémica e dinâmica da gestão e controlo de performance (Warren, 2002a).

“The BSC offers important advances over traditional reporting approaches, both in recognizing the interconnectedness within the business and the importance of measuring and managing soft issues. ... Both Robert Kaplan and David Norton have long advocated a systemic approach to business management and performance measurement...”(Warren, 2002a, p 277).

A abordagem BSC reconhece a inter-relação e interdependência entre diversas partes da organização, e a importância de compreender as relações causa-efeito e sua dinâmica como uma base consistente para inferir a performance futura e definir objectivos e planos de acção. Mapas estratégicos, combinados com “balanced scorecards”, proporcionam uma abordagem holística da gestão da empresa.

O mapa estratégico (diagrama causal) do modelo BSC, descreve a percepção dos gestores sobre a estrutura do sistema empresarial em que estão envolvidos, onde são representados os factores críticos e respectivas inter-relações (que constituem para Kaplan e Norton, a hipótese estratégica) que governarão a condução da empresa na direcção desejada. Este diagrama causal pretende converter a visão estratégica em acções de curto prazo de uma

forma articulada ao longo de toda a organização, para promover o desenvolvimento de longo prazo dos recursos estratégicos, tangíveis e intangíveis.

A informação de controlo associada ao modelo BSC, pretende capturar o essencial do comportamento do sistema empresarial através de um conjunto de indicadores. Através deste conjunto de indicadores, os gestores controlam o desempenho financeiro, analisam a evolução da empresa e ajustam proactivamente as políticas de construção e utilização de recursos e capacidades estratégicos para levar o sistema empresarial para a situação desejada no futuro.

Sobre o mapa estratégico do BSC, Olve et al (2003, p 146) referem que:

“A map is a collection of cause-and-effect linkages. These ‘if-then’ statements are hypotheses about how strategies of the organization will play out in reality. ... Modelling strategy in this way can be seen as a primitive form of system dynamics, and such models might be considered as an aid.”

Nesta perspectiva dinâmica e sistémica, Kaplan e Norton (1996b, p67) sugerem mesmo que “the BSC can be captured in a system dynamics model that provides a comprehensive, quantified model of a business’s value creation process”.

Outros autores (por exemplo Roy e Roy, 2000; Akkermans e van Oorschot, 2005; Olve et al, 2003), têm vindo a desenvolver e propor metodologias que integram o modelo BSC e a dinâmica de sistemas, para apoiar os gestores na identificação e compreensão das relações causa-efeito entre acções e objectivos estratégicos. Segundo estes autores, a simulação com dinâmica de sistemas permite visualizar a evolução no tempo do sistema, testar os resultados futuros e validar a consistência entre o BSC e a estratégia. Para os autores, este processo constitui uma base importante para acelerar a aprendizagem porque proporciona uma reflexão holística sobre a estratégia antes da sua implementação.

Seguindo a visão da empresa como um sistema dinâmico de recursos, outros autores (por exemplo Ritchie-Dunham e Rabbino, 2001; Warren, 2002a) têm vindo a sugerir metodologias semelhantes que se baseiam na captura do BSC numa arquitectura dinâmica de recursos, através da dinâmica de sistemas, proporcionando uma melhor compreensão sobre os indicadores que realmente interessam para controlar efectivamente a construção e utilização

dos recursos estratégicos, e permitindo construir projecções consistentes da performance da empresa. “Integrating a sound strategic architecture with BSC principles leads to a scorecard that is not only balanced but compact, joined up, and dynamically sound.” (Warren, 2002a, p 278). O diagrama de stock e fluxo apresentado na figura 4.3, exemplifica a captação de um BSC numa arquitectura de recursos.

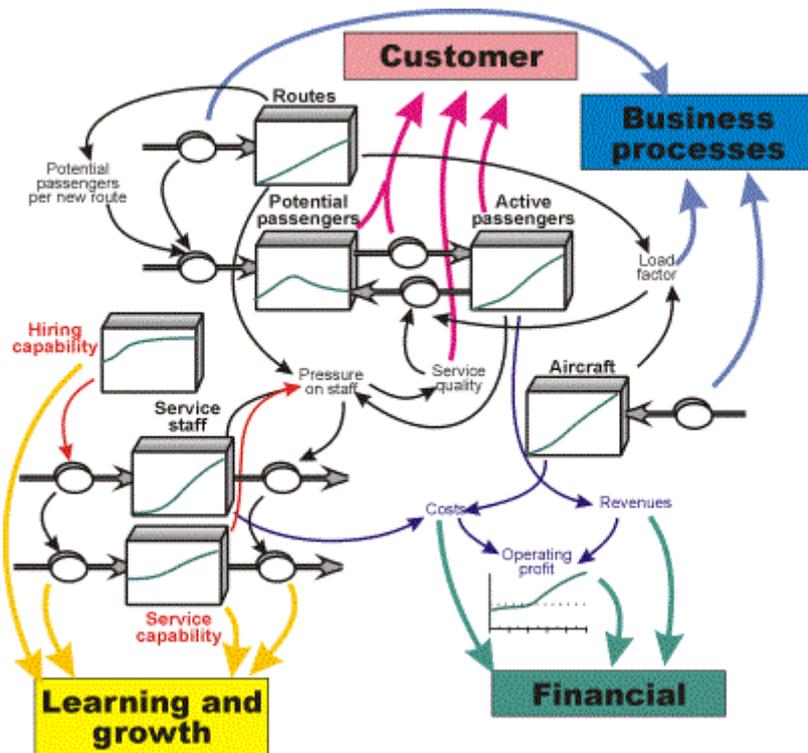


Figura 4.3: Captação de um BSC numa arquitectura de recursos

Fonte: Warren (2002a, p 278)

#### **4.4 Processo de Aprendizagem e Decisão da Abordagem BSC**

Para Olve et al (2003), a primeira função do BSC é controlar as operações da empresa. Por acréscimo existe um efeito de aprendizagem. O BSC facilita a aprendizagem a ambos os níveis individual e organizacional, desenvolvendo uma melhor compreensão sobre as relações entre as acções e o desempenho futuro da empresa.

“The primary function of the scorecard is to control company operations. By extension, there also a more cumulative effect. As we gain experience in how a new customer database is being used, or how sales are developing in new customer segments, our assumptions about causal relationships will be confirmed or disproved. In this way, the use of the BSC can also facilitate learning. At both individual and company level we will develop a better understanding of the relationship between what we do and how well the company succeeds.”  
Olve et al (2003, p34)

Segundo Kaplan e Norton (2001a, pp 273-277 e pp 303-329), um dos principais propósitos do modelo BSC, consiste em proporcionar aos gestores uma ferramenta de aprendizagem estratégica sobre a organização e sua envolvente.

O modelo BSC proporciona importantes suportes para a aprendizagem estratégica (Kaplan e Norton, 2001a) porque: o mapa estratégico associado explicita, de forma holística e compreensível, a articulação entre a visão estratégica e as acções de curto prazo através de uma cadeia de ligações causa-efeito que constituem a hipótese estratégica; os gestores, através do sistema de controlo de performance do BSC, obtêm informação estruturada sobre o comportamento da empresa de uma forma que lhes permite testar, validar e rever a hipótese estratégica, melhorando progressivamente a compressão acerca do sistema empresarial em que estão envolvidos.

##### **4.4.1 BSC e o Ciclo Duplo de Aprendizagem**

Neste contexto, Kaplan e Norton (1996c, pp 84-5) propõem que a abordagem BSC proporciona, “what Chris Argyris calls double-loop learning – learning that produces a change in people’s assumptions and theories about cause-and-effect relationships”, o qual facilita a

aprendizagem estratégica dos gestores e conduz a uma melhor performance (ver capítulo 3.1.3).

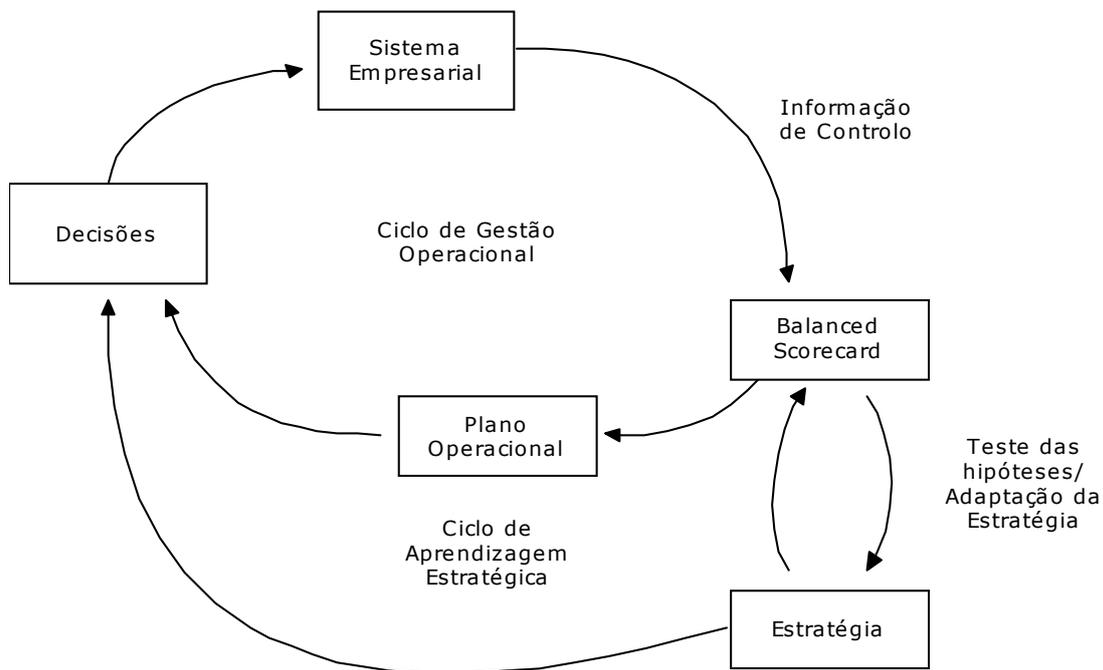


Figura 4.4 Ciclo duplo de aprendizagem do BSC

Fonte: Adaptado de Kaplan e Norton (2001a, p275)

Kaplan e Norton (2001c, p152-155) descrevem um processo contínuo de formulação da estratégia, em que o modelo BSC surge como uma ferramenta que integra o processo de controlo operacional com o processo de gestão estratégica, conforme modelo representado na figura 4.4:

(a) Num BSC inicial, é representada uma hipótese da estratégia, que consiste na melhor estimativa dos factores que proporcionarão a performance financeira de longo prazo. O BSC explicita a cadeia de relações causa-efeito que baseiam a hipótese estratégica e que constituem os pressupostos sobre a estrutura do sistema empresarial de recursos.

(b) O modelo BSC orienta a construção dos planos operacionais, de forma consistente com a hipótese estratégica. Estes planos são executados segundo um ciclo de gestão e

aprendizagem operacional em que as decisões de afectação de recursos são revistas com base nos resultados reportados no sistema de controlo operacional.

(c) Paralelamente, o sistema de controlo operacional vai reportando o progresso para o BSC, permitindo que os gestores testem a hipótese estratégica inicial. Este teste processa-se através da validação analítica das relações causa-efeito que sustentaram a estratégia inicial, nomeadamente verificando que determinadas ligações não existem ou não se processam como previsto (Kaplan e Norton 2001a, p 313). Este processo de análise e validação vem suportar a adaptação da estratégia, podendo também proporcionar a inclusão de novos pressupostos (novos factores e relações causa-efeito) que emergem deste processo de análise, seguindo a visão de Mintzberg (1994) da formulação estratégica como um processo emergente e contínuo.

Relativamente a esta última fase do processo, Kaplan e Norton (2001c, pp154) referem:

“Finally a process for learning and adapting the strategy evolves. The initial BSC represents hypotheses about the strategy; at time of formulation it is the best estimate of the actions what would engender long-term financial success. The scorecard design process makes the cause-and-effect linkages in the strategic hypotheses explicit. As the scorecard is put in action and feedback systems begin their reporting on actual results, an organizations can test the hypotheses of its strategy.”

#### **4.4.2 O Mapa Estratégico como uma Ferramenta de Pensamento Sistémico**

Em síntese, os gestores, num processo contínuo, utilizam o sistema de controlo de performance e o mapa estratégico da abordagem BSC, para reflectirem acerca dos pressupostos que foram definidos na estratégia anterior; revêm as relações causa-efeito assumidas e identificam outras; então eles melhoram a sua compreensão acerca do sistema empresarial e uma nova estratégia pode emergir (Kaplan e Norton, 2001a, p316).

Por outras palavras, a abordagem BSC proporciona um processo através do qual os gestores podem explicitar e melhorar os seus modelos mentais acerca do sistema empresarial. Na sequência deste processo, eles adaptam a estratégia da empresa e definem os novos objectivos mediante a simulação dos seus modelos mentais para inferir o comportamento futuro do

sistema empresarial em que estão envolvidos. O mapa estratégico surge assim como uma ferramenta de pensamento sistémico que incentiva os gestores na prática do ciclo duplo de aprendizagem, isto é, os gestores são motivados para experimentarem com mais frequência o ciclo de construção/ revisão dos modelos mentais em lugar do ciclo de decisão heurística (Doyle et al, 2001).

## **4.5 BSC, Aprendizagem e Performance Empresarial**

### **4.5.1 BSC – Uma História de Sucesso**

Kaplan e Norton (1992, 1996a, 2000, 2001a) afirmam que o BSC promove a aprendizagem estratégica dos gestores, conduzindo a uma melhor performance de longo prazo. Adicionalmente, desde que o BSC foi primeiramente introduzido por Kaplan e Norton (1992), muitos livros e artigos têm sido publicados sobre a teoria e prática deste conceito, ilustrando com casos de implementação bem sucedidos em diversas áreas de actividade empresarial.

Além de Kaplan e Norton, muitos outros autores têm vindo a recomendar fortemente a sua implementação, defendendo por exemplo que o BSC encontra-se “among the most significant developments in management accounting” (Atkinson et al, 1997, p 94), ou concluindo que o BSC “is a necessary good for today’s organizations” (Mooraj et al, 1999, p489), ou “...we believe that the balanced scorecard has its place and an important role to play. The concept is an aid in the essential process of arriving at a shared view of the business environment and of the company. It also provides a new foundation for strategic control” (Olve et al, 2000, p 11). “Scorecards and strategy maps will be used as an organizations’ common language for discussing the rationale behind actions” (Olve et al, 2003, p 290).

Mas adicionalmente a este número significativo de recomendações e casos de sucesso reportados, existem também algumas evidências acerca da grande penetração do BSC nas organizações. Algumas pesquisas recentes mostram mesmo que, nas respectivas áreas geográficas, o BSC é neste momento o sistema de controlo de performance mais utilizado, tendo sido adoptado por cerca de 57% das organizações do Reino Unido, 46% dos Estados Unidos da América, 28% na Alemanha e Áustria. (Rigby, 2001; Speckbacher et al, 2003). E segundo os resultados destas pesquisas, grande parte das organizações que usam o BSC estão satisfeitas.

### **4.5.2 Algumas Críticas ao BSC**

Contudo, alguns estudos apontam alguns problemas e limitações da abordagem BSC. Norreklit (2000, 2003) proporciona análises críticas dos pressupostos e conceitos do BSC, as

quais, no essencial, são apresentadas na seguinte forma: “The critique concerns (1) the cause-and-effect relationship and (2) the control model. ... The core of the balanced scorecard is that it contains outcome measures and the performance drivers of outcomes, linked together in cause-and-effect relationships. Yet, there is no such cause-and-effect relationship between some of the suggested areas of measurements...the control model is a hierarchical top-down model not rooted in the environment or in the organization, which makes it questionable as a strategic management tool” (Norreklit, 2003, p616)

Bessire e Baker (2005) efectuaram uma análise crítica sobre o BSC. Os autores concluem que o BSC apresenta limitações, as quais se devem essencialmente ao facto desta abordagem não estar suportada numa teoria coerente e consistente: “A principal limitation of the BSC is its under-theorization. ... the BSC is not based in any well conceived theory of strategy.” Os autores referem ainda que a abordagem trata os conceitos centrais, que consistem nas quatro perspectivas de indicadores, de forma ambígua. “A further area of ambiguity concerning the BSC lies in the choice of its four strategic components” (Bessire e Baker, 2005, p652). Finalmente, os autores concluem que os contributos efectivos desta abordagem consistem na perspectiva causal em torno dos objectivos e estratégia e no impacto na aprendizagem organizacional. “The contribution of the BSC, in the end, lies not in the tool itself, but in the attention it devotes to organizational learning and to understanding the relationship between objectives and strategies.” (Bessire e Baker, 2005, p662).

### **4.5.3 Porque Falham Algumas Implementações do BSC**

A inadequada definição e utilização dos indicadores de performance tem sido apontada por alguns autores como a causa principal do insucesso da aplicação do BSC (Lingle e Schiemann, 1996; Stivers et al, 1998; Ittner e Larcker, 1998; 2003; Olve et al, 2000).

Stivers et al (1998), numa pesquisa que efectuaram sobre a utilização de indicadores não financeiros baseada em questionários apresentados a gestores de topo de 300 empresas dos Estados Unidos e Canadá, verificaram que os indicadores utilizados eram essencialmente referentes à perspectiva dos clientes, e que muitos desses indicadores não eram efectivamente utilizados na gestão de topo. “That is, a larger number of companies are collecting data that are not being used by managers in the planning process. ..it may be that managers need help

in learning how to use the information in the strategic planning process.” (Stivers et al, 1998, p49)

Ittner e Larcker (1998, p218), como resultado de uma pesquisa baseada nas respostas de directores de qualidade de 27 empresas, verificaram que 74% tinham necessidade de demonstrar as consequências financeiras das suas iniciativas, mas apenas 29% conseguiam relacionar directamente os indicadores de qualidade com os indicadores financeiros.

Semelhantes conclusões foram referidas por Malmi (2001). No âmbito de uma pesquisa para examinar a forma como organizações utilizavam o BSC, a qual foi baseada em entrevistas a 17 empresas finlandesas que adoptaram o BSC, o autor observou que o BSC era utilizado de duas maneiras: uma consistia num método para gestão por objectivos; outra era usar o BSC como um sistema de informação. Esta pesquisa mostrou igualmente que o conceito de ligar os indicadores numa cadeia de causa-efeito, não era aplicado nem bem compreendido pelas empresas pesquisadas. Na sequência desta constatação, Malmi (2001) refere: “It appears that the resulting measures and perspectives are fairly independent, lacking the currently suggested cause-and-effect logic. ... The issue of whether the adoption of BSCs and an attempt to construct measures based on assumed cause and effect relationships has an impact on organizations’ strategies should be studied.” (Malmi, 2001, p217).

Semelhantemente, a pesquisa conduzida por Speckbacher et al (2003), com base nas respostas a um questionário de 174 empresas da Alemanha e Áustria, mostrou que cerca de metade das empresas que estavam usando o BSC, não identificavam os indicadores em cadeias de relação causa-efeito, mas, por outro lado, mais de dois terços ligavam o BSC a sistemas de recompensa de recursos humanos. “... and only every second BSC applicant uses cause-and-effect chains. Interestingly, more than two-thirds of the users linked their reward system to the BSC, which proves that many firms do not see cause-and-effect chains as a prerequisite for a BSC-based reward system.” (Speckbacher et al, 2003, p381).

Ittner e Larcker (2003) referem alguns erros cometidos na definição e utilização dos indicadores de performance, tais como: indicadores não articulados com a estratégia; indicadores não relacionados com a performance financeira futura; as relações causais entre os indicadores não são sistematicamente validadas; medições incorrectas.

Nesse estudo, em particular, Ittner and Larcker (2003) reportaram que apenas algumas das organizações pesquisadas construíam e testavam de forma consistente modelos causais para suportar a definição dos indicadores de performance, e que essas organizações apresentavam uma melhor performance.

“In our survey of 157 companies, only 23% consistently built and verified causal models (diagrams laying out the cause-and-effect relationships between the chosen drivers of strategic success and outcomes). Yet those 23%, on average, had 2.95% higher ROE than companies that did not use causal models.” (Ittner and Larcker, 2003, p 91).

Mas diversos autores têm vindo a indicar a complexidade dinâmica própria dos sistemas empresariais, como uma das causas para o referido insucesso (por exemplo Roy e Roy, 2000; Akkermans e van Oorschot, 2005). Esta complexidade dinâmica (ver capítulo 3.2), em maior ou menor grau, deve-se ao facto de, em sistemas empresariais, muitos indicadores indutores de performance estarem associados a variáveis que por sua vez se relacionam directa e indirectamente com muitas outras (ou com as próprias) numa rede complexa de interligações, cuja evolução no tempo não é óbvia para os decisores, nomeadamente devido a não linearidades, subjectividades (como sucede no tratamento dos recursos intangíveis), efeitos de retorno (“feedback”) e, atrasos entre acções e respostas. Como forma de ultrapassar estas limitações da concepção e utilização do BSC, alguns autores (por exemplo, Akkermans e van Oorschot, 2005) têm vindo a propor metodologias baseadas em ferramentas da dinâmica de sistemas.

#### **4.5.4 Investigação sobre o Impacto do BSC na Performance Empresarial**

Ittner e Larcker (1998) referem o seguinte: “...the use and performance consequences of these [BSC] measures appear to be affected by organizational strategies and the structural and environmental factors confronting the organization. Future research can make a significant contribution by providing evidence on the contingency variables affecting the predictive ability, adoption and performance consequences of various non-financial measures and balanced scorecards.” Ittner e Larcker (1998, p 223-224).

Não obstante a chamada de atenção destes autores, não existem muitos estudos empíricos que suportem a afirmação sobre os impactos positivos do BSC na aprendizagem e performance.

#### **4.5.4.1 Pesquisas que Mostraram um Efeito Positivo**

Algumas pesquisas têm sido conduzidas para estudar a influência da utilização da abordagem BSC na performance empresarial. Os resultados obtidos em algumas dessas pesquisas sugerem que a adoção do BSC tem um impacto positivo na performance empresarial.

Frigo e Krumwiede (1999) identificaram algum efeito positivo do BSC no funcionamento das organizações, pois conferia uma melhoria da performance através de um processo de decisão mais equilibrado.

Hoque e James (2000), numa pesquisa que incidiu sobre 66 empresas australianas, descobriram que a utilização do BSC estava associada a melhores níveis de performance.

Davis e Albright (2004), num estudo acerca do desempenho relativo de diferentes unidades (balcões) de um banco americano, verificaram que aquelas que utilizavam o BSC, comparativamente às que usavam sistema tradicionais, mostravam uma melhor performance.

Para além do impacto na performance económica, outras pesquisas mostram alguns outros benefícios. Campbell et al (2003), numa pesquisa baseada em informação recolhida de uma cadeia de lojas de conveniência, mostraram como indicadores de performance e as ligações entre esses indicadores podiam ser úteis para analisar e rever a estratégia da empresa.

Malina e Selto (2001), com base em entrevistas e informação recolhidas de diversas divisões de uma grande empresa industrial, obtiveram resultados que evidenciam a efectividade do BSC como um sistema de planeamento e controlo de gestão, e como uma ferramenta de comunicação de estratégia.

Sandt et al (2001), numa pesquisa baseada em respostas de directores gerais de 254 empresas alemãs, descobriram que o sistema de controlo de performance do BSC proporcionava uma maior satisfação aos gestores na tarefa de planeamento e controlo de performance de gestão.

Banker et al (2000), numa pesquisa que incidiu sobre uma cadeia de hotéis, mostraram que a utilização de um sistema de performance BSC conduziu a um incremento da satisfação dos clientes através da implementação de um sistema de incentivos baseado em indicadores não financeiros.

#### **4.5.4.2 Pesquisas que não Mostraram um Efeito Positivo**

Ittner et al (2003b), numa pesquisa que incidiu sobre 140 empresas financeiras americanas, examinaram a relação entre características do sistema de controlo de performance estratégica e o desempenho económico, e verificaram que as empresas que utilizavam o BSC experimentavam uma maior satisfação na utilização do sistema de controlo de performance, mas não exibiam melhor desempenho económico.

“Although recent practitioner publications promote the benefits of balanced scorecards and economic value measures by citing surveys on measurement system satisfaction, we find no evidence that these higher satisfaction levels translate into improved financial performance. Second, the descriptive statistics on the use of the various performance measure categories and business modelling practices by adopters and non-adopters of balanced scorecards indicate that many firms that claim to have implemented this technique have not fully adopted Kaplan and Norton’s prescriptions. Future studies will need to devise improved methods for eliciting what firms mean by a balanced scorecard and how this information is actually being used.” (Ittner et al, 2003b, p 741).

Maiga e Jacobs (2003) desenvolveram um estudo empírico sobre o impacto na performance da utilização das abordagens BSC e ABC (Activity Based Costing), mediante o envio de questionários a empresas. Os resultados obtidos do tratamento dos 83 questionários devolvidos, não permitiram concluir sobre o impacto do BSC na performance, embora sugerissem alguma complementaridade com a abordagem do ABC.

No estudo empírico conduzido por Hendricks et al (2004), que envolveu a resposta de 179 empresas canadianas, os autores não encontraram um impacto significativo da implementação da abordagem BSC na performance: “We also considered performance following the implementation of a BSC. We measured and tested the abnormal financial performance for adopters up to three years after the BSC was implemented. Our preliminary tests on a subset

of the overall sample did not reveal significant performance improvements in ROS or ROA after implementation.” (Hendricks et al, 2004, p6). Na sequência desta pesquisa, os autores referem ainda que “...we believe that there has not been enough research effort focused on understanding BSC implementation and performance issues.” (Hendricks et al, 2004, p6).

Braam e Nijssen (2004), com base nas respostas de 41 empresas “business to business”, desenvolveram uma pesquisa sobre a influência da utilização do BSC na performance empresarial com o propósito de melhor compreender quais as formas mais efectivas de conceber e utilizar esta abordagem. Os autores testaram duas formas de utilizar a abordagem BSC. A primeira, que denominaram de “measurement-focused-BSC - the usage of the BSC as a comprehensive performance measurement system”, consiste na utilização do BSC apenas como um sistema de controlo de performance, onde a informação de gestão é reportada com base num conjunto de indicadores definidos segundo as quatro perspectivas do BSC. Na segunda, que denominaram de “strategy-focused-BSC” consiste na utilização completa da abordagem estratégica do BSC, conforme recomendação de Kaplan e Norton (2001a), isto é, como um processo contínuo de gestão da estratégia e performance. Os resultados empíricos obtidos pelos autores mostram que a adopção do BSC apenas como um sistema de controlo de performance não implica automaticamente um aumento da performance. Pelo contrário, as empresas observadas que adoptaram o BSC nesta forma de utilização apresentavam em média uma pior performance. Por outro lado, Braam e Nijssen (2004) verificaram que quando o BSC era utilizado na forma completa, isto é, como uma ferramenta de gestão estratégica e de performance (“strategy-focused-BSC), a adopção do BSC influenciava positivamente a performance.

“..using overall company performance as the dependent variable, we find that the effect of measurement-focused-BSC use was significant but negative. The effect of strategy-focused-BSC use on overall company performance was significant and positive ...” Braam e Nijssen (2004, p344).

#### **4.5.4.3 Pesquisas Baseadas em Simulação**

Muitas das pesquisas mencionadas anteriormente apresentam algumas limitações na medida em que se suportam em questionários enviados a empresas. O problema inerente a este método, consiste em não existir normalmente um controlo perfeito sobre as variáveis

independentes e dependentes, nomeadamente se as empresas efectivamente utilizam o BSC na forma como reportam, ou se existem muitas outras variáveis não consideradas e que eventualmente também tenham impacto na performance.

Uma forma de ultrapassar estas desvantagens, consiste em basear e pesquisa em experiências laboratoriais através da simulação de gestão empresarial. Alguns estudos empíricos baseados em simulação foram desenvolvidos com o objectivo de testar os efeitos da utilização do sistema de controlo de performance do BSC na performance empresarial. Ritchie-Dunham (2001) numa experiência de simulação em que sujeitos interagem com um simulador baseado num modelo de dinâmica de sistemas, observou que a variável “semelhança da estrutura dos modelos mentais” dos sujeitos relativamente à estrutura do simulador, mediava positivamente o impacto da utilização do BSC (como um sistema de controlo de performance) na performance. Ou seja, a utilização do BSC como um sistema de controlo de performance (cuja estrutura de indicadores era mais semelhante à estrutura do sistema empresarial em causa), influenciava positivamente a semelhança dos modelos mentais, e esta variável influenciava positivamente a performance.

Strohhecker (2004) desenvolveu uma experiência de simulação com o objectivo de explorar o impacto na performance da gestão através da utilização da informação de controlo do BSC. Os resultados deste estudo, contrariamente aos de Ritchie-Dunham (2001), sugerem que a utilização do BSC como um sistema de controlo de gestão tem uma influência negativa na performance

#### **4.5.5 BSC, Aprendizagem e Performance – Afinal, Qual a Relação ?**

Os pressupostos da abordagem estratégica do BSC, tal como apresentados por Kaplan e Norton (1992, 1996a, 2000, 2001a), sugerem que o BSC enquadra-se no modelo conceptual de aprendizagem e decisão estratégica apresentado no capítulo 3.15 (figura 4.5). A utilização do mapa estratégico configura um ferramenta de pensamento sistémico que promove a reflexão sobre os conceitos/indicadores relevantes da envolvente e respectivas relações causais. O sistema de controlo de performance, através de uma estrutura de indicadores críticos semelhante à estrutura relevante do sistema contexto, proporciona a informação essencial sobre o comportamento dinâmico da envolvente empresarial. A conjugação destas

duas componentes da abordagem BSC, promove o aperfeiçoamento dos modelos mentais dos decisores, o que, por sua vez, mediante um processo mais efectivo de tomada de decisão estratégica, vai conduzir a uma melhor performance de longo prazo.

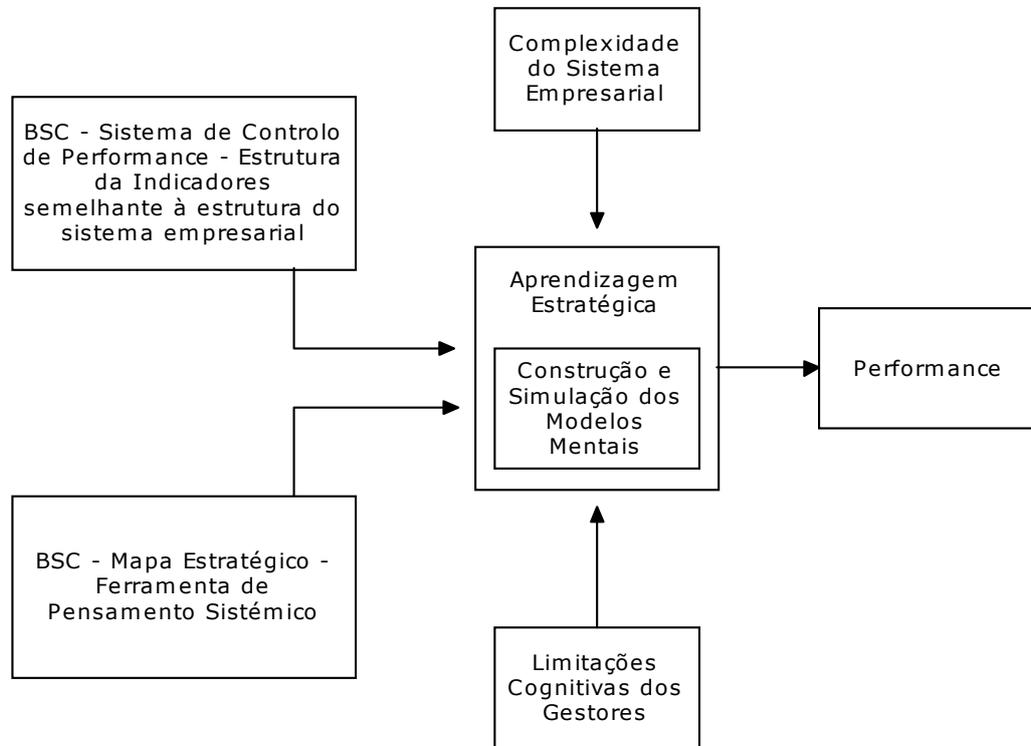


Figura 4.5 O BSC e o modelo conceptual de aprendizagem, decisão performance

Fonte: Autor

A investigação empírica acerca das implicações na performance empresarial da utilização da abordagem BSC é ainda escassa. As pesquisas efectuadas até à data e referidas anteriormente não permitem confirmar os efeitos propostos por Kaplan e Norton (1992, 1996a, 2000, 2001a) de melhoria de aprendizagem dos gestores e da performance empresarial. Mesmo as pesquisas que evidenciam um impacto do BSC na performance económica, raramente explicam de forma concreta a razão de tal efeito.

De facto, até à presente data, nenhuma pesquisa foi desenvolvida acerca do impacto da abordagem estratégica do BSC (ciclo de revisão do mapa estratégico, implementação da estratégica e gestão operacional) na aprendizagem de gestores e performance. Adicionalmente, os resultados contraditórios evidenciados por muitas pesquisas anteriores

sobre a influência do BSC na performance, chamam a atenção para a necessidade de procurar respostas e explicações para esta questão.

Atendendo a que investimentos significativos continuam a ser efectuados nas organizações em todo o mundo, no pressuposto de que a utilização do sistema BSC têm um efeito positivo na aprendizagem dos gestores e na performance da gestão empresarial, e que a investigação desenvolvida até à data ainda não proporcionou suporte para esta hipótese, é importante procurar obter evidências sobre a ocorrência desses benefícios como consequência da implementação da abordagem estratégica BSC.

## Parte III - Hipóteses de Investigação e Considerações Metodológicas

### 1. Hipóteses de Investigação

#### 1.1 Questões de Investigação

As questões de investigação enquadram-se no seguinte modelo global de relacionamento apresentado no capítulo 3.1.5 da parte II.

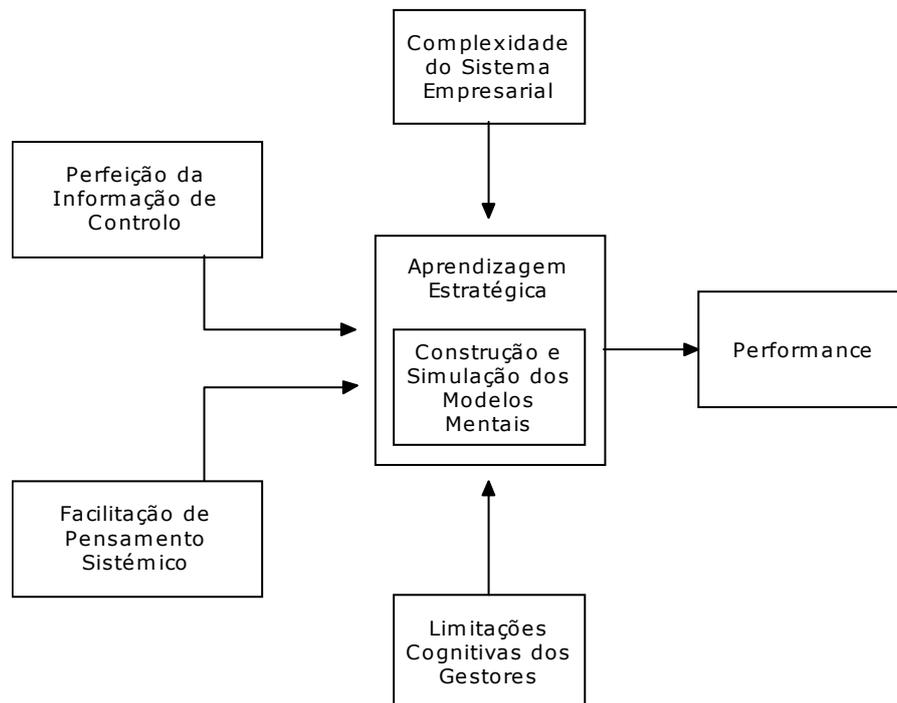


Figura 1.1 – Modelo conceptual global

As decisões são resultado da aplicação de políticas e estratégias, que por sua vez são governadas por modelos mentais que consistem nas crenças dos gestores sobre as redes de causalidade do sistema onde estão envolvidos (Forrester, 1961). O processo de aprendizagem estratégica e decisão desenvolve-se segundo um ciclo duplo (Argyris, 1985), que envolve a construção/revisão dos modelos mentais dos decisores sobre a realidade empresarial (Serman, 2000).

A semelhança entre a estrutura dos modelos mentais e a estrutura do sistema externo é uma condição desejável e indutora da performance (Rowe e Cooke, 1995; Stout et al, 1996;

Wyman e Randel, 1998; Van Engers, 2001; Ritchie-Dunham, 2001; Yang, 2002; Van Boven, 2003; Gray e Wood, 2005).

Os modelos mentais dos decisores tendem a ser imperfeitos perante envolventes dinamicamente complexas (Sterman, 2000). Tal situação ocorre devido a limitações cognitivas dos decisores (Simon, 1982; Sterman, 2000; Doyle et al, 2001).

Os gestores interagem com a envolvente através de sistemas de controlo de performance que captam o essencial acerca do comportamento do sistema empresarial. O processo de construção dos modelos mentais é influenciado pela qualidade desta informação (Sterman, 1994, 2000; Vandenbosch e Higgins, 1995, 1996; Doyle et al, 2001; Ritchie-Dunham, 2001).

O processo de construção dos modelos mentais pode ser facilitado mediante técnicas e ferramentas que promovem o pensamento sistémico (Senge, 1990), tais como: construção de mapas cognitivos/diagramas causais (Checkland, 1981; Senge et al, 1994; Eden e Ackermann, 1998), diagramas de stock e fluxos (Forrester, 1961), ou na modelação e simulação por computador (Forrester, 1961; Morecroft e Sterman, 1994).

Em síntese, a performance é condicionada pela semelhança entre os modelos mentais e o sistema empresarial; a complexidade dinâmica do sistema e as limitações cognitivas dos decisores constituem condicionantes do processo de construção dos modelos mentais; que por sua vez pode ser facilitado por ferramentas de pensamento sistémico e pela utilização de informação adequada de controlo.

## 1.2 Compreensão da Complexidade Dinâmica

Algumas questões tratadas na presente tese relacionam-se com as limitações cognitivas de decisores face à complexidade dinâmica. A reduzida performance observada quando sujeitos interagem com envolventes dinamicamente complexas, tem sido explicada pela deficiente compreensão da dinâmica do sistema por razões relacionadas com as limitações cognitivas dos decisores (Serman, 2000).

Diversos estudos empíricos conduzidos para explorar a compreensão de decisores sobre determinadas fontes de complexidade dinâmica (Sweeney e Serman, 2000; Serman, 2002; Armenia et al, 2004; Fisher, 2003; Kainz e Ossimitz, 2002; Kapmeier, 2004; Lyneis e Lyneis, 2003; Ossimitz, 2002; Zarara, 2003), não mostraram um padrão consistente de desempenho, nomeadamente quando relacionado com variáveis demográficas.

O objectivo da pesquisa conduzida na presente tese sobre este tema, consiste na exploração do grau de compreensão de sujeitos sobre diferentes fontes de complexidade dinâmica, eventual impacto de características demográficas e comparação com os resultados obtidos em estudos semelhantes efectuados em outras universidades. Algumas hipóteses a testar são:

***Hipótese H1** – Tal como observado em pesquisas anteriores, o grau geral de compreensão dos sujeitos sobre a complexidade dinâmica é baixo.*

***Hipótese H2** – O grau de compreensão depende das fontes de complexidade dinâmica presentes.*

***Hipótese H3** – As características demográficas dos sujeitos influenciam o grau de compreensão da complexidade dinâmica.*

### 1.3 Abordagem Estratégica do BSC

Um conjunto de questões centrais do presente estudo relaciona-se com os hipotéticos benefícios da abordagem estratégica BSC, tal como são apresentados pelos respectivos autores. Segundo Kaplan e Norton (2001a), a abordagem BSC constitui uma ferramenta de suporte à aprendizagem e decisão estratégica, proporcionando o que Argyris (1999) denomina de ciclo duplo de aprendizagem (figura 1.2), o qual facilita a aprendizagem estratégica dos gestores e conduz a uma melhor performance.

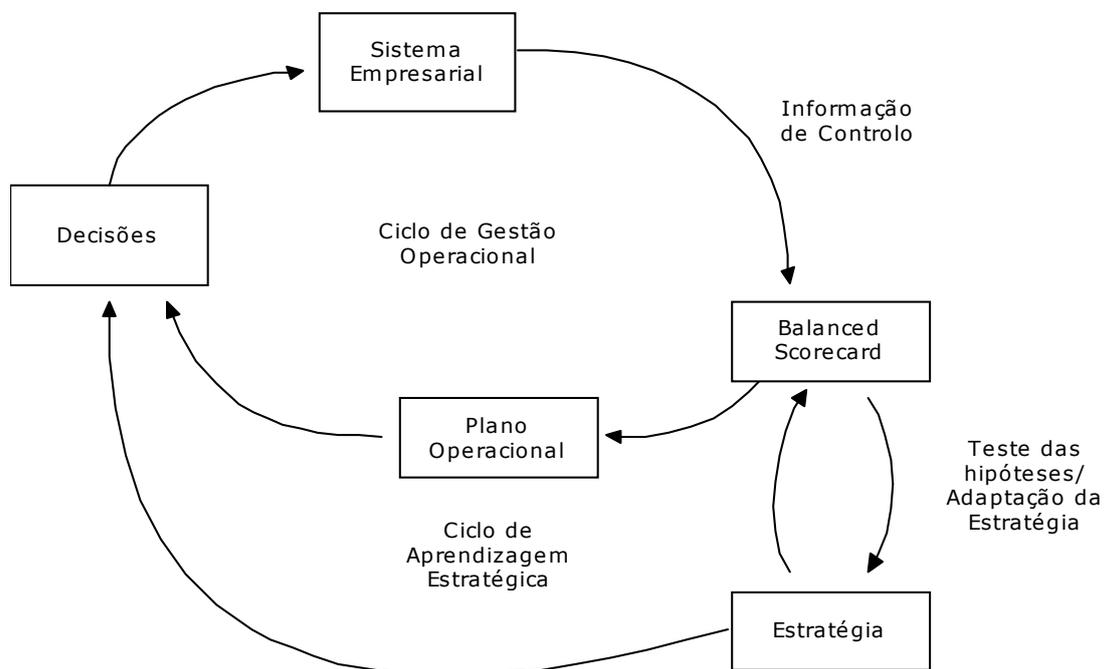


Figura 1.2 Ciclo duplo de aprendizagem do BSC

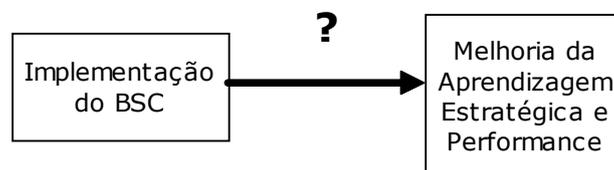
Fonte: adaptado de Kaplan e Norton (2001a, p275)

A abordagem BSC enquadra-se no modelo conceptual global da figura 1.1:

(a) o mapa estratégico, na forma de um mapa cognitivo/ diagrama causal, explicita, de forma compreensível, a articulação entre a visão estratégica e as acções através de uma cadeia de ligações causa-efeito, constituindo uma ferramenta facilitadora da construção dos modelos mentais dos gestores;

(b) o sistema de controlo de performance do BSC, baseado num conjunto de indicadores que se focalizam e são consistentes com uma determinada estratégia (mapa estratégico) e que são identificados segundo a perspectiva financeira, perspectiva dos clientes, perspectiva dos processos internos e perspectiva da aprendizagem e crescimento, proporciona informação estruturada e essencial sobre comportamento da empresa, de uma forma que permite testar, validar e rever a hipótese estratégica (mapa estratégico).

Pesquisas empíricas recentes referidas no capítulo 4.5 da parte II (Frigo e Krumwiede, 1999; Hoque e James, 2000; Banker et al, 2000; Sandt et al, 2001; Malina e Selto, 2001; Ritchie-Dunham, 2001; Ittner et al, 2003b; Campbell et al, 2003; Maiga e Jacobs, 2003; Davis e Albright, 2004; Hendricks et al, 2004; Braam and Nijssen, 2004; Strohhecker, 2004) investigaram o impacto da adopção do BSC na performance das empresas. Os resultados dessas pesquisas não são consistentes entre si, mostrando alguns que, na prática, não são atingidos os efeitos esperados de melhoria da aprendizagem e performance propostos por Kaplan e Norton (1992, 1996a, 2000, 2001a). Por conseguinte, importa procurar respostas para a seguinte questão:



O objectivo deste estudo consiste em testar o impacto do BSC na aprendizagem dos gestores sobre sistemas empresariais dinâmicos, e como esta aprendizagem influencia a performance de longo prazo, com vista a contribuir para melhorar a compreensão sobre os efeitos desta abordagem na gestão empresarial e sobre a forma de a utilizar efectivamente.

Para isso, será desenvolvido um estudo empírico e de forma integrada sobre o impacto da abordagem estratégica do BSC na construção dos modelos mentais dos gestores e na performance.

A questão subjacente à concepção do modelo de hipóteses (figura 1.3) é a seguinte:

*Em que medida é que os modelos mentais dos gestores são influenciados pela estrutura de informação de controlo do BSC e pelo processo de revisão do mapa estratégico do BSC, e de que maneira os modelos mentais influenciam a performance empresarial ?*

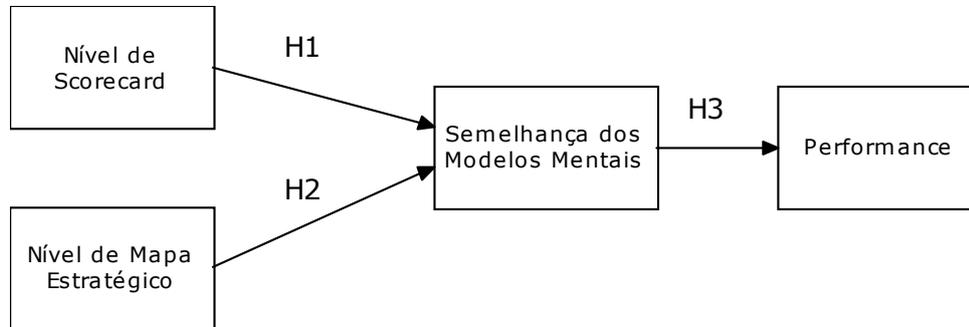


Figura 1.3 – Modelo de hipóteses do estudo sobre o impacto da abordagem estratégica do BSC na aprendizagem e performance

### **1.3.1 Semelhança dos Modelos Mentais**

O conceito de “modelos mentais” (Craik, 1943; Johnson-Laird, 1983; Doyle e Ford; 1998, 1999) assume um papel central na presente pesquisa. Os gestores formam modelos mentais sobre a forma como sistemas empresariais funcionam. As decisões dos gestores baseiam-se nesses modelos mentais (Forrester, 1961; Sterman, 2000). A aprendizagem estratégica dos gestores é vista como o aperfeiçoamento dos modelos mentais do gestores ao longo da interação com o sistema empresarial num processo em ciclo duplo de aprendizagem e decisão (Argyris, 1999, Sterman, 2000).

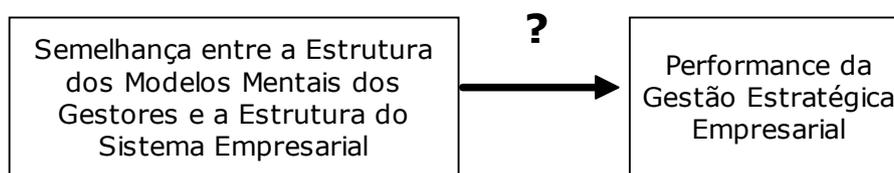
O conceito de “semelhança do modelo mental” considerado no modelo de hipóteses, consiste na medida do grau de semelhança entre a estrutura exteriorizada do modelo mental do decisor e a estrutura relevante de referência do sistema empresarial envolvente (Schwanefeld, 1990; Goldsmith e Davenport, 1990; Rowe and Cooke, 1995). Se o gestor tem uma maior semelhança do modelo mental, isto significa que tem um conhecimento mais preciso acerca da envolvente de decisão.

O modelo de hipóteses visa testar:

*se a abordagem BSC proporciona um processo através do qual os gestores podem explicitar e aperfeiçoar/aproximar os seus modelos mentais acerca do sistema empresarial; e se uma maior semelhança dos modelos mentais confere uma melhor performance.*

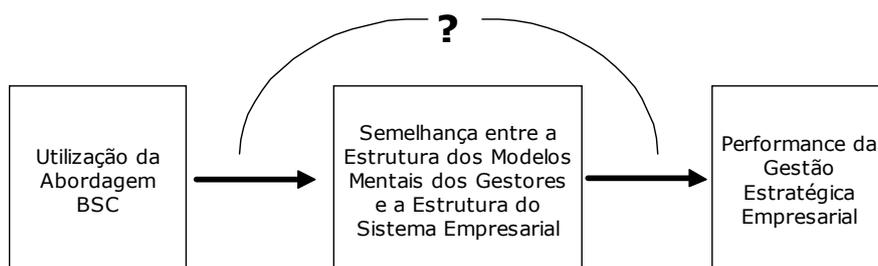
Uma componente da questão de base da presente investigação relaciona-se com o eventual impacto dos modelos mentais dos gestores na performance da gestão estratégica empresarial. No capítulo 2.3 da parte II, foram referidos diversos estudos empíricos que mostram que, quando os modelos mentais das pessoas exibem uma estrutura mais semelhante à estrutura do sistema externo, essas pessoas têm tendência para apresentar um melhor desempenho na tarefa.

Grande parte desses estudos, baseava-se em tarefas que envolviam a interacção com sistemas físicos (Rowe e Cooke, 1995; Stout et al, 1996; Wyman e Randel, 1998). Poucas pesquisas têm sido desenvolvidas com o propósito de investigar o impacto dos modelos mentais na performance da gestão estratégica empresarial (Ritchie-Dunham, 2001; Gray e Wood, 2005).



**Hipótese 3:** *A Semelhança dos Modelos Mentais influencia positivamente a Performance da gestão estratégica empresarial.*

Por outro lado, o modelo de hipóteses sugere um efeito de mediação dos modelos mentais no impacto da utilização do BSC na performance.



***Hipótese 4:** A Semelhança dos Modelos Mentais tem um efeito mediador no impacto do Nível de Scorecard e do Nível de Mapa Estratégico na Performance da gestão estratégica empresarial.*

### **1.3.2 Nível de Scorecard**

A variável Nível de Scorecard representa a intensidade ou nível de utilização do Balanced Scorecard com um sistema de controlo de performance no processo de revisão e implementação da estratégia, isto é, em que medida é que os gestores, no processo de decisão estratégica, são informados sobre o estado do sistema empresarial através de um conjunto de indicadores organizados de acordo com as quatro perspectivas do BSC.

A qualidade da informação de gestão influencia positivamente a construção dos modelos mentais (Vandenbosch e Higgins, 1995, 1996; Sterman, 2000; Doyle et al, 2001; Ritchie-Dunham, 2001).

A hipótese formulada consiste igualmente em assumir a influência positiva da qualidade da informação de gestão na construção dos modelos mentais (Vandenbosch e Higgins, 1995, 1996; Doyle et al, 2001) e especificamente que a utilização de indicadores com uma estrutura mais semelhante à estrutura relevante do sistema empresarial, implica uma maior semelhança dos modelos mentais dos gestores (Ritchie-Dunham, 2001).

O sistema de controlo de performance do BSC baseia-se numa estrutura equilibrada de indicadores financeiros, e não financeiros e indutores da performance futura, segundo as perspectivas financeira, clientes, processos e aprendizagem e crescimento Kaplan e Norton (1992, 1996a). O BSC proporciona informação mais perfeita na medida em que, comparativamente às estruturas dos sistemas tradicionais de controlo de performance, que são essencialmente baseados em indicadores financeiros, a sua estrutura de indicadores inclui informação adicional relevante para a captação e explicação do comportamento dinâmico do sistema empresarial. Neste pressuposto, a variável Nível de Scorecard pode ser vista como uma medida do grau de perfeição da informação de controlo pois representa igualmente o

grau de aproximação entre o conjunto de indicadores do sistema de controlo de performance e a estrutura relevante do sistema empresarial.

Na presente pesquisa, a questão associada a este conceito é a seguinte:

*Será que os gestores melhoram a sua aprendizagem estratégica, quando interagem com os sistemas empresariais em que estão envolvidos, através do sistema de informação de controlo do BSC, cuja estrutura de indicadores é mais semelhante à estrutura relevante do sistema empresarial?*

Esta questão conduz à formulação da seguinte hipótese:

***Hipótese 1: O Nível de Scorecard influencia positivamente a Semelhança dos Modelos Mentais.***

### **1.3.3 Nível de Mapa Estratégico**

O Nível de Mapa Estratégico representa a intensidade ou nível de utilização da ferramenta mapa estratégico da abordagem “BSC, para suporte do processo de revisão e implementação da estratégia, isto é, em que medida é que os gestores, no processo de decisão estratégica, utilizam o mapa estratégico para definirem e reverem os pressupostos estratégicos.

A construção/ revisão de mapas cognitivos/ diagramas causais para representação da estrutura do sistema empresarial, promove e facilita a sua compreensão (Checkland, 1981; Senge et al, 1994; Eden e Ackermann, 1998).

O mapa estratégico do BSC, sob a forma de um mapa cognitivo/ diagrama causal, representa a estrutura do sistema empresarial, ligando os indicadores de performance numa cadeia causal, e suporta os gestores na tradução, teste e comunicação da sua compreensão acerca do contexto empresarial (Kaplan e Norton, 2000, 2001a).

Por outras palavras, o processo de construção e revisão do mapa estratégico consiste numa ferramenta de pensamento sistémico (Senge e Sterman, 1994) que, por um lado, “desafia” os

gestores na utilização mais frequente dos ciclos de construção, revisão e simulação dos modelos mentais em lugar do ciclo de decisão heurística, e, por outro lado, ajuda também os gestores a ultrapassar ou atenuar as suas limitações cognitivas (Doyle et al, 2001).

A questão associada a este conceito é a seguinte:

*Será que os gestores melhoram a sua aprendizagem estratégica, quando ao longo da interação com os sistemas empresariais em que estão envolvidos, aplicam o processo de definição e revisão do mapa estratégico do BSC ?*

Esta questão conduz à formulação da seguinte hipótese:

***Hipótese 2: O Nível de Mapa Estratégico influencia positivamente a Semelhança dos Modelos Mentais.***

#### **1.3.4 Performance na Gestão Estratégica Empresarial**

No modelo de hipóteses considerado, a Performance representa o nível de desempenho da tarefa de gestão estratégica, mediante a criação de valor pela empresa. Para este efeito considera-se uma medida correntemente utilizada para estimar o valor anual criado que é o lucro económico (Copeland, Koller and Murrin, 2000, p150) ou EVA - Economic Value Added (Young, 2000).

## **2. Considerações Metodológicas**

### **2.1 Compreensão da Complexidade Dinâmica**

Com o objectivo de explorar a compreensão de sujeitos sobre determinados conceitos básicos de dinâmica de sistemas, tais como stocks e fluxos, atrasos e retornos, são aplicados um conjunto de exercícios simples que tratam de forma objectiva os referidos conceitos.

Um dos principais objectivos do presente estudo consiste em efectuar comparações com resultados obtidos em outras pesquisas. Consequentemente, para permitir essa comparação, a metodologia aplicada na condução deste estudo empírico é semelhante à utilizada nas restantes pesquisas (Sweeney e Sterman, 2000; Sterman, 2002; Armenia et al, 2004; Fisher, 2003; Kainz e Ossimitz, 2002; Kapmeier, 2004; Lyneis e Lyneis, 2003; Ossimitz, 2002; Zarara, 2003).

Os quatro exercícios a aplicar, e respectivos procedimentos, são baseados nas pesquisas conduzidas por Sweeney e Sterman (2000), e Sterman (2002). Os exercícios 1, 2 e 3 foram baseados respectivamente nos exercícios “Bath Tub Task 1”, “Cash Flow Task 2” e “Manufacturing Case” concebidos e aplicados por Sweeney e Sterman (2000). O exercício 4 baseia-se no “Department Store Task” de Sterman (2002).

## **2.2 Ambiente da Experiência sobre a Abordagem BSC**

### **2.2.1 Investigação Baseada em Simulação**

#### **2.2.1.1 Razões de Opção**

Pesquisas anteriores evidenciam um impacto do BSC na performance económica mas raramente explicam de forma concreta a razão de tal efeito. Na presente pesquisa, pretende-se investigar o impacto do BSC na performance através do efeito desta abordagem na aprendizagem dos gestores, conforme sugerido pelos respectivos autores (Kaplan e Norton, 2001a).

Para testar empiricamente e estatisticamente o impacto da abordagem BSC na aprendizagem dos gestores e na performance de longo prazo das organizações, seria necessário dispormos de informação de empresas acerca da forma como realmente o BSC foi implementado e utilizado ao longo dos últimos anos, e da evolução do grau de aprendizagem dos gestores e da performance.

Mas também é indispensável obter informação de todas as variáveis independentes que podem de alguma forma ter influenciado a evolução, ao longo do tempo, da aprendizagem e performance das empresas objecto de pesquisa.

As pesquisas anteriores sobre o impacto do BSC na performance apresentam muitas limitações na recolha, controlo e tratamento da informação. Alguns trabalhos baseiam-se essencialmente em questionários enviados a empresas (por exemplo Hoque e James, 2000; Sandt et al, 2001; Ittner et al, 2003b; Maiga e Jacobs, 2003; Hendricks et al ,2004; Braam and Nijssen, 2004). O problema inerente a este método, é que normalmente não existe um controlo perfeito sobre as variáveis, nomeadamente se as empresas efectivamente utilizam o BSC na forma como reportam. Algumas razões da eventual imprecisão desta informação, relacionam-se por exemplo com a efectiva disponibilidade da informação questionada ou com obrigações dos respondentes relativas a confidencialidade.

Contudo, mesmo que se obtivesse a informação desejada e fidedigna de um conjunto alargado de empresas sobre a forma como, ao longo do tempo, as empresas utilizam o BSC ou outro

sistema de planeamento estratégico, assim como os resultados da performance de longo prazo, continuaríamos a lidar com o problema da complexidade do mundo empresarial de hoje, em que uma multiplicidade de variáveis e efeitos dinâmicos afectam a performance das organizações. A recolha e controlo de todas as variáveis independentes que podem afectar de alguma forma a performance de uma dada empresa, é praticamente impossível.

Por exemplo, uma empresa pode ter implementado o BSC, mas, no mesmo período, pode ter simultaneamente implementado inúmeros outros programas na expectativa de melhorar a performance (redesenho de processos de negócio, filosofia ABC, gestão de qualidade total, etc...). Isto é, certamente que a mudança de sistema de controlo de performance estratégica não constitui um acto isolado na gestão das empresas. Muitas outras iniciativas podem ter acontecido nessas empresas ao longo do espaço de tempo em análise, que eventualmente tenham influenciado a aprendizagem e a performance. Nesta situação, não podemos saber qual das iniciativas é responsável pelo comportamento observado na performance.

Adicionalmente, podemos igualmente considerar que a mudança de performance é principalmente originada, não por iniciativas específicas de gestão, mas por muitas outras variáveis da envolvente externa da empresa

No ambiente empresarial actual, os utilizadores do BSC com poder e capacidade para definir e implementar a estratégia, são os gestores de topo.

Uma alternativa às metodologias utilizadas nas pesquisas que têm tratado este tema, as quais foram suportadas em questionários e/ou entrevistas, consiste numa abordagem experimental em laboratório onde sujeitos que assumem o papel de “gestor de topo”, interagem com um ambiente empresarial simulado especificamente criado para a investigação em causa.

Grobler (2001) em relação à utilização de simuladores como instrumentos de investigação refere: “The most prominent reason for using simulators in research is “ecological validity”. Unlike in classical experiments, subjects can - with the help of simulators - be confronted with a real-world problem in a context which is as complex as reality. Because simulators are, however, only a “virtual reality”, experiments can still be conducted within a laboratory (i. e. controlled) setting. Furthermore, simulators allow experimentation without being confronted with real world consequences. They make experimentation possible and useful, when in the

real world situation such experimentation would be too costly or - for ethical reasons - not feasible; or where the decisions and their consequences are too broadly separated in time. Other reasons for the use of simulators are the possibility to replicate the initial situation, and the opportunity to investigate extreme conditions without risk.” (Grobler, 2001, p13).

Contrariamente às pesquisas anteriores, esta metodologia proporciona a vantagem de podermos controlar todas as variáveis independentes e dependentes, o que permite obter uma maior segurança na análise dos resultados.

Adicionalmente, as variáveis do modelo de hipóteses em estudo tornam extremamente difícil, ou mesmo impossível, conduzir esta investigação num sistema real. Uma metodologia baseada em experiências laboratoriais revela-se como a possível e a mais apropriada.

De facto, o presente estudo empírico envolve a exteriorização da estrutura dos modelos mentais dos gestores e comparação desta com a estrutura relevante do sistema empresarial externo, e o registo e análise do impacto das decisões. A operacionalização de uma experiência deste tipo num sistema real, apresenta inúmeras dificuldades que a tornam inviável, nomeadamente pelas seguintes razões:

(a) o processo de tomada de decisão em gestão empresarial desenvolve-se em ciclos de retorno, pois os decisores necessitam ter acesso à informação acerca dos resultados das acções. A condução de experiências sobre um sistema real é extremamente complexo, especialmente quando as decisões e as suas consequências estão separadas por períodos longos de tempo (Pidd, 2003b, p13);

(b) a informação disponível nos sistemas reais é ambígua e imperfeita, provocando confusão nos sujeitos (Isaacs e Senge, 1994), o que prejudica a formação e exteriorização da estrutura dos modelos mentais;

(c) os objectivos da presente pesquisa implicam a replicação das condições da experiência, ou seja, a estrutura do sistema simulado e as condições iniciais repetem-se em cada jogada. Esta característica muito dificilmente se conseguiria obter se a experiência incidisse sobre sistemas reais (Pidd, 2003b, p13);

(d) a estrutura relevante do sistema real não é seguramente conhecida, pelo que, mesmo que extraíssemos os modelos mentais dos gestores, não estaríamos em condições de medir a sua semelhança relativamente ao sistema real.

Face às considerações anteriores, nomeadamente devido à impossibilidade do presente estudo ser conduzido num sistema real, a metodologia adoptada consiste no desenvolvimento de experiências laboratoriais de simulação.

### **2.2.1.2 Laboratório de Estratégia**

A validade do laboratório de simulação pode ser questionada devido à artificialidade do ambiente das experiências. Contudo, esta situação pode ser atenuada mediante o desenho cuidadoso da experiência de forma a que ela seja o mais realística possível.

As experiências são baseadas na utilização de um simulador de gestão empresarial. “Simulation environments are used to assess subjects’ behavior in complex situations and their capability to control such situations; they are used to investigate human decision making in complex situations. In this case, simulators are used as instruments for experimentation: they are means of investigating human cognition” (Grobler, 2004, p263)

Simuladores de gestão (“management flight simulator”), mundo virtuais (“micro world”), ou laboratórios de aprendizagem e pesquisa experimental (“learning lab”), são ambientes interactivos e controlados de decisão baseados em programas informáticos, especificamente desenhados para recriar determinados campos práticos de gestão em que o tempo e espaço são comprimidos (Bakken e outros; 1994, p245).

Estes ambientes de pesquisa ajudam, de forma acelerada, a construir e ajustar os modelos mentais dos decisores sobre o sistema empresarial em causa, porque proporcionam uma reflexão imediata sobre decisões tomadas que na realidade levariam longos períodos de tempo (Bakken e outros; 1994, p247).

Conforme figura 2.1 (Isaacs e Senge, 1994, p274), a experimentação através de um simulador ou sistema virtual permite replicar o essencial do sistema real, eliminado todos os efeitos

geradores de confusão e ambiguidade, o que proporciona um estudo objectivo e controlado do processo de aprendizagem e decisão.

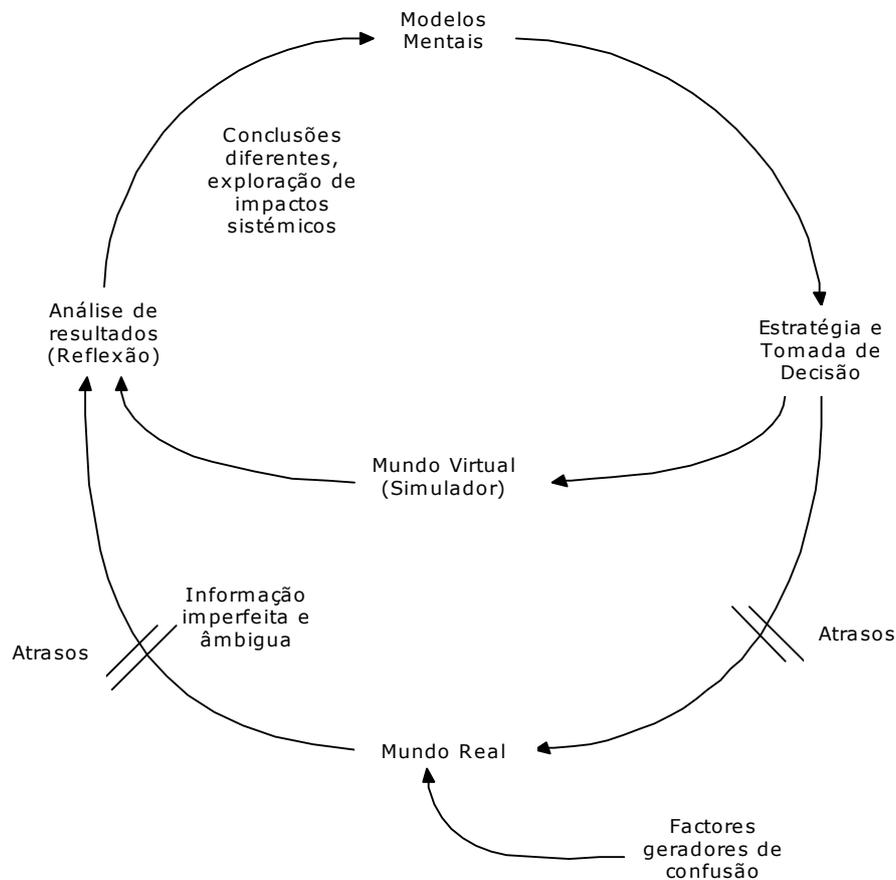


Figura 2.1 – Comparação ciclos de decisão em sistemas reais e virtuais

Fonte: Isaacs e Senge (1994, p274)

Mas uma das principais vantagens, tendo em conta os objectivos do presente estudo, é o facto de conhecermos a estrutura do sistema do simulador, o que viabiliza e facilita a exteriorização e avaliação da semelhança da estrutura dos modelos mentais dos decisores.

A utilização de simuladores de gestão, como instrumentos na investigação sobre a racionalidade humana em processos dinâmicos de decisão, tem sido uma prática frequente e bem aceite na comunidade científica a nível mundial, com especial incidência na área de dinâmica de sistemas (Grobler et al, 2003).

Alguns exemplos destes estudos empíricos, já referidos na presente tese, são Sterman (1989a, 1989b), Paich e Sterman (1993), Diehl e Sterman (1995). Mas dezenas de outros estudos empíricos sobre aprendizagem e decisão em envolventes dinâmicas têm sido suportados em

simuladores. Por exemplo Hsiao e Richardson (1999) fazem uma revisão a 33 estudos realizados entre 1978 e 1997. Grobler et al (2003) descrevem 49 estudos realizados entre 1985 e 2002, tendo sido todos eles conduzidos com simuladores baseados em modelação com dinâmica de sistemas.

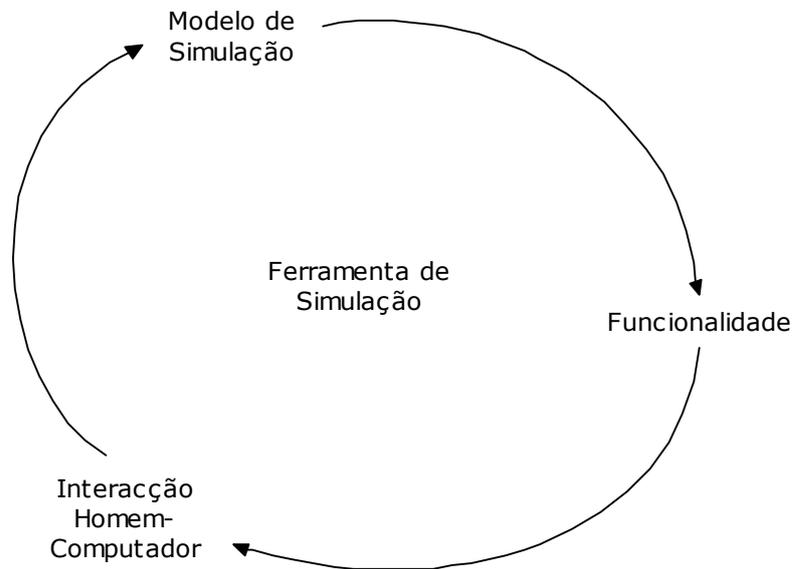


Figura 2.2 – Componentes de um simulador

Fonte: Maier e Grobler (2000, p139)

Os utilizadores de um simulador assumem a função de gestores no sistema empresarial virtual, e decidem sobre as variáveis disponíveis em semelhança aos gestores de uma empresa real. Segundo Maier e Grobler (2000, p139) um simulador de gestão é constituído por um modelo formal de simulação, uma interface homem-computador e uma funcionalidade associada ao jogo ou experiência (conforme representado na figura 2.2).

O modelo formal de simulação determina como as decisões dos utilizadores são processadas e que resultados são produzidos. O utilizador interage com o sistema pela interface homem-computador, através da qual ele conhece o estado do modelo e introduz as decisões. A funcionalidade do simulador consiste em todos os procedimentos do jogo de simulação ou experiência que não estão estabelecidos no modelo nem na interface e inclui por exemplo: período de simulação, tempo entre decisões, a história ou caso em que o jogo de simulação está embebido e respectivos objectivos, procedimentos de utilização, outros procedimentos.

### **2.2.1.3 Variáveis de Controlo**

A literatura sobre a utilização de simuladores como instrumento de investigação, sugere algumas variáveis de controlo que podem influenciar as variáveis dependentes (Hsiao e Richardson, 1999; Grobler et al, 2003), tais como: tempo gasto na tarefa de simulação, complexidade do simulador, clareza das instruções, existência de recompensas, experiência profissional, experiência em simulação e formação base. Por outro lado, a habilidade dos sujeitos na utilização de informática tem-se mostrado irrelevante na performance da tarefa (Trees et al, 1996).

Em particular, a experiência em simulação de gestão, presumivelmente, ajuda os sujeitos a familiarizarem-se mais rapidamente com os ambientes dinâmicos de decisão mediante a exploração das relações entre decisões e resultados (estrutura da tarefa), conduzindo a decisões mais efectivas (Hsiao e Richardson, 1999). Com o objectivo de atenuar este efeito e facilitar a necessária familiarização dos sujeitos com o simulador, antes da simulação definitiva, os participantes do presente estudo executam uma simulação experimental com condições idênticas à definitiva.

### **2.2.2 Modelação e Simulação por Computador**

Segundo Pidd (2003b) um modelo “is an external and explicit representation of part of reality as seen by the people who wish to use that model to understand, to change, to manage, and to control that part of reality.” (Pidd, 2003b, p12)

Simulação por computador envolve a experimentação, através de um programa informático, de um modelo formal representativo de um determinado sistema. “The model is used as a vehicle for experimentation” (Pidd, 2003a, p5).

Bellinger (2004) define simulação, numa perspectiva dinâmica, como uma ”manipulation of a model in such a way that it operates on time or space to compress it, thus enabling one to perceive the interactions that would not otherwise be apparent because of their separation in time or space. ... A simulation generally refers to a computerized version of the model which

is run over time to study the implications of the defined interactions. ... Simulation is a discipline for developing a level of understanding of the interaction of the parts of a system, and of the system as a whole.”

Os modelos de simulação por computador podem ser construídos segundo diversas abordagens. A opção pela abordagem deve considerar: a manipulação da variável tempo; comportamento estocástico ou determinístico das variáveis; evolução discreta ou contínua (Pidd, 2003a, p11).

No presente estudo, a abordagem deve assegurar a simulação dinâmica e contínua do sistema empresarial. De acordo com diversos autores que tratam a modelação de sistemas empresariais, como por exemplo Morecroft (2002) e Warren, (2002a), a dinâmica de sistemas é uma abordagem de modelação e simulação adequada para a representação de sistemas complexos e dinâmicos de recursos. Em conformidade, o ambiente da experiência conduzida na presente pesquisa será baseado na abordagem de modelação e simulação da dinâmica de sistemas.

A continuidade na dinâmica de sistemas é aproximadamente obtida mediante a mudança das variáveis numa sequência de estados do modelo de simulação, separados por um certo intervalo de tempo. Isto é, o período de tempo da simulação é dividido em pequenos intervalos de tempo  $dt$ , sendo efectuada uma “fotografia” do estado do modelo no final de cada  $dt$ . “Using a digital computer one can approximate a continuous simulation by making the time step of the simulation sufficiently small so there are no transitions within the system between time steps.” (Bellinger, 2004).

### **2.2.3 Dinâmica de Sistemas**

A dinâmica de sistemas consiste numa metodologia de modelação e simulação de sistemas por computador, a qual é baseada nos princípios de teoria de controlo de sistemas. A dinâmica de sistemas foi criada inicialmente nos anos 50 por Jay Forrester do MIT, tendo sido consolidada posteriormente através da publicação do livro “Industrial Dynamics” (1961). Esta metodologia tem recebido desde então diversos contributos e tem vindo a ser aplicada nas diversas áreas de conhecimento, nomeadamente na gestão empresarial. Mas foi na última década que assistimos a um enorme incremento da utilização desta metodologia, quer na investigação, quer no campo empresarial, em grande parte motivado pelo desenvolvimento e disponibilização de programas informáticos (Powersim, Stella, Vensim, myStrategy, etc...) que suportam de uma forma muito “amigável” e efectiva, a modelação e simulação com dinâmica de sistemas.

#### **2.2.3.1 Stocks e Fluxos**

Na modelação com dinâmica de sistemas, a estrutura do modelo é baseada em dois conceitos fundamentais: o stock e o fluxo. O stock consiste numa variável de estado do modelo. No sistema objecto de modelação, esta variável representa um conceito que é acumulado de alguma forma. Se a actividade do sistema para, os níveis dos stocks mantêm-se inalterados. O nível de stock não pode ser alterado instantaneamente. A única forma de alterar o nível do stock é através dos fluxos de entrada e saída desse stock que representam a actividade do sistema. A figura 2.3 mostra alguns exemplos de stock's e respectivos fluxos: a base de clientes de uma empresa e respectivos fluxos de angariação e perda, a tesouraria e respectivos fluxos de recebimento e pagamento, os recursos humanos de uma empresa e respectivos fluxos de admissão e demissão, as existências de produtos acabados e respectivos fluxos de produção e expedição.

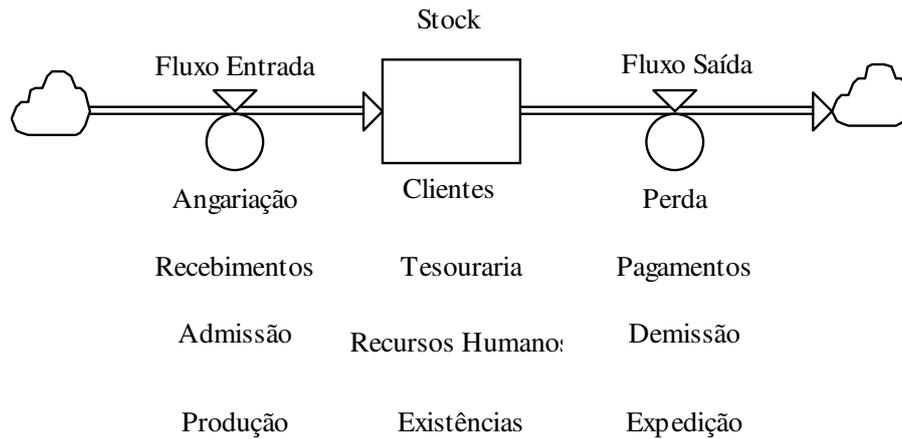


Figura 2.3 – Exemplos de relação stock-fluxos

Fonte: Autor

O símbolo do fluxo inclui no meio uma representação de uma válvula que significa a variável que controla o fluxo, isto é, a variável que controla a actividade do sistema. Os símbolos que se assemelham a uma nuvem e aparecem no início e no final dos fluxos, indicam as fronteiras do sistema que o modelo representa.

### 2.2.3.2 Componentes Auxiliares e Ligações

A linguagem de modelação com dinâmica de sistemas utiliza ainda outros dois elementos auxiliares: componente auxiliar e ligação. A programação de modelos com vista à sua simulação, é suportada por software específico. Na presente tese é utilizado o Powersim versão Studio Expert 2003. A figura 2.4 mostra um exemplo de um modelo simples, construído com esta aplicação informática, onde é possível observar os diversos componentes desta linguagem de modelação.

Este modelo representa um sistema de construção de habitações. O objectivo do modelo consiste em compreender a dinâmica da actividade de construção motivada pela evolução da população. Existem dois stocks: população e casas. Estes stocks apenas sofrem alteração através dos fluxos respectivos (natalidade e mortalidade; construção e demolição). O número de habitantes (população) por casa consiste num exemplo de um componente auxiliar do modelo. Esta informação é processada pela informação proveniente dos stocks de população e

casas, e, por sua vez, é utilizada para a determinação do componente auxiliar “construção devido a disponibilidade de casas”, que vai afectar directamente o fluxo de construção.

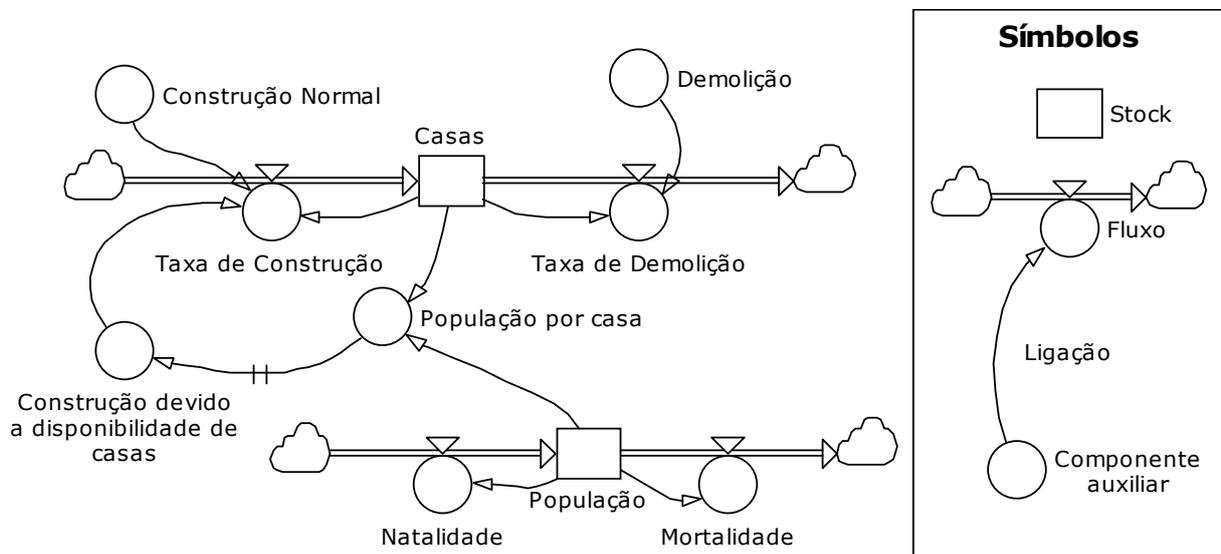


Figura 2.4 – Exemplo de diagrama contendo stock, fluxos, componentes auxiliares e ligações.  
 Fonte: Adaptado de Powersim Software AS (<http://www.powersim.com/>)

O componente auxiliar representa uma fonte de informação externa do sistema, ou um processo de tratamento de informação gerada por stocks, fluxos, ou outros componentes auxiliares. Uma das razões para a utilização de componentes auxiliares consiste em adicionar mais detalhe ao modelo no sentido de o tornar mais visível e perceptível. No modelo representado na figura 2.4, a utilização dos componentes “população por casa” e “construção devido a disponibilidade de casas”, torna visível o impacto da primeira informação na actividade de construção.

O elemento “ligação” estabelece as relações entre dois componentes do modelo (stocks, fluxos ou componentes auxiliares) em termos de comunicação de informação. As ligações no modelo reflectem os pressupostos sobre as relações causais do sistema representado, ou seja, de que depende a actividade do sistema. Uma ligação pode envolver um atraso, isto é, a informação é gerada no componente de origem e é transmitida ao componente destino com um desfasamento temporal.

Na simbologia do Powersim, uma ligação com atraso inclui no meio dois pequenos traços transversais, conforme representado na figura 2.4 na ligação entre os componentes auxiliares “população por casa” e “construção devido a disponibilidade de casas”.

O princípio fundamental desta metodologia é que a actividade do modelo é exclusivamente assegurada pelos fluxos. As ligações transmitem informações dos stocks, fluxos e componentes auxiliares, que são processadas com o propósito final de determinar os fluxos dos stocks.

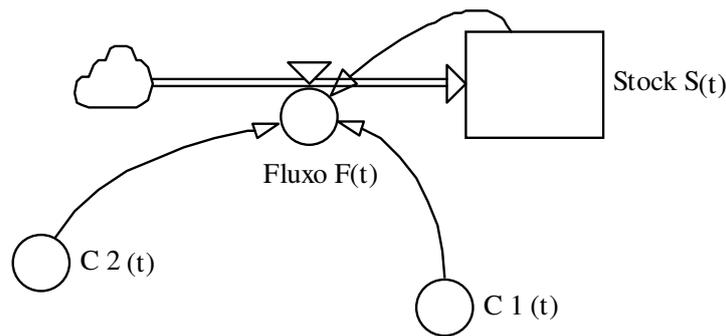
Alguns métodos de trabalho para implementação de projectos de modelação de realidades empresariais através de dinâmica de sistemas, têm vindo a ser propostos por autores como por exemplo: Vennix (1996), Sterman (2000), Ritchie-Dunham e Rabbino (2001), Warren (2002a), Maani e Cavana (2002).

### **2.2.3.3 Modelação Quantitativa**

O diagrama de stock e fluxos constitui a parte da modelação conceptual ou qualitativa do sistema. Para que o modelo seja passível de simulação, necessita incorporar o relacionamento quantitativo entre os diversos componentes ligados.

A componente quantitativa da modelação consiste nas relações matemáticas estabelecidas entre os diversos componentes do modelo. As relações matemáticas são definidas em cada um dos componentes. As aplicações informáticas de modelação permitem introduzir estas relações na forma de uma expressão matemática ou na forma de uma relação gráfica.

A actividade do modelo é induzida pelos fluxos. Conforme exemplificado na figura 2.5 e equação (2.1), em cada instante  $t$ , o valor do fluxo  $F(t)$  é calculado em função dos componentes (stocks, fluxos e/ou componentes auxiliares) cujas ligações convergem para ele; por sua vez, o valor de cada componente auxiliar  $C(t)$  é função de outros componentes.



$$\text{Fluxo } F(t) = F(C1(t); C2(t); S(t)) \quad (2.1)$$

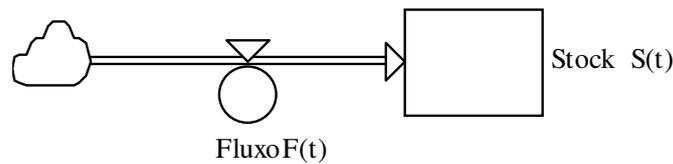
Figura 2.5 – Exemplo de cálculo do valor do fluxo a partir de dois componentes auxiliares e do nível do stock. Fonte: Autor

Consequentemente, a modelação quantitativa envolve a definição, em cada um dos componentes (fluxos ou auxiliares), de uma expressão matemática e/ou relação gráfica que suporte o cálculo do valor desse componente a partir dos valores dos componentes que para ele convergem (stocks, fluxos ou auxiliares). As aplicações informáticas que suportam a modelação com dinâmica de sistemas, disponibilizam uma grande diversidade de funções (estatística, financeira, temporal, controlo de simulação, etc...) de apoio à construção daquelas expressões.

Os fluxos e componentes auxiliares (exceptuando os componentes constantes ou exógenos) não têm “memória”. Durante cada passo  $dt$  de simulação do modelo, os valores dos componentes auxiliares e dos fluxos são calculados directa ou indirectamente a partir dos níveis dos stocks. Os stocks são os únicos componentes do modelo que têm “memória”. Os stocks não podem ser ajustados directamente através de uma expressão matemática como os restantes tipos de componentes do modelo. A única forma de afectar o valor do stock é através dos respectivos fluxos.

Se os valores do fluxos induzem a actividade do modelo, são os níveis do stock que dão a evolução do estado do modelo. A quantificação da acumulação do stock por acção de fluxos consiste num processo de integração analítica. Ou seja, conforme exemplificado na figura 2.6, a quantidade  $\Delta S$  acumulada de um stock pela acção de um fluxo  $F(t)$ , durante um espaço de tempo  $T$ , é determinada analiticamente pela equação (2.2). Por sua vez, em cada momento  $T$ ,

o nível de stock  $S(T)$ , é dado pela expressão (2.4), onde o valor de  $S(0)$  corresponde ao nível do Stock no instante  $t=0$ .



$$\Delta S = \int_{t=0}^{t=T} F(t) * dt \quad (2.2)$$

$$S(T) = S(0) + \Delta S \quad (2.3)$$

$$S(T) = S(0) + \int_{t=0}^{t=T} F(t) * dt \quad (2.4)$$

Figura 2.6 – Cálculo do valor do stock a partir do fluxo.

Fonte: Autor

Como o processo de simulação por computador é discreto, as quantidades que fluem para os stock são determinadas por métodos de integração numérica. Os métodos de integração numérica mais frequentemente utilizados na modelação e simulação com dinâmica de sistemas são o *Euler* e o *Runge-Kutta de segunda ordem*.

No presente estudo é utilizado o método *Euler* que consiste em assumir que a variação de stock  $dS$  pela acção de um fluxo  $F(t)$ , durante um espaço de tempo  $dt$ , é igual ao produto de  $dt$  pelo valor do Fluxo ( $t$ ) no início de  $dt$ , conforme equação (2.5).

$$\text{Variação de Stock } dS = dt * \text{Fluxo } F(t) \text{ no início de } dt \quad (2.5)$$

A quantidade  $\Delta S$  acumulada de um stock pela acção de um fluxo  $F(t)$ , durante um espaço de tempo  $T$ , é aproximadamente igual ao somatório das áreas dos rectângulos  $F(t-dt)*dt$ , conforme equação (2.6). Quanto mais pequeno for o intervalo de tempo  $dt$ , mais aproximado da solução analítica será o valor calculado.

$$\Delta S = \sum_{t=0}^{t=T} F(t) * dt \quad (2.6)$$

O nível de um stock  $S(t)$  por acção de um fluxo  $F(t)$  durante um espaço de tempo  $T$ , é então estimado na seguinte forma (equação 2.8), em que  $S(0)$  corresponde ao nível do Stock no instante  $t=0$ :

$$S(T) = S(0) + \Delta S \quad (2.7)$$

$$S(T) = S(0) + \sum_{t=0}^{t=T} F(t) * dt \quad (2.8)$$

Em resumo, em cada passo  $dt$  de simulação, é calculado o valor de cada fluxo  $F(t)$  do modelo (conforme equação 2.9), que é função dos valores dos componentes ( $C(t)$  e/ou  $S(t)$ ) que para ele convergem que por sua vez são função, directa ou indirectamente, dos valores dos stocks resultantes do último passo de simulação.

$$F(t) = F(C1(t); C2(t); \dots; S1(t), S2(t); \dots) \quad (2.9)$$

O novo valor do nível de cada stock  $S(t+dt)$ , resultante do passo  $dt$  de simulação, é estimado da seguinte forma (equação 2.10):

$$S(t+dt) = S(t) + dt * F(t) \quad (2.10)$$

Este processo repete-se sucessivamente ao longo do período de simulação.

#### **2.2.4 Modelo Utilizado**

O modelo utilizado na presente pesquisa é baseado em dinâmica de sistemas. Este modelo é desenvolvido e programado mediante a adaptação de um modelo de dinâmica de sistemas desenvolvido e utilizado por Ritchie-Dunham (2002, pp 89-132), do qual foi obtida a devida autorização. O modelo de dinâmica de sistemas e o jogo de simulação são programados na aplicação informática de simulação Powersim versão Studio Expert 2003 (<http://www.powersim.com>).

A figura 2.7 mostra o diagrama stock-fluxo completo associado ao modelo de dinâmica de sistemas utilizado. Este modelo apresenta alguma complexidade dinâmica e de detalhe. A arquitectura do modelo baseia-se na visão da empresa como um sistema dinâmico de recursos (Warren, 2002a; Morecroft, 2002), sendo constituído por 12 stocks/recursos e 105 fluxos e componentes auxiliares. No anexo A1 são apresentadas a lista das variáveis e equações do modelo.

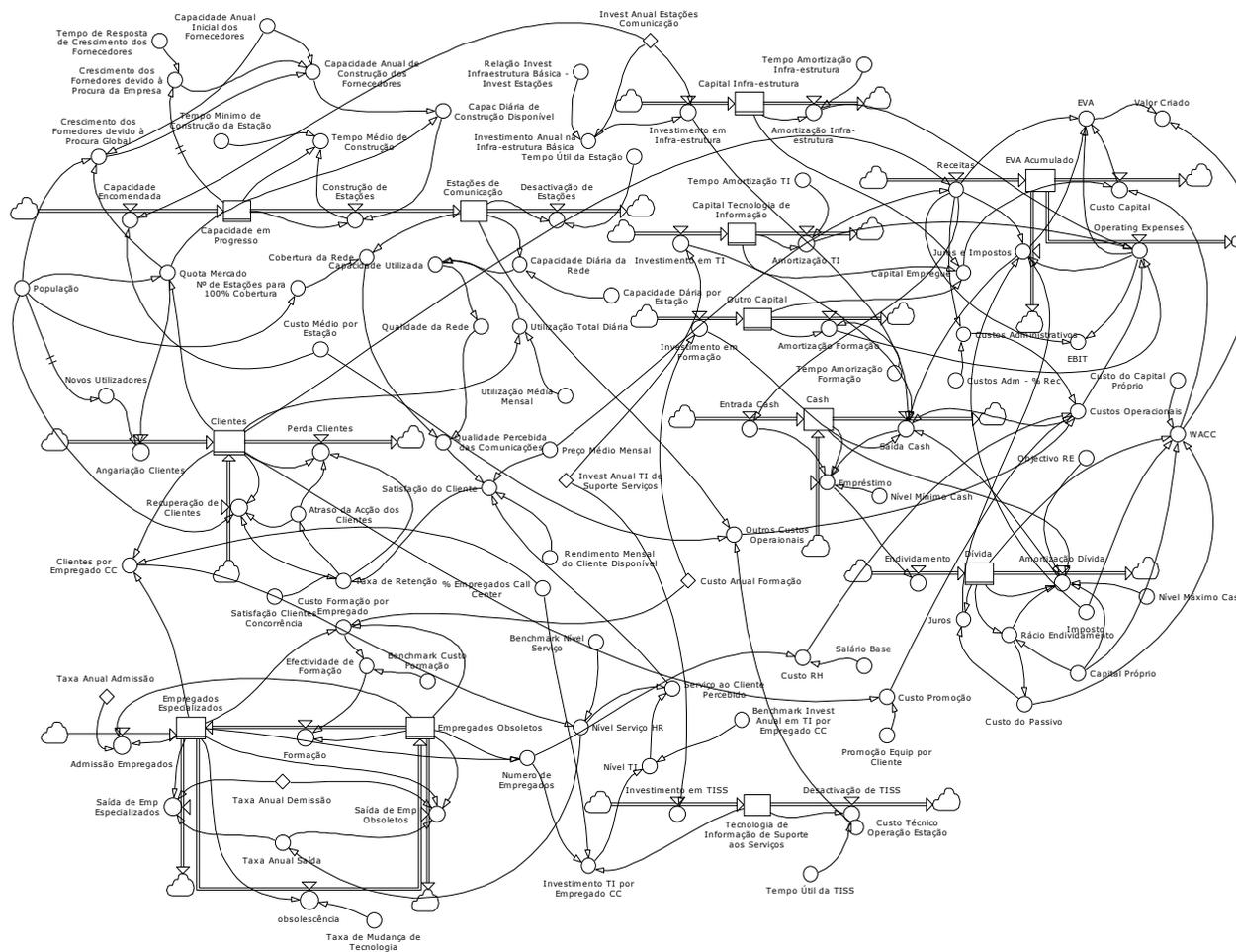


Figura 2.7 – Diagrama stock-fluxo do modelo de simulação utilizado

## **2.2.5 Validação e Verificação do Modelo de Simulação**

### **2.2.5.1 Validação e Verificação do Modelo - Conceitos**

Segundo Pidd (2003b) um modelo “is an external and explicit representation of part of reality as seen by the people who wish to use the that model to understand, to change, to manage, and to control that part of reality.” (Pidd, 2003b, p12). Em conformidade com esta definição de modelo, podemos entender que a respectiva validação pressupõe a comparação entre o modelo e o sistema real que representa. Um modelo é válido se representar exactamente a realidade, isto é, se as estruturas e comportamentos do modelo e sistema real são idênticos.

Mas segundo Sterman (2000, p846): “In fact, validation and verification of models is impossible. The word ‘verify’ derives from Latin verus – truth ... Valid implies being supported by objective truth. ... no model can ever be verified or validated. Why? Because all models are wrong. All models, mental or formal, are limited, simplified representations of the real world.”

Sendo o modelo uma representação aproximada e simplificada de um sistema real, ele nunca será idêntico ao sistema real. Segundo Sargent (2004, p17): “Model validation is usually defined to mean... that a computerized model within its domain of applicability possesses a satisfactory range of accuracy consistent with the intended application of the model”. Pidd centra o processo de validação do modelo na apreciação da sua adequação para o fim previsto “Validation is the process of assuring that the simulation model is useful for its intended purpose.” (Pidd, 2003, p302). E Sterman (2000) referindo-se à selecção e/ou decisão sobre a utilização de um determinado modelo refere que: “Your responsibility is to use the best model available for the purpose at hand despite its inevitable limitations. ... Once we recognize that all models are wrong and abandon the dualism of truth and falsification, we can focus on the important questions: Is the model useful? ... useful for what purpose?” (Sterman, 2000, p850-1).

Em conformidade com as citações anteriores, na presente pesquisa, a validação de um modelo consiste na apreciação do grau de adequação do modelo para o propósito desejado que consiste em conduzir experiências de simulação de gestão estratégica empresarial.

Segundo Sargent (2004) existem quatro abordagens distintas “to deciding model validity: conceptual model validity, model verification, operational validity, and data validity” (Sargent, 2004, p17). “*Conceptual model validation* is defined as determining that the theories and assumptions underlying the conceptual model are correct and that the model representation of the problem entity is “reasonable” for the intended purpose of the model. ... *Operational validation* is defined as determining that the model’s output behavior has sufficient accuracy for the model’s intended purpose over the domain of the model’s intended applicability. ... *Data validity* is defined as ensuring that the data necessary for model building, model evaluation and testing, and conducting the model experiments to solve the problem are adequate and correct. ... *Model verification* is defined as assuring that the computer programming and implementation of the conceptual model is correct.”(Sargent, 2004, p19)

Na presente pesquisa, as abordagens mais relevantes são a validação conceptual e a verificação do modelo.

### **2.2.5.2 Validação Conceptual**

A validação conceptual do modelo de simulação focaliza-se por um lado, na aceitabilidade das teorias e pressupostos que basearam a concepção de modelo, e, por outro lado, na razoável aproximação do modelo à realidade que pretende representar.

As equações de dinâmica de sistemas que estão na base da construção do modelo de simulação utilizado na presente pesquisa, foram concebidas por Ritchie-Dunham (2002, pp89-132). De acordo o respectivo autor, este modelo “was developed with experts in wireless telecommunications, enterprise systems, and the balanced scorecard, including senior managers in three wireless telecommunications firms, academics, and strategy consultants. The model was validated using expert knowledge and data from two firms in the industry.” (Ritchie-Dunham, 2001, p 5), e foi submetido a “well-documented and accepted methods for validation and verification” (Ritchie-Dunham, 2002, p 25). Neste contexto, Ritchie-Dunham (2002, p26-28) aplicou um conjunto de testes propostos na literatura de dinâmica de sistemas para validação de modelos (Barlas, 1989; Forrester e Senge, 1980; Sterman, 2000), nomeadamente, no que respeita a adequação da fronteira, adequação da estrutura, consistência

dimensional, adequação de parâmetros, funcionamento em condições extremas, ocorrência de erros de integração, ocorrência de comportamentos anormais e replicação do comportamento. Em conformidade, podemos aceitar que o modelo utilizado na presente pesquisa é apropriado para o objectivo que consiste em simular de uma forma aproximada, a gestão empresarial de topo de uma empresa.

### **2.2.5.3 Verificação**

De acordo com Pidd (2003), “Program verification is the process of ensuring that the program embodies the model correctly, that is, it assumes that the model has been correctly specified” (Pidd, 2003, p302). Segundo Sargent (2004, p17) “Model verification is ensuring that the computer program of the computerized model and its implementation are correct”.

O modelo foi programado na aplicação informática de simulação Powersim versão Studio Expert 2003 (<http://www.powersim.com>), um software mundialmente utilizado para modelação e simulação com dinâmica de sistemas. Esta aplicação proporciona ferramentas efectivas para a necessária verificação do simulador.

### **2.3. Semelhança dos Modelos Mentais**

Uma das questões da presente tese relaciona-se com a eventual influência da semelhança dos modelos mentais dos gestores na performance da gestão empresarial. Para conduzir uma pesquisa que responda a esta questão, torna-se necessário:

(1) aceder ao modelo mental do gestor;

(2) exteriorizar e representar a estrutura do modelo mental de uma forma compreensível e comparável;

(3) comparar a representação da estrutura do modelo mental do gestor com a estrutura relevante do sistema empresarial.

#### **2.3.1 Exteriorização dos Modelos Mentais**

Conforme exposto no capítulo 2.2 da parte II, os modelos mentais estão contidos na mente das pessoas. Como os modelos mentais não podem ser directamente acedidos, torna-se necessário utilizar um método para exteriorização e representação intermédia dos referidos modelos, de uma forma que possa ser compreendida e comparada.

A construção da representação intermédia da estrutura do modelo mental pode ser efectuada segundo diversos métodos. Alguns desses métodos procuram identificar os conceitos e as respectivas relações de causalidade dessa estrutura, como sucede por exemplo na modelação com dinâmica de sistemas (por exemplo Vennix, 1996).

Outros métodos centram-se fundamentalmente na identificação dos conceitos e respectivas ligações em termos de relação causa-efeito (Rowe e Cooke, 1995; Carley, 1997). Como resultado da aplicação destes métodos, é obtido uma representação externa da estrutura do modelo mental num mapa cognitivo na forma de um diagrama em rede em que determinados conceitos estão ligados numa cadeia de relações causa efeito.

Segundo Rowe e Cooke (1995, p246), “A good mental model measure should provide output that predicts performance differences.” Rowe e Cooke (1995), seguindo o pressuposto anterior, desenvolveram um estudo comparativo de 4 métodos para construção de representações da estrutura de modelos mentais e concluíram que:

- os métodos “Pathfinder” (Schwaneveld, 1990) e de construção de diagrama em rede são indutivos da performance e especialmente adequados quando é importante aceder ao conhecimento do sujeito acerca do relacionamento entre conceitos;
- o método “Pathfinder”, relativamente ao método de desenho de diagrama em rede, tem a vantagem de proporcionar resultados mais consistentes, mas requer um esforço elevado quando o número de conceitos é significativo.

No segundo estudo empírico da presente tese (capítulo 2 da parte IV) são aplicados dois métodos para exteriorização da estrutura do modelo mental: “Pathfinder” (Schwaneveld, 1990) e construção/ revisão de diagrama causal, os quais são descritos nos capítulos seguintes.

## **2.3.2 Procedimento Pathfinder**

### **2.3.2.1 Método**

O método “Pathfinder” conforme descrito por Schwaneveld (1990) consiste nos seguintes passos:

- a) Identificar a lista dos conceitos relevantes na caracterização da realidade a tratar;
- b) A lista, organizada em pares de conceitos, é apresentada aos sujeitos, sendo-lhes pedido para avaliarem numa escala (normalmente uma escala Lickert de 7-9 pontos), o grau de relacionamento entre os conceitos de cada par (exemplo na figura 2.8).
- c) Com base no algoritmo “Pathfinder”, é criado um diagrama em rede que representa os conceitos e respectivas ligações de causalidade. Este passo é suportado pela aplicação informática PCKnot (Knowledge Network Organizing Tool/ <http://www.interlinkinc.net>).

Favor indicar na escala, o grau de relacionamento entre este dois conceitos											
1=muito pouco relacionados; 9=extremamente relacionados											
Conceito X											
Conceito Y	pouco relacionados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	muito relacionados
Conceito Z											
Conceito W	pouco relacionados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	muito relacionados

Figura 2.8 – Questionário sobre relacionamento entre pares de conceitos

Fonte: Autor

	Conceito 1	Conceito 2	Conceito 3	Conceito 4	Conceito 5	Conceito 6	Conceito 7	Conceito 8	Conceito 9	Conceito 10	Conceito 11	Conceito 12	Conceito 13
Conceito 2	7												
Conceito 3	6	4											
Conceito 4	5	7	3										
Conceito 5	7	7	3	2									
Conceito 6	3	5	7	7	8								
Conceito 7	4	3	8	5	5	7							
Conceito 8	6	7	7	6	6	7	4						
Conceito 9	5	4	8	7	7	7	6	4					
Conceito 10	6	6	6	6	5	8	8	7	8				
Conceito 11	3	3	8	6	6	5	8	5	7	7			
Conceito 12	7	7	7	6	5	5	7	4	7	6	8		
Conceito 13	4	7	6	5	5	2	3	3	4	5	3	7	
Conceito 14	8	5	7	6	7	7	8	3	6	8	8	7	4

Figura 2.9 - Exemplo de matriz de proximidade entre conceitos

Fonte: Autor

A tarefa do passo b) envolve a comparação de  $n(n-1)/2$  pares de conceitos, em que “n” é o número de conceitos utilizado. Uma lista extensa de conceitos garante a descrição completa da realidade a tratar. Mas, por outro lado, para que a execução desta tarefa seja viável no sentido de captar a necessária atenção do sujeito, é desejável que a lista de conceitos não seja muito extensa. Alguns estudos empíricos realizados com este método utilizaram por exemplo

12 (Cooke and Schvaneveldt, 1988), 14 (Ritchie-Dunham, 2002), 15 (Van Engers, 2001) e 30 conceitos (Goldsmith et al, 1991). Uma lista com 15 a 20 conceitos pode ser considerada razoável para a tarefa em questão.

A partir dos resultados de cada questionário sobre o grau de relacionamento dos conceitos, é construída uma matriz de proximidade (exemplo na figura 2.9).

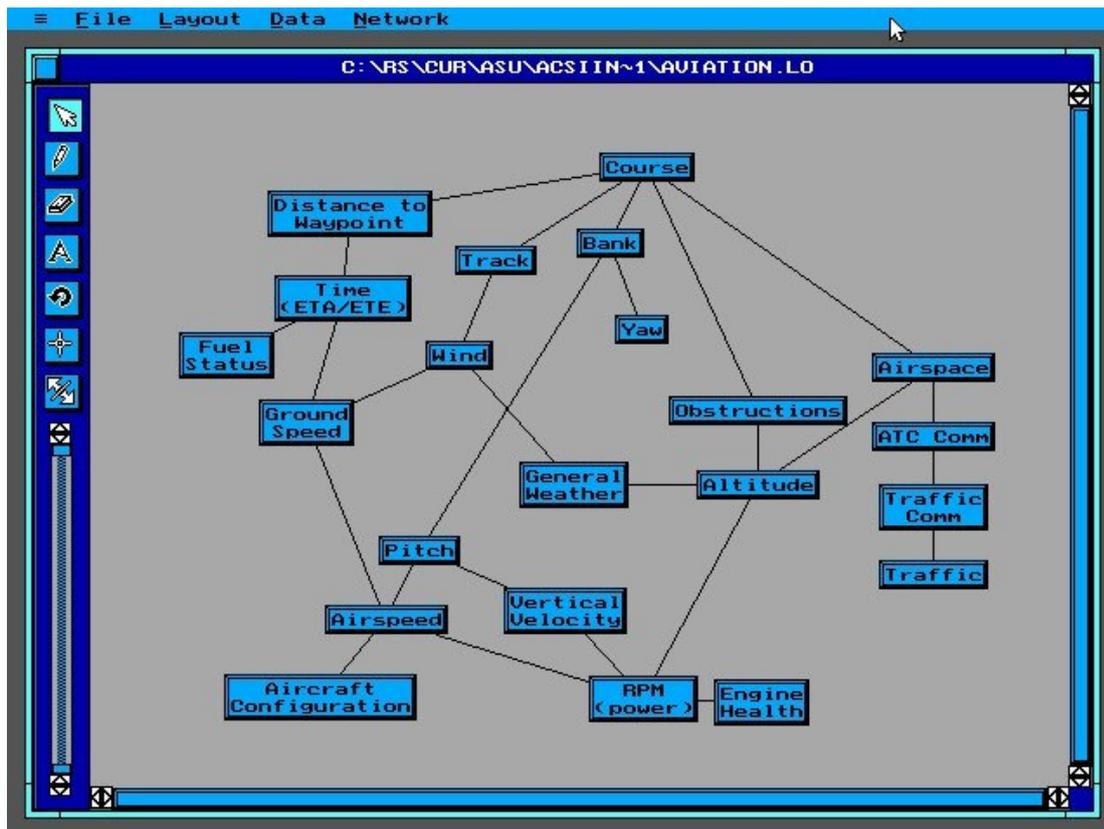


Figura 2.10 – Exemplo de um diagrama em rede produzido pelo programa PCKnot.

Fonte: <http://interlinkin.net>

Esta matriz de proximidade entre conceitos é introduzida no programa PCKnot. O algoritmo do programa gera as distâncias entre conceitos assim como as respectivas ligações que são representadas na forma de um diagrama em rede (exemplo na figura 2.10). Cada conceito é representado como um nó no diagrama em rede e as ligações entre os nós da rede dão o caminho de relacionamento entre os conceitos. Um caminho de relacionamento entre dois conceitos, consiste numa sequência de ligações e conceitos intermédios. O algoritmo gera a rede de ligações de forma a obter os caminhos mais curtos entre os conceitos.

O programa PCKnot gera a medida “coherence” que mede a consistência da pontuação respondida pelo sujeito sobre o grau de relacionamento entre os conceitos. Para calcular esta variável, o programa utiliza a pontuação sobre o grau de relacionamento para determinar a intensidade das relações indirectas. Estas relações indirectas são correlacionadas com as correspondentes relações directas. Ou seja, a variável “coherence” mede a coerência entre as relações directas e indirectas. Esta variável proporciona uma medida sobre o nível de atenção que o sujeito dedica à tarefa de resposta ao questionário.

### 2.3.2.2 Parâmetros

O algoritmo Pathfinder poder ser resumidamente descrito da seguinte forma (Dearholt e Schwaneveld, 1990, p4-10):

Uma ligação é incluída na solução Pathfinder se, e só se, a ligação representa o caminho mais curto entre o par de nós por ela ligado. O caminho entre dois nós consiste num conjunto de ligações. A extensão do caminho é função das distâncias associadas a cada uma das ligações do caminho. A expressão seguinte (equação 2.11) consiste na função generalizada que dá a distância medida num espaço multi-dimensional de  $n$  dimensões.

$$D = (d_1^r + \dots + d_i^r + \dots + d_n^r)^{1/r} \quad 1 \leq r \leq \infty \quad (2.11)$$

Esta expressão pode ser aplicada para definir a extensão do caminho numa rede. Vamos supor que  $d_i$  é a distância associada a cada ligação  $i$  no caminho entre dois nós que é constituído por  $n$  ligações. Então a extensão do caminho  $D$  que liga os dois nós, é determinada pela equação anterior. O algoritmo Pathfinder determina iterativamente as ligações entre todos os nós da rede de forma a minimizar a extensão dos caminhos  $D$ , isto é, de forma a minimizar o resultado da equação anterior.

Para geração de uma determinada rede, o algoritmo necessita da matriz (simétrica) de proximidade com as distâncias entre todos os nós, e da definição de dois parâmetros  $r$  e  $q$ .

A rede originada por uma dado valor de  $r = r_1$  mais baixo, inclui todas as ligações definidas na rede gerada por um outro valor de  $r = r_2 > r_1$  superior àquele. O número de ligações da

rede, e respectiva complexidade, decresce com o valor de  $r$ . O algoritmo gera uma rede mínima (e menos complexa) quando  $r = \infty$ .

O outro parâmetro  $q$  consiste no número máximo admissível de nós num caminho. Se uma rede tem  $n$  nós, o valor de  $q$  pode variar entre 2 e  $n-1$ . Tal como sucede com o parâmetro  $r$ , a complexidade da rede decresce com o valor de  $q$ .

Na determinação das redes representativas dos modelos mentais dos participantes, serão utilizados os seguintes valores dos parâmetros ( $q=n-1, r=\infty$ ), os quais têm sido recomendados e utilizados em pesquisas semelhantes (Durso e Coggins, 1990, p32; Cooke, 1990, p230).

### **2.3.3 Revisão de Diagrama Causal**

Este método tem as vantagens de não exigir do sujeito um grande esforço, comparativamente à resposta do questionário sobre relacionamento entre pares de conceitos (Rowe e Cooke, 1995), e do sujeito visualizar globalmente a resposta que está a elaborar.

Enquanto no método anterior, o mapa cognitivo representativo da estrutura do modelo mental é gerado pelo algoritmo “Pathfinder”, neste método o referido mapa é elaborado directamente pelo sujeito. Um diagrama contendo determinados conceitos espacialmente organizados é apresentado ao sujeito. O sujeito é solicitado a desenhar ou rever as ligações entre os diversos conceitos, tendo em consideração o relacionamento directo entre os referidos conceitos no sistema externo em causa (exemplo na figura 2.11).

Uma desvantagem deste método relativamente ao “Pathfinder”, consiste em exigir por parte do sujeito algum domínio e treino na construção de mapas cognitivos. Consequentemente, para garantir o resultado deste método, deve ser efectuada uma explicação ao sujeito sobre os princípios desta tarefa, acompanhada de exemplos práticos.

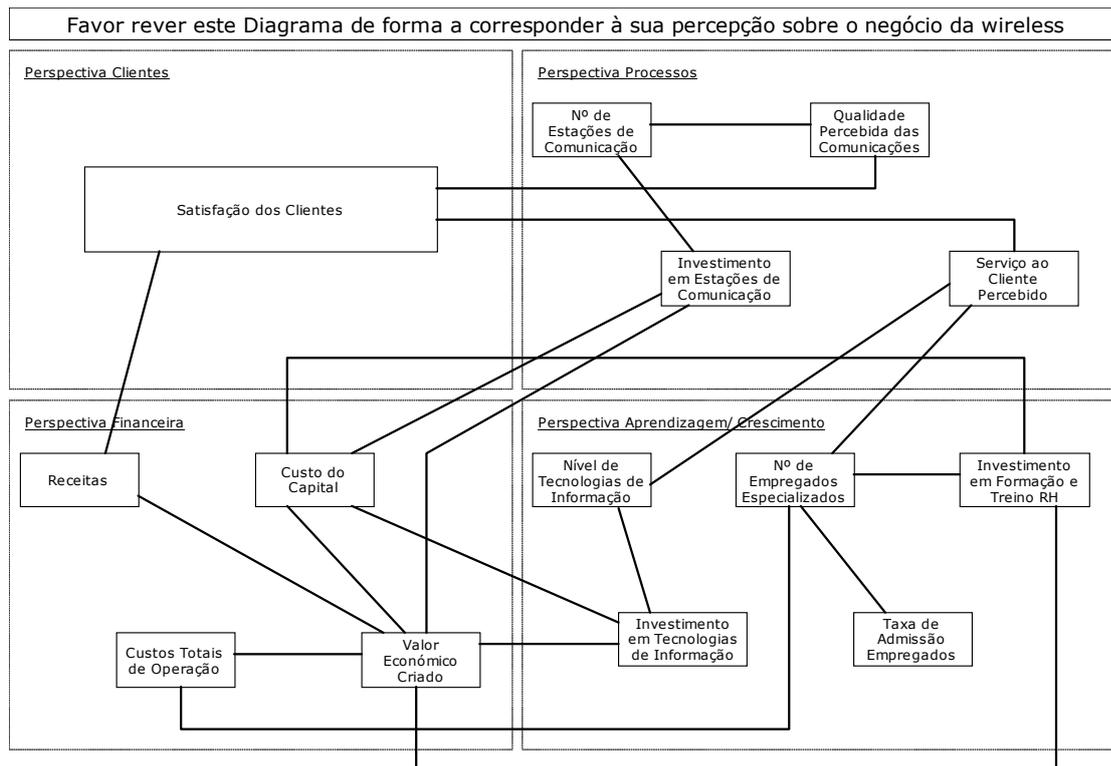


Figura 2.11 – Exemplo de uma tarefa de revisão de um diagrama em rede aplicada na presente pesquisa.

Fonte: Autor

### 2.3.4 Semelhança dos Modelos Mentais

A semelhança do modelo mental consiste da medida do ajustamento entre a estrutura da representação do modelo mental do sujeito, sob a forma de uma diagrama em rede, e a estrutura de um diagrama de referência do sistema externo com o qual o sujeito interage.

Goldsmith and Davenport (1990) apresentam duas formas de medir a semelhança entre duas redes: (a) baseada na extensão dos caminhos de ligação entre conceitos – se as distâncias entre os conceitos são as mesmas nas duas redes, então as redes são idênticas; (b) baseada nas ligações entre conceitos – os diagramas são idênticos quando contêm os mesmos conceitos e as mesmas ligações entre eles.

Estes duas formas de quantificar a semelhança entre as redes podem conferir resultados diferentes. Pesquisas efectuadas indicam que a segunda forma é mais apropriada para utilização em estudos empíricos (Goldsmith e Johnson, 1990; Gonzalvo e outros. 1994).

Na presente pesquisam, considera-se a segunda forma, isto é, que as estruturas do diagrama que representa o modelo mental e a estrutura de referência do sistema externo são idênticas quando contêm os mesmos conceitos e as mesmas ligações entre eles. Para quantificar o grau de semelhança entre as duas estruturas, aplica-se a seguinte fórmula (equação 2.12) que relaciona as ligações entre os conceitos das duas redes (Goldsmith e Davenport, 1990; Schvaneveldt, 1990). O valor de semelhança varia entre 0 (baixa semelhança) e 1 (elevada semelhança):

$$\text{SMM} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de ligações comuns às 2 redes}}{\text{N}^\circ \text{ total de ligações nas 2 redes}} \quad (2.12)$$

Este procedimento tem sido utilizado em diversas pesquisas anteriores sobre a semelhança de modelos mentais (por exemplo Schvaneveldt, 1990; Rowe e Cooke, 1995; Van Engers, 2001).

## 2.4 Performance na Gestão Estratégica Empresarial

A performance de gestão estratégica empresarial consiste na criação de valor pela empresa. Uma medida correntemente utilizada para estimar o valor anual criado é o lucro económico (Copeland, Koller and Murrin, 2000, p150) ou EVA - Economic Value Added (Young, 2000).

A medida de performance utilizada na metodologia do presente estudo, consiste no valor criado ao longo de um determinado número de anos, que corresponde ao somatório dos valores EVA anuais actualizados, conforme fórmulas seguintes (equações 2.13 e 2.14).

$$VC = \sum_{i=1}^n \frac{EVA_i}{(1+WACC)^i} \quad (2.13)$$

Performance = Valor Criado = VC

$$EVA = NOPLAT - CE \times WACC \quad (2.14)$$

NOPLAT = Resultado Operacional menos Amortizações e Impostos

CE = Capital Empregue

WACC = Taxa de custo médio ponderado do capital

## **2.5 Teste das Hipóteses**

### **2.5.1 Análises Confirmatória e Exploratória**

Uma análise confirmatória procura suportar um modelo de relações pré definidas entre variáveis, enquanto uma análise exploratória, para além do teste das relações pré-definidas, procura examinar outras possíveis combinações que confirmem um melhor ajustamento estatístico do modelo (Gefen et al, 2000, p51). Segundo Hair et al (Hair et al, 1998): “Confirmatory analysis: Use of multivariate technique to test (confirm) a prespecified relationship.”; “Exploratory analysis: Analysis that defines possible relationships in only the most general form and then allows the multivariate technique to estimate relationships. The opposite of *confirmatory analysis*, the researcher is not looking to confirm any relationships specified prior to the analysis, but instead lets the method and the data define the nature of the relationships. An example is stepwise multiple regression, in which the method adds predictor variables until some criterion is met.” (Hair et al, 1998, p 579-80).

Os estudos conduzidos no âmbito da presente tese envolvem análises confirmatórias e exploratórias dos resultados. O estudo sobre a compreensão da complexidade dinâmica consiste numa análise exploratória sobre o desempenho de sujeitos na realização de determinadas tarefas que incluem efeitos dinâmicos, e se esse desempenho é influenciado por algumas variáveis demográficas. O estudo sobre a abordagem BSC consiste num estudo empírico confirmatório sobre o impacto da utilização desta abordagem na construção dos modelos mentais e performance. Contudo, este estudo também envolve análises exploratórias, dado que, para além das variáveis consideradas no modelo, é analisado o impacto de outras variáveis (demográficas e de controlo da experiência).

### **2.5.2 Regressão Linear Múltipla e Modelação com Equações Estruturais**

O teste das hipóteses formuladas nestes estudos empíricos, implica a validação da existência de eventuais relações de dependência entre uma variável dependente e um conjunto de variáveis independentes supostamente explicativas da primeira. Nesta situação, as técnicas de regressão linear múltipla (RLM) (método estimação de mínimos quadrados ordinários) e a

modelação com equações estruturais (MEE) (método estimação de máxima verossimilhança), são sugeridas para explorar este tipos de relações (Hair et al, 1998; Gefen et al, 2000).

Gefen et al (2000) comparam as técnicas de modelação de equações estruturais (LISREL) e regressão linear múltipla, com o objectivo de estabelecer um conjunto de recomendações para aplicação destas técnicas em análise de dados de pesquisas empíricas. A vantagem da técnica de MEE, consiste em permitir a modelação de relações entre diversas variáveis simultaneamente independentes e dependentes. “Contrary to first generation statistical tools such as regression, SEM enables researchers to answer a set of interrelated research questions in a single, systematic, and comprehensive analysis by modelling the relationships among multiple independent and dependent constructs simultaneously.” (Gefen et al, 2000, p3) “... structural equation modelling examines a series of dependence relationships simultaneously. It is particularly useful when one dependents variables become independents variables in subsequent dependence relationships.” (Hair et al, 1998, p 578). Este tipo de análise também pode ser feita através da RLM, implicando no entanto a utilização de mais do que um modelo de regressão, dado que esta técnica apenas permite relacionar uma variável dependente com diversas independentes de cada vez (Gefen et al, 2000, p9).

De acordo com Gefen et al (2000, p9), a modelação com equações estruturais é adequada para a análise confirmatória (implica a existência de uma teoria de base fixa sobre o relacionamento entre as variáveis), não sendo adequada para análise exploratória. A regressão linear múltipla é adequada para análises confirmatória e exploratória (Gefen et al, 2000, p9).

Em síntese, a técnica de RLM é adequada para a análise exploratória prevista no estudo sobre a compreensão da complexidade dinâmica, não existindo vantagem em aplicar a MEE porque não existem variáveis dependentes e independentes simultaneamente.

Contrariamente, no segundo estudo, como existem variáveis dependentes e independentes simultaneamente, a MEE confere a vantagem de suportar a análise simultânea dos efeitos de interacção no modelo inteiro, comparativamente à RLM que, não tratando todas as relações em simultâneo num único teste estatístico, envolve a formulação de duas regressões separadas para testar integralmente o modelo, em que uma regressão trata a semelhança do modelo mental como uma variável dependente e outra regressão trata a performance. Pelo que, neste

estudo, a RLM é aplicada para análises confirmatória e exploratória do modelo de hipóteses e a MEE é aplicada para a respectiva análise confirmatória.

### **2.5.3 Implicações da Dimensão da Amostra**

Gefen et al (2000, p9), para a modelação com equações estruturais pelo método de estimação de máxima verosimilhança, recomendam uma dimensão mínima da amostra entre 100 e 150; Hair et al (1998, p604-5), relativamente a esta técnica, referem uma amostra mínima entre 50 e 100, e superior a 10 vezes o número de variáveis no modelo. A regressão linear múltipla (método estimação de mínimos quadrados ordinários) suporta amostras mais reduzidas, sendo recomendado uma dimensão mínima de 30 (Gefen et al, 2000, p9); de acordo com Hair et al (1998, p166), a dimensão mínima aceitável da amostra para aplicação da regressão linear múltipla corresponde a 5 vezes o número de variáveis independentes, e a dimensão satisfatória corresponde a 15/20 vezes o número de variáveis independentes.

O estudo sobre a compreensão da complexidade dinâmica (pesquisa na Galp Energia) envolve uma amostra com 31 ocorrências e 5 variáveis independentes. Aplicando a regra referida por Hair et al (1998, p166), resulta numa dimensão mínima de 25 e recomendada de 90/120. Considerando que a dimensão da amostra (31) encontra-se próxima da dimensão mínima recomendada, não é razoável procurar obter uma elevada significância estatística nos resultados. Não obstante, dado que o objectivo da análise é puramente exploratório, aplica-se a regressão linear múltipla neste estudo.

De acordo com a regra anterior (Hair et al, 1998, p166), a aplicação da regressão linear múltipla para teste das hipóteses do estudo sobre a abordagem do BSC (2 variáveis), requer uma dimensão mínima de 10 e satisfatória de 30/40. Como a amostra tem a dimensão de 73, podemos considerar que se trata de uma amostra de dimensão satisfatória. Relativamente á aplicação da modelação com equações estruturais neste estudo, as recomendações mencionadas indicam uma amostra mínima entre 50 e 150. Atendendo ao número muito reduzido de variáveis no modelo a testar (4 variáveis), podemos considerar como aceitável a dimensão da amostra (73), pelo que esta técnica é aplicada, utilizando o método de estimação de máxima verosimilhança.

#### **2.5.4 Validação dos Modelos**

As regressões são desenvolvidas com recurso às aplicações SPSS v. 12.0, e Eviews 3.1, através do método estimação de mínimos quadrados ordinários. A aplicação da modelação com equações estruturais é efectuada mediante a aplicação LISREL v 8.7, através do método de estimação de máxima verosimilhança.

Na modelação com equações estruturais, a apreciação do grau de ajustamento dos modelos resultantes é baseada nos parâmetros fornecidos pelo programa LISREL e de acordo com as heurísticas estabelecidas (Hair et al, 1998; Gefen et al, 2000, p42-6).

Com vista a proporcionar a necessária confiança na apreciação da significância estatística dos modelos resultantes da aplicação destas técnicas, os respectivos pressupostos são testados, nomeadamente: o teste de linearidade entre as variáveis independentes e dependentes, mediante inspecção visual do gráfico dos resíduos das regressões (Curto, 2005, p4); o teste de normalidade do resíduo, mediante o teste de Kolmogorov-Smirnov (Curto, 2005, p13) (fornecido pela aplicação SPSS) e o teste Jarque-Bera (Curto, 2005, p13) (através da aplicação Eviews); o teste de homoscedasticidade dos resíduos, mediante a aplicação do teste de White (Curto, 2005, p31) (Eviews); o teste de independência dos resíduos, mediante o teste Durbin-Watson (Curto, 2005, p47) (SPSS) para a auto correlação de primeira ordem, e teste de Breusch-Godfrey (Eviews) para a auto correlação de segunda ordem; teste de multicolinearidade das variáveis independentes, através dos diagnósticos proporcionados pelo SPSS, nomeadamente a regra do Factor de Inflação de Variância ser inferior a 10 (Curto, 2005, p21).

Eventuais problemas relacionados com os pressupostos de linearidade, normalidade, homoscedasticidade, e/ou independência, serão tratados e atenuados em conformidade com as recomendações de Curto (2005) e Hair et al (1998), nomeadamente mediante a transformação de variáveis.

### **2.5.5 Outras Técnicas Utilizadas**

Para além das técnicas anteriores, a análise dos resultados também considera a comparação de elementos de estatística descritiva das diversas variáveis observadas, assim como o teste estatístico de diferença entre médias (ANOVA) de variáveis dentro de determinados grupos de tratamento (Reis, 2001).

## **Parte IV - Estudos Empíricos**

### **1. Teste em Portugal da Compreensão de Conceitos Essenciais da Dinâmica de Sistemas<sup>1</sup>**

#### **1.1 A Compreensão da Complexidade Dinâmica**

De acordo com Sweeney e Sterman (2000, p250): “Most advocates of systems thinking agree that much of the art of systems thinking involves the ability to represent and assess dynamic complexity. ... Specific systems thinking skills include the ability to: understand how the behavior of a system arises from the interaction of its agents over time (i.e., dynamic complexity); discover and represent feedback processes (both positive and negative) hypothesized to underlie observed patterns of system behavior; identify stock and flow relationships; recognize delays and understand their impact; identify nonlinearities; recognize and challenge the boundaries of mental (and formal) models.”

Diversos estudos empíricos têm sido conduzidos com o objectivo de explorar a forma como os decisores desempenham em contextos de decisão dinamicamente complexos (por exemplo: Sterman, 1989a, 1989b; Paich and Sterman 1993; Diehl and Sterman 1995). Estes estudos mostraram que a performance dos decisores deteriorava-se rapidamente quando as situações em teste apresentavam alguma complexidade dinâmica. A explicação que tem sido avançada para este baixo desempenho consiste na racionalidade limitada dos decisores (Simon, 1997; Sterman, 2000): a complexidade do sistema contexto ultrapassa as capacidades cognitivas dos decisores.

Segundo (Sweeney e Sterman, 2000), as pesquisas referidas anteriormente têm considerado implicitamente que os sujeitos têm dificuldade na compreensão de sistemas complexos constituídos por vários elementos que interagem dinamicamente entre si, mas eles “do understand the individual building blocks such as stocks and flows and time delays.” (Sweeney e Sterman, 2000, p251).

---

<sup>1</sup> Parte deste capítulo está incluída em (Capelo e Dias, 2005b)

O pressuposto anterior consiste em assumir que os sujeitos não têm dificuldade na compreensão dos efeitos dinâmicos quando tratados isoladamente, mas apenas quando conjugados com outros elementos. Mas, efectivamente, para que decisores compreendam sistemas dinamicamente complexos, é necessário que primeiramente compreendam alguns conceitos fundamentais (“building blocks”), tais como relações entre stocks e fluxos, atrasos e retornos (Sterman, 2002). Estes conceitos (representados na figura 1.1), são tratados no capítulo 3.2 da parte II da presente tese.

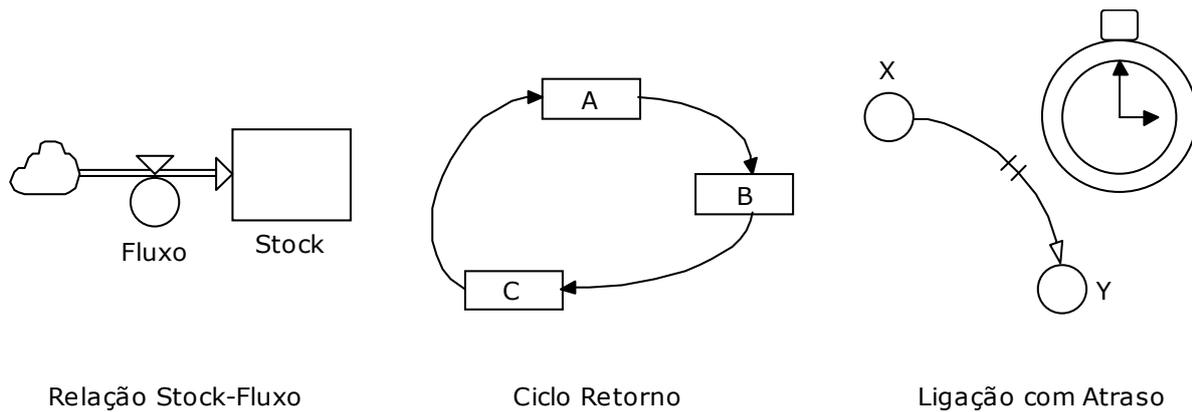


Figura 1.1 – Representação de conceitos básicos de dinâmica de sistemas

Fonte: Autor

Com o propósito de desafiar o pressuposto anterior, Sweeney e Sterman (2000) realizaram no MIT-Sloan School of Management uma pesquisa para explorar a capacidade de pensamento sistémico de sujeitos, isto é, a sua compreensão sobre alguns conceitos básicos da dinâmica de sistemas. Esta pesquisa consistiu na aplicação a estudantes (pós-graduados) de exercícios simples que tratavam conceitos básicos de dinâmica de sistemas.

Estes conceitos básicos estão presentes em muitas tarefas reais de gestão. Por exemplo, os gestores devem ter uma percepção sobre fluxos e respectivas acumulações para compreenderem os impactos das decisões no desenvolvimentos dos recursos empresariais (Morecroft, 2002; Warren, 2002a).

Os resultados obtidos por Sweeney e Sterman (2000) indicam que sujeitos com formação superior e treino em matemática e ciências apresentam um baixo nível de compreensão destes conceitos. Sweeney e Sterman (2000, p278) concluem na seguinte forma: “The results strongly suggest that highly educated subjects with extensive training in mathematics and

science have poor understanding of some of the most basic concepts of system dynamics, specifically stocks and flows, time delays, and feedback. The errors are highly systematic and indicate violations of basic principles, not merely calculation errors. Subjects tend to violate fundamental relationships between stocks and flows, including conservation of matter. ... Subjects have poor understanding of the relationship between the net flow into a stock and the slope of the stock trajectory.“

Os resultados obtidos também indicam que a performance dos sujeitos não depende sistematicamente de características demográficas, como formação base, grau acadêmico, idade ou nacionalidade. Relativamente ao impacto da formação e treino em matemática, Sweeney e Sterman (2000, p281-2) referem que: “our results suggest that good mathematics training alone is not sufficient to develop a practical, common-sense understanding of the most basic building blocks of complex systems.”, e recomendam mesmo a introdução de matérias relacionadas com pensamento sistémico/dinâmica de sistemas nos programas educativos “Our results also suggest implications beyond system dynamics curriculum and pedagogy. We found that students have difficulty with basic concepts of great importance in many disciplines and real-world tasks.” Sweeney e Sterman (2000, p282).

Sweeney e Sterman (2000) chamam a atenção para a necessidade de desenvolver pesquisas complementares no contexto desta investigação, nomeadamente na procura de eventuais impactos de variáveis demográficas. “Of course, our results are preliminary and much more work is needed. ... There is additional work to be done exploring how performance depends on factors such as gender, prior education and experience, and other demographic variables.” Sweeney e Sterman (2000, p282).

Na sequência desta pesquisa, muitos outros investigadores da comunidade mundial de dinâmica sistemas deram o seu contributo mediante a execução de pesquisas semelhantes. Alguns exemplos são Armenia et al (2004), Fisher (2003), Kainz e Ossimitz (2002), Kapmeier (2004), Lyneis e Lyneis (2003), Ossimitz (2002), Pala e Vennix (2005), Sterman (2002), Zarara (2003). Estas pesquisas têm vindo a confirmar os resultados de Sweeney e Sterman (2000), revelando igualmente um nível baixo de compreensão dos sujeitos relativamente aos conceitos testados. Os sujeitos não respeitavam princípios fundamentais tal como a conservação de material, e não conseguiam identificar o comportamento de um stock a partir dos respectivos fluxos.

O presente trabalho pretende contribuir para esta investigação mediante a aplicação em duas pesquisas de exercícios idênticos aos utilizados nas pesquisas anteriores. Mas enquanto as pesquisas anteriores foram conduzidas exclusivamente em instituições de ensino envolvendo estudantes (normalmente de licenciatura e/ou pós-graduação), uma destas pesquisas decorre num ambiente empresarial, envolvendo um grupo de colaboradores da empresa Galp Energia. A outra pesquisa envolve um conjunto de estudantes de licenciatura do ISCTE. Os resultados apresentados são comparados com os resultados obtidos por Armenia et al (2004) – TV; Kapmeier (2004) – SIMT; e Sweeney e Sterman (2000) e (Sterman, 2002) – MIT.

## **1.2. Método**

O objectivo da presente pesquisa, consiste em explorar a compreensão de sujeitos sobre determinados conceitos de dinâmica de sistemas, tais como stocks e fluxos, atrasos e retornos. Com este propósito, foram aplicados 4 exercícios simples a um conjunto de estudantes de licenciatura do ISCTE e a um grupo de colaboradores da empresa Galp Energia.

Com vista a permitir a comparação de resultados, os exercícios foram baseados em exercícios concebidos e aplicados por outros autores em pesquisas semelhantes. Os exercícios 1, 2 e 3 foram baseados respectivamente nos exercícios “Bath Tub Task 1”, “Cash Flow Task 2” e “Manufacturing Case” concebidos e aplicados por Sweeney e Sterman (2000). O exercício 4 baseia-se no “Department Store Task” de Sterman (2002).

Estes exercícios foram concebidos para serem simples e poderem ser respondidos por pessoas sem conhecimento e treino específicos em matemática, pois não exigem a aplicação de nenhuma função analítica de matemática, implicando apenas a aplicação de operações básicas de aritmética e as capacidades para ler e interpretar gráficos.

A estrutura e conteúdo essencial dos exercícios originais foram mantidos. A única diferença residiu no exercício 1 em que decidimos substituir a designação do stock. A unidade do nível do stock é “número de clientes de uma dada empresa” em lugar da “quantidade de água de uma banheira”, e a unidade de tempo é “semana” em lugar de “minuto”. Os enunciados dos exercícios foram traduzidos para português.

Estes quatro exercícios foram igualmente aplicados em diversas pesquisas anteriores. Para efectuar a comparação de resultados, seleccionámos as seguintes pesquisas

MIT – pesquisas conduzidas no MIT (Sweeney e Sterman, 2000; Sterman 2002).

SIMT – pesquisas conduzidas em “Stuttgart Institute of Management and Technology” (Kapmeier, 2004)

TV - pesquisas conduzidas em “Tor Vergata – University of Rome” (Armenia et al, 2004)

### **1.2.1 Exercícios 1 e 2**

Os exercícios 1 e 2 (figuras 1.2 e 1.4) exploram a compreensão do conceito da relação entre stock e fluxos. Este conceito é fundamental para a compreensão da dinâmica de sistemas (Forrester, 1961). Nestes exercícios, um stock, com um valor inicial de acumulação, é sujeito simultaneamente a um fluxo de entrada e a um fluxo de saída. Os participantes são solicitados a determinar a evolução no tempo da quantidade do stock.

Estes exercícios não envolvem processos de retorno nem atrasos, existindo apenas um stock. O fluxo de saída é constante e os fluxos de entrada seguem padrões simples. Consequentemente, ambos os exercícios são exemplos simples e puros de raciocínio sobre a relação entre stock e fluxos.

Para responder a estes exercícios é necessário que os participantes tenham conhecimentos básicos de cálculo e de integração gráfica (o que em princípio é assegurado em sujeitos com formação superior em engenharia ou economia) e que compreendam intuitivamente o efeito dinâmico de acumulação/ esvaziamento de um stock. Para facilitar a tarefa, são utilizados valores de forma a facilitar as operações aritméticas para o cálculo das quantidades adicionadas e removidas do stock.

O exercício 1 (figura 1.2) foi adaptado do exercício “Bathtub/Cash Flow Task 1” (Sweeney e Sterman, 2000). Como referido, enquanto o exercício original se baseia no enchimento e esvaziamento (fluxos) de uma banheira de água (stock), na nossa adaptação, utilizámos a captação e perda (fluxos) associadas a uma base de clientes (stock).

### Exercício 1

Considere a base de clientes de uma dada empresa. Os clientes entram a uma determinada taxa de captação, e saem a uma determinada taxa de perda.



O gráfico em baixo mostra o comportamento hipotético das taxas de captação e perda de clientes. A partir desta informação, desenhe a evolução do número de clientes no segundo gráfico em baixo.

Assuma que o número inicial de clientes é 100,

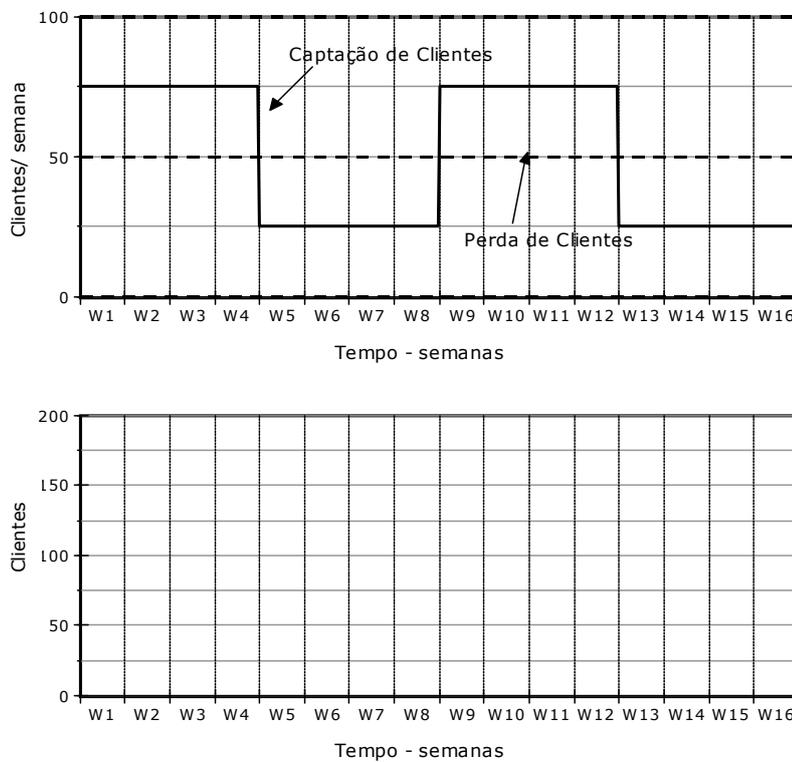


Figura 1.2 – Exercício 1, baseado em “Bath Tub Task 1” (Sweeney e Sterman, 2000)

Neste exercício, uma base de clientes (stock) é alimentada por uma taxa de captação de novos clientes (fluxo de entrada) com variações “steps” e simultaneamente esvaziada por uma taxa fixa de abandono de clientes (fluxo de saída). O exercício consiste em desenhar a evolução no tempo do número de clientes (stock). A resolução deste exercício está apresentada na figura

1.3, com base na simulação de um modelo simples de dinâmica de sistemas construído em Powersim.

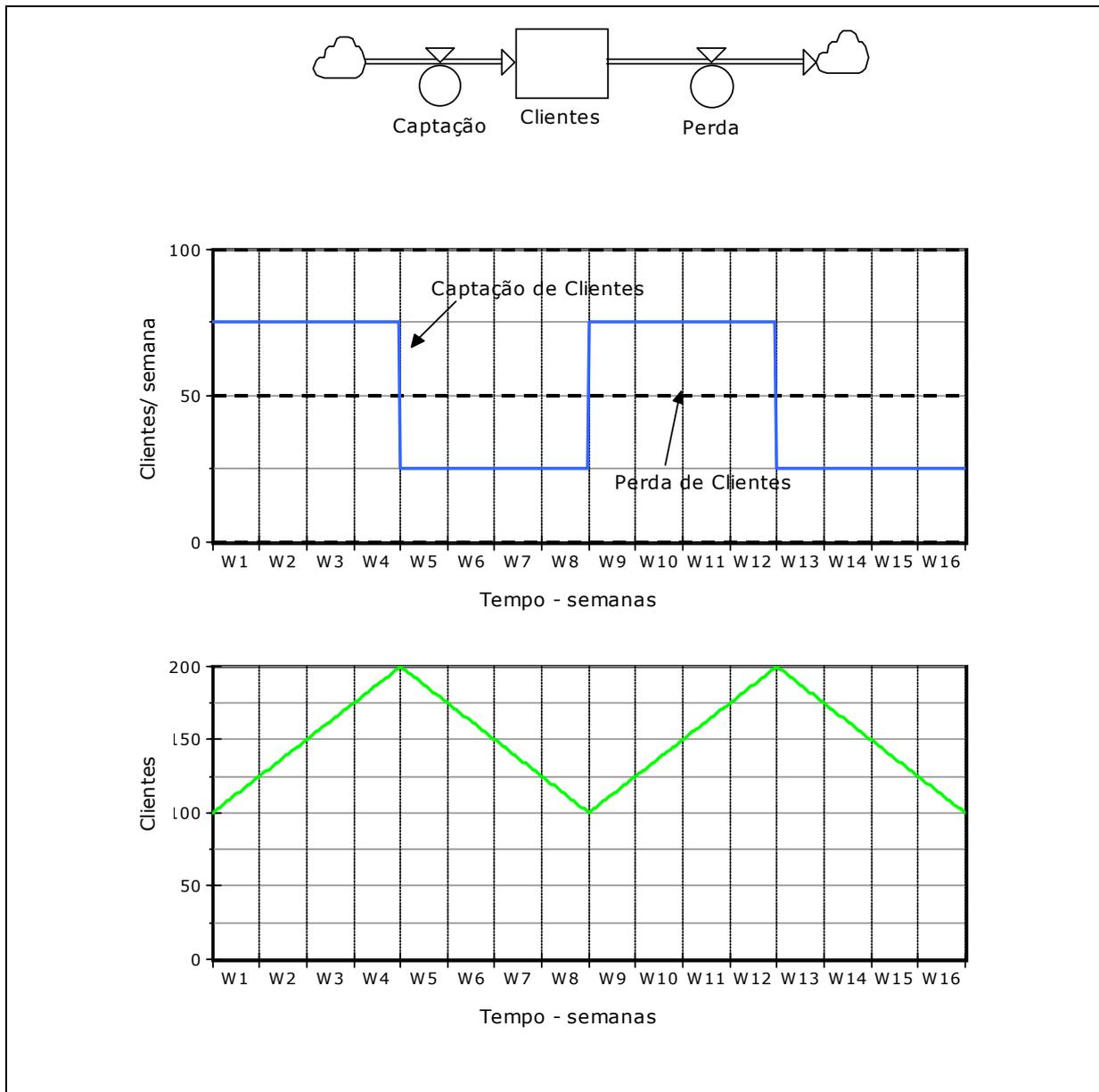


Figura 1.3 – Resolução do exercício 1.

Ambos os fluxos de entrada e saída são constantes durante cada segmento. A resposta envolve uma simples operação de integração gráfica, como o fluxo líquido é constante, o stock aumenta e decresce linearmente.

Os critérios de análise das respostas são os mesmos que foram utilizados por Sweeney e Sterman (2000):

- C1: Quando o fluxo de entrada excede o fluxo de saída, o stock aumenta.
- C2: Quando o fluxo de saída excede o fluxo de entrada, o stock diminui.
- C3: Os picos e baixos de stock ocorrem quando o fluxo líquido é nulo.
- C4: O stock não deve ter saltos descontínuos (deve ser contínuo)
- C5: Durante cada segmento em que o fluxo líquido é constante, o stock deve crescer ou decrescer linearmente.
- C6: A inclinação do stock durante cada segmento é a taxa líquida do fluxo (+/-25 un/semana)
- C7: A quantidade adicionada (removida) do stock durante cada segmento consiste na área limitada pela taxa líquida de fluxo (25 clientes/semana x 4 semanas = 100 clientes). O stock atinge o valor máximo em 200 e o mínimo em 100,

O exercício 2 (figura 1.4) é uma tradução do “Cash Flow Task 2” (Sweeney e Stermann, 2000). Neste exercício os fluxos de entrada e saída são respectivamente recebimentos e pagamentos, e o stock é o saldo de caixa. Enquanto no exercício 1, a taxa de fluxo de entrada tem um formato rectangular, neste tem um formato triangular. Os participantes são solicitados a desenharem num gráfico a evolução do saldo de caixa ao longo do tempo. A resolução deste exercício está apresentada na figura 1.5.

Os critérios de análise das respostas são os mesmos que foram utilizados por Sweeney e Stermann (2000):

- C1: Quando o fluxo de entrada excede o fluxo de saída, o stock aumenta.
- C2: Quando o fluxo de saída excede o fluxo de entrada, o stock diminui.
- C3: Os picos e baixos de stock ocorrem quando o fluxo líquido é nulo.
- C4: O stock não deve ter saltos descontínuos (deve ser contínuo).
- C5: A inclinação do stock durante cada segmento é a taxa líquida do fluxo:
  - a) quando o fluxo líquido é positivo e decrescente, o stock aumenta a uma taxa decrescente ( $0 < t < 2; 8 < t < 10$ );
  - b) quando o fluxo líquido é negativo e decrescente, o stock diminui a uma taxa crescente ( $2 < t < 4; 10 < t < 12$ );
  - c) quando o fluxo líquido é negativo e crescente, o stock diminui a uma taxa decrescente ( $4 < t < 6; 12 < t < 14$ );

d) quando o fluxo líquido é positivo e crescente, o stock aumenta a uma taxa crescente ( $6 < t < 8; 14 < t < 16$ ).

C6: A inclinação do stock quando o fluxo líquido é máximo, é 50 un/semana ( $t=0, 8, 16$ ).

C7: A inclinação do stock quando o fluxo líquido é mínimo, é -50 un/semana ( $t=4, 12$ ).

C8: A quantidade adicionada (removida) do stock durante cada segmento de duas semanas é a área do triângulo formado pelo fluxo líquido ( $1/2 \times 50 \text{ euros/semana} \times 2 \text{ semanas} = 50 \text{ euros}$ ). Os máximos são de 150 e os mínimos são de 50.

### Exercício 2

Considere a tesouraria de uma empresa. Os recebimentos processam-se a uma determinada taxa, e os pagamentos processam-se a uma outra taxa.



O gráfico em baixo mostra o comportamento hipotético das taxas de recebimento e pagamento. A partir desta informação, desenhe a evolução do saldo de caixa no segundo gráfico em baixo.

Assuma que o saldo inicial de caixa é 100 euros.

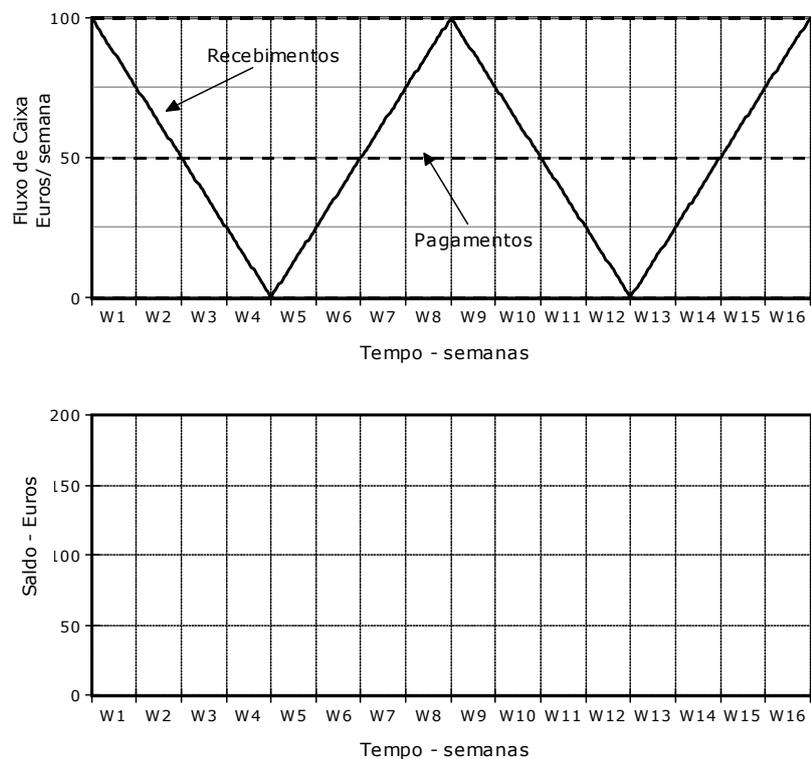


Figura 1.4 – Exercício 2, baseado em “Cash Flow Task 2” (Sweeney e Sterman, 2000)

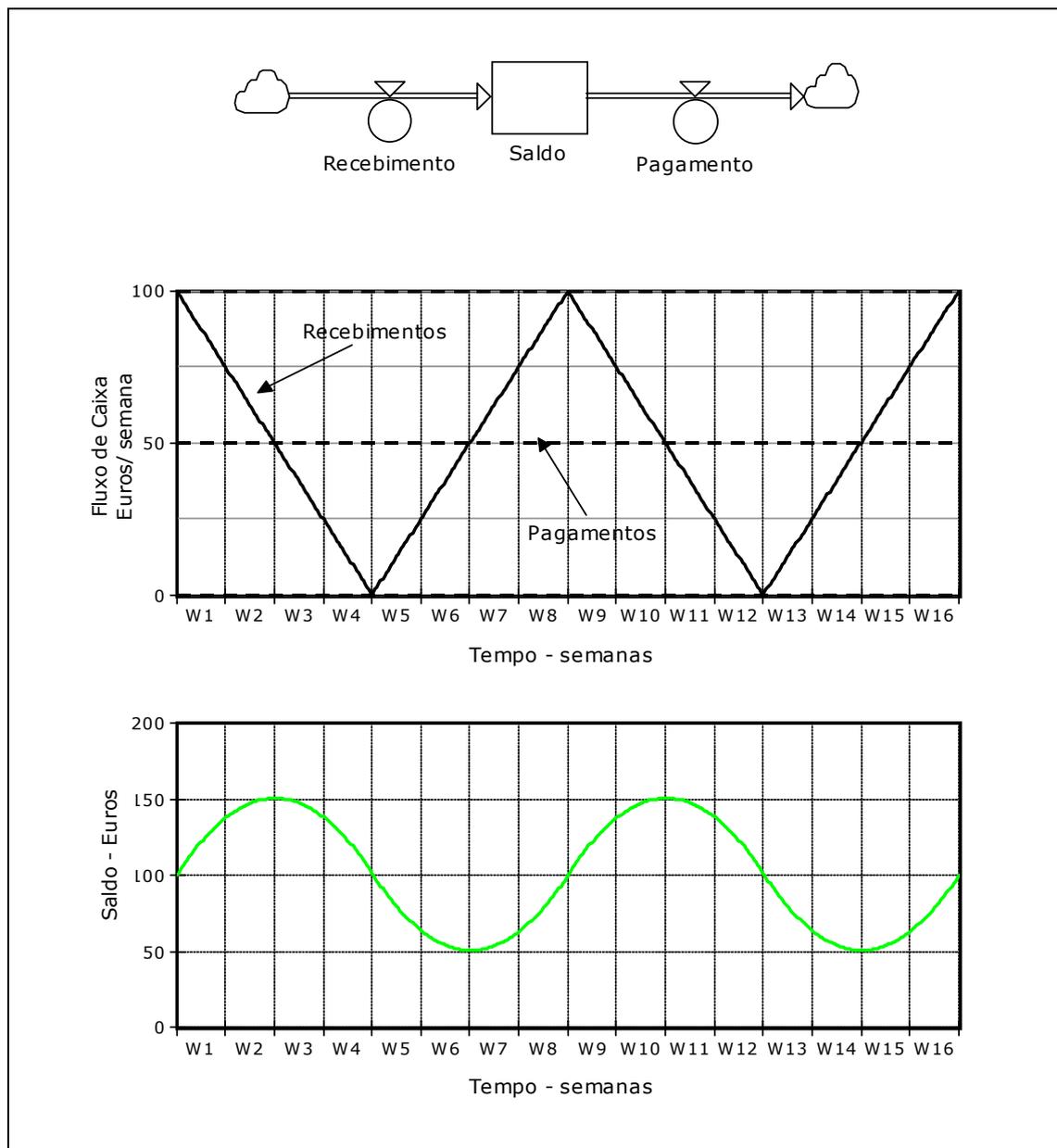


Figura 1.5 – Resolução do exercício 2

### 1.2.2 Exercício 3

Os exercícios 1 e 2 apenas exploram a compreensão do conceito de relação entre fluxos e stocks sem quaisquer outras fontes de complexidade dinâmica, tais como atrasos e retornos. Sistema complexos incluem frequentemente processos de retorno e atraso os quais têm efeitos significativos no comportamento dinâmico do sistema. Por exemplo, atrasos embebidos em ciclos de retorno negativos podem provocar instabilidade e/ou oscilação.

O exercício 3 (figura 1.6) é uma tradução do “Manufacturing Case” (Sweeney e Sterman, 2000). Este exercício é mais complexo que os anteriores na medida em, para além da relação entre stock-fluxos que já era tratada nos exercícios 1 e 2, inclui adicionalmente um ciclo de retorno negativo e um atraso.

### Exercício 3

Considere uma empresa de produção. A empresa mantém um stock de produtos acabados. A empresa usa esse stock para satisfazer as encomendas de clientes que vão surgindo. Historicamente, a taxa de encomendas tem um valor médio de 10,000 unidades por semana. A empresa procura manter um stock de 50,000 unidades para garantir um excelente serviço ao cliente e, para isso, o programa de produção é ajustado sempre que necessário para anular qualquer desvio entre o nível actual e o desejado. O tempo necessário para ajustar o programa e produzir os produtos é 4 semanas.

Suponha que a taxa de encomendas de produtos, subitamente, aumenta 10%, e continua nesta nova taxa indefinidamente, como mostra o gráfico em baixo. Antes da mudança da procura, a produção era de 10,000 unidades/semana e o stock era igual ao nível desejado de 50,000 unidades.

Desenhe a evolução provável da taxa de produção no primeiro gráfico em baixo, e do nível de stock no segundo gráfico em baixo. Defina a escala apropriada para o gráfico do nível de stock.

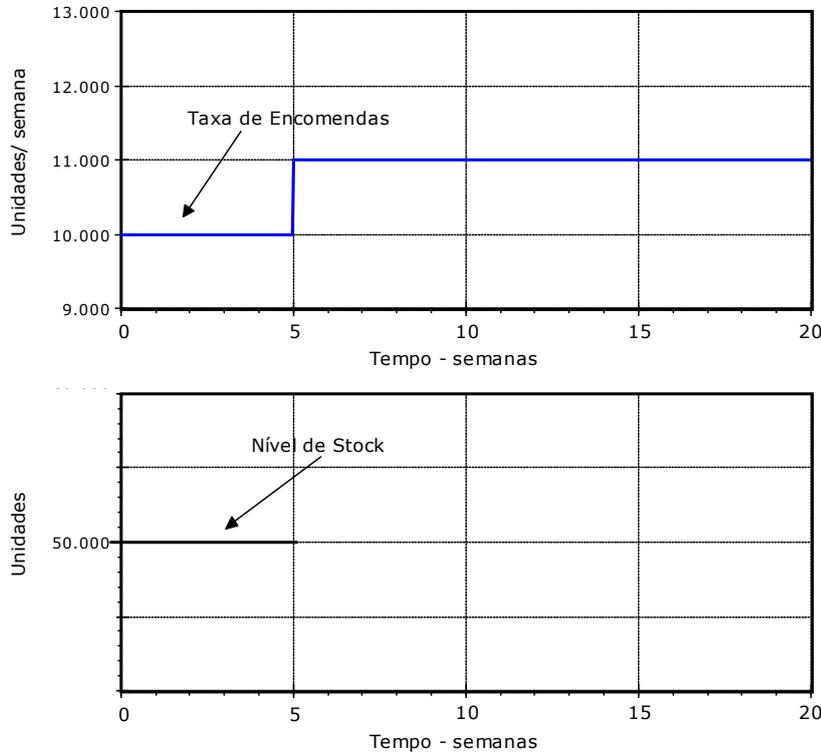


Figura 1.6 – Exercício 3, baseado em “Manufacturing Case” (Sweeney e Sterman, 2000)

O exercício 3 é um exemplo de uma tarefa simples de gestão de existências. Este exercício envolve o ajustamento do fluxo de produção para cumprir o objectivo de manter o nível do stock estável em 50,000, o que constitui um ciclo de retorno negativo. Em sistemas reais de gestão de existências, existem frequentemente desfasamentos temporais entre o início das acções de controlo e os respectivos efeitos. Nesta tarefa, o participante enfrenta um efeito do atraso (4 semanas) entre uma mudança do programa e o respectivo impacto na produção.

A taxa de encomendas é constante durante as primeiras 5 semanas (10,000 un/ semana). Subitamente, no final da semana 5, ocorre um aumento da taxa de encomendas para 11.000 un/ semana. Os participantes são solicitados para desenhar a curva da taxa de produção com vista a reajustar a existência para o nível desejado (50,000 un), e desenhar a evolução da existência ao longo do tempo.

Como existe um atraso (4 semanas), a taxa de produção não pode aumentar imediatamente. Portanto, depois do aumento da taxa de encomendas (final da semana 5), a existência decresce linearmente até ao final da semana 9. Não é suficiente igualar a taxa de produção à taxa de encomendas, sendo necessário aumentar adicionalmente a taxa de produção para repor o stock. Consequentemente a taxa de produção deve ultrapassar a taxa de encomendas e manter-se a esse nível até a existência atingir o nível desejado. Depois deste ponto, a taxa de produção passará a igualar a taxa de encomenda (11.000 un).

Não existe apenas uma solução para este exercício. Uma resposta correcta, deverá considerar a taxa de produção em equilíbrio com a taxa de encomendas até ao final da semana 5, mantendo-se até aí o stock em 50,000. A partir desse instante, devido ao atraso de 4 semanas do ajustamento da produção, o stock diminui a uma taxa de 1000 un/semana até ao final da semana 9, atingindo 46.000 unidades. A partir do final da semana 9, a produção aumenta para uma taxa superior à taxa de encomendas. Os valores dessa taxa superior de produção e o período em que esta vigora, deverão ser tais de forma a que o stock de 50,000 unidades seja repostado (cumprindo assim o princípio de conservação de matéria).

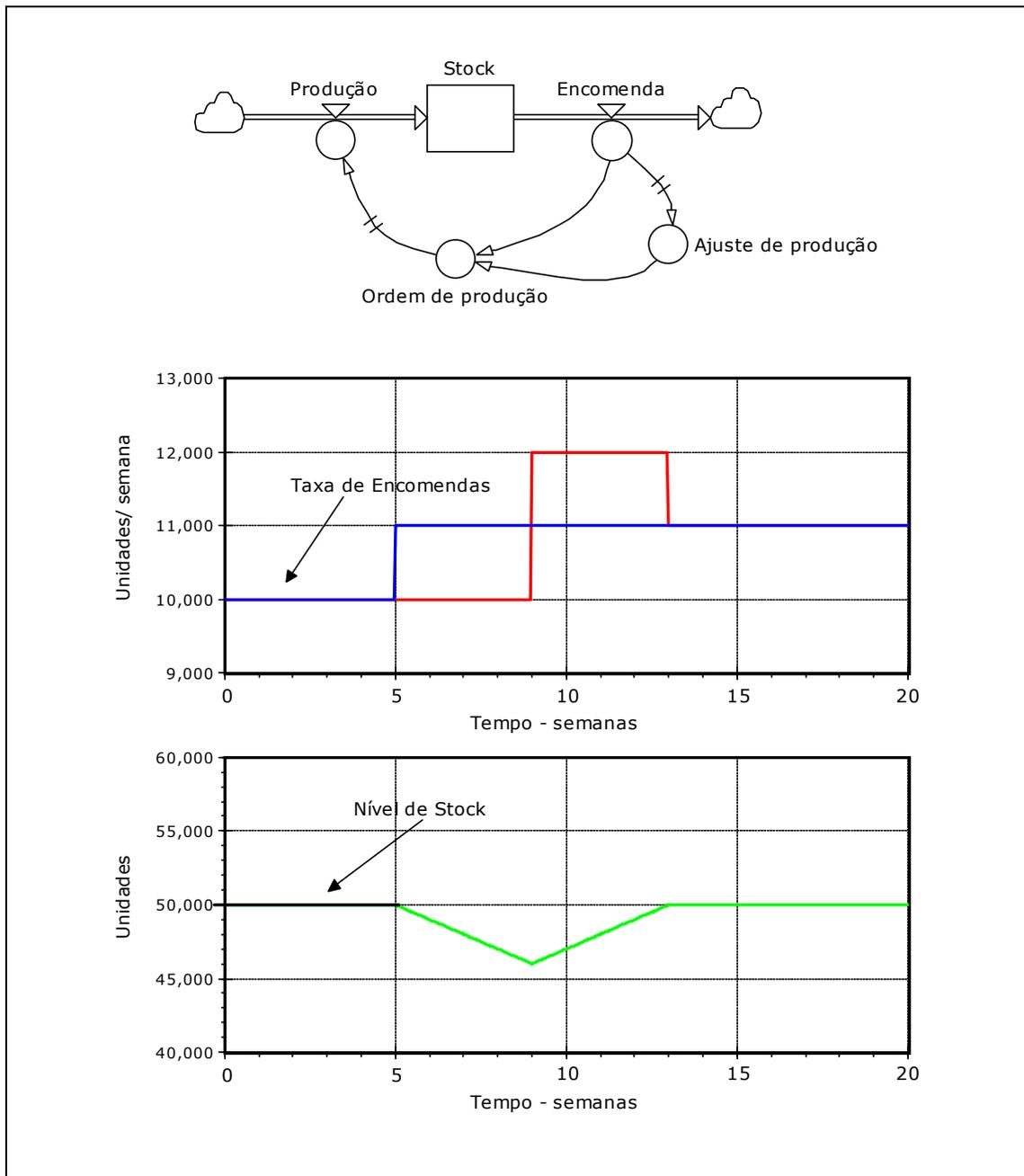


Figura 1.7 – Resolução do exercício 3

A última parte da resposta tem infinitas soluções, isto é, o desenho das curvas da taxa de produção e do stock no período de reposição. Considera-se que a resposta está correcta quando a área entre as taxas de procura e produção no período 5-9 semanas, iguala a área entre essas curva no período seguinte de reposição de stock. Uma solução possível está apresentada na figura 1.7. A taxa de produção aumenta de 10,000 para 12.000 un/ semana durante 4 semanas. Como podemos observar, a área limitada pela aumento de produção (quantidade produzida acima da quantidade de encomendas) iguala a área entre a taxa de

encomenda e a taxa de produção (quantidade do stock perdida durante o período em que a taxa de encomendas excedia a taxa de produção). Nesta resposta, a existência, a partir do final da semana 9 (46.000 un), cresce linearmente até ao final da semana 13 (50,000 un).

A resposta da figura 1.7 assume um atraso de 4 semanas entre a Produção e a Produção Planeada (Ordem de Produção). Por sua vez, a Produção Planeada é determinada a partir das Encomendas, assumindo um mesmo atraso de 4 semanas. A Produção inicia em equilíbrio com as Encomendas. Quando as Encomendas variam, a Produção mantém-se no nível inicial durante 4 semanas. Depois a Produção aumenta, durante 4 semanas, para compensar a quantidade de stock perdida durante as 4 semanas anteriores. A relação entre estas variáveis está expressa nas equações 1.1 e 1.2.

$$\text{Produção (t + 4)} = \text{Encomendas (t)} + \text{“quantidade perdida durante 4 semanas devido à variação das Encomendas”} \quad \text{ou} \quad (1.1)$$

$$\text{Produção (t + 4)} = \text{Encomendas (t)} + (\text{Encomendas (t)} - \text{Encomendas (t - 4)}) \quad (1.2)$$

A figura 1.7 apresenta um modelo simples de dinâmica de sistemas em que as variáveis Ordem de Produção e Produção têm as seguintes equações (1.3, 1.4 e 1.5):

$$\text{Ordem de Produção (t)} = \text{Encomendas (t)} + \text{Ajuste de Produção (t)} \quad (1.3)$$

$$\text{Ajuste de Produção (t)} = \text{Encomendas (t)} - \text{Encomendas (t - 4)} \quad (1.4)$$

$$\text{Produção (t)} = \text{Ordem de Produção (t - 4)} \quad (1.5)$$

Os critérios para análise das propostas são (Sweeney e Sterman, 2000):

- C1: Produção deve iniciar-se em equilíbrio com as encomendas (=10,000 un/semana)
- C2: Produção deve ser constante até ao final da semana 9, e igual à ocorrida até ao final da semana 5, indicando assim um atraso de 4 semanas na resposta ao aumento da taxa de encomendas.
- C3: Produção deve ser superior às encomendas para repor o stock perdido durante o período em que as encomendas eram superiores à produção. Produção deve voltar (ou oscilar em torno) à taxa de equilíbrio de 11.000 un/semana (para manter o stock no nível desejado).
- C4: Conservação da matéria: A área correspondente à produção menos encomendas, durante o período em que a produção é superior às encomendas, deve ser igual à área

correspondente às encomendas menos produção, durante o período em que a produção é inferior às encomendas para repor o stock perdido durante este último período.

C5: O stock deve inicialmente diminuir, porque a taxa de encomendas é superior à taxa de produção.

C6: Depois de diminuir, o stock deve ser repostado.

C7: A curva do stock deve ser consistente com as trajectórias das taxas de produção e de encomendas

Com o propósito de facilitar a leitura gráfica e desenho das soluções, os gráficos apresentados nos exercícios 1,2 e 3 são quadriculados (o que não sucede nos exercícios originais).

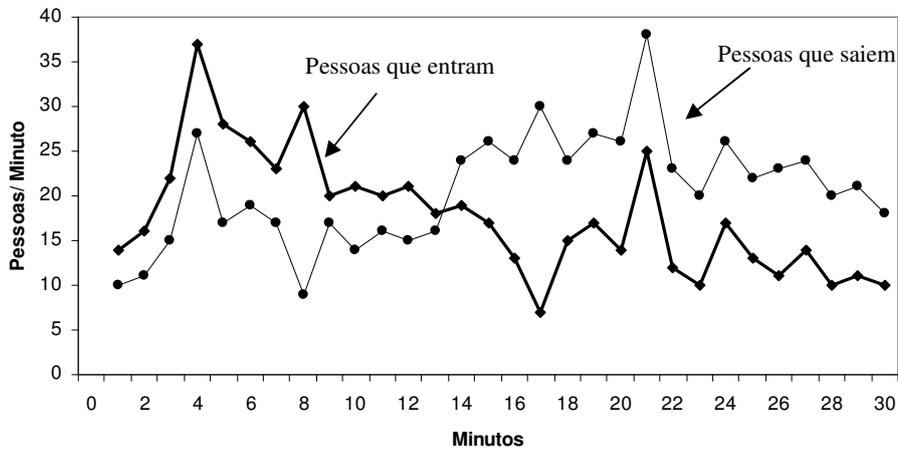
### **1.2.3 Exercício 4**

O exercício 4, apresentado na figura 1.8, baseia-se no “Department Store Task” de Sterman (2002), que por sua vez se baseou num outro exercício apresentado por Ossimitz (2002). Este exercício pretende testar a compreensão da relação entre stocks e fluxos, e difere dos anteriores por não ser necessário efectuar quaisquer operações de integração gráfica ou de cálculo. A aplicação deste exercício vem na sequência da questão entretanto surgida de que a baixa performance na realização dos exercícios 1 e 2 poderia não se dever apenas a limitações dos sujeitos em termos de pensamento sistémico, mas também se dever a dificuldades nas operações de integração gráfica e de cálculo, ou a tempo insuficiente. “But are the results really a failure of systems thinking? Perhaps the reason people do poorly on these bathtub problems is not that they don’t understand stocks and flows, but that they can’t read graphs, or can’t do the arithmetic, or aren’t given enough time. So, inspired by a task developed by Günther Ossimitz (2002), I developed an even simpler challenge.” (Sterman 2002, p507).

Um gráfico mostra os fluxos de entrada e de saída de pessoas por minuto numa loja durante um período de 30 minutos. Os participantes são solicitados a responder a 4 questões: As primeiras duas referem-se aos fluxos (em que minuto mais pessoas entraram/saíram da loja). As outras duas referem-se com a acumulação dos fluxos (em que minuto existiam mais/menos pessoas na loja).

#### Exercício 4

Considere o gráfico em baixo onde estão representados os fluxos de entrada e de saída de pessoas numa loja ao longo de 30 minutos.



Responda às seguintes questões:

1. Qual o minuto em que um maior número de pessoas entrou na loja ?

\_\_\_\_\_ R: 4

2. Qual o minuto em que um maior número de pessoas saiu da loja ?

\_\_\_\_\_ R: 21

3. Qual o minuto em que estava um maior número de pessoas na loja ?

\_\_\_\_\_ R: 13

4. Qual o minuto em que estava um menor número de pessoas na loja ?

\_\_\_\_\_ R: 30

Figura 1.8 – Exercício 4, baseado em “Department Store Task” de Sterman (2002)

O número de pessoas na loja acumulam o fluxo de entrada menos o fluxo de saída de pessoas. Observando o gráfico podemos constatar que até ao minuto 13 (onde as duas curvas se intersectam) o fluxo de entrada exceda o fluxo de saída. O número de pessoas na loja aumenta até ao minuto 13 e seguidamente diminui até ao minuto 30, Portanto, no minuto 13 existia o número máximo de pessoas (questão 3). Para responder à última questão, os participantes devem determinar se a área entre as curvas de fluxo até ao minuto 13 é superior ou inferior à área correspondente entre os minutos 13 e 30, Observando o gráfico, verificamos que a referida área até ao minuto 13 é menor do que a área correspondente entre os minutos 13 e 30, o que significa que o esvaziamento de pessoas depois do minuto 13 foi superior que a

acumulação até aquele minuto. Consequentemente, no minuto 30 existiam o número mínimo de pessoas na loja (questão 4).

### 1.3. Participantes

Na pesquisa conduzida no ISCTE, os exercícios foram aplicados a estudantes de duas turmas do último ano da licenciatura em organização e gestão de empresas, sem experiência profissional e com idades compreendidas entre 21 e 23 anos.

Na Galp Energia, os exercícios foram aplicados a 31 colaboradores, afectos a áreas funcionais distintas, tais como Planeamento, Logística, Marketing, Vendas, Qualidade e Engenharia, e que aceitaram colaborar na presente pesquisa.

<b>Número total de participantes</b>	<b>31</b>
<b>Sexo</b>	
F	6
M	26
<b>Idade</b>	
< 30	10
30 – 40	6
40 – 50	8
> 50	7
<b>Formação Base</b>	
Engenharia	16
Gestão/ Economia	15
<b>Grau Académico</b>	
Licenciatura	24
Mestrado	7
<b>Nível Funções</b>	
1	9
2	16
3	6

Tabela 1.1 – Características dos participantes da Galp Energia

As principais características dos participantes da Galp Energia são apresentadas na tabela 1.1. O número de elementos do sexo masculino é bastante superior ao do feminino. A distribuição por idades é relativamente equilibrada, tal como sucede relativamente á formação base (engenharia vs gestão/ economia). Os participantes têm no mínimo a formação académica de licenciatura. Foram considerados como mestrados os participantes que tinham pelos menos a parte escolar completa (MBA em todos os casos). Cerca de metade dos participantes têm funções intermédias.

Ao contrário do que sucedeu em algumas pesquisas semelhantes, os participantes nesta pesquisa nunca tiveram envolvidos em nenhum curso de dinâmica de sistemas. Na pesquisa efectuada em SIMT (Kapmeier, 2004) os participantes estavam envolvidos num curso de “Business Modelling”. Em TV (Armenia et al, 2004) e MIT (Sweeney e Sterman, 2000; Sterman, 2002) os participantes estavam envolvidos em cursos de dinâmica de sistemas. Nestas pesquisas, parte dos exercícios eram aplicados no início do curso, sendo os restantes aplicados no meio ou no final.

Os participantes da presente pesquisa nunca jogaram o Beer Game ou outro jogo de características semelhantes. Um parte significativa dos sujeitos nas pesquisas em SIMT (100% nos ex. 3,4) e MIT (60%) tinham jogado o Beer Game.

#### **1.4. Procedimento**

No ISCTE, os exercícios foram aplicados em duas turmas na sequência das respectivas aulas. Os estudantes foram questionados quanto ao eventual interesse em colaborar numa pesquisa sobre pensamento sistémico. Os exercícios 1, 2 e 3 foram realizados numa primeira fase (Junho de 2004), tendo participado 43 estudantes. Numa segunda fase (Outubro/2004), foi aplicado o exercício 4, o qual contou com a participação de 33 estudantes.

A principal diferença no procedimento da pesquisa na Galp Energia relativamente às outras, consiste no facto dos exercícios decorrem num ambiente empresarial e não em universidades. Esta pesquisa decorreu durante o mês de Agosto de 2004. Com cada um dos participantes foi estabelecida a data e período do dia em que poderiam realizar os exercícios (normalmente no final do dia). Os exercícios foram entregues em grupos de dois (1,2 e 3,4) nos postos de trabalho dos participantes. Primeiramente foram entregues os exercícios 1 e 2. Quando o tempo máximo para a sua realização era atingido, estes eram recolhidos. Seguidamente eram distribuídos os exercícios 3 e 4, os quais eram recolhidos logo que era atingido o tempo máximo.

Os participantes do ISCTE tiveram aproximadamente 10 minutos para resolver cada exercício. Os participantes da Galp Energia tiveram aproximadamente 30 minutos para resolver cada grupo de exercícios (1,2 e 3,4). Conforme reportado pelos respectivos autores, no MIT a duração de cada exercício foi aproximadamente 10 minutos; em SIMT foi de 10, 15, 15 e 10, e em TV foi de 30 minutos por cada conjunto de 2 exercícios.

As respostas foram anónimas. No caso da Galp Energia, foi pedido aos participantes que indicassem o sexo, idade, formação académica base e complementar, e nível de funções. Os participantes foram ainda sensibilizados para o facto destes exercícios serem individuais e que, para assegurar a validade da pesquisa, era imprescindível que os não partilhassem com nenhum colega (mesmo que não tivesse envolvido directamente nos exercícios) durante o período em que decorria a pesquisa. Tal como nas outras pesquisas, não existiram quaisquer incentivos ao desempenho dos participantes.

## **1.5 Resultados**

Os resultados dos quatro exercícios para os dois grupos de participantes são apresentados, assim como algumas respostas interessantes. Os resultados são comparados com os obtidos em outras universidades, Tor Vergata (Armenia et al, 2004), SIMT (Kapmeier, 2004), e MIT (Sweeney e Sterman, 2000; Sterman, 2002).

### **1.5.1 Resultados do exercício 1**

A performance geral dos participantes do ISCTE e da Galp Energia foi baixa (tabela 1.2), apresentando respectivamente valores médios de 0,28 e 0,58, e desvios padrão de 0,42 e 0,46 (apreciação completa nas tabelas 1.15 e 1.20).

Apenas 21% dos participantes no ISCTE e 35% na Galp Energia responderam a este exercício de forma totalmente correcta.

Considerando cada um dos critérios, os participantes da Galp Energia desempenharam melhor que os participantes do ISCTE. A performance de ambos os grupos em termos gerais foi pior que a obtida nas outras três pesquisas (TV, SIMT e MIT).

Os primeiros cinco critérios descrevem efeitos qualitativos e intuitivos do processo de acumulação de stock, não exigindo nenhuma operação de cálculo. Os critérios 6 e 7 descrevem a trajectória do stock de forma quantitativa.

Na Galp Energia, o melhor desempenho verificou-se no critério 1 “Quando o fluxo de entrada excede o de saída, o stock aumenta” e o pior verificou-se no critério 4 “O stock não deve ter saltos descontínuos”. Ao contrário, o critério 4 é aquele que obteve melhor desempenho no ISCTE (tal como sucedeu nas restantes 3 pesquisas), sendo o pior verificado nos critérios 6 “A inclinação do stock durante cada segmento é a taxa líquida do fluxo (+/-25 un/semana)” e 7 “A quantidade adicionada (removida) do stock durante cada segmento é 100 un, sendo os picos de 200 e os baixos de 100”.

Na Galp Energia, os critérios 6 e 7 foram aqueles em os participantes tiveram um melhor desempenho comparativamente com as outras pesquisas. De notar que se consideraram como certas as respostas a estes critérios, os casos em que os participantes desenharam uma evolução discreta, falhando no critério 4, mas acertaram nas taxas de aumento e redução de stock, e nos pontos máximos e mínimos. No ISCTE, todos os critérios revelaram um desempenho pior que as restantes pesquisas.

	ISCTE	GALP	TV	SIMT	MIT
C1 - Quando o fluxo de entrada excede o de saída, o stock aumenta.	0,28	0,65	0,70	0,77	0,80
C2 - Quando o fluxo de saída excede o de entrada, o stock diminui.	0,30	0,61	0,70	0,68	0,80
C3 - Os pontos máximos e mínimos do stock ocorrem quando o fluxo líquido é nulo.	0,30	0,61	0,64	0,64	0,86
C4 - O stock não deve ter saltos descontínuos	0,33	0,45	0,73	0,82	0,89
C5 - Durante cada segmento em que o fluxo líquido é constante, o stock deve crescer ou decrescer linearmente.	0,28	0,61	0,74	0,59	0,78
C6 - A inclinação do stock durante cada segmento é a taxa líquida do fluxo (+/-25 un/semana)	0,23	0,55	0,56	0,50	0,66
C7 - A quantidade adicionada (removida) do stock durante cada segmento é 100 un, sendo os picos de 200 e os baixos de 100,	0,23	0,55	0,47	0,55	0,63
<b>Média (Classificação Global)</b>	0,28	0,58	0,65	0,65	0,77
<b>Desvio Padrão (Classificação Global)</b>	0,42	0,46	0,10	-	0,34

Tabela 1.2 – Resultados obtidos no exercício 1

Os 3 primeiros critérios são fundamentais para a compreensão do conceito de acumulação do stock. Mais de dois terços dos participantes do ISCTE e um terço dos participantes da Galp Energia, falharam nos critérios C1 e C2, isto é, quando o fluxo líquido é diferente de zero, o stock deve crescer ou decrescer respectivamente para valores positivos ou negativos do fluxo líquido. Os resultados obtidos nas outras pesquisas foram sensivelmente melhores, tendo esta falha ocorrido de 20% (MIT) a 30% (TV) dos participantes.

Como se pode observar nas tabelas 1.15 e 1.20, praticamente todos os participantes que acertaram nos critérios 1,2 também acertaram no critério 3 “pontos máximos e mínimos do stock ocorrem quando o fluxo líquido é nulo”.

Nas outras pesquisas observou-se uma maior diferença de desempenho entre os critérios 6,7 e os critérios 1,2, do que na pesquisa efectuada na Galp Energia. Sweeney e Sterman (2000, p 265) observaram que a pior performance nos critérios 6,7 derivava da ocorrência de erros de cálculo.

Como referido anteriormente, contrariamente às outras pesquisas, a pesquisa na Galp Energia obteve o pior desempenho no critério 4. Um erro que ocorreu em 20% dos participantes desta pesquisa e que contribuiu para este resultado, consistiu em desenhar a evolução do stock sobre a quadrícula do gráfico, originando uma evolução discreta em “step’s” de 25 unidades (exemplo na resposta da figura 1.9).

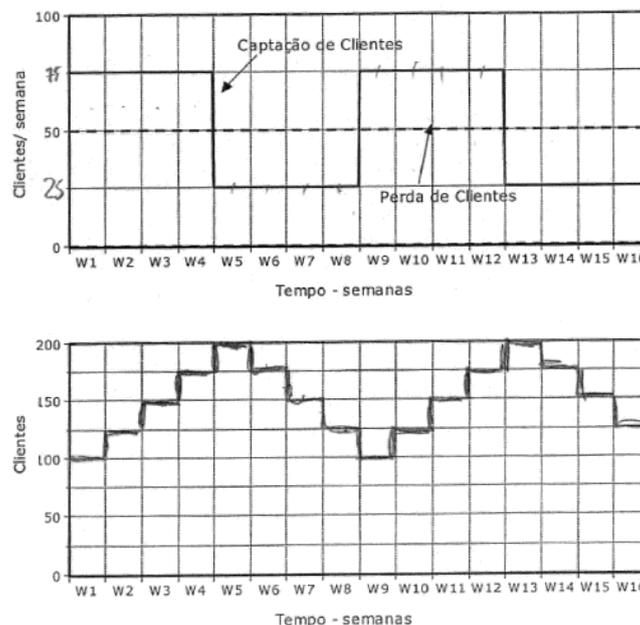


Figura 1.9 – Erro “evolução discreta por desenho da curva sobre a quadrícula”

Sweeney e Sterman (2000, p 267) reportam casos semelhantes, onde a evolução do stock é desenhada numa forma discreta. Os autores definiram estes casos como sendo originados por participantes que sofrem de “spreadsheet thinking”, por assumirem que as mudanças ocorrem subitamente entre períodos de tempo.

No caso da presente pesquisa, julgamos que esta forma de resposta foi também sugerida pela quadrícula de 1 semana por 25 unidades contida nos gráficos do enunciado (ao contrário das outras 3 pesquisas em comparação em que os gráficos não tinham quadrícula).

No entanto, o facto deste erro não se verificar no ISCTE, vem reforçar a explicação dada por Sweeney e Sterman, porque é razoável admitir que o comportamento dos participantes da Galp Energia, devido à sua actividade profissional, é mais influenciado pelo efeito “spreadsheet thinking”, do que nos participantes do ISCTE.

Tal como reportado por (Sterman, 2002) e Kapmeier (2004), uma grande parte dos participantes (35% no ISCTE e 29% na Galp) cometeu o erro de desenhar o comportamento/ evolução do stock semelhante ao do fluxo líquido (Kapmeier obteve 23% na pesquisa em SIMT), conforme exemplo da figura 1.10.

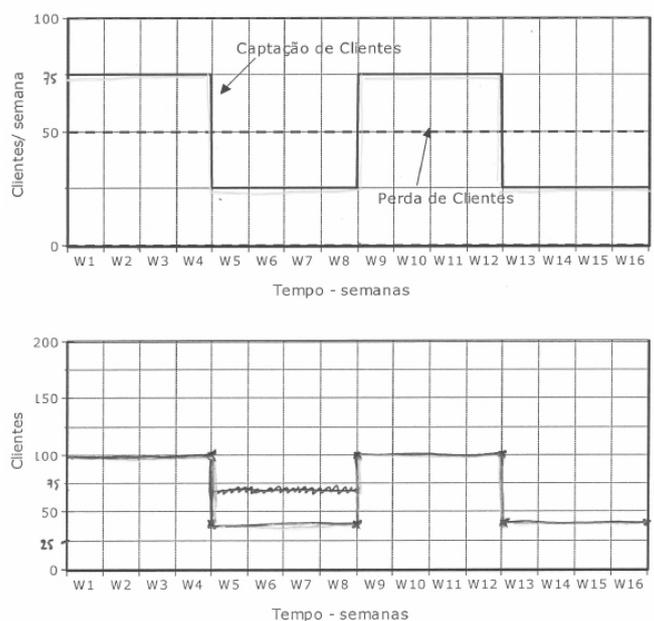


Figura 1.10 – Erro “desenho da curva de stock com forma semelhante à do fluxo”

A apreciação dos resultados deste exercício sugere que a baixa performance se deve, não a erros de cálculo nas operações envolvidas, mas principalmente devido à deficiente compreensão de grande parte dos participantes (mais de 70% no ISCTE e 30% na Galp Energia) da relação básica entre o fluxo e o stock, e que resulta da análise dos resultados

obtidos dos critérios 1,2,5. Esta falha ocorreu com mais intensidade do que nas 3 outras pesquisas, principalmente no ISCTE.

### **1.5.2 Resultados do exercício 2**

Tal como sucedeu nas outras três pesquisas, ambos ou grupos demonstraram mais dificuldades na resolução do exercício 2. O desempenho médio neste exercício (tabela 1.3) foi pior que no primeiro, obtendo-se respectivamente no ISCTE e na Galp Energia, valores médios de 0,22 e 0,44, e desvios padrão de 0,24 e 0,30 (apreciação completa nas tabelas 1.16 e 1.21). O valor médio obtido no ISCTE é o mais baixo comparativamente com as outras pesquisas, ficando o desempenho da Galp Energia ao nível das outras 3 pesquisas (menor que o do MIT e superior aos de TV e SIMT).

Apenas 5% dos participantes no ISCTE responderam a este exercício de forma totalmente correcta. Nenhum participante na Galp Energia respondeu correctamente a este exercício.

Como sucedeu no primeiro exercício, os primeiros cinco critérios descrevem efeitos qualitativos e intuitivos do processo de acumulação de stock, não exigindo nenhuma operação de cálculo. Os primeiros três critérios são também fundamentais para a compreensão do conceito de acumulação dum stock. Um número reduzido de participantes do ISCTE (14%) responderam correctamente a estes critérios. Na Galp Energia cerca de 45% dos participantes falharam nestes critérios.

Comparando com as outras 3 pesquisas, observamos o pior resultado no ISCTE e o melhor na Galp Energia. Nas outras pesquisas, esta falha ocorreu em cerca de 55% (MIT) a cerca de 70% (SIMT) dos participantes.

Em semelhança ao exercício anterior, todos os participantes que acertaram nos critérios 1,2 também acertaram no critério 3 (ver tabelas 1.16 e 1.21).

Todos os participantes responderam correctamente no critério 4 (o stock não deve ter saltos descontínuos). Este é o único critério em que participantes tiveram um melhor desempenho que no exercício 1. Tal como referido por Sweeney e Sterman (2000, p 269), o facto do fluxo

líquido no exercício 1 ser descontínuo e neste ser contínuo, sugere que muitos participantes falharam este critério no exercício 1 porque assumiram que o stock tinha um comportamento idêntico ao do fluxo líquido.

	ISCTE	GALP	TV	SIMT	MIT
C1 - Quando o fluxo de entrada excede o de saída, o stock aumenta.	0,14	0,58	0,39	0,27	0,47
C2 - Quando o fluxo de saída excede o de entrada, o stock diminui.	0,14	0,55	0,36	0,32	0,44
C3 - Os pontos máximos e mínimos do stock ocorrem quando o fluxo líquido é nulo.	0,14	0,55	0,52	0,32	0,40
C4 - O stock não deve ter saltos descontínuos (deve ser contínuo).	1,00	1,00	0,96	0,86	0,99
C5 - A inclinação do stock durante cada segmento é a taxa líquida do fluxo. Portanto: a) quando o fluxo líquido é positivo e decrescente, o stock aumenta a uma taxa decrescente ( $0 < t < 2; 8 < t < 10$ ); b) quando o fluxo líquido é negativo e decrescente, o stock diminui a uma taxa crescente ( $2 < t < 4; 10 < t < 12$ ); c) quando o fluxo líquido é negativo e crescente, o stock diminui a uma taxa decrescente ( $4 < t < 6; 12 < t < 14$ ); d) quando o fluxo líquido é positivo e crescente, o stock aumenta a uma taxa crescente ( $6 < t < 8; 14 < t < 16$ ).	0,12	0,26	0,35	0,23	0,28
C6 - A inclinação do stock quando o fluxo líquido é máximo, é 50 un/semana ( $t=0, 8, 16$ )	0,05	0,19	0,21	0,23	0,47
C7 - A inclinação do stock quando o fluxo líquido é mínimo, é -50 un/semana ( $t=4, 12$ )	0,09	0,23	0,20	0,14	0,45
C8 - A quantidade adicionada (removida) do stock durante cada segmento de duas semanas é a área do triângulo formado pelo fluxo líquido, ou 50 un. Os picos são de 150 e os baixos de 50,	0,07	0,13	0,32	0,32	0,37
Média (Classificação Global)	0,22	0,44	0,41	0,34	0,48
Desvio Padrão (Classificação Global)	0,24	0,30	0,26	-	0,35

Tabela 1.3 – Resultados obtidos no exercício 2

O critério 5 avalia se os participantes relacionam correctamente a taxa de fluxo líquida com o stock. Apenas 12% dos participantes ISCTE e 26% dos da Galp Energia tiveram sucesso neste critério.

Os critérios 6,7,8 relacionam-se com a descrição da trajetória do stock em termos quantitativos, mas a aritmética necessária é elementar. A resposta a estes critérios requer que os participantes interpretem o gráfico das taxas de fluxo. Os participantes também devem conhecer a fórmula da área de um triângulo (para aplicar a integração gráfica da função de fluxo líquido que corresponde ao cálculo da área do triângulo limitado por aquela função) para calcular os valores máximo e mínimo do stock (para o critério 8) e estarem aptos a desenharem a curva da trajetória do stock com a inclinação correcta nos pontos de inflexão  $t = 0, 4, 8, 12$  e  $16$  (para os critérios 6,7). Nestes critérios, a performance foi genericamente pior que nas outras pesquisas. Esta diferença de performance é bastante significativa no critério 8, onde apenas 7% no ISCTE e 13% na Galp Energia calcularam correctamente os máximos e mínimos do stock.

Tal como no exercício anterior, uma grande parte dos participantes (28% no ISCTE e 20% na Galp Energia) cometeu o erro de desenhar o comportamento/ evolução do stock semelhante ao do fluxo líquido (figura 1.11).

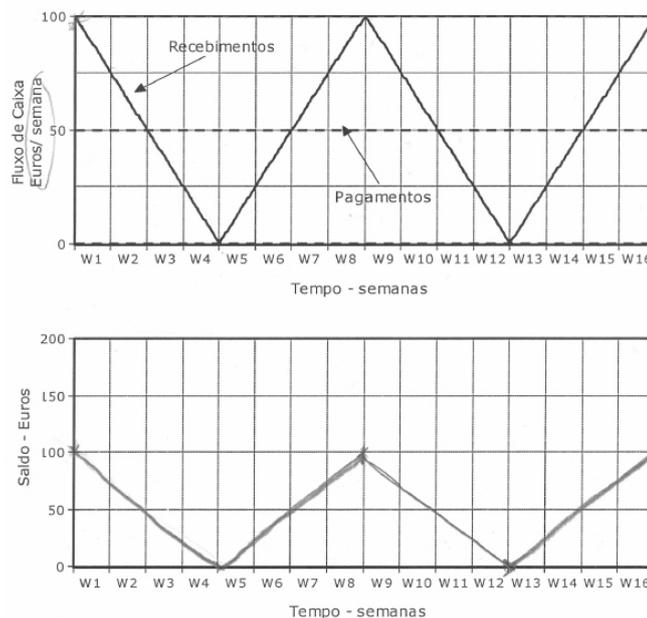


Figura 1.11 – Erro “desenho da curva de stock com forma semelhante à do fluxo líquido”

No caso do ISCTE, observa-se alguma correlação na ocorrência do tipo de erro anterior entre as respostas aos exercícios 1 e 2. Dos participantes que cometeram este erro no exercício 1, 91% cometeu o mesmo erro no exercício 2. Por sua vez, dos participantes que cometeram este erro no exercício 2, cerca de 76% já tinha cometido o mesmo erro no exercício 1.

Estes resultados sugerem que os participantes tiveram dificuldades acrescidas comparativamente com outras pesquisas, na compreensão da relação entre a variação linear do fluxo e a respectiva evolução do stock.

Uma parte significativa dos participantes da Galp Energia (23%), embora respeitando os critérios 1,2,3,4, desenharam a evolução do stock de forma linear (o que levou a que falhassem nos critérios 6 e 7). Um exemplo deste tipo de resposta é apresentado na figura 1.12. Esta situação foi também observada em um dos participantes do ISCTE (2%).

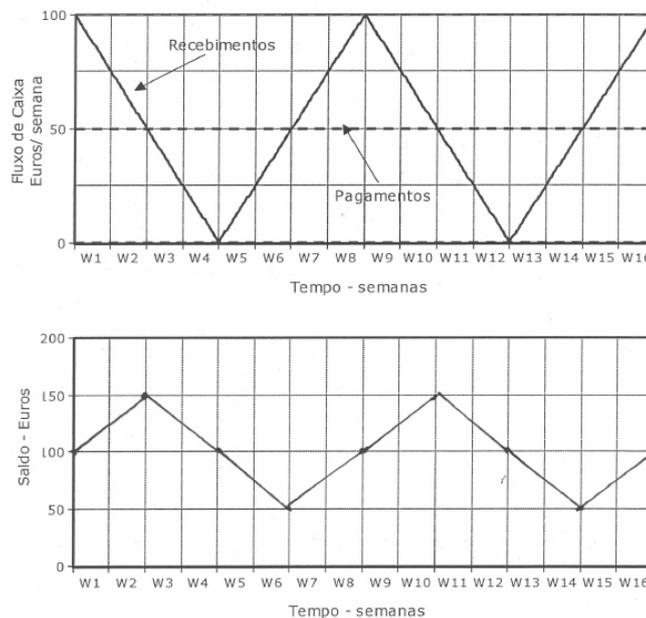


Figura 1.12 – Erro “evolução linear do stock”

Conforme igualmente reportado por Sweeney e Sterman (2000, p 271), um participante da Galp Energia tentou responder de forma analítica, isto é, escreveu as equações da evolução do stock em função do tempo como resultado da integração da função de fluxo líquido.

### 1.5.3 Resultados do exercício 3

Apesar deste exercício ser mais complexo que os anteriores, representa uma situação simples em conteúdo e estrutura, envolvendo apenas uma relação fluxo líquido-stock, um atraso e um

ciclo de retorno negativo. O nível geral de desempenho é baixo em ambos os grupos (apreciação completa nas tabelas 1.17 e 1.22). De acordo com a tabela 1.4, o grupo da Galp Energia apresentou um melhor desempenho médio (53%) que o grupo do ISCTE (14%).

	ISCTE	GALP	TV	SIMT	MIT
C1 – Produção deve iniciar-se em equilíbrio com as encomendas (=10,000 un/semana)	0,23	0,71	0,74	0,45	0,53
C2 – Produção deve ser constante até ao final da semana 9, e igual à ocorrida até ao final da semana 5, indicando assim um atraso de 4 semanas na resposta ao aumento da taxa de encomendas.	0,05	0,61	0,63	0,36	0,44
C3 – Produção deve ser superior às encomendas para repor o stock perdido durante o período em que as encomendas eram superiores à produção. Produção deve voltar (ou oscilar em torno) à taxa de equilíbrio de 11.000 un/semana (para manter o stock no nível desejado).	0,05	0,39	0,46	0,23	0,44
C4 – Conservação da matéria: A área correspondente à produção menos encomendas, durante o período em que a produção é superior às encomendas, deve ser igual à área correspondente às encomendas menos produção, durante o período em que a produção é inferior às encomendas para repor o stock perdido durante este último período.	0,05	0,32	0,37	0,09	0,11
C5 – O stock deve inicialmente diminuir, porque a taxa de encomendas é superior à taxa de produção.	0,42	0,74	0,72	0,45	0,68
C6 – Depois de diminuir, o stock deve ser repostado	0,14	0,71	0,59	0,36	0,56
C7 – A curva de stock deve ser consistente com as trajectórias das taxas de produção e de encomendas	0,02	0,19	0,51	0,18	0,10
Média (Classificação Global)	0,14	0,53	0,57	0,30	0,41
Desvio Padrão (Classificação Global)	0,22	0,36	0,40	-	0,28

Tabela 1.4 – Resultados obtidos no exercício 3

Tal como observado no exercício anterior, a performance média do ISCTE revelou-se inferior à das restantes 3 pesquisas, ficando o desempenho da Galp Energia ao nível daquelas (pior do que TV e melhor do que SIMT e MT). Armenia et al (2004), interpretando os resultados obtidos na pesquisa em TV, sugerem que a boa performance obtida se deve ao facto deste exercício ter sido aplicado no final de um curso de dinâmica de sistemas, o qual teria melhorado as capacidade dos sujeitos.

Tal como sucedeu no MIT e SIMT, no ISCTE o desempenho médio neste exercício foi pior que nos exercícios anteriores, observando-se um valor médio de 0,14 e desvio padrão de 0,22 (ver tabela 1.17). Na Galp Energia, a performance foi próxima do exercício 1 e superior à do exercício 2 (sucedeu igual situação em TV), obtendo-se um valor médio de 0,53 e desvio padrão de 0,36 (ver tabela 1.22).

Apenas uma pequena parte dos participantes (2% no ISCTE e 16% na Galp Energia) responderam a este exercício de forma totalmente correcta.

Aproximadamente 70% dos participantes da Galp Energia determinaram correctamente que a produção (critério 1) se iniciava em equilíbrio com as encomendas. Apenas 23% dos participantes do ISCTE acertaram neste critério.

Uma parte muito significativa dos participantes (95% no ISCTE e 39% na Galp Energia) falharam na consideração do atraso entre as necessidades (ordem de produção) e a produção (critério 2).

Tal como sucedeu nas outras pesquisas, mais de metade dos participantes (95% no ISCTE e 61% na Galp Energia) falhou no critério 3, que consistia em considerar uma produção superior às encomendas para reposição de stock, retomando em seguida o nível da encomendas.

Uma grande parte dos participantes (96% no ISCTE e 68% na Galp Energia) falhou no critério 4 respeitante à conservação de matéria “área correspondente à produção menos encomendas, durante o período em que a produção é superior às encomendas, deve ser igual á área correspondente às encomendas menos produção, durante o período em que a produção é inferior às encomendas para repor o stock perdido durante este último período”.

O critério 5 “stock deve inicialmente diminuir, porque a taxa de encomendas é superior à taxa de produção” foi onde se obteve melhores resultados (42% no ISCTE e 74% na Galp Energia).

Os dois grupos apresentaram desempenhos muito diferentes no critério 6 “Depois de diminuir, o stock deve ser repostado” (14% no ISCTE e 71% na Galp Energia).

O pior desempenho verificou-se no critério 7 “O stock deve ser consistente com a trajetória da produção e encomendas”, tendo apenas um participante do ISCTE acertado neste critério. Ou sejam, uma grande parte dos participantes falharam na relação entre os fluxos e o stock (98% no ISCTE e 81% na Galp Energia).

Um erro cometido em 26% das respostas na Galp Energia e igualmente reportado por Sweeney e Sterman (2000, p 272), consistiu em considerar uma diminuição do stock no período de atraso, subindo subitamente até ao nível das 50,000 un, sem que para isso tivesse existido qualquer aumento da produção relativamente às encomendas para provocar esta reposição do stock (conforme exemplo na figura 1.13). Este erro foi cometido em 9% dos participantes do ISCTE.

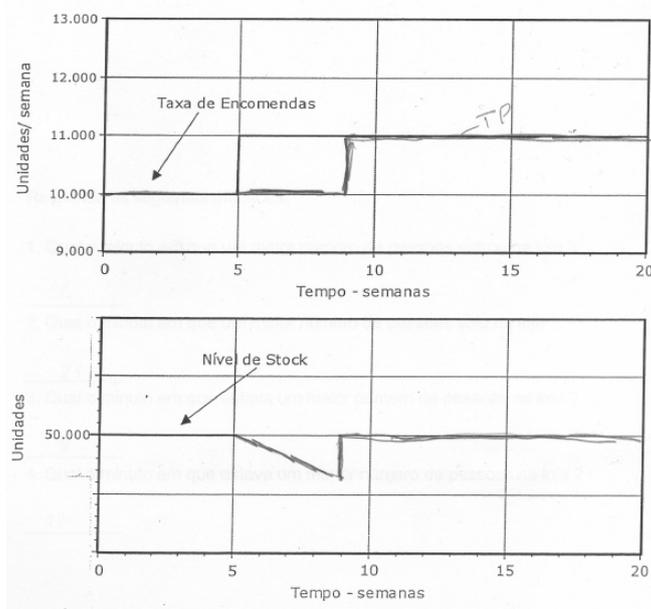


Figura 1.13 – Erro “reposição do stock sem aumento de produção”

No ISCTE, 16% dos participantes desenhou o comportamento/ evolução do stock de forma semelhante ao do fluxo de encomendas, e 14% fizeram-no de forma invertida (ver exemplos na figura 1.14). Note-se que uma grande parte destes participantes (87%) também desenhou a curva do stock de forma semelhante ou invertida à da curva do fluxo líquido nos exercícios 1 e 2.

Neste exercício, o padrão de desenhar a evolução do stock de forma discreta (“spreadsheet thinking”) não sucedeu no ISCTE mas ocorreu com uma frequência significativa na Galp

Energia – 26% (ver exemplo na figura 1.15). Destes participantes, cerca de metade também cometeu este erro no exercício 1. A quadrícula do gráfico parece não ter influenciado este comportamento. Isto porque a quadrícula é maior (5 semanas) e os participantes não desenharam sobre ela. Kapmeier obteve 41% na pesquisa em SIMT, sendo que nenhum destes sujeitos tinham cometido este erro nos outros exercícios.

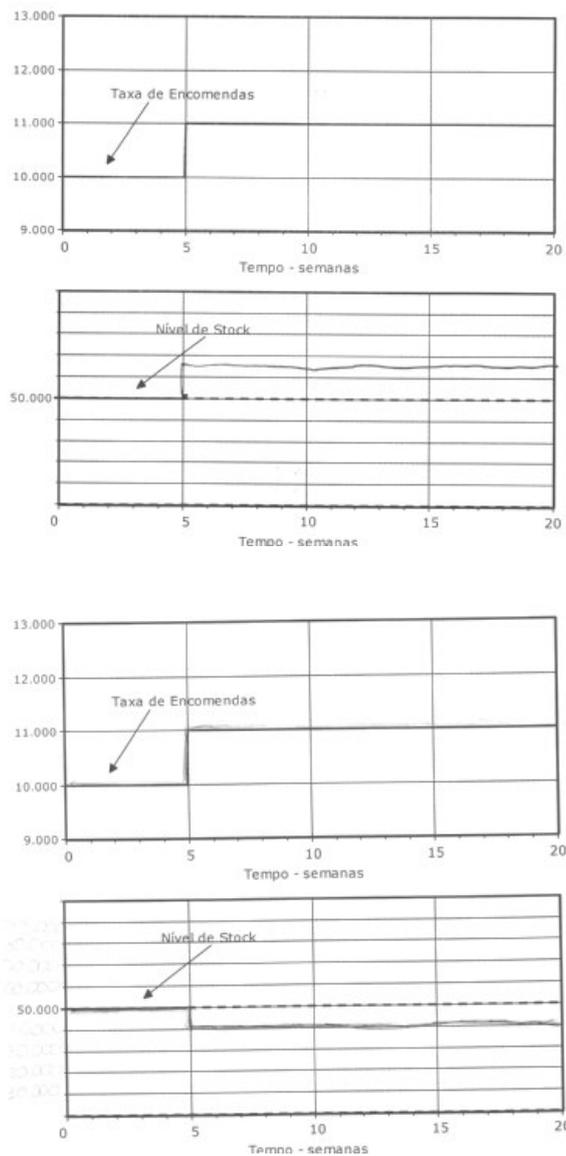


Figura 1.14 – Erros “desenho da curva de stock com forma semelhante à do fluxo das encomendas” e “desenho da curva de stock com forma invertida à do fluxo das encomendas”

Sweeney e Sterman (2000, p 276) reportaram que cerca de 40% dos participantes desenharam a produção oscilando em torno do nível das encomendas (estes autores sugerem alguma influência do Beer Game, referindo que 48% dos sujeitos que experimentaram este jogo

responderam desta forma). Na pesquisa em SIMT reportada por Kapmeier (2004), este erro foi cometido por 9% dos sujeitos (nesta pesquisa todos os sujeitos experimentaram o Beer Game). Na presente pesquisa não obtivemos nenhum caso deste tipo.

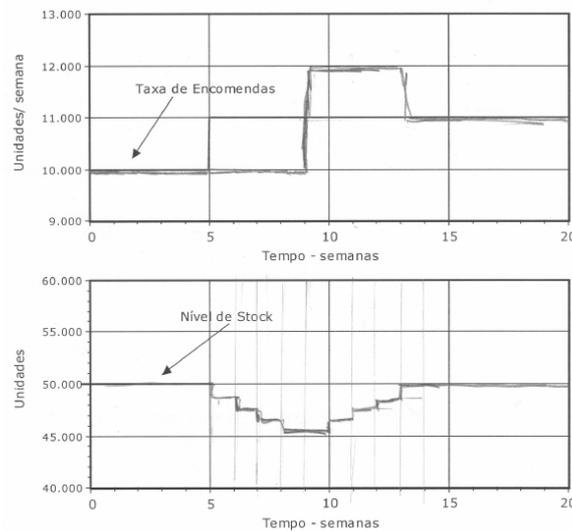


Figura 1.15 – Erro “evolução discreta da curva do stock”

#### 1.5.4 Resultados do exercício 4

Este exercício foi concebido por Sterman (2002, p507-10) que o denominou de “Department Store Task” (Sterman baseou-se num exercício semelhante concebido por Ossimitz, 2002). Dentro deste conjunto de exercícios, este é o mais apropriado para testar a compreensão sobre a relação entre fluxos e stock, isto porque, ao contrário dos anteriores, para responder a este exercício os sujeitos apenas precisam ler o gráfico, não necessitando efectuar quaisquer operações de integração gráfica ou de cálculo. Enquanto os participantes podiam falhar os exercícios anteriores devido a erros de matemática, tal situação não é susceptível de acontecer neste exercício.

Os resultados deste exercício estão sintetizados na tabela 1.5 e apresentados exhaustivamente nas tabelas 1.18 e 1.23. Na pesquisa no ISCTE obteve-se um desempenho com média de 0,51 e desvio padrão de 0,12, sendo o pior resultado comparativamente com as outras 3 pesquisas. Contrariamente, o desempenho na pesquisa na Galp Energia, com uma média 0,73 e desvio padrão de 0,23, apresentou o melhor resultado.

	ISCTE	GALP	TV	SIMT	MIT
Questão 1 - Minuto em que um maior número de pessoas entrou na loja	0,97	1,00	0,98	1,00	0,94
Questão 2 - Minuto em que um maior número de pessoas saiu da loja	0,91	1,00	0,90	0,95	0,94
Questão 3 - Minuto em que estava um maior número de pessoas na loja	0,12	0,55	0,33	0,42	0,42
Questão 4 - Minuto em que estava um menor número de pessoas na loja	0,03	0,35	0,24	0,26	0,30
Média (Classificação Global)	0,51	0,73	0,61	0,66	0,65
Desvio Padrão (Classificação Global)	0,12	0,23	0,38	-	0,34

Tabela 1.5 - Resultados obtidos no exercício 4

Tal como sucedeu nas outras pesquisas, mais de 90% dos participantes acertaram as questões 1 e 2 (100% na Galp Energia). Como para responder correctamente a estas questões os participantes teriam de compreender as curvas das taxa de fluxo do gráfico, podemos concluir que estes participantes conseguem efectivamente ler e interpretar o gráfico propriamente.

As questões 3 e 4 testam a compreensão dos participantes sobre a relação entre stock e fluxos, ou seja, o processo de acumulação de pessoas que entram e saem da loja. Como nas outras pesquisas, os participantes desempenharam pior nestas questões.

Como referido anteriormente, para responder à questão 3, os participantes têm de atentar no gráfico e verificar que até ao minuto 13 (onde as curvas de fluxo se intersectam) o fluxo de entrada excede o fluxo de saída, de forma que o número de pessoas na loja aumentou até ao minuto 13 e seguidamente diminuiu até ao minuto 30, Portanto, o número máximo de pessoas na loja ocorreu no minuto 13. Apenas 12% dos participantes do ISCTE e 55% dos participantes da Galp Energia responderam correctamente.

Em semelhança às outras pesquisas, a questão 4 foi o que registou uma pior performance, tendo falhado 97% e 65% dos sujeitos respectivamente no ISCTE e na Galp Energia, constituindo assim o pior e melhor resultado comparativamente com as outras pesquisas. Para responder a esta questão - determinar o minuto em que estava um menor número de pessoas

na loja - importa julgar se a acumulação de pessoas é maior até ao min 13 do que o esvaziamento posterior, ou seja, se a área entre as taxas de entrada e saída até ao min 13 é maior ou menor do que a área entre as duas curvas nos minutos seguintes; como a área a partir do min 13 é maior, então o esvaziamento superou a acumulação pelo que a resposta certa é 30. Apenas 3% dos participantes do ISCTE e 45% dos participantes da Galp Energia responderam correctamente.

De facto, a resposta às questões 3 e 4 não requer nenhuma operação de cálculo – apenas a leitura do gráfico e compreensão de que um stock aumenta quando o fluxo de entrada supera o fluxo de saída, e diminuiu quando este é superior ao fluxo de entrada. Como referido, uma grande parte dos participantes acertaram as questões 1 e 2, sugerindo que os participantes que falharam nas questões 3 e 4, não têm dificuldades em interpretar o gráfico mas não conseguem compreender o conceito da relação entre stock e fluxos.

Cerca 40% dos participantes do ISCTE e 30% da Galp Energia responderam “8” e “17” respectivamente para a questão 3 e 4. Note-se que o minuto 8 corresponde à maior diferença entre os fluxos de entrada e saída (cerca de 21 pessoas/min) e o minuto 17 corresponde à menor diferença (cerca de - 23 pessoas/min). Ou seja, os minutos 8 e 17 correspondem respectivamente aos pontos máximo e mínimo da curva da taxa líquida de fluxo. Isto sugere que estes participantes assumiram que a evolução do stock era semelhante à da taxa de líquida de fluxo, e como tal não compreenderam bem o conceito de acumulação de stock. Mas é interessante verificar que, no caso da Galp Energia, cerca de metade destes sujeitos acertaram no exercício 1; isto sugere que, no exercício 1, estes sujeitos basearam-se em conceitos de integração gráfica, vindo a deficiente compreensão do efeito de acumulação a revelar-se no exercício 4.

Na Galp Energia, 13% dos sujeitos não responderam à questão 4. Provavelmente porque considerarem a questão como indeterminada ou porque não tiveram tempo. Kapmeier (2004) reportou na pesquisa em SIMT que 21% responderam que a questão era indeterminada.

### 1.5.5 Correlação entre exercícios

Através dos resultados da pesquisa no ISCTE, apenas podemos analisar a correlação entre os exercícios 1,2 e 3. Devido ao facto das respostas serem anónimas e do exercício 4 ter sido realizado num momento posterior (embora tenha sido aplicado ao mesmo grupo de estudantes), não foi possível relacionar a resposta deste exercício com as respostas dos exercícios anteriores.

Relativamente ao grupo do ISCTE, os valores encontrados (tabela 1.6) sugerem que genericamente existe uma correlação positiva entre os desempenhos de todos os exercícios, mas com maior significado entre os exercícios 1 e 2 (corr=0,555; p<0,001).

	Exercício 1		Exercício 2		Exercício 3	
	Correlação Pearson	Significância p	Correlação Pearson	Significância p	Correlação Pearson	Significância p
Exercício 1			0,555**		0,312*	
Exercício 2					0,363*	0,016

\*\*Nível de significância p<0,001; \* Nível de significância p<0,05

Tabela 1.6 – Correlação entre os resultados obtidos nos exercícios 1,2 e 3 no ISCTE

Da análise da tabela 1.7, podemos concluir genericamente que na pesquisa do Galp Energia não existe uma correlação significativa do desempenho dos participantes entre os exercícios realizados, isto é, determinado desempenho num dado exercício não implica desempenho idêntico em outros exercícios. A correlação com algum significado verifica-se entre os exercícios 3 e 4 (corr=0,516; p=0,003).

	Exercício 1		Exercício 2		Exercício 3	
	Correlação Pearson	Significância p	Correlação Pearson	Significância p	Correlação Pearson	Significância p
Exercício 1						
Exercício 2	-0,046	0,804				
Exercício 3	-0,052	0,783	0,234	0,205		
Exercício 4	0,151	0,416	0,053	0,779	0,516*	0,003

\* Nível de significância p<0,01

Tabela 1.7 – Correlação entre os resultados obtidos nos exercícios

Na Galp Energia, dado que os exercícios 1 e 2 tratam da relação entre fluxos e stock, seria expectável que os resultados de 1 e 2 estivessem correlacionados com 4. Mas os resultados não indicam essa situação, o que sugere que muitos participantes responderam aos exercícios 1 e 2 baseando-se em conceitos de matemática (integração gráfica e cálculo), sem compreenderem bem o conceito de acumulação/ esvaziamento de stock por fluxos de entrada e saída.

## **1.6 Impacto das características demográficas dos participantes da Galp Energia**

No caso da pesquisa no ISCTE, não foram recolhidas quaisquer características demográficas. No caso da Galp Energia, as variáveis consideradas para efeitos de análise de impacto na performance dos participantes foram o sexo, idade, grau de formação académica, formação académica base (engenharia ou gestão/economia) e nível de funções na empresa. A tabela 1.8 apresenta os valores médios e desvios padrão da performance em cada exercício, para os diversos grupos de sujeitos definidos em função das variáveis demográficas.

A tabela 1.9 mostra a matriz dos coeficientes de correlações (Pearson). Na referida tabela podemos constatar que não existem correlações expressivas entre as variáveis demográficas e a performance. No exercício 1, a variável Sexo (Corr=0,333;  $p<0,1$ ) parece influenciar ligeiramente a Performance; mas note-se que o número de sujeitos do sexo feminino é muito baixo, pelo que não é razoável considerar este resultado. No exercício 2, as variáveis Idade (Corr= -0,378;  $p<0,1$ ) e Nível de Funções (Corr= -0,309;  $p<0,1$ ) parecem influenciar ligeiramente e negativamente a performance; mas note-se que estas variáveis estão fortemente correlacionadas (Corr= 0,603;  $p<0,001$ ), pelo que o efeito de uma delas pode ser “absorvido” pelo da outra. No exercício 3, não parece existir qualquer impacto das variáveis demográficas na performance. No exercício 4, a variável Formação Base (Corr= -0,322;  $p<0,1$ ) parece influenciar ligeiramente e negativamente a performance.

De acordo com Hair et al (1998, p166), a dimensão mínima aceitável da amostra para aplicação da regressão linear múltipla corresponde a 5 vezes o número de variáveis independentes, e a dimensão satisfatória recomendada corresponde a 15/20 vezes o número de variáveis independentes. No presente estudo existem 5 variáveis independentes, pelo a referida regra traduz-se numa dimensão mínima de 25 e recomendada de 90/120.

Considerando que a dimensão da amostra (31) encontra-se no limiar da recomendação, não é razoável procurar obter significâncias estatísticas nem efectuar exercícios de inferência a partir dos resultados. Não obstante, com um objectivo puramente exploratório, aplicou-se a regressão linear múltipla.

		Exercício 1		Exercício 2		Exercício 3		Exercício 4	
Sexo	N	$\mu$	$\sigma$	M	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$
F	6	0,17	0,41	0,56	0,37	0,48	0,40	0,71	0,25
M	26	0,67	0,42	0,41	0,28	0,54	0,35	0,73	0,23
<b>Idade</b>									
< 30	10	0,47	0,50	0,64	0,23	0,60	0,37	0,75	0,24
30 – 40	6	0,90	0,12	0,40	0,22	0,57	0,33	0,63	0,21
40 – 50	8	0,39	0,48	0,25	0,27	0,45	0,40	0,72	0,25
> 50	7	0,65	0,46	0,39	0,36	0,47	0,37	0,79	0,22
<b>Grau Académico</b>									
Licenciatura	24	0,58	0,46	0,48	0,31	0,51	0,35	0,71	0,22
Mestrado	7	0,57	0,46	0,29	0,24	0,59	0,38	0,79	0,27
<b>Formação Base</b>									
Engenharia	16	0,59	0,45	0,41	0,31	0,49	0,40	0,66	0,22
Gestão/ Economia	15	0,56	0,48	0,46	0,30	0,56	0,32	0,80	0,22
<b>Nível Funções</b>									
1	9	0,51	0,49	0,54	0,31	0,63	0,36	0,75	0,25
2	16	0,53	0,49	0,44	0,30	0,51	0,30	0,72	0,22
3	6	0,69	0,28	0,25	0,23	0,43	0,49	0,75	0,25

Tabela 1.8 - Valores médios e desvios padrão da performance em cada exercício, para os diversos grupos de sujeitos definidos em função das variáveis demográficas

A tabela 1.10 mostra os resultados da aplicação de modelos de regressão múltipla em que a performance de cada exercício é explicada por todas as variáveis demográficas. Seguidamente, os modelos de regressão são afinados mediante um procedimento “stepwise”, de forma a excluir as variáveis que não parecem explicar significativamente a performance e manter as variáveis mais explicativas (tabela 1.11). As tabelas 1.24 a 1.30 mostram resultados das regressões lineares extraídos da aplicação SPSS versão 12.0, sendo alguns testes efectuados pela aplicação Eviews 3.1. Os coeficientes Beta são apresentados na forma normalizada para evidenciar directamente o efeito relativo de cada variável na performance.

		Sexo	Idade	Formação	Grau	Nível	E1	E2	E3	E4
Sexo	Pearson Correlation	1	0,333*	0,343*	,069	,287	,448*	-,212	,068	,038
	Sig. (2-tailed)	.	,067	,059	,711	,118	,012	,252	,717	,838
	N	31	31	31	31	31	31	31	31	31
Idade	Pearson Correlation	0,333*	1	,160	-,098	,603**	,088	-,378*	-,187	,119
	Sig. (2-tailed)	,067	.	,391	,599	,000	,637	,036	,313	,522
	N	31	31	31	31	31	31	31	31	31
Formação Base	Pearson Correlation	0,343*	,160	1	-,095	,051	,030	-,075	-,102	-0,322*
	Sig. (2-tailed)	,059	,391	.	,613	,784	,874	,690	,586	,077
	N	31	31	31	31	31	31	31	31	31
Grau Acadêmico	Pearson Correlation	,069	-,098	-,095	1	,300	-,004	-,274	,104	,145
	Sig. (2-tailed)	,711	,599	,613	.	,101	,982	,135	,577	,437
	N	31	31	31	31	31	31	31	31	31
Nível Funções	Pearson Correlation	,287	,603**	,051	,300	1	,210	-0,309*	-,228	-,068
	Sig. (2-tailed)	,118	,000	,784	,101	.	,257	,091	,218	,718
	N	31	31	31	31	31	31	31	31	31
E1	Pearson Correlation	,448*	,088	,030	-,004	,210	1	-,046	-,052	,151
	Sig. (2-tailed)	,012	,637	,874	,982	,257	.	,804	,783	,416
	N	31	31	31	31	31	31	31	31	31
E2	Pearson Correlation	-,212	-,378*	-,075	-,274	-0,309*	-,046	1	,234	,053
	Sig. (2-tailed)	,252	,036	,690	,135	,091	,804	.	,205	,779
	N	31	31	31	31	31	31	31	31	31
E3	Pearson Correlation	,068	-,187	-,102	,104	-,228	-,052	,234	1	,516**
	Sig. (2-tailed)	,717	,313	,586	,577	,218	,783	,205	.	,003
	N	31	31	31	31	31	31	31	31	31
E4	Pearson Correlation	,038	,119	-0,322*	,145	-,068	,151	,053	,516**	1
	Sig. (2-tailed)	,838	,522	,077	,437	,718	,416	,779	,003	.
	N	31	31	31	31	31	31	31	31	31

\*. Correlação com nível de significância < 0.1 (2-tailed).

\*\* . Correlação com nível de significância < 0.01(2-tailed).

Tabela 1.9 – Matriz de correlações (Pearson)

Variável	Exercício 1		Exercício 2		Exercício 3		Exercício 4	
	B	p	$\beta$	p	$\beta$	p	$\beta$	p
Sexo	0,507**	0,015	-0,058	0,768	0,201	0,353	0,134	0,500
Idade	-0,226	0,352	-0,428*	0,087	-0,029	0,913	0,412*	0,099
Grau Acad.	-0,150	0,449	-0,334	0,102	0,168	0,436	0,263	0,193
Form. Base	-0,135	0,473	-0,021	0,910	-0,134	0,512	-0,388**	0,048
N.Funções	0,253	0,309	0,067	0,788	-0,311	0,250	-0,413	0,104
R <sup>2</sup> ajustado	0,108		0,096		-0,055		0,094	
P	0,165		0,187		0,366		0,190	

Coefficientes Beta normalizados

\*\* Nível de significância  $p < 0,05$ ; \* Nível de significância  $p < 0,1$

Tabela 1.10 – Regressão múltipla

Os reduzidos valores de “R<sup>2</sup>ajustado” indicam que, de uma forma geral, os modelos determinados apresentam um muito baixo poder explicativo, isto é, a variância do desempenho observado nos exercícios é muito pouco explicada pelas variáveis independentes consideradas (Hair et al, 1998, p165).

Relativamente à validade estatística dos modelos e dos pressupostos de regressão linear, verificamos os seguintes pontos: nenhum dos modelos de regressão sobre todas as variáveis independentes (tabelas 1.10, 1.24, 1.26, 1.28 e 1.29), apresenta um nível de significância estatística aceitável ( $p > 0,1$ ); quanto aos modelos resultantes do processo “stepwise” (tabelas 1.11, 1.25, 1.27, e 1.30), observamos alguma significância estatística ( $p < 0,1$ ) nos exercícios 1, 2 e 4; nenhum modelo resultou da regressão do desempenho do exercício 3 (todas as variáveis explicativas foram eliminadas pelo processo “stepwise”); os 3 modelos resultantes do processo “stepwise”, passam nos testes dos pressupostos da regressão linear múltipla: teste de linearidade entre as variáveis independentes e dependentes, mediante inspeção visual do gráfico dos resíduos das regressões; teste normalidade do resíduo de Kolmogorov-Smirnov; teste de White de homoscedasticidade dos resíduos; teste de Durbin-Watson para a auto correlação de primeira ordem, e teste de Breusch-Godfrey para a auto correlação de segunda ordem dos resíduos; teste de multicolinearidade das variáveis independentes através do Factor de Inflação de Variância.

Da tabela 1.11, verificamos que a performance do exercício 1 parece depender da variável “sexo” dos participantes ( $\beta=0,448$ ,  $p=0,012$ ), indicando que os elementos masculinos apresentaram uma melhor performance. Mas note-se que o número de elementos femininos é muito reduzido, pelo que não é razoável concluir sobre o efeito desta variável.

Variável	Exercício 1		Exercício 2		Exercício 3		Exercício 4	
	$\beta$	p	$\beta$	p	B	P	$\beta$	p
Sexo	0,448**	0,012	-	-	-	-	-	-
Idade	-	-	-0,408**	0,020	-	-	-	-
Grau Acad.	-	-	-0,314*	0,068	-	-	-	-
Form. Base	-	-	-	-	-	-	-0,322*	0,077
N.Funções	-	-	-	-	-	-	-	-
R <sup>2</sup> ajustado	0,173		0,186		-		0,073	
p	0,012		0,021		-		0,077	

Coefficientes Beta normalizados

\*\* Nível de significância  $p<0,05$ ; \* Nível de significância  $p<0,1$

Tabela 1.11 – Resultados da regressão múltipla com as variáveis mais explicativas resultantes de um procedimento “stepwise”

As variáveis “idade” ( $\beta=-0,408$ ,  $p=0,02$ ) e “grau académico” ( $\beta=-0,314$ ,  $p=0,068$ ) parecem influenciar negativamente a performance no exercício 2. Os participantes licenciados desempenharam melhor que os participantes com mestrado. Mas note-se que, tal como na variável “sexo”, o número sujeitos com mestrado é muito reduzido, pelo que não é razoável concluir sobre o efeito desta variável. O efeito da variável “idade” sugere que os participantes mais novos apresentaram uma melhor performance. Este exercício é caracterizado pela evolução não linear do stock. Este resultado parece sugerir que a “idade” poderá influenciar negativamente a compreensão de comportamento não linear do stock.

No exercício 3 nenhuma variável demográfica parece influenciar a performance. No exercício 4 a performance parece ser influenciada pela variável “formação base”.

Sweeney e Sterman (2000) e Kapmeier (2004) encontraram em alguns exercícios uma influência significativa da formação base, sendo que sujeitos formados em engenharia tinham melhor desempenho que formados em ciência sociais. Na presente pesquisa, previa-se igualmente que os participantes com mais treino em matemática e engenharia tivessem melhor desempenho. Apenas no exercício 4 se encontrou alguma influência desta variável

( $\beta=-0,322$ ,  $p=0,077$ ). Mas o efeito é contrário, isto é, os participantes de Gestão/ Economia apresentaram melhor desempenho. Mas note-se que o efeito é estatisticamente pouco significativo.

Considerando que o exercício 4 consiste no problema mais apropriado para testar a o conceito stock-fluxos e assumindo que sujeitos formados em engenharia têm uma melhor preparação matemática, o facto dos resultados não mostrarem um efeito positivo da variável formação no desempenho deste exercício, sugere que a preparação e treino em matemática não se traduz numa melhor compreensão intuitiva da relação entre stock e fluxos.

As pesquisas em comparação, não analisaram o impacto da variável “nível de funções”. Na presente pesquisa esta variável parece não ter um impacto significativo no desempenho dos exercícios. Curiosamente, nenhuma das variáveis demográficas parece influenciar a performance no exercício com maior diversidade de fontes de complexidade dinâmica (exercício 3).

Como não foi identificada nenhuma variável que influenciasse significativamente e consistentemente a performance dos exercícios, é claro que os resultados da presente pesquisa (grupo Galp Energia) não suportam a hipótese de que as variáveis demográficas afectam o desempenho dos participantes. Efectivamente, os resultados sugerem fortemente que não existe um padrão consistente de influência das variáveis demográficas no desempenho nos quatro exercícios. Semelhantes conclusões são referidas em Sweeney e Sterman (2000) e Kapmeier (2004). Adicionalmente, embora pareça existir algum impacto de certas variáveis demográficas na performance de alguns exercícios, os respectivos efeitos são muito pouco significantes.

## 1.7. Discussão

Para a resolução dos exercícios que foram aplicados na presente pesquisa, os participantes não necessitavam utilizar nenhuma função analítica de matemática, mas apenas operações básicas de aritmética e as capacidades para ler e interpretar gráficos. Em particular, o exercício 4 apenas requeria que os participantes interpretassem o gráfico, capacidade que mais de 90% dos participantes do ISCTE e 100% dos participantes da Galp Energia revelaram ter ao responderem correctamente às questões 1 e 2 deste exercício. Além disso, dado que os exercícios tratavam situações simples e para as quais os participantes se confrontavam diariamente, é razoável assumir que a razão para o baixo desempenho obtido não é a falta de familiaridade para as respectivas tarefas.

Como podemos observar na tabela 1.12, ambos os grupos apresentaram em termos gerais um baixo desempenho. O desempenho médio obtido na pesquisa no ISCTE, com os valores de 0,28, 0,22, 0,14 e 0,51, respectivamente para os exercícios 1,2,3 e 4, foi inferior ao observado nas outras 3 pesquisas (TV, SIMT and MIT). Apesar da baixa performance, comparando com os outros estudos, o grupo da Galp Energia desempenhou relativamente melhor. A performance geral dos participantes da Galp Energia foi semelhante à dos participantes dos outros estudos, com valores médios de 0,58 no exercício 1, de 0,44 no exercício 2, de 0,53 no exercício 3 e de 0,73 no exercício 4. Por exemplo, os participantes do MIT obtiveram 0,77, 0,48, 0,41 e 0,65 respectivamente.

Tal como sucedeu no MIT e SIMT, o desempenho do grupo do ISCTE foi piorando progressivamente nos exercícios 1, 2 e 3. Comparativamente com as restantes pesquisas, o exercício 3 foi aquele em que os participantes obtiveram o pior desempenho.

Comparando a pesquisa efectuada na Galp Energia com as outras 3 pesquisas, observamos que em termos médios, o grupo de participantes foi melhorando o desempenho relativo à medida que progredia nos exercícios. O exercício 1 foi aquele que obteve pior desempenho (11% inferior ao pior resultado - TV), os exercícios 2 e 3 obtiveram os segundos melhores resultados e o exercício 4 apresentou o melhor (10% superior ao melhor resultado - SIMT). Algumas explicações que avançamos para este comportamento são: (1) o facto dos participantes, por estarem nos seus postos de trabalho, levarem algum tempo para se libertarem mentalmente das tarefas empresariais em que estavam envolvidos e se

concentrarem na execução dos exercícios; (2) como os exercícios foram realizados em duas sessões (os participantes responderam aos exercícios 1 e 2 e alguns dias depois resolveram os exercícios 3 e 4), talvez os participantes tivessem aprendido na primeira sessão, e tivessem iniciado a segunda sessão com uma compreensão melhorada sobre os conceitos em teste.

	ISCTE		GALP		TV		SIMT		MIT	
	$\mu$	$\sigma$								
<b>Exercício 1</b>	0,28	0,42	0,58	0,46	0,65	0,10	0,65	-	0,77	0,34
<b>Exercício 2</b>	0,22	0,24	0,44	0,30	0,41	0,26	0,34	-	0,48	0,35
<b>Exercício 3</b>	0,14	0,22	0,53	0,36	0,57	0,40	0,30	-	0,41	0,28
<b>Exercício 4</b>	0,51	0,12	0,73	0,23	0,61	0,38	0,66	-	0,65	0,34

Tabela 1.12 – Valores médios e desvios padrão da classificação global de desempenho nos 4 exercícios

Os resultados indicam uma diferença significativa entre o desempenho do grupo do ISCTE e o do grupo da Galp Energia. Esta situação sugere que a ocorrência de alguma experiência profissional influencia positivamente o desempenho dos sujeitos. Enquanto os participantes do ISCTE não tinham experiência profissional, o grupo da Galp Energia tinha em média 14 anos de experiência.

Uma outra explicação é que os participantes da Galp Energia deram mais atenção à tarefa do que os estudantes do ISCTE. Eventualmente, pelo facto de não terem sido aplicados quaisquer incentivos, os estudantes do ISCTE não estavam suficientemente motivados, não tendo por isso prestado muita atenção aos problemas. Talvez os resultados obtidos fossem melhores se tivessem existido alguns incentivos monetários ou na forma de créditos. Contudo, os estudantes que participaram nas outras 3 pesquisas também não receberam quaisquer incentivos.

Por outro lado, os participantes Galp Energia consistiram num subconjunto de uma conjunto mais alargado de sujeitos que foram convidados a participar nesta pesquisa. Podemos assumir que os participantes que concordaram em colaborar no presente estudo estavam efectivamente

motivados. Além disso, os participantes da Galp Energia resolveram os problemas num ambiente familiar (o seu local de trabalho na empresa). Outra explicação, consiste em assumir que a realização dos exercícios num ambiente empresarial terá conferido um maior empenhamento aos participantes comparativamente com a realização num ambiente académico.

Os resultados obtidos indicam que grande parte das falhas não são erros de cálculo. Alguns erros cometidos sistematicamente por muitos participantes indicam uma baixa compreensão da relação entre stock e fluxos, observando-se a violação de princípios básicos associados tais como a conservação de matéria e a consistência entre a evolução dos fluxos e do stock. Uma grande parte desenhou as curvas de evolução do stock de forma inconsistente com a curva do fluxo líquido (no ISCTE sucedeu em 77% no exercício 1, 93% no exercício 2 e 98% no exercício 3; na Galp Energia ocorreu em 45% no exercício 1, 87% no exercício 2 e 81% no exercício 3).

Muitos participantes assumiram que a curva do stock tinha uma forma semelhante à do fluxo líquido (no ISCTE sucedeu em 35% no exercício 1 e 28% no exercício 2; na Galp Energia ocorreu em 29% no exercício 1 e 20% no exercício 2). Por exemplo no exercício 1, mais de 30% dos participantes copiaram a curva da taxa de fluxo de entrada para desenhar a curva do stock. Esta falha na compreensão do comportamento de sistemas, tem um impacto relevante na gestão empresarial, conforme referido por Sterman (2002, p507): “Pattern matching often leads to wildly erroneous inferences about system behavior, causes people to dramatically underestimate the inertia of systems, and leads to incorrect policy conclusions. For example, a stock can rise even if the inflow is falling (obviously, when the inflow, though falling, remains above the outflow).”

Tal como observado nas outras pesquisas, alguns participantes da Galp Energia revelaram uma tendência (20% no exercício 1 e 26% no 3) para descreverem o comportamento do stock de forma uma discreta, que Sweeney e Sterman (2000) denominaram de “spreadsheet thinking”. Os participantes assumiram que o stock mudava repentinamente no final de cada semana, isto é, que os fluxos eram discretos, apenas ocorrendo no final de cada período. Curiosamente, nenhum dos participantes do ISCTE exibiram este erro.

Este tipo de resposta também poderá ter sido motivado pelo facto dos fluxos dos exercícios 1 e 3 terem uma evolução em “step”, isto é, os participantes desenharam a evolução do stock com um comportamento semelhante ao dos fluxos. Note-se que no exercício 2, em que os fluxos não tinham este comportamento, nenhum participante cometeu esta falha. No exercício 1 também terá contribuído para esta falha, o facto dos gráficos terem quadrícula (os participantes desenharam a evolução do stock sobre a quadrícula). No entanto, o facto dos participantes do ISCTE não terem cometido este erro, sugere fortemente que o efeito “spreadsheet thinking” constitua a principal razão para este comportamento. Isto porque é razoável admitir que os participantes da Galp Energia, devido à sua actividade profissional, são mais influenciados por esse efeito do que os participantes do ISCTE.

O exercício 3 introduziu os conceitos de ciclo de retorno e atraso. Este exercício é mais complexo que os anteriores na medida em que envolve uma relação stock-fluxos, um atraso e um ciclo de retorno negativo. Apenas uma pequena parte dos participantes (2% no ISCTE e 16% na Galp Energia) respondeu correctamente. Uma grande parte dos participantes falhou na consideração do efeito do atraso (95% no ISCTE e 39% na Galp Energia), e falhou em considerar a taxa de produção superior à das encomendas para reposição de stock, retomando o nível das encomendas – efeito de retorno (95% no ISCTE e 61% na Galp Energia). O erro de não conservação de matéria observou-se em 95% dos participantes do ISCTE e em 68% na Galp Energia.

O exercício 4 é o mais objectivo para testar a compreensão intuitiva sobre a relação entre fluxos e stock. Isto porque, ao contrário dos anteriores, para responder a este exercício os sujeitos não precisam fazer quaisquer operações matemáticas, bastando interpretar o gráfico (Serman, 2002). Os resultados indicam que 97% no ISCTE e 65% na Galp Energia, não acertaram integralmente neste exercício. Como estes participantes acertaram nas questões 1 e 2 deste exercício, podemos concluir que eles compreenderam o gráfico mas falharam na compreensão do conceito de acumulação de fluxos. Além disso, alguns destes sujeitos acertaram no exercício 1, sugerindo que, no exercício 1, estes sujeitos basearam-se em conceitos matemáticos de integração gráfica e cálculo, revelando-se no exercício 4 a deficiente compreensão intuitiva sobre a relação fluxo-stock.

A análise do desempenho dos participantes nos 4 exercícios, não sugere uma correlação significativa, isto é, determinado desempenho de participantes num dado exercício, não

implica desempenho semelhante em outros exercícios. No ISCTE, observou-se alguma correlação entre o desempenho dos exercícios 1 e 2. Na Galp Energia, a correlação com algum significado verificou-se entre os exercícios 3 e 4.

Dado que os exercícios 1 e 2 tratam a relação entre fluxos e stock, seria expectável que, na Galp Energia, os resultados desses exercícios estivessem correlacionados com os resultados do exercício 4. Esta situação vem reforçar o que foi sugerido anteriormente, ou seja, que muitos participantes responderam aos exercícios 1 e 2 baseando-se em conceitos matemáticos, sem compreenderem intuitivamente o conceito de acumulação de stock e sua relação com fluxos de entrada e saída, e vice-versa, ou seja, outros que, embora tivessem compreendido este último conceito, tiveram dificuldades na componente de matemática.

A tabela 1.13 mostra o desempenho observado em função do efeito dinâmico em teste. Como podemos constatar, os participantes do ISCTE revelaram um elevado grau de dificuldade na compreensão de todos os efeitos. A percentagem de participantes que mostraram compreender os efeitos de não linearidade, atraso e retorno é apenas 5%. Se nos basearmos na resposta ao exercício 4, para avaliação da compreensão do efeito de acumulação de stock, concluímos que foi este efeito que os participantes do ISCTE tiveram mais dificuldade em intuir (3%).

<b>Efeito Testado</b>	<b>ISCTE</b>	<b>GALP</b>
Exercício 1: Stock-Fluxo (a)	21%	35%
Exercício 2: Stock-Fluxo com evolução não linear do stock (a)	5%	0%
Exercício 3: Atraso (b)	5%	61%
Retorno (b)	5%	39%
Total (a)	2%	16%
Exercício 4: Stock-Fluxo (a)	3%	35%

(a) Percentagem de participantes que responderam correctamente ao exercício

(b) Percentagem de participantes que responderam correctamente ao critério relacionado com o efeito

Tabela 1.13 – Desempenho dos participantes em função dos efeitos testados

O grau de dificuldade dos participantes da Galp Energia face aos diferentes efeitos dinâmicos testados, revelou-se de forma distinta comparativamente ao grupo do ISCTE. O grupo da Galp

Energia foi muito sensível ao efeito de não linearidade, não se tendo verificado nenhuma resposta totalmente certa ao exercício que tratava este efeito. 35% e 39% dos participantes mostraram compreender respectivamente os efeitos de acumulação de stock e de retorno. O efeito que tiveram menos dificuldade foi o de atraso (61%).

Para avaliação e identificação do impacto das variáveis demográficas na performance dos participantes da Galp Energia, aplicámos modelos de regressão linear múltipla. A observação dos resultados sugere uma influência pouco consistente das variáveis consideradas no desempenho dos participantes, isto é, nenhuma variável parece influenciar de igual forma o desempenho nos quatro exercícios. Semelhantes conclusões são referidas em Sweeney e Sterman (2000) e Kapmeier (2004). Adicionalmente, embora pareça existir algum impacto de certas variáveis demográficas na performance de alguns exercícios, os respectivos efeitos são muito pouco significantes.

No entanto, no exercício 2 da pesquisa na Galp Energia, verificou-se um impacto sugestivo da variável “idade”, a qual mostrou um efeito negativo no desempenho deste exercício ( $\beta = -0,408$ ,  $p = 0,02$ ). Como este exercício é caracterizado pela evolução não linear do stock. Este resultado parece sugerir que a idade poderá influenciar negativamente a compreensão da evolução não linear do stock.

A sugestão anterior é coerente com a comparação entre o grau de dificuldade dos participantes da Galp Energia e do ISCTE (tabela 1.13), face aos diferentes efeitos dinâmicos testados, onde o grupo da Galp Energia mostrou mais dificuldades no efeito de não linearidade. Ou seja, o grupo de participantes do ISCTE, por ter uma menor idade média, revelou uma melhor compreensão da evolução não linear do stock.

Comparando o resultado anterior com as outras pesquisas, verificamos que Sweeney e Sterman (2000) não encontraram em nenhum exercício, qualquer impacto da idade; e Kapmeier (2004), contrariamente ao presente estudo, encontrou algum efeito positivo da idade. No entanto, note-se que na pesquisa de Sweeney e Sterman (2000, p263) apenas 6% dos sujeitos tinham mais de 35 anos e na de Kapmeier (2004, p11) nenhum participante tinha mais de 35 de anos, enquanto na presente pesquisa, mais de 60% tinham mais de 35 anos.

Pesquisas anteriores (Sweeney e Sterman, 2000 e Kapmeier, 2004) sugerem que, em alguns exercícios, sujeitos com formação base em engenharia têm melhor desempenho que sujeitos de ciências sociais. Na pesquisa na Galp Energia apenas encontramos um impacto pouco significativo no exercício 4, mas apresentando melhor desempenho os sujeitos formados em gestão e economia.

Se assumirmos que sujeitos formados em engenharia têm uma melhor preparação matemática, então estes resultados sugerem que esta condição não se traduz numa melhor compreensão intuitiva da relação entre stock e fluxos.

## 1.8. Tabelas de Resultados

### 1.8.1 Apreciação Respostas

**Tabela 1.14 – Desempenho médio dos participantes do ISCTE**

T1	T2	T3	T4
0,00	0,13	0,00	0,50
0,00	0,13	0,00	0,50
0,00	0,13	0,00	0,50
0,00	0,13	0,14	0,50
0,00	0,13	0,00	0,50
0,14	0,13	0,00	0,50
0,71	0,13	0,14	0,50
0,00	0,13	0,14	0,50
1,00	1,00	0,43	0,50
0,00	0,13	0,29	0,50
0,00	0,13	0,29	0,50
0,00	0,13	0,29	0,50
0,00	0,13	0,29	0,50
0,00	0,13	0,29	0,50
0,00	0,13	0,29	0,50
0,00	0,13	0,29	0,50
0,00	0,13	0,14	0,50
0,71	0,13	0,00	0,50
1,00	0,13	0,29	0,50
0,00	0,13	0,29	0,50
0,71	0,13	0,00	0,50
1,00	0,13	0,00	0,50
1,00	0,13	0,86	0,75
1,00	1,00	1,00	1,00
0,00	0,13	0,00	0,50
0,14	0,13	0,14	0,50
1,00	0,63	0,00	0,50
1,00	0,75	0,00	0,50
0,00	0,13	0,00	0,50
0,00	0,13	0,00	0,50
0,00	0,13	0,00	0,50
0,00	0,13	0,00	0,50
0,00	0,13	0,00	0,25
1,00	0,13	0,00	0,25
0,00	0,13	0,00	0,50
0,00	0,13	0,00	
0,00	0,13	0,14	
1,00	0,75	0,14	
0,00	0,13	0,00	
0,00	0,13	0,00	
0,00	0,13	0,14	
0,00	0,13	0,14	
0,00	0,13	0,00	
0,57	0,13	0,00	
0,00	0,63	0,00	

Média	0,28	0,22	0,14	0,51
Desvio Padrão	0,42	0,24	0,22	0,12

**Tabela 1.15 – Apreciação do exercício 1 – participantes do ISCTE**

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Global
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	1	0	0	0	0,14
1	1	1	1	1	0	0	0,71
0	0	0	0	0	0	0	0,00
1	1	1	1	1	1	1	1,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
1	1	1	1	1	0	0	0,71
1	1	1	1	1	1	1	1,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
1	1	1	0	1	1	0	0,71
1	1	1	1	1	1	1	1,00
1	1	1	1	1	1	1	1,00
1	1	1	1	1	1	1	1,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	1	0	0	0	0,14
1	1	1	1	1	1	1	1,00
1	1	1	1	1	1	1	1,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
1	1	1	1	1	1	1	1,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	1	1	1	0	0	1	0,57
0	0	0	0	0	0	0	0,00

Média	0,28	0,30	0,30	0,33	0,28	0,23	0,23	0,28
Desvio Padrão	0,45	0,46	0,46	0,47	0,45	0,43	0,43	0,42

**Tabela 1.16 – Apreciação do exercício 2 – participantes do ISCTE**

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Global
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
1	1	1	1	1	1	1	1	1,00
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
1	1	1	1	1	1	1	1	1,00
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
1	1	1	1	0	0	0	1	0,63
1	1	1	1	1	0	1	0	0,75
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
1	1	1	1	1	0	0	0	0,63

Média	0,14	0,14	0,14	1,00	0,12	0,05	0,09	0,07	0,22
Desvio P.	0,35	0,35	0,35	0,00	0,32	0,21	0,29	0,26	0,24

**Tabela 1.17 – Apreciação do exercício 3 – participantes do ISCTE**

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Global
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	1	0	0	0,14
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	1	0	0	0,14
0	0	0	0	1	0	0	0,14
1	0	0	0	1	1	0	0,43
1	0	0	0	1	0	0	0,29
1	0	0	0	1	0	0	0,29
1	0	0	0	1	0	0	0,29
1	0	0	0	1	0	0	0,29
1	0	0	0	1	0	0	0,29
0	0	0	0	1	1	0	0,29
1	0	0	0	0	0	0	0,14
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	1	1	0	0,29
0	0	0	0	1	1	0	0,29
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
1	1	1	1	1	1	0	0,86
1	1	1	1	1	1	1	1,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	1	0	0	0,14
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	1	0	0	0,14
1	0	0	0	0	0	0	0,14
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	1	0	0	0,14
0	0	0	0	1	0	0	0,14
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0,00

Média	0,23	0,05	0,05	0,05	0,42	0,14	0,02	0,14
Desvio P.	0,43	0,21	0,21	0,21	0,50	0,35	0,15	0,22

**Tabela 1.18 – Apreciação do exercício 4 – participantes do ISCTE**

<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>Global</b>
1	1	0	0	0,50
1	1	0	0	0,50
1	1	0	0	0,50
1	1	0	0	0,50
1	1	0	0	0,50
1	1	0	0	0,50
1	1	0	0	0,50
1	1	0	0	0,50
1	1	0	0	0,50
1	1	0	0	0,50
1	1	0	0	0,50
0	1	1	0	0,50
1	1	0	0	0,50
1	1	0	0	0,50
1	1	0	0	0,50
1	1	0	0	0,50
1	1	0	0	0,50
1	1	0	0	0,50
1	1	0	0	0,50
1	1	0	0	0,50
1	1	0	0	0,50
1	1	0	0	0,50
1	1	0	0	0,50
1	1	1	0	0,75
1	1	1	1	1,00
1	1	0	0	0,50
1	1	0	0	0,50
1	0	1	0	0,50
1	1	0	0	0,50
1	1	0	0	0,50
1	1	0	0	0,50
1	1	0	0	0,50
1	0	0	0	0,25
1	0	0	0	0,25
1	1	0	0	0,50

Média	0,97	0,91	0,12	0,03	0,51
Desvio Padrão	0,17	0,29	0,33	0,17	0,12

**Tabela 1.19 – Características demográficas e desempenho médio dos participantes da Galp Energia**

Nº	Sexo	Idade	Área Formação	Grau	N.Funcção	E1	E2	E3	E4
1	M	51	Gestão/ Economia	Lic	3	1,00	0,50	0,00	0,75
2	M	48	Engenharia	Lic	3	1,00	0,13	0,00	0,50
3	M	29	Gestão/ Economia	Lic	2	0,00	0,75	0,57	0,75
4	M	39	Engenharia	Lic	2	1,00	0,50	0,57	0,75
5	M	41	Gestão/ Economia	Lic	1	0,86	0,13	0,57	1,00
6	F	27	Engenharia	Lic	1	0,00	0,88	0,00	0,50
7	F	41	Gestão/ Economia	Lic	2	0,00	0,88	0,86	0,75
8	M	57	Engenharia	Lic	2	0,00	0,88	0,57	0,75
9	M	43	Engenharia	Lic	2	0,00	0,13	0,00	0,50
10	F	26	Gestão/ Economia	Lic	1	0,00	0,88	0,71	0,50
11	M	53	Engenharia	Lic	3	0,71	0,13	0,00	0,50
12	F	45	Gestão/ Economia	Lic	2	0,00	0,13	0,00	0,50
13	M	29	Engenharia	M	2	1,00	0,63	0,00	0,50
14	M	47	Gestão/ Economia	Lic	2	1,00	0,38	0,57	1,00
15	M	43	Gestão/ Economia	M	2	0,00	0,13	0,57	1,00
16	M	27	Engenharia	Lic	1	1,00	0,63	0,57	0,50
17	M	39	Engenharia	Lic	2	0,71	0,13	0,57	0,50
18	M	25	Gestão/ Economia	Lic	1	0,86	0,88	0,86	0,75
19	M	54	Engenharia	Lic	2	1,00	0,88	0,71	1,00
20	M	41	Engenharia	M	3	0,29	0,13	1,00	0,50
21	M	31	Gestão/ Economia	Lic	2	0,86	0,63	0,86	0,50
22	F	28	Gestão/ Economia	Lic	2	1,00	0,50	0,43	1,00
23	F	27	Gestão/ Economia	M	1	0,00	0,13	0,86	1,00
24	M	51	Engenharia	Lic	2	0,00	0,13	0,57	0,50
25	M	54	Gestão/ Economia	M	3	0,86	0,13	0,43	1,00
26	M	39	Gestão/ Economia	Lic	1	1,00	0,25	0,14	0,50
27	M	31	Engenharia	M	2	0,86	0,25	0,29	0,50
28	M	37	Gestão/ Economia	M	3	1,00	0,63	1,00	1,00
29	M	57	Engenharia	Lic	2	1,00	0,13	1,00	1,00
30	M	29	Engenharia	Lic	1	0,86	0,63	1,00	1,00
31	M	29	Engenharia	Lic	1	0,00	0,50	1,00	1,00

<b>Média</b>	0,58	0,44	0,53	0,73
<b>Desvio P</b>	0,46	0,30	0,36	0,23

**Tabela 1.20 – Apreciação do exercício 1 – participantes da Galp Energia**

Nº	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Global
1	1	1	1	1	1	1	1	1,00
2	1	1	1	1	1	1	1	1,00
3	0	0	0	0	0	0	0	0,00
4	1	1	1	1	1	1	1	1,00
5	1	1	1	0	1	1	1	0,86
6	0	0	0	0	0	0	0	0,00
7	0	0	0	0	0	0	0	0,00
8	0	0	0	0	0	0	0	0,00
9	0	0	0	0	0	0	0	0,00
10	0	0	0	0	0	0	0	0,00
11	1	1	1	1	1	0	0	0,71
12	0	0	0	0	0	0	0	0,00
13	1	1	1	1	1	1	1	1,00
14	1	1	1	1	1	1	1	1,00
15	0	0	0	0	0	0	0	0,00
16	1	1	1	1	1	1	1	1,00
17	1	1	1	1	1	0	0	0,71
18	1	1	1	0	1	1	1	0,86
19	1	1	1	1	1	1	1	1,00
20	1	0	0	1	0	0	0	0,29
21	1	1	1	0	1	1	1	0,86
22	1	1	1	1	1	1	1	1,00
23	0	0	0	0	0	0	0	0,00
24	0	0	0	0	0	0	0	0,00
25	1	1	1	0	1	1	1	0,86
26	1	1	1	1	1	1	1	1,00
27	1	1	1	0	1	1	1	0,86
28	1	1	1	1	1	1	1	1,00
29	1	1	1	1	1	1	1	1,00
30	1	1	1	0	1	1	1	0,86
31	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Média	0,65	0,61	0,61	0,45	0,61	0,55	0,55	0,58
Desv. P	0,49	0,50	0,50	0,51	0,50	0,51	0,51	0,46

**Tabela 1.21 – Apreciação do exercício 2 – participantes da Galp Energia**

Nº	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Global
1	1	1	1	1	0	0	0	0	0,50
2	0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
3	1	1	1	1	1	0	1	0	0,75
4	1	1	1	1	0	0	0	0	0,50
5	0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
6	1	1	1	1	1	1	1	0	0,88
7	1	1	1	1	1	1	1	0	0,88
8	1	1	1	1	1	1	1	0	0,88
9	0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
10	1	1	1	1	1	1	1	0	0,88
11	0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
12	0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
13	1	1	1	1	1	0	0	0	0,63
14	0	1	1	1	0	0	0	0	0,38
15	0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
16	1	1	1	1	0	0	0	1	0,63
17	0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
18	1	1	1	1	1	1	1	0	0,88
19	1	1	1	1	1	1	1	0	0,88
20	0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
21	1	1	1	1	0	0	0	1	0,63
22	1	1	1	1	0	0	0	0	0,50
23	0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
24	0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
25	0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
26	1	0	0	1	0	0	0	0	0,25
27	1	0	0	1	0	0	0	0	0,25
28	1	1	1	1	0	0	0	1	0,63
29	0	0	0	1	0	0	0	0	0,13
30	1	1	1	1	0	0	0	1	0,63
31	1	1	1	1	0	0	0	0	0,50

Média	0,58	0,55	0,55	1,00	0,26	0,19	0,23	0,13	0,44
-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Desv P	0,50	0,51	0,51	0,00	0,44	0,40	0,43	0,34	0,30
--------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

**Tabela 1.22 – Apreciação do exercício 3 – participantes da Galp Energia**

Nº	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Global
1	0	0	0	0	0	0	0	0,00
2	0	0	0	0	0	0	0	0,00
3	1	1	0	0	1	1	0	0,57
4	1	1	0	0	1	1	0	0,57
5	0	0	1	1	1	1	0	0,57
6	0	0	0	0	0	0	0	0,00
7	1	1	1	1	1	1	0	0,86
8	1	1	0	0	1	1	0	0,57
9	0	0	0	0	0	0	0	0,00
10	1	1	1	0	1	1	0	0,71
11	0	0	0	0	0	0	0	0,00
12	0	0	0	0	0	0	0	0,00
13	0	0	0	0	0	0	0	0,00
14	1	1	0	0	1	1	0	0,57
15	1	1	0	0	1	0	1	0,57
16	1	1	0	0	1	1	0	0,57
17	1	1	0	0	1	1	0	0,57
18	1	1	1	1	1	1	0	0,86
19	1	1	1	0	1	1	0	0,71
20	1	1	1	1	1	1	1	1,00
21	1	1	1	1	1	1	0	0,86
22	1	0	0	0	1	1	0	0,43
23	1	1	1	1	1	1	0	0,86
24	1	1	0	0	1	1	0	0,57
25	1	0	0	0	1	1	0	0,43
26	1	0	0	0	0	0	0	0,14
27	0	0	0	0	1	1	0	0,29
28	1	1	1	1	1	1	1	1,00
29	1	1	1	1	1	1	1	1,00
30	1	1	1	1	1	1	1	1,00
31	1	1	1	1	1	1	1	1,00

<b>Média</b>	0,71	0,61	0,39	0,32	0,74	0,71	0,19	0,53
--------------	------	------	------	------	------	------	------	------

<b>Desv P</b>	0,46	0,50	0,50	0,48	0,44	0,46	0,40	0,36
---------------	------	------	------	------	------	------	------	------

**Tabela 1.23 – Apreciação do exercício 4 – participantes da Galp Energia**

<b>Nº</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>Global</b>
1	1	1	1	0	0,75
2	1	1	0	0	0,50
3	1	1	1	0	0,75
4	1	1	1	0	0,75
5	1	1	1	1	1,00
6	1	1	0	0	0,50
7	1	1	1	0	0,75
8	1	1	1	0	0,75
9	1	1	0	0	0,50
10	1	1	0	0	0,50
11	1	1	0	0	0,50
12	1	1	0	0	0,50
13	1	1	0	0	0,50
14	1	1	1	1	1,00
15	1	1	1	1	1,00
16	1	1	0	0	0,50
17	1	1	0	0	0,50
18	1	1	1	0	0,75
19	1	1	1	1	1,00
20	1	1	0	0	0,50
21	1	1	0	0	0,50
22	1	1	1	1	1,00
23	1	1	1	1	1,00
24	1	1	0	0	0,50
25	1	1	1	1	1,00
26	1	1	0	0	0,50
27	1	1	0	0	0,50
28	1	1	1	1	1,00
29	1	1	1	1	1,00
30	1	1	1	1	1,00
31	1	1	1	1	1,00

<b>Média</b>	1,00	1,00	0,55	0,35	0,73
--------------	------	------	------	------	------

<b>Desv P</b>	0,00	0,00	0,51	0,49	0,23
---------------	------	------	------	------	------

## 1.8.2 Regressão Múltipla

As tabelas seguintes apresentam os resultados da aplicação de regressão linear múltipla na performance global dos sujeitos na realização de cada exercício, sobre as variáveis demográficas independentes, utilizando para o efeito a aplicação informática SPSS versão 12.0 para Windows e a aplicação Eviews 3.1 para alguns testes estatísticos.

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,507	,257	,108	,43027	1,985

**ANOVA**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1,600	5	,320	1,729	,165
	Residual	4,628	25	,185		
	Total	6,229	30			

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	,287	,320		,896	,379					
	Sexo	,576	,221	,507	2,601	,015	,448	,462	,448	,782	1,279
	Idade	-,010	,010	-,226	-,948	,352	,088	-,186	-,164	,523	1,911
	Formação	-,121	,166	-,135	-,729	,473	,030	-,144	-,126	,865	1,156
	Nível	,164	,158	,253	1,039	,309	,210	,203	,179	,503	1,990
	Grau	-,161	,209	-,150	-,769	,449	-,004	-,152	-,133	,779	1,284

a. Dependent Variable: T1

Tabela 1.24 – Resultados da Regressão Linear da performance do exercício 1  
Elementos extraídos da aplicação SPSS

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,448	,201	,173	,41437	1,842

**ANOVA**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1,249	1	1,249	7,276	,012
	Residual	4,979	29	,172		
	Total	6,229	30			

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	,167	,169		,985	,333					
	Sexo	,508	,188	,448	2,697	,012	,448	,448	,448	1,000	1,000

a. Dependent Variable: T1

**Excluded Variables**

Model		Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics		
						Tolerance	VIF	Minimum Tolerance
1	Idade	-,068	-,383	,705	-,072	,889	1,124	,889
	Formação	-,140	-,788	,438	-,147	,883	1,133	,883
	Nível	,089	,506	,617	,095	,918	1,090	,918
	Grau	-,036	-,210	,835	-,040	,995	1,005	,995

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

	Standardized Residual
Kolmogorov-Smirnov Z	1,245
Asymp. Sig. (2-tailed)	,090

Tabela 1.25 – Resultados da Regressão Linear da performance do exercício 1  
Elementos extraídos da aplicação SPSS – Processo “Stepwise” com critérios “probabilidade de  $F < 0,1$ ” para a entrada e “probabilidade de  $F > 0,15$ ” para a remoção de variáveis do modelo

Teste normalidade do resíduo de Kolmogorov-Smirnov:  $0,09 > 0,05$ , pelo que se admite a hipótese de normalidade dos resíduos.

Teste de White:  $0,750 > 0,05$ , pelo que se admite a hipótese de homoscedasticidade dos resíduos.

Teste de Durbin-Watson:  $1,5 < DW = 1,842 < 2,5$ , pelo que se admite a não existência de auto correlação de primeira ordem dos resíduos.

Teste de Breusch-Godfrey:  $0,157 > 0,05$ , pelo que se admite a não existência de auto correlação de segunda ordem dos resíduos.

Valores  $VIF < 10$ , pelo que se admite a não existência de multicolinearidade das variáveis independentes.

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,497	,247	,096	,28429	2,138

**ANOVA**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,661	5	,132	1,636	,187
	Residual	2,021	25	,081		
	Total	2,682	30			

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	,962	,212		4,549	,000					
	Sexo	-,044	,146	-,058	-,298	,768	-,212	-,059	-,052	,782	1,3
	Idade	-,012	,007	-,428	-1,782	,087	-,378	-,336	-,309	,523	1,9
	Formação	-,013	,110	-,021	-,114	,910	-,075	-,023	-,020	,865	1,2
	Nível	,028	,105	,067	,272	,788	-,309	,054	,047	,503	2,0
	Grau	-,235	,138	-,334	-1,699	,102	-,274	-,322	-,295	,779	1,3

a. Dependent Variable: T2

Tabela 1.26 – Resultados da Regressão Linear da performance do exercício 2  
Elementos extraídos da aplicação SPSS

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,378	,143	,113	,28158	
2	,490	,240	,186	,26971	2,134

**ANOVA**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,382	1	,382	4,822	,036
	Residual	2,299	29	,079		
	Total	2,682	30			
2	Regression	,645	2	,322	4,432	,021
	Residual	2,037	28	,073		
	Total	2,682	30			

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	,865	,200		4,317	,000					
	Idade	-,011	,005	-,378	-2,196	,036	-,378	-,378	-,378	1,000	1,000
2	(Constant)	,950	,197		4,820	,000					
	Idade	-,012	,005	-,408	-2,468	,020	-,378	-,423	-,406	,990	1,010
	Grau	-,221	,116	-,314	-1,899	,068	-,274	-,338	-,313	,990	1,010

a. Dependent Variable: T2

**Excluded Variables**

Model		Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics		
						Tolerance	VIF	Minimum Tolerance
1	Sexo	-,097	-,526	,603	-,099	,889	1,124	,889
	Formação	-,015	-,082	,935	-,016	,974	1,026	,974
	Nível	-,128	-,588	,561	-,110	,637	1,571	,637
	Grau	-,314	-1,899	,068	-,338	,990	1,010	,990
2	Sexo	-,062	-,347	,731	-,067	,879	1,138	,875
	Formação	-,040	-,237	,815	-,046	,968	1,033	,968
	Nível	,062	,262	,795	,050	,507	1,974	,507

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

	Standardized Residual
Kolmogorov-Smirnov Z	,700
Asymp. Sig. (2-tailed)	,711

Tabela 1.27 – Resultados da Regressão Linear da performance do exercício 2  
Elementos extraídos da aplicação SPSS – Processo “Stepwise” com critérios “probabilidade de  $F < 0,1$ ” para a entrada e “probabilidade de  $F > 0,15$ ” para a remoção de variáveis do modelo

Teste normalidade do resíduo de Kolmogorov-Smirnov:  $0,711 > 0,05$ , pelo que se admite a hipótese de normalidade dos resíduos.

Teste de White:  $0,081 > 0,05$ , pelo que se admite a hipótese de homoscedasticidade dos resíduos.

Teste de Durbin-Watson:  $1,57 < DW = 2,134 < 2,43$ , pelo que se admite a não existência de auto correlação de primeira ordem dos resíduos.

Teste de Breusch-Godfrey:  $0,121 > 0,05$ , pelo que se admite a não existência de auto correlação de segunda ordem dos resíduos.

Valores  $VIF < 10$ , pelo que se admite a não existência de multicolinearidade das variáveis independentes.

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,348	,121	-,055	,36623	1,186

**ANOVA**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,462	5	,092	,688	,637
	Residual	3,353	25	,134		
	Total	3,815	30			

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	,738	,273		2,710	,012					
	Sexo	,178	,188	,201	,947	,353	,068	,186	,178	,782	1,279
	Idade	-,001	,009	-,029	-,111	,913	-,187	-,022	-,021	,523	1,911
	Formação	-,094	,141	-,134	-,665	,512	-,102	-,132	-,125	,865	1,156
	Nível	-,159	,135	-,311	-1,177	,250	-,228	-,229	-,221	,503	1,990
	Grau	,141	,178	,168	,792	,436	,104	,156	,148	,779	1,284

a. Dependent Variable: T3

Tabela 1.28 – Resultados da Regressão Linear da performance do exercício 3  
Elementos extraídos da aplicação SPSS

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,495	,245	,094	,21593	1,398

**ANOVA**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,379	5	,076	1,624	,190
	Residual	1,166	25	,047		
	Total	1,544	30			

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	,625	,161		3,888	,001					
	Sexo	,076	,111	,134	,684	,500	,038	,136	,119	,782	1,279
	Idade	,009	,005	,412	1,714	,099	,119	,324	,298	,523	1,911
	Formação	-,173	,083	-,388	-2,075	,048	-,322	-,383	-,360	,865	1,156
	Nível	-,134	,079	-,413	-1,686	,104	-,068	-,320	-,293	,503	1,990
	Grau	,141	,105	,263	1,337	,193	,145	,258	,232	,779	1,284

a. Dependent Variable: T4

Tabela 1.29 – Resultados da Regressão Linear da performance do exercício 4  
Elementos extraídos da aplicação SPSS

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,322	,104	,073	,21849	1,424

**ANOVA**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,160	1	,160	3,351	,077
	Residual	1,384	29	,048		
	Total	1,544	30			

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics		
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF	
1	(Constant)	,800	,056		14,2	,000						
	Formação	-,144	,079	-,322	-1,83	,077	-,322	-,322	-,322	1,000	1,000	

a. Dependent Variable: T4

**Excluded Variables**

Model		Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics		
						Tolerance	VIF	Minimum Tolerance
1	Sexo	,168	,897	,378	,167	,883	1,133	,883
	Idade	,175	,984	,334	,183	,974	1,026	,974
	Nível	-,051	-,287	,777	-,054	,997	1,003	,997
	Grau	,116	,648	,523	,121	,991	1,009	,991

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

	Standardized Residual
Kolmogorov-Smirnov Z	1,214
Asymp. Sig. (2-tailed)	,105

Tabela 1.30 – Resultados da Regressão Linear da performance do exercício 4  
Elementos extraídos da aplicação SPSS – Processo “Stepwise” com critérios “probabilidade de  $F < 0,1$ ” para a entrada e “probabilidade de  $F > 0,15$ ” para a remoção de variáveis do modelo

Teste normalidade do resíduo de Kolmogorov-Smirnov:  $0,105 > 0,05$ , pelo que se admite a hipótese de normalidade dos resíduos.

Teste de White:  $0,849 > 0,05$ , pelo que se admite a hipótese de homoscedasticidade dos resíduos.

Teste de Durbin-Watson:  $1,36 < DW = 1,424 < 1,5$ , encontra-se na zona inconclusiva, pelo que rejeitamos hipótese de existência de auto correlação de primeira ordem dos resíduos.

Teste de Breusch-Godfrey:  $0,238 > 0,05$ , pelo que se admite a não existência de auto correlação de segunda ordem dos resíduos.

Valores  $VIF < 10$ , pelo que se admite a não existência de multicolinearidade das variáveis independentes.

## **2. Abordagem Estratégica BSC, Aprendizagem e Performance<sup>1</sup>**

### **2.1 Modelo de Simulação**

#### **2.1.1 Visão Global do Modelo**

Este estudo empírico baseia-se numa experiência de simulação de gestão estratégica empresarial, em que os participantes assumem a função de gestor executivo de uma empresa de telecomunicações móveis, e tomam decisões sobre o desenvolvimento de recursos estratégicos com vista à maximização do valor criado.

O simulador de gestão com que os participantes interagem, é baseado num modelo de dinâmica de sistemas. Este modelo é desenvolvido e programado mediante a adaptação de um modelo de dinâmica de sistemas desenvolvido e utilizado por Ritchie-Dunham (2002, pp 89-132), do qual foi obtida a devida autorização. O modelo de dinâmica de sistemas e o jogo de simulação são programados na aplicação informática de simulação Powersim versão Studio Expert 2003 (<http://www.powersim.com>).

Este modelo de dinâmica de sistemas apresenta alguma complexidade dinâmica e de detalhe. A arquitectura do modelo baseia-se na visão da empresa como um sistema dinâmico de recursos (Warren, 2002a; Morecroft, 2002), sendo constituído por 12 stocks/recursos e 105 variáveis de fluxo e auxiliares que representam decisões que afectam directamente a acumulação dos recursos, resultados, ou elementos relevantes nos processos de decisão. No anexo A1 é apresentada a lista das variáveis e equações do modelo.

Os stocks/recursos considerados são clientes, recursos humanos especializados e obsoletos, infraestrutura de comunicação instalada, infraestrutura de comunicação em progresso, tecnologia de informação de suporte aos serviços, capital empregue em infraestrutura, em tecnologia de informação e outro, cash, dívida e EVA acumulado.

---

<sup>1</sup> Parte deste capítulo está incluída em (Capelo e Dias, 2005a, 2005c)

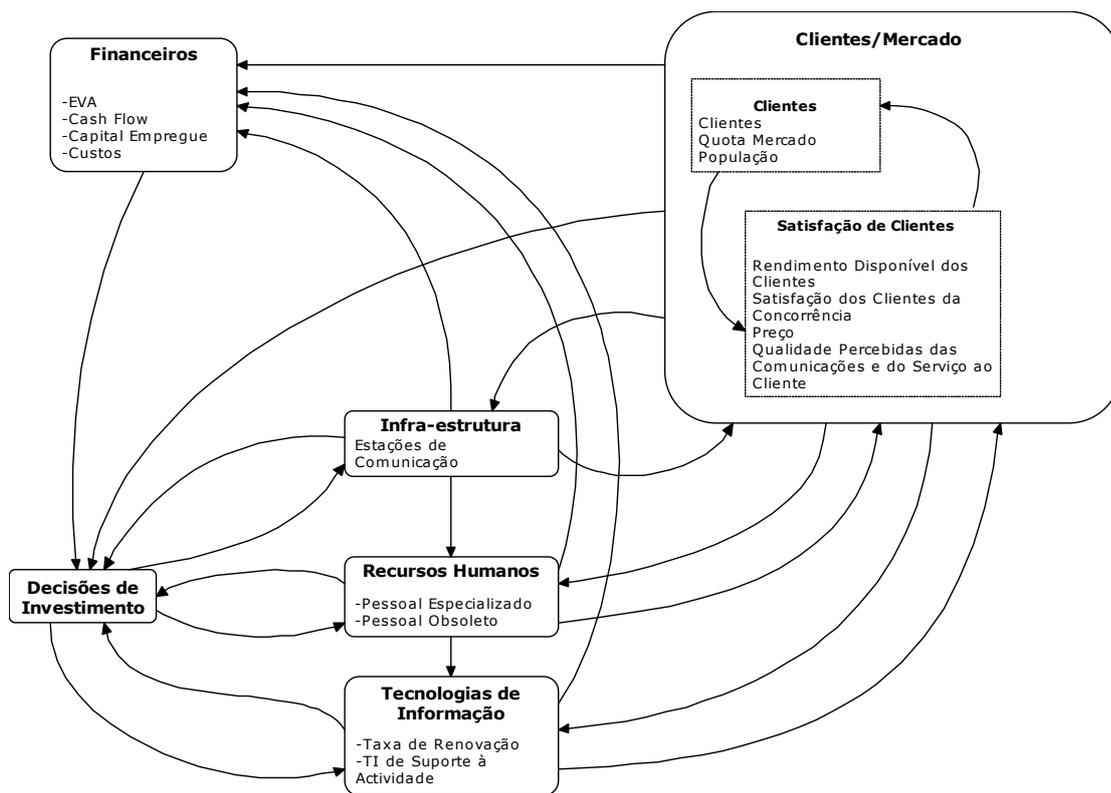


Figura 2.1 – Visão geral do modelo de simulação

O esquema da A figura 2.1 apresenta uma visão geral do modelo de simulação. O modelo está organizado em sectores: Clientes/Mercado; Recursos Humanos; Sistemas de Informação de Suporte; Infra-estrutura/Operações; Financeiros, os quais são descritos no capítulo seguinte e os respectivos diagramas de stock-fluxo são apresentados nas figuras 2.2 a 2.10. O diagrama stock-fluxo do modelo completo é apresentado na figura 2.11.

O ciclo de simulação processa-se de seguinte forma: com base nos indicadores financeiros, indicadores de clientes e outros indicadores operacionais relacionados com os níveis de acumulação dos recursos, o “gestor” avalia o estado da empresa, compara com os objectivos e toma as decisões de investimento que promovem o desenvolvimento dos recursos humanos, de infra-estrutura de comunicação e de tecnologias de informação; a evolução no tempo dos níveis de acumulação destes recursos vai influenciar a capacidade de satisfazer os clientes que por sua vez vai influenciar a acumulação do recurso clientes, que por sua vez influencia a acumulação de outros recursos; os níveis de todos os recursos influenciam os

resultados financeiros; seguidamente inicia-se outra fase de decisão de investimento e assim sucessivamente.

## 2.1.2 Sectores do Modelo

### 2.1.2.1 Mercado/ Clientes

O mercado potencial consiste na população; gradualmente, as pessoas vão aderindo a este serviço; a distribuição em cada momento dos novos utentes pelos fornecedores é aproximada das respectivas quotas de mercado.

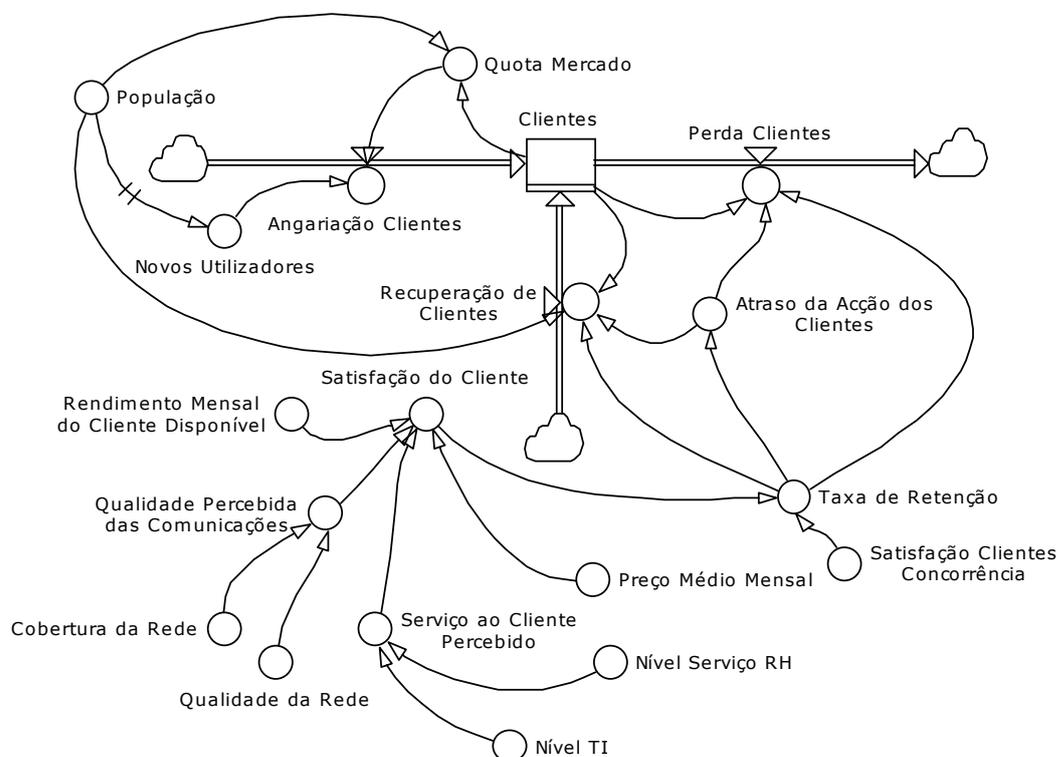


Figura 2.2 – Diagrama stock-fluxo do sector Mercado/Clientes

O cliente decide (taxa de retenção) continuar consumidor dos serviços da empresa em função do seu grau de satisfação em relação ao serviço proporcionado pelo preço pago. A satisfação é medida como uma função utilidade do rendimento disponível para este serviço, do preço pago por determinados níveis percebidos da qualidade de comunicações e de serviço ao cliente; e esta satisfação é medida relativamente ao nível de satisfação proporcionado pelos

operadores concorrentes. Os clientes fluem entre a empresa e o mercado em função desta medida de satisfação. A qualidade percebida das comunicações depende do grau de cobertura da rede e da qualidade da rede. O serviço ao cliente percebido, depende do nível de tecnologia de informação de suporte e do nível de serviço assegurado pelos recursos humanos.

### 2.1.2.2 Recursos Humanos

Este sector do modelo trata a dinâmica dos recursos humanos da empresa. Os empregados são contratados e demitidos; são formados e sofrem de obsolescência por evolução de tecnologia.

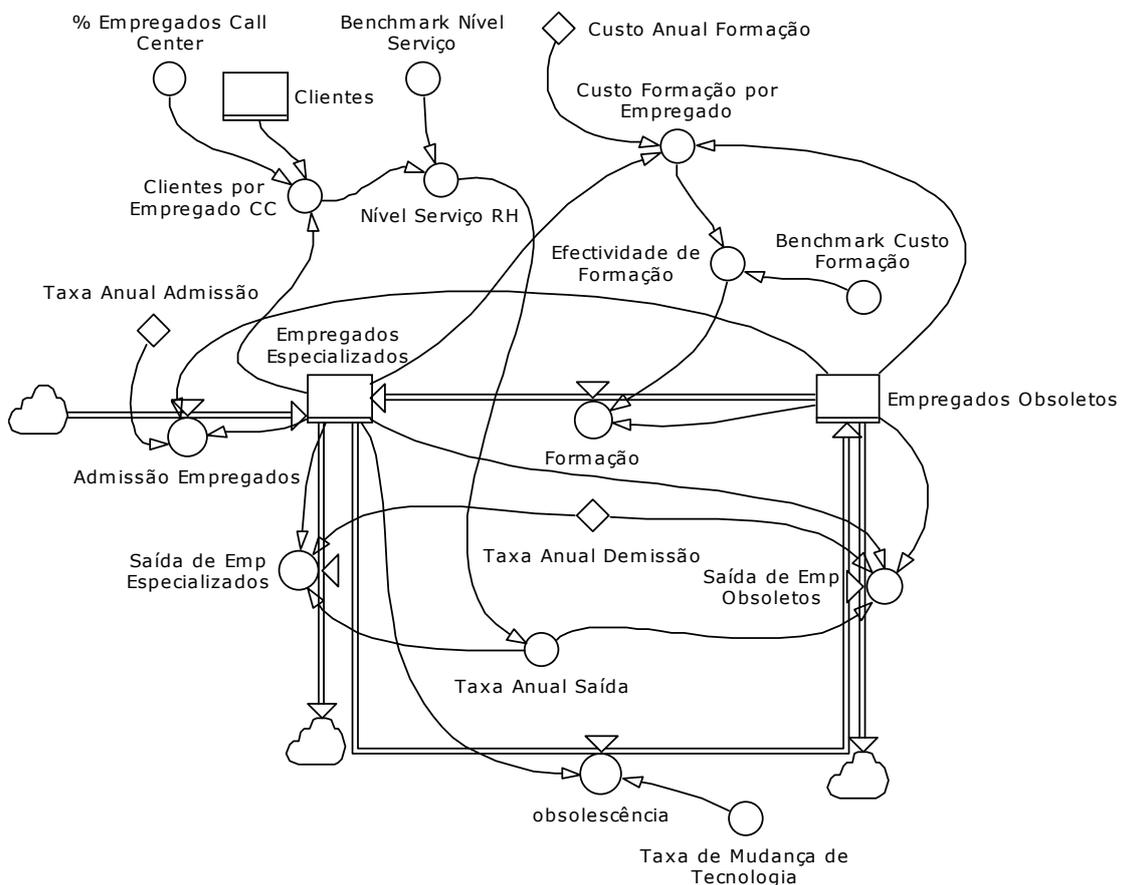


Figura 2.3 – Diagrama stock-fluxo do sector Recursos Humanos

A compreensão da evolução destes recursos é muito importante para o desempenho da empresa, na medida em que o nível de acumulação do recurso Empregados Especializados tem um impacto muito significativo no nível de serviço de suporte e este, por sua vez, na

satisfação do cliente. O nível de serviço dos recursos humanos depende positivamente do número de empregados especializados e negativamente do número de clientes. A taxa anual de saída (por iniciativa deles) dos empregados especializados é influenciada negativamente pelo nível de serviço ao Cliente. Os empregados especializados tornam-se obsoletos devido á mudança de tecnologia, e fluem do estado de “obsoletos” para o estado de “especializados” por acção da formação.

### 2.1.2.3 Sistemas de Informação de Suporte

Este sector trata a dinâmica do desenvolvimento, utilização e descontinuação dos sistemas de informação que suportam a actividade da empresa. Este recurso tem um impacto significativo no serviço de suporte ao cliente.

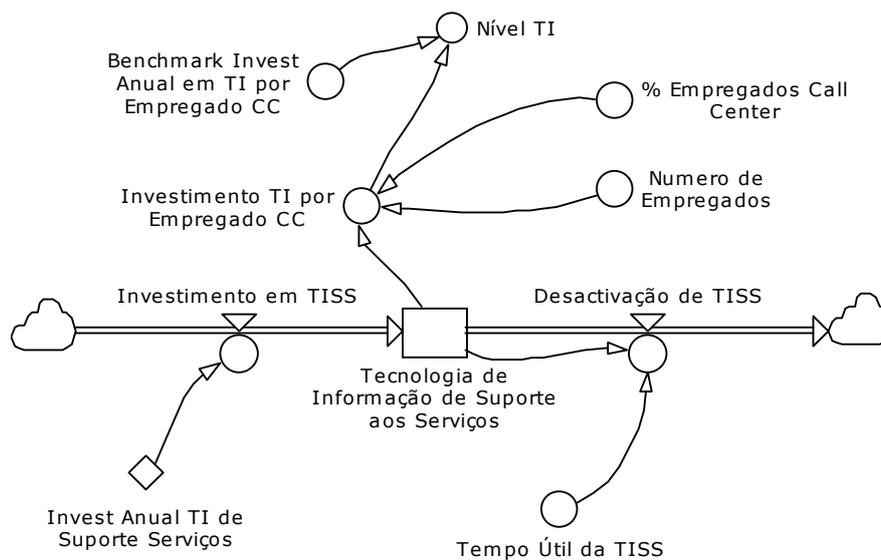


Figura 2.4 – Diagrama stock-fluxo do sector Sistemas de Informação de Suporte

O nível de tecnologias de informação depende da dimensão e actualização do investimento em tecnologias de informação de suporte aos serviços e do número de utilizadores. Este recurso é permanentemente “esvaziado” pela acção da desactualização tecnológica, pelo que, dado o elevado impacto no serviço ao cliente, os respectivos fluxos devem ser controlados de forma a garantir o nível adequado em cada momento.

#### **2.1.2.4 Infra-estrutura/ Operações**

A empresa encomenda novas estações de comunicação para serem montadas por empresas instaladoras deste equipamento. As empresas instaladoras respondem na base da sua capacidade disponível que por sua vez é função da dimensão do mercado. Esta situação pode provocar atrasos entre a compra de estações e a colocação dessas estações em serviço. Caso esta situação não seja percebida, poderão ser canalizados elevados recursos financeiros para a compra de estações que não se traduzem de imediato numa melhoria da capacidade da infra-estrutura, provocando a destruição de valor.

A acumulação do recurso Estações de Comunicação influencia a cobertura da rede. Os níveis dos recursos Clientes e Estações de Comunicação influenciam a qualidade da rede. Por sua vez a cobertura da rede e a qualidade da rede afectam a qualidade das comunicações que, por sua vez, influencia determinantemente a satisfação dos clientes. A percepção acerca da acumulação destes recursos e das variáveis que afectam os seus fluxos é muito importante para o desempenho da empresa.

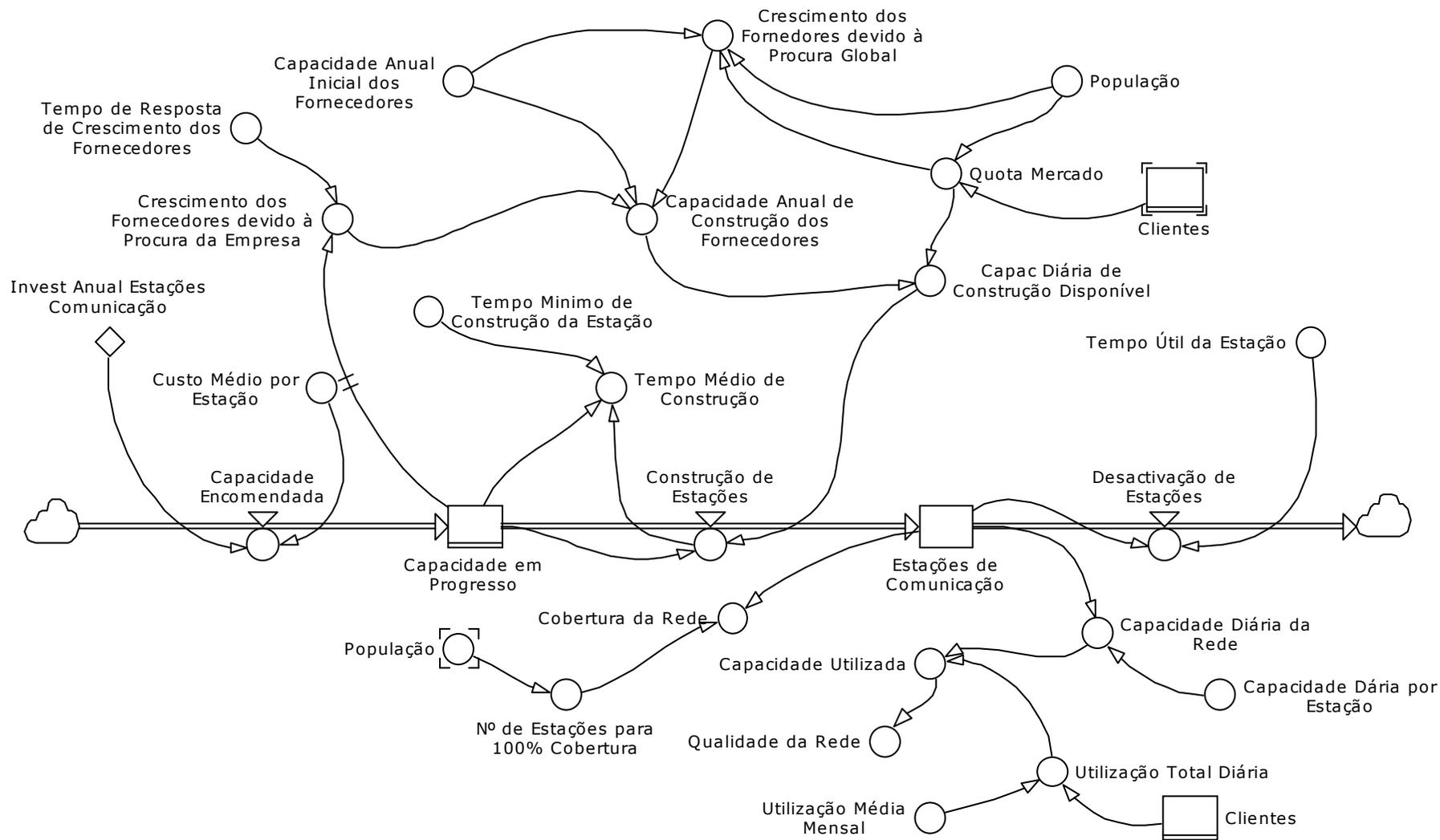


Figura 2.5 – Diagrama stock-fluxo do sector Infra-estrutura/ Operações

### 2.1.2.5 Financeiros

Os seguintes diagramas stock-fluxo (figuras 2.6 a 2.10) representam a evolução do capital empregue e da dívida, os fluxos de caixa, e a criação de valor.

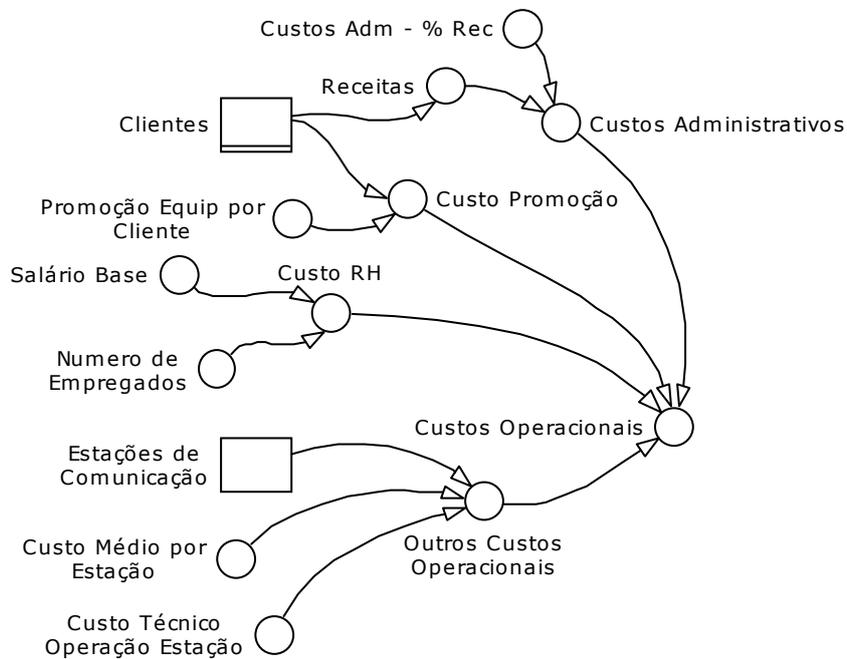


Figura 2.6 – Diagrama stock-fluxo do sector Custos

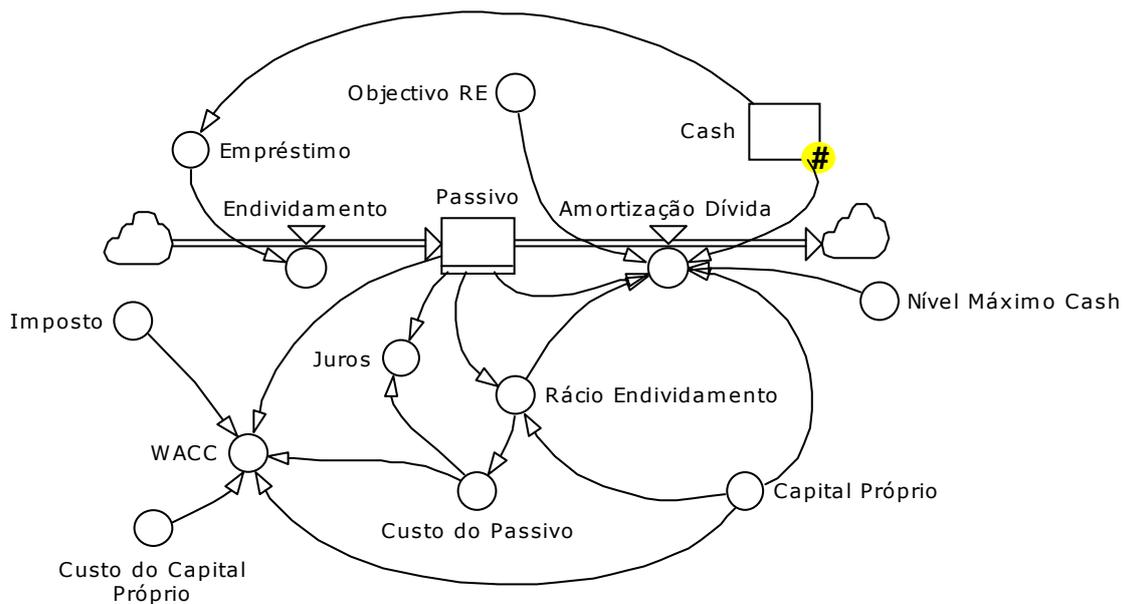


Figura 2.7 – Diagrama stock-fluxo do sector Dívida

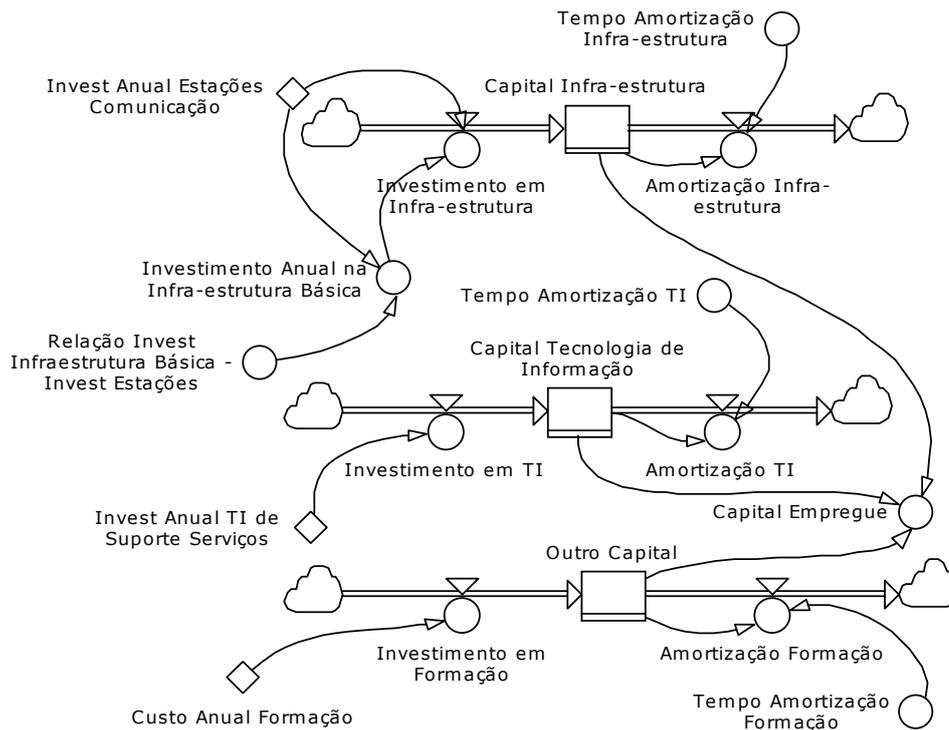


Figura 2.8 – Diagrama stock-fluxo do sector Capital Empregue

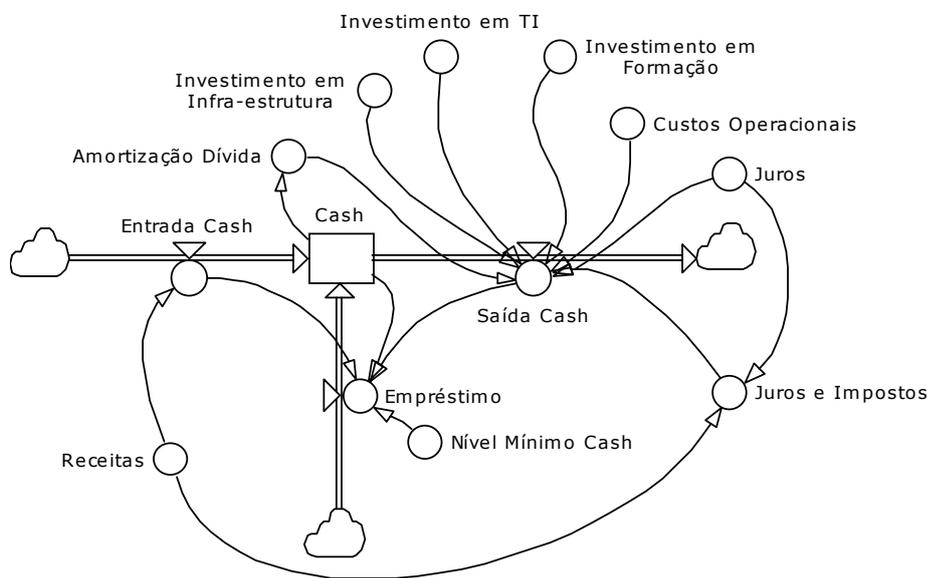


Figura 2.9 – Diagrama stock-fluxo do sector Cash Flow

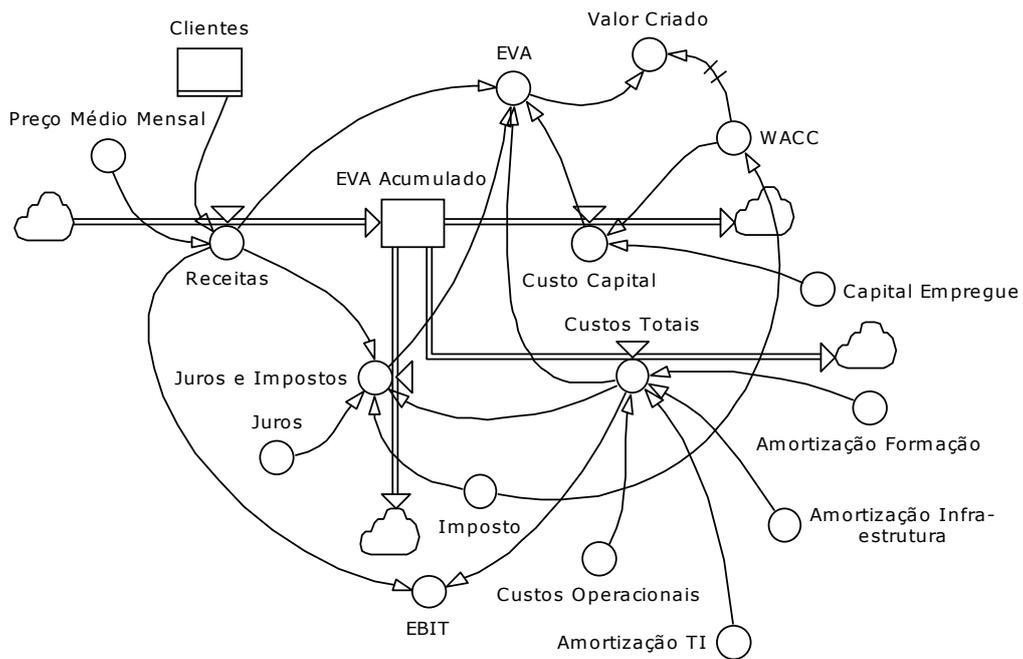


Figura 2.10 – Diagrama stock-fluxo do sector EVA e Valor Criado

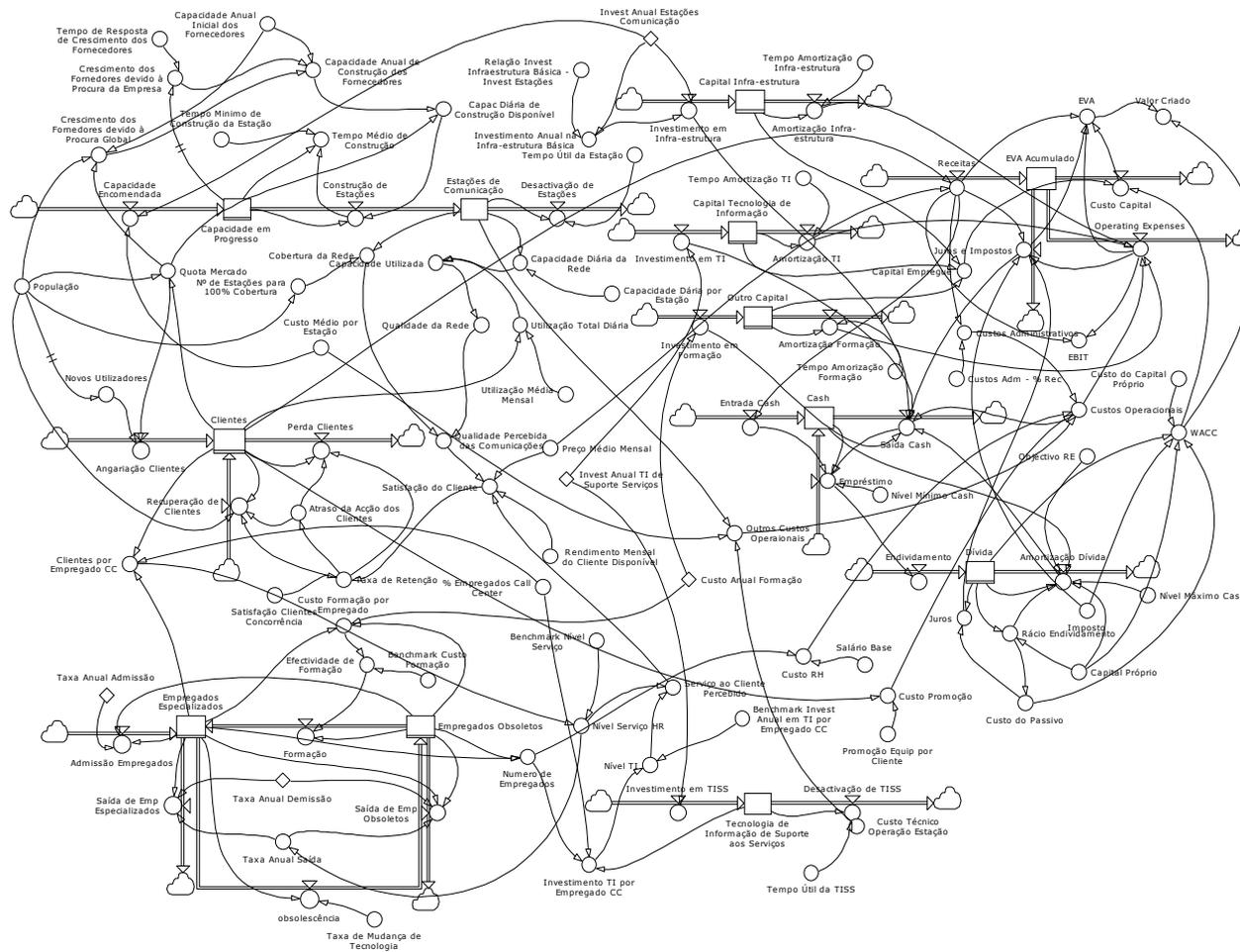


Figura 2.11 – Diagrama stock-fluxo do modelo completo

## **2.2 Jogo de Simulação**

### **2.2.1 Caso de Gestão Estratégica**

O texto do caso de gestão empresarial que baseia esta experiência, é apresentado no anexo A2. O texto descreve o negócio e a situação inicial da empresa. Os participantes da experiência assumem o papel de Administrador Executivo (“CEO”) desta empresa simulada. Ao longo de um período de 7 anos, eles tomam decisões semestrais de desenvolvimento dos recursos estratégicos, com o objectivo de maximizar o valor criado.

Os participantes devem tentar compreender a estrutura relevante do sistema empresarial simulado, para assim tomarem decisões equilibradas que façam desenvolver e manter os recursos de maneira adequada e consistente com o objectivo global de maximização do valor criado. Para isso, eles deverão desenvolver uma perspectiva de relações causa-efeito deste sistema empresarial, e ter em consideração o efeito de acumulação de stocks por acção dos respectivos fluxos. Por exemplo, os investimentos na infra-estrutura de comunicação devem ser acompanhados de investimentos adequados em tecnologias de informação, assim como de políticas de recursos humanos adequadas.

### **2.2.2 Interface e Utilização do Simulador**

A interface do simulador é constituída pelo painel de controlo, painel com gráficos sobre evolução da empresa e painel com descrição dos indicadores. A figura 2.12 apresenta o painel de controlo (do tipo balanced scorecard), a partir do qual o participante tem acesso à situação dos diversos indicadores da empresa, e toma as decisões de desenvolvimento de recursos.

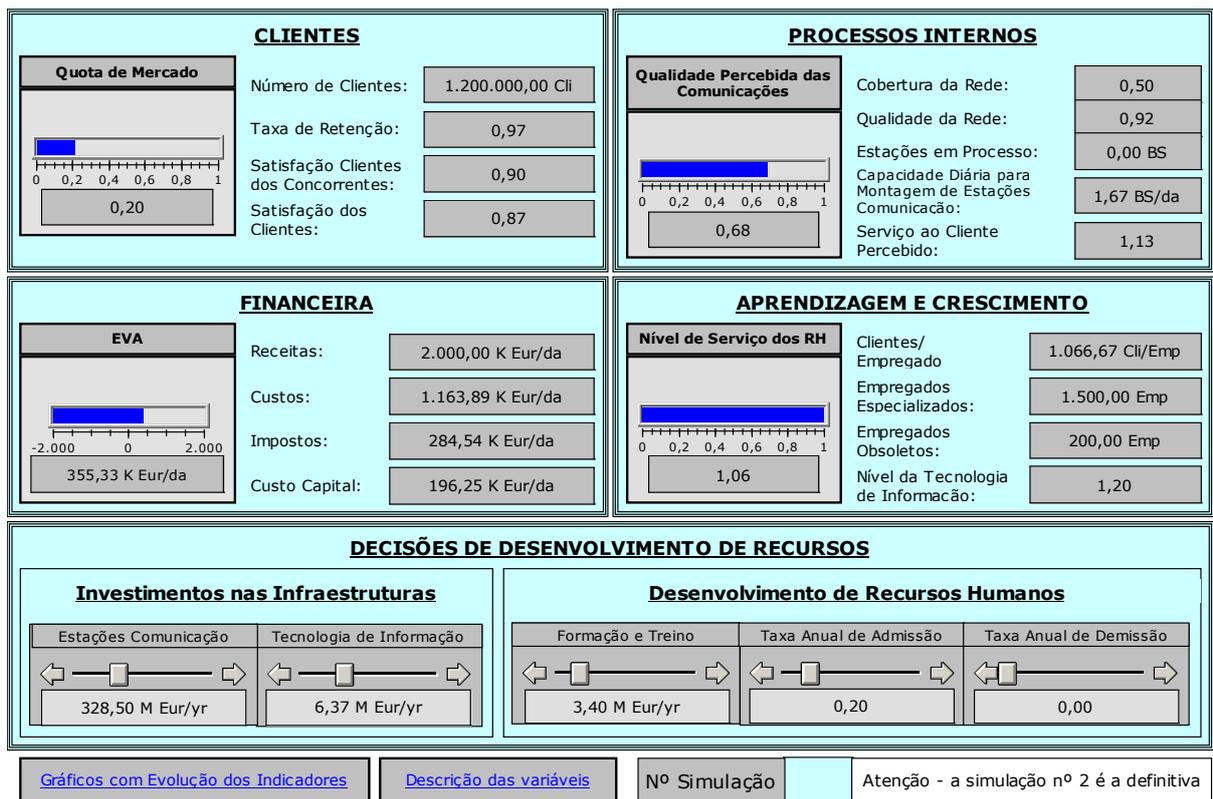


Figura 2.12 – Painel de Controlo do Simulador

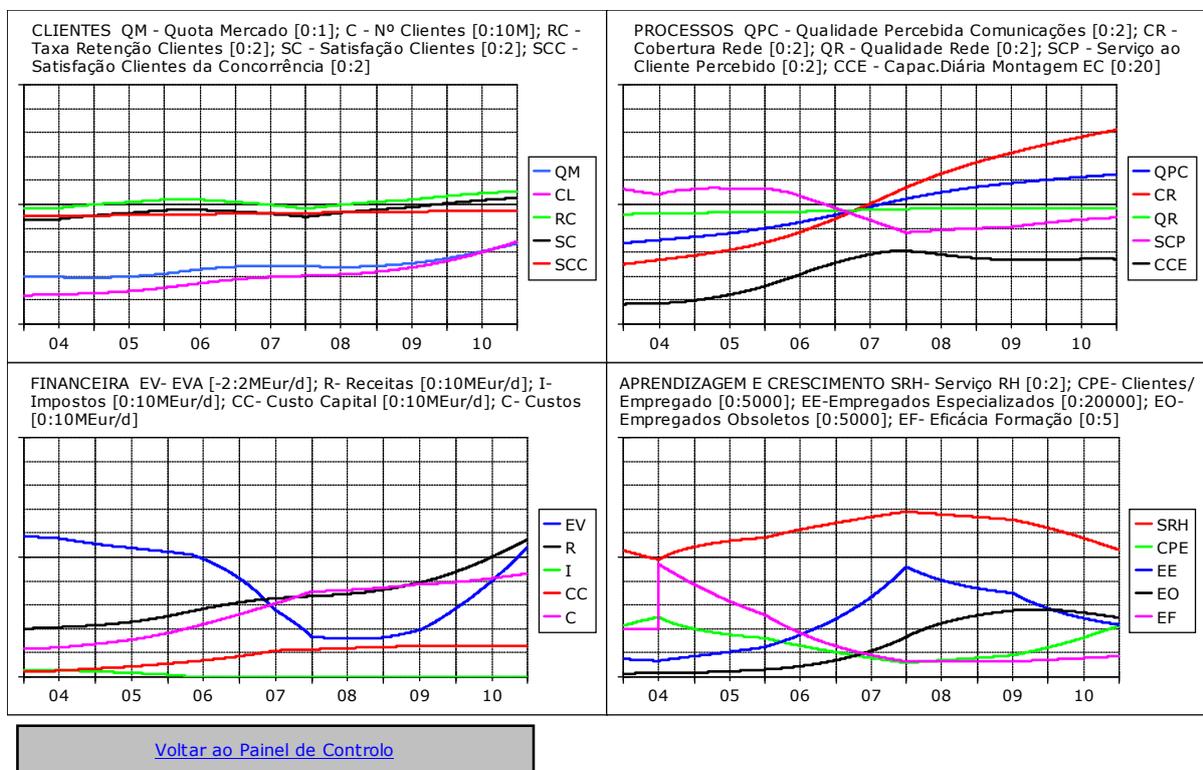


Figura 2.13 – Painel com os gráficos sobre a evolução histórica dos indicadores

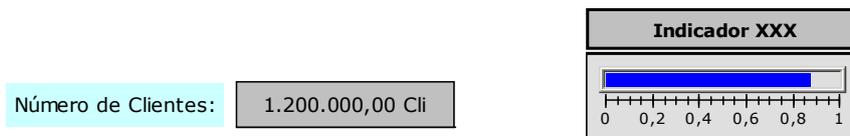
A figura 2.13 apresenta o painel que mostra os gráficos históricos dos diversos indicadores da empresa (do tipo balanced scorecard). A partir destes gráficos, o participante pode observar a evolução no tempo dos indicadores e tentar compreender as relações entre eles. A figura 2.14 mostra o painel com a descrição dos diversos indicadores.

<b>DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS</b>	
<b>VARIÁVEIS CLIENTES</b>	<a href="#">voltar ao Painel de Controlo</a>
Quota de Mercado: Quota de mercado da Wireless = nº clientes da Wireless/ nº total de clientes	
Número de Clientes: Nº de clientes da Wireless	
Taxa de Retenção: Percentagem de clientes da Wireless que se mantém seus clientes. Esta taxa é função da satisfação dos clientes da Wireless relativamente à satisfação dos clientes dos concorrentes	
Satisfação dos Clientes: Nível de satisfação média dos clientes da Wireless. É calculado através do nível de qualidade percebida dos serviços telefónicos (qualidade das comunicações) e do serviço ao cliente.	
Satisfação dos Clientes dos Concorrentes: Nível de satisfação média dos clientes dos Concorrentes da Wireless.	
<b>VARIÁVEIS PROCESSOS INTERNOS</b>	<a href="#">voltar ao Painel de Controlo</a>
Qualidade Percebida das Comunicações: Medida que reflecte a percepção dos clientes quanto à cobertura da rede (regiões em que existe acesso ao serviço) e à qualidade da rede (dificuldade em comunicar e manter comunicação, nível de ruído).	
Cobertura da Rede: indica a percentagem do território que é coberto pelo serviço de comunicação celular da Wireless. Se cobertura é inferior a 100%, significa que em certas regiões o sinal não existe ou é fraco.	
Qualidade da Rede: Mede a qualidade das chamadas telefónicas (dificuldade em comunicar e manter comunicação, nível de ruído). É função do número de clientes que em certo momento utilizam a estação e infraestrutura de comunicação (taxa de utilização). Com o aumento da taxa de utilização, aumenta o número de clientes com dificuldades de comunicação.	
Estações em Processo: Estações de comunicação que foram encomendadas mas não foram entregues devido a limitações da capacidade dos fornecedores.	
Capacidade Diária para Montagem: É a capacidade de construção de estações dos fornecedores da Wireless.	
Serviço ao Cliente Percebido: Mede a percepção do cliente sobre a qualidade do serviço de suporte da Wireless. Em que medida os assistentes do call center são atenciosos, úteis e conhecedores dos assuntos colocados pelos clientes (nível de serviço dos RH) e em que medida os assistentes do call center têm um acesso efectivo à informação necessária para resolver os assuntos (nível de tecnologia de informação).	
<b>APRENDIZAGEM E CRESCIMENTO</b>	<a href="#">voltar ao Painel de Controlo</a>
Nível de Serviço dos RH: Indica o nível de serviço prestado pelos assistentes do call center. Indica em que medida existem empregados no call center em número suficiente e com a especialização adequada para o atendimento efectivo dos clientes da Wireless. Calcula-se comparando com "benchmark" da indústria que é 1200 clientes/ empregado especializado.	
Clientes/ Empregado: Nº de clientes por empregado.	
Empregados Especializados: Número de empregados com as especializações relevantes para prestarem um serviço de suporte adequado aos clientes. Alguns empregados abandonam a empresa, em busca de melhores condições de emprego.	
Empregados Obsoletos: Número de empregados que ficaram obsoletos devido à evolução tecnológica. Alguns destes empregados saem da empresa. A especialização dos empregados é repostada através de formação e treino.	
Nível de Tecnologia de Informação: Indica em que medida os assistentes do call center têm um acesso efectivo à informação necessária para resolver os assuntos dos clientes. É função do investimento médio em tecnologias de informação por empregado.	
<b>FINANCEIRA</b>	<a href="#">voltar ao Painel de Controlo</a>
EVA - Economic Value Added: Mede o lucro económico diário = resultados líquidos sem consideração dos encargos financeiros - custo do capital empregue.	
Receitas: Vendas diárias dos serviços telefónicos.	
Custos: Custos diários totais (incluindo amortizações) da operação da Wireless.	
Impostos: Impostos sobre os lucros da Wireless.	
Custo Capital: Custo diário médio do capital empregue da Wireless = capital empregue líquido x taxa do custo médio do capital da Wireless.	
<b>DECISÕES DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS</b>	<a href="#">voltar ao Painel de Controlo</a>
Estações Comunicação: Investimento médio anual na construção de estações de comunicação, em milhões de euros/ano. Cada estação custa em média 300.000 euros e demora cerca de 30 dias a construir.	
Tecnologias de Informação: Investimento médio anual em tecnologias de informação para suporte ao serviço ao cliente, em milhões de euros/ano.	
Formação e Treino: Investimento médio anual em formação e treino, para converter empregados obsoletos em empregados especializados, em milhões de euros/ano. Note que este dispêndio é considerado investimento.	
Taxa Anual de Admissão: Percentagem dos empregados que são admitidos anualmente. Os empregados são admitidos com as necessárias especializações. Não existem custos de admissão.	
Taxa Anual de Demissão: Percentagem dos empregados que são demitidos anualmente. Os empregados especializados e obsoletos são demitidos proporcionalmente. Não existem custos de demissão.	

Figura 2.14 – Painel com a descrição das variáveis

A utilização do simulador é muito simples. Sempre que o participante tenha alguma dúvida sobre o significado de um determinado indicador, ele clica em: [Descrição das variáveis](#), e acede ao painel com a descrição de todas as variáveis utilizadas no painel de controlo e nos gráficos de evolução histórica.

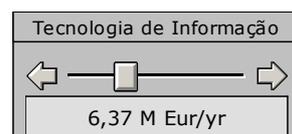
Os valores indicados no painel de controlo representam os valores actuais dos indicadores de performance. Alguns indicadores são apresentados na forma de gráfico de barra horizontal.



Os indicadores apresentados no painel de controlo correspondem ao estado do sistema, seis meses após as últimas decisões. A evolução contínua pode ser observada nos gráficos com a evolução histórica dos indicadores, bastando para isso clicar em:

[Gráficos com Evolução dos Indicadores](#). Cada gráfico apresenta a evolução dum conjunto de indicadores. No lado direito de cada gráfico encontra-se uma legenda com as designações reduzidas de cada curva e respectiva cor.

As decisões de desenvolvimento dos recursos estratégicos do negócio, são tomadas com uma periodicidade semestral, com efeitos para o semestre seguinte. Os valores correspondentes às decisões podem ser introduzidos de 3 formas: a) clicando nas setas da esquerda ou direita, respectivamente para reduzir ou aumentar o valor; b) clicando no botão do “slider” e, sem largar, deslizar para a esquerda ou para a direita, respectivamente para reduzir ou aumentar o valor; c) Introduzindo o valor no rectângulo por baixo do “slider”.



### **2.2.3 Funcionalidade do Simulador**

O jogo de simulação é programado no Powersim, utilizando para o efeito as funcionalidades específicas que esta aplicação disponibiliza. Na interação com o simulador, os participantes apenas têm acesso à respectiva interface, descrita no capítulo anterior. Eles não têm acesso, nem ao modelo de dinâmica de sistemas, nem ao ficheiro com os dados da experiência de simulação.

O simulador interage continuamente com um ficheiro de dados (inacessível aos participantes). Neste ficheiro são armazenados todos os valores das decisões tomadas pelos participantes, assim como os valores de todas as variáveis relevantes que caracterizam o comportamento do sistema ao longo do período de simulação (valores mensais). A experiência de simulação de cada participante pode ser exactamente replicada a partir desta informação.

O simulador possui um contador de jogadas (simulações), que é logo accionado pela primeira decisão da jogada. Caso o participante atinja o número de jogadas permitido na experiência (2), o jogo de simulação fica imediatamente e permanentemente bloqueado (mesmo que o programa seja executado de novo), podendo apenas ser desbloqueado através da alteração do contador que não está acessível aos participantes.

### **2.3. Participantes**

As experiências foram conduzida no ISCTE (Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa) e na empresa Galp Energia.

No ISCTE, na sequência do convite para a colaboração na presente pesquisa que foi efectuado a estudantes finalistas de duas turmas da licenciatura em Gestão e Organização de Empresas, foi formado um grupo de 14 participantes. A idade destes participantes variava entre 22 e 25 anos e eles não tinham experiência de profissional.

Na Galp Energia, através da Direcção de Recursos Humanos, foi efectuado um convite a cerca de 200 colaboradores. Os critérios utilizados na selecção dos referidos colaboradores foi o grau académico, devendo ser licenciados ou pós-graduados em economia ou gestão. Na sequência deste convite, as experiências contaram com a participação de um grupo de 59 quadros superiores da Empresa, afectos a diversas áreas funcionais, tais como, refinação, operações e logística, qualidade, engenharia, sistemas de informação, marketing, comercialização, planeamento e controlo, contabilidade, finanças, compras e gestão de materiais e recursos humanos. A idade destes participantes variava entre 25 e 54 anos e tinham uma experiência profissional média de 13 anos, sendo que uma grande parte deles eram responsáveis pela gestão de áreas funcionais na empresa. A formação académica destes participantes consistia na licenciatura ou mestrado, em engenharia ou economia ou gestão de empresas.

Os participantes não tinha conhecimento e experiência prévios sobre o presente jogo de simulação de gestão empresarial, assim como não tinham conhecimentos específicos sobre a indústria objecto do simulador (telecomunicações móveis).

## 2.4 Operacionalização das Variáveis

Este capítulo descreve a forma como as variáveis independentes e dependentes utilizadas na presente pesquisa foram operacionalizadas, atendendo ao modelo de hipóteses estabelecido (figura 2.15).

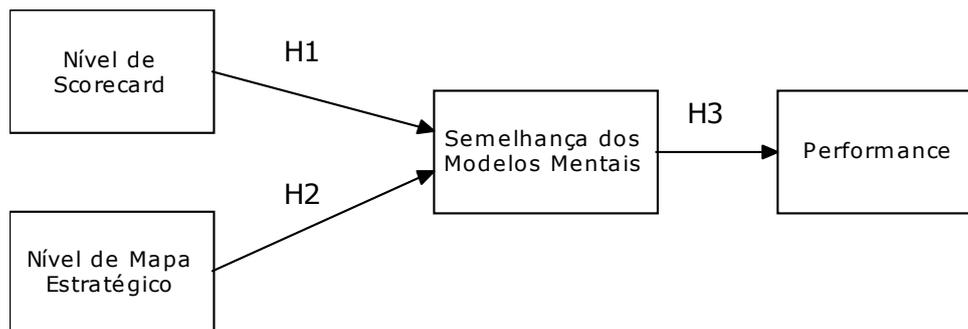


Figura 2.15 Modelo de Hipóteses

### 2.4.1 Nível de Scorecard

Esta variável representa a intensidade ou nível de utilização do Balanced Scorecard como um sistema de controlo de performance estratégica no processo de revisão e implementação da estratégia. Isto é, em que medida é que os gestores, no processo de decisão estratégica, são informados sobre o estado do sistema empresarial através de um conjunto de indicadores organizados de acordo com as quatro perspectivas do BSC.

Esta variável é operacionalizada como uma variável discreta considerando dois níveis. No nível baixo (valor = -1), a empresa é gerida através de um “scorecard” financeiro (figura 2.16). No nível elevado (valor = 1) é utilizado um “balanced scorecard” (figura 2.17).

A figura 2.16 mostra os quadros acessíveis ao participantes que utilizam o “scorecard” financeiro, os quais apresentam a informação acerca de um conjunto de indicadores relevantes e relacionados directamente com a determinação dos resultados operacionais da empresa.

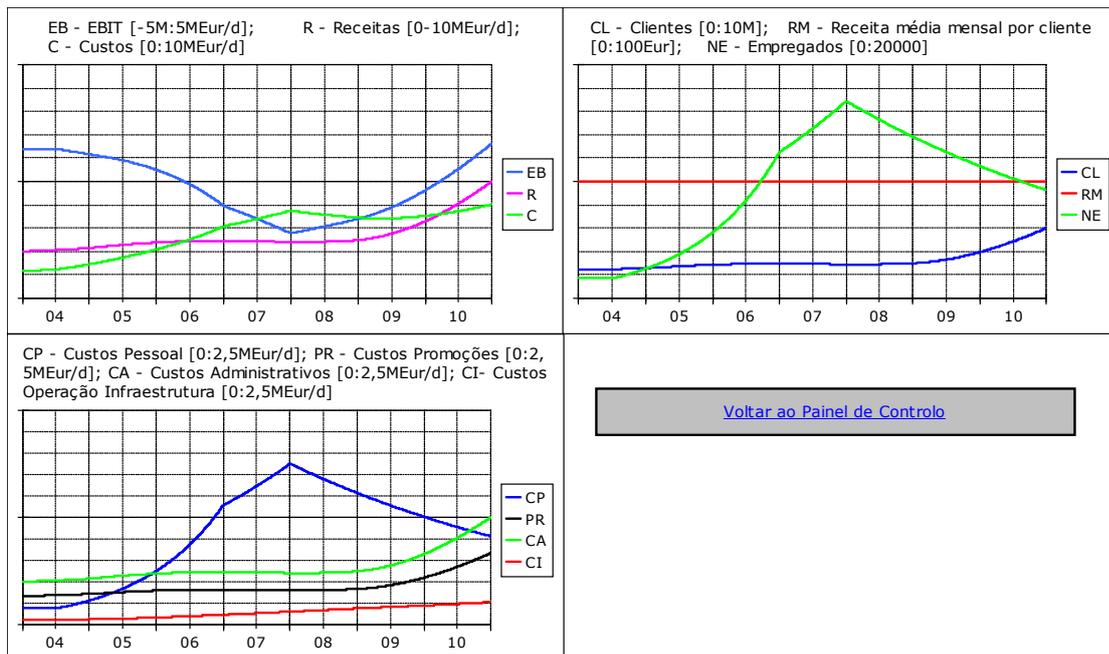
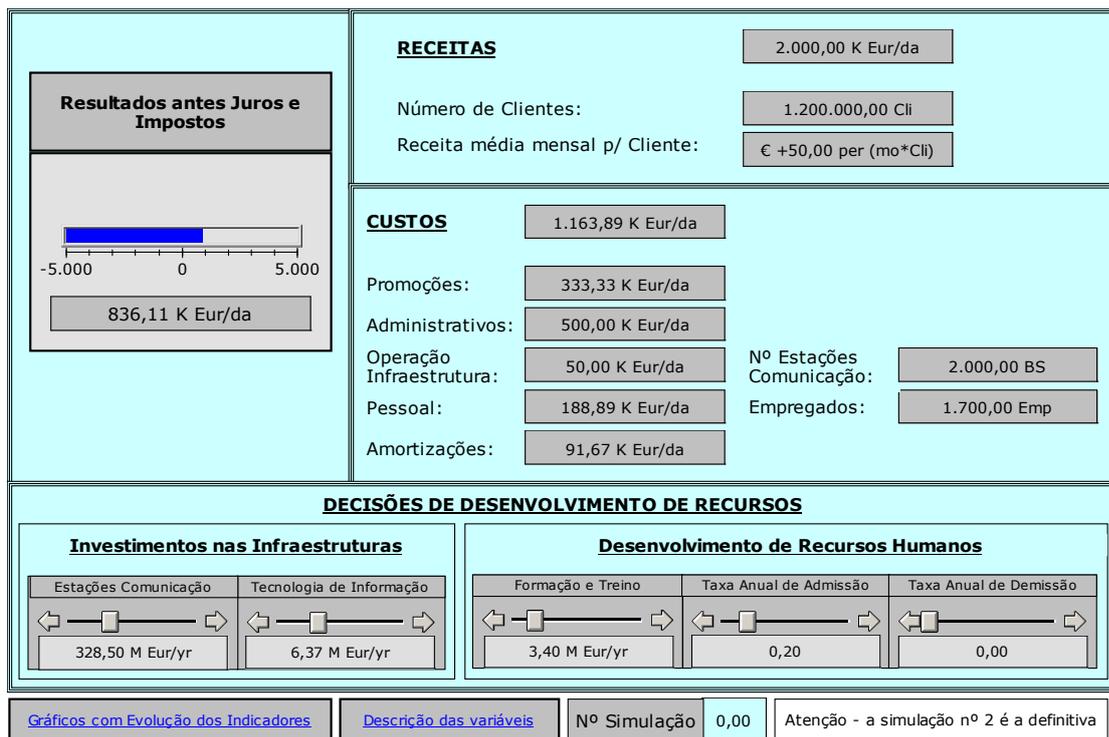
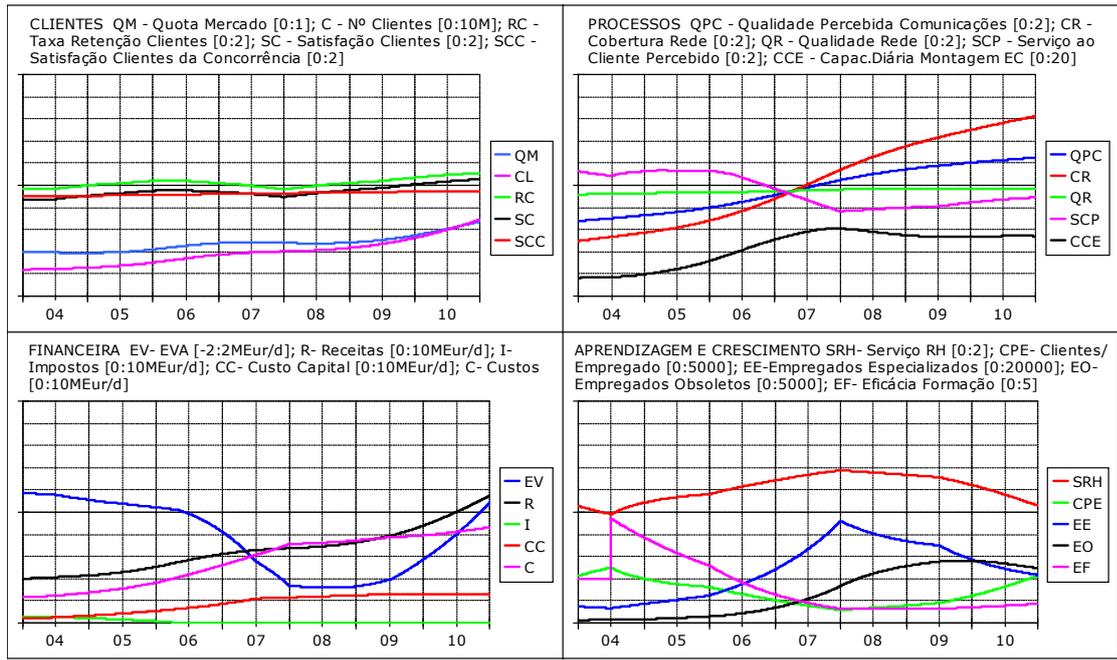
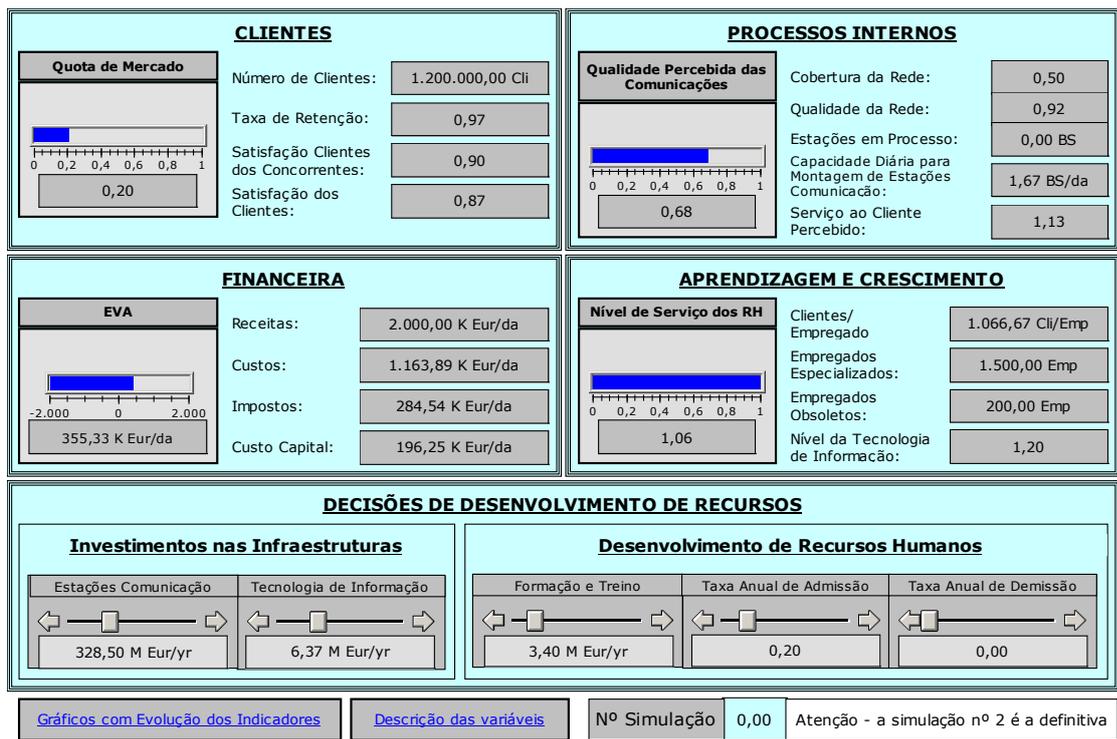


Figura 2.16 – Interfaces do simulador – Nível de Scorecard baixo (scorecard financeiro)

A interface “balanced scorecard” do simulador é apresentada na figura 2.17, a qual separa graficamente os indicadores em 4 sectores relacionados com as quatro perspectivas da abordagem BSC (Clientes, Financeiros, Processos Internos e Aprendizagem e Crescimento).



[Voltar ao Painel de Controle](#)

Figura 2.17 – Interfaces do simulador – Nível de Scorecard alto (balanced scorecard)

## 2.4.2 Nível de Mapa Estratégico

Esta variável representa a intensidade ou nível de utilização da ferramenta mapa estratégico da abordagem “Balanced Scorecard”, para suporte do processo de revisão e implementação da estratégia. Isto é, em que medida é que os gestores, no processo de decisão estratégica, utilizam o mapa estratégico para definir e rever os pressupostos estratégicos.

Esta variável é operacionalizada como uma variável discreta, considerando dois níveis. No nível baixo (valor = -1), a empresa é gerida sem a utilização da ferramenta mapa estratégico. No nível elevado (valor = 1) o mapa estratégico é definido e revisto de uma forma sistemática ao longo do processo de definição, revisão e implementação da estratégia empresarial.

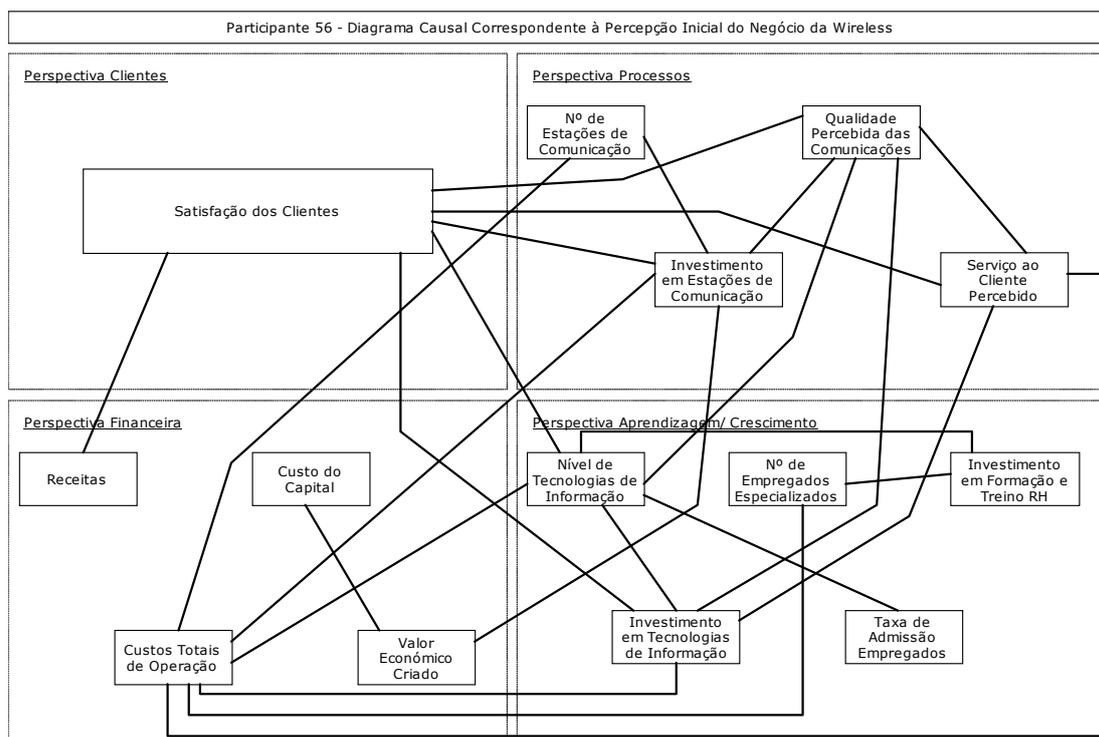


Figura 2.18 – Exemplo do Diagrama utilizado como mapa estratégico - Tratamento C

A figura 2.18 ilustra o formato do diagrama utilizado pelos participantes como mapa estratégico. Neste diagrama, são estabelecidas ligações de causalidade entre variáveis relevantes para a compreensão do negócio, as quais são organizadas espacialmente em quatro sectores relacionados respectivamente com as quatro perspectivas da abordagem BSC (Clientes, Financeiros, Processos Internos e Aprendizagem e Crescimento).

O participante, quando inicia a tarefa de simulação, dispõe de um diagrama inicial que representa a compreensão inicial sobre o negócio simulado (exemplo na figura 2.18). Este diagrama representa a estratégia inicial que é expressa sobre a forma de um sistema de hipóteses baseadas em relações causais. Ao longo do processo de simulação da gestão da empresa, os participantes vão revendo este diagrama, eliminado ou acrescentando ligações, de forma a que o esquema expresse a última compreensão sobre o sistema simulado.

### **2.4.3 Semelhança do Modelo Mental**

Ao longo da tarefa de simulação de gestão da empresa, os participantes vão formando um modelo mental sobre a forma como o sistema empresarial em causa funciona. A variável “Semelhança do Modelo Mental” representa o nível de qualidade dos modelos mentais dos participantes, ou seja, em que medida é que a estrutura daqueles se aproxima da estrutura relevante do sistema empresarial com o qual os participantes interagem. Esta qualidade é aferida pelo grau de semelhança entre a estrutura dos modelos mentais dos participantes e a estrutura de referência do modelo de simulação. Como a estrutura do sistema empresarial simulado é conhecida, se capturarmos a estrutura do modelo mental do participante, é possível avaliar a semelhança entre aquelas duas estruturas.

#### **2.4.3.1 Estrutura de Referência do Sistema Empresarial Simulado**

Para avaliarmos a semelhança da estrutura do modelo mental do participantes, é necessário estabelecer primeiramente uma representação que sirva como referência da estrutura relevante do sistema empresarial simulado.

Para este efeito, foram considerados as seguintes 14 variáveis do modelo de simulação (Ritchie-Dunham, 2002), listadas na tabela 2.1, as quais, conjugadas com as respectivas ligações, são relevantes para compreender e explicar o comportamento do sistema. Estas variáveis consistem essencialmente em acções/ políticas do decisor e em recursos estratégicos do sistema.

Custo do capital
Custos totais de operação
Dispêndio anual em formação e treino de RH
Investimento anual em estações de comunicação
Investimento anual em tecnologias de informação
Nível de tecnologia de informação
Nº de empregados especializados
Nº de estações de comunicação
Qualidade percebida das comunicações
Receitas
Satisfação do cliente
Serviço de suporte ao cliente percebido
Taxa anual de admissão de empregados
Valor económico criado

Tabela 2.1 Variáveis relevantes da estrutura do modelo de simulação

O diagrama causal de referência está representado na figura 2.19. De acordo com a visão sistémica e dinâmica da empresa, o comportamento da envolvente empresarial é determinado pela sua estrutura. Esta estrutura consiste nos ciclos de retorno, stocks e fluxos e não linearidades criadas pela interacção da estrutura do sistema empresarial com os processos de decisão dos agentes que actuam nele (Sterman, 2000, p107). Em conformidade, as ligações entre as referidas variáveis são definidas tendo em consideração, por um lado, as relações estabelecidas nas equações do modelo de simulação e que são relevantes no seu comportamento, e, por outro lado, as relações resultantes da interacção do participante com o modelo de simulação.

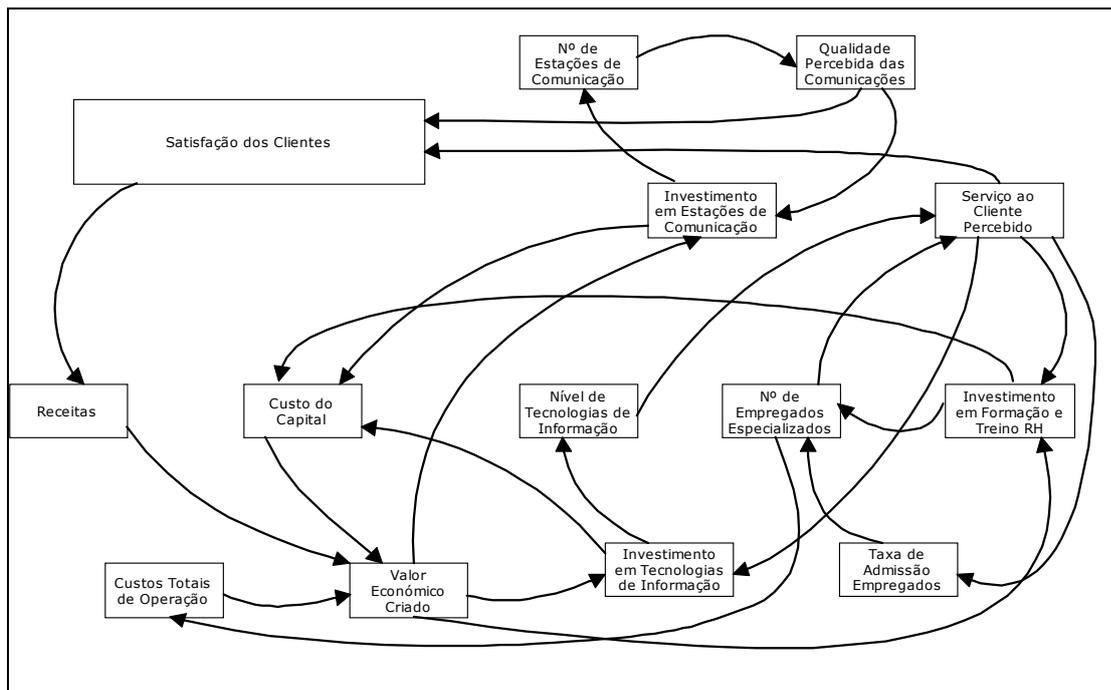


Figura 2.19 – Diagrama de referência para efeitos de representação da estrutura do simulador

A figura 2.20 mostra o diagrama stock e fluxo total do modelo de simulação com indicação dos nós e respectivas ligações que deram origem ao diagrama causal de referência do modelo.

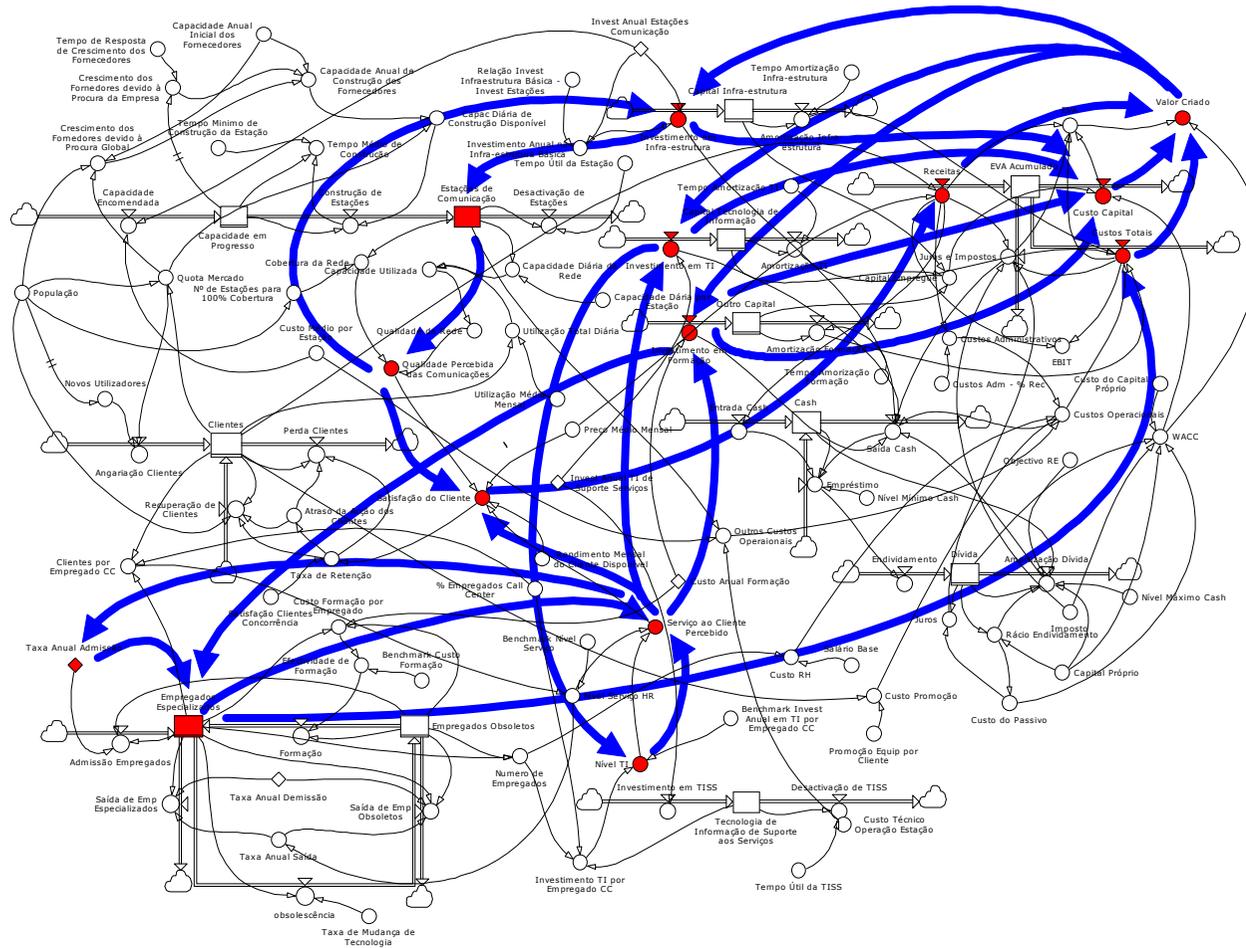


Figura 2.20 – Diagrama stock-fluxo do modelo completo com indicação dos nós da estrutura de referência do modelo

### 2.4.3.2 Captação e Representação da Estrutura do Modelo Mental dos Participantes

A estrutura do modelo mental do participante é representada na forma de um diagrama em que são relacionadas as mesmas 14 variáveis contidas no diagrama anterior que representa a estrutura do sistema empresarial simulado. Este diagrama é obtido de duas formas, conforme o tratamento da experiência. Uma das formas consiste na construção de uma rede por um procedimento “Pathfinder” a partir da quantificação do grau de relacionamento entre as variáveis. A outra forma consiste no desenho pelos participantes de um diagrama causal.

#### Diagrama obtido por procedimento “Pathfinder”

Uma das formas consiste em aplicar ao participante, no final da simulação, um questionário (totalmente reproduzido no anexo A2) sobre a relação entre as variáveis. Neste questionário, para cada par de conceitos, o participante é solicitado a pontuar de 1 a 9, o grau de relacionamento ou causalidade entre os dois conceitos (exemplo na figura 2.21).

Nível de tecnologia de informação	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Valor económico criado									
Satisfação do cliente	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Dispêndio anual em formação e treino de RH									
Qualidade percebida das comunicações	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Serviço de suporte ao cliente percebido									

Figura 2.21 - Exemplo de 3 pares de conceitos do questionário

Cada par de variáveis é apresentado com uma escala de relacionamento. O participante efectua o seu julgamento quanto ao grau de relacionamento entre as variáveis de cada par. Se sente que as variáveis não estão relacionadas, selecciona “1”. Se sente que as variáveis são fortemente relacionadas, selecciona “9”. Estes números são considerados como pontos extremos ao longo duma escala de relacionamento. Os 91  $((14^2 - 14)/2=91)$  pares de conceitos são dispostos no questionário de forma aleatória. No questionário é ainda apresentado uma descrição detalhada do significado de cada conceito. Isto porque, como o objectivo é recolher a percepção sobre o relacionamento entre os conceitos, é importante que os participantes compreendam bem os conceitos.

As respostas ao questionário são tratadas através de um procedimento “Pathfinder” (Schvaneveldt, 1990). Para este efeito é utilizado a aplicação informática PCKNOT 4.3. A pontuação de cada par de conceitos é introduzida no PCKNOT 4.3, resultando um diagrama como o da figura 2.22. A estrutura do modelo mental do participante é representada por este diagrama em forma de rede (Schvaneveldt, 1990; Rowe and Cooke, 1995).

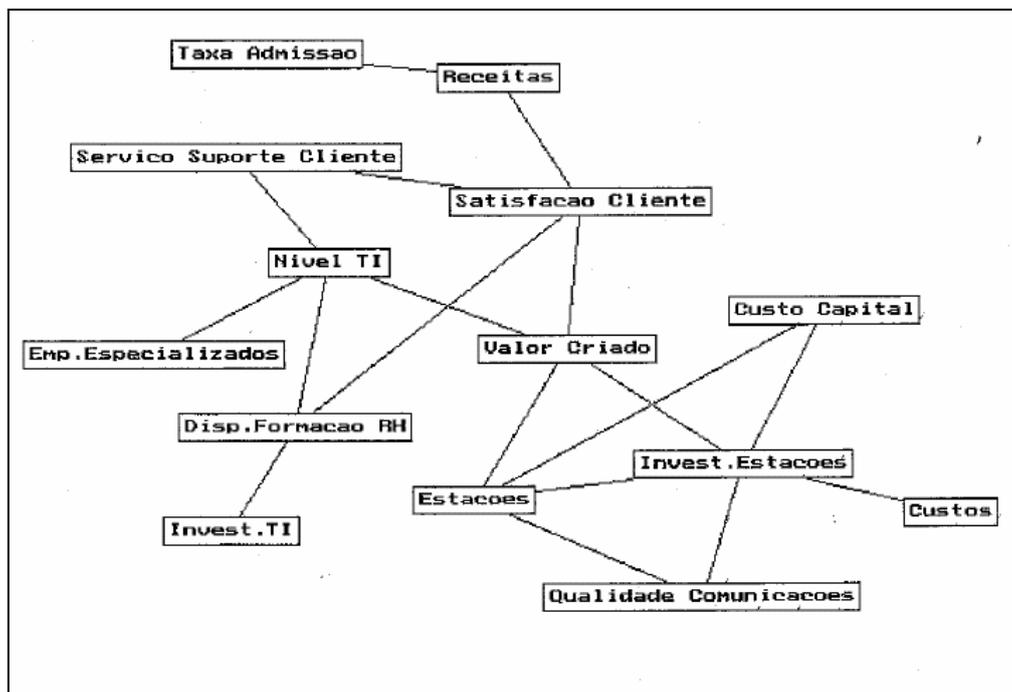


Figura 2.22 – Diagrama resultante do programa PCKNOT

#### Diagrama desenhado pelo participante

Neste processo, após a leitura do texto do caso, o participante responde ao mesmo questionário referido no processo anterior. A resposta ao questionário é objecto do mesmo tratamento através da aplicação PCKNOT, a qual é convertida através do procedimento “Pathfinder” (Schvaneveldt, 1990) num diagrama em rede que relaciona os 14 conceitos (exemplo na figura 2.22). A partir deste diagrama, é construído um diagrama que representa a compreensão inicial do participante acerca do sistema empresarial simulado.

Este diagrama é entregue ao participante e consiste no mapa estratégico inicial (a figura 2.23 apresenta um exemplo deste diagrama). Seguidamente, conforme referido em 2.4.2, o participante vai revendo este diagrama ao longo da simulação, eliminando ou adicionando ligações entre conceitos. No final da tarefa, o diagrama resultante corresponde à última compreensão do participante acerca do sistema empresarial simulado. Este diagrama, que

relaciona os mesmos 14 conceitos do diagrama de referência do simulador, é utilizado como a representação da estrutura do modelo mental do participante (a figura 2.24 apresenta um exemplo deste diagrama).

### **2.4.3.3 Determinação do Grau de Semelhança do Modelo Mental**

A variável Semelhança do Modelo Mental é operacionalizada como a semelhança entre as duas redes – diagrama com a representação da estrutura do modelo mental do participante e diagrama com a representação da estrutura referência do simulador. O grau de semelhança das redes é quantificado através da seguinte fórmula (Schvaneveldt, 1990), variando entre 0 (baixa semelhança) e 1 (elevada semelhança):

$$\text{SMM} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de ligações comuns às 2 redes}}{\text{N}^\circ \text{ total de ligações nas 2 redes}} \quad (2.1)$$

### **2.4.4 Semelhança Inicial do Modelo Mental**

Nos participantes que utilizaram o mapa estratégico, obtivemos o diagrama de rede correspondente à compreensão inicial do sistema empresarial. Comparando este diagrama com o diagrama de referência do simulador, podemos determinar o grau de semelhança inicial do modelo mental daqueles participantes.

A consideração desta variável permite avaliar (no grupo de participantes que recolhemos esta informação) o impacto do modelo mental inicial na performance.

#### Semelhança Inicial do Modelo Mental:

Esta variável é operacionalizada como a semelhança entre as duas redes – diagrama com a representação da estrutura inicial do modelo mental do participante e diagrama com a representação da estrutura referência do simulador, utilizando o processo de cálculo indicado em 2.4.3.3 (Schvaneveldt, 1990).

## 2.4.5 Performance da Gestão

A variável “Performance” representa o nível de desempenho da tarefa de gestão estratégica da empresa, mediante a criação de valor pela empresa, que corresponde ao objectivo final da tarefa de simulação. Esta variável é estimada mediante o somatório dos valores anuais actualizados do lucro económico ou EVA - Economic Value Added (Copeland, Koller and Murrin, 2000, p150), ao longo do período de simulação de sete anos (equações 2.2 e 2.3).

$$VC = \sum_{i=1}^n \frac{EVA_i}{(1+WACC)^{i/360}} \quad (2.2)$$

VC = Valor Criado = Valor da variável Performance

$$EVA = NOPLAT - CE \times WACC \quad (2.3)$$

NOPLAT = Resultado Operacional menos Amortizações e Impostos

CE = Capital Empregue

WACC = Taxa de custo médio ponderado do capital

i = Índice do número de incrementos de tempo simulador (incremento de 1 dia)

n = Número de incrementos do simulador (7x360)

Os participantes são claramente informados, por escrito no texto do caso e no guia da experiência, e oralmente na fase de explicação do tarefa, que a performance é medida apenas tendo em consideração o valor criado da empresa ao longo do período de simulação, e que não seriam contabilizados nem o valor inicial nem o valor final residual (“firm continuing value”). Esta condição tinha como objectivos, por um lado, proporcionar aos participantes uma noção muito clara da evolução do cumprimento do objectivo (bastando acompanhar os valores dos resultados financeiros da empresa) e, por outro lado, pressionar os participantes, desde o início da simulação, a balancearem as decisões de desenvolvimento dos recursos estratégicos no sentido de optimizarem a criação de valor no período de simulação.

#### **2.4.6 Outras Variáveis**

Com o objectivo de ajudar e/ou complementar a explicação do impacto das variáveis independentes assim como do comportamento das variáveis dependentes, considerámos as seguintes variáveis adicionais:

##### Tempo:

Esta variável consiste da duração total (em horas) da tarefa de simulação para cada participante, considerando todas as fases da experiência. A selecção desta variável assenta no pressuposto de que o tempo envolvido na tarefa poderá influenciar a formação dos modelos mentais (relacionada com a variável “semelhança do modelo mental”) e performance. Consequentemente, a sua manipulação poderá ajudar a explicar o comportamento daquelas variáveis dependentes, ou a controlar o impacto das variáveis independentes.

##### Idade:

Esta variável consiste na idade dos participantes.

##### Experiência Profissional:

Esta variável indica se os participantes têm (valor=1) ou não (valor=0) experiência profissional na actividade de gestão empresarial. A selecção desta variável tem como objectivo explicar eventual impacto da experiência profissional dos participantes no comportamento das variáveis dependentes. Na prática, esta variável distingue os estudantes do ISCTE dos profissionais da Galp Energia.

##### Experiência prévia em simulação:

Esta variável representa o grau de experiência dos participantes na interacção com simuladores de gestão empresarial, sendo operacionalizada como uma variável discreta considerando dois níveis: sem experiência (valor = 0) e com experiência (valor = 1). Tal como na variável anterior, a selecção desta variável visa explicar eventual impacto da experiência com simuladores de gestão no comportamento das variáveis dependentes.

##### Coerência da resposta ao questionário:

O tratamento das respostas ao questionário sobre o relacionamento dos conceitos, através da aplicação informática PCKNOT, proporciona a medida da coerência da resposta. Esta variável

mede o grau da atenção que participantes dedicaram ao preenchimento do questionário. Esta variável poderá ser utilizada como variável de controlo na explicação do impacto nas variáveis dependentes.

## 2.5. Tratamentos

Com vista a proporcionar a operacionalização definida das variáveis independentes, Nível de Scorecard e Nível de Mapa Estratégico, as experiências realizadas envolveram três tratamentos diferentes:

Tratamento	Descrição	Nível de Scorecard	Nível de Mapa Estratégico
A	Baixo NSC Baixo NME	-1	-1
B	Alto NSC, Baixo NME	1	-1
C	Alto NSC, Alto NME	1	1

Tabela 2.2 – Operacionalização dos tratamentos através das variáveis NSC e NME

### Tratamento A:

Este tratamento corresponde a um baixo Nível de Scorecard e a um baixo Nível de Mapa Estratégico. Os participantes, no processo de decisão estratégica, são informados sobre o estado do sistema empresarial através de um conjunto de indicadores essencialmente financeiros (scorecard financeiro conforme figura 2.16).

### Tratamento B:

Este tratamento corresponde a um alto Nível de Scorecard e a um baixo Nível de Mapa Estratégico. Este tratamento corresponde à forma de utilização do BSC apenas como um sistema de controlo de performance estratégica, isto é, os participantes, no processo de decisão estratégica, são informados sobre o estado do sistema empresarial através de um conjunto de indicadores organizados de acordo com as quatro perspectivas do BSC (conforme figura 2.17).

### Tratamento C:

Este tratamento corresponde a um alto Nível de Scorecard e a um alto Nível de Mapa Estratégico. Este tratamento consiste na utilização completa da abordagem do BSC, isto é, mediante a conjugação dos indicadores e do mapa estratégico do BSC num processo contínuo de gestão estratégica e performance. Os participantes geriram a empresa com base no mesmo “balanced scorecard” do tratamento B. Adicionalmente, os participantes utilizam o mapa estratégico. A partir do diagrama inicial que representa a estratégia inicial do participante (capítulo 2.4.3.2), os participantes em função da estratégia e dos objectivos definidos, e dos

resultados obtidos, revêm o diagrama causal, eliminando ou adicionando ligações entre conceitos. As figuras 2.23 e 2.24 mostram exemplos de um diagrama inicial e de um diagrama revisto por um participante.

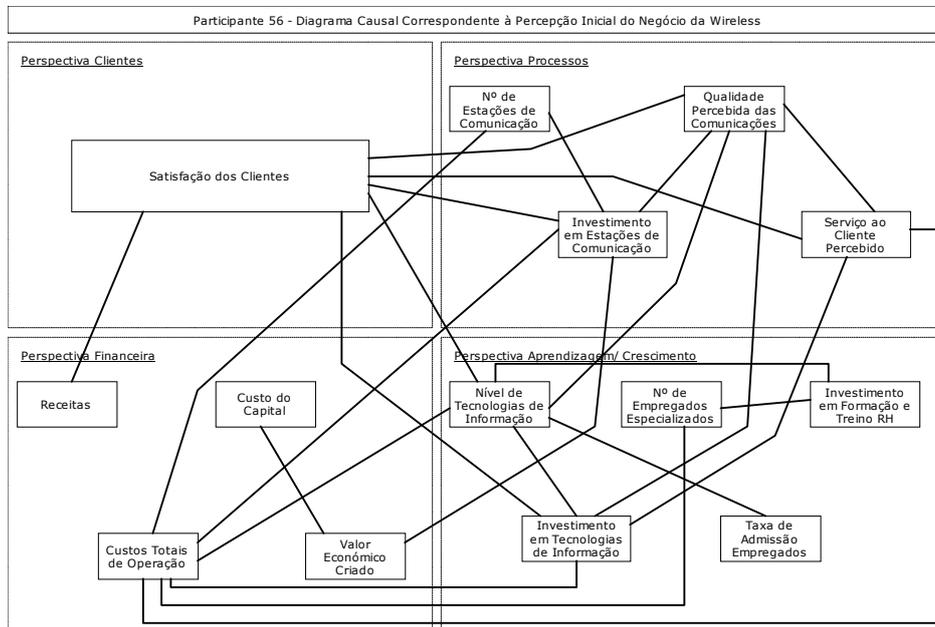


Figura 2.23 – Mapa estratégico inicial: exemplo de um diagrama causal inicial utilizado por um participante

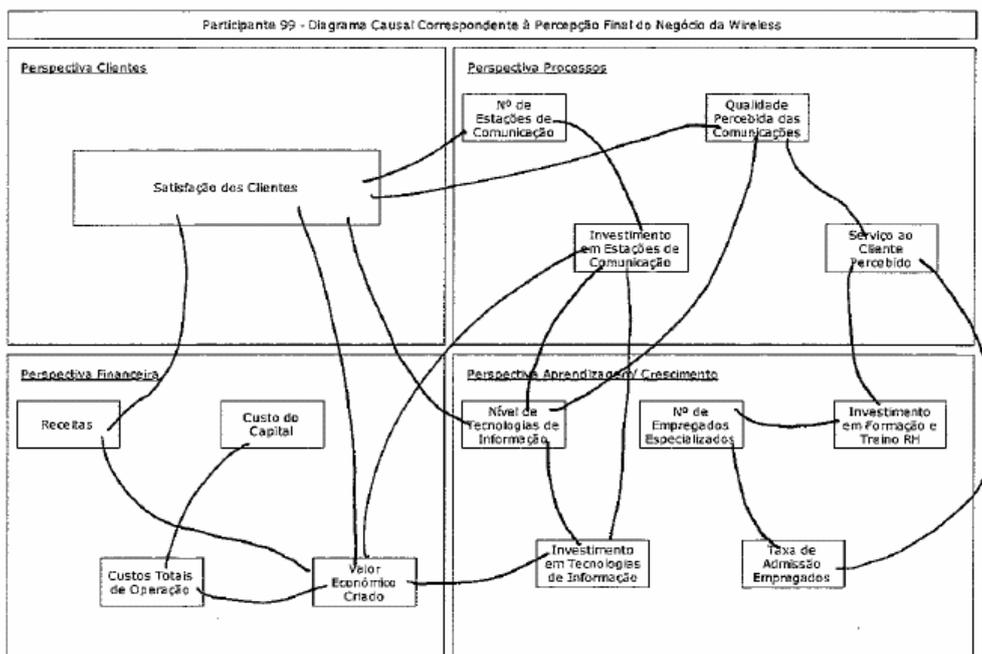


Figura 2.24 – Revisão do mapa estratégico: exemplo de um diagrama final desenhado por um participante

Nas experiências de simulação, conforme o tratamento, os participantes estão envolvidos nos seguintes processos dinâmicos de decisão (figura 2.25):

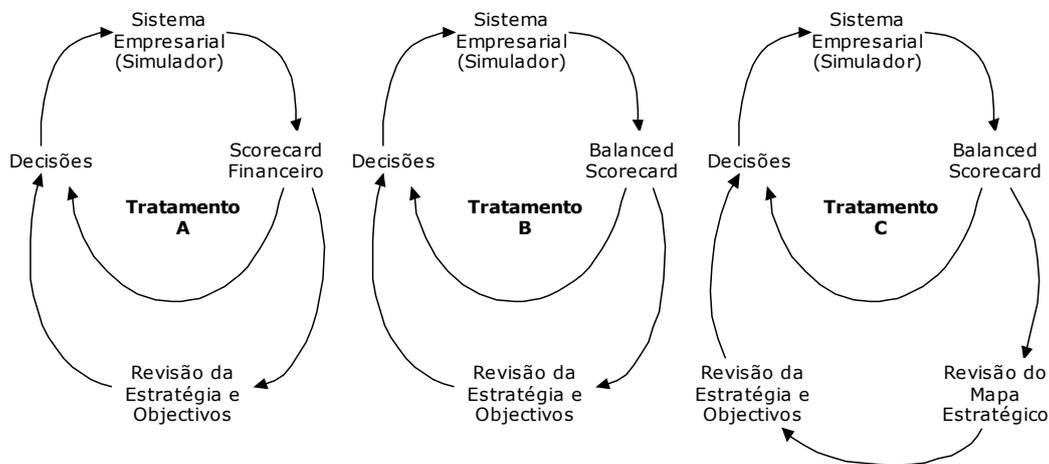


Figura 2.25 – Tratamentos e respectivos processos dinâmicos de decisão

O ciclo de decisão processa-se da seguinte forma. Todos os participantes iniciam a tarefa de simulação, respondendo a um questionário (apresentado na figura 2.26) sobre a estratégia e objectivos que basearão a gestão da empresa nos próximos dois anos. Seguidamente, os participantes tomam as decisões que, de acordo com a sua compreensão sobre o negócio, levarão o sistema ao estado desejado em conformidade com os objectivos definidos. Guiados pelos pressupostos que assumiram sobre o funcionamento do sistema, os participantes analisam os resultados das decisões, confrontam com os objectivos, e tomam novas decisões. No final de cada período de dois anos de simulação, os participantes são solicitados a responder a um questionário sobre a estratégia e objectivos idêntico ao que responderam no início da simulação.

Conforme apresentado nas figuras 2.25 e 2.27, os procedimentos associados aos tratamentos A e B são idênticos, variando apenas a informação que está acessível ao participante. O tratamento C implica um procedimento diferente dos tratamentos A e B, pois envolve a definição inicial do diagrama causal correspondente ao mapa estratégico, e respectiva utilização e revisão ao longo do processo da gestão simulada da empresa. Ou seja, no tratamento C, os participantes revêm o mapa estratégico e respondem ao questionário sobre estratégia e objectivos.

<b>Questionário de Descrição da Estratégia e Objectivos - Início do Ano 3</b>	
Por favor, para a evolução de cada um dos conceitos, coloque um X no número que melhor corresponde ao seu desejo em termos da evolução da empresa para os próximos 2 anos.	
<u>Evolução da base de clientes</u> 1 - crescimento muito abaixo do mercado 5 - crescimento proporcional ao mercado 9 - crescimento muito acima do mercado	1 2 3 4 5 6 7 8 9
<u>Evolução do nível de qualidade das comunicações</u> 1 – reduzir por depreciação da infra-estrutura existente 5 – manter 9 – aumentar à taxa máxima admissível	1 2 3 4 5 6 7 8 9
<u>Evolução do nº de empregados especializados</u> 1 - reduzir bastante 5 – manter nível 9 – aumentar bastante	1 2 3 4 5 6 7 8 9
<u>Evolução do nível serviço de suporte ao cliente</u> 1 - reduzir bastante 5 – manter 9 – aumentar bastante	1 2 3 4 5 6 7 8 9
<u>Evolução dos resultados</u> 1 – muito negativos 5 – nulos 9 – muito positivos	1 2 3 4 5 6 7 8 9

Figura 2.26 – Questionário sobre a estratégia e objectivos

A aplicação do questionário sobre estratégia e objectivos promove nos participantes, o confronto entre a estratégia e objectivos definidos antes das últimas decisões e os resultados obtidos. A informação disponibilizada através do painel de controlo e dos gráficos com a evolução histórica dos indicadores, facilita esta tarefa aos participantes. Como resultado desta reflexão, os participantes adaptam a estratégia e definem novos objectivos, os quais são registados no questionário.

A aplicação deste questionário tem como objectivo único, promover nos participantes a revisão da compreensão sobre o sistema empresarial simulado, forçando-os, ao longo da tarefa de simulação, a um esforço contínuo de reflexão sobre a estratégia, objectivos, decisões tomadas e respectivos resultados obtidos. Ou seja, através do preenchimento do questionário, os participantes avaliam o comportamento do sistema empresarial e comparam com as acções que efectuaram sobre ele, implicando a revisão da compreensão anterior sobre o sistema.

## **2.6. Procedimento**

### **2.6.1 Condições Gerais da Experiência**

No ISCTE, a componente de simulação da experiência foi desenvolvida numa sala de informática do CIISCTE. Cada participante operava um computador no qual foi previamente instalado o programa informático do simulador. Na Galp Energia, os participantes executaram a tarefa de simulação no seu posto de trabalho, utilizando o seu computador, no qual foi instalado o simulador.

As decisões efectuadas no simulador e respectivos resultados são automaticamente guardados num ficheiro protegido e inacessível ao participante. O jogo de simulação para automaticamente quando a data final do período de simulação é atingida. O simulador só está acessível ao participante para as jogadas previstas na experiência. Se o participante desistir durante a simulação, o programa considera que a jogada foi efectuada, bloqueando o simulador. Com vista a salvaguardar as condições da experiência, os participantes da Galp Energia são alertados para necessidade de iniciarem a tarefa simulação num período em que tenham pelos menos 2 horas disponíveis, com vista a não prejudicarem a experiência.

Os participantes são alertados para o facto das tarefas serem individuais, não devendo por isso comunicar entre eles durante a execução da experiência.

Cada participante recebe um guia completo (reproduzidos nos anexos A2 e A3) com toda a informação necessária à execução da experiência, o qual é composto por:

Texto de introdução: Informação sobre o objectivo da experiência e enquadramento geral.

Questionário sobre elementos demográficos: Os participantes são solicitados a indicarem: sexo, idade, anos de experiência profissional, habilitações base e complementares, área funcional da empresa a que está afecto, experiência em simuladores de gestão, conhecimentos sobre o negócio objecto do simulador.

Texto do caso: Descrição do negócio simulado, e dos objectivos do participante no papel de CEO da empresa.

Questionário inicial: Questionário sobre a compreensão inicial do negócio (para participantes do tratamento C).

Instruções: Instruções para acesso e utilização do programa do simulador.

Questionário intercalar: Questionário sobre estratégia e objectivos.

Fichas do mapa estratégico: Folhas contendo diagramas com os conceitos relevantes do sistema, sem quaisquer ligações desenhadas entre eles, para os participantes preencherem na tarefa de revisão do mapa estratégico (para participantes do tratamento C).

Questionário final: Questionário sobre a compreensão final do negócio (não aplicável a participantes do tratamento C).

## **2.6.2 Sequência de Operações**

O procedimento experimental segue os seguintes passos:

- (1) os participantes são aleatoriamente assignados a um dos três tratamentos (A, B or C);
- (2) os participantes respondem ao questionário de elementos demográficos;
- (3) os participantes lêem o texto do caso com a descrição do negócio e dos objectivos de gestão da empresa (os participantes dedicaram em média cerca de 20 minutos à leitura do caso);

Os passos seguintes variam em função do tratamento.

### Tratamentos A e B:

- (ab4) os participantes lêem as instruções para acesso, arranque e utilização do simulador;

(ab5) com o objectivo dos participantes se habituarem aos comandos e interfaces dos simulador, eles efectuam uma primeira jogada experimental e rápida, em que simulam a gestão da empresa, tomando decisões estratégicas semestrais ao longo de um período de 7 anos (14 decisões);

(ab6) os participantes efectuam uma segunda e definitiva simulação tomando igualmente decisões estratégicas semestrais ao longo de 7 anos; no início desta simulação e no fim de cada período de 2 anos, os participantes respondem a um questionário acerca da estratégia e objectivos; esta tarefa de simulação demorou em média cerca de 80 minutos;

(ab7) após a simulação definitiva, os participantes respondem ao questionário sobre a compreensão final do sistema, pontuando a relação entre conceitos estratégicos; esta tarefa demorou em média cerca de 20 minutos.

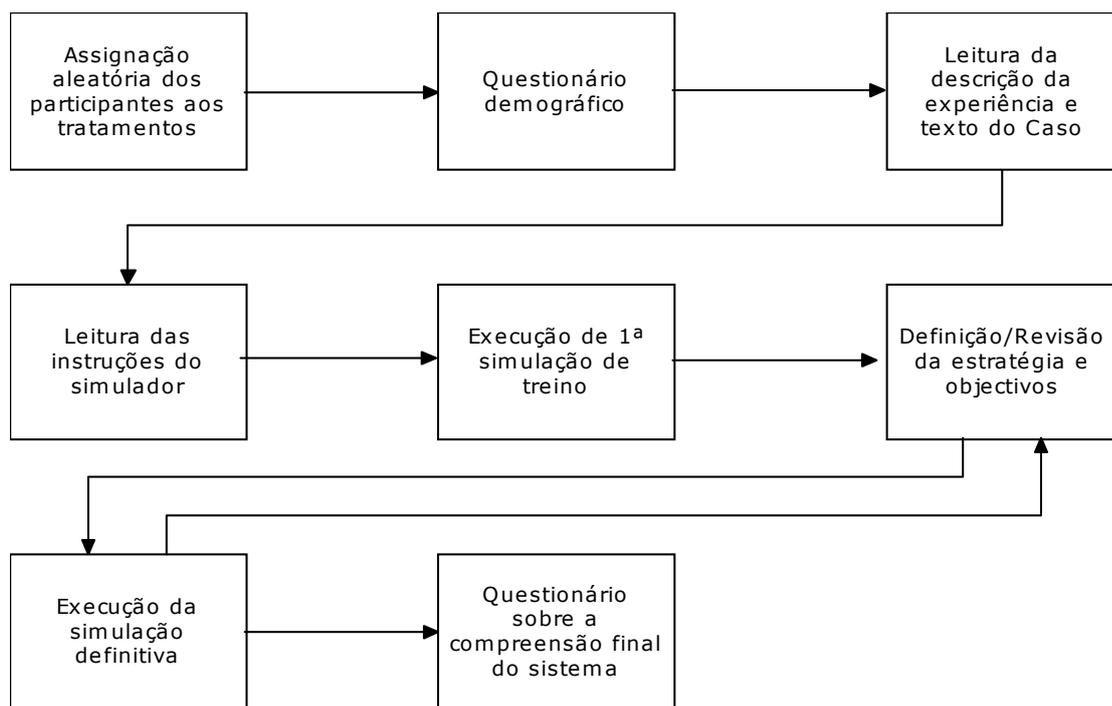


Figura 2.27 – Procedimento experimental nos tratamentos A e B

#### Tratamento C:

(c4) os participantes respondem ao questionário do passo ab7; este questionário recolhe a compreensão inicial acerca do sistema simulado;

(c5) os participantes lêem as instruções para acesso, arranque e utilização do simulador;

(c6) os participantes efectuam uma primeira jogada experimental rápida (igual ao passo ab5);

(c7) com base na resposta ao questionário do passo c4, é produzido um diagrama que corresponde ao mapa estratégico inicial o qual é entregue aos participantes, assim como diversas folhas com diagramas idênticos sem ligações;

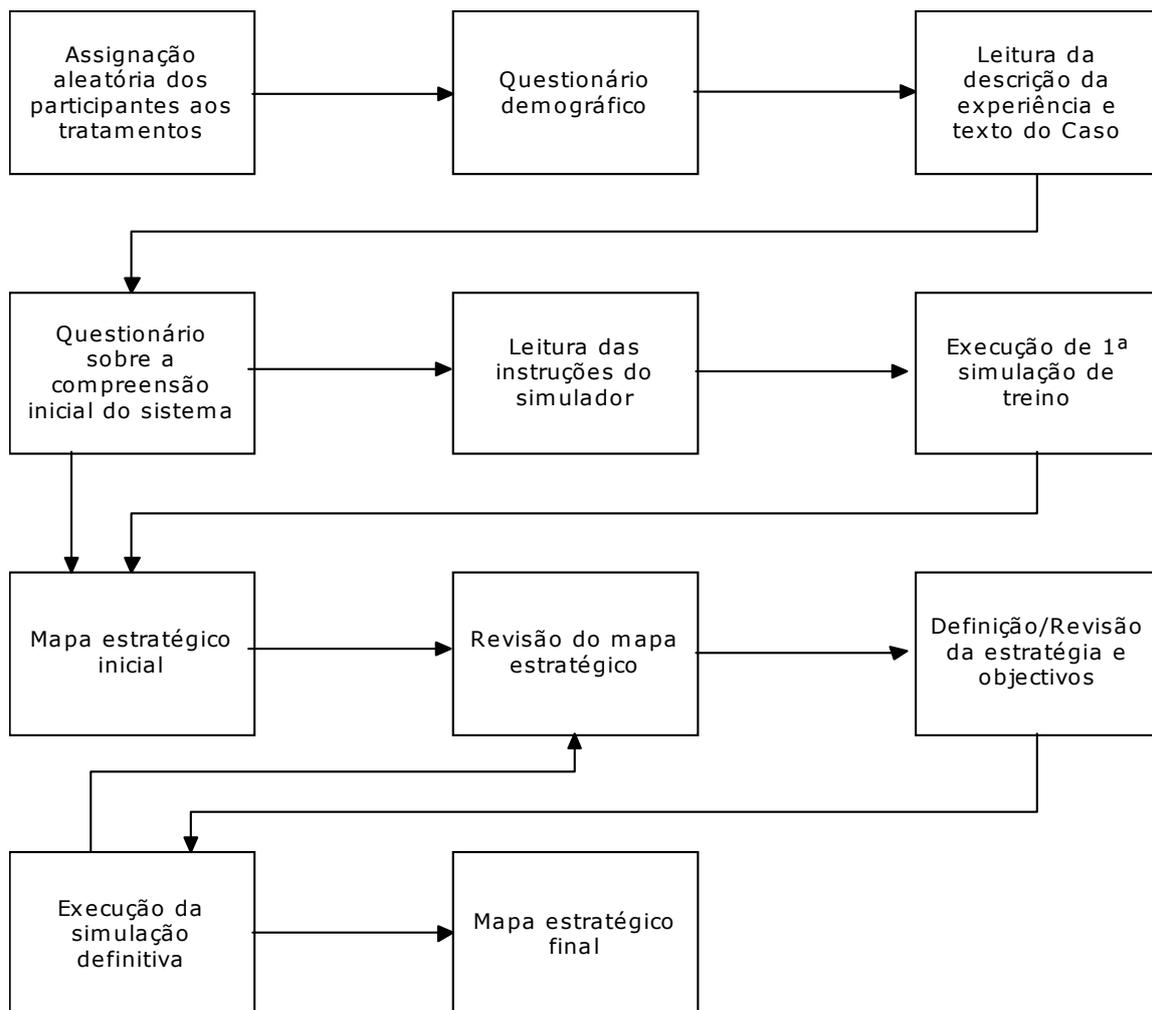


Figura 2.28 – Procedimento experimental no tratamento C

(c8) os participantes efectuam a segunda e definitiva simulação tomando decisões estratégicas semestrais ao longo de 7 anos; durante esta simulação, no início e no fim de cada período de 2 anos, os participantes respondem a um questionário acerca da estratégia e objectivos; durante

esta simulação e sempre que o entendam, os participantes revêm o mapa estratégico utilizando para isso os diagramas sem ligações que lhes foram disponibilizados;

(c9) após a simulação definitiva, os participantes desenham o mapa estratégico final; este diagrama representa a compreensão final acerca do sistema empresarial simulado.

## 2.7 Resultados

### 2.7.1 Análise Descritiva

A tabela 2.3 apresenta os valores e respectivas frequências para as variáveis tipo “dummy” utilizadas na presente pesquisa.

NSC = Nível de “Scorecard” (Baixo=-1; Alto=1)

NME = Nível de Mapa Estratégico (Baixo=-1; Alto=1)

ExpProf = Experiência profissional do participante (Sim=1; Não=0)

ExpSim = Experiência em simulação de gestão empresarial do participante (Sim=1; Não=0)

Variável	Frequência	Perc %	
NSC	-1.00	24	32.9
	1.00	49	67.1
	Total	73	100.0
NME	-1.00	48	65.8
	1.00	25	34.2
	Total	73	100.0
ExpProf	.00	14	19.2
	1.00	59	80.8
	Total	73	100.0
ExpSim	.00	39	53.4
	1.00	34	46.6
	Total	73	100.0

Tabela 2.3 – Valores e frequência das variáveis “dummy”

A tabela 2.4 apresenta os valores mínimo, máximo, médio e desvio padrão das restantes variáveis utilizadas na presente pesquisa.

Variável	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Tempo	67	.50	5.50	1.9651	.99244
Idade	73	22.00	54.00	33.9315	8.80393
CoerDSim	48	-.21	.64	.2953	.21333
CoerASim	25	-.02	.64	.3250	.17608
SMMI	25	.13	.44	.2530	.08912
SMM	73	.09	.71	.3308	.12748
Performance	73	-1148.00	1189.00	425.0685	541.26296

Tabela 2.4 – Descrição estatística das variáveis

Tempo = Duração da experiência.

Idade = Idade dos participantes.

CoerASim = Coerência da resposta ao questionário para captação da estrutura do modelo mental, antes da tarefa de simulação.

CoerDSim = Coerência da resposta ao questionário para captação da estrutura do modelo mental, após a tarefa de simulação.

SMMI = Semelhança do Modelo Mental, antes da tarefa de simulação.

SMM = Semelhança do Modelo Mental.

A figura 2.29 apresenta os histogramas das variáveis SMM, SMMI, Performance, Tempo, CoerASim, CoerDSim e Idade.

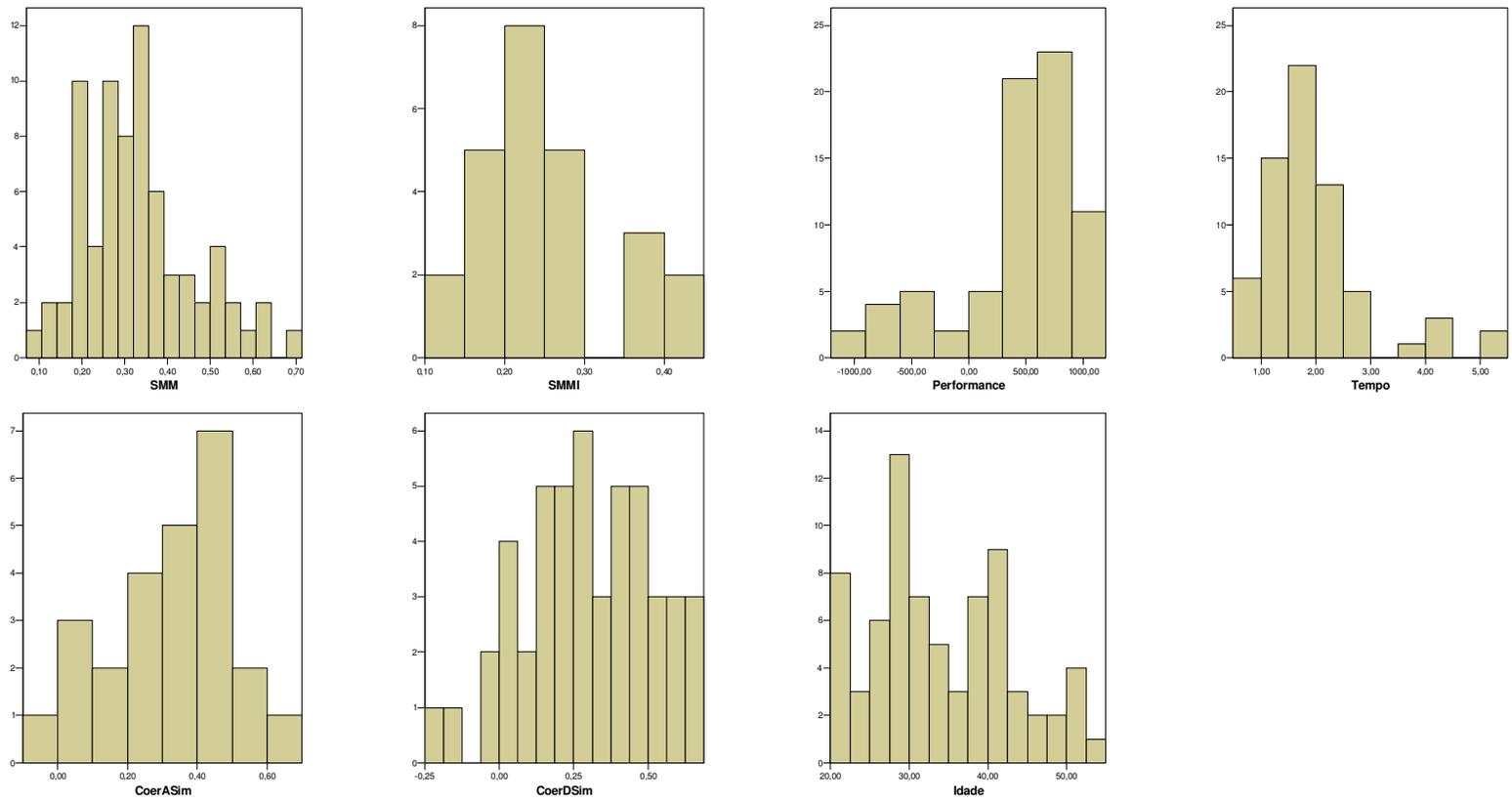


Figura 2.29 – Histogramas das variáveis SMM, SMMI, Performance, Tempo, CoerASim, CoerDSim e Idade

## 2.7.2 Comparação entre Tratamentos

Variável	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
<b>Performance</b>					
Tratamento A	24	-715.00	854.00	328.5833	449.89795
Tratamento B	24	-1148.00	1189.00	310.3750	686.99989
Tratamento C	25	-432.00	1089.00	627.8000	409.07487
<b>SMM</b>					
Tratamento A	24	.12	.41	.2498	.08029
Tratamento B	24	.09	.43	.2946	.07681
Tratamento C	25	.21	.71	.4432	.12604
SMMI T.C	25	.13	.44	.2530	.08912
<b>Tempo</b>					
Tratamento A	24	.92	4.17	1.6528	.70732
Tratamento B	24	.50	5.50	2.3076	1.38444
Tratamento C	19	.92	2.83	1.9270	.48481
<b>Idade</b>					
Tratamento A	24	22.00	54.00	34.0833	9.37117
Tratamento B	24	22.00	51.00	33.4167	8.38693
Tratamento C	25	22.00	52.00	34.2800	8.97459
<b>ExpSim</b>					
Tratamento A	24	.00	1.00	.3750	.49454
Tratamento B	24	.00	1.00	.4167	.50361
Tratamento C	24	.00	1.00	.6250	.49454
<b>Coer</b>					
CoerDSim T.A	24	-.05	.63	.3213	.18614
CoerDSim T.B	24	-.21	.64	.2694	.23864
CoerASim T.C	25	-.02	.64	.3250	.17608
<b>ExpProf</b>					
Tratamento A	24	.00	1.00	.8750	.33783
Tratamento B	24	.00	1.00	.7500	.44233
Tratamento C	25	.00	1.00	.8000	.40825

Tabela 2.5 – Valores mínimo, máximo, médio e desvio padrão das variáveis

Os 73 participantes foram distribuídos pelos três tratamentos (tratamento A – 24 tratamento B – 24 tratamento C – 25). A tabela 2.5 apresenta os valores mínimo, máximo, médio e desvio padrão das variáveis Performance, SMM, SMMI, Tempo, Idade, ExpSim, CoerASim, CoerDSim e ExpProf. As tabelas 2.6 a 2.10 apresentam as médias e desvios padrão da

diferença entre tratamentos para as variáveis SMM/SMMI, Performance, Tempo, Idade, e CoerASim/ CoerDSim, assim como o respectivo teste de significância. Das tabelas 2.5 a 2.10, podemos observar os seguintes pontos:

A variável Tempo apresenta um valor médio superior no tratamento B (2,3 horas), seguindo-se o tratamento C (1,9 horas) e o A (1,7 horas). De acordo com a tabela 2.8, o par A-B apresenta uma diferença com grau de significância de  $p=0,05$ . Este resultado sugere que em média os participantes do grupo B (balanced scorecard) dedicaram mais tempo na tarefa que os do grupo A (scorecard financeiro). Uma explicação possível para esta situação, consiste em o balanced scorecard exigir mais tempo para interpretação da informação de controlo pelo facto deste possuir mais indicadores que o scorecard financeiro.

A idade média dos participantes entre grupos é muito semelhante, apresentado valores de 34,1, 33,4 e 34,3 respectivamente para os tratamentos A, B e C. A tabela 2.9 mostra que as diferenças desta variável entre pares de tratamento não é estatisticamente significativa. Estes resultados sugerem a independência entre a variável idade e as variáveis NSC (Nível de Scorecard) e NSM (Nível de Mapa Estratégico).

O grupo C apresenta um maior número de participantes com experiência prévia em simulação (63%), comparativamente com os valores de 38% no grupo A e 42% no grupo B.

A variável Experiência Profissional (Estudante/ Profissional) distribui-se pelos tratamentos na seguinte forma: A – 13% estudantes, B – 25% estudantes e C – 20% estudantes. A diferença maior encontra-se no par A-B, onde participaram respectivamente 3 e 6 estudantes

A variável “coerência da resposta ao questionário” mede a atenção a esta tarefa. A tabela 2.5 mostra algumas diferenças nos valores médios entre tratamentos, registando-se a maior diferença no par de tratamentos A (média=0,321; desvio padrão=0,186) e B (média=0,269; desvio padrão=0,239). No entanto, a tabela 2.10 mostra que esta diferença não é estatisticamente significativa (diferença média =0,052,  $p<0,441$ ).

Pares de Tratamentos	Diferença entre Tratamentos					t	df	Sig. (2-tailed)
	Média	Desvio Padrão	Erro Médio Padrão	95% - Intervalo de Confiança da Diferença				
				Limite Inferior	Limite Superior			
SMM_A - SMM_B	-.04487	.10247	.02092	-.08815	-.00160	-2.145	23	.043
SMM_A - SMM_C	-.18858	.13898	.02837	-.24727	-.12990	-6.647	23	.000
SMM_A - SMMI_C	-.00154	.11810	.02411	-.05141	.04833	-.064	23	.950
SMM_B - SMM_C	-.14371	.15333	.03130	-.20845	-.07896	-4.592	23	.000
SMM_B - SMMI_C	.04333	.12094	.02469	-.00774	.09440	1.755	23	.093
SMM_C - SMMI_C	.19024	.13531	.02706	.13439	.24609	7.030	24	.000

Tabela 2.6 – Teste de significância para a diferença das médias da variável SMM/SMMI entre tratamentos

Pares de Tratamentos	Diferença entre Tratamentos					t	df	Sig. (2-tailed)
	Média	Desvio Padrão	Erro Médio Padrão	95% - Intervalo de Confiança da Diferença				
				Limite Inferior	Limite Superior			
Perf_A - Perf_B	18.20833	938.77121	191.62587	-378.19998	414.61665	.095	23	.925
Perf_A - Perf_C	-294.91667	591.63428	120.76684	-544.74191	-45.09142	-2.442	23	.023
Perf_B - Perf_C	-313.12500	631.74571	128.95455	-579.88782	-46.36218	-2.428	23	.023

Tabela 2.7 – Teste de significância para a diferença das médias da variável Performance entre tratamentos

Pares de Tratamentos	Diferença entre Tratamentos					t	df	Sig. (2-tailed)
	Média	Desvio Padrão	Erro Médio Padrão	95% - Intervalo de Confiança da Diferença				
				Limite Inferior	Limite Superior			
Tempo_A - Tempo_B	-.65486	1.55964	.31836	-1.31344	.00372	-2.057	23	.051
Tempo_A - Tempo_C	-.29241	.95267	.22455	-.76616	.18134	-1.302	17	.210
Tempo_B - Tempo_C	.17241	1.25841	.29661	-.45338	.79820	.581	17	.569

Tabela 2.8 – Teste de significância para a diferença das médias da variável Tempo entre tratamentos

Pares de Tratamentos	Diferença entre Tratamentos					t	df	Sig. (2-tailed)
	Média	Desvio Padrão	Erro Médio Padrão	95% - Intervalo de Confiança da Diferença				
				Limite Inferior	Limite Superior			
Idade_A - Idade_B	.66667	11.09903	2.26558	-4.02004	5.35337	.294	23	.771
Idade_A - Idade_C	-.70833	12.77729	2.60815	-6.10371	4.68704	-.272	23	.788
Idade_B - Idade_C	-1.37500	7.97176	1.62723	-4.74118	1.99118	-.845	23	.407

Tabela 2.9 – Teste de significância para a diferença das médias da variável Idade entre tratamentos

Pares de Tratamentos	Diferença entre Tratamentos					T	df	Sig. (2-tailed)
	Média	Desvio Padrão	Erro Médio Padrão	95% - Intervalo de Confiança da Diferença				
				Limite Inferior	Limite Superior			
CoerDSim_A - CoerDSim_B	.05183	.32406	.06615	-.08500	.18867	.784	23	.441
CoerDSim_A - CoerASim_C	.00596	.27905	.05696	-.11187	.12379	.105	23	.918
CoerDSim_B - CoerASim_C	-.04588	.32528	.06640	-.18323	.09148	-.691	23	.497

Tabela 2.10 – Teste de significância para a diferença das médias da variável CoerASim/CoerDSim entre tratamentos

A tabela 2.5 mostra que os participantes do grupo C – interface com “balanced scorecard” e revisão do mapa estratégico – mostram em média a melhor Semelhança do Modelo Mental (média=0,443; desvio padrão=0,126) e a melhor Performance (média =628, desvio padrão =409). Conforme se pode observar nas tabelas 2.6 e 2.7, os valores médios das variáveis SMM e Performance para o tratamento C são significativamente diferentes dos valores médios das mesmas variáveis para os tratamentos A (diferença média SMM=0,189,  $p<0,001$ ; diferença média P=295,  $p<0,023$ ) e B (diferença média SMM =0,144,  $p<0,001$ ; diferença média P=313,  $p<0,023$ ).

Em média, os participantes do grupo B – interface “balanced scorecard” – mostram uma melhor SMM (média=0,295; desvio padrão=0,077) do que os participantes do grupo A - interface “scorecard” financeira - (média=0,250, desvio padrão=0,080). De acordo com as tabelas 2.6 e 2.7, esta diferença apresenta alguma significância estatística (diferença média SMM =0,045;  $p<0,05$ ). No que respeita aos resultados da Performance, os participantes do grupo A (média P=329, desvio padrão =450) e os participantes do grupo B (media P =310, desvio padrão =687) apresentaram valores médios semelhantes para esta variável (diferença média P=18,  $p=0,925$ ).

Os valores mais baixos para as variáveis SMM e Performance (Min SMM=0,09; Min Performance=-1148) ocorrem no grupo de participantes do tratamento B (“balanced scorecard”). Uma explicação possível é que estes participantes, por acederem a uma maior quantidade de informação do que os participantes do grupo A (“scorecard” financeiro), tiveram mais dificuldades em compreender a estrutura e comportamento dos indicadores. Estas dificuldades associadas aos maus resultados inicialmente percebidos, podem ter conduzido os participantes a um estado de desespero, provocando a desistência antecipada.

A variável SMMI (Semelhança do Modelo Mental Inicial) para o tratamento C, representa a compreensão dos participantes acerca do sistema empresarial simulado após a leitura do texto do caso. Na tabela 2.6 podemos observar que no grupo C, o valor médio da SMM é claramente superior ao valor médio da SMMI (diferença médias =0,190;  $p<0,001$ ), o que significa que os modelos mentais dos participantes foram aperfeiçoados por via da simulação. Comparando o valor médio da SMMI do tratamento C com os valores médios da SMM dos restantes tratamentos, verificamos uma diferença inexpressiva relativamente ao

grupo A (diferença médias = -0,002;  $p=0,950$ ) e uma ligeira diferença, não estatisticamente significativa, em relação ao grupo B (diferença médias =0,043;  $p=0,093$ ). Estes resultados sugerem que, em termos médios, os modelos mentais dos participantes dos tratamentos A e B não melhoraram como consequência da simulação.

### 2.7.3 Correlações (Pearson)

A matriz de correlações (Pearson) apresentada na tabela 2.11 mostra coeficientes de correlação expressivos entre a variável SMM e as variáveis NSC ( $\text{corr} = 0,448$ ;  $p<0,001$ ) e NME ( $\text{corr} = 0,641$ ;  $p<0,001$ ). Contudo, dado que as variáveis NSC e NME estão correlacionadas (se  $\text{NME}=1$  então  $\text{NSC}=1$ ), para podermos concluir sobre uma eventual influência destas variáveis sobre a SMM, teremos de efectuar análises multivariadas.

#### Performance

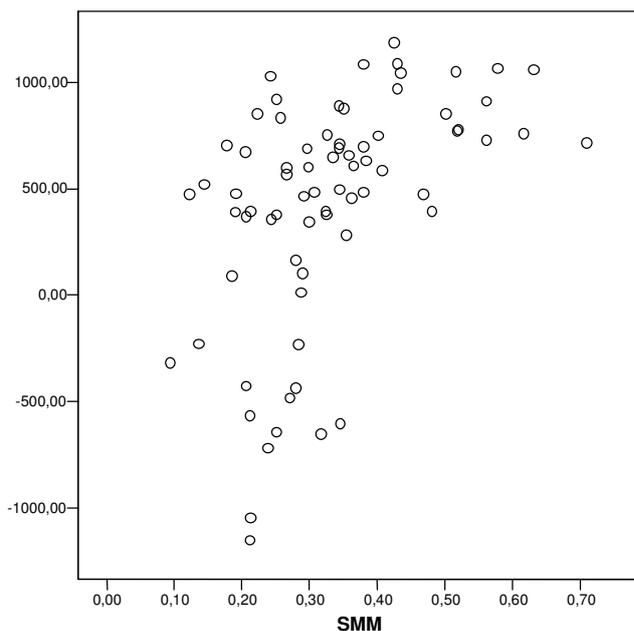


Figura 2.30 – Gráfico com as ocorrências para as variáveis SMM e Performance

O coeficiente de correlação expressivo entre as variáveis SMM e Performance ( $\text{corr} = 0,494$ ;  $p<0,001$ ), sugere fortemente a existência de uma influência positiva e significativa da primeira sobre a segunda variável, ou seja, a condição do participante possuir uma estrutura do modelo mental mais semelhante à estrutura do simulador é fortemente indutora de uma melhor

performance. Esta relação pode ser mesmo sugerida visualmente no gráfico apresentado na figura 2.30.

A análise do gráfico da figura 2.30 parece sugerir a existência de “não linearidade” na relação entre a semelhança do modelo mental e a performance. Caso se confirme esta situação, a aplicação da regressão linear poderá requerer a transformação das variáveis, para linearizar a relação entre as variáveis.

A variável SMM parece estar correlacionada ligeiramente com a variável CoerDSim (coerência da resposta ao questionário para captação da estrutura do modelo mental) (corr = 0,261; p=0.073). Isto sugere a ocorrência de alguma influência na SMM, do grau de atenção que os participantes dedicaram na tarefa de captação do Modelo Mental. No entanto esta correlação não é estatisticamente significativa (p>0,05).

A Performance está correlacionada com a variável NME (corr = 0,272; p=0.020) o que sugere um efeito positivo na utilização do mapa estratégico no desempenho dos participantes. A variável NSC não está significativamente correlacionada com a Performance (corr = 0,126; p=0.290). No entanto, como referido anteriormente, dado que as variáveis NSC e NSM estão correlacionadas, para podermos concluir sobre uma eventual influência destas variáveis sobre a Performance, teremos de efectuar análises multivariadas.

A Performance apresenta também uma ligeira correlação com as variáveis CoerDSim (corr = 0,261; p=0.073) e ExpProf (corr = 0,215; p=0.068). Esta última correlação sugere que os profissionais da Galp Energia tiveram melhor desempenho que os estudantes do ISCTE. Mas estas correlações não são estatisticamente significante (p>0,05).

Inesperadamente, a variável Tempo (da experiência) não está correlacionada com a SMM (corr = 0,051; p=0.681) nem com a Performance (corr = -0,012; p=0.925). Esta variável está ligeiramente correlacionada com o NSC (corr = 0,237; p=0.054), sugerindo que a utilização do balanced scorecard consome mais tempo que a gestão através do scorecard financeiro.

A variável tempo está correlacionada com a Idade (corr = 0,345; p=0.004), o que sugere que participantes com mais idade dedicaram mais tempo á tarefa. Por sua vez, a variável Idade não está significativamente correlacionada com a SMM (corr = 0,057; p=0.634) nem com a

Performance (corr = 0,008; p=0.947), o que parece indicar uma influência reduzida desta variável nas variáveis dependentes SMM e Performance. Naturalmente, a Idade está algo correlacionada com as variáveis ExpSim (corr = 0,387; p=0.001) e ExpProf (corr = 0,605; p<0.001), estando estas duas últimas variáveis igualmente correlacionadas (corr = 0,455; p<0.001).

A tabela 2.11 mostra os coeficientes de correlação (Pearson) entre a variável SMMI (Semelhança do Modelo Mental Inicial) e a variável SMM (corr = 0,246; p=0.236) e a Performance (corr = -0,033; p=0.876) no tratamento C. De acordo com estes resultados, a Semelhança do Modelo Mental Inicial parece não ter um efeito significativo na Semelhança do Modelo Mental ou na Performance. Isto é, uma melhor compreensão inicial do negócio simulado não parece ser um factor indutor de uma melhor compreensão final do simulador nem de uma melhor performance.

		NSC	NME	Tempo	SMM	Performance	Idade	ExpSim	CoerDSim	CoerASim	SMMI	ExpProf
NSC	Pearson	1	.505(**)	.237	.448(**)	.126	-.012	.127	-.123	.(a)	.(a)	-.119
	Sig. (2-tailed)	.	.000	.054	.000	.290	.919	.283	.406	.	.	.317
	N	73	73	67	73	73	73	73	48	25	25	73
NME	Pearson	.505(**)	1	-.024	.641(**)	.272(*)	.029	.194	.(a)	.(a)	.(a)	-.015
	Sig. (2-tailed)	.000	.	.845	.000	.020	.809	.100	.	.	.	.899
	N	73	73	67	73	73	73	73	48	25	25	73
Tempo	Pearson	.237	-.024	1	.051	-.012	.345(**)	.067	-.067	-.062	.078	.197
	Sig. (2-tailed)	.054	.845	.	.681	.925	.004	.588	.652	.800	.749	.111
	N	67	67	67	67	67	67	67	48	19	19	67
SMM	Pearson	.448(**)	.641(**)	.051	1	.494(**)	.057	.074	.261	.248	.246	.060
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.681	.	.000	.634	.536	.073	.233	.236	.612
	N	73	73	67	73	73	73	73	48	25	25	73
Performance	Pearson	.126	.272(*)	-.012	.494(**)	1	.008	.189	.261	.186	-.033	.215
	Sig. (2-tailed)	.290	.020	.925	.000	.	.947	.109	.073	.374	.876	.068
	N	73	73	67	73	73	73	73	48	25	25	73
Idade	Pearson	-.012	.029	.345(**)	.057	.008	1	.387(**)	-.009	-.199	-.118	.605(**)
	Sig. (2-tailed)	.919	.809	.004	.634	.947	.	.001	.949	.340	.574	.000
	N	73	73	67	73	73	73	73	48	25	25	73
ExpSim	Pearson	.127	.194	.067	.074	.189	.387(**)	1	.010	-.252	-.203	.455(**)
	Sig. (2-tailed)	.283	.100	.588	.536	.109	.001	.	.948	.224	.330	.000
	N	73	73	67	73	73	73	73	48	25	25	73
CoerDSim	Pearson	-.123	.(a)	-.067	.261	.261	-.009	.010	1	.(a)	.(a)	-.061
	Sig. (2-tailed)	.406	.	.652	.073	.073	.949	.948	.	.	.	.679
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	0	0	48
CoerASim	Pearson	.(a)	.(a)	-.062	.248	.186	-.199	-.252	.(a)	1	.028	-.077
	Sig. (2-tailed)	.	.	.800	.233	.374	.340	.224	.	.	.894	.716
	N	25	25	19	25	25	25	25	0	25	25	25
SMMI	Pearson	.(a)	.(a)	.078	.246	-.033	-.118	-.203	.(a)	.028	1	-.106
	Sig. (2-tailed)	.	.	.749	.236	.876	.574	.330	.	.894	.	.615
	N	25	25	19	25	25	25	25	0	25	25	25
ExpProf	Pearson	-.119	-.015	.197	.060	.215	.605(**)	.455(**)	-.061	-.077	-.106	1
	Sig. (2-tailed)	.317	.899	.111	.612	.068	.000	.000	.679	.716	.615	.
	N	73	73	67	73	73	73	73	48	25	25	73

\*\* ) Correlação com nível de significância < 0,01 (2-tailed). (\*) Correlação com nível de significância < 0,05 (2-tailed).

a) Não pode ser calculado porque, pelo menos, uma das variáveis é constante.

Tabela 2.11 – Matriz de correlações (Pearson)

#### **2.7.4 Regressão Linear Múltipla – Testes dos Pressupostos**

A análise de regressão múltipla (método de estimação de mínimos quadrados ordinários) é adequada para estudos empíricos confirmatórios e exploratórios como o presente, em que se pretende confirmar e/ou identificar eventuais relações de dependência entre uma variável dependente e um conjunto de variáveis independentes supostamente explicativas da primeira (Hair et al, 1998), especialmente quando as amostras da pesquisa não têm uma grande dimensão (Gefen, Straub e Boudreau, 2000).

Os resultados das regressões são apresentados na forma de coeficientes beta normalizados, para que os efeitos relativos de cada variável independente sobre as variáveis dependentes possam ser comparados.

Para que, com a necessária confiança, se possa avaliar a significância estatística dos modelos resultantes das regressões, torna-se necessário primeiramente testar o cumprimento integral dos pressupostos da regressão linear múltipla, e corrigir eventuais situações de violação dos referidos pressupostos. “If substantial violations are found, the researcher must take corrective actions and then reestimate the regression model”. (Hair et al, 1998, p181).

O teste dos pressupostos é desenvolvido sobre as regressões correspondentes às hipóteses a testar deste estudo. Ou seja, é desenvolvida uma análise confirmatória do modelo de hipóteses e simultaneamente efectua-se o teste dos pressupostos, promovendo as correcções eventualmente necessárias. Não obstante este teste inicial, todas as regressões serão submetidas aos mesmos testes.

Os testes a aplicar sobre os pressupostos da regressão linear envolvem: o teste de linearidade entre as variáveis independentes e dependentes, mediante inspecção visual do gráfico dos resíduos das regressões; o teste de normalidade do resíduo, mediante o teste de Kolmogorov-Smirnov (fornecido pela aplicação SPSS) e o teste Jarque-Bera (através da aplicação Eviews); o teste de homoscedasticidade dos resíduos, mediante a aplicação do teste de White (Eviews); o teste de independência dos resíduos, mediante o teste Durbin-Watson (SPSS) para a auto correlação de primeira ordem, e teste de Breusch-Godfrey (Eviews) para a auto correlação de

segunda ordem; teste de multicolinearidade das variáveis independentes, através dos diagnósticos proporcionados pelo SPSS, nomeadamente o Factor de Inflação de Variância.

#### 2.7.4.1 Testes sobre a Regressão de SMM

Na sequência da aplicação da regressão linear múltipla à Semelhança do Modelo Mental sobre as variáveis independentes do modelo de hipóteses, Nível de Scorecard e Nível de Mapa Estratégico, efectua-se os testes dos pressupostos da RLM, conforme resulta dos seguintes pontos:

##### Teste de Normalidade dos Resíduos

De acordo com os quadros apresentados na figura 2.31 (extraídos do SPSS e Eviews), podemos verificar que o teste de Kolmogorov-Smirnov proporciona uma probabilidade de 0,939 ( $>0,05$ ); do teste de Jarque Bera resulta uma probabilidade de 0,858 ( $>0,05$ ); pelo que se admite a hipótese de normalidade dos resíduos.

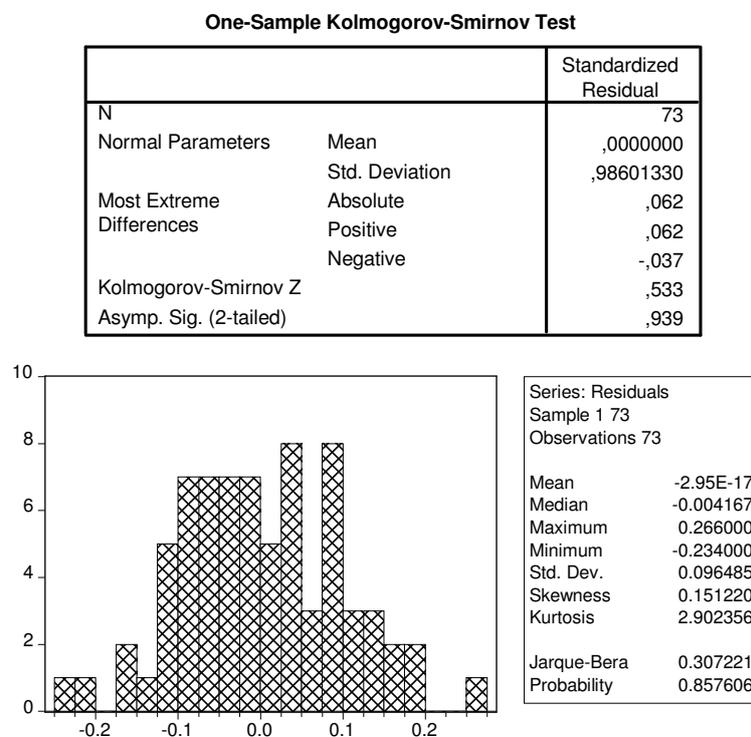


Figura 2.31 – Testes de Normalidade dos resíduos da regressão da SMM

### Teste de Homoscedasticidade dos Resíduos

Da aplicação do teste de White (Eviews 3.1), obtemos uma probabilidade de 0,0102 (<0,05), o que sugere a rejeição da hipótese de homoscedasticidade dos resíduos. De acordo com Curto (1995) e Hair et al (1998), a transformação dos dados é uma forma de corrigir a violação do pressuposto da homoscedasticidade dos resíduos. Hair et al (1998, p77) sugere a transformação da variável dependente através da raiz quadrada. Em conformidade, procede-se à transformação da variável SMM na sua raiz quadrada (SMMCorr), conforme equação (2.4).

$$SMMCorr = \sqrt{SMM} \quad (2.4)$$

#### **2.7.4.2 Testes sobre a Regressão de SMMCorr**

Uma nova regressão linear é então aplicada à variável Semelhança do Modelo Mental corrigida (SMMCorr) sobre as variáveis independentes do modelo de hipóteses, NSC e NME. Esta regressão satisfaz os pressupostos da RLM, conforme resulta dos seguintes pontos:

### Teste de Linearidade

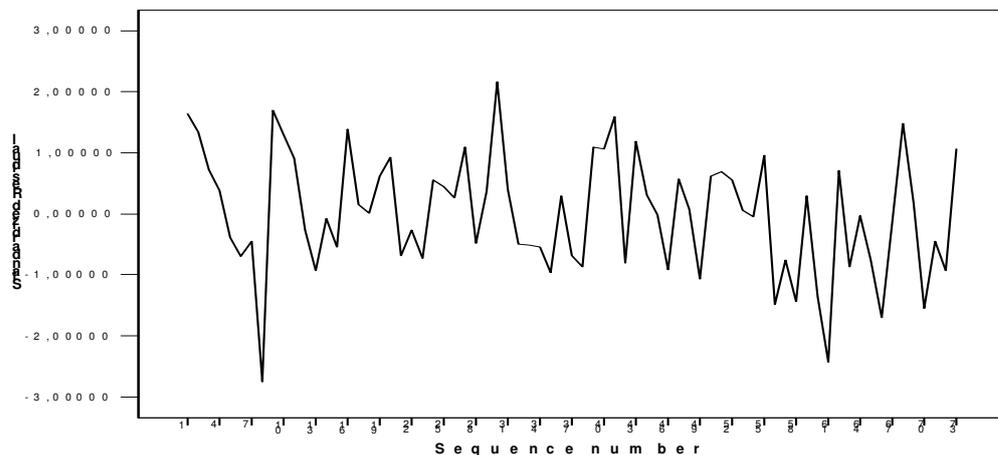


Figura 2.32 – Gráfico dos resíduos da regressão da SMMCorr

A inspeção visual do gráfico do resíduo (figura 2.32), sugere que os respectivos pontos se distribuem aleatoriamente em torno da linha horizontal que corresponde ao resíduo zero, pelo que se admite a hipótese de linearidade entre as variáveis independentes e dependentes (Curto, 2005, p4).

### Teste de Normalidade dos Resíduos

De acordo com os quadros apresentados na figura 2.33 (extraídos do SPSS e Eviews), podemos verificar que o teste de Kolmogorov-Smirnov proporciona uma probabilidade de 0,969 ( $>0,05$ ); do teste de Jarque Bera, resulta uma probabilidade de 0,645 ( $>0,05$ ); pelo que se admite a hipótese de normalidade dos resíduos.

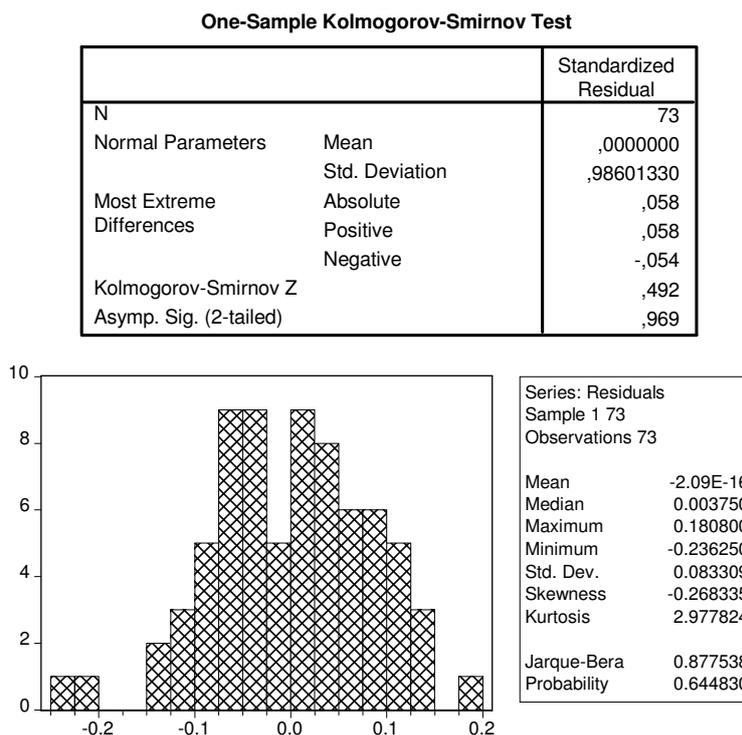


Figura 2.33 – Testes de Normalidade dos resíduos da regressão da SMMCorr

### Teste de Homoscedasticidade dos Resíduos

A aplicação do teste de White (Eviews 3.1), obtemos uma probabilidade de 0,474 ( $>0,05$ ), pelo que se admite a hipótese de homoscedasticidade dos resíduos. Este resultado sugere que a transformação de dados aplicada veio corrigir a violação neste pressuposto. Em conformidade, todas as análises de regressão serão efectuadas com base na variável SMM corrigida.

### Teste de Independência dos Resíduos

A estatística de Durbin-Watson (quadro seguinte) apresenta o valor de 1,718, pelo que se encontra na zona de independência ou ausência de auto correlação de primeira ordem ( $dl=1,55$ ;  $du=1,67$ ;  $du < DW < 4-du$ ) (Pindyck e Rubinfeld, 1985). Mediante aplicação do teste

para auto correlação de resíduo 2ª ordem, Breusch-Godfrey, obtemos uma probabilidade de 0,887 (>0,05). Consequentemente, podemos admitir a hipótese de Independência dos Resíduos.

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,647	,419	,402	,08471	1,718

### Teste de Multicolinearidade entre Variáveis Independentes

No quadro “Colinearity Statistics” seguinte extraído do SPSS, os valores de VIF são próximos de 1, pelo que as variáveis independentes são aproximadamente ortogonais entre si, pelo que podemos admitir a hipótese de não existência de multicolinearidade entre as variáveis independentes (Curto, 2005, p21).

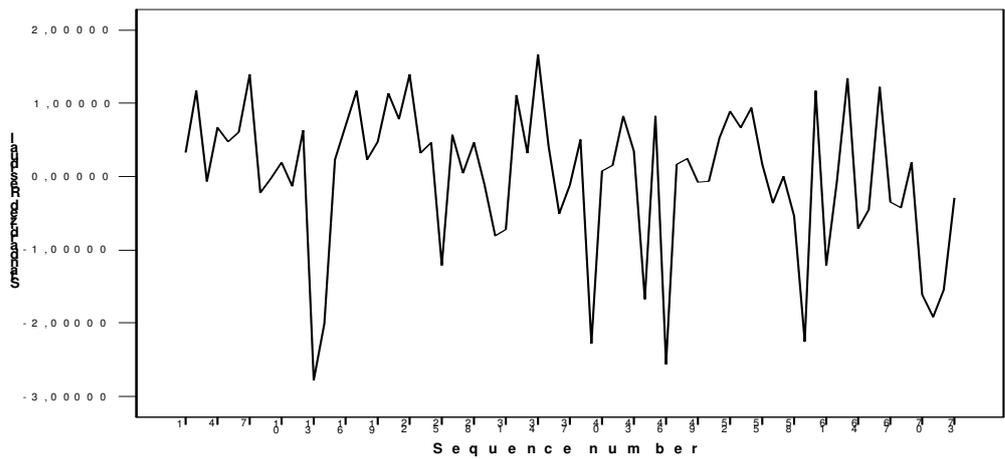
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics		
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF	
1	(Constant)	,576	,012		47,61	,000						
	NSC	,022	,012	,191	1,806	,075	,458	,211	,165		,745	1,342
	NME	,061	,012	,529	5,014	,000	,626	,514	,457		,745	1,342

### **2.7.4.3 Testes sobre a Regressão da Performance**

A análise do cumprimento dos pressupostos da RLM, na sequência da regressão da Performance sobre a variável SMMCorr, resulta nos seguintes pontos:

#### Teste de Linearidade

A inspeção visual do gráfico do resíduo (primeiro gráfico da figura 2.34), não proporciona muita confiança para admitir a hipótese de que os respectivos pontos se distribuem aleatoriamente em torno da linha de zero, pelo que poderá existir “não linearidades” na relação entre as variáveis independentes e dependentes (Curto, 2005, p4). Da observação do segundo gráfico da figura 2.34 com as ocorrências para as variáveis SMMCorr e Performance, podemos perceber a existência de “não linearidade” na relação entre aquelas variáveis.



**Performance**

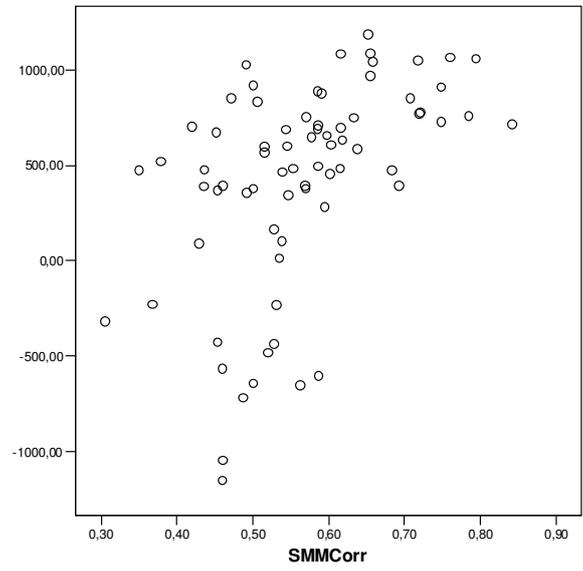


Figura 2.34 – (1) Resíduos da regressão da Performance; (2) gráfico SMMcorr-Performance

Teste de Normalidade dos Resíduos

De acordo com os quadros apresentados na figura 2.35 (extraídos do SPSS e Eviews), podemos verificar que o teste de Kolmogorov-Smirnov proporciona uma probabilidade de 0,088 (>0,05). Apesar da regressão passar neste teste, o respectivo resultado não oferece muita confiança para admitir a hipótese de normalidade dos resíduos. Esta situação é confirmada pelo resultado do teste de Jarque Bera que indica um probabilidade de 0,0021 (<0,05); pelo que não vamos admitir a hipótese de normalidade dos resíduos.

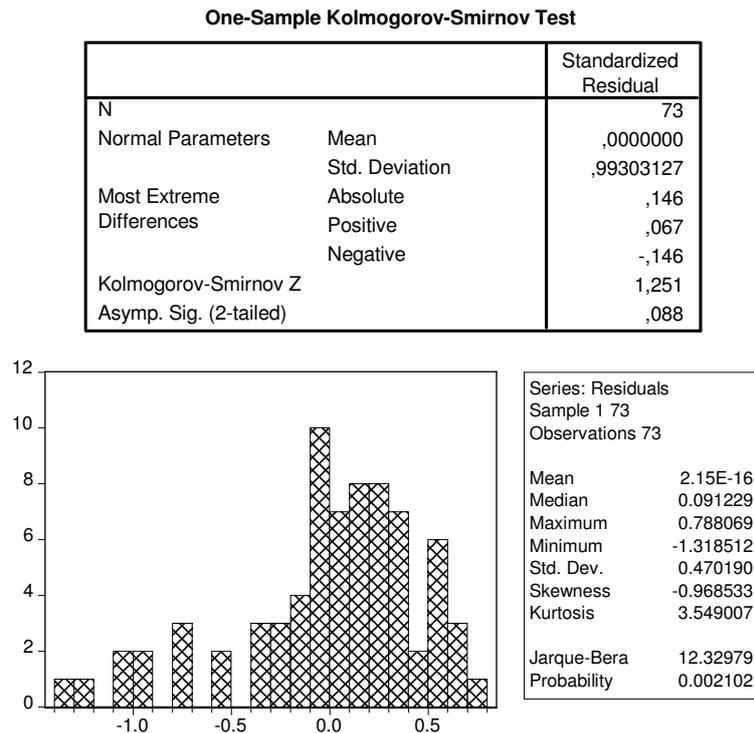


Figura 2.35 – Testes de Normalidade dos resíduos da regressão da Performance

#### Teste de Homoscedasticidade dos Resíduos

A aplicação do teste de White (Eviews 3.1), obtemos uma probabilidade de 0,0035 (<0,05), pelo que não se admite a hipótese de homoscedasticidade dos resíduos.

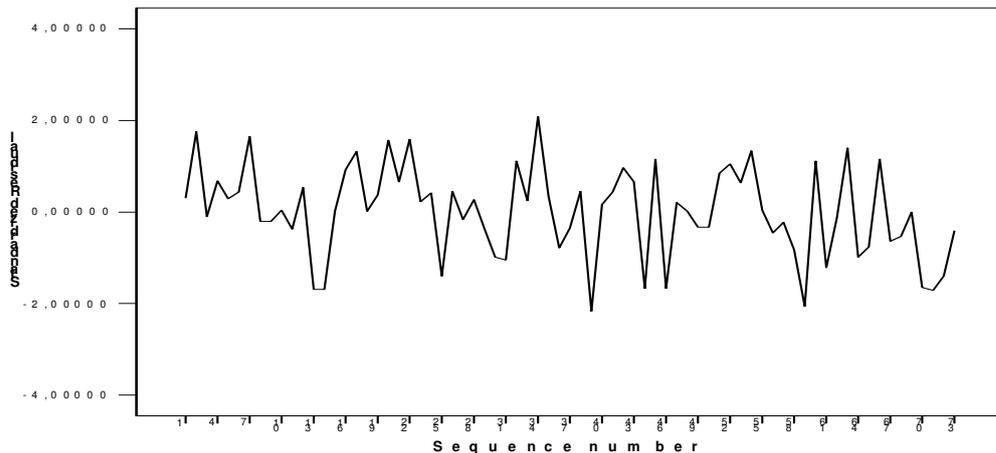
Os resultados indicam a violação dos pressupostos de linearidade, normalidade e homoscedasticidade da RLM. De acordo com Curto (2005) e Hair et al (1998), a transformação dos dados é uma forma de corrigir a violação destes pressupostos. Relativamente à violação do pressuposto da normalidade, Curto (2005, p15) e Hair et al (1998, p77-8), sugerem a transformação quadrática da variável dependente. De acordo com Hair et al (1998, p 77-8), a transformação quadrática também é adequada para a resolução do efeito de não linearidade encontrado entre as variáveis dependentes e independentes. Em conformidade vamos proceder à transformação da variável Performance, criando a PerfCorr que corresponde ao quadrado da diferença entre a Performance e valor mínimo verificado nesta variável, conforme equação (2.5).

$$PerfCorr = (Performance - Min(Performance))^2 \times 10^{-6} \quad (2.5)$$

#### 2.7.4.4 Testes sobre a Regressão de PerfCorr

Uma nova regressão linear é então aplicada à variável Performance corrigida (PerfCorr) sobre a variável SMMCorr. Esta regressão satisfaz os pressupostos da RLM, conforme resulta dos seguintes pontos:

##### Teste de Linearidade



##### **PerfCorr**

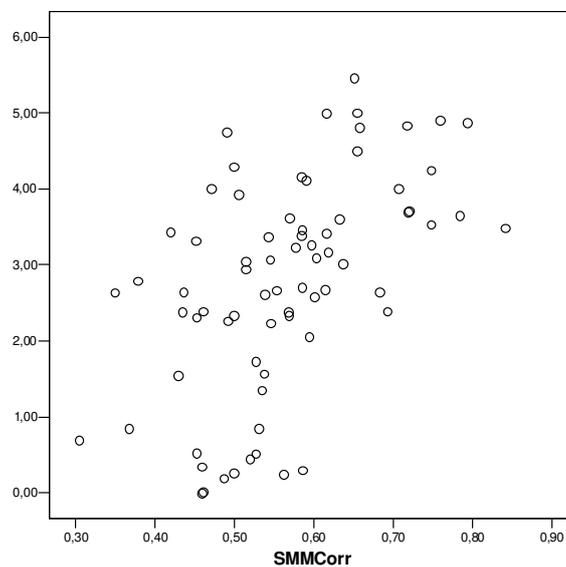


Figura 2.36 – (1) Resíduos da regressão da PerfCorr e (2) gráfico SMMcorr-Performance

A inspeção visual do gráfico do resíduo (primeiro gráfico da figura 2.36), sugere que os respectivos pontos se distribuem aleatoriamente em torno da linha horizontal que corresponde ao resíduo zero, pelo que se admite a hipótese de linearidade entre as variáveis independentes e dependentes (Curto, 2005, p4). Adicionalmente, a observação do segundo gráfico da figura

2.36 com as ocorrências para as variáveis SMMCorr e PerfCorr, não sugere a existência de “não linearidade” na relação entre aquelas variáveis. Estes resultados sugerem que a transformação de dados aplicada veio corrigir a violação neste pressuposto.

### Teste de Normalidade dos Resíduos

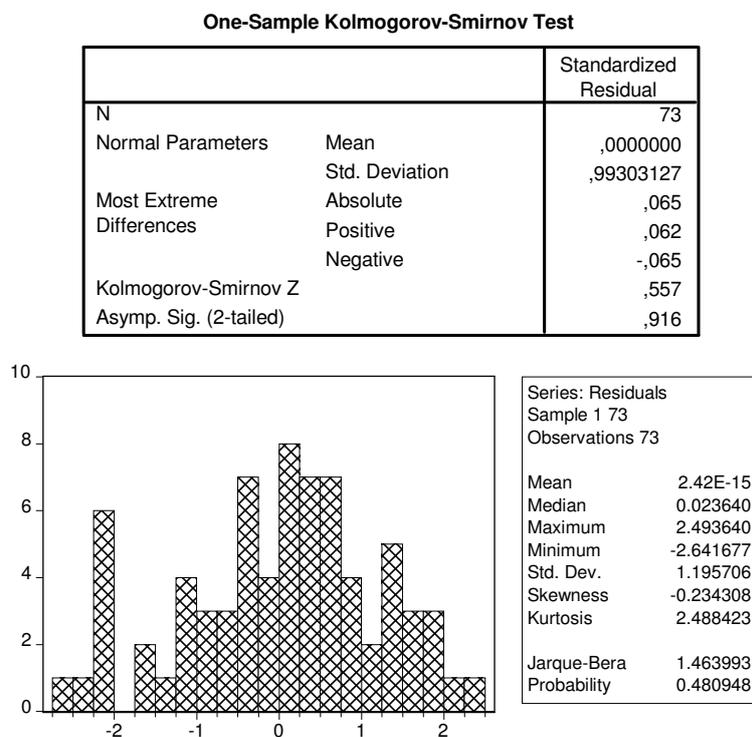


Figura 2.37 – Testes de normalidade dos resíduos da regressão da PerfCorr

De acordo com os quadros apresentados na figura 2.37 (extraídos do SPSS e Eviews), podemos verificar que o teste de Kolmogorov-Smirnov proporciona uma probabilidade de 0,916 ( $>0,05$ ); do teste de Jarque Bera, resulta uma probabilidade de 0,481 ( $>0,05$ ); pelo que agora já podemos admitir a hipótese de normalidade dos resíduos.

Este resultado sugere identicamente que a transformação de dados aplicada veio também corrigir a violação neste pressuposto.

### Teste de Homoscedasticidade dos Resíduos

A aplicação do teste de White (Eviews 3.1), obtemos uma probabilidade de 0,128 ( $>0,05$ ), pelo que se admite a hipótese de homoscedasticidade dos resíduos.

Este resultado também sugere que a transformação de dados corrigiu a violação neste pressuposto.

### Teste de Independência dos Resíduos

A estatística de Durbin-Watson (quadro seguinte) apresenta o valor de 1,821, pelo que se encontra na zona de independência ou ausência de auto correlação de primeira ordem ( $dl=1,58$ ;  $du=1,64$ ;  $du < DW < 4-du$ ).

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,538	,290	,280	1,20311	1,821

Mediante aplicação do teste Breusch-Godfrey para auto correlação de resíduo 2ª ordem, obtemos uma probabilidade de 0,638 ( $>0,05$ ). Consequentemente, podemos admitir a hipótese de Independência dos Resíduos.

Uma vez que se admitem as hipóteses subjacentes aos pressupostos da regressão linear múltipla, e que os modelos são estimados a partir de uma amostra de dimensão satisfatória, podemos analisar os modelos resultantes das regressões com a necessária confiança, nomeadamente para efeitos de inferência estatística. Os dados finais da experiência a considerar nas restantes análises estão apresentados na tabela 2.12.

Número Participante	Tratamento A/B/C	NSC	NME	Idade	ExpSim	ExpProf	Tempo	SMMI	SMM	SMMCorr	Performance	PerfCorr
11	A	-1	-1	28	1	1	1,42		0,400	0,632	751	3,606
12	B	1	-1	29	0	1	2,67		0,424	0,651	1.189	5,462
14	C	1	1	28	1	1	2,00	0,442	0,519	0,720	778	3,709
17	B	1	-1	28	0	1	2,57		0,325	0,570	754	3,618
18	A	-1	-1	29	0	1	1,08		0,212	0,460	397	2,387
20	A	-1	-1	27	0	1	2,33		0,189	0,435	393	2,375
21	B	1	-1	25	1	1	0,50		0,250	0,500	923	4,289
23	B	1	-1	30	1	1	2,25		0,093	0,305	-317	0,691
24	A	-1	-1	35	0	1	1,17		0,406	0,637	587	3,010
25	A	-1	-1	29	0	1	0,92		0,364	0,603	609	3,087
27	B	1	-1	33	0	1	4,33		0,378	0,615	486	2,670
28	B	1	-1	29	1	1	1,85		0,265	0,515	598	3,049
29	B	1	-1	30	0	1	2,17		0,211	0,459	-1.148	0,000
30	A	-1	-1	33	0	1	1,47		0,237	0,487	-715	0,187
31	B	1	-1	41	0	1	1,58		0,242	0,492	357	2,265
32	B	1	-1	40	1	1	1,33		0,429	0,655	972	4,494
33	A	-1	-1	33	1	1	4,17		0,256	0,506	834	3,928
34	B	1	-1	37	1	1	0,77		0,290	0,539	467	2,608
35	A	-1	-1	34	0	1	0,92		0,297	0,545	603	3,066
39	B	1	-1	39	1	1	4,25		0,379	0,616	1.086	4,991
40	A	-1	-1	26	0	1	1,58		0,190	0,436	478	2,644
44	A	-1	-1	28	1	1	1,83		0,222	0,471	854	4,008
45	C	1	1	31	1	1	2,08	0,286	0,357	0,597	659	3,265
46	B	1	-1	38	1	1	1,42		0,342	0,585	691	3,382
48	A	-1	-1	54	1	1	1,33		0,282	0,531	-228	0,846

Tabela 2.12 – Dados finais da experiência a considerar nas análises de regressão linear múltipla e modelações com equações estruturais

Número Participante	Tratamento A/B/C	NSC	NME	Idade	ExpSim	ExpProf	Tempo	SMMI	SMM	SMMCorr	Performance	PerfCorr
51	A	-1	-1	32	0	1	1,15		0,265	0,515	568	2,945
52	A	-1	-1	29	1	1	1,42		0,343	0,586	497	2,706
57	A	-1	-1	48	1	1	2,25		0,205	0,453	372	2,310
58	B	1	-1	39	1	1	1,83		0,324	0,569	379	2,332
60	C	1	1	44	1	1	1,83	0,257	0,708	0,841	719	3,486
63	C	1	1	40	1	1	2,75	0,206	0,480	0,693	397	2,387
64	A	-1	-1	39	1	1	2,17		0,204	0,452	673	3,316
65	C	1	1	37	1	1	1,75	0,238	0,379	0,616	700	3,415
66	B	1	-1	40	1	1	1,33		0,241	0,491	1.030	4,744
67	C	1	1	30	0	1	1,83	0,389	0,333	0,577	650	3,233
69	C	1	1	41	0	1	2,00	0,429	0,467	0,683	477	2,641
70	C	1	1	40	1	1	2,83	0,237	0,361	0,601	457	2,576
71	C	1	1	46	1	1	1,50	0,211	0,343	0,586	712	3,460
73	A	-1	-1	29	0	1	1,83		0,344	0,587	-602	0,298
74	C	1	1	39	1	1	2,13	0,393	0,560	0,748	912	4,244
76	C	1	1	31	0	1	1,83	0,238	0,630	0,794	1.060	4,875
78	C	1	1	26	0	1	1,97	0,167	0,349	0,591	880	4,113
79	C	1	1	29	1	1	1,97	0,194	0,577	0,760	1.067	4,906
80	A	-1	-1	44	0	1	1,75		0,270	0,520	-481	0,445
81	C	1	1	32	1	1	1,17	0,128	0,433	0,658	1.044	4,805
83	B	1	-1	51	1	1	5,50		0,212	0,460	-1.043	0,011
86	C	1	1	52	1	1	2,75	0,200	0,500	0,707	852	4,000
87	A	-1	-1	33	1	1	2,05		0,250	0,500	380	2,335
88	C	1	1	51	1	1	1,97	0,226	0,323	0,568	394	2,378
89	A	-1	-1	52	0	1	2,25		0,298	0,546	346	2,232

Tabela 2.12 (cont.) – Dados finais da experiência a considerar nas análises de regressão linear múltipla e modelações com equações estruturais

Número Participante	Tratamento A/B/C	NSC	NME	Idade	ExpSim	ExpProf	Tempo	SMMI	SMM	SMMCorr	Performance	PerfCorr
90	C	1	1	41	0	1	1,97	0,167	0,515	0,718	1.050	4,831
93	B	1	-1	41	0	1	2,17		0,342	0,585	891	4,158
94	B	1	-1	48	0	1	5,50		0,295	0,543	689	3,375
95	C	1	1	39	1	1	1,97	0,179	0,429	0,655	1.089	5,004
96	B	1	-1	41	0	1	3,92		0,382	0,618	633	3,172
98	A	-1	-1	43	1	1	1,03		0,135	0,367	-227	0,848
99	A	-1	-1	47	0	1	1,25		0,184	0,429	94	1,543
100	C	1	1	28	1	1	1,67	0,158	0,289	0,538	104	1,568
102	B	1	-1	23	0	0	1,50		0,316	0,562	-649	0,249
104	A	-1	-1	22	0	0	1,25		0,143	0,378	523	2,792
105	C	1	1	38	1	1	1,97	0,222	0,205	0,453	-425	0,523
106	C	1	1	22	0	0	1,73	0,267	0,517	0,719	774	3,694
107	A	-1	-1	22	0	0	0,97		0,176	0,420	704	3,430
108	B	1	-1	22	0	0	1,75		0,286	0,535	14	1,350
109	C	1	1	22	0	0	1,83	0,143	0,353	0,594	285	2,053
110	A	-1	-1	22	0	0	2,08		0,122	0,349	476	2,637
111	B	1	-1	28	0	0	1,75		0,278	0,527	166	1,727
112	C	1	1	23	0	0	1,92	0,361	0,615	0,784	761	3,644
114	B	1	-1	25	0	0	1,92		0,306	0,553	485	2,667
115	C	1	1	25	0	0	2,08	0,293	0,278	0,527	-432	0,513
117	B	1	-1	22	0	0	1,03		0,250	0,500	-641	0,257
120	B	1	-1	23	0	0	1,50		0,211	0,459	-563	0,342
130	C	1	1	22	0	0	0,92	0,293	0,560	0,748	731	3,531

Tabela 2.12 (cont.) – Dados finais da experiência a considerar nas análises de regressão linear múltipla e modelações com equações estruturais

## 2.7.5 Regressão Linear Múltipla - Análise Confirmatória

As tabelas 2.13 e 2.14 (elementos extraídos da aplicação SPSS) apresentam os resultados da aplicação de regressão linear múltipla nas variáveis SMMCorr e PerfCorr sobre as variáveis independentes, com vista a testar as relações estabelecidas no modelo de hipóteses do presente estudo.

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,647	,419	,402	,08471	1,718

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,362	2	,181	25,207	,000
	Residual	,502	70	,007		
	Total	,864	72			

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics		
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF	
1	(Constant)	,576	,012		47,61	,000						
	NSC	,022	,012	,191	1,806	,075	,458	,211	,165	,745	1,342	
	NME	,061	,012	,529	5,014	,000	,626	,514	,457	,745	1,342	

Tabela 2.13 – Resultados da Regressão de SMMCorr de acordo com o modelo de hipóteses

O modelo resultante da regressão da SMMCorr revela-se estatisticamente significativo e mostra um grau de explicação razoável da variável dependente ( $R^2 = 0,419$ ,  $p < 0,001$ ).

Relativamente ao efeito de cada um das variáveis independentes, observa-se um efeito estatisticamente pouco significativo da variável Nível de Scorecard ( $\beta = 0,191$ ,  $p = 0,075$ ) e um muito significativo da variável Nível de Mapa Estratégico ( $\beta = 0,529$ ,  $p < 0,001$ ).

O modelo resultante da regressão da variável PerfCorr ( $R^2 = 0,290$ ,  $p < 0,001$ ) é estatisticamente significativo, apresentando um menor grau de explicação da variável dependente. Os resultados mostram um efeito estatisticamente muito significativo da variável SMMCorr ( $\beta = 0,538$ ,  $p < 0,001$ ).

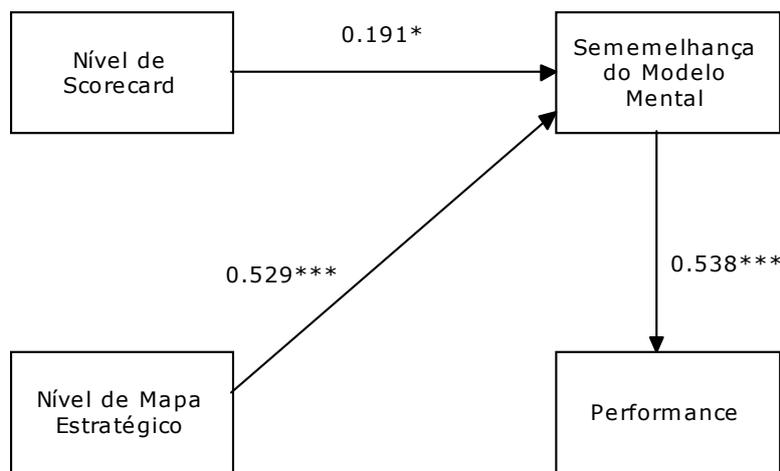
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,538	,290	,280	1,20311	1,821

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	41,940	1	41,940	28,975	,000
	Residual	102,771	71	1,447		
	Total	144,711	72			

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics		
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF	
1	(Constant)	-1,171	,744		-1,573	,120						
	SMMCrr	6,967	1,294	,538	5,383	,000	,538	,538	,538	1,000	1,000	

Tabela 2.14 – Resultados da Regressão de PerfCorr de acordo com o modelo de hipóteses

A análise confirmatória das hipóteses do presente estudo, através da análise de regressão linear múltipla, resulta no modelo de relacionamento (considerando as transformações efectuadas nas variáveis) apresentado na figura 2.38.



\*p<0,1; \*\*\*p<0,001

Figura 2.38 – Modelo de regressão de acordo com o modelo de hipóteses

Estes resultados confirmam as hipóteses H2 – o Nível de Mapa Estratégico influencia positivamente a Semelhança dos Modelos Mentais – e H3 - a Semelhança dos Modelos Mentais influencia positivamente a Performance. A hipótese H1 – o Nível de Scorecard influencia positivamente a Semelhança dos Modelos Mentais – não é totalmente suportada, dado que a respectiva relação apresenta um nível reduzido de significância estatística (p<0,1).

### 2.7.5.1 Teste de Mediação

Os resultados anteriores sugerem fortemente o efeito mediador da variável Semelhança do Modelo Mental no impacto do Nível de Mapa Estratégico sobre a Performance. Este efeito pode ser confirmado através da análise dos coeficientes de correlação ordem zero (Pearson) e de correlação parcial. O coeficiente de correlação parcial mede a relação linear entre a variável dependente e uma determinada variável explicativa retirando o efeito das demais variáveis explicativas. Quando a diferença entre estes dois coeficientes de correlação tem alguma expressão, significa que uma grande parte da variância da variável dependente que é explicada pela variável em causa, também é explicada por outras variáveis. Adicionalmente, se o coeficiente de correlação parcial é reduzido, então o efeito da variável em causa é mediado por outras variáveis explicativas do modelo.

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations		
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part
1	(Constant)	2,844	,197		14,458	,000			
	NME	,367	,197	,248	1,868	,066	,282	,218	,214
	NSC	,102	,199	,068	,516	,608	,193	,062	,059

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations		
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part
1	(Constant)	-1,672	1,003		-1,667	,100			
	SMMCorr	7,837	1,714	,606	4,572	,000	,538	,482	,462
	NME	-,108	,202	-,073	-,534	,595	,282	-,064	-,054
	NSC	-,071	,179	-,047	-,394	,695	,193	-,047	-,040

Tabela 2.15 – Resultados da Regressão Linear da variável PerfCorr

Como se pode observar no segundo quadro da tabela 2.15, relativamente à variável NME, existe uma diferença expressiva entre os dois coeficientes referidos ( $\text{dif} = 0,346$ ) e o valor do coeficiente parcial é muito reduzido (-0.064). Isto significa que a variância da Performance induzida pelo NME é explicada em grande parte pelas outras variáveis explicativas no modelo, ou seja, pela Semelhança do Modelo Mental (SMMCorr).

De outra forma, podemos observar pela comparação dos quadros da tabela 2.15, que a análise de regressão sem a variável SMMCorr mostra algum impacto da variável NME ( $\beta = 0,248$ ,  $p = 0,066$ ). Quando a variável SMMCorr é adicionada na segunda regressão, a Performance passa a ser significativamente influenciada pela SMMCorr ( $\beta = 0,606$ ,  $p < 0,001$ ) e o impacto do

NME na Performance decresce expressivamente e não é significativa ( $\beta=-0,073$ ,  $p=0,595$ ). Estes resultados proporcionam suporte para o efeito de mediação referido.

Estes resultados proporcionam suporte para a confirmação parcial da hipótese H4 – a Semelhança dos Modelos Mentais tem um efeito mediador no impacto do Nível de Mapa Estratégico na Performance.

Em relação ao Nível de Scorecard, a comparação dos dois quadros da tabela 2.15, parece igualmente sugerir um efeito de mediação de SMMCorr. Contudo, devido ao impacto do NSC na Semelhança do Modelo Mental ser estatisticamente pouco significativo, e não parecer ter qualquer impacto na performance, não é razoável concluir sobre a existência de um efeito mediador da variável Semelhança do Modelo Mental no impacto daquela variável sobre a Performance.

## 2.7.6 Regressão Linear Múltipla - Análises Exploratórias

### 2.7.6.1 Regressão sobre a Totalidade das Variáveis

A tabela 2.16 (elementos extraídos do SPSS) mostra os resultados da regressão linear múltipla da variável Semelhança do Modelo Mental (corrigida) sobre as todas as variáveis independentes. O modelo resultante proporciona a explicação de parte expressiva da variância da SMM, ( $R^2=0,448$ ) com um bom nível de significância estatística ( $p<0,001$ ). Todos os pressupostos da regressão linear múltipla são respeitados.

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,669	,448	,397	,08505	1,812

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,387	6	,064	8,910	,000
	Residual	,477	66	,007		
	Total	,864	72			

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics		
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF	
1	(Constant)	,548	,042		13,165	,000						
	NSC	,026	,013	,227	1,999	,050	,458	,239	,183	,648	1,54	
	NME	,062	,012	,542	4,976	,000	,626	,522	,455	,704	1,42	
	ExpSim	-,033	,024	-,150	-1,394	,168	,069	-,169	-,128	,720	1,39	
	ExpProf	,049	,034	,179	1,450	,152	,080	,176	,133	,552	1,81	
	Tempo	-,001	,012	-,011	-,103	,918	,059	-,013	-,009	,795	1,26	
	Idade	,000	,002	,011	,093	,926	,070	,011	,009	,568	1,76	

Passa nos testes normalidade do resíduo de Kolmogorov-Smirnov:  $0,98 > 0,05$  Jarque-Bera:  $0,771 > 0,05$

Passa no teste de White homoscedasticidade do resíduo:  $0,882 > 0,05$

Passa nos testes de independência de Durbin-Watson:  $1,77 < DW < 2,23$ ; Breusch-Godfrey:  $0,919 > 0,05$

Valores VIF  $< 10$ , pelo que se admite a não existência de multicolinearidade das variáveis independentes.

Tabela 2.16 – Resultados da Regressão Linear da variável SMMCorr sobre todas as variáveis independentes

Este modelo mostra um efeito muito significativo da variável NME ( $\beta=0,542$ ,  $p<0,001$ ), um efeito sugestivo da variável NSC ( $\beta=0,227$ ,  $p=0,05$ ), não se verificando efeitos significantes para as outras variáveis.

Na tabela 2.17 podemos observar o modelo resultante da regressão linear múltipla da variável dependente Performance (corrigida). O modelo proporciona alguma explicação da variância da variável dependente ( $R^2 = 0,386$ ), com um bom nível de significância estatística ( $p<0,001$ ).

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,621	,386	,319	1,16963	2,010

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	55,789	7	7,970	5,826	,000
	Residual	88,922	65	1,368		
	Total	144,711	72			

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics		
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF	
1	(Constant)	-1,237	1,091		-1,135	,261						
	NSC	-,049	,186	-,032	-,260	,795	,193	-,032	-,025	,611	1,6	
	NME	-,136	,202	-,092	-,675	,502	,282	-,083	-,066	,512	2,0	
	ExpSim	,449	,328	,159	1,369	,176	,200	,167	,133	,699	1,4	
	ExpProf	,980	,475	,274	2,062	,043	,242	,248	,200	,535	1,9	
	Tempo	,056	,163	,038	,344	,732	,041	,043	,033	,795	1,3	
	Idade	-,044	,021	-,271	-2,103	,039	,008	-,252	-,204	,568	1,8	
	SMMCorr	7,695	1,693	,595	4,546	,000	,538	,491	,442	,552	1,8	

Passa nos testes normalidade do resíduo de Kolmogorov-Smirnov:  $0,85 > 0,05$ ; Jarque-Bera:  $0,652 > 0,05$

Passa no teste de White homoscedasticidade do resíduo:  $0,834 > 0,05$

Passa nos testes de independência de Durbin-Watson:  $1,77 < DW < 2,23$ ; Breusch-Godfrey:  $0,296 > 0,05$

Valores VIF  $< 10$ , pelo que se admite a não existência de multicolinearidade das variáveis independentes.

Tabela 2.17 – Resultados da Regressão Linear da variável PerfCorr sobre todas as variáveis independentes

O modelo de regressão da performance mostra um efeito muito significante da variável SMMcorr ( $\beta=0,595$ ,  $p<0,001$ ), um efeito sugestivo da Experiência Profissional ( $\beta=0,274$ ,  $p<0,05$ ), um efeito sugestivo, negativo, da Idade ( $\beta=-0,271$ ,  $p<0,05$ ), não se verificando efeitos significantes para as outras variáveis.

## 2.7.6.2 Procedimento “Stepwise”

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,626	,392	,383	,08605	
2	,647	,419	,402	,08471	1,718

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,338	1	,338	45,695	,000
	Residual	,526	71	,007		
	Total	,864	72			
2	Regression	,362	2	,181	25,207	,000
	Residual	,502	70	,007		
	Total	,864	72			

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	,587	,011		55,346	,000					
	NME	,072	,011	,626	6,760	,000	,626	,626	,626	1,000	1,000
2	(Constant)	,576	,012		47,611	,000					
	NME	,061	,012	,529	5,014	,000	,626	,514	,457	,745	1,342
	NSC	,022	,012	,191	1,806	,075	,458	,211	,165	,745	1,342

### Excluded Variables

Model		Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics		
						Tolerance	VIF	Minimum Tolerance
1	NSC	,191	1,806	,075	,211	,745	1,342	,745
	ExpSim	-,055	-,578	,565	-,069	,962	1,039	,962
	ExpProf	,089	,964	,339	,114	1,000	1,000	1,000
	Tempo	,073	,783	,436	,093	1,000	1,000	1,000
	Idade	,053	,564	,574	,067	,999	1,001	,999
2	ExpSim	-,061	-,650	,518	-,078	,961	1,040	,728
	ExpProf	,112	1,226	,224	,146	,983	1,017	,733
	Tempo	,029	,300	,765	,036	,920	1,087	,686
	Idade	,058	,629	,531	,076	,998	1,002	,744

Passa nos testes normalidade do resíduo de Kolmogorov-Smirnov:  $0,969 > 0,05$ ; Jarque-Bera:  $0,645 > 0,05$

Passa no teste de White homoscedasticidade do resíduo:  $0,474 > 0,05$

Passa nos testes de independência de Durbin-Watson:  $1,67 < DW < 2,33$ ; Breusch-Godfrey:  $0,887 > 0,05$

Valores VIF  $< 10$ , pelo que se admite a não existência de multicolinearidade das variáveis independentes.

Tabela 2.18 – Resultados do Procedimento Stepwise na Regressão da SMMCorr sobre todas as variáveis independentes

A tabela 2.18 apresenta os resultados da regressão linear múltipla da Semelhança do Modelo Mental (corrigida), utilizando um procedimento “stepwise” (com critérios de “probabilidade de  $F < 0,1$ ” para a entrada e “probabilidade de  $F > 0,15$ ” para a exclusão de variáveis do modelo) com vista a excluir as variáveis que não parecem explicar significativamente as variáveis dependentes e manter as variáveis mais explicativas.

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,538	,290	,280	1,20311	
2	,574	,330	,311	1,17709	
3	,604	,365	,338	1,15377	2,026

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	41,940	1	41,940	28,975	,000
	Residual	102,771	71	1,447		
	Total	144,711	72			
2	Regression	47,724	2	23,862	17,222	,000
	Residual	96,987	70	1,386		
	Total	144,711	72			
3	Regression	52,860	3	17,620	13,236	,000
	Residual	91,852	69	1,331		
	Total	144,711	72			

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	-1,171	,744		-1,573	,120					
	SMMCorr	6,967	1,294	,538	5,383	,000	,538	,538	,538	1,000	1,000
2	(Constant)	-1,634	,763		-2,142	,036					
	SMMCorr	6,760	1,270	,522	5,321	,000	,538	,537	,521	,994	1,006
	ExpProf	,717	,351	,201	2,043	,045	,242	,237	,200	,994	1,006
3	(Constant)	-,792	,862		-,919	,361					
	SMMCorr	6,828	1,246	,528	5,482	,000	,538	,551	,526	,993	1,007
	ExpProf	1,228	,431	,343	2,847	,006	,242	,324	,273	,633	1,581
	ldade	-,038	,019	-,237	-1,964	,054	,008	-,230	-,188	,633	1,579

#### Excluded Variables

Model		Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics		
						Tolerance	VIF	Minimum Tolerance
1	NSC	-,067	-,595	,554	-,071	,790	1,266	,790
	NME	-,090	-,698	,488	-,083	,608	1,644	,608
	ExpSim	,164	1,654	,103	,194	,995	1,005	,995
	ExpProf	,201	2,043	,045	,237	,994	1,006	,994
	Tempo	,010	,094	,925	,011	,997	1,003	,997
	ldade	-,030	-,296	,768	-,035	,995	1,005	,995
2	NSC	-,029	-,255	,799	-,031	,766	1,306	,766
	NME	-,069	-,544	,588	-,065	,604	1,655	,600
	ExpSim	,092	,836	,406	,100	,792	1,263	,791
	Tempo	-,030	-,296	,768	-,036	,960	1,041	,957
	ldade	-,237	-1,964	,054	-,230	,633	1,579	,633
3	NSC	-,014	-,123	,903	-,015	,762	1,312	,612
	NME	-,060	-,480	,633	-,058	,603	1,658	,600
	ExpSim	,129	1,182	,241	,142	,772	1,295	,576
	Tempo	,024	,234	,815	,028	,890	1,124	,587

Passa nos testes normalidade do resíduo de Kolmogorov-Smirnov:  $0,502 > 0,05$ ; Jarque-Bera:  $0,739 > 0,05$

Passa no teste de White homoscedasticidade do resíduo:  $0,330 > 0,05$

Passa nos testes de independência de Durbin-Watson:  $1,70 < DW < 2,30$ ; Breusch-Godfrey:  $0,402 > 0,05$

Valores VIF  $< 10$ , pelo que se admite a não existência de multicolinearidade das variáveis independentes.

Tabela 2.19 – Resultados do Procedimento Stepwise na Regressão da PerfCorr sobre todas as variáveis independentes

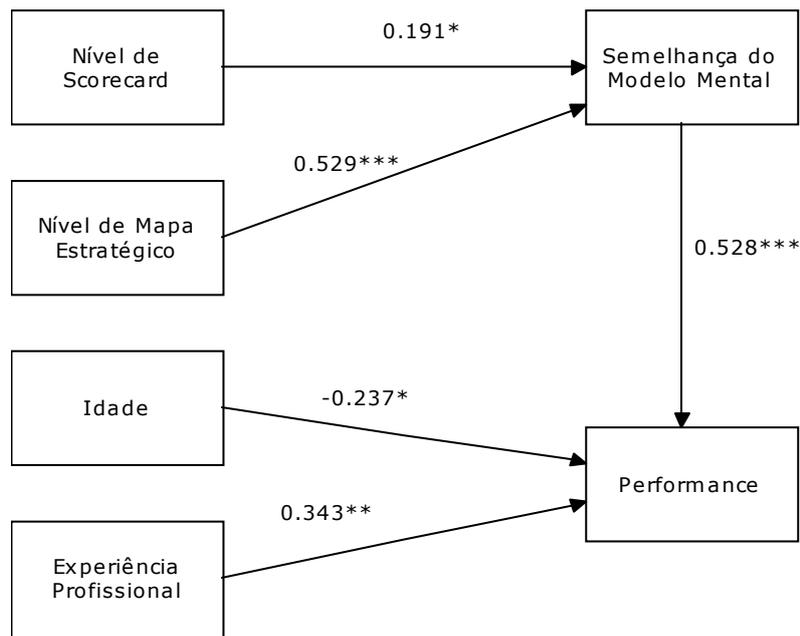
O modelo resultante da regressão da SMMCorr ( $R^2 = 0,419$ ,  $p < 0,001$ ), consiste no modelo de hipóteses testado na análise confirmatória do capítulo anterior. Com exceção das variáveis independentes Nível de Scorecard ( $\beta = 0,191$ ,  $p < 0,1$ ) e Nível de Mapa Estratégico ( $\beta = 0,529$ ,  $p < 0,001$ ), todas as outras variáveis foram excluídas.

Na tabela 2.19 podemos observar os resultados da regressão da Performance (corrigida), utilizando o mesmo procedimento “stepwise” (com critérios de “probabilidade de  $F < 0,1$ ” para a entrada e “probabilidade de  $F > 0,15$ ” para a exclusão de variáveis do modelo). O modelo (3) final resultante ( $R^2 = 0,365$ ,  $p < 0,001$ ) é estatisticamente significativo. O aumento do valor de  $R^2$  relativamente ao valor obtido ( $R^2 = 0,290$ ) no modelo resultante da análise confirmatória (tabela 2.14), mostra que a introdução de mais variáveis independentes, levou à estimação de um modelo com maior poder explicativo da performance.

Relativamente ao modelo de relacionamento estimado, observamos a identificação de três variáveis explicativas da Performance: a Semelhança do Modelo Mental, a Existência de Experiência Profissional e a Idade. As restantes variáveis foram excluídas. Os resultados mostram um impacto muito significativo da SMMCorr ( $\beta = 0,528$ ,  $p < 0,001$ ), um impacto significativo da Experiência Profissional ( $\beta = 0,343$ ,  $p < 0,01$ ) e um efeito ligeiro e negativo da Idade ( $\beta = -0,237$ ,  $p < 0,1$ ), mas estatisticamente pouco significativo. As restantes variáveis foram excluídas.

A figura 2.39 apresenta o modelo de regressão resultante das regressões das tabelas 7.18 e 7.19, considerando apenas as variáveis explicativas. Neste modelo a Semelhança do Modelo Mental é a principalmente explicada pelo Nível de Mapa Estratégico, e marginalmente pelo Nível de Scorecard. A Semelhança do Modelo Mental e a Experiência Profissional parecem influenciar positivamente a Performance. A Idade parece influenciar marginalmente e de forma negativa a Performance. O modelo também sugere o efeito mediador da SMM na relação entre as variáveis NSC e NME, e a Performance.

As restantes variáveis de controlo consideradas na experiência: tempo da tarefa e experiência em simulação, não mostraram efeitos significantes na semelhança do modelo mental nem na performance. Em particular, contrariamente ao esperado, o tempo que os participantes dedicaram à experiência, não parece ter influência nas variáveis dependentes.



\* $p < 0,1$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

Figura 2.39 – Modelo de regressão com as variáveis explicativas resultantes do procedimento “stepwise”.

Estes resultados sugerem que, na óptica dos ciclos de aprendizagem, a experiência profissional não afecta a efectividade do ciclo de construção dos modelos mentais dos participantes, mas influencia a performance, nomeadamente afectando a eficiência do ciclo operacional ou de decisão heurística. Efectivamente, a variável “experiência profissional” distingue os participantes colaboradores da Galp Energia dos Estudantes do ISCTE, o que significa que, em média, os participantes do ISCTE “aproveitaram” em menor grau, a sua compreensão (modelos mentais) sobre o sistema simulado.

Diversas explicações possíveis podem ser apontadas para este comportamento observado. A experiência profissional poderá conferir uma maior capacidade de simulação dos modelos mentais, conduzindo a inferências mais precisas sobre o comportamento futuro do sistema; ou seja, a partir de um mesmo modelo mental, participantes com experiência profissional conseguem inferir mais precisamente o comportamento futuro do sistema. Uma outra explicação consiste em a experiência profissional conferir uma maior eficiência no processo de decisão operacional, ou seja, afecta positivamente a capacidade de corrigir precisamente os desvios detectados face aos objectivos.

### **2.7.7. Modelação com Equações Estruturais**

A técnica de modelação com equações estruturais, permite a modelação de relações entre diversas variáveis simultaneamente independentes e dependentes. “... structural equation modelling examines a series of dependence relationships simultaneously. It is particularly useful when one dependent variables become independent variables in subsequent dependence relationships.” (Hair et al, 1998, p 578)

Consequentemente, a técnica modelação com equações estruturais é apropriada para o teste do modelo de hipóteses (análise confirmatória) do presente estudo, na medida em que, ao contrário da regressão linear múltipla, esta técnica permite testar o modelo de relacionamento de uma forma holística. Nos modelos a testar, a variável Semelhança do Modelo Mental é dependente no relacionamento com as restantes variáveis independentes, e assume-se como independente no relacionamento com a Performance.

A modelação com equações estruturais é efectuada através do programa LISREL v 8.72, através do modelo de estimação de máxima verosimilhança. Tal como na análise de regressão, os coeficientes são também apresentados na forma de coeficientes beta normalizados, para que os efeitos relativos de cada variável independente sobre as variáveis dependentes possam ser comparados.

A modelação com equações estruturais partilha os mesmos pressupostos que a regressão linear múltipla (Hair et al,1998, p601), nomeadamente: linearidade entre as variáveis independentes e dependentes, normalidade, homoscedasticidade, independência (inexistência de auto correlação de primeira ordem e de segunda ordem), e inexistência de multicolinearidade das variáveis independentes. Note-se que neste capítulo apenas procedemos a análises confirmatórias do modelo de hipóteses e de alguns modelos resultantes da análise exploratória conduzida através da técnica de regressão linear múltipla. Os dados de análise são os resultantes dos processos de correcção das situações encontradas de violação dos pressupostos, nomeadamente de linearidade, normalidade e homoscedasticidade. Em conformidade, no processo de ajustamento de modelos através da MEE, admitimos que os

referidos pressupostos estão salvaguardados pelos testes e correcções efectuados no âmbito da análise com a RLM (Hair et al, 1998, p601).

A apreciação do grau de ajustamento dos modelos resultantes, considerará os diversos parâmetros proporcionados pelo programa LISREL e as heurísticas recomendadas (Hair et al, 1998) e (Gefen et al, 2000).

### 2.7.7.1 Modelo Global de Relacionamento

Neste modelo causal a testar (figura 2.40), foram consideradas as relações entre todas as variáveis independentes e dependentes. O modelo ajustado é composto por duas equações estruturais apresentadas na tabela 2.20. De acordo com os parâmetros indicados, o modelo apresenta um muito bom grau de ajustamento.

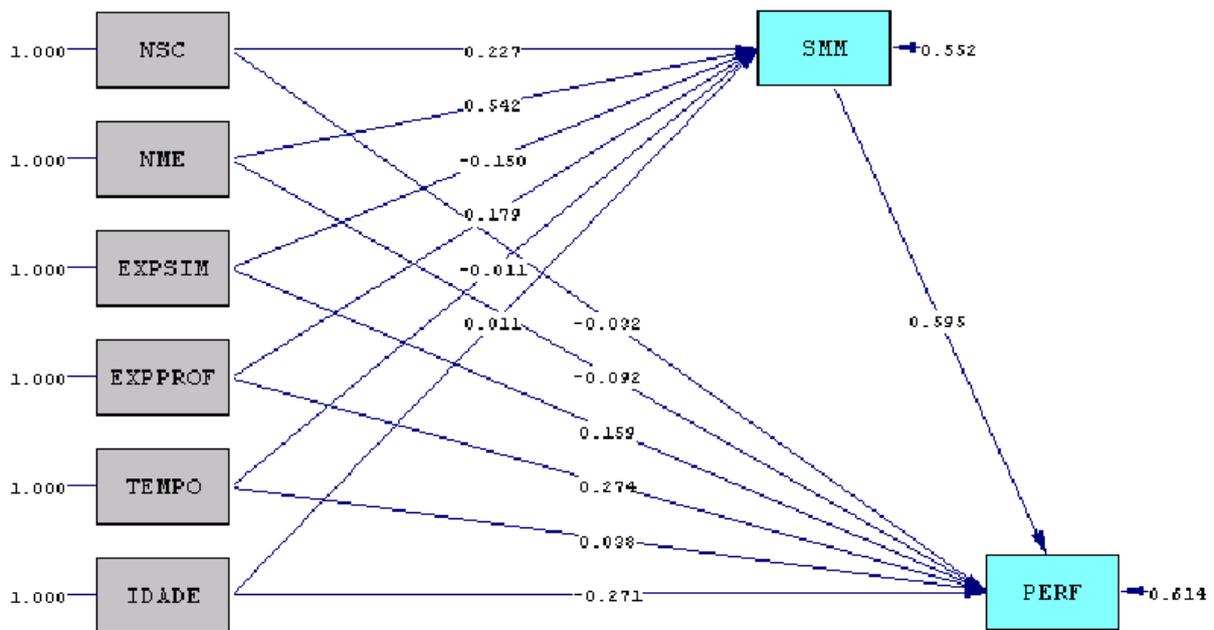
LISREL Estimates (Maximum Likelihood)						
Structural Equations						
SMM=.0263NSC +.0622NME -.00122TEMPO+.000141IDADE -.0328EXPSIM +.0493EXPPROF +Err						
Beta =	0.227*	0.542***	-0.011	0.011	-0.150	0.179*
t =	1.999	4.976	-0.0103	0.0933	-1.394	1.450
R <sup>2</sup> =	0.448					
PERF=7.6950SMM-.0485NSC-.0136NME+.0560TEMPO-.0437IDADE+.449EXPSIM+.980EXPPROF+Err						
Beta =	0.595***	-0.032	-0.092	0.038	-0.271*	0.159
t =	4.581	-0.262	-0.680	0.347	-2.119	1.379
R <sup>2</sup> =	0.386					
* p<0,1; *** p<0,001						
Beta: Coeficientes Beta e Gama normalizados						
Goodness of Fit Statistics						
Minimum Fit Function Chi-Square = 0.00 (P = 1.000)						
Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 0.00 (P = 1.000)						
Chi-Square Difference with 0 Degree of Freedom = 0.0 (P = 1.000)						
The Model is Saturated, the Fit is Perfect						

Elementos extraídos da aplicação LISREL

Tabela 2.20 – Resultados da modelação com equações estruturais - modelo global

Na tabela 2.20 e figura 2.40, podemos observar que a equação que relaciona a variável Semelhança do Modelo Mental com as variáveis independentes ( $R^2=0,448$ ) mostra um efeito muito significativo da variável NME ( $\beta=0,542$ ,  $p<0,001$ ), e efeitos pouco significantes das variáveis NSC ( $\beta=0,227$ ,  $p<0,1$ ) e ExpProf ( $\beta=0,179$ ,  $p<0,1$ ), não se verificando efeitos

significantes para as outras variáveis. A equação que relaciona a variável dependente Performance ( $R^2= 0,386$ ) com as variáveis independentes e SMM apresenta um efeito positivo e significativo para SMM ( $\beta=0,595$ ,  $p<0,001$ ) e efeitos pouco significantes para as variáveis Idade ( $\beta=-0,271$ ,  $p<0,1$ ) e Experiência Profissional ( $\beta=0,274$ ,  $p<0,1$ ), não se verificando efeitos significantes para as outras variáveis.



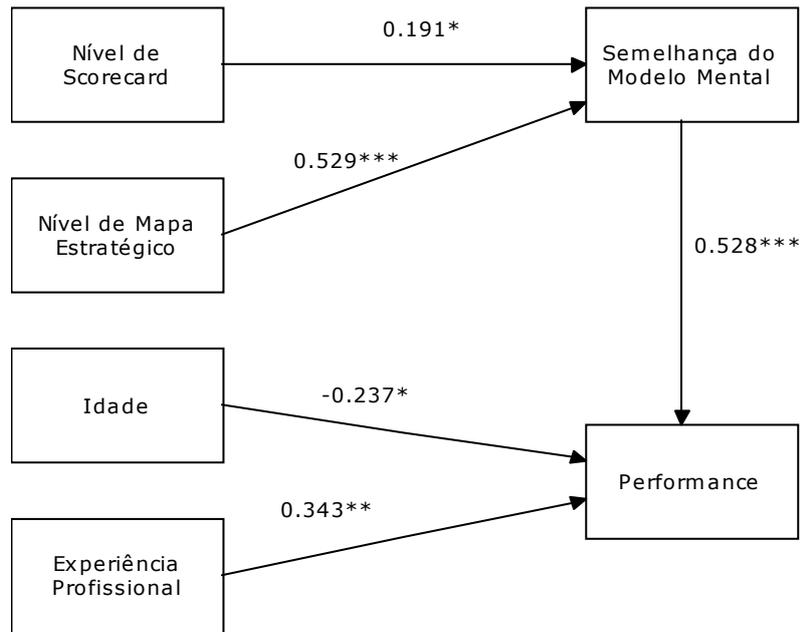
Elementos extraídos da aplicação LISREL

Figura 2.40 – Diagrama causal do modelo global e resultados da aplicação da modelação com equações estruturais (coeficientes Beta normalizados)

Os resultados são semelhantes aos obtidos através da análise de regressão e apresentados no capítulo 2.7.6.1 (tabelas 2.16 e 2.17), ou seja, observa-se essencialmente um impacto significativo da variável NME na SMM, e por sua vez, da SMM na Performance.

### 2.7.7.2 Teste do Modelo Resultante da Análise Exploratória

A análise exploratória conduzida no capítulo 2.7.6.2 através da regressão linear múltipla, utilizando o procedimento “stepwise”, originou o modelo de relacionamento representado na figura 2.41.



\* $p < 0,1$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

Figura 2.41 – Modelo resultante da análise exploratória

O mesmo modelo de relacionamento é agora testado através da modelação com equações estruturais. O modelo ajustado (figura 2.42) é composto pelas duas equações estruturais apresentadas na tabela 2.21. O grau de ajustamento do modelo de equações é aceitável, dado que os parâmetros  $GFI > 0,9$  e  $AGFI > 0,8$  (Gefen et al, 2000, p43). Como podemos verificar, comparando os modelos de relacionamento representados nas figuras 2.41 e 2.42, os modelos são muito semelhantes, pelo que podemos considerar que os resultados confirmam o modelo resultante da análise exploratória.

LISREL Estimates (Maximum Likelihood)  
 Structural Equations  
 $SMM = 0.0221*NSC + 0.0607*NME + Err$   
 Beta = 0.191\* 0.529\*\*\*  
 t = 1.780 4.942  
 $R^2 = 0.419$   
 $PERF = 6.828*SMM - 0.0381*IDADE + 1.228*EXPPROF + Err$   
 Beta = 0.535\*\*\* -0.240\* 0.348\*\*  
 t = 5.454 -1.949 2.826  
 $R^2 = 0.349$

\* p<0,1; \*\* p<0,01; \*\*\* p<0,001

Beta: Coeficientes Beta e Gama normalizados

Goodness of Fit Statistics  
 Minimum Fit Function Chi-Square = 1.817 (P = 0.769)  
 Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 1.798 (P = 0.773)  
 Chi-Square for Independence Model with 15 Degrees of Freedom = 123.474  
 Goodness of Fit Index (GFI) = 0.992  
 Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) = 0.957  
 Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI) = 0.189

Elementos extraídos da aplicação LISREL

Tabela 2.21 – Resultados da modelação com equações estruturais do modelo resultante da análise exploratória

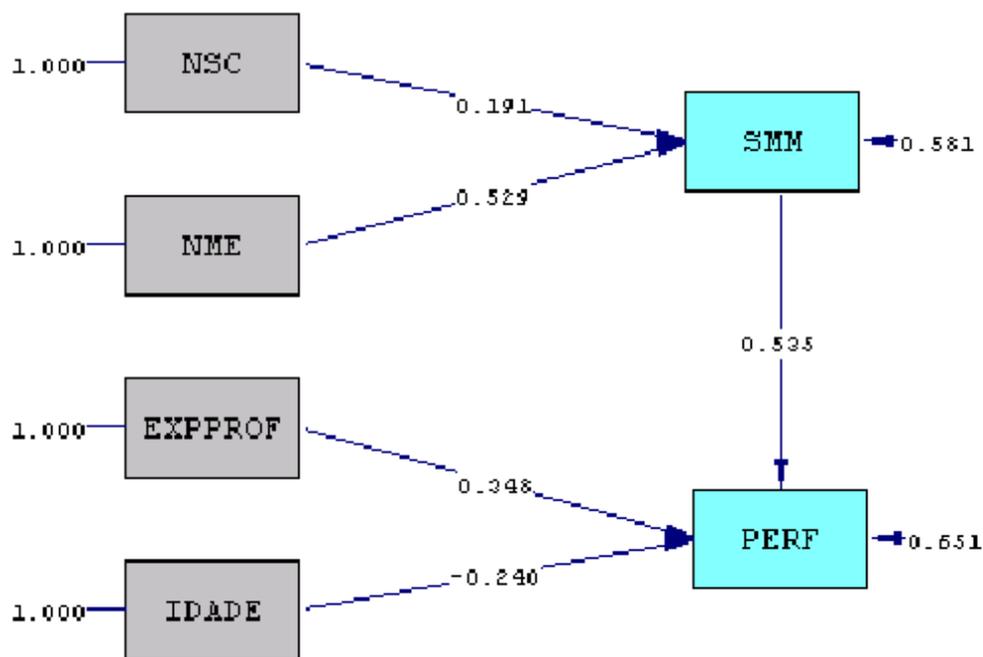


Figura 2.42 –Modelo resultante da análise exploratória, ajustado através da modelação com equações estruturais (coeficientes Beta normalizados)

### 2.7.7.3 Teste do Modelo de Hipóteses

A figura 2.17 e a tabela 2.22 mostram os resultados da modelação com equações estruturais das relações consideradas no modelo de hipóteses. O grau de ajustamento do modelo de equações é aceitável, dado que os parâmetros  $GFI > 0,9$  e  $AGFI > 0,8$  (Gefen et al, 2000, p43).

#### LISREL Estimates (Maximum Likelihood) Structural Equations

SMM = 0.022\*NSC + 0.061\*NME + Err  
Beta = 0.191\* 0.529\*\*\*  
T = 1.81 5.01  
R<sup>2</sup> = 0.42

PERF = 6.97\*SMM + Err  
Beta = 0.538\*\*\*  
T = 5.34  
R<sup>2</sup> = 0.29

\* p<0,1; \*\*\* p<0,001

Beta: Coeficientes Beta e Gama normalizados

#### Goodness of Fit Statistics

Minimum Fit Function Chi-Square = 0.66 (P = 0.72)  
Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 0.66 (P = 0.72)  
Goodness of Fit Index (GFI) = 1.00  
Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) = 0.98  
Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI) = 0.20

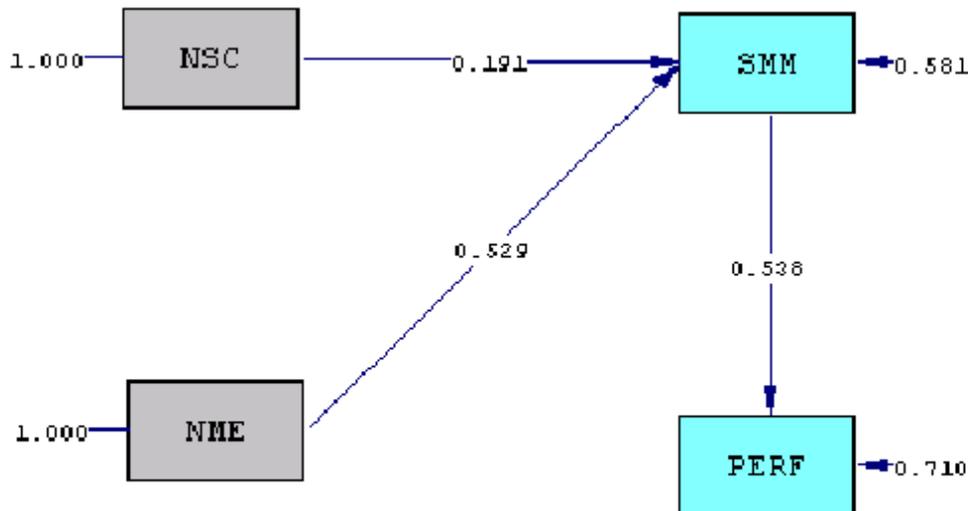
Elementos extraídos da aplicação LISREL

Tabela 2.22 – Resultados da modelação com equações estruturais para teste do modelo de hipóteses – diagrama respectivo na figura 2.43

O teste do modelo de hipóteses através da modelação com equações estruturais, revelam resultados muito semelhantes à aplicação da regressão linear múltipla. A variável Nível de Mapa Estratégico ( $\beta=0,529$ ;  $p<0,001$ ) tem um impacto estatisticamente muito significativo na variável Semelhança do Modelo Mental. A variável Nível de Scorecard parece influenciar de forma pouca significativa a SMM ( $\beta=0,191$ ;  $p<0,1$ ). A SMM influencia significativamente a Performance ( $\beta=0,538$ ;  $p<0,001$ ).

O teste do modelo de relacionamento da figura 2.44, envolve as mesmas variáveis do modelo de hipóteses (NSC, NME, SMM e Performance), mas considerando todas as relações possíveis entre as variáveis independentes e dependentes. Os resultados da modelação com

equações estruturais são apresentados na tabela 2.23. O grau de ajustamento do modelo de equações é satisfatório.



Elementos extraídos da aplicação LISREL

Figura 2.43 – Modelo de hipóteses e resultados da aplicação da modelação com equações estruturais (coeficientes Beta normalizados)

O teste deste modelo mostra que os efeitos das variáveis NSC ( $\beta=-0,047$ ;  $p=0,690$ ) e NME ( $\beta=-0,073$ ;  $p=0,591$ ) na Performance não são estatisticamente significantes. Os efeitos muito significantes entre as variáveis NME – SMM – Performance conjuntamente com o efeito desprezável da variável NME sobre a Performance, sugerem o efeito mediador da variável SMM no impacto da Variável NME na Performance, tal como sugerido no capítulo 2.7.5.1 através da análise de regressão. Embora de uma forma muito menos significativa, estes resultados sugerem igualmente o efeito mediador da variável SMM no impacto da variável NSC na Performance.

LISREL Estimates (Maximum Likelihood)

Structural Equations

SMM = 0.022\*NSC + 0.061\*NME + Err  
 Beta = 0.191\* 0.529\*\*\*  
 T = 1.81 5.01  
 R<sup>2</sup> = 0.42

PERF = 7.849\*SMM - 0.071\*NSC - 0.11\*NME + Err  
 Beta = 0.606\*\*\* -0.047 -0.073  
 t = 4.60 -0.40 -0.54  
 R<sup>2</sup> = 0.30

\* p<0,1; \*\*\* p<0,001

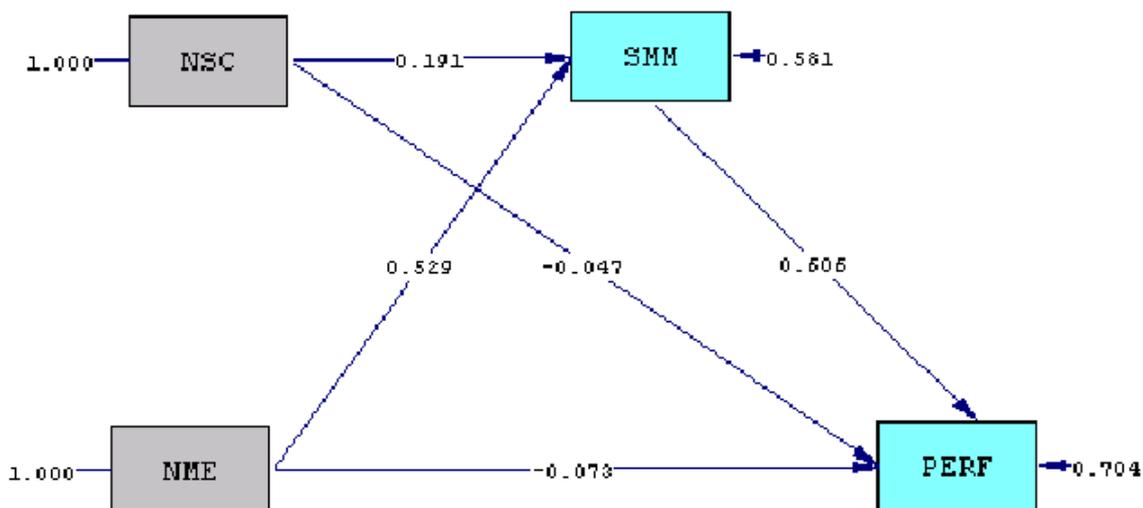
Beta: Coeficientes Beta e Gama normalizados

Goodness of Fit Statistics

Minimum Fit Function Chi-Square = 0.0 (P = 1.000)  
 Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 0.00 (P = 1.000)  
 Chi-Square Difference with 2 Degrees of Freedom = 0.66 (P = 0.72)  
 The Model is Saturated, the Fit is Perfect !

Elementos extraídos da aplicação LISREL

Tabela 2.23 – Resultados do modelo equações estruturais para teste das relações entre todas as variáveis do modelo de hipóteses



Elementos extraídos da aplicação LISREL

Figura 2.44 – Modelo relacionando todas as variáveis do modelo de hipóteses e resultados da aplicação da modelação com equações estruturais (coeficientes Beta normalizados)

## **Parte V – Conclusões**

### **1. A Compreensão da Complexidade Dinâmica**

Segundo a perspectiva sistémica e dinâmica da empresa, a complexidade da envolvente deriva, por um lado, da extensão e detalhe dos componentes do sistema (complexidade de detalhe) e, por outro lado, do número e natureza das ligações entre os componentes e respectivas interacções ao longo do tempo (complexidade dinâmica).

Diversos estudos empíricos que foram conduzidos com o objectivo de explorar a forma como os decisores desempenham em contextos de decisão dinamicamente complexos (por exemplo: Sterman, 1989a, 1989b; Paich and Sterman 1993; Diehl and Sterman 1995), revelaram que a performance dos decisores deteriorava-se rapidamente quando as situações em teste apresentavam alguma complexidade dinâmica. A explicação que tem sido avançada para este baixo desempenho consiste na racionalidade limitada dos decisores (Simon, 1997; Sterman, 2000): a complexidade do sistema contexto ultrapassa as capacidades cognitivas dos decisores.

Esta complexidade dinâmica é gerada pela interacção interdependente das partes do sistema empresarial ao longo do tempo, decorrente da respectiva estrutura sistémica. Alguns componentes (“building blocks”) estruturais normalmente associados à complexidade dinâmica dos sistemas empresariais são: ciclos de retorno (“feedback loop”); desfasamento temporal entre acção e resposta; efeito de acumulação e desgaste das variáveis estado “stock” (Sweeney e Sterman, 2000; Sterman, 2002).

Estes efeitos dinâmicos, não facilmente percebidos pelos decisores, estão presentes em muitas tarefas reais de gestão e estão na base da ocorrência de comportamentos dos sistemas empresariais muito pouco óbvios para os gestores. Segundo Sterman (2002), para que decisores compreendam sistemas dinamicamente complexos, é necessário que primeiramente compreendam, de uma forma isolada, estes conceitos fundamentais.

Com o propósito de explorar a compreensão de sujeitos sobre estes conceitos básicos da dinâmica de sistemas, diversas pesquisas têm sido conduzidas a nível mundial (Sweeney e Sterman, 2000; Sterman, 2002; Ossimitz, 2002; Kainz e Ossimitz, 2002; Fisher, 2003; Zarara,

2003; Lyneis e Lyneis, 2003; Armenia et al, 2004; Kapmeier, 2004; Pala e Vennix, 2005). Os resultados obtidos têm vindo a confirmar os resultados iniciais de Sweeney e Serman (2000), que mostraram que sujeitos com formação superior e treino em matemática e ciências, apresentavam um baixo nível de compreensão destes conceitos, e que a performance dos sujeitos não dependia sistematicamente de características demográficas, como formação base, grau académico, idade ou nacionalidade.

O presente trabalho veio contribuir para esta investigação, distinguindo-se das pesquisas anteriores, que foram conduzidas exclusivamente em instituições de ensino envolvendo estudantes de licenciatura e/ou pós-graduação, pelo facto de, das duas experiências realizadas, uma ter decorrido num ambiente empresarial e a outra num ambiente académico.

As hipóteses que basearam este estudo consistiam na exploração do grau de compreensão de sujeitos sobre diferentes fontes de complexidade dinâmica e eventual impacto de características demográficas.

***Hipótese H1 – Tal como observado em pesquisas anteriores, o grau geral de compreensão dos sujeitos sobre a complexidade dinâmica é baixo.***

Os resultados confirmam a hipótese H1. Como podemos observar na tabela IV 1.12, ambos os grupos apresentaram em termos gerais um baixo desempenho. O desempenho médio obtido na experiência no ISCTE, foi inferior ao observado nas outras 3 pesquisas (TV, SIMT and MIT). Os participantes da Galp Energia apresentaram um desempenho médio melhor que o obtido pelo grupo do ISCTE, e semelhante ao desempenho médio dos participantes dos outros estudos.

A presente pesquisa vem confirmar os resultados obtidos por Sweeney e Serman (2000), pois vem igualmente mostrar que sujeitos com formação superior e treino em engenharia e economia/gestão, apresentam um reduzido nível de compreensão de conceitos básicos de dinâmica de sistemas, tais como relações entre stocks e fluxos, atrasos e ciclos de retornos.

Os resultados obtidos indicam que grande parte das falhas não são motivadas por erros de cálculo. Os participantes tiveram dificuldade em intuir como um fluxo acumula um stock ao

longo do tempo. Alguns erros violam princípios básicos tais como a conservação de matéria e a consistência entre a taxa líquida de fluxo e a trajectória do stock. Muitos participantes assumiram que o comportamento do stock evoluía de forma semelhante à do fluxo líquido.

***Hipótese H2 – O grau de compreensão depende das fontes de complexidade dinâmica presentes.***

Os resultados obtidos não proporcionam um suporte consistente para a confirmação desta hipótese.

Todos os exercícios consideram o efeito da relação stock-fluxo; o exercício 1 considera o efeito de acumulação linear de stock; o exercício 2 considera também apenas o efeito de acumulação de stock, mas com uma evolução não linear do stock; o exercício 3 considera um efeito stock-fluxo (linear), um efeito de retorno e um efeito atraso; o exercício 4 trata apenas o efeito de acumulação de stock, mas de uma forma mais interpretativa.

Considerando que a resolução dos exercícios não requeria a utilização de nenhuma função analítica de matemática, mas apenas operações básicas de aritmética e a capacidade para ler e interpretar gráficos, podemos concluir que, relativamente ao efeito de stock-fluxo, o baixo desempenho observado é devido em grande parte a dificuldades de compreensão deste efeito dinâmico e não a erros de cálculo. Em particular, o exercício 4 apenas requeria que os participantes interpretassem o gráfico, cuja capacidade foi manifestada por praticamente a totalidade dos sujeitos.

Uma grande parte dos participantes mostrou dificuldade em inferir o processo de acumulação ao longo do tempo de um stock por acção dos respectivos fluxos. Nos exercícios que envolviam o desenho da evolução do stock, os participantes cometeram erros relacionados com a consistência entre a taxa líquida de fluxo e a trajectória do stock, tendo mesmo uma grande parte deles, assumido que o stock evoluía de forma semelhante à do fluxo líquido.

Na tabela IV 1.13, podemos observar o desempenho médio dos participantes em função do efeito dinâmico em teste. A relação entre o tipo de efeito dinâmico e o grau de dificuldade, revelou-se diferente nos dois grupos de participantes. O grupo do ISCTE apresentou um grau

de dificuldade semelhante na compreensão dos efeitos de stock-fluxo, não linearidade, atraso e retorno, tendo acertado respectivamente 3%, 5%, 5% e 5% dos participantes. Os participantes da Galp Energia acertaram respectivamente 35%, 0%, 61% e 39%.

Enquanto no ISCTE se observou um grau semelhante de dificuldade na compreensão dos diferentes efeitos dinâmicos, os participantes da Galp Energia revelaram um comportamento claramente distinto, na medida em que demonstraram um extremo grau de dificuldade no tratamento do efeito de não linearidade (associada à evolução do stock), um grau elevado nos efeitos de acumulação de stock e de retorno, e um grau médio no efeito de atraso.

Estes resultados não permitem concluir sobre uma influência consistente dos efeitos ou fontes de complexidade dinâmica no grau de compreensão de sujeitos.

***Hipótese H3 – As características demográficas dos sujeitos influenciam o grau de compreensão da complexidade dinâmica.***

Os resultados da análise das respostas dos participantes da Galp Energia, não permitem concluir globalmente sobre esta hipótese. Nenhuma variável demográfica parece influenciar de forma consistente o desempenho global dos participantes (sexo, idade, nível de formação académica, formação académica base e nível de funções na empresa), isto é, nenhuma variável parece influenciar de igual forma o desempenho nos quatro exercícios. Semelhantes conclusões são referidas em Sweeney e Sterman (2000) e Kapmeier (2004).

Em termos globais, os participantes da Galp Energia apresentaram um melhor desempenho que os estudante do ISCTE, o que sugere que a existência de alguma experiência profissional influencia positivamente o desempenho dos sujeitos. Enquanto os participantes do ISCTE não tinham experiência profissional, o grupo da Galp Energia tinha em média 14 anos de experiência.

No entanto este resultado pode motivar outras explicações. Uma outra explicação é que os participantes da Galp Energia deram mais atenção à tarefa do que os estudantes do ISCTE. Eventualmente, pelo facto de não terem sido aplicados quaisquer incentivos, os estudantes do ISCTE não estavam suficientemente motivados, não tendo por isso prestado muita atenção

aos problemas. Talvez os resultados obtidos fossem melhores se tivessem existido alguns incentivos monetários ou na forma de créditos. Contudo, os estudantes que participaram nas outras 3 pesquisas também não receberam quaisquer incentivos. Por outro lado, os participantes da Galp Energia consistiram num subconjunto de uma conjunto mais alargado de sujeitos que foram convidados a participar nesta experiência. Podemos assumir que os participantes que concordaram em colaborar no presente estudo, estavam efectivamente motivados. Além disso, os participantes da Galp Energia resolveram os problemas num ambiente familiar (o seu local de trabalho na empresa). Outra explicação consiste em assumir que a realização dos exercícios num ambiente empresarial terá conferido um maior empenhamento aos participantes, comparativamente com a realização num ambiente académico.

Tal como observado nas outras pesquisas, alguns participantes da Galp Energia revelaram uma tendência para descreverem o comportamento do stock de uma forma discreta, que Sweeney e Sterman (2000) denominaram de “spreadsheet thinking”. Os participantes do ISCTE não exibiram este erro, o que sugere que este erro poderá ser induzido pela actividade profissional.

Relativamente ao impacto das variáveis demográficas na compreensão de determinados efeitos dinâmicos, os resultados sugerem que a idade dos sujeitos influencia negativamente a compreensão do efeito de evolução não linear do stock. Esta afirmação é sugerida pelo impacto negativo da idade dos participantes da Galp Energia, na classificação global do exercício 2, que incluía este efeito (ver tabela IV 1.11), e por o grupo do ISCTE ter revelado uma melhor compreensão sobre este efeito que o grupo da Galp Energia (ver tabela IV 1.13).

Pesquisas anteriores (Sweeney e Sterman, 2000 e Kapmeier, 2004) sugerem que, em alguns exercícios, sujeitos com formação base em engenharia têm melhor desempenho que sujeitos de ciências sociais. Na pesquisa na Galp Energia, apenas encontramos algum impacto no exercício 4, mas apresentado melhor desempenho os sujeitos formados em gestão e economia. Se assumirmos que sujeitos formados em engenharia têm uma melhor preparação matemática, então estes resultados sugerem que esta condição não se traduz numa melhor compreensão intuitiva da relação entre stock e fluxos.

## 2. A Abordagem BSC, Aprendizagem e Performance

Segundo Kaplan e Norton (2001a), a abordagem BSC constitui uma ferramenta de suporte à aprendizagem e decisão estratégica, proporcionando o que Argyris (1999) denomina de ciclo duplo de aprendizagem, o qual facilita a aprendizagem estratégica dos gestores e conduz a uma melhor performance:

(a) o mapa estratégico, na forma de um mapa cognitivo/ diagrama causal, explicita, de forma compreensível, a articulação entre a visão estratégica e as acções através de uma cadeia de ligações causa-efeito, constituindo uma ferramenta facilitadora da construção dos modelos mentais dos gestores;

(b) o sistema de controlo de performance do BSC, baseado num conjunto de indicadores que se focalizam e são consistentes com uma determinada estratégia (mapa estratégico) e que são identificados segundo as perspectivas financeira, perspectiva dos clientes, perspectiva dos processos internos e perspectiva da aprendizagem e crescimento, proporciona informação estruturada e essencial sobre comportamento da empresa, de uma forma que permite testar, validar e rever a hipótese estratégica (mapa estratégico).

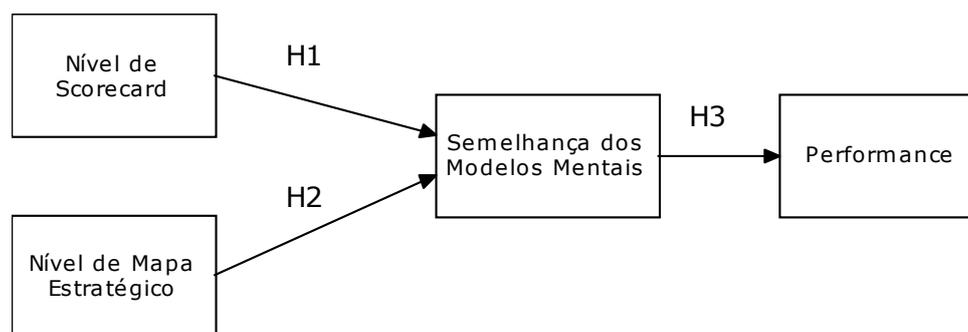


Figura 2.1 – Modelo de hipóteses do estudo sobre o impacto da abordagem estratégica do BSC na aprendizagem e performance

As hipóteses que basearam este estudo empírico, representadas na figura 2.1, proporcionam um teste de forma integrada dos benefícios da abordagem estratégica BSC, propostos pelos respectivos autores (Kaplan e Norton, 1992, 1996a, 2000, 2001a), na aprendizagem dos

gestores sobre sistemas empresariais dinâmicos, e como esta aprendizagem influencia a performance financeira de longo prazo.

A aprendizagem estratégica dos gestores é tratada como um processo de construção dos modelos mentais dos gestores ao longo da interação com o sistema empresarial num ciclo duplo de aprendizagem e decisão (Argyris, 1999, Sterman, 2000; Doyle et al, 2001). Em conformidade, no modelo de hipóteses, o grau de aprendizagem é representado pela Semelhança do Modelo Mental (SMM), que consiste na medida de semelhança entre a estrutura exteriorizada do modelo mental do decisor e a estrutura de referência do sistema empresarial envolvente (Schwaneveld, 1990; Goldsmith e Davenport, 1990; Rowe and Cooke, 1995).

A variável Nível de Scorecard (NSC) representa a intensidade ou nível de utilização do Balanced Scorecard como um sistema de controlo de performance estratégica, isto é, em que medida é que os gestores, no processo de decisão estratégica, são informados sobre o estado do sistema empresarial através de um conjunto de indicadores organizados de acordo com as quatro perspectivas do BSC. Se o nível é baixo, os gestores não utilizam indicadores do BSC; se o nível é alto, os indicadores BSC são utilizados.

A variável Nível de Mapa Estratégico (NME) representa o nível de utilização da ferramenta mapa estratégico da abordagem “Balanced Scorecard”, para suporte do processo de revisão e implementação da estratégia, isto é, em que medida é que os gestores, no processo de decisão estratégica, utilizam o mapa estratégico para definirem e reverem os pressupostos estratégicos. Se o nível é baixo, os gestores não utilizam o mapa estratégico do BSC; se o nível é alto, o mapa estratégico do BSC é utilizado.

As variáveis Nível de Scorecard e Nível de Mapa Estratégico são operacionalizadas mediante a aplicação de três tratamentos, caracterizados na tabela 2.1

No tratamento A, os “gestores”, no processo de decisão estratégica, são informados sobre o estado do sistema empresarial através de um conjunto de indicadores essencialmente financeiros (scorecard financeiro).

Tratamento	Descrição	Nível de Scorecard	Nível de Mapa Estratégico
A	Scorecard Financeiro	Baixo	Baixo
B	Balanced Scorecard	Alto	Baixo
C	Balanced Scorecard e Mapa Estratégico	Alto	Alto

Tabela 2.1 – Operacionalização dos tratamentos através das variáveis NSC e NME

O tratamento B corresponde à forma de utilização do BSC apenas como um sistema de controlo de performance, isto é, os “gestores”, no processo de decisão estratégica, são informados sobre o estado do sistema empresarial através de um conjunto de indicadores organizados de acordo com as quatro perspectivas do BSC.

O tratamento C consiste na utilização completa da abordagem do BSC. Isto é, mediante a conjugação dos indicadores e do mapa estratégico do BSC, num processo contínuo de gestão estratégica e performance, os gestores tomam decisões consistentes com os pressupostos registados no mapa estratégico, são informados sobre os impactos dessas decisões através dos indicadores do BSC, revêm os pressupostos estabelecidos no mapa estratégico, revêm a estratégia e objectivos, tomam novas decisões e assim sucessivamente.

***Hipótese 1: O Nível de Scorecard” influencia positivamente a Semelhança dos Modelos Mentais.***

O sistema de controlo de performance do BSC proporciona informação mais perfeita comparativamente às estruturas dos sistemas tradicionais de controlo de performance (que são essencialmente baseados em indicadores financeiros), pelo facto da sua estrutura de indicadores incluir informação adicional relevante para a captação e explicação do comportamento dinâmico do sistema empresarial. Neste pressuposto, o Nível de Scorecard consiste igualmente numa medida do grau de perfeição da informação de controlo, pois representa o grau de aproximação entre o conjunto de indicadores do sistema de controlo de performance e a estrutura do sistema empresarial.

A hipótese formulada equivale igualmente em assumir a influência positiva da qualidade da informação de gestão na construção dos modelos mentais (Vandenbosch e Higgins, 1995,

1996; Doyle et al, 2001) e especificamente que a utilização de indicadores com uma estrutura mais semelhante à estrutura do sistema empresarial, implica uma maior semelhança dos modelos mentais dos gestores (Ritchie-Dunham, 2001).

A análise de diferenças entre tratamentos (tabela IV-2.5) revela que, em termos médios, os participantes do tratamento B – interface “balanced scorecard”, sem revisão do mapa estratégico – apresentam uma Semelhança do Modelo Mental ligeiramente superior à dos participantes do tratamento A - interface “scorecard” financeiro, sem revisão do mapa estratégico (diferença entre médias = 0,045;  $p < 0,05$ ). Como a única diferença entre os dois tratamentos reside no tipo de “scorecard” utilizado, os resultados sugerem que o Nível de Scorecard influencia positivamente a Semelhança do Modelo Mental.

Os resultados das análises confirmatórias do modelo de hipóteses, através da regressão linear múltipla da variável Semelhança do Modelo Mental sobre as variáveis independentes (tabela IV-2.13) e da modelação com equações estruturais (tabela IV-2.22), mostram algum efeito positivo do Nível Scorecard ( $\beta = 0,191$ ;  $p < 0,1$ ), mas com reduzido nível de significância estatística.

Face ao reduzido nível de significância estatística destes resultados, não podemos concluir com confiança sobre um efeito positivo do Nível de Scorecard na Semelhança do Modelo Mental. O impacto sugerido pela comparação entre tratamentos não é estatisticamente confirmado pela regressão linear múltipla e pela modelação com equações estruturais. Consequentemente, os resultados da presente pesquisa não suportam completamente a hipótese H1 – O Nível de Scorecard influencia positivamente a Semelhança do Modelo Mental.

***Hipótese 2: O Nível de Mapa Estratégico influencia positivamente a Semelhança dos Modelos Mentais.***

A variável Nível de Mapa Estratégico representa a intensidade ou nível de utilização da ferramenta mapa estratégico da abordagem BSC, para suporte do processo de revisão e implementação da estratégia.

O mapa estratégico do BSC, sob a forma de um mapa cognitivo/ diagrama causal, liga os indicadores de performance numa cadeia causal que suporta os gestores na tradução, teste e comunicação dos pressupostos acerca do contexto empresarial (Kaplan e Norton, 2000, 2001a).

A construção/ revisão de mapas cognitivos/ diagramas causais para representação da estrutura do sistema empresarial, promove e facilita a sua compreensão (Checkland, 1981; Senge et al, 1994; Eden e Ackermann, 1998). O processo de construção e revisão do mapa estratégico consiste assim numa ferramenta de pensamento sistémico (Senge e Sterman, 1994) que, por um lado, “desafia” os gestores na utilização mais frequente do ciclo de construção, revisão e simulação dos modelos mentais em lugar do ciclo de decisão heurística, e, por outro lado, ajuda também os gestores a ultrapassar ou atenuar as suas limitações cognitivas (Doyle et al, 2001).

A tabela IV-2.5 mostra que, em termos médios, os participantes do tratamento C – interface “balanced scorecard”, com revisão do mapa estratégico – apresentam uma Semelhança do Modelo Mental expressivamente superior à dos participantes dos tratamentos A e B – sem revisão do mapa estratégico - sendo estas diferenças estatisticamente significantes ( $p < 0,001$ ). A aplicação da regressão linear múltipla (tabela IV-2.13), mostra um impacto positivo muito significativo do Nível de Mapa Estratégico ( $\beta = 0,529$ ;  $p < 0,001$ ) na Semelhança do Modelo Mental. A modelação com equações estruturais (tabela IV-2.22) revela igualmente um impacto muito significativo do NME na SMM ( $\beta = 0,529$ ;  $p < 0,001$ ).

Estes resultados sugerem que a utilização do mapa estratégico no processo de definição, revisão e implementação da estratégia, conferem uma melhoria significativa dos modelos mentais, proporcionando suporte para a confirmação da hipótese H2 - O Nível de Mapa Estratégico influencia positivamente a Semelhança do Modelo Mental.

Conforme suposto, o processo de revisão do mapa estratégico proporcionou aos participantes do grupo C, uma ferramenta poderosa que acelerou a sua aprendizagem acerca do sistema empresarial simulado. Isto é, os resultados sugerem que, em conformidade com o modelo conceptual definido, a aplicação do processo da revisão do mapa estratégico, veio atenuar as limitações cognitivas dos participantes e promover a ocorrência mais intensa do ciclo duplo

de aprendizagem, conducente ao aperfeiçoamento dos seus modelos mentais acerca do contexto de decisão, em lugar do ciclo de decisão heurística (Doyle et al, 2001).

Com o objectivo de procurar outros efeitos que tivessem eventualmente moderado o impacto do mapa estratégico na construção/semelhança dos modelos mentais, foram apresentadas algumas questões (verbalmente) a participantes do grupo C, após a realização da experiência. Na sequência deste procedimento, surgiram algumas explicações sobre efeitos que eventualmente tenham contribuído para o impacto significativo observado do NME sobre a SMM. Possivelmente, como os participantes do grupo C acederam ao mapa estratégico inicial exactamente após terminarem a simulação experimental, eles testaram os seus primeiros pressupostos de forma mais efectiva, e iniciaram a simulação definitiva com uma melhor compreensão acerca do sistema simulado.

A variável SMMI (Semelhança do Modelo Mental Inicial) representa a compreensão dos participantes acerca do sistema empresarial simulado após a leitura do texto do caso. A comparação entre tratamentos (tabela IV-2.5), indica que o valor médio de SMMI (obtido no tratamento C) é semelhante aos valores médios da SMM dos restantes tratamentos, o que sugere que, em termos médios, os modelos mentais dos participantes dos tratamentos A e B não melhoraram significativamente como consequência da simulação. Ou seja, este resultado vem reforçar a ideia anterior de que, em termos médios, os participantes dos grupos A e B, ao longo do processo de gestão simulada da empresa, praticaram essencialmente o ciclo de aprendizagem operacional ou de decisão heurística (no qual os participantes definem e tomam decisões que, de acordo com os seus modelos mentais, vão corrigir os desvios percepcionados face aos objectivos, mas os seus modelos mentais não são melhorados) em lugar do ciclo duplo de aprendizagem que conduz à construção e aperfeiçoamento dos modelos mentais.

### **Hipótese 3: A Semelhança dos Modelos Mentais influencia positivamente a Performance.**

Diversos estudos empíricos sobre a execução de tarefas que envolvem a interacção com sistemas físicos, mostram que sujeitos com os modelos mentais mais semelhantes à estrutura do sistema externo, têm tendência para melhor desempenharem as tarefas (Kieras e Bovair, 1984; Rowe e Cooke, 1995; Stout et al, 1996; Wyman e Randel, 1998). A formulação desta hipótese deriva da questão fundamental sobre a aplicação deste princípio a tarefas de gestão,

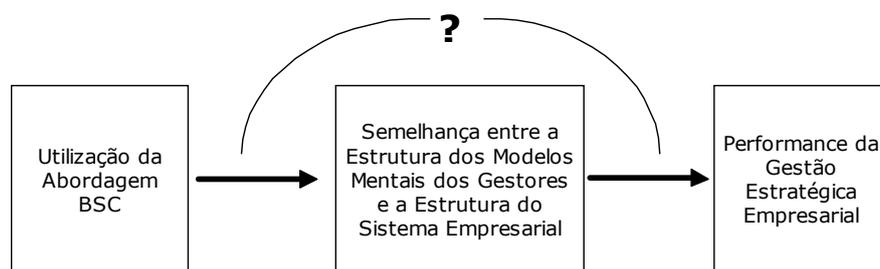
ou seja, se existirá alguma influência dos modelos mentais dos gestores na performance da gestão estratégica empresarial.

O coeficiente de correlação (corr Pearson = 0,494;  $p < 0,001$ ) entre as variáveis Semelhança do Modelo Mental e Performance, apresenta um valor expressivo (tabela IV-2.10); os resultados da aplicação da regressão linear (tabela IV-2.14) da Performance mostram também um impacto significativo da SMM ( $\beta = 0,538$ ,  $p < 0,001$ ); resultado idêntico (tabela IV-2.22) é obtido pela aplicação da modelação com equações estruturais ( $\beta = 0,538$ ,  $p < 0,001$ ).

Estes resultados sugerem fortemente a existência de uma influência positiva e significativa da Semelhança dos Modelos Mentais dos participantes na Performance da tarefa de gestão do sistema empresarial simulado. Consequentemente, podemos concluir que os resultados proporcionam suporte para a confirmação da hipótese H3 - A Semelhança dos Modelos Mentais influencia positivamente a Performance.

***Hipótese 4: A Semelhança dos Modelos Mentais tem um efeito mediador no impacto do Nível de Scorecard e do Nível de Mapa Estratégico na Performance.***

Esta hipótese de mediação está implícita no modelo de hipóteses que baseou este estudo, no qual a Semelhança dos Modelos Mentais surge como uma variável mediadora do impacto do BSC na performance



Como os resultados da pesquisa não permitem concluir sobre o efeito da variável Nível de Scorecard nas variáveis dependentes, não é possível concluir igualmente sobre um eventual efeito de mediação. No que respeita à variável Nível de Mapa Estratégico, os resultados do

teste de mediação através da regressão linear múltipla e os resultados da modelação com equações estruturais, proporcionam suporte para a confirmação da hipótese H4 - A Semelhança dos Modelos Mentais tem um efeito mediador no impacto do Nível de Mapa Estratégico na Performance.

Investimentos significativos continuam a ser efectuados nas organizações em todo o mundo, no pressuposto que a utilização do sistema BSC têm um efeito positivo na performance empresarial. Apesar da elevada dimensão destes investimentos, existe relativamente pouca investigação que teste essa hipótese (impacto positivo do BSC na performance). Ainda menos investigação tem sido desenvolvida para a identificação dos factores que induzam a que o BSC tenha um impacto positivo na performance da gestão empresarial.

Este estudo consistiu no teste de uma forma integrada da abordagem estratégica do BSC, cujos resultados contribuem para a área da gestão empresarial na medida em que evidenciam alguns aspectos a considerar na forma de utilizar esta abordagem, com vista a promover uma efectiva aprendizagem dos gestores e a obter um incremento na performance da gestão das organizações.

O presente teste da abordagem BSC considerou duas formas de utilização. A primeira, correspondente ao tratamento B, equivale à utilização do BSC apenas como um sistema de controlo de performance, isto é, os gestores, no processo de decisão estratégica, são informados sobre o estado do sistema empresarial através de um conjunto de indicadores organizados de acordo com as quatro perspectivas do BSC. A segunda, correspondente ao tratamento C, consiste na utilização conjugada dos indicadores e do mapa estratégico num processo contínuo de gestão estratégica e performance.

Tal como sucedido em algumas pesquisas anteriores (por exemplo Ittner et al, 2003b; Maiga e Jacobs, 2003; Hendricks et al, 2004; Braam e Nijssen, 2004; Strohhecker, 2004), este estudo não encontrou evidências significativas de que os gestores, quando utilizam o BSC apenas como um sistema de controlo de performance, aprendem de forma mais efectiva sobre a envolvente empresarial e obtém uma melhor performance.

Este estudo veio evidenciar o impacto positivo da introdução e integração da ferramenta mapa estratégico na abordagem BSC de uma forma conjugada com os respectivos indicadores (Kaplan e Norton, 2000, 2001a). Os resultados deste estudo acerca do forte impacto do processo de revisão do diagrama causal/mapa estratégico na aprendizagem (construção dos modelos mentais) e performance, confirmam que o processo de “feedback” associado ao ciclo de modelação e revisão dos pressupostos dos gestores acerca das relações causa-efeito da envolvente, conduzem a uma melhor compreensão do contexto empresarial que por sua vez induzem uma melhor performance de gestão.

De outra forma, estes resultados sugerem que a implementação de um sistema de controlo de performance BSC, apenas conduzirá a uma melhoria da performance organizacional se os gestores compreenderem as relações causa-efeito entre os indicadores não financeiros e indutores de performance (“drivers”), e a performance financeira futura. Para isso, os gestores devem modelar e validar periodicamente as referidas relações causais.

Esta conclusão vem confirmar o que Ittner and Larcker (2003) apontaram como resultado das suas pesquisas, de que muitas empresas falhavam na implementação e utilização do BSC porque os gestores prestavam pouca atenção à modelação e validação dos pressupostos acerca das relações causais entre indicadores não financeiros e performance financeira futura.

Mas também vem proporcionar uma explicação para os resultados obtidos por Braam and Nijssen (2004), os quais mostravam que a adopção do BSC apenas como um sistema de controlo de performance (“measurement-focused-BSC” que sugere a forma de utilizar simulada no tratamento B, com um nível baixo de mapa estratégico), influenciava negativamente a performance, e, contrariamente, a utilização do BSC como uma ferramenta de gestão estratégica e performance (“strategy-focused-BSC” que sugere a forma de utilizar simulada no tratamento C, com um nível alto de mapa estratégico), influenciava positivamente a performance.

Por outras palavras, a manutenção de um conjunto de indicadores de gestão de topo da organização, terá muito pouca utilidade para os gestores se eles não compreenderem a estrutura respectiva. Na experiência conduzida neste estudo, esta situação foi evidenciada pela comparação entre os resultados do tratamento A e do tratamento B. Os sujeitos do tratamento A tomavam decisões com base em indicadores financeiros (nº clientes, nº empregados, nº

estações, custos, receitas e resultados), os quais eram manifestamente insuficientes para explicar a dinâmica da evolução dos recursos da empresa. Os sujeitos do tratamento B dispunham de um conjunto de 22 indicadores que informavam o essencial sobre a evolução dos recursos estratégicos; através desses indicadores, eles podiam acompanhar a evolução dos factores que afectavam o desenvolvimento dos recursos. Mas apesar desta grande vantagem, os sujeitos do tratamento B, em termos médios, não revelaram um melhor desempenho que os sujeitos do tratamento A porque não compreenderam adequadamente a estrutura desses indicadores, isto é, não compreenderam por exemplo que, para desenvolver o recurso clientes, teriam que aumentar a sua satisfação através das acumulações dos recursos empregados especializados, estações, e tecnologia de informação.

Os resultados vêm reforçar a necessidade de complementar a análise de informação de gestão de suporte à decisão estratégica, com processos de reflexão sobre os actuais pressupostos acerca da estrutura do sistema empresarial envolvente. A informação de gestão é seleccionada e tratada de acordo com os modelos mentais dos gestores sobre a realidade. A existência de modelos mentais deficientes, significa que os gestores não mantêm uma percepção correcta sobre determinados conceitos e relações da estrutura do sistema empresarial envolvente que são essenciais para a explicação do comportamento daquele sistema. Como este estudo ilustra, ao longo da tarefa de simulação de gestão, os modelos mentais dos decisores vão se ajustando, e a efectividade deste ajustamento é significativamente influenciada pelo processo de reflexão suportado na revisão do diagrama causal.

Em linha com o que muitos autores que partilham a visão sistémica da empresa vêm defendendo (por exemplo Checkland, 1981; Senge et al, 1994), os resultados desta pesquisa vêm evidenciar que os gestores, para melhorarem a sua compreensão acerca da respectiva envolvente empresarial e performance, devem utilizar abordagens muito simples mas efectivas de pensamento sistémico, tais como diagramas causais, para modelar e rever o entendimento sobre a realidade. Efectivamente, o que o Mapa Estratégico (Kaplan e Norton, 2000, 2001a) vem acrescentar ao BSC, consiste num processo contínuo de modelação da realidade suportada num diagrama causal que tem a particularidade de identificar os conceitos chave e respectivas relações de acordo com as quatro perspectivas do BSC. Por outras palavras, o Mapa Estratégico proporciona um processo através do qual os gestores podem exteriorizar e aperfeiçoar os seus modelos mentais acerca da estrutura do sistema empresarial em que estão envolvidos.

Este estudo aponta em termos gerais para importância da aplicação de um processo de modelação na implementação e revisão do BSC. Independentemente da técnica de modelação, a sua aplicação é determinante para o sucesso da implementação e utilização do BSC. Para além do Mapa Estratégico do BSC, outros métodos de modelação baseados na construção de diagramas causais, como por exemplo “Soft Systems Methodology (Checkland, 1981) e o SODA/ cognitive mapping (Eden e Ackermann, 1998), poderão igualmente ser apropriados para apoio a este processo; ambos os métodos colocam grande ênfase na identificação das relações causais entre conceitos chave e na construção de diagramas representativos dessas relações.

Na visão da empresa como um sistema dinâmico de recursos, o conceito de acumulação surge como uma força condutora da performance futura da empresa; neste pressuposto, Warren (2002a, p278) defende a importância de, na modelação, distinguir explicitamente os atrasos e acumulações. Para contextos empresariais dinamicamente complexos, a utilização de modelação qualitativa (e eventualmente quantitativa para proporcionar a simulação) com dinâmica de sistemas (por exemplo, Akkermans e van Oorschot, 2005), poderá ser extremamente útil pois proporciona aos gestores uma ferramenta adicional para ajudar a compreender algumas relações complexas entre conceitos que envolvam atrasos, acumulações e/ou ciclos de retorno com um impacto expressivo no comportamento da realidade.

A capacidade dos gestores pensarem sistemicamente e inovarem num mundo dinâmico e complexo, depende da habilidade de eles próprios modelarem essa realidade. A abordagem BSC, devidamente suportada na definição e revisão do mapa estratégico e eventualmente complementada com outras técnicas de modelação e simulação, surge assim como uma ferramenta que facilita o desenvolvimento de uma visão sistémica da empresa, e proporciona aos gestores uma oportunidade para aprenderem de uma forma mais efectiva sobre o seu negócio.

Tal como é sugerido por pesquisas recentes (Ritchie-Dunham, 2001; Gray e Wood, 2005), o presente estudo encontrou fortes evidências sobre o impacto positivo da Semelhança dos Modelos Mentais dos decisores na Performance da gestão empresarial. Ou seja, a semelhança entre a estrutura dos modelos mentais dos gestores e a estrutura do sistema empresarial contexto é fortemente indutora da performance organizacional.

Nos resultados deste estudo, a Semelhança dos Modelos Mentais surge fortemente como uma variável mediadora no processo de aprendizagem, decisão e performance. Isto vem reforçar a importância do constructo Modelo Mental na investigação sobre a aprendizagem dos gestores em processos dinâmicos de tomada de decisão.

### **3. Direcções Possíveis de Trabalhos Futuros**

Os estudos empíricos conduzidos no âmbito da presente tese, envolveram algumas análises exploratórias, sobre as quais interessa apresentar algumas considerações.

Os resultados da regressão linear e da modelação com equações estruturais sugerem que a Experiência Profissional influencia positivamente a Performance da tarefa de simulação (tabelas IV-2.19 e 2.21), mas esta variável não parece ter impacto na Semelhança dos Modelos Mentais. As variáveis de controlo consideradas na experiência: idade dos participantes, tempo da tarefa e experiência em simulação, não mostraram efeitos significantes na semelhança do modelo mental nem na performance.

Estes resultados sugerem que, na óptica dos ciclos de aprendizagem, a Experiência Profissional não afecta a efectividade do ciclo de construção dos modelos mentais dos participantes, mas influencia a performance, nomeadamente afectando a eficiência do ciclo operacional ou de decisão heurística. Efectivamente, a variável Experiência Profissional distingue os profissionais da Galp Energia dos estudantes do ISCTE, o que significa que, em média, os participantes do ISCTE “aproveitaram” em menor grau, a sua compreensão (modelos mentais) sobre o sistema simulado.

Diversas explicações possíveis podem ser apontadas para este comportamento observado. A Experiência Profissional poderá conferir uma maior capacidade de simulação do modelos mentais, conduzindo a inferências mais precisas sobre o comportamento futuro do sistema; ou seja, a partir de um mesmo modelo mental, participantes com experiência profissional conseguem inferir mais precisamente o comportamento futuro do sistema. Uma outra explicação consiste em a Experiência Profissional conferir uma maior eficiência no processo de decisão operacional, ou seja, esta variável afecta a capacidade dos participantes de corrigir com precisão os desvios detectados face aos objectivos.

A variância da variável Performance foi explicada pela Semelhança dos Modelos Mentais, mas uma parte ficou por explicar. Os resultados da análise exploratória anteriormente mencionados, revelaram que algumas variáveis influenciavam a Performance, mas não influenciavam a Semelhança dos Modelos Mentais. Isto sugere que, na óptica dos ciclos de aprendizagem (Doyle et al, 2001), existem variáveis que não influenciam a construção dos

modelos mentais, mas influenciam a forma como os decisores usam os seus modelos mentais, e/ou influenciam a eficiência da decisão operacional ou heurística. Consequentemente, trabalhos futuros poderiam desenvolver estudos empíricos que investigassem o impacto de variáveis sobre a Performance mediante a mediação dos conceitos: Construção do Modelo Mental, Simulação de Modelo Mental e Eficiência da Decisão Operacional.

## **Anexo A1 – Estudo Empírico 2 – Variáveis e Equações do modelo de simulação**

Neste anexo, são apresentadas as variáveis e as equações do modelo do estudo empírico 2 no formato de dinâmica de sistemas, tal como codificadas no software Powersim versão Studio Expert 2003 (<http://www.powersim.com>).

$$\% \text{ Empregados Call Center} = 75\%$$

Unidade: %

Significado: Percentagem dos em empregados da empresa que trabalham no call center

$$\text{Admissão Empregados} = \text{'Taxa Anual Admissão'} * (\text{'Empregados Especializados'} + \text{'Empregados Obsoletos'})/1\langle\langle\text{yr}\rangle\rangle$$

Unidade: Emp/dia

Significado: Nº de empregados que diariamente são admitidos na empresa

$$\text{Amortização Dívida} = \text{IF} (\text{'Rácio Endividamento'} > \text{'Objectivo RE'}; \text{MIN}(\text{MAX}(\text{Cash} - \text{'Nível Máximo Cash'}; 0\langle\langle\text{EUR}\rangle\rangle); \text{Dívida} - \text{'Capital Próprio'} * \text{'Objectivo RE'}); 0 \langle\langle\text{EUR}\rangle\rangle) / \text{TIMESTEP}$$

Unidade: Euros/dia

Significado: Valor pago para redução da dívida. Este valor é condicionado pelo objectivo de rácio de endividamento e pela disponibilidade de tesouraria.

$$\text{Amortização Formação} = \text{'Outro Capital'} / \text{'Tempo Amortização Formação'}$$

Unidade: Euros/dia

Significado: Amortização dos investimentos em formação

$$\text{Amortização Infra-estrutura} = \text{'Capital Infra-estrutura'} / \text{'Tempo Amortização Infra-estrutura'}$$

Unidade: Euros/dia

Significado: Depreciação física dos investimentos efectuados na infra-estrutura de comunicação.

$$\text{Amortização TI} = \text{'Capital Tecnologia de Informação'} / \text{'Tempo Amortização TI'}$$

Unidade: Euros/dia

Significado: Depreciação física dos investimentos efectuados em tecnologias de informação de suporte às actividades.

*Angariação Clientes* = 'Novos Utilizadores'\*'Quota Mercado'

Unidade: Clientes/dia

Significado: Número de clientes captados diariamente pela empresa.

*Atraso da Acção dos Clientes* = GRAPH('Taxa de Retenção'; 0;0,1; {1;6,9;29,6;62,02;118,4;180;239,18;297,17;330,41;353,10;360//Min:0;Max:360//}<<da>>)

Unidade: dia

Significado: Assume-se que os clientes levam, em média, x dias para responderem a variações no nível de satisfação.

*Benchmark Custo Formação: 2000*

Unidade: Euros/Empregado/ano

Significado: O “benchmark” corresponde a despendir 2,000€ por ano no treino de cada empregado, aproximadamente 5% do vencimento anual de 40,000€.

*Benchmark Invest Anual em TI por Empregado CC: 15.000*

Unidade: Euros/ano

Significado: Esta variável corresponde ao standard da industria para investimento anual em tecnologias de informação por empregado, proporcionando um nível de serviço de 100%.

*Benchmark Nível Serviço: 1.200*

Unidade: Clientes/empregado

Significado: O “benchmark” do nível serviço em termos do número de clientes por empregado que corresponde a um nível de serviços de 100%.

*Capac Diária de Construção Disponível* = ('Capacidade Anual de Construção dos Fornecedores' \* 'Quota Mercado' )

Unidade: Estações/dia

Significado: O número de estações de comunicação que a empresa pode montar por dia.

*Capacidade Anual de Construção dos Fornecedores* = 'Capacidade Anual Inicial dos Fornecedores' + 'Crescimento dos Fornecedores devido à Procura da Empresa' + 'Crescimento dos Fornecedores devido à Procura Global'

Unidade: Estações/ano

Significado: O número de estações de comunicação que o conjunto de fornecedores da região, consegue montar por ano.

*Capacidade Anual Inicial dos Fornecedores*: 3.000

Unidade: Estações/ano

Significado: O número inicial de estações de comunicação que os fornecedores existentes podem instalar por ano.

*Capacidade Diária da Rede* = 'Estações de Comunicação' \* 'Capacidade Dária por Estação'

Unidade: Minutos/dia

Significado: A capacidade diária de comunicação proporcionada pela infra-estrutura da empresa

*Capacidade Dária por Estação* = 8333,3

Unidade: Minutos/dia

Significado: Capacidade média de comunicação de cada estação, em minutos por dia

*Capacidade em Progresso (Stock)*: 0 (valor inicial)

Unidade: Estações

Significado: Número de estações de comunicação encomendadas aos fornecedores, cuja entrega se aguarda.

*Capacidade Encomendada* = ('Invest Anual Estações Comunicação') / 'Custo Médio por Estação'

Unidade: Estações/dia

Significado: Número de estações de comunicação encomendadas por dia.

*Capacidade Utilizada* = 'Utilização Total Diária' / 'Capacidade Diária da Rede'

Unidade: %

Significado: Proporção da capacidade da rede que está sendo utilizada, em média, por dia.

*Capital Empregue* = 'Capital Tecnologia de Informação'+ 'Capital Infra-estrutura'+ 'Outro Capital'

Unidade: Euros

Significado: Capital empregue em tecnologias de informação, infra-estrutura de comunicação e formação.

*Capital Infra-estrutura* (Stock) = 600.000.000 (valor inicial)

Unidade: Euros

Significado: Valor do capital empregue na infra-estrutura de comunicação

*Capital Próprio*: 600.000.000 (valor constante)

Unidade: Euros

*Capital Tecnologia de Informação* (Stock) = 20.000.000 (valor inicial)

Unidade: Euros

Significado: Valor do capital empregue em tecnologias de informação

*Cash* (Stock) = 50.000.000 (valor inicial)

Unidade: Euros

Significado: Valor da disponibilidade da tesouraria

*Clientes* (Stock) = 1.200.000 (valor inicial)

Unidade: Clientes

Significado: Base de clientes da empresa

*Clientes por Empregado CC* = IF ('Empregados Especializados'>1<<Emp>>; Clientes/ ('Empregados Especializados'\*% Empregados Call Center');4000<<Cli/Emp>>)

Unidade: Clientes/Empregado

Significado: O número de clientes por cada empregado do call center. Se existir menos de um empregado, para evitar a ocorrência de infinito, é estabelecido o valor de 4.000.

*Cobertura da Rede* = 'Estações de Comunicação' / 'Nº de Estações para 100% Cobertura'

Unidade: %

Significado: Esta função é baseada na cobertura ideal de 4.000 estações por 6 milhões de clientes.

$Construção\ de\ Estações = MIN ('Capacidade\ em\ Progresso'/1\langle\langle da \rangle\rangle; 'Capac\ Diária\ de\ Construção\ Disponível')$

Unidade: Estações/dia

Significado: Número diário de construção de estações de comunicação.

$Crescimento\ dos\ Fornecedores\ devido\ à\ Procura\ da\ Empresa = DELAYINF('Capacidade\ em\ Progresso'; 'Tempo\ de\ Resposta\ de\ Crescimento\ dos\ Fornecedores'; 3; 'Capacidade\ em\ Progresso')/1\langle\langle yr \rangle\rangle$

Unidade: Estações/ano

Significado: O crescimento dos fornecedores é baseado na resposta à procura da empresa.

$Crescimento\ dos\ Fornecedores\ devido\ à\ Procura\ Global = (População/2000\langle\langle Cli * yr / BS \rangle\rangle - 'Capacidade\ Anual\ Inicial\ dos\ Fornecedores') * (1 - 'Quota\ Mercado')$

Unidade: Estações/ano

Significado: Crescimento da base de fornecedores, como resposta à procura global do mercado.

$Custo\ Anual\ Formação\ (decisão) = 3.400.000$  (valor inicialmente sugerido)

Unidade: Euros/ano

Significado: Orçamento anual para formação e treino

$Custo\ Capital = 'Capital\ Empregue' * WACC$

Unidade: Euros/dia

Significado: Custo de utilização do capital.

$Custo\ do\ Capital\ Próprio = 20$

Unidade: %/ano

Significado: Taxa do custo do capital próprio

$Custo\ do\ Passivo = GRAPH('Rácio\ Endividamento'; 0; 1; \{0,06;0,063;0,07;0,08;0,09;0,101; 0,117;0,135;0,149;0,16;0,165//Min:0;Max:0.2//\}) * 100\langle\langle \% / yr \rangle\rangle$

Unidade: %/ano

Significado: Taxa do custo do capital alheio

$Custo\ Formação\ por\ Empregado = 'Custo\ Anual\ Formação' / ('Empregados\ Especializados' + 'Empregados\ Obsoletos' + 1 \llcorner Emp \gg)$

Unidade: Euros/Empregado/ano

Significado: O valor investido para treino por empregado

$Custo\ Médio\ por\ Estação = 300000$  (valor constante)

Unidade: Euros/Estação

$Custo\ Promoção = Clientes * ('Promoção\ Equip\ por\ Cliente')$

Unidade: Euros/dia

Significado: Custo diário das promoções em equipamento.

$Custo\ RH = 'Salário\ Base' * 'Número\ de\ Empregados'$

Unidade: Euros/dia

Significado: Custo com salários dos empregados

$Custo\ Técnico\ Operação\ Estação = 3$

Unidade: %/ano

Significado: Custo unitário de manutenção técnica, em proporção ao valor investido na infraestrutura de comunicação

$Custos\ Adm - \% Rec = 25$

Unidade: %

Significado: Custos administrativos medidos em percentagem das receitas

$Custos\ Administrativos = Receitas * 'Custos\ Adm - \% Rec'$

Unidade: Euros/dia

Significado: Custos diários administrativos

$Custos\ Operacionais = 'Custos\ Administrativos' + 'Custo\ RH' + 'Outros\ Custos\ Operacionais' + 'Custo\ Promoção'$

Unidade: Euros/dia

$Custos\ Totais = 'Custos\ Operacionais'+'Amortização\ Infra-estrutura'+'Amortização\ TI'+'Amortização\ Formação'$

Unidade: Euros/dia

$Desactivação\ de\ Estações = 'Estações\ de\ Comunicação' / ('Tempo\ Útil\ da\ Estação')$

Unidade: Estações/dia

Significado: Número de estações comunicação retiradas por dia.

$Desactivação\ de\ TISS = 'Tecnologia\ de\ Informação\ de\ Suporte\ aos\ Serviços' / ('Tempo\ Útil\ da\ TISS')$

Unidade: Euros/dia

Significado: Valor correspondente às funcionalidades de tecnologias de informação que são descontinuadas por dia.

$Dívida\ (stock) = 700.000.000\ (valor\ inicial)$

Unidade: Euros

$EBIT = Receitas - 'Custos\ Totais'$

Unidade: Euros/dia

$Efectividade\ de\ Formação = 'Custo\ Formação\ por\ Empregado' / 'Benchmark\ Custo\ Formação'$

Unidade: %

Significado: Comparação do custo de formação de um empregado com o valor médio de referência da indústria.

$Empregados\ Especializados\ (stock) = 1.500\ (valor\ inicial)$

Unidade: Empregados

$Empregados\ Obsoletos\ (stock) = 200\ (valor\ inicial)$

Unidade: Empregados

$Empréstimo = \text{MAX}((\text{'Nível Mínimo Cash'} - \text{Cash}) / \text{TIMESTEP} - \text{'Entrada Cash'} + \text{'Saída Cash'};$   
 $0 \llcorner \text{EUR/da} \gg)$

Unidade: Euro/dia

Significado: Fundos que entram na empresa provenientes de empréstimos.

$Endividamento = \text{Empréstimo}$

Unidade: Euro/dia

$Entrada \text{ Cash} = \text{Receitas}$

Unidade: Euro/dia

Significado: Entradas de fundos

$Estações \text{ de Comunicação (stock)} = 2.000$  (valor inicial)

Unidade: Estações

$EVA = \text{Receitas} - \text{'Custos Totais'} - \text{'Juros e Impostos'} - \text{'Custo Capital'}$

Unidade: Euro/dia

Significado: Valor económico adicionado em cada dia.

$EVA \text{ Acumulado (stock)} = 0$  (valor inicial)

Unidade: Euro

Significado: Valor económico acumulado

$Formação = \text{MIN}(\text{'Efectividade de Formação'} * (\text{'Empregados Obsoletos'}) / 1 \llcorner \text{yr} \gg;$   
 $\text{'Empregados Obsoletos'} / \text{TIMESTEP})$

Unidade: Empregados/dia

Significado: O número de empregados obsoletos que são diariamente treinados.

$Imposto = 40\%$

Unidade: %

Significado: Taxa anual de imposto sobre lucros

$Invest \text{ Anual Estações Comunicação (decisão)} = 328.500.000$  (valor inicialmente sugerido)

Unidade: Euro/ano

*Invest Anual TI de Suporte Serviços* (decisão) = 6.375.000 (valor inicialmente sugerido)

Unidade: Euros/ano

*Investimento Anual na Infra-estrutura Básica* = 'Invest Anual Estações Comunicação'\*  
'Relação Invest Infraestrutura Básica - Invest Estações'

Unidade: Euros/ano

*Investimento em Formação* = 'Custo Anual Formação'

Unidade: Euros/dia

*Investimento em Infra-estrutura* = ('Invest Anual Estações Comunicação'+ 'Investimento Anual na Infra-estrutura Básica')

Unidade: Euros/dia

*Investimento em TI* = 'Invest Anual TI de Suporte Serviços'

Unidade: Euros/dia

*Investimento em TISS* = 'Invest Anual TI de Suporte Serviços'

Unidade: Euros/dia

*Investimento TI por Empregado CC* = 'Tecnologia de Informação de Suporte aos Serviços' /  
(('Numero de Empregados' + 1<<Emp>>) \* '% Empregados Call Center')

Unidade: Euros/Empregado

*Juros* = Dívida \* 'Custo do Passivo'

Unidade: Euros/dia

*Juros e Impostos* = IF((Receitas - 'Custos Totais'-Juros)>0<<'K Eur'/da>>;(Receitas - 'Custos Totais'-Juros) \* Imposto;0<<'K Eur'/da>>)

Unidade: Euros/dia

*Novos Utilizadores* = (População-DELAYINF(População;1<<da>>;1;População))/1<<da>>

Unidade: Clientes/dia

Significado: Novos utilizadores que entram no mercado.

$Numero\ de\ Empregados = 'Empregados\ Obsoletos' + 'Empregados\ Especializados'$

Unidade: Empregados

$N^{\circ}\ de\ Estações\ para\ 100\%\ Cobertura = 4000 \llcorner BS \gg * MAX(1; População / 6000000 \llcorner Cli \gg)$

Unidade: Estações

Significado: Novos utilizadores que entram no mercado.

$Nível\ Máximo\ Cash = 50.000.000$

Unidade: Euros

Significado: Valor máximo de liquidez/ tesouraria

$Nível\ Mínimo\ Cash = 20.000.000$

Unidade: Euros

Significado: Valor mínimo de liquidez/ tesouraria para cumprimento das obrigações financeiras de curto prazo

$Nível\ Serviço\ RH = GRAPH('Clientes\ por\ Empregado\ CC' / 'Benchmark\ Nível\ Serviço'; 0 \llcorner Cli / Emp \gg; 1 \llcorner Cli / Emp \gg; \{ 1,5; 1; 0,5; 0 // Min: 0; Max: 2 // \})$

Unidade: %

Significado: O nível de serviço proporcionado pelos empregados do call center, é função do nível de serviço médio de referência na indústria.

$Nível\ TI = GRAPH('Investimento\ TI\ por\ Empregado\ CC' / 'Benchmark\ Invest\ Anual\ em\ TI\ por\ Empregado\ CC'; 0; 0,25; \{ 0; 0,25; 0,5; 0,75; 1; 1,16; 1,2; 1,2; 1,2 // Min: 0; Max: 2 // \})$

Unidade: %

Significado: O nível de suporte das Tecnologias de Informação é obtido através de uma função gráfica da relação entre o investimento da empresa em TI o valor de referência na indústria.

$Objectivo\ RE: = 100\%$

Unidade: %

Significado: O objectivo em termos de rácio de endividamento

$Obsolescência = \text{'Empregados Especializados'} * \text{'Taxa de Mudança de Tecnologia'} / 1 \llbracket \text{yr} \rrbracket$

Unidade: Empregados/ dia

Significado: O número dos empregados que diariamente se tornam obsoletos, devido à mudança de tecnologia.

$Outro\ Capital\ (stock) = 5.000.000$  (valor inicial)

Unidade: Euros

Significado: Capital empregue na formação do pessoal

$Outros\ Custos\ Operacionais = \text{'Estações de Comunicação'} * \text{'Custo Médio por Estação'} * \text{'Custo Técnico Operação Estação'}$

Unidade: Euros/dia

Significado: Custo diário de manutenção da infra-estrutura de comunicação

$Perda\ Clientes = Clientes * \text{MAX}(1 - \text{'Taxa de Retenção'}; 0) / \text{'Atraso da Acção dos Clientes'}$

Unidade: Clientes/dia

$População = \text{GRAPH}(\text{TIME} - \text{STARTTIME}); 0 \llbracket \text{da} \rrbracket; 360 \llbracket \text{da} \rrbracket; \{ 6000000; 6600000; 7200000; 7800000; 8400000; 9000000; 9600000; 10200000 // \text{Min}: 6000000; \text{Max}: 11000000 // \}$   
 $\llbracket \text{Cli} \rrbracket$ )

Unidade: Clientes

$Preço\ Médio\ Mensal = 50$  (valor constante)

Unidade: Euros/mês/cliente

Significado: Receita media mensal por cliente

$Promoção\ Equip\ por\ Cliente = 100$

Unidade: Euros/ano/cliente

Significado: Valor médio anual por cliente, despendido em ofertas de telemóveis

$Qualidade\ da\ Rede = \text{GRAPH}(\text{'Capacidade Utilizada'}; 0; 0,1; \{ 1; 0,98; 0,96; 0,93; 0,91; 0,885; 0,85; 0,8; 0,738; 0,635; 0,5 // \text{Min}: 0,5; \text{Max}: 1; \text{Zoom} // \})$

*Qualidade Percebida das Comunicações* = ('Cobertura da Rede' ^ (1/2)) \* ('Qualidade da Rede' ^ (1/2))

*Quota Mercado* = Clientes/População

Unidade: %

*Receitas* = Clientes \* 'Preço Médio Mensal'

Unidade: Euros/dia

*Recuperação de Clientes* = (População - Clientes) \* MAX ('Taxa de Retenção' - 1; 0) / 'Atraso da Acção dos Clientes'

Unidade: Cliente/dia

*Relação Invest Infraestrutura Básica - Invest Estações* = 1/3

Significado: Relação entre os investimentos na infra-estrutura básica e os investimentos na infra-estrutura de comunicação.

*Rendimento Mensal do Cliente Disponível* = 50

Unidade: Euros/mês/cliente

Significado: Consiste no valor que o cliente está disposto a gastar mensalmente neste serviço

*Rácio Endividamento* = Dívida/'Capital Próprio'

*Salário Base* = 40.000 (valor constante)

Unidade: Euros/ano/empregado

*Satisfação Clientes Concorrência* = GRAPH((TIME-STARTTIME);0<<da>>;2520<<da>>;{0,9;0,95//Min:0.8;Max:1//})

Significado: Esta função traduz o nível de satisfação proporcionado pela concorrência. Nota: 2520 é o número de dias que corresponde ao período de 7 anos de simulação.

*Satisfação do Cliente* = (('Qualidade Percebida das Comunicações' ^ (1/2)) \* ('Serviço ao Cliente Percebido' ^ (1/2))) \* 'Rendimento Mensal do Cliente Disponível' / 'Preço Médio Mensal'

$Saída\ Cash = 'Investimento\ em\ TI' + 'Investimento\ em\ Infra-estrutura' + 'Juros\ e\ Impostos' + 'Custos\ Operacionais' + 'Investimento\ em\ Formação' + 'Amortização\ Dívida'$

Unidade: Euros/dia

$Saída\ de\ Emp\ Especializados = IF('Empregados\ Especializados' > 500 \llcorner Emp \gg; 'Empregados\ Especializados' * ('Taxa\ Anual\ Saída' + 'Taxa\ Anual\ Demissão') / 1 \llcorner yr \gg; MIN(1500 \llcorner Emp \gg * ('Taxa\ Anual\ Saída' + 'Taxa\ Anual\ Demissão') / 1 \llcorner yr \gg; 'Empregados\ Especializados' / TIMESTEP)$

Unidade: Empregado/dia

$Saída\ de\ Emp\ Obsoletos = IF('Empregados\ Especializados' > 50 \llcorner Emp \gg; 'Empregados\ Obsoletos' * ('Taxa\ Anual\ Saída' + 'Taxa\ Anual\ Demissão') / 1 \llcorner yr \gg; 'Empregados\ Obsoletos' / TIMESTEP)$

Unidade: Empregado/dia

$Serviço\ ao\ Cliente\ Percebido = ('Nível\ Serviço\ RH' * 'Nível\ TI') ^ (0,5)$

$Taxa\ Anual\ Admissão\ (decisão) = 0,2$  (valor sugerido inicialmente)

$Taxa\ Anual\ Demissão\ (decisão) = 0$  (valor sugerido inicialmente)

$Taxa\ Anual\ Saída = GRAPH('Nível\ Serviço\ RH'; 0; 0,1; \{ 1; 0,92; 0,84; 0,76; 0,68; 0,6; 0,52; 0,44; 0,36; 0,28; 0,2 // Min: 0; Max: 1 // \})$

Significado: A taxa de saída por iniciativa dos empregados é função do nível de serviço de RH, assumindo uma taxa inicial média de 20%.

$Taxa\ de\ Mudança\ de\ Tecnologia = 0,5$

Significado: Equivale ao inverso do número de anos para a tecnologia se tornar obsoleta

$Taxa\ de\ Retenção = 'Satisfação\ do\ Cliente' / 'Satisfação\ Clientes\ Concorrência'$

$Tecnologia\ de\ Informação\ de\ Suporte\ aos\ Serviços\ (Stock) = 30.000.000$  (valor inicial)

Unidade: Euros

*Tempo Amortização Formação = 5*

Unidade: Anos

*Tempo Amortização Infra-estrutura = 20*

Unidade: Anos

*Tempo Amortização TI = 10*

Unidade: Anos

*Tempo de Resposta de Crescimento dos Fornecedores = 180*

Unidade: Dias

*Tempo Mínimo de Construção da Estação = 30*

Unidade: Dias

*Tempo Médio de Construção = IF ('Capacidade em Progresso' <> 0<<BS>>; 'Capacidade em Progresso' / ('Construção de Estações' +1<<BS/da>>) + 'Tempo Mínimo de Construção da Estação'; 'Tempo Mínimo de Construção da Estação')*

Unidade: Dias

*Tempo Útil da Estação = 20*

Unidade: Anos

*Tempo Útil da TISS = 5*

Unidade: Anos

*Utilização Média Mensal = 150*

Unidade: Minutos/mês/cliente

Significado: Duração média mensal do serviço utilizado por cada cliente.

*Utilização Total Diária = Clientes \* ('Utilização Média Mensal')*

Unidade: Minutos/dia

$Valor\ Criado = NPV(EVA * TIMESTEP; WACC)$

Unidade: Euro

$WACC = 'Custo\ do\ Capital\ Próprio' * ('Capital\ Próprio' / (Dívida + 'Capital\ Próprio')) + 'Custo\ do\ Passivo' * (1 - Imposto) * (Dívida / (Dívida + 'Capital\ Próprio'))$

Unidade: %/ano

## Anexo A2

### Estudo Empírico 2 – Guia da Experiência dos Tratamentos A e B

## **SIMULAÇÃO DA GESTÃO DA EMPRESA WIRELESS**

Caro participante,

Agradeço a sua disponibilidade e interesse para colaborar nesta experiência baseada em simulação. O seu contributo é extremamente importante para a presente pesquisa.

Esta experiência insere-se numa pesquisa que estou desenvolvendo no âmbito do tema “O Balanced Scorecard como um sistema de suporte à gestão estratégica”.

A sua participação consiste em assumir a função de CEO (Presidente Executivo) na gestão simulada de uma empresa de telecomunicações, ao longo de 7 anos, em que, com uma periodicidade semestral, são tomadas decisões estratégicas de desenvolvimento de recursos.

Os resultados do exercício são e permanecerão anónimos.

Com vista ao cumprimento das condições necessárias a esta pesquisa, muito agradeço que:

- não troque impressões com colegas que estejam também envolvidos neste exercício – este exercício é individual;
- não reproduza a documentação do exercício (caso e questionário);

Muito obrigado

Carlos Capelo

# SIMULAÇÃO DA GESTÃO DA EMPRESA WIRELESS

## GUIA/ QUESTIONÁRIO

Participante XXX

### 1. Dados Pessoais

Idade: \_\_\_\_\_ Sexo (M/F) \_\_\_\_\_ N° anos de Experiência Profissional \_\_\_\_\_

Habilitações base \_\_\_\_\_

Habilitações complementares \_\_\_\_\_

Área funcional em que trabalha actualmente (coloque X)

Marketing	<input type="checkbox"/>
Vendas	<input type="checkbox"/>
Logística/ Operações	<input type="checkbox"/>
Planeamento e Controlo de Gestão	<input type="checkbox"/>
Qualidade	<input type="checkbox"/>
Engenharia	<input type="checkbox"/>
Contabilidade/ Finanças	<input type="checkbox"/>
Sistema de Informação	<input type="checkbox"/>
Produção (Refinação)	<input type="checkbox"/>
Outra:	<input type="checkbox"/>

Já trabalhou numa empresa de telecomunicações ?

Sim	<input type="checkbox"/>
Não:	<input type="checkbox"/>

Tem conhecimentos sobre o sistema de planeamento e controlo “Balanced Scorecard”

Sim	<input type="checkbox"/>
Não:	<input type="checkbox"/>

Já participou em jogos de simulação de gestão ?

Sim	<input type="checkbox"/>
Não:	<input type="checkbox"/>

## 2. Leitura e Estudo do Texto do Caso

Por favor, leia agora atentamente o texto do caso. Registe por favor o tempo que dedicou à leitura e estudo do texto do caso.

Hora de início \_\_\_\_\_

Hora de fim \_\_\_\_\_

Tempo dedicado à leitura do texto do caso \_\_\_\_\_

Você foi contratado como CEO da Wireless.

## 2.1 Introdução da administração da empresa Wireless

Bem vindo à Wireless - telecomunicações móveis. A administração vai dar-lhe uma breve visão do que se pretende para a Wireless nos próximos 7 anos.

O objectivo da administração da empresa Wireless é simples. Maximizar o valor criado. A administração está a contratá-lo devido ao seu elevado conhecimento deste negócio e espera que o aplique para criar valor no curto, médio e longo prazo. Para facilitar o seu trabalho, foi desenvolvido um sistema executivo de controlo de gestão, que lhe proporcionará toda a informação que necessita para maximizar o valor da empresa.

Para criar valor, os recursos desenvolvidos deverão gerar mais receitas do que custos (incluindo o custo do capital). A administração espera que crie valor para a empresa agora e para sempre.

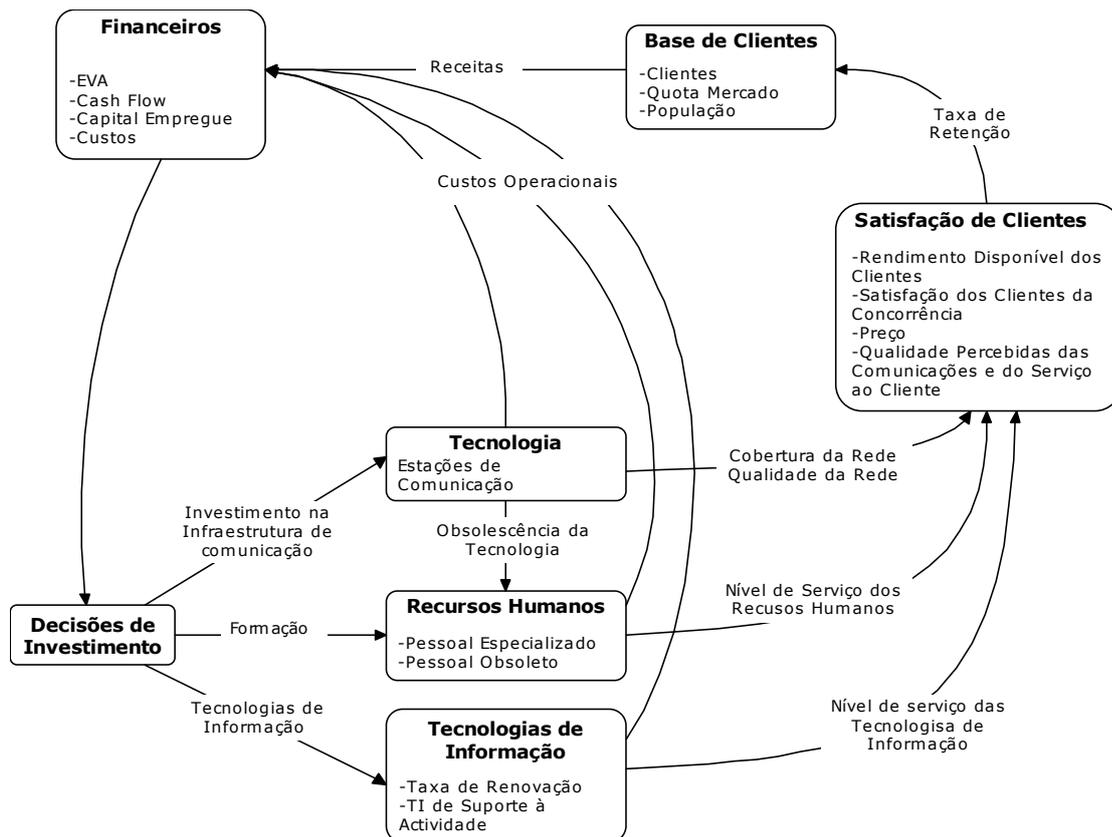
Recentemente tivemos um grupo de consultores a trabalhar na empresa para identificar os componentes e relações essenciais do ciclo de negócio. O diagrama contendo as componentes externas e internas da cadeia do negócio, está representado e descrito no ponto seguinte.

## 2.2 Relatório dos Consultores

O diagrama seguinte descreve o ciclo de negócio da Wireless, em termos gerais, para os componentes internos e externos da cadeia de valor.

### 2.2.1 Componentes externas

Seguindo a lógica da cadeia de valor externa, na componente de Satisfação dos Clientes, a empresa fornece serviços a clientes por um determinado preço. O cliente opta por continuar com a empresa, se estiver satisfeito com o serviço relativamente ao preço pago.



A medida da satisfação dos clientes considera a competitividade da oferta ao mercado de serviços de telecomunicações móveis e o rendimento disponível dos clientes para esses serviços. A satisfação é medida como uma função utilidade do preço pago para determinados níveis de qualidade de chamadas e de serviço ao cliente.

Assume-se que a procura por serviços de telemóvel continua em forte crescimento, mantendo-se constante o rendimento disponível dos clientes para este tipo de serviços. A componente Base de Clientes é afectada pela satisfação dos clientes, dado que esta influencia o movimento de clientes entre a empresa e seus concorrentes.

### 2.2.2 Componentes internas

Seguindo a lógica da cadeia de valor interna, a componente Financeiros toma as receitas dos clientes e custos operacionais dos recursos internos e calcula os indicadores financeiros.

A componente Decisões de Investimento aplica decisões de afectação de capital à infraestrutura tecnológica, formação de recursos humanos e tecnologia de informação de suporte às actividades.

Na componente Tecnologia, fornecedores adicionam estações à infraestrutura de comunicação da empresa, proporcionando os níveis de cobertura e de qualidade da rede.

A componente Recursos Humanos descreve a dinâmica dos recursos humanos especializados, decorrente da sua admissão, demissão e despedimento, e da formação e obsolescência por mudança de tecnologia.

A componente Tecnologias de Informação considera a dinâmica dos sistemas de informação que suportam os “contact center” e actividades de gestão da empresa.

## 2.3 Apresentação das áreas funcionais

### 2.3.1 Finanças

A nossa missão, na direcção financeira, é proporcionar-lhe informação precisa sobre os fluxos financeiros da empresa. Como pode ver nas tabelas seguintes, a empresa tem tido uma boa performance. Para continuar a satisfazer os nossos accionistas, precisamos que promova o crescimento das receitas com custos otimizados.

	Últimos 12 meses	Varição em relação aos 12 meses anteriores
Receitas	705.041.453 euros	+ 10%
Custos Operacionais	325.770.932 euros	+ 25%

A estrutura de capital encontra-se em boas condições, conforme tabela seguinte:

	Últimos 12 meses	Varição em relação aos 12 meses anteriores
Capitais Próprios	600.000.000 euros	+ 10%
Passivo	700.000.000 euros	+ 25%
WACC	11 %	+ 20%
Capital Empregue	625.000.000 euros	+ 14%
Caixa	50.000.000 euros	+ 5%

### 2.3.2 Marketing

O objectivo da direcção de marketing é aumentar a taxa de penetração no mercado. Para atingir rapidamente os objectivos de penetração, precisamos da sua orientação para nos focalizarmos num elevado e contínuo nível de serviço ao cliente e numa cobertura mais elevada.

Os peritos desta indústria estimam um forte e contínuo crescimento da procura, dos actuais 6 milhões de clientes na região para cerca de 10 milhões nos próximos 7 anos. Com base na nossa contabilidade de clientes, preparámos a seguinte informação:

	Últimos 12 meses	Varição em relação aos 12 meses anteriores
Número de Clientes	1.200.000	+ 0%
Quota de Mercado	20%	- 5%
Receita anual média por cliente	600 euros	+ 5%

Recentemente, encomendámos um estudo de mercado sobre a satisfação dos clientes. Nós obtivemos uma taxa de 0,79, abaixo da média do mercado que é 0,90. O estudo de mercado indica que somos fortes no serviço ao cliente através do nosso contact center, mas a nossa cobertura de rede é deficiente. Os clientes queixam-se que é difícil obter uma chamada e que estas abortam frequentemente.

### 2.3.3 Recursos Humanos

Na direcção de recursos humanos, esforçamo-nos por assegurar empregados, em número adequado, motivados e com as competências necessárias, para assim se garantir um nível elevado de serviço aos nossos clientes. Precisamos a sua orientação para apostar fortemente na contratação e formação de pessoal, para atingirmos os nossos objectivos.

	Últimos 12 meses	Varição em relação aos 12 meses anteriores
Número de Empregados	1.700	+ 8%
Orçamento de Formação	3.400.000 euros	- 10%

No último ano, crescemos em número de empregados, mas reduzimos o nível de formação.

Um estudo recente sobre esta indústria, estima que no futuro próximo, devido à aceleração da mudança de tecnologia e a limitações do mercado de trabalho, será mais difícil manter os empregados tecnologicamente actualizados e contratar pessoas com as competências necessárias.

### 2.3.4 Operações

A missão da direcção de operações é proporcionar uma excelente qualidade de serviço para os clientes com a mais eficiente infraestrutura. Para atingir este objectivo, precisamos investir fortemente na infraestrutura de comunicação.

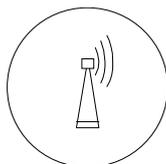
Nós crescemos rapidamente, mas ainda não conseguimos acompanhar o crescimento da base de clientes. Nós também temos investido intensamente nas tecnologias de informação para assegurar a informação necessária às diversas actividades ao longo da cadeia do negócio.

	Últimos 12 meses	Varição em relação aos 12 meses anteriores
Estações comunicação	2.000	0%
Tempo para construir estações	30 dias	+ 3%
Cobertura da rede	0,50	+ 20%
Qualidade da rede	0,92	0%

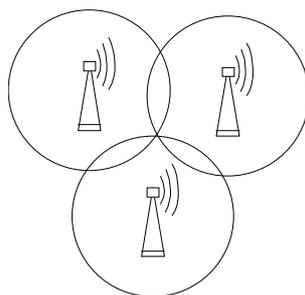
Segundo um estudo recente dos nossos fornecedores, devido ao nosso crescimento, estima-se que iremos em breve ultrapassar a capacidade dos nossos fornecedores, conduzindo a um aumento do tempo necessário para a construção das estações de comunicação.

### 2.3.4.1 Descrição breve da rede de comunicações celular

Embora existam diferentes tecnologias, todas as redes celulares têm a mesma estrutura de base. Uma célula, consistindo numa estação (antena) com um certo raio de cobertura, representa uma unidade básica da rede celular. A figura seguinte ilustra uma célula com a estação no centro e uma região circular de cobertura.



Cada célula tem uma capacidade máxima medida em canais. O número de canais determina o número de ligações telefónicas que podem ser mantidas simultaneamente na região de cobertura da estação de comunicação. Para aumentar a cobertura e capacidade, a Wireless constrói uma rede de células conforme esquema da figura seguinte.



Uma rede celular é construída em fases mediante a adição de mais células para aumentar a cobertura e a capacidade de comunicação na região. A implantação de cada célula exige a instalação de uma estação de comunicação. Se as equipas de instaladores estão disponíveis, a implantação de uma nova célula demora 30 dias e custa 300.000 euros.

### **3. Instruções para Execução e Remoção da Aplicação de Simulação**

#### **3.1 Execução da Aplicação de Simulação**

- Situe-se na pasta do seu PC onde foram instalados os ficheiros da aplicação de simulação
- Clicar no ficheiro “Jogo”
  
- Para encerrar a sessão, clicar no botão (X) para fechar a janela. Uma janela pergunta se quer guardar – clicar para guardar.

#### **3.2 Envio do Ficheiro com os Resultados da Simulação**

Após a simulação, por favor, envie o ficheiro excel “histórico a/b.xls” para o meu mail box (carlos capelo) com a indicação do nº de participante.

#### **3.3 Remoção**

Após a simulação, desinstalar o programa através das seguintes intruções:

- Clicar em PsStudio - Surge uma janela com a indicação “Preparing to Install....”. Não clicar em “Cancel”.
- Surge uma janela com a indicação “Welcome to the InstallShield Wizard....”, clicar em Next.
- Surge uma janela com a indicação “Program Maintenance”. Clicar em “Remove”. Clicar em Next.
- Surge uma janela com a indicação “Remove the Program ....”. Clicar em “Remove”.
- Surge uma janela com a indicação “InstallShield Wizard Completed ....”, clicar em “Finish”.

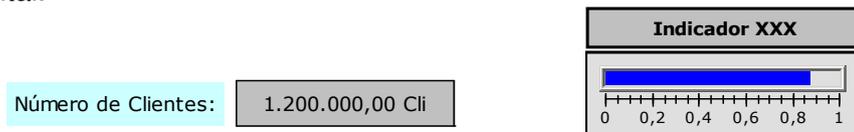
## 4. Instruções para Utilização do Simulador

As instruções seguintes facilitarão a interação com o sistema executivo de controlo de gestão, desenhado especificamente para apoiá-lo na gestão da Wireless.

### 4.1 Painel de Controlo

Caso necessite de esclarecimentos sobre as variáveis, no painel de controlo, se clicar em [Descrição das variáveis](#), verá uma listagem com a descrição das variáveis utilizadas no sistema executivo de controlo de gestão. Clique [voltar ao Painel de Controlo](#) para voltar para o painel de controlo.

Os números indicados no painel de controlo representam os valores actuais dos indicadores de performance. Alguns indicadores são apresentados na forma de gráfico de barra horizontal.



Os indicadores são apresentados como uma periodicidade semestral no painel de controlo. A evolução contínua pode ser observada nos gráficos com a evolução histórica dos indicadores.

### 4.2 Histórico dos indicadores

Se clicar em [Gráficos com Evolução dos Indicadores](#), acederá a gráficos com a evolução histórica dos indicadores. Clique [voltar ao Painel de Controlo](#) para voltar para o painel de controlo.

Cada gráfico apresenta a evolução dum conjunto de indicadores. No lado direito de cada gráfico encontra-se uma legenda com as designações reduzidas de cada curva e respectiva cor.

No topo do gráfico são indicadas as variáveis correspondentes às curvas, assim como a escala utilizada.

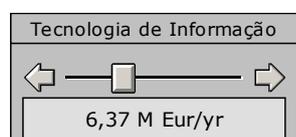
Como exemplo, no gráfico seguinte a curva azul CL designa a variável “clientes”, sendo a escala utilizada de 0 a 5 milhões clientes; a curva verde NE designa a variável “número de empregados”, sendo a escala utilizada de 0 a 10.000 empregados;



### 4.3 Decisões de afectação de recursos

As decisões de desenvolvimento dos recursos estratégicos do negócio, são tomadas com uma periodicidade semestral, com efeitos para o semestre seguinte.

Os valores correspondentes às decisões podem ser introduzidos de 3 formas:



- clicando nas setas da esquerda ou direita, respectivamente para reduzir ou aumentar o valor;
- clicando no botão do “slider” e, sem largar, deslizar para a esquerda ou para a direita, respectivamente para reduzir ou aumentar o valor.
- Introduzindo o valor no rectângulo por baixo do “slider”.

### 4.4. Simulação

Após analisados os indicadores e, ponderadas e tomadas as decisões de desenvolvimento de recursos, clique no botão ► que está situado no topo esquerdo do écran.

A simulação da gestão da Wireless irá processar-se de forma contínua durante os 6 meses seguintes. Na parte de baixo do écran, no lado direito, é apresentada a data de simulação, assim como uma barra que representa o tempo já simulado. Quando a data de 31-12-2010 é atingida, o simulador fica impedido de avançar no tempo.

## 5. Sessão Experimental de Simulação

O simulador será corrido em 2 sessões, uma experimental e outra definitiva. Cada sessão de simulação envolverá 14 decisões, correspondentes a um período de 7 anos, de 01-01-2004 a 31-12-2010.

Na primeira sessão experimental, o simulador é corrido ao longo de 7 anos para permitir uma aprendizagem efectiva sobre a sua utilização. Atingida a data de 31-12-2010, o simulador fica impedido de avançar no tempo. Clique |◀◀ (à esquerda do botão ▶), para retomar a situação inicial correspondente a 01-01-2004.

Nesta sessão experimental, aproveite para se familiarizar com a utilização do simulador, nomeadamente os comandos e as informações disponíveis.

Por favor registe o tempo de dedicou à simulação experimental.

Tempo de simulação experimental \_\_\_\_\_

## 6. Sessão Definitiva de Simulação

Agora deverá correr a sessão de simulação definitiva. Nesta sessão, quando a data 31-12-2010 é atingida, o simulador fica impedido de avançar ou recuar no tempo.

**ATENÇÃO:** O simulador, ao longo da sessão, vai exportando dados de certas variáveis para um ficheiro Excel – “histórico a/b”. Por favor, não elimine nem modifique este ficheiro, o qual agradeço que me envie por email com a indicação do número de participante.

Antes de correr a simulação no início dos anos 1, 3, 5 e 7, por favor preencha as fichas seguintes que correspondem à descrição da sua estratégia para o negócio da Wireless.

Por favor registe o tempo de dedicou à simulação definitiva.

Tempo de simulação definitiva \_\_\_\_\_

## 7. Descrição da Estratégia

Por favor, para a evolução de cada um dos conceitos, coloque um X no número que melhor corresponde ao seu desejo em termos da evolução da empresa para os próximos 2 anos.

### 7.1 Início Ano 1

Evolução da base de clientes 1 - crescimento muito abaixo do mercado 5 - crescimento proporcional ao mercado 9 - crescimento muito acima do mercado	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Evolução do nível de qualidade das comunicações 1 – reduzir por depreciação da infraestrutura existente 5 – manter 9 – aumentar à taxa máxima admissível	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Evolução do nº de empregados especializados 1 - reduzir bastante 5 – manter nível 9 – aumentar bastante	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Evolução do nível serviço de suporte ao cliente 1 - reduzir bastante 5 – manter 9 – aumentar bastante	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Evolução dos resultados 1 – muito negativos 5 – nulos 9 – muito positivos	1 2 3 4 5 6 7 8 9

## 7.2 Início Ano 3

Evolução da base de clientes 1 - crescimento muito abaixo do mercado 5 - crescimento proporcional ao mercado 9 - crescimento muito acima do mercado	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Evolução do nível de qualidade das comunicações 1 – reduzir por depreciação da infraestrutura existente 5 – manter 9 – aumentar à taxa máxima admissível	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Evolução do nº de empregados especializados 1 - reduzir bastante 5 – manter nível 9 – aumentar bastante	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Evolução do nível serviço de suporte ao cliente 1 - reduzir bastante 5 – manter 9 – aumentar bastante	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Evolução dos resultados 1 – muito negativos 5 – nulos 9 – muito positivos	1 2 3 4 5 6 7 8 9

### 7.3 Início Ano 5

<p>Evolução da base de clientes</p> <p>1 - crescimento muito abaixo do mercado</p> <p>5 - crescimento proporcional ao mercado</p> <p>9 - crescimento muito acima do mercado</p>	<p>1 2 3 4 5 6 7 8 9</p>
<p>Evolução do nível de qualidade das comunicações</p> <p>1 – reduzir por depreciação da infraestrutura existente</p> <p>5 – manter</p> <p>9 – aumentar à taxa máxima admissível</p>	<p>1 2 3 4 5 6 7 8 9</p>
<p>Evolução do nº de empregados especializados</p> <p>1 - reduzir bastante</p> <p>5 – manter nível</p> <p>9 – aumentar bastante</p>	<p>1 2 3 4 5 6 7 8 9</p>
<p>Evolução do nível serviço de suporte ao cliente</p> <p>1 - reduzir bastante</p> <p>5 – manter</p> <p>9 – aumentar bastante</p>	<p>1 2 3 4 5 6 7 8 9</p>
<p>Evolução dos resultados</p> <p>1 – muito negativos</p> <p>5 – nulos</p> <p>9 – muito positivos</p>	<p>1 2 3 4 5 6 7 8 9</p>

## 7.4 Início Ano 7

<p>Evolução da base de clientes</p> <p>1 - crescimento muito abaixo do mercado</p> <p>5 - crescimento proporcional ao mercado</p> <p>9 - crescimento muito acima do mercado</p>	<p>1 2 3 4 5 6 7 8 9</p>
<p>Evolução do nível de qualidade das comunicações</p> <p>1 – reduzir por depreciação da infraestrutura existente</p> <p>5 – manter</p> <p>9 – aumentar à taxa máxima admissível</p>	<p>1 2 3 4 5 6 7 8 9</p>
<p>Evolução do nº de empregados especializados</p> <p>1 - reduzir bastante</p> <p>5 – manter nível</p> <p>9 – aumentar bastante</p>	<p>1 2 3 4 5 6 7 8 9</p>
<p>Evolução do nível serviço de suporte ao cliente</p> <p>1 - reduzir bastante</p> <p>5 – manter</p> <p>9 – aumentar bastante</p>	<p>1 2 3 4 5 6 7 8 9</p>
<p>Evolução dos resultados</p> <p>1 – muito negativos</p> <p>5 – nulos</p> <p>9 – muito positivos</p>	<p>1 2 3 4 5 6 7 8 9</p>

## 8. Questionário sobre a Compreensão do Negócio da Wireless

Por favor, indique-nos agora, a sua percepção sobre o grau de relacionamento entre alguns conceitos do negócio da Wireless.

Os conceitos cujo relacionamento pedimos para analisar são:

- Custo do capital
- Custos totais de operação
- Dispêndio anual em formação e treino de RH
- Investimento anual em estações de comunicação
- Investimento anual em tecnologias de informação
- Nível de tecnologia de informação
- Nº de empregados especializados
- Nº de estações de comunicação
- Qualidade percebida das comunicações
- Receitas
- Satisfação do cliente
- Serviço de suporte ao cliente percebido
- Taxa anual de admissão de empregados
- Valor económico criado

Caso seja necessário, poderá consultar uma descrição complementar dos conceitos no anexo a este questionário.

Para cada par de conceitos, agradecemos que indique o grau de relacionamento ou causalidade entre os dois conceitos.

Para fazer este tipo de julgamento, deve-se procurar identificar o grau de causalidade entre os conceitos. Por exemplo, dois conceitos poderão estar relacionados porque um deles parece ser consequência do outro (relação causa-efeito), parecem estar associados a

realizações comuns ou porque frequentemente ocorrem em simultâneo (estão correlacionados).

Cada par de variáveis é apresentado com uma escala de relacionamento. Por favor indique o seu julgamento quanto ao grau de relacionamento entre as variáveis de cada par. Se sente que as variáveis não estão relacionadas, seleccione “1”. Se sente que as variáveis são fortemente relacionadas, seleccione “9”. Pode pensar nestes números como pontos extremos ao longo duma escala de relacionamento.

Por favor, baseie a sua resposta na sua primeira impressão sobre o relacionamento das variáveis

Por favor registre a hora de início e fim do preenchimento deste questionário

Hora de início \_\_\_\_\_  
Hora de fim \_\_\_\_\_  
Tempo de preenchimento \_\_\_\_\_

Nível de tecnologia de informação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Valor económico criado	
Satisfação do cliente	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Dispêndio anual em formação e treino de RH	
Qualidade percebida das comunicações	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Serviço de suporte ao cliente percebido	
Taxa anual de admissão de empregados	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Nº de empregados especializados	
Satisfação do cliente	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Nº de estações de comunicação	
Custos totais de operação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Nível de tecnologia de informação	
Investimento anual em tecnologias de informação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Nº de estações de comunicação	
Serviço de suporte ao cliente percebido	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Nº de estações de comunicação	
Investimento anual em estações de comunicação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Dispêndio anual em formação e treino de RH	
Taxa anual de admissão de empregados	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Nível de tecnologia de informação	
Qualidade percebida das comunicações	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Nível de tecnologia de informação	
Nível de tecnologia de informação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Satisfação do cliente	
Nível de tecnologia de informação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Investimento anual em tecnologias de informação	
Nº de estações de comunicação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Nível de tecnologia de informação	
Nº de estações de comunicação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Custo do Capital	
Satisfação do cliente	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Valor económico criado	

Nº de estações de comunicação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Custos totais de operação	
Qualidade percebida das comunicações	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Investimento anual em estações de comunicação	
Qualidade percebida das comunicações	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Satisfação do cliente	
Qualidade percebida das comunicações	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Taxa anual de admissão de empregados	
Receitas	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Investimento anual em estações de comunicação	
Custo do Capital	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Investimento anual em tecnologias de informação	
Custos totais de operação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Taxa anual de admissão de empregados	
Custos totais de operação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Receitas	
Custos totais de operação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Investimento anual em tecnologias de informação	
Nº de empregados especializados	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Investimento anual em estações de comunicação	
Taxa anual de admissão de empregados	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Custo de Capital	
Taxa anual de admissão de empregados	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Satisfação do cliente	
Nº de empregados especializados	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Custo de Capital	
Receitas	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Qualidade percebida das comunicações	
Taxa anual de admissão de empregados	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Investimento anual em estações de comunicação	
Valor económico criado	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Dispêndio anual em formação e treino de RH	
Taxa anual de admissão de empregados	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Receitas	

Valor económico criado	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Nº de empregados especializados	
Serviço de suporte ao cliente percebido	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Custos totais de operação	
Custo do capital	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Receitas	
Serviço de suporte ao cliente percebido	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Taxa anual de admissão de empregados	
Qualidade percebida das comunicações	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Dispêndio anual em formação e treino de RH	
Valor económico criado	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Custos totais de operação	
Receitas	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Nível de tecnologia de informação	
Nível de tecnologia de informação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Dispêndio anual em formação e treino de RH	
Nível de tecnologia de informação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Investimento anual em estações de comunicação	
Nº de empregados especializados	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Dispêndio anual em formação e treino de RH	
Nº de estações de comunicação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Dispêndio anual em formação e treino de RH	
Satisfação do cliente	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Investimento anual em tecnologias de informação	
Nº de empregados especializados	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Nº de estações de comunicação	
Serviço de suporte ao cliente percebido	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Investimento anual em tecnologias de informação	
Taxa anual de admissão de empregados	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Dispêndio anual em formação e treino de RH	
Custos totais de operação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Dispêndio anual em formação e treino de RH	
Receitas	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Dispêndio anual em formação e treino de RH	

Valor económico criado	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Investimento anual em estações de comunicação	
Nº de empregados especializados	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Investimento anual em tecnologias de informação	
Satisfação do cliente	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Investimento anual em estações de comunicação	
Custos totais de operação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Investimento anual em estações de comunicação	
Taxa anual de admissão de empregados	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Investimento anual em tecnologias de informação	
Taxa anual de admissão de empregados	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Valor económico criado	
Serviço de suporte ao cliente percebido	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Receitas	
Nº de empregados especializados	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Satisfação do cliente	
Serviço de suporte ao cliente percebido	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Investimento anual em estações de comunicação	
Nº de empregados especializados	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Receitas	
Custo do capital	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Valor económico criado	
Serviço de suporte ao cliente percebido	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Dispêndio anual em formação e treino de RH	
Qualidade percebida das comunicações	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Custo do capital	
Nº de empregados especializados	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Nível de tecnologia de informação	
Investimento anual em tecnologias de informação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Dispêndio anual em formação e treino de RH	
Investimento anual em estações de comunicação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Custo do capital	
Investimento anual em tecnologias de informação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Qualidade percebida das comunicações	

Serviço de suporte ao cliente percebido	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Valor económico criado	
Custo do capital	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Dispêndio anual em formação e treino de RH	
Nº de estações de comunicação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Valor económico criado	
Serviço de suporte ao cliente percebido	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Custo do capital	
Custos totais de operação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Qualidade percebida das comunicações	
Valor económico criado	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Qualidade percebida das comunicações	
Nº de estações de comunicação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Taxa anual de admissão de empregados	
Custos totais de operação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Satisfação do cliente	
Custos totais de operação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Custo do capital	
Nº de estações de comunicação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Receitas	
Custo de capital	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Nível de tecnologia de informação	
Investimento anual em estações de comunicação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Investimento anual em tecnologias de informação	
Investimento anual em tecnologias de informação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Valor económico criado	
Serviço de suporte ao cliente percebido	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Satisfação do cliente	
Nº de empregados especializados	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Qualidade percebida das comunicações	
Receitas	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Satisfação do cliente	
Nº de estações de comunicação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Investimento anual em estações de comunicação	

Nº de empregados especializados	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Custos totais de operação	
Investimento anual em tecnologias de informação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Receitas	
Serviço de suporte ao cliente percebido	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Nível de tecnologia de informação	
Nº de estações de comunicação	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Qualidade percebida das comunicações	
Custo do capital	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Satisfação do cliente	
Serviço de suporte ao cliente percebido	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Nº de empregados especializados	
Receitas	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Valor económico criado	

## **ANEXO – Descrição dos conceitos**

Custo do Capital: Custo do capital empregue da Wireless = capital empregue líquido X taxa do custo médio do capital da Wireless (WACC).

Custos totais de operação: Custos totais da operação da Wireless.

Dispêndio anual em formação e treino de RH: Investimento anual em formação e treino, para converter empregados obsoletos em empregados especializados. Note que este dispêndio é considerado investimento.

Investimento anual em estações de comunicação: Investimento anual na construção de estações de comunicação.

Investimento anual em tecnologias de informação: Investimento anual em tecnologias de informação para suporte do serviço ao cliente.

Nível de tecnologia de informação: Indica em que medida os assistentes do call center têm um acesso efectivo à informação necessária para resolver os assuntos dos clientes.

Nº de empregados especializados: Número de empregados com as especializações relevantes para prestarem um serviço de suporte adequado aos clientes.

Nº de estações de comunicação: Número de estações de comunicação que constituem a infraestrutura da Wireless.

Qualidade percebida das comunicações: Medida que reflecte a percepção dos clientes quanto à cobertura da rede (regiões em que existe acesso ao serviço) e à qualidade da rede (dificuldade em comunicar e manter comunicação, nível de ruído).

Receitas: Vendas dos serviços telefónicos.

Satisfação dos Cliente: Nível de satisfação média dos clientes da Wireless.

Serviço de suporte ao cliente percebido: Mede a percepção do cliente sobre a qualidade do serviço de suporte da Wireless. Em que medida os assistentes do call center são atenciosos, úteis, e conhecedores dos assuntos colocados pelos clientes e têm um acesso efectivo à informação necessária para resolver os assuntos.

Taxa anual de admissão de empregados: Percentagem dos empregados que são admitidos anualmente.

Valor económico criado: Equivale ao “EVA - Economic Value Added” que mede o lucro económico diário = resultados líquidos sem consideração dos encargos financeiros - custo do capital empregue.

## Anexo A3

### Estudo Empírico 2 – Guia da Experiência do Tratamento C

**0** - Carta de apresentação idêntica à carta do guia dos tratamentos A/B.

### **1. Dados Pessoais**

Questionário inicial idêntico ao questionário apresentado do nº 1 do guia dos tratamentos A/B.

### **2. Leitura e Estudo do Texto do Caso**

Texto do caso idêntico ao apresentado no nº 2 do guia dos tratamentos A/B.

### **3. Questionário sobre a Compreensão Inicial do Negócio da Wireless**

Questionário sobre a compreensão inicial do negócio - idêntico ao questionário final apresentado no nº 8 do guia dos tratamentos A/B.

### **4. Geração do Diagrama Causal sobre o Negócio da Wireless**

Por favor, entregue-me o questionário anterior. Com base no questionário, eu vou construir o diagrama causal que reflecte a sua percepção inicial sobre o negócio da Wireless.

Por favor, aguarde que lhe seja entregue o diagrama causal para passar às fases seguintes do exercício. Note que o diagrama causal contém as relações causais directas entre os conceitos tratados.

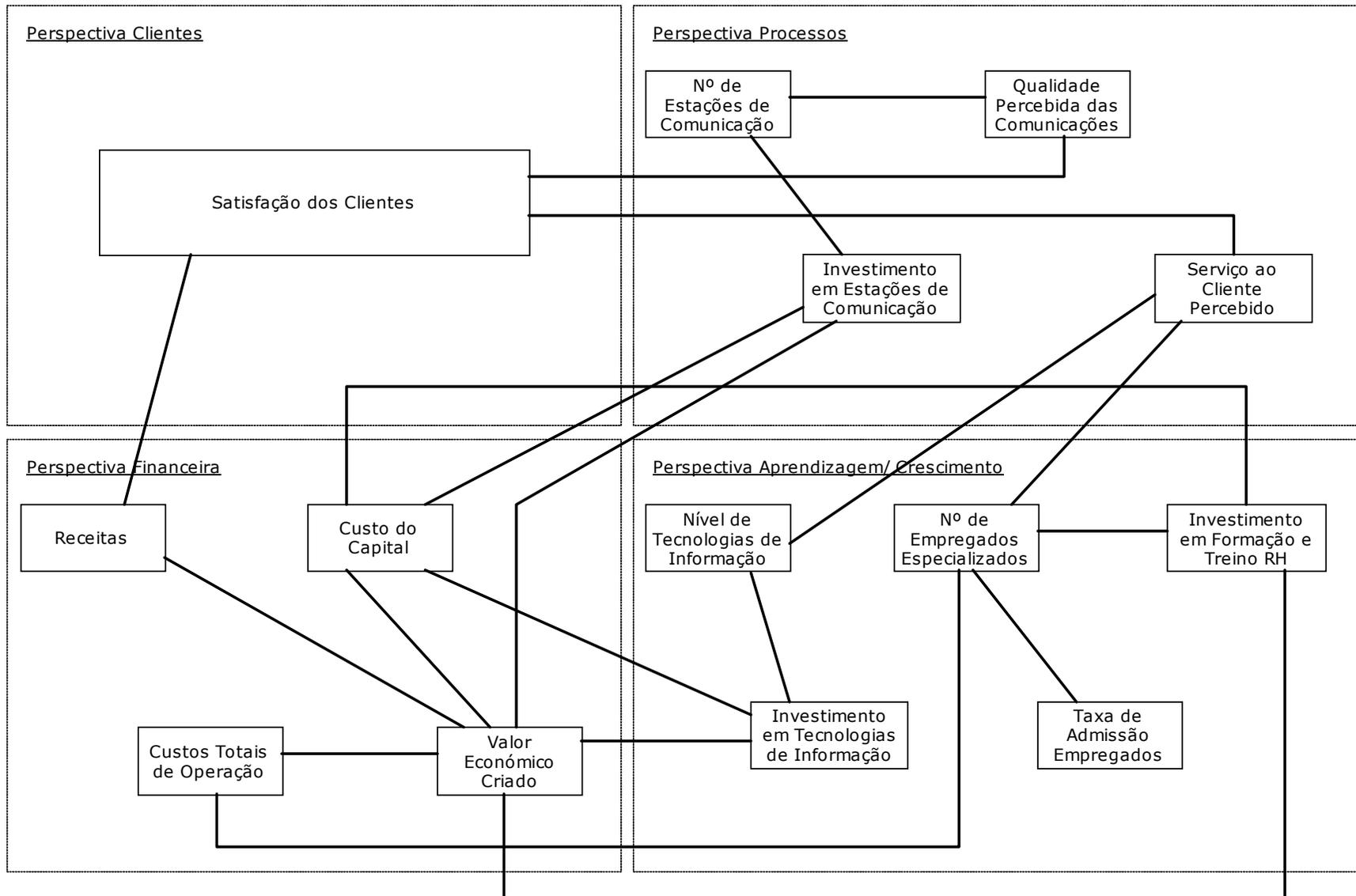
O diagrama causal será entregue em 3 tipos de fichas

Ficha 1 – Diagrama correspondente à percepção inicial do negócio da Wireless

Ficha 2 – Fichas para Revisão do diagrama ao longo da simulação

Ficha 3 – Ficha para desenho do diagrama correspondente à percepção final (no fim da simulação)

Participante XX - Diagrama Causal Correspondente à Percepção Inicial do Negócio da Wireless



Participante XX - Ficha de Revisão do Diagrama Causal Correspondente à Percepção do Negócio da Wireless

Perspectiva Clientes

Satisfação dos Clientes

Perspectiva Processos

Nº de Estações de Comunicação

Qualidade Percebida das Comunicações

Investimento em Estações de Comunicação

Serviço ao Cliente Percebido

Perspectiva Financeira

Receitas

Custo do Capital

Custos Totais de Operação

Valor Económico Criado

Perspectiva Aprendizagem/ Crescimento

Nível de Tecnologias de Informação

Nº de Empregados Especializados

Investimento em Formação e Treino RH

Investimento em Tecnologias de Informação

Taxa de Admissão Empregados

## **5. Instruções para Execução e Remoção da Aplicação de Simulação**

Conteúdo idêntico ao nº 3 do guia dos tratamentos A/B

## **6. Instruções para Utilização do Simulador**

Conteúdo idêntico ao nº 4 do guia dos tratamentos A/B

## **7. Sessão Experimental de Simulação**

Conteúdo idêntico ao nº 5 do guia dos tratamentos A/B

## **8. Sessão Definitiva de Simulação**

Agora deverá correr a sessão de simulação definitiva. Nesta sessão, quando a data 31-12-2010 é atingida, o simulador fica impedido de avançar ou recuar no tempo.

**ATENÇÃO 1:** Antes de correr a simulação no início dos anos 1, 3, 5 e 7, por favor preencha as fichas seguintes (cap. 9) que correspondem à descrição da sua estratégia para o negócio da Wireless.

**ATENÇÃO 2:** Antes de correr a simulação no início dos anos ano 1, 3, 5 e 7 e no final da simulação (fim do ano 7), por favor reveja o diagrama causal sobre o negócio da Wireless. Para isto, caso o diagrama não corresponda à sua percepção, por favor introduza ou elimine ligações entre os conceitos, nas fichas correspondentes.

**ATENÇÃO 3:** O simulador, ao longo da sessão, vai exportando dados de certas variáveis para um ficheiro Excel – “histórico a/b”. Por favor, não elimine nem modifique este ficheiro, o qual agradeço que me envie por email com a indicação do número de participante.

Por favor registre o tempo de dedicou à simulação definitiva: \_\_\_\_\_

## 9. Descrição da Estratégia

Por favor, para a evolução de cada um dos conceitos, coloque um X no número que melhor corresponde ao seu desejo em termos da evolução da empresa para os próximos 2 anos.

**Nota: Por favor, não se esqueça de rever o diagrama causal**

### 9.1 Início Ano 1

Evolução da base de clientes 1 - crescimento muito abaixo do mercado 5 - crescimento proporcional ao mercado 9 - crescimento muito acima do mercado	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Evolução do nível de qualidade das comunicações 1 – reduzir por depreciação da infraestrutura existente 5 – manter 9 – aumentar à taxa máxima admissível	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Evolução do nº de empregados especializados 1 - reduzir bastante 5 – manter nível 9 – aumentar bastante	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Evolução do nível serviço de suporte ao cliente 1 - reduzir bastante 5 – manter 9 – aumentar bastante	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Evolução dos resultados 1 – muito negativos 5 – nulos 9 – muito positivos	1 2 3 4 5 6 7 8 9

**Nota: Se não reviu o diagrama causal, por favor faça-o agora**

**Nota: Por favor, não se esqueça de rever o diagrama causal**

### 9.2 Início Ano 3

Evolução da base de clientes 1 - crescimento muito abaixo do mercado 5 - crescimento proporcional ao mercado 9 - crescimento muito acima do mercado	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Evolução do nível de qualidade das comunicações 1 – reduzir por depreciação da infraestrutura existente 5 – manter 9 – aumentar à taxa máxima admissível	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Evolução do nº de empregados especializados 1 - reduzir bastante 5 – manter nível 9 – aumentar bastante	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Evolução do nível serviço de suporte ao cliente 1 - reduzir bastante 5 – manter 9 – aumentar bastante	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Evolução dos resultados 1 – muito negativos 5 – nulos 9 – muito positivos	1 2 3 4 5 6 7 8 9

**Nota: Se não reviu o diagrama causal, por favor faça-o agora**

**Nota: Por favor, não se esqueça de rever o diagrama causal**

### 9.3 Início Ano 5

Evolução da base de clientes 1 - crescimento muito abaixo do mercado 5 - crescimento proporcional ao mercado 9 - crescimento muito acima do mercado	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Evolução do nível de qualidade das comunicações 1 – reduzir por depreciação da infraestrutura existente 5 – manter 9 – aumentar à taxa máxima admissível	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Evolução do nº de empregados especializados 1 - reduzir bastante 5 – manter nível 9 – aumentar bastante	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Evolução do nível serviço de suporte ao cliente 1 - reduzir bastante 5 – manter 9 – aumentar bastante	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Evolução dos resultados 1 – muito negativos 5 – nulos 9 – muito positivos	1 2 3 4 5 6 7 8 9

**Nota: Se não reviu o diagrama causal, por favor faça-o agora**

## 9.4 Início Ano 7

**Nota: Por favor, não se esqueça de rever o diagrama causal**

Evolução da base de clientes 1 - crescimento muito abaixo do mercado 5 - crescimento proporcional ao mercado 9 - crescimento muito acima do mercado	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Evolução do nível de qualidade das comunicações 1 – reduzir por depreciação da infraestrutura existente 5 – manter 9 – aumentar à taxa máxima admissível	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Evolução do nº de empregados especializados 1 - reduzir bastante 5 – manter nível 9 – aumentar bastante	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Evolução do nível serviço de suporte ao cliente 1 - reduzir bastante 5 – manter 9 – aumentar bastante	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Evolução dos resultados 1 – muito negativos 5 – nulos 9 – muito positivos	1 2 3 4 5 6 7 8 9

**Nota: Por favor, não se esqueça de desenhar o diagrama causal no final da simulação, correspondente à percepção final do negócio**

Participante XX - Diagrama Causal Correspondente à Percepção Final do Negócio da Wireless

Perspectiva Clientes

Satisfação dos Clientes

Perspectiva Processos

Nº de Estações de Comunicação

Qualidade Percebida das Comunicações

Investimento em Estações de Comunicação

Serviço ao Cliente Percebido

Perspectiva Financeira

Receitas

Custo do Capital

Custos Totais de Operação

Valor Económico Criado

Perspectiva Aprendizagem/ Crescimento

Nível de Tecnologias de Informação

Nº de Empregados Especializados

Investimento em Formação e Treino RH

Investimento em Tecnologias de Informação

Taxa de Admissão Empregados

## Referências Bibliográficas

- ACKOFF, R. 1973. Science in the systems age: Beyond IE, OR and MS. *Operations Research*, 21(3), 661–671.
- ACKOFF, R., 1974. *General System Theory and Systems Research*. John Wiley & Sons.
- ACKOFF, R., 1987. *The Art of Problem Solving*. John Wiley & Sons.
- ACKOFF, R. e J. Gharajedaghi, 1985. Toward systemic education of systems scientists, *Systems Research*, 2(1), 21–27.
- AKKERMANS, Henk e Kim van Oorschot, 2005. Relevance assumed: a case study of balanced scorecard development using system dynamics. *Journal of the Operational Research Society*, 56, 8, 931-941.
- AMIT, R. e P. Schoemaker, 1993. Strategic assets and organizational rent. *Strategic Management Journal*, 14, 38-46.
- ARGYRIS, C. 1985. *Strategy, Change and Defensive Routines*, Pitman
- ARGYRIS, C. 1999. *On Organizational Learning*. Blackweel Publishing.
- ARMENIA, S., R. Onori e A. Bertini, 2004. Bathtub Dynamics at the Tor Vergata University in Rome, Italy. *Proceedings of the 22th International Conference of the System Dynamics Society*, Oxford, England.
- ATKINSON, A., R. Balakrishnan, P. Booth, J. M. Cole, T. Groot, T. Malmi, H. Roberts, E. Uliana e A. Wu, 1997. New directions in management accounting research. *Journal of Management Accounting Research* (9), 79-108.
- BAKKEN, B., J. Gould e D. Kim, 1994. Experimentation and Learning Organizations: A Management Flight Simulator Approach. Em: J. Morecroft e J. Sterman, 1994. *Modelling for Learning Organizations*. Portland, Productivity Press.
- BANKER, R., G. Pottere D. Srinivasan, 2000. An empirical investigation of an incentive plan that includes nonfinancial performance measures. *Accounting Review* 75 (1), 65–92.
- BARLAS, Y. 1989. Multiple Tests for Validation of System Dynamics Type of Simulation Models. *European Journal of Operational Research*, 42, 59-87.
- BARNEY, J., 1991. Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, 17, 1, 99-120.
- BARNEY, J., M. Wright e D. Ketchen, 2001. The resource-based view of the firm: Ten years after 1991, *Journal of Management* 27, 625–641.
- BRAAM, G. e E. Nijssen, 2004. Performance Effects of Using the Balanced Scorecard: a Note on the Dutch Experience. *Long Range Planning*, 37, 335-349.

- BELLINGER, Gene, 2004. Mental Model Musings - Systems Thinking - An Operational Perspective of the Universe. Na Net em <http://www.systems-thinking.org>.
- BERTALANFFY, L. v., 1951. An Outline of General System Theory. *Journal of the British Philosophical Society*, 1, 134-165.
- BERTALANFFY, L. v., 1975. Perspectives on General Systems Theory. Braziller. Citada em Bellinger, Gene, 2004. Mental Model Musings. Obtido em <http://www.systems-thinking.org>.
- BESSIRE, D. e C. Baker, 2005. The French Tableau de bord and the American Balanced Scorecard: a critical analysis, *Critical Perspectives on Accounting*, 16, 645–664.
- CAMPBELL, D., S. Kulp e V.G. Narayanan, 2003. Store 24 – Using the Balanced Scorecard as a Control System for Monitoring and Revising Corporate Strategy. *Harvard Business Review*, Feb.
- CAPELO, C. e J. Dias, 2005a. Double Learning and Performance Improvement with the Balanced Scorecard – A Simulation Based Experiment. *Proceedings of the 23th International Conference of the System Dynamics Society*, Boston, USA.
- CAPELO, C. e J. Dias, 2005b. Strategy Lab Experiences: Bathtub Dynamics. *12<sup>th</sup> Annual International Conference on Advances in Management*, Washington, DC, USA.
- CAPELO, C. e J. Dias, 2005c. Systems Thinking Tools in Management: Some Lab Experiences. *6th Systems Science European Congress*, Paris, France
- CARLEY, K., 1997. Extracting Team Mental Models through Textual Analysis. *Journal of Organizational Behaviour*, 18, 533-558.
- CAVALERI, S. e J. Sterman, 1997. Towards Evolution of Systems Thinking Interventions: A Case Study. *System Dynamics Review*, 13, 171-186.
- CAVANA, R. e E. Mares, 2004. Integrating critical thinking and systems thinking: from premises to causal loops, *System Dynamics Review*, 20, 223-235.
- CHECKLAND, P., 1981. *Systems Thinking, Systems Practice*. John Wiley & Sons.
- CHECKLAND, P. e J. Scholes, 1990. *Soft Systems Methodology in Action*. Chichester, John Wiley & Sons.
- CHOWN, E., 1999. Making Predictions in an Uncertain World: Environmental Structure and Cognitive Maps. *Adaptive Behaviour*, 7, 1.
- COOKE, J. e R. Schvaneveldt, 1988. Effects of computer programming experience on network representations of abstract programming concepts: *International Journal of Man-Machine Studies*, 29, 407-427.

- COOKE, J., 1990. Using Pathfinder as a Knowledge Elicitation Tool: Link Interpretation. em R. Schwaneveld: *Pathfinder Associative Networks: Studies in Knowledge Organization*, Norwood, New Jersey, Ablex Publishing, pp 227-239.
- COPELAND, T, T. Koller e J. Murrin, 2000. *Valuation – Measuring and Management the Value of Companies*. John Wiley & Sons.
- COYLE, R.G., 1996. *System Dynamics Modelling: A Practical Approach*. Chapman & Hall.
- CURTO, J. Dias, 2005. Econometria Aplicada. *Material de Apoio do Programa Doutoral em Gestão do ISCTE*.
- CRAIK, K., 1943. *The Nature of Explanation*. Cambridge Univ. Press.
- DAVIDZ, H., D. Nightingale, D. Rhodes, 2004. Enablers, Barriers, and Precursors to Systems Thinking Development: The Urgent Need for More Information. *International Conference on Systems Engineering/INCOSE*, Las Vegas, Nevada, USA.
- DAVIS, S., e T. Albright, 2004. An investigation of the effect of Balanced Scorecard implementation on financial performance. *Management Accounting Research*, 15, 135–153.
- DE GEUS, A., 1988. Planning as Learning, *Harvard Business Review*, Mar-Apr, 70-74.
- DE GEUS, A., 2002. *The Living Company: Habits for Survival in a Turbulent Business Environment*. Boston, MA, Harvard Business School Press.
- DEARHOLT, D., e R. Schwaneveld, 1990. Properties of Pathfinder Networks, em R. Schwaneveld: *Pathfinder Associative Networks: Studies in Knowledge Organization*, Norwood, New Jersey, Ablex Publishing.
- DIEHL, E e J. Sterman, 1995. Effects of Feedback Complexity on Dynamic Decision Making. *Organizational Behaviour and Human Decision Process*, 62 (2), 98-215.
- DIERICKX, I. e K. Cool, 1989. Asset stock accumulation and sustainability of competitive advantage. *Management Science*, 35, 1504-1511.
- DOYLE, J e D. Ford, 1998. Mental Models Concepts for System Dynamics Research. *System Dynamics Review*, 14 (1), 3-29.
- DOYLE, J e D. Ford, 1999. Mental Models Concepts Revisited: Some Clarifications and a Reply to Lane. *System Dynamics Review*, 15 (4), 411-415.
- DOYLE, J., D. Ford, M. Radzicki, e S. Trees, 2001. Mental Models of Dynamic Systems. *Encyclopedia of Life Support Systems*. EOLSS Publishers, September. Disponível em: <http://www.wpi.edu/Academics/Depts/SSPS/Research/Papers/27.pdf>.
- DURSO, F., e K. Coggins, 1990. Graphs in the Social and Psychological Sciences: Empirical Contributions of Pathfinder, em R. Schwaneveld: *Pathfinder Associative Networks: Studies in Knowledge Organization*, Norwood, New Jersey, Ablex Publishing, 31-51.

- EDEN, C., 1989. Using Cognitive Mapping for Strategic Options Development and Analysis (SODA). Em J. Rosenhead ed.. *Rational Analysis for a Problematic World*. John Wiley & Sons.
- EDEN, C., F. Ackermann e S. Cropper, 1992. The Analysis of Causal Maps. *Journal of Management Studies*, 29 (3), 309-324.
- EDEN, C. e F. Ackermann, 1998. *Strategy Making: The journey of Strategic Management*. SAGE.
- EDEN, C. e F. Ackermann, 2004. Using Causal Mapping – Individual and Group, Traditional and New. Em PIDD, M., *Systems Modelling – Theory and Practice*. Chichester, John Wiley & Sons.
- FISHER, M. 2003. Student Performance in The Bathtub and Cash Flow problems. *Proceedings of the 21th International Conference of the System Dynamics Society*, New York, USA.
- FORD, D. e J. Sterman, 1998. Expert knowledge Elicitation to Improve Formal and Mental Models. *System Dynamics Review*, 14 (1), 309-340.
- FORRESTER, J., 1958. Industrial Dynamics: A Major Breakthrough for Decision Makers. *Harvard Business Review* 36, 4, 37-66; em ROBERTS, E. 1999, *Managerial Applications of System Dynamics*. Waltham, MA, Pegasus Communications.
- FORRESTER, J., 1961. *Industrial Dynamics*. Pegasus Communications.
- FORRESTER, J., 1975. Counterintuitive Behavior of Social Systems, em *Collected Papers of Jay W. Forrester* (Wright-Allen Press, Cambridge, MA).
- FORRESTER, J., 1994. System Dynamics, Systems Thinking, and Soft OR. *System Dynamics Review*, 10, (2).
- FORRESTER, J., e P. Senge, 1980. Tests for Building Confidence in System Dynamics Models, em A. Legasto, J. Forrester e J. Lyneis. Vol 14, *System Dynamics*. TIMS Studies in the Management Sciences. New York: NorthHolland.
- FRIGO, M. e K. Krumwiede, 1999. Balanced scorecards: A rising trend in strategic performance measurement. *Journal of Strategic Performance Measurement*, Feb-Mar, 42-48.
- GARY, M.,R. Wood, 2005. Mental Models, Decision Making and Performance in Complex Tasks. *Proceedings of the 23th International Conference of the System Dynamics Society*, Boston, USA.
- GEFEN, D., D. Straub e M. Boudreau, 2000. Structural Equation Modelling and Regression: Guidelines for Research Practice. *Communication Association for Information Systems* 4 (7): 1-77.

- GENTER, D. e A. Stevens (Eds.), 1983. *Mental Models*. Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.
- GHARAJEDAGHI, J., 1999. *Systems Thinking, Managing Chaos and Complexity a Platform for Designing Business Architecture*: Boston, Butterworth Heinemann.
- GHARAJEDAGHI, J., 2004. Systems Methodology - A Holistic Language of Interaction And Design: Seeing Through Chaos and Understanding Complexities. Em <http://www.interactdesign.com>.
- GOLDSMITH, T., e D. Davenport, 1990. Assessing Structural Similarity of Graphs. Em Schvaneveldt, R., *Pathfinder Associative Networks: Studies in Knowledge Organization*. Norwood, NJ: Ablex.P.
- GOLDSMITH, T. e P. Johnson, 1990. A structural assessment of classroom learning Em Schvaneveldt, R., *Pathfinder Associative Networks: Studies in Knowledge Organization*. Norwood, NJ: Ablex.P.
- GOLDSMITH, T., P. Johnson e W. Acton, 1991. Assessing Structural Knowledge. *Journal of Educational Psychology*, 83, (1), 88-96.
- GONZALVO, P., J. Canas, e M. Bajo, 1994. Structural representation in knowledge acquisition. *Journal of Educational Psychology*, 86(4), 601-616.
- GOODMAN, M., 1989. *Study Notes in System Dynamics*. Waltham, MA, Pegasus Communications.
- GROBLER, A., 1999. The Influence of Decision Time on Performance in Use of a Business Simulator. *Proceedings of the 17th International Conference of the System Dynamics Society*, Wellington.
- GROBLER, A., 2000. Methodological Issues of Using Business Simulators in Teaching and Research. *Proceedings of the 18th International Conference of the System Dynamics Society*.
- GROBLER, A, E.Rowette e J. Vennix, 2003. Exploring Rationality with System Dynamics Based Simulators: A Literature Review. *Proceedings of the 21th International Conference of the System Dynamics Society*, New York, USA.
- GROBLER, A., 2004. Don't let history repeat itself-methodological issues concerning the use of simulators in teaching and experimentation, *System Dynamics Review*, 20, 263-274.
- GROBLER, A, P.Milling e G. Winch, 2004. Perspectives on Rationality in System Dynamics – A Workshop Report and Open Research Questions. *System Dynamics Review*, 20 (1), 75-87.
- GUALTIERI, J., J. Fowlkes, e K. Ricci, 1996. Measuring Individual and Team Knowledge Structures for Use in Training. *Training Research Journal*, 4, 117- 141.
- HAIR, J., R.Anderson, R.Tatham e W. Black, 1998. *Multivariate Data Analysis*. Prentice Hall.

- HAMEL, G e A. Heene (eds), 1994. *Competence-Based Competition*. New York, John Wiley.
- HAMMOND, D., 2002. Exploring the Genealogy of Systems Thinking. *Systems Research and Behavioral Science*, 19, 429-439.
- HENDRICKS, K., L. Menor e C. Wiedman, 2004. The Balanced Scorecard: To adopt or not to adopt?, *Ivey Business Journal*, Nov/Dec, 1-7.
- HODGKINSON, P., A. Maule e N.Bown, 2004. Causal Cognitive Mapping in the Organizational Strategy Field: A Comparison of Alternative Elicitation Procedures. *Organizational Research Methods*, 7(1), 3.
- HOQUE, Z, e W. James, 2000. Linking balanced scorecard measures to size and market factors: impact on organizational performance. *Journal of Management Accounting Research* 12(1), 1–15.
- HSIAO, N, e G. Richardson, 1999. In Search of Theories of Dynamic Decision Making: A Literature Review. *Proceedings of the 17th International Conference of the System Dynamics Society*.
- HUFF, A., 1990. *Mapping strategic thought*. New York and Chichester: Wiley.
- ISAACS, W. e P. Senge, 1994. *Overcoming Limits to Learning in Computer-Based Learning Environments*. Em: J. Morecroft e J. Sterman, 1994. *Modelling for Learning Organizations*. Portland, Productivity Press.
- ITTNER, C e D. Larcker, 1998. Innovations in performance measurement: Trends and research implications. *Journal of Management Accounting Research* (10): 205-238.
- ITTNER, C e D. Larcker, 2003. Coming Up Short on Nonfinancial Performance Measurement. *Harvard Business Review*, Nov , 88-95.
- ITTNER, C., D. Larcker e M. Meyer, 2003a. Subjectivity and the Weighting of Performance Measures: Evidence from a Balanced Scorecard. *The Accounting Review*, July, 725-758.
- ITTNER, C., D. Larcker e T. Randall, 2003b. Performance Implications of Strategic Performance Measurement in Financial Services Firms. *Accounting, Organizations and Society*, 28, 715-741.
- JOHNSON-LAIRD, P., 1990. *Mental Models: Towards a Cognitive Science of Language, Inference and Consciousness*. Harvard Univ. Press.
- KAINZ, D. e G. OSSIMITZ, 2002. Can Students Learn Stock-Flow-Thinking?: An Empirical Investigation. *Proceedings of the 20th International Conference of the System Dynamics Society*, Palermo, Italy.
- KAPLAN, R. S, e D. P. Norton, 1992. The Balanced Scorecard – Measures that Drive Performance. *Harvard Business Review*, Jan-Feb, 71-79.

- KAPLAN, R. S, e D. P. Norton, 1996a. *The Balanced Scorecard*. Boston, MA, Harvard Business School Press.
- KAPLAN, R. S, e D. P. Norton, 1996b. Linking the Balanced Scorecard to Strategy. *Californian Management Review*, 39, (1), 53-79.
- KAPLAN, R. S, e D. P. Norton, 1996c. Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System. *Harvard Business Review*, Jan-Feb, 75-85.
- KAPLAN, R. S, e D. P. Norton, 2000. Having Trouble with Your Strategy? Then Map It. *Harvard Business Review*, Sep-Oct, 167-176.
- KAPLAN, R. S, e D. P. Norton, 2001a. *The Strategy-Focused Organization: How Balanced Scorecard Companies Thrive in the New Business Environment*. Boston, MA, Harvard Business School Press.
- KAPLAN, R.S, e D.P. Norton, 2001b. Transforming the Balanced Scorecard from Performance Measurement to Strategic Management: Part I. *Accounting Horizons*, 15, 1, 87-104.
- KAPLAN, R.S, e D.P. Norton, 2001c. Transforming the Balanced Scorecard from Performance Measurement to Strategic Management: Part II. *Accounting Horizons*, 15, 2, 147-160.
- KAPLAN, R. S, e D. P. Norton, 2004a. *Strategy Maps-Converting Intangible Outcomes into Tangible Outcomes*. Boston, MA, Harvard Business School Press.
- KAPLAN, R. S, e D. P. Norton, 2004b. Measuring the Strategic Readiness of Intangible Assets. *Harvard Business Review*, Feb, 52-63.
- KAPMEIER, F. 2004. Findings From Four Years of Bathtub Dynamics at Higher Education Institutions in Stuttgart. *Proceedings of the 22th International Conference of the System Dynamics Society*, Oxford, England.
- KEARNEY, A. e S. Kaplan 1997. Toward A Methodology For The Measurement Of Knowledge Structures Of Ordinary People: The Conceptual Content Cognitive Map. *Environment and Behaviour*, 29, (5), 579.
- KIERAS, D. E, e S. Bovair, 1984. The Role of Mental Model in Learning to Operate a Device. *Cognitive Science*, 8, 255-273.
- LINGLE, J. e W. Schiemann, 1996. From Balanced Scorecard to Strategic Gauges: Is Measurement Worth It ?. *Management Review*, 85(3), 56-61.
- LYNEIS, J., D. Lyneis 2003. Bathtub Dynamics at WPI. *Proceedings of the 21th International Conference of the System Dynamics Society*, New York, USA.
- MAANI, K. e R. Cavana, 2002. *Systems Thinking and Modelling – Understanding Change and Complexity*. Prentice Hall.

- MAANI, K. e V. Maharaj, 2004. Links between systems thinking and complex decision making, *System Dynamics Review*, 20, 21-48.
- MAIER, F. e A. Grobler, 2000. What Are We Talking About?—A Taxonomy of Computer Simulations to Support Learning. *System Dynamics Review*, 16(2), 135–148.
- MAIGA, A. e F. Jacobs, 2003. Balanced Scorecard, Activity-Based Costing And Company Performance: An Empirical Analysis, *Journal of Managerial Issues*, 15, 3, 283-301.
- MALINA, M e F. Selto, 2001. Communicating and controlling strategy: an empirical study of the effectiveness of the balanced scorecard. *Journal of Management Accounting Research*, 13, 47-90.
- MALMI, T., 2001. Balanced Scorecards in Finnish Companies. *Management Accounting Research*, 12, 207-220.
- MATHIEU, J., G. Goodwin, T. Heffner, E. Salas, e J.Cannon-Bowers, 2000. The Influence of Shared Mental Models on Team Process and Performance. *Journal of Applied Psychology* 85, (2), 273-283.
- MATHIEU, J., G. Goodwin, T. Heffner, E. Salas, e J.Cannon-Bowers, 2005. Scaling the quality of teammates' mental models: equifinality and normative comparisons, *Journal of Organizational Behavior*, 26, 37–56.
- MINTZBERG, H., 1994. *The Rise and Fall of Strategic Planning*. Prentice-Hall.
- MOORAJ, S., D. Oyon e D. Hostettler, 1999. The Balanced Scorecard: A Necessary Good or an Unnecessary Evil?. *European Management Journal*, 17, (9), 481-489.
- MORECROFT, J., 2000. Visualising and Simulating Competitive Advantage: A Dynamic Resource-Based View of Strategy. Systems Dynamics Group, London Business School, Working Paper WP0036.
- MORECROFT, J. e J. Sterman, 1994. *Modelling for Learning Organizations*. Portland, Productivity Press.
- MORECROFT, J, R.Sanchez e A.Heene, 2002. *Systems Perspectives on Resources, Capabilities, and Management Process*. Pergamon Press.
- MORECROFT, J, R.Sanchez e A.Heene, 2002. Integrating Systems Thinking and Competence Theory. Em Morecroft, John; R.Sanchez e A.Heene, editores. *Systems Perspectives on Resources, Capabilities, and Management Process*. Pergamon Press, 3-16.
- MORECROFT, John, 2002. Resource Management Under Dynamic Complexity. Em Morecroft, John; R.Sanchez e A.Heene, editores. *Systems Perspectives on Resources, Capabilities, and Management Process*. Pergamon Press, 9-39.
- NIVEN, P.R., 2002. *Balanced Scorecard Step-by-Step: Maximizing Performance and Maintaining Results*. Chichester, John Wiley & Sons.

- NORMAN, D., 1983. Some Observations on Mental Models. Em Genter e Stevens (Eds.), *Mental Models*, Hillsdale, NJ: Erlbaum, 7-14.
- NORREKLIT, H., 2000. The Balance of the Balanced Scorecard: A Critical Analysis of Some of Its Assumptions. *Management Accounting Research*, 11, 1.
- NORREKLIT, H., 2003. The balanced scorecard: What is the score? A rhetorical analysis of the balanced scorecard. *Accounting, Organizations and Society* 28(6), 591-619.
- NORTON, D. P., 2000. Pesquisa apresentada em Balanced Scorecard North American Summit, New Orleans, Sep 27. Citada em Niven, P.R., 2002. *Balanced Scorecard Step-by-Step: Maximizing Performance and Maintaining Results*. Chichester, John Wiley & Sons, pp 29-30.
- O'CONNOR, J., 1997. *The Art of Systems Thinking: Essential Skills for Creativity and Problem Solving*. Thorsons Pub.
- OLVE, N., J. Roy e M. Wetter, 2000. *Performance Drivers: A Practical Guide to Using the Balanced Scorecard*. Chichester, John Wiley & Sons.
- OLVE, N., Carl-Johan Petri, Jan Roy e Sofie Roy, 2003. *Making Scorecards Actionable: Balancing Strategy and Control*. Chichester, John Wiley & Sons,
- OSSIMITZ, G., 2002. Stock-flow thinking and reading stock-flow-related graphs: an empirical investigation in dynamics thinking abilities. *Proceedings of the 20th International Conference of the System Dynamics Society*, Palermo, Italy.
- PAICH, M. e J. Sterman, 1993. Boom, Bust, and Failures to Learn in Experimental Markets. *Management Science*, 39, (12), 1439-1458.
- PALA, O. e J. Vennix, 2005. Effect of system dynamics education on systems thinking inventory task performance. *System Dynamics Review*, 21, 147-172.
- PCKNOT 4.3. Interlink. Disponível em: <http://www.interlinkinc.net>
- PENROSE, E., 1959. *The theory of the growth of the firm*. Oxford University Press, New York.
- PETERAF, M., 1993. The Cornerstones of Competitive Advantage: A Resource Based View. *Strategic Management Journal*, 14, 179-191.
- PINDYCK, R. e D. Rubinfeld, 1985. *Econometric Models and Economic Forecasts*, McGraw-Hill..
- PIDD, M., 2003a. *Computer Simulation in Management Science*. Chichester, John Wiley & Sons.
- PIDD, M., 2003b. *Tools for Thinking – Modelling in Management*. Chichester, John Wiley & Sons.

- PIDD, M., 2004. Complementarity in Systems. Em PIDD, M., *Systems Modelling – Theory and Practice*. Chichester, John Wiley & Sons.
- POWERSIM. Powersim Software AS. <http://www.powersim.com/>
- REIS, E., 2001. *Estatística Multivariada Aplicada*. Lisboa, Edições Sílabo.
- RICHARDSON, G., 1991. *Feedback Thought in Social Science and Systems Theory*. Pegasus Communications.
- RICHMOND, B., 1993. Systems thinking: critical thinking skills for the 1990s and beyond. *System Dynamics Review* 9, 113-33.
- RICHMOND, B., 1997a. The “thinking” in systems thinking: how can we make it easier to master, *The Systems Thinker*, 8(2), 1-5.
- RICHMOND, B., 1997b. Dynamic thinking: a behavioral context. *The Systems Thinker*, 8(6), 6-7.
- RICHMOND, B., 1997c. System-as-cause thinking. *The Systems Thinker* 8(8), 6-7.
- RICHMOND, B., 1997d. Forest thinking. *The Systems Thinker*, 8(10), 6-7.
- RICHMOND, B., 1998. Operational thinking. *The Systems Thinker*, 9(2),6-7.
- RIGBY, D, 2001. Management Tools and Techniques: A Survey. *Californian Management Review*, 43, 2, 139-160.
- RITCHIE-DUNHAM, J. and Hal T. Rabbino, 2001. *Management from Clarity*. Chichester, John Wiley & Sons.
- RITCHIE-DUNHAM, J., 2001. Informing Mental Models for Strategic Decision Making with ERPs and the Balanced Scorecard: A Simulation – Based Experiment. *Proceedings of the 19th International Conference of the System Dynamics Society*, Atlanta, Georgia, USA.
- RITCHIE-DUNHAM, J., 2002. Balanced Scorecards, Mental Models, and Organizational Performance: A Simulation Experiment. *Unpublished PhD Dissertation*, University of Texas at Austin, Austin, USA.
- ROBERTS, E. 1999. *Managerial Applications of System Dynamics*. Waltham, MA, Pegasus Communications.
- ROWE, A.L. e N.J. Cooke, 1995. Measuring Mental Models: Choosing the Right Tools for the Job. *Human Resource Development Quarterly* 6 (3), 243-255.
- ROY, S e J. Roy, 2000. Balanced Scorecard in Dynamic Environment. *Proceedings of the 18th International Conference of the System Dynamics Society*, Bergen, Norway.

- SANCHEZ, R., A. Heene e H. Thomas. (eds), 1996. *Dynamics of Competence-Based Competition*. Oxford –Elsevier.
- SANDT, J., U. Schaeffer e J. Weber, 2001. Balanced performance measurement systems and manager satisfaction - empirical evidence from a German study. *Working Paper WHU - Otto Beisheim Graduate School of Management*.
- SARGENT, R., 2004. Validation and Verifications of Simulations Models. Em R.. Ingalls, M. Rossetti, J. Smith, e B. Peters, eds., *Proceedings of the Winter Simulation Conference*, p17-28.
- SCHVANEVELDT, R., 1990. *Pathfinder Associative Networks: Studies in Knowledge Organization*, Norwood, New Jersey, Ablex Publishing.
- SELTO, F. e m. Malina, 2003a. Casuality in Performance Measurement Models. University of Colorado ad Boulder, WP, Nov.
- SELTO, F. e m. Malina, 2003b. Choice and Change of Measures in Performance Measurement Models. University of Colorado ad Boulder, WP, Nov.
- SENGE, P., 1990. *The Fifth Discipline*. New York, Doubleday.
- SENGE, P., A. Kleiner, C. Roberts, R. Ross e B. Smith, 1994. *The Fifth Discipline Fieldbook*. London, Nicholas Brealey Publishing.
- SENGE, P. e J. Sterman, 1994. Systems Thinking and Organizational Learning. Acting Locally and Thinking Globally in The Organization of The Future. Em Morecroft, J. e J. Sterman, 1994. *Modelling for Learning Organizations*. Portland, Productivity Press, 195-216.
- SIMON, H. 1957. *Models of Man*. New York, Wiley. Obra citada em Senge e al, 1994, p182.
- SIMON, H. 1982. *Models of Bouded Rationality*. MIT Press
- SIMON, H. 1997. *Administrative Behaviour*. 4<sup>a</sup> ed. New York Free Press.
- SPECKBACHER, G., J. Bischof e T. Pfeiffer, 2003. A Descriptive Analysis on the Implementation of Balanced Scorecards in German-speaking Countries. *Management Accounting Research*, 14, 361-387.
- STERMAN, J.D., 1989a. Misperceptions of Feedback in Dynamic Decision Making. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 43(3), 301-335.
- STERMAN, J.D., 1989b. Modelling Managerial Behaviour: Misperceptions of Feedback in a Dynamic Decision Making Experiment. *Management Science*, 35, 321-339.
- STERMAN, J.D., 1994. Learning in and about complex systems. *System Dynamics Review*, 10, 291-330.

- STERMAN, J.D., 2000. *Business Dynamics: System Thinking and Modelling for a Complex World*. New York, Irwin Mcgraw-Hill.
- STERMAN, J. 2001. System Dynamics Modelling: Tools for Learning in a Complex World. *Californian Management Review*, 43, 4, 8-25.
- STERMAN, J. 2002. All models are wrong: reflections on becoming a systems scientist. *System Dynamics Review*, 18 (4), 501-531.
- STIVERS, B. P., T. J. Covin, N. G. Hall e S. W. Smalt, 1998. How nonfinancial performance measures are used. *Management Accounting* (Fev), 44, 46-49.
- STOUT, R., E. Salas e K. Kraiger, 1996. The Role of Trainee Knowledge Structures in Aviation Team Environments, *The International Journal of Aviation Psychology*, 7 (3), 235-350.
- STROHHECKER, J. 2004. Simulation Based Experiments for Testing the Balanced Scorecard's Built-in Performance Improvement Theory. *Proceedings of the 22th International Conference of the System Dynamics Society*, Oxford, England.
- SWEENEY, L. e J. Sterman 2000. Bathtub Dynamics: Initial Results of a Systems Thinking Inventory. *System Dynamics Review*, 16 (2), 249-294.
- TREES, S., J. Doyle, e M. Radzicki, 1996. Using Cognitive Styles Typology to Explain Dynamic Decision Making in a Computer Simulation Game Environment. *International System Dynamics Conference*.
- VAN BOVEN, L., L. Thompson, 2003. A Look into the Mind of the Negotiator: Mental Models in Negotiation. *Group Processes & Intergroup Relations*, 6(4), 387-404.
- VAN ENGERS, T., 2001. Knowledge Management: The Role of Mental Models in Business Systems Design. Tese de Doutorado, Vrije Universiteit Amsterdam.
- VANDENBOSCH, B. and C. Higgins, 1995. Executive Support Systems and Learning: A Model and Empirical Test. *Journal of Management Information Systems*, 12, 2.
- VANDENBOSCH, B. and C. Higgins, 1996. Information Acquisition and Mental Models: An Investigation into the Relationship Between Behaviour and Learning. *Information Systems Research*, 7, 2, 198-214.
- VENNIX, J., 1996. *Group Model Building: Facilitating Team Learning Using System Dynamics*. Chichester, John Wiley & Sons.
- WARREN, Kim, 2002a. *Competitive Strategy Dynamics*. Chichester, John Wiley & Sons.
- WARREN, Kim, 2002b. Operationalising the Impact of Competences on the Performance of Firms' Resource Systems. Em Morecroft, John; R.Sanchez e A.Heene, editores. *Systems Perspectives on Resources, Capabilities, and Management Process*. Pergamon Press, 41-55.

- WARREN, Kim, 2002c. Strategy Performance Dynamics. *British Academy of Management Conference*.
- WARREN, Kim, 2003. Attacking the Communications Challenge for System Dynamics: Bringing Stock Accumulation into the Daylight. *International System Dynamics Conference*.
- WERNERFELT, B., 1984. A resource based view of the firm. *Strategic Management Journal*, 5, 171-180.
- WYMAN, B. e M. Randel, 1998. The Relation of Knowledge Organization to Performance of a Complex Cognitive Task. *Applied Cognitive Psychology*, 12, 251-264.
- YANG, J, 2002. Systems Thinking in Managerial Decision Making. Em Morecroft, John; R.Sanchez e A.Heene, editores. *Systems Perspectives on Resources, Capabilities, and Management Process*. Pergamon Press, 197-214.
- YOUNG, S., 2000. *EVA and Value-Based Management: A Practical Guide to Implementation*. Mcgraw-Hill.
- ZARARA, R. 2003. Bahtub Dynamics in Portlans at SyMFEST. *Proceedings of the 21th International Conference of the System Dynamics Society*, New York, USA.