



UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas



Eficiência e Produtividade no Ensino Superior Público

Tese para obtenção de grau de Doutor em Ciências Sociais na Especialidade
de **Administração Pública**

Doutorando: Modesto Cal Vasquez

Orientador: Professor Doutor João Abreu de Faria Bilhim

Co-orientador: Professor Doutor Ricardo João Magro Ramos Pinto

JÚRI:

Presidente - Reitor da Universidade Técnica de Lisboa

Vogais - Doutor José Manuel Lopes da Silva Moreira, professor catedrático da Universidade de Aveiro;

Doutora Maria Margarida Santos Proença de Almeida, professora catedrática da Escola de Economia e Gestão da Universidade do Minho;

Doutor João Abreu de Faria Bilhim, professor catedrático do Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas da Universidade Técnica de Lisboa;

Doutor Albino Pedro Anjos Lopes, professor catedrático do Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas da Universidade Técnica de Lisboa;

Doutor Ricardo João Magro Ramos Pinto, professor associado do Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas da Universidade Técnica de Lisboa.

**Lisboa
2012**



UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas



Eficiência e Produtividade no Ensino Superior Público

Tese para obtenção de grau de Doutor em Ciências Sociais na Especialidade
de **Administração Pública**

Doutorando: Modesto Cal Vasquez

Orientador: Professor Doutor João Abreu de Faria Bilhim

Co-orientador: Professor Doutor Ricardo João Magro Ramos Pinto

JÚRI:

Presidente - Reitor da Universidade Técnica de Lisboa

Vogais - Doutor José Manuel Lopes da Silva Moreira, professor catedrático da Universidade de Aveiro;

Doutora Maria Margarida Santos Proença de Almeida, professora catedrática da Escola de Economia e Gestão da Universidade do Minho;

Doutor João Abreu de Faria Bilhim, professor catedrático do Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas da Universidade Técnica de Lisboa;

Doutor Albino Pedro Anjos Lopes, professor catedrático do Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas da Universidade Técnica de Lisboa;

Doutor Ricardo João Magro Ramos Pinto, professor associado do Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas da Universidade Técnica de Lisboa.

**Lisboa
2012**

À memória de meu pai

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor João Bilhim, que desde o primeiro momento se mostrou disponível para orientar esta tese. O seu apoio e permanente incentivo à sua conclusão foram determinantes para que este desafio não passasse de uma miragem.

Ao Professor Doutor Ricardo Ramos Pinto co-orientador desta tese e coordenador do grupo de investigação do Projecto de Implementação e Avaliação de Políticas Públicas do ISCSP, em que se integra este estudo. Desde o primeiro momento, a prontidão e qualidade das suas sugestões tornaram mais acessível a elaboração da tese.

Ao Professor Doutor Óscar Soares Barata pela coragem de, em 1982, me ter convidado para docente do ISCSP.

Aos meus colegas, amigos e familiares. Sem eles o caminho teria sido mais agreste.

RESUMO

Nesta investigação foram estudadas as eficiências e as produtividades das instituições portuguesas do ensino superior público: universidades e institutos politécnicos. Na análise consideraram-se oito períodos académicos: 2000-2001 a 2007-2008.

Recorrendo à metodologia *Data Envelopment Analysis (DEA)*, propôs-se uma abordagem que, até à presente data, não foi utilizada para o ensino superior: Analisar a eficiência e a produtividade tendo como base os conceitos de eficiência e super eficiência não radial. Foi também analisado o impacto na eficiência de factores não discricionários. As análises foram efectuadas tendo como suporte o modelo desenvolvido e programado.

As conclusões mais relevantes foram: Globalmente, no período 2000-2008, as universidades e os institutos politécnicos melhoraram as suas eficiências relativas e produtividades; A assimetria regional tem impacto na eficiência.

Palavras Chave: Ensino Superior; *Data Envelopment Analysis (DEA)*; Super Eficiência Não Radial; Variáveis Não Discricionárias; *Stochastic Frontier Analysis (SFA)*; Análise Multivariada de Dados; Análise Categorial de Componentes Principais; Índice de Produtividade de *Malmquist*

ABSTRACT

In this research efficiency and productivity of the Portuguese public higher education institutions were studied: universities and polytechnics. The analysis covered eight academic periods: 2000-2001 to 2007-2008.

Using Data Envelopment Analysis methodology (DEA), proposed an approach that, to date, has not been used for higher education: Analyze the efficiency and productivity based on the concept of non-radial efficiency and super-efficiency. It was also analysed the impact on efficiency of non-discretionary factors. The analysis were carried out with support of the model developed and programmed.

The most relevant conclusions were: overall, in the 2000-2008 period, universities and polytechnics have improved their relative efficiencies and productivity; regional development has impact on efficiency.

Keywords: Higher Education; Data Envelopment Analysis (DEA); Non-Radial Super Efficiency; Non-Discretionary Variables; Stochastic Frontier Analysis (SFA); Multivariate Data Analysis; Categorical Principal Component Analysis (CATPCA); Malmquist Productivity Index.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE DE QUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
LISTA DE ABREVIATURAS	xv
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Introdução	1
1.2. Motivação da investigação	3
1.3. Objectivo global e as questões de investigação	3
1.4. Estrutura da tese	4
PARTE I ENQUADRAMENTO TEMÁTICO	6
2. CARACTERIZAÇÃO DO ENSINO SUPERIOR	7
2.1. Introdução	7
2.2. O ensino superior na OCDE	8
2.2.1. Introdução	8
2.2.2. Educação e empregabilidade	9
2.2.3. Sucesso escolar e gasto com o ensino superior	13
2.3. O ensino superior público português	19
2.3.1. Introdução	19
2.3.2. Ensino superior público e privado	19
2.3.2.1. Alunos inscritos por subsistema de ensino	19
2.3.2.2. Alunos inscritos por área de educação e formação	22
2.3.2.3. Doutoramentos	24
2.3.2.4. Índice de concentração do ensino superior público	24
2.3.2.5. Instituições do ensino superior público consideradas na tese	31
2.4. Processo de Bolonha	36
3. POLÍTICAS PÚBLICAS: A AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO	40
3.1. Introdução	40
3.2. A avaliação do desempenho e seus efeitos	43

3.2.1. Introdução	43
3.2.2. Efeitos benéficos da medição do desempenho	44
3.2.3. Efeitos não desejáveis da medição do desempenho	47
3.2.4. Conclusões	49
3.3. Incorporação de informação qualitativa	51
3.3.1. Introdução	51
3.3.2. Informação qualitativa <i>versus</i> informação quantitativa	52
3.3.3. Empirismo dos <i>scores</i> de <i>Likert</i>	54
4. ESTUDOS SOBRE A EFICIÊNCIA E A PRODUTIVIDADE DO ENSINO SUPERIOR	60
4.1. Introdução	60
4.2. Exemplos de aplicação da metodologia <i>DEA</i> ao ensino superior	61
4.2.1. Introdução	61
4.2.2. Estudo 1	63
4.2.3. Estudo 2	64
4.2.4. Estudo 3	65
4.2.5. Estudo 4	66
4.2.6. Estudo 5	67
4.2.7. Estudo 6	68
4.2.8. Estudo 7	69
4.2.9. Estudo 8	70
4.3. Conclusões	71
PARTE II MODELIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA	72
5. CONCEITO DE EFICIÊNCIA	73
5.1. Introdução	73
5.2. Eficiência e produtividade	74
5.2.1. Tecnologia com um <i>input</i> e um <i>output</i>	74
5.2.2. Tecnologia com vários <i>inputs</i> e vários <i>outputs</i>	82
6. MODELOS <i>DEA</i>	86
6.1. Modelos <i>CCR</i>	86
6.2. Modelos <i>BCC</i>	95
6.3. Eficiências de escala	100
6.4. Modelos não radiais <i>SBM</i>	107
6.5. Super eficiência	114
6.6. Variáveis não controláveis e não discricionárias	119
7. AVALIAÇÃO DA EVOLUÇÃO DO DESEMPENHO	125
7.1. Introdução	125

7.2. Índices de produtividade de <i>Malmquist</i>	125
8. CONTRIBUTOS DA ESTATÍSTICA MULTIVARIADA	134
8.1. Introdução	134
8.2. Análise categorial de componentes principais	134
8.3. Exemplo de aplicação da <i>CATPCA</i>	135
PARTE III ESTUDO EMPÍRICO	148
9. HIPÓTESES DE INVESTIGAÇÃO E QUADRO METODOLÓGICO	149
9.1. Introdução	149
9.2. Hipóteses de investigação	149
9.3. Quadro metodológico	150
9.3.1. Introdução	150
9.3.2. Variáveis seleccionadas	153
9.3.2.1. Variáveis de <i>input</i>	153
9.3.2.2. Variáveis de <i>output</i>	154
9.3.3. Análise estatística dos dados	154
9.3.3.1. Caracterização individual das IESP	154
9.3.3.2. Estatística descritiva dos <i>inputs</i> e <i>outputs</i>	162
9.3.4. Conclusões	179
10. TESTES DAS HIPÓTESES	186
10.1. Introdução	186
10.2. Hipótese de investigação 1	186
10.2.1. Objectivo	186
10.2.2. Variáveis	187
10.2.3. Modelos	187
10.2.4. Resultados	188
10.2.4.1. Impacto do <i>output</i> PhDs nas eficiências relativas das universidades	189
10.2.4.2. Análise separada das eficiências relativas das universidades e dos institutos politécnicos	191
10.2.4.2.1. Universidades	191
10.2.4.2.2. Institutos politécnicos	193
10.2.4.2.3. Conclusões	195
10.2.4.3. Análise conjunta das eficiências das universidades e dos institutos politécnicos	196
10.2.5. Conclusões	199
10.3. Hipótese de investigação 2	199
10.3.1. Objectivo	199

10.3.2. Variáveis	199
10.3.3. Modelos	200
10.3.4. Resultados	200
10.3.4.1. Universidades	201
10.3.4.2. Institutos politécnicos	203
10.3.5. Conclusões	205
10.4. Hipótese de investigação 3	206
10.4.1. Objectivo	206
10.4.2. Variáveis	206
10.4.3. Modelos	207
10.4.4. Resultados	207
10.4.5. Conclusões	210
10.5. Hipótese de investigação 4	211
10.5.1. Objectivo	211
10.5.2. Variáveis	211
10.5.3. Modelos	212
10.5.4. Resultados	212
10.5.5. Conclusões	217
11. CONCLUSÕES	219
11.1. Conclusões finais	219
11.2. Limites da investigação	221
11.3. Pistas para investigação futura	222
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	224
ANEXOS	231

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.2.2.1	- Taxa anual média de crescimento da população com formação superior	10
Quadro 2.3.2.1.1	- Alunos inscritos no ensino superior público e privado	20
Quadro 2.3.2.1.2	- Vagas e inscritos no 1º ano pela 1ª vez	21
Quadro 2.3.2.2.1	- Alunos inscritos no ensino superior	22
Quadro 2.3.2.3.1	- Doutoramentos em universidades portuguesas ou estrangeiras	24
Quadro 2.3.2.5.1	- Evolução dos alunos inscritos (por universidade)	32
Quadro 2.3.2.5.2	- Evolução dos alunos inscritos (por instituto politécnico)	32
Quadro 2.3.2.5.3	- Evolução do nº professores (ETI) nas universidades	34
Quadro 2.3.2.5.4	- Evolução do nº professores (ETI) nos institutos politécnicos	34
Quadro 2.3.2.5.5	- Rácio nº alunos por professor (ETI) nas universidades	35
Quadro 2.3.2.5.6	- Rácio nº alunos por professor (ETI) nos institutos politécnicos	35
Quadro 2.4.1	- Ciclos de estudos de acordo com o regime jurídico de Bolonha	37
Quadro 2.4.2	- Ciclos de estudos de acordo com o regime jurídico de Bolonha por área científica (ensino superior público)	38
Quadro 2.4.3	- Ciclos de estudos de acordo com o regime jurídico de Bolonha por área científica (ensino superior privado)	39
Quadro 3.2.4.1	- Desenho de 3 princípios para a medição do desempenho	50
Quadro 3.3.1.1	- A utilização de métodos quantitativos nos estudos sobre gestão pública	51
Quadro 3.3.3.1	- Categorias das variáveis	55
Quadro 3.3.3.2	- <i>Scores de Likert</i>	55
Quadro 3.3.3.3	- Quantificações <i>Dual Scaling (MRA)</i>	56
Quadro 6.1.1	- Dados do exemplo 6.1.1	90
Quadro 6.3.1	- Rendimentos à escala (orientação pelo <i>input</i>)	103
Quadro 6.3.2	- Rendimentos à escala (orientação pelo <i>output</i>)	105
Quadro 6.4.1	- Dados do exemplo 6.4.1	111
Quadro 6.4.2	- Decomposição “multiplicativa” das eficiências	113
Quadro 6.5.1	- Super eficiência	118
Quadro 6.6.1	- Dados do exemplo 6.6.1	122
Quadro 6.6.2	- Impacto do <i>Input</i> não discricionário	124
Quadro 7.2.1	- Dados do exemplo 7.2.1	127
Quadro 7.2.2	- Tipos de eficiências do <i>IM</i> (exemplo 7.2.1)	129
Quadro 7.2.3	- Variações da eficiência e da tecnologia (exemplo 7.2.1)	129
Quadro 7.2.4	- Variações das eficiências (exemplo 7.2.1)	130
Quadro 7.2.5	- Dados do exemplo 7.2.2	131
Quadro 7.2.6	- Tipos de eficiências do <i>IM</i> (exemplo 7.2.2)	131

Quadro 7.2.7	- Variações da eficiência e da tecnologia (exemplo 7.2.2)	132
Quadro 7.2.8	- Variações das eficiências (exemplo 7.2.2)	133
Quadro 8.3.1	- Caracterização das variáveis do inquérito	136
Quadro 8.3.2	- Selecção do número de dimensões	137
Quadro 8.3.3	- Grau de contribuição das variáveis originais	137
Quadro 8.3.4	- Correlação das variáveis transformadas	138
Quadro 8.3.5	- Importância relativa das dimensões	138
Quadro 8.3.6	- Caracterização das dimensões	139
Quadro 8.3.7	- Quantificação das categorias das variáveis (1/2)	140
Quadro 8.3.8	- Quantificação das categorias das variáveis (2/2)	140
Quadro 9.3.1.1	- Instituições do ensino superior público consideradas	151
Quadro 9.3.3.1.1	- Gastos por graduado (2000-2008)	156
Quadro 9.3.3.1.2	- Nº de professores (ETI) por 100 alunos (2000-2008)	158
Quadro 9.3.3.1.3	- Índice de sucesso escolar em % (2000-2008)	160
Quadro 9.3.3.1.4	- Nº de doutorados por 100 licenciados (2000-2008)	161
Quadro 9.3.3.2.1	- Estatística descritiva dos <i>inputs</i> e <i>outputs</i> (2000-2001)	163
Quadro 9.3.3.2.1	- Estatística descritiva dos <i>inputs</i> e <i>outputs</i> (2001-2002)	165
Quadro 9.3.3.2.1	- Estatística descritiva dos <i>inputs</i> e <i>outputs</i> (2002-2003)	167
Quadro 9.3.3.2.1	- Estatística descritiva dos <i>inputs</i> e <i>outputs</i> (2003-2004)	169
Quadro 9.3.3.2.1	- Estatística descritiva dos <i>inputs</i> e <i>outputs</i> (2004-2005)	171
Quadro 9.3.3.2.1	- Estatística descritiva dos <i>inputs</i> e <i>outputs</i> (2005-2006)	173
Quadro 9.3.3.2.1	- Estatística descritiva dos <i>inputs</i> e <i>outputs</i> (2006-2007)	175
Quadro 9.3.3.2.1	- Estatística descritiva dos <i>inputs</i> e <i>outputs</i> (2007-2008)	177
Quadro 9.3.3.2.9	- Universidades: Correlações entre as variáveis	178
Quadro 9.3.3.2.10	- Inst. Politécnicos: Correlações entre as variáveis	179
Quadro 10.2.4.1.1	-Eficiência média no período 2000-2008 (universidades)	190
Quadro 10.2.4.1.2	-Eficiência média nos períodos 2000-2004 e 2004-2008 (universidades)	191
Quadro 10.2.4.2.1.1	Evolução da eficiência relativa (universidades com 2 <i>outputs</i>)	192
Quadro 10.2.4.2.1.2	Conjunto de referência (universidades)	193
Quadro 10.2.4.2.2.1	Evolução da eficiência relativa (institutos politécnicos)	194
Quadro 10.2.4.2.2.2	Conjunto de referência (institutos politécnicos)	195
Quadro 10.2.4.3.1	- Evolução da eficiência relativa (IESP)	197
Quadro 10.2.4.3.2	- Evolução da eficiência relativa (IESP): Estatísticas	198
Quadro 10.3.4.1.1	- Evolução da produtividade e suas componentes 1/2 (universidades)	201
Quadro 10.3.4.1.1	- Evolução da produtividade e suas componentes 2/2 (universidades)	201
Quadro 10.3.4.2.1	- Evolução da produtividade e suas componentes 1/2 (inst. polítéc.)	203
Quadro 10.3.4.2.1	- Evolução da produtividade e suas componentes 2/2 (inst. polítéc.)	203
Quadro 10.3.5	- Evolução da produtividade e suas componentes (IESP)	205
Quadro 10.4.4.1	- Eficiências “internas” (IESP)	208
Quadro 10.4.5.1	- Comportamento das eficiências “internas” (IESP)	211

Quadro 10.5.4.1	- Eficiência relativa <i>versus</i> variáveis não discricionárias	214
Quadro 10.5.4.2	- Eficiências relativas <i>sem</i> e <i>com</i> incorporação do ISE	216
Quadro A.1	- Modelo <i>SBM</i> não orientado: <i>CRS versus VRS</i> (universidades)	232
Quadro A.2	- Modelo <i>SBM</i> não orientado: <i>CRS versus VRS</i> (inst. politécnicos)	233
Quadro A.3.1	- Indicadores sobre a redução da informação (1/2)	234
Quadro A.3.2	- Indicadores sobre a redução da informação (2/2)	234
Quadro A.4	- Estatísticas regionais (NUTS III)	235
Quadro A.5	- Indicador sócio económico (ISE)	236
Quadro A.6	- Índice de preços no consumidor (IPC)	237

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.1	- Variação(%) de alguns indicadores do ensino superior	2
Figura 1.1.2	- Gasto anual por aluno do ensino superior e “esforço financeiro”	2
Figura 2.2.2.1	- Emprego <i>versus</i> formação escolar	9
Figura 2.2.2.2.	- Evolução da % de pessoas com formação superior	11
Figura 2.2.2.3	- Percentagem, por grupo etário, das pessoas com formação superior	12
Figura 2.2.2.4	- Potencial de crescimento da % da população com formação superior	13
Figura 2.2.3.1	- Índice de sucesso escolar no ensino superior	14
Figura 2.2.3.2	- Gasto anual por aluno do ensino superior	15
Figura 2.2.3.3	- Gasto anual por aluno do ensino superior <i>versus</i> PIB por habitante	15
Figura 2.2.3.4	- Gasto anual por aluno do ensino superior e “esforço financeiro”	16
Figura 2.2.3.5	- Índice de sucesso escolar no ensino superior <i>versus</i> PIB por habitante	17
Figura 2.2.3.6	- Índice de sucesso escolar no ensino superior <i>versus</i> gasto anual/aluno	18
Figura 2.3.2.1.1	- Evolução dos alunos inscritos no ensino superior	20
Figura 2.3.2.1.2	- Proporção dos alunos inscritos por tipo de ensino	21
Figura 2.3.2.2.1	- Evolução da % dos alunos inscritos por área de educação e formação	23
Figura 2.3.2.2.2	- Variação p.p. dos alunos inscritos por área de educação e formação	23
Figura 2.3.2.4.1	- Densidade populacional por NUTS III	25
Figura 2.3.2.4.2	- Instituições do ensino superior público universitário (dist. geográfica)	26
Figura 2.3.2.4.3	- Instituições do ensino superior público politécnico (dist. geográfica)	27
Figura 2.3.2.4.4.	- Comparação da % de habitantes com a % de inscritos nas universidades públicas das respectivas regiões	28
Figura 2.3.2.4.5.	- Comparação da % de habitantes com a % de inscritos nos institutos politécnicos públicos das respectivas regiões	29
Figura 2.3.2.4.6	- Inscritos nas universidades públicas. Curva de Lorenz e Índice de concentração GINI	30
Figura 2.3.2.4.7	- Inscritos nos institutos politécnicos públicos. Curva de Lorenz e Índice de concentração GINI	30
Figura 2.3.2.5.1	- Evolução do número de alunos inscritos	31
Figura 2.3.2.5.2	- Evolução do rácio nº alunos inscritos / nº professores (ETI)	32
Figura 3.1.1	- Enquadramento da avaliação	40
Figura 3.2.1.1	- Os ciclos políticos e de gestão	43
Figura 3.3.2.1	- Informação qualitativa <i>versus</i> quantitativa	53
Figura 3.3.3.1	- Médias das categorias ponderadas pelos <i>scores de Likert</i>	56
Figura 3.3.3.2	- Médias das categorias ponderadas pelas quantificações <i>Dual Scaling</i>	57

Figura 3.3.3.3	- Quantificações <i>Dual Scaling (MRA)</i> . Utilização dos transportes	58
Figura 3.3.3.4	- Quantificações <i>Dual Scaling (MRA)</i> . Qualidade do serviço	58
Figura 4.2.1.1	- Metodologia <i>DEA</i>	62
Figura 5.2.1.1	- Produtividade e eficiência técnica <i>VRS</i> (orientada pelo <i>output</i>)	77
Figura 5.2.1.2	- Produtividade e eficiência técnica <i>CRS</i> (orientada pelo <i>output</i>)	79
Figura 5.2.1.3	- Produtividade e eficiência técnica <i>VRS</i> (orientada pelo <i>input</i>)	80
Figura 5.2.1.4	- Produtividade e eficiência técnica <i>CRS</i> (orientada pelo <i>input</i>)	81
Figura 5.2.2.1	- Eficiência técnica <i>SFA</i> (orientada pelo <i>output</i>)	85
Figura 6.1.1	- Processo de produção	86
Figura 6.1.2	- Modelo <i>CCR</i> (orientado pelo <i>input</i>)	92
Figura 6.1.3	- Modelo <i>CCR</i> (orientado pelo <i>output</i>)	94
Figura 6.2.1	- Modelo <i>BCC</i> (orientado pelo <i>input</i>)	98
Figura 6.2.2	- Modelo <i>BCC</i> (orientado pelo <i>output</i>)	100
Figura 6.3.1	- Rendimentos à escala (orientação pelo <i>input</i>)	104
Figura 6.3.1	- Rendimentos à escala (orientação pelo <i>output</i>)	106
Figura 6.4.1	- Decomposição “aditiva” das eficiências	112
Figura 6.4.2	- Eficiência <i>SBM(I) versus CCR</i>	114
Figura 7.2.1	- Fronteiras dos períodos 1 e 2	128
Figura 8.3.1	- Variáveis relevantes de cada dimensão	141
Figura 8.3.2	- Grupos homogéneos	142
Figura 8.3.3	- Quantificação das categorias das variáveis (1/2)	143
Figura 8.3.4	- Quantificação das categorias das variáveis (2/2)	144
Figura 8.3.5	- Quantificação dos objectos (1/2)	145
Figura 8.3.6	- Quantificação dos objectos (2/2)	146
Figura 9.3.1.1	- Modelo <i>CAPTCA-DEA</i>	152
Figura 9.3.4.1	- Universidades: Evolução dos gastos anuais por graduado (€)	180
Figura 9.3.4.2	- Inst. Politécnicos: Evolução dos gastos anuais por graduado (€)	181
Figura 9.3.4.3	- IESP: Evolução dos gastos anuais por graduado (€)	181
Figura 9.3.4.4	- Universidades: Evolução do nº professores (ETI) por 100 alunos	182
Figura 9.3.4.5	- Inst. Politécnicos: Evolução do nº professores (ETI) por 100 alunos	182
Figura 9.3.4.6	- IESP: Evolução do nº professores (ETI) por 100 alunos	183
Figura 9.3.4.7	- Universidades: Evolução do índice de sucesso escolar	183
Figura 9.3.4.8	- Inst. Politécnicos: Evolução do índice de sucesso escolar	184
Figura 9.3.4.9	- IESP: Evolução do índice de sucesso escolar	184
Figura 9.3.4.10	- Universidades: Evolução do nº de doutorados por 100 licenciados	185
Figura 10.2.4.1.1	- Impacto do <i>output</i> PhDs na eficiência das universidades	189
Figura 10.2.4.2.3.1	Evolução das eficiências dos 2 tipos de IESP	196
Figura 10.2.4.3.1	- Evolução da eficiência relativa (IESP)	198
Figura 10.3.4.1.1	- Evolução da produtividade média (universidades)	202
Figura 10.3.4.2.1	- Evolução da produtividade média (institutos politécnicos)	204

Figura 10.3.4.3.1 - Evolução da produtividade média (IESP)	206
Figura 10.4.4.1 - Variação das eficiências “internas” (IESP)	209
Figura 10.4.4.2 - Variação das eficiências “internas” (IESP): por subsistema de ensino	209
Figura 10.4.5.1 - Tendências das eficiências “internas” (IESP): por subsistema de ensino	210
Figura 10.5.4.1 - Relação entre a eficiência relativa e o indicador sócio económico	215
Figura 10.5.4.2 - Eficiências relativas <i>sem</i> e <i>com</i> incorporação do ISE	217

LISTA DE ABREVIATURAS

AR - *Assurance Region*

BCC - *Banker, Charnes and Cooper*

BCC(I) – Eficiência *BCC* orientada pelo *input*

BCC(O) – Eficiência *BCC* orientada pelo *output*

BM - *Banker and Morey*

CATPCA - *Categorical Principal Components Analysis*

CCR - *Charnes, Cooper and Rhodes*

CGE - Conta Geral do Estado

CRS - Rendimentos à escala constantes (*Constant Returns to Scale*)

DEA - *Data Envelopment Analysis*

DGES - Direcção Geral do Ensino Superior

DL - Decreto-Lei

DMU - Unidade de decisão (*Decision Making Unit*)

DRS - Rendimentos à escala decrescentes (*Decreasing Returns to Scale*)

DS – *Dual Scaling*

EOCD - *Organization of Economic Cooperation and Development*

ETI - Equivalente a Tempo Integral

FADA - Fiável, Atempada, Disponível e Acessível

FDH - *Free Disposal Hull*

FTE - *Full Time Equivalent*

GPEARI - Gabinete de Planeamento, Estratégia , Avaliação e Relações Internacionais

IESP - Instituições do Ensino Superior Público

IM – Índice de *Malmquist*

INE - Instituto Nacional de Estatística

IP_Be - Instituto Politécnico de Beja

IP_Br - Instituto Politécnico de Bragança

IP_C - Instituto Politécnico de Coimbra

IP_CA - Instituto Politécnico do Cávado e do Ave

IP_CB - Instituto Politécnico de Castelo Branco

IP_G - Instituto Politécnico da Guarda
IP_L - Instituto Politécnico de Lisboa
IP_Le - Instituto Politécnico de Leiria
IP_P - Instituto Politécnico do Porto
IP_Pg - Instituto Politécnico de Portalegre
IP_Sa - Instituto Politécnico de Santarém
IP_Se - Instituto Politécnico de Setúbal
IP_T - Instituto Politécnico de Tomar
IP_VC - Instituto Politécnico de Viana do Castelo
IP_Vi - Instituto Politécnico de Viseu
IRS - Rendimentos à escala crescentes (*Increasing Returns to Scale*)
ISCTE - Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa
ISE – Indicador Sócio Económico
MPSS - Dimensão com produtividade máxima (*Most Productive Scale Size*)
MRA – *Method of Reciprocal Averages*
ND – Não Discricionário (*Non-discretionary*)
NDRS - Rendimentos à escala não decrescentes (*Non-decreasing Returns to Scale*)
NIRS - Rendimentos à escala não crescentes (*Non-increasing Returns to Scale*)
NUTS - Unidades Territoriais para Fins Estatísticos
OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
OCES - Observatório da Ciência e do Ensino Superior
PCA – *Principal Components Analysis*
PIB - Produto Interno Bruto
PPA - Paridade de Poder Aquisitivo
PPS - Conjunto de possibilidades de produção (*Production Possibility Set*)
PTE - Eficiência técnica pura (*Pure Technical Efficiency*)
S_SBM – Super eficiência *SBM*
S_SBM(I) – Super eficiência *SBM* orientado pelo *input*
S_SBM(no) – Super eficiência *SBM* não orientada
S_SBM(O) – Super eficiência *SBM* orientado pelo *output*
SBM - *Slacks-Based Measure*
SBM(I) – Eficiência *SBM* orientada pelo *input*
SBM(no) – Eficiência *SBM* não orientada
SBM(O) – Eficiência *SBM* orientada pelo *output*
SE - Eficiência de escala (*Scale Efficiency*)
SFA - *Stochastic Frontier Analysis*

TE - Eficiência técnica (*Technical Efficiency*)

U_AI - Universidade do Algarve

U_Av - Universidade de Aveiro

U_BI - Universidade da Beira Interior

U_C - Universidade de Coimbra

U_E - Universidade de Évora

U_L - Universidade de Lisboa

U_M - Universidade do Minho

U_NL - Universidade Nova de Lisboa

U_P - Universidade do Porto

U_TAD - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

U_TL - Universidade Técnica de Lisboa

UE - União Europeia

US\$ - dólares americanos

VE - Variação da Eficiência

VF - Variação da Fronteira

VRS - *Variable Returns to Scale* (Rendimentos à escala variáveis)

VT - Variação da Tecnologia

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

1.1 Introdução

Ao longo das últimas décadas as economias mais evoluídas investiram fortemente na educação e em particular no ensino superior. Nos 15 países mais desenvolvidos da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) a média de anos de ensino situa-se próximo dos 13 anos. Análises recentes mostram que a produtividade e o progresso tecnológico estão correlacionados com o capital humano que foi identificado há muito como um factor chave no combate ao desemprego e aos baixos salários.

No caso português observa-se a mesma tendência de crescimento do investimento no sector da educação, com o ensino superior a dar um grande salto quantitativo com a criação de novas universidades e de institutos politécnicos, públicos e privados. Segundo a OCDE (2010), em 2008 o gasto nas instituições de ensino superior era de 1.3% do PIB em Portugal, sendo 1.5% a média da OCDE. Em relação ao ensino superior público, o gasto de Portugal situava-se cerca da média da OCDE ou seja 1% do PIB.

As Figuras 1.1.1 e 1.1.2 comparam, para alguns indicadores, Portugal com a média dos países da OCDE e da União Europeia (UE19). De referir que os valores apesar de serem em US\$ são directamente comparáveis dado que estão corrigidos pelo índice de Paridade de Poder Aquisitivo (PPA).

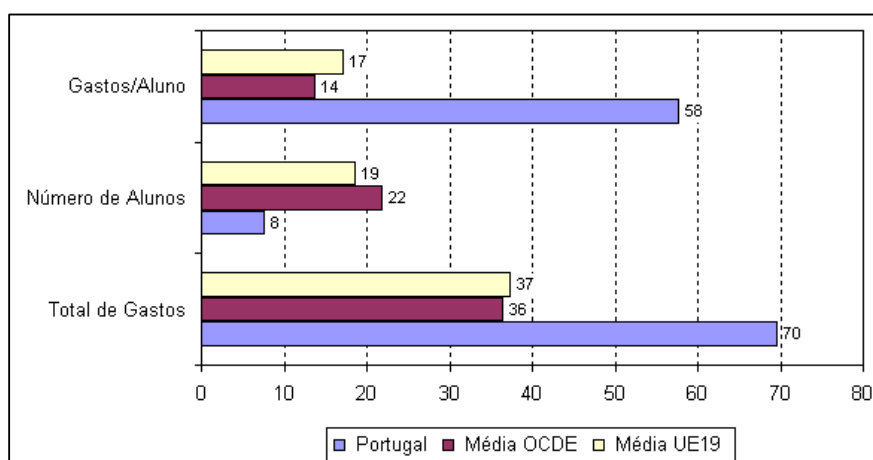
Pela sua análise conclui-se:

- **Variação no período 2000-2007**
 - Os gastos por aluno aumentaram 58% em Portugal, valor bastante superior ao da média da UE19 (17%);
 - O número de alunos inscritos cresceu 8% em Portugal, o que é bastante inferior aos 22% da média da OCDE;
 - O total de gastos no ensino superior aumentou 70%, valor bastante superior aos 36% da média da OCDE.

- **Ano 2007**
 - Portugal apresenta um gasto anual por aluno de 10.4 mil US\$ ao passo que a média da OCDE é de 12.9 mil US\$,

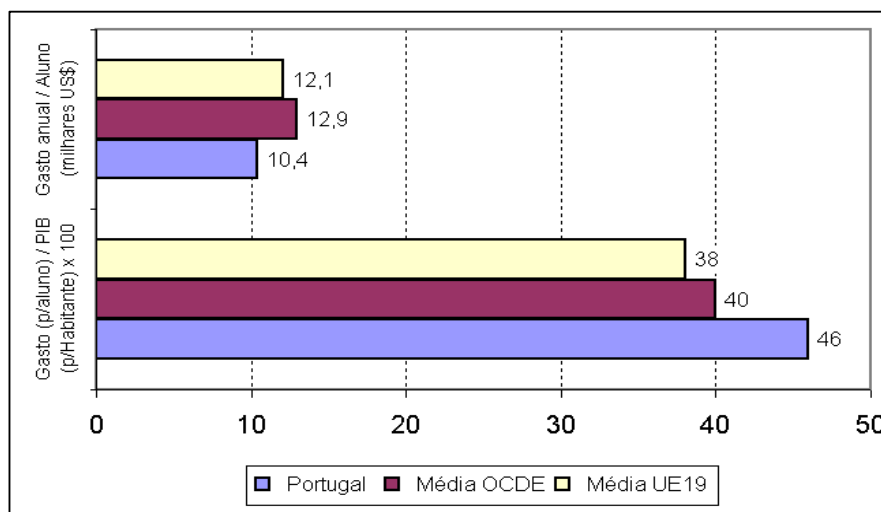
- No entanto, em termos relativos, a aplicação da riqueza ou “esforço financeiro” é maior em Portugal (46%) do que na média da OCDE (40%).
 - O “esforço financeiro” é o rácio entre os gastos por aluno e o PIB por habitante. Para um dado total de gastos, o rácio será tanto maior quanto menor for o número total de alunos e/ou o PIB *per capita*.

Figura 1.1.1: Variação (%) de alguns indicadores do ensino superior (2000 - 2007)



Fonte: Adaptado de OECD (2010) – Education at a Glance

Figura 1.1.2: Gasto anual por aluno do ensino superior e “esforço financeiro” (2007)



Fonte: Adaptado de OECD (2010) – Education at a Glance

1.2 Motivação da investigação

O ambiente de crescente globalização e de grande competitividade conjugado com as limitações de recursos torna cada vez mais actual a necessidade das organizações procurarem serem mais eficientes e produtivas. No caso das instituições do ensino superior, em particular no que refere às públicas, é tema recorrente o debate público sobre se os recursos aplicados produzem benefícios adequados ao investimento realizado.

Por outro lado, e conforme se constatou em 1.1, Portugal tem no ensino superior um gasto por aluno que corresponde a 46% do PIB *per capita* o que o situa acima da média dos países da OCDE (40%). Quer isto dizer que, tendo como referência o PIB (ou riqueza produzida), em Portugal o custo anual de cada aluno inscrito no ensino superior é, em termos relativos, superior ao da média da OCDE.

Estas duas constatações foram, só por si, suficientes para despertar o interesse pela realização de um estudo que investigue o nível de desempenho das instituições portuguesas de ensino superior público: universidades e institutos politécnicos.

Uma forma de análise, é a de comparar as instituições com as que têm as “melhores práticas” (e que serão os seus “pares” de referência).

1.3 Objectivo global e as questões de investigação

Pelo atrás exposto, o principal objectivo deste trabalho é o de obter respostas para as seguintes questões:

- Verifica-se uma tendência para uma melhoria da eficiência e da produtividade das instituições do ensino superior público?
- A assimetria no desenvolvimento regional tem impacto na eficiência?

Assim, baseado numa nova metodologia de análise e tendo como referência oito períodos académicos (2000-1 a 2007-8), formularam-se quatro hipóteses:

- Hipótese de Investigação 1

“Os dois tipos de instituições do ensino superior público (IESP), universidades e institutos politécnicos, têm eficiências relativas semelhantes”;

- Hipótese de Investigação 2

“A produtividade das IESP aumentou no período 2000-2008”;

- Hipótese de Investigação 3

“Individualmente, as IESP têm as fronteiras de eficiência no último quadriénio”;

- Hipótese de Investigação 4

“As eficiências das IESP são influenciadas pelas respectivas condições sócio económicas das regiões em que se situam”.

1.4 Estrutura da tese

O documento apresenta-se dividido em três partes, além da introdução:

- Parte I – Enquadramento temático (constituída por três capítulos);
 - Capítulo 2 – Caracterização do ensino superior
 - Aborda o ensino superior na OCDE, o ensino superior em Portugal (dando especial ênfase ao ensino superior público) e a implementação do Processo de Bolonha em Portugal.
 - Capítulo 3 – Políticas públicas: A avaliação do desempenho
 - Trata das dificuldades em avaliar o desempenho, dos seus efeitos e da problemática da incorporação de informação qualitativa.
 - Capítulo 4 – Estudos sobre a eficiência e produtividade no ensino superior.
 - Descreve, acompanhado de alguns exemplos, estudos recentes de eficiência e de produtividade no ensino superior.
- Parte II – Modelização da eficiência (constituída por quatro capítulos);

- Capítulo 5 – Conceito de eficiência
 - Mostra a diferença entre eficiência e a produtividade, assim como as formas de medição.
- Capítulo 6 – Modelos *DEA*
 - Apresenta os modelos *DEA* que serviram de suporte à obtenção dos modelos utilizados na tese, dando especial relevo ao conceito de super eficiência e à diferenciação entre variáveis discricionárias e não discricionárias.
- Capítulo 7 – Avaliação da evolução da produtividade
 - Descreve os índices de *Malmquist*.
- Capítulo 8 – Contributos da estatística multivariada
 - Apresenta a técnica estatística utilizada nesta tese para a redução da informação (Análise Categórica de Componentes Principais ou *CATPCA*).
- Parte III – Estudo empírico (constituída por três capítulos).
 - Capítulo 9 – Hipóteses de investigação e quadro metodológico
 - Refere a metodologia e as hipóteses formuladas
 - Capítulo 10 – Testes das hipóteses
 - Testa e apresenta os resultados das quatro hipóteses formuladas.
 - Capítulo 11 – Conclusões
 - Apresenta as conclusões finais da tese

O documento termina com referência a limitações da investigação e propostas para desenvolvimentos futuros.

PARTE I *ENQUADRAMENTO TEMÁTICO*

CAPÍTULO 2 CARACTERIZAÇÃO DO ENSINO SUPERIOR

2.1 Introdução

Nos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) tem-se vindo a assistir, desde a segunda metade do século XX, a uma expansão sem precedentes do sector da educação e, em particular, do ensino superior, o que pode ser explicado pelo facto deste sector ter passado a ter um papel cada vez mais relevante nas políticas públicas.

No entanto, os países diferem quanto à forma como entendem a educação e em especial quanto ao papel das políticas do ensino superior no contexto do bem estar social dos cidadãos (Andres et al., 2011). Num estudo comparativo dos diversos países (Andres et al., 2011) constatam existir uma clara relação entre as políticas do ensino superior e os respectivos regimes de bem estar social.

Para Esping-Andersen (1990) existem três regimes de bem estar social:

- Regimes liberais
Típicos dos países anglo-saxónicos como o Canadá, EUA, Reino Unido, Austrália e Nova Zelândia. Neles, as leis do mercado são consideradas o grande suporte. Ao estado é apenas reservado um papel residual, com apoios mínimos, e que só actua quando o mercado ou a família falha.
- Regimes conservadores
Existentes em países tão diversificados como a Holanda, França, Alemanha, Itália e Suíça. Ao estado cabe ser o principal garante da segurança do bem estar social, tendo o mercado e o sector privado apenas papeis marginais.
- Regimes universais (ou sociais democratas)
Observáveis essencialmente na Dinamarca e nos países nórdicos (Noruega, Suécia e Finlândia). São caracterizados pela universalização dos benefícios baseado na cidadania. Igual acesso aos benefícios e serviços de elevados padrões, tentando o estado tratar todos os cidadãos de forma homogénea.

Mais recentemente, os países têm no entanto vindo a serem confrontados com dilemas quanto ao tipo de políticas a implementar no sector do ensino superior. Em *“The policy determinants of investment in tertiary education”*, Boarini e al. (2007)

concluem que, se por um lado é desejável investir no ensino superior de forma a aumentar os conhecimentos e as capacidades dos trabalhadores e a melhorar a cidadania e o bem estar das populações, por outro lado é cada vez mais problemática a obtenção de recursos financeiros suficientes que garantam a expansão do sistema do ensino superior. De acordo com Johnstone (2006), a maioria dos governos têm restrições fiscais que limitam as suas capacidades na obtenção dos recursos financeiros necessários.

Por estas razões, os governos prestam cada vez mais atenção às análises comparativas com o intuito de encontrarem políticas eficientes que contribuam para o fomento de uma maior eficiência dos sistemas educativos e os ajudem a mobilizar os recursos necessários.

Neste capítulo caracteriza-se o ensino superior recorrendo a uma abordagem essencialmente quantitativa.

Em 2.2. são tratados os países da OCDE. Em 2.3 e 2.4 analisam-se o caso português e o processo de implementação da Declaração de Bolonha, dando especial ênfase ao sector público dado ser ele o objecto desta tese.

2.2 O ensino superior na OCDE

2.2.1 Introdução

O bem estar dos países está cada vez mais dependente do nível educacional das populações. A educação tem um papel relevante no fornecimento de conhecimentos e competências, permitindo às pessoas participar activamente no desenvolvimento cultural e científico dos países.. Por alterar os processos de trabalho, a inovação tecnológica tem, na generalidade das situações, como pré-requisito a existência de uma elevada formação educacional.

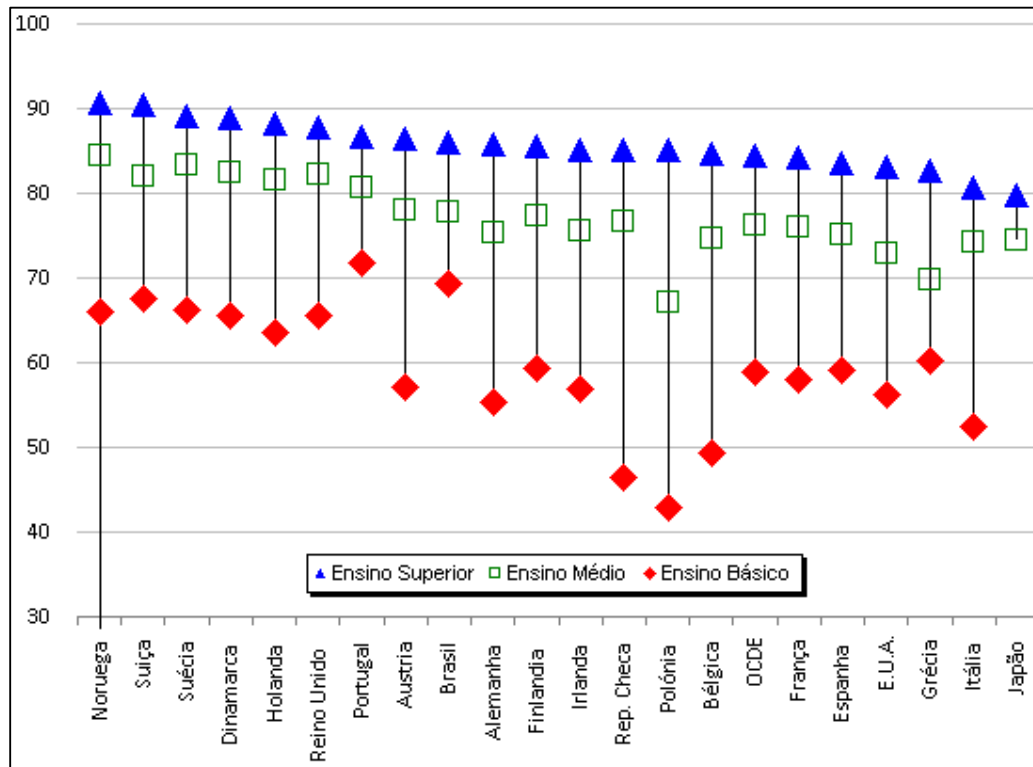
Ao longo das últimas décadas tem-se assistido a alterações constantes das competências exigidas pelas organizações aos seus colaboradores. Após o declínio do trabalho manual, mais recentemente outro tipo de tarefas tem vindo a ser substituído pela robótica. Mesmo assim, nos países da OCDE 29% dos adultos só têm formação educacional básica, sendo 44% os que têm formação secundária e 28% os que têm formação superior.

2.2.2 Educação e empregabilidade

Ao nível da empregabilidade (OCDE 2010), segundo dados de 2008, quanto maior é a formação académica maiores são as possibilidades de uma pessoa encontrar emprego. Como se depreende pela Figura 2.2.2.1:

- Em média, nos países da OCDE 59% das pessoas com formação básica estão empregadas, enquanto se tem 76% para os de formação secundária e 85% para os de formação superior;
- Em Portugal os valores situam-se acima dos da média europeia, sendo de 72% para a formação básica, 81% para a secundária e 87% para a superior;
- A Polónia tem o maior *gap* percentual (42 p.p.), com 85% para a formação superior e 43% para a básica.
- Na Noruega é onde há maiores possibilidades de uma pessoa com formação superior encontrar emprego.

Figura 2.2.2.1: Emprego versus formação escolar (2008)



Fonte: Adaptado de OECD (2010) – Education at a Glance

Nos países da OCDE a taxa anual média de crescimento da população, com idades entre 25 e 64 anos, com formação superior foi de 4.6% no período 1998-2008 (Quadro 2.2.2.1).

Nesse período Portugal teve um crescimento de 6.7% o que o situou entre os países em que se observou maior crescimento, sendo apenas superado pela Irlanda (7.7%), Turquia (7.6%), Espanha (6.9%) e Polónia (6.8%).

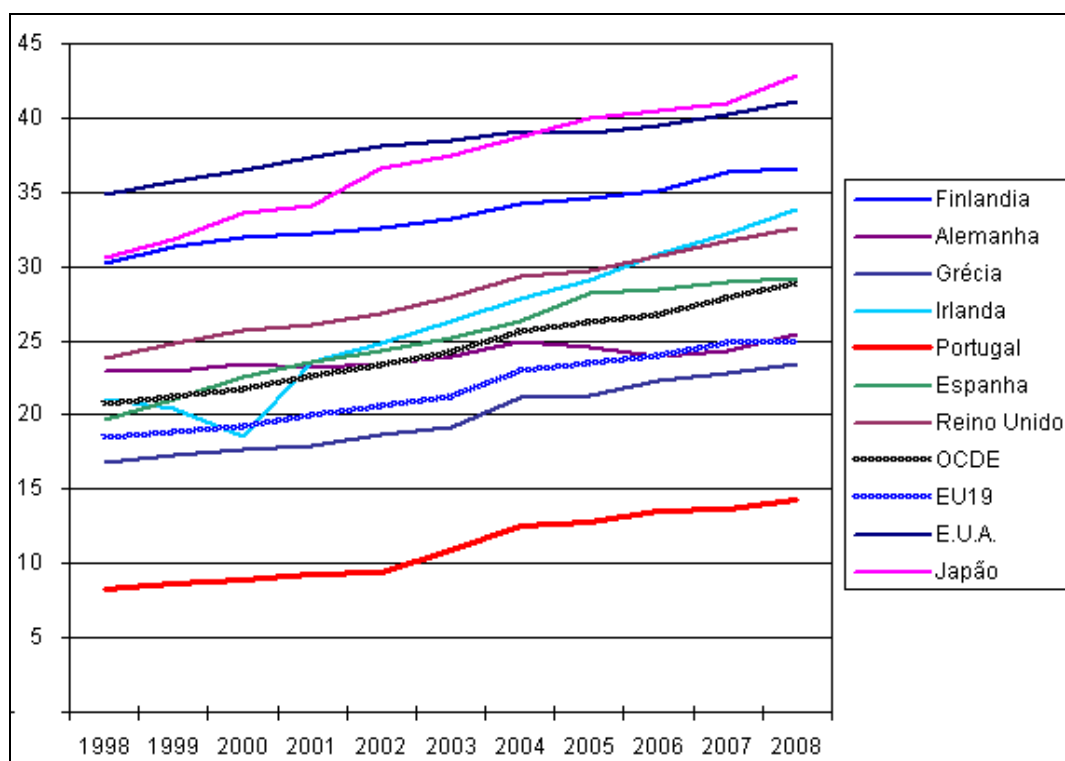
Quadro 2.2.2.1: Taxa anual média de crescimento da população com formação superior (25 a 64 anos)

País	Crescimento Médio (%) 1998 -2008
Australia	4,7
Austria	3,3
Bélgica	3,1
Canada	3,8
Rep. Checa	4,5
Dinamarca	3,2
Finlandia	2,3
França	3,6
Alemanha	0,9
Grécia	4,4
Hungria	4,5
Islandia	6,4
Irlanda	7,7
Itália	5,8
Japão	3,1
Coreia	6,4
Luxemburgo	6,5
México	4,0
Holanda	3,1
Nova Zelândia	4,9
Polónia	6,8
Portugal	6,7
Eslováquia	4,9
Espanha	6,9
Suécia	1,8
Suiça	4,7
Turquia	7,6
Reino Unido	3,6
E.U.A.	3,0
OCDE	4,6

Fonte: Adaptado de *OECD (2010) – Education at a Glance*

No entanto, com apenas 14% de pessoas com formação superior no grupo etário de 25 a 64 anos, Portugal ainda estava, em 2008, bastante afastado da média da OCDE (29%) e da média da União Europeia (25%). Japão (43%), E.U.A. (41%), Finlândia (37%), Irlanda (34%), E.U.A. (41%), Finlândia (37%), Irlanda (34%) e Reino Unido (33%), são os países em que se observaram maiores valores (Figura 2.2.2.2).

Figura 2.2.2.2: Evolução da % das pessoas com formação superior (25 a 64 anos)

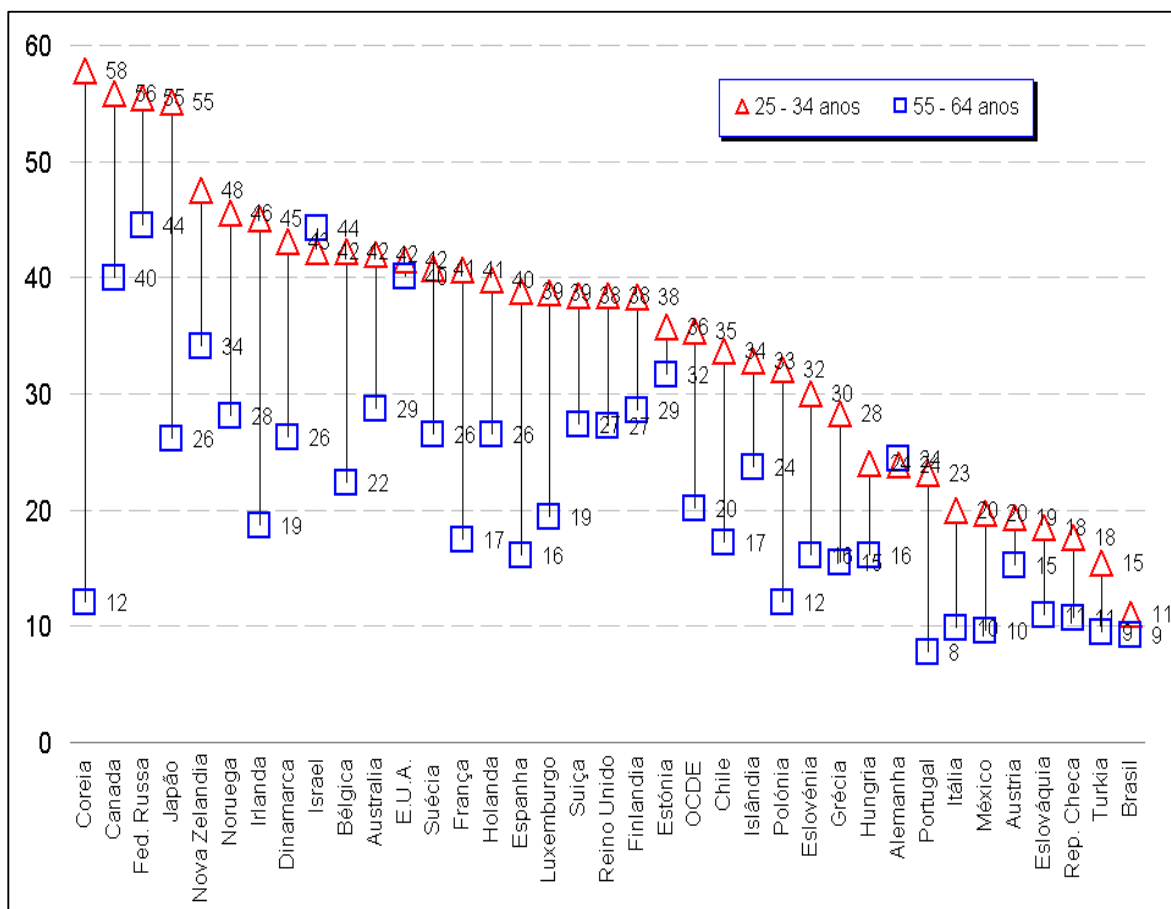


Fonte: Adaptado de *OECD* (2010) – Education at a Glance

Considerando o grupo etário de 25 a 34 anos e o de 55 a 64 anos, verifica-se que, para a generalidade dos países, o grupo etário mais jovem tem maior percentagem de pessoas com formação superior (Figura 2.2.2.3).

No caso português a diferença de 16 pontos percentuais entre o grupo mais jovem (24%) e o mais idoso (8%) é um indicativo do recente crescimento do ensino superior no país.

Figura 2.2.2.3: Percentagem, por grupo etário, das pessoas com formação superior (2008)

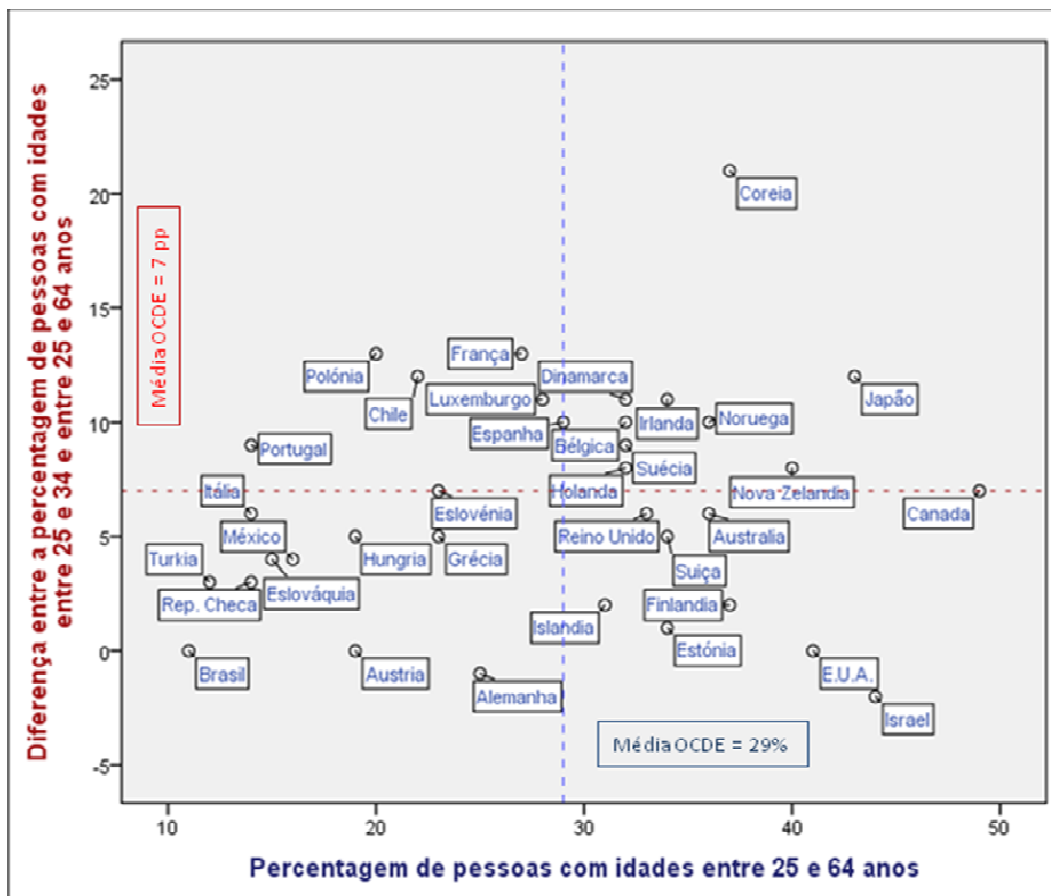


Fonte: Adaptado de *OECD (2010) – Education at a Glance*

Com a Figura 2.2.2.4, pretende-se ilustrar o potencial de crescimento do ensino superior. Assim, compara-se a percentagem de pessoas com formação superior no grupo etário de 25 a 64 anos com a diferença percentual entre a percentagem do grupo de 25 a 34 anos e a do grupo de 55 a 64 anos, concluindo-se:

- Na OCDE há 29% de pessoas com formação superior, existindo um potencial de crescimento de 7 pontos percentuais;
- Portugal tem apenas 14% de pessoas com formação superior, no entanto tem um potencial de crescimento de 9 p.p.. A Itália, com a mesma percentagem que Portugal (14%), tem um potencial inferior (6 p.p.);
- A Polónia com 13 p.p. tem o potencial de crescimento mais elevado da União Europeia, sendo 20% a percentagem de pessoas com formação superior.

Figura 2.2.2.4: Potencial de crescimento da percentagem da população com formação superior (base 2008)



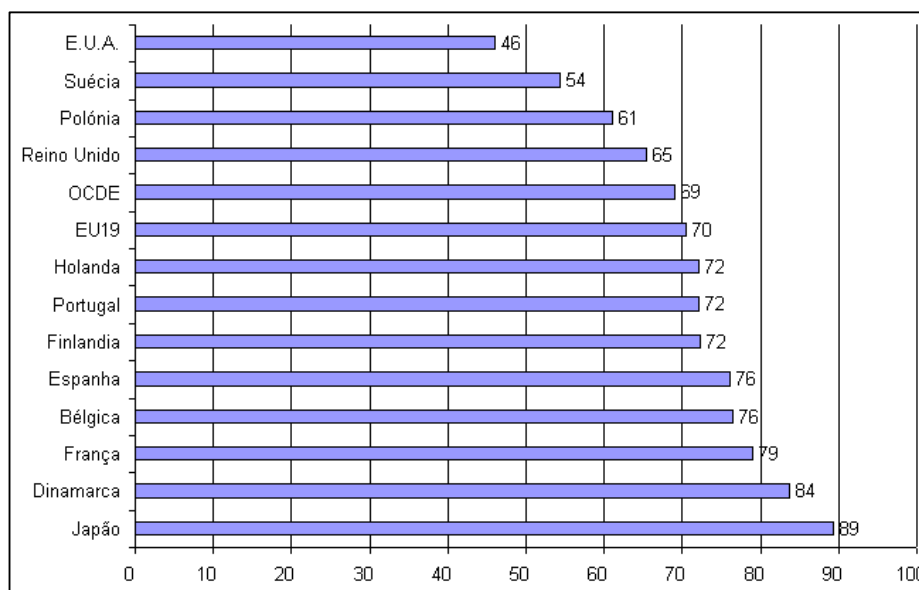
Fonte: Adaptado de OECD (2010) – Education at a Glance

2.2.3 Sucesso escolar e gasto com o ensino superior

O sucesso escolar contribui para o aumento da população com formação superior. Na Figura 2.2.3.1 apresentam-se dados da OCDE referentes a 2008. Principais conclusões:

- Em termos médios, o índice de sucesso escolar nos países da OCDE é de 69, sendo ligeiramente superior na União Europeia (70);
- O Japão, com 89, tem o maior índice;
- Em situação oposta estão os EUA (46);
- Portugal, com um índice de 72, situa-se ligeiramente acima da média europeia.

Figura 2.2.3.1: Índice de sucesso escolar no ensino superior (2008)



Fonte: Adaptado de *OECD (2010) – Education at a Glance*

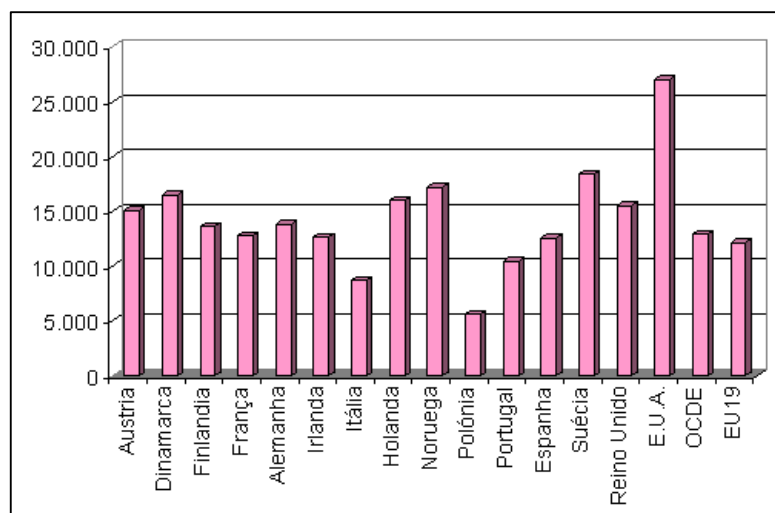
Estudos diversos convergem quanto à constatação da existência de uma relação positiva entre o investimento em educação e o desenvolvimento económico-social. A Figura 2.2.3.2 mostra o gasto anual por aluno do ensino superior (os valores estão corrigidos pelo índice de paridade do poder de compra), constatando-se:

- A média dos países da OCDE é de 12900 US\$ o que é ligeiramente à da União Europeia (12000 US\$);
- Os EUA é o país com maior gasto por aluno (27000 US\$);
- Portugal, embora estando à frente da Itália (8700 US\$) é um dos países com menor gasto por aluno (10400 US\$).

Comparando o gasto anual por aluno do ensino superior com o PIB *per capita*, constata-se existir uma significativa correlação linear positiva (0.80) entre estas duas variáveis. Isto significa que, tendencialmente, nos países quanto maior for o PIB por habitante maior será o gasto por aluno (Figura 2.2.3.3):

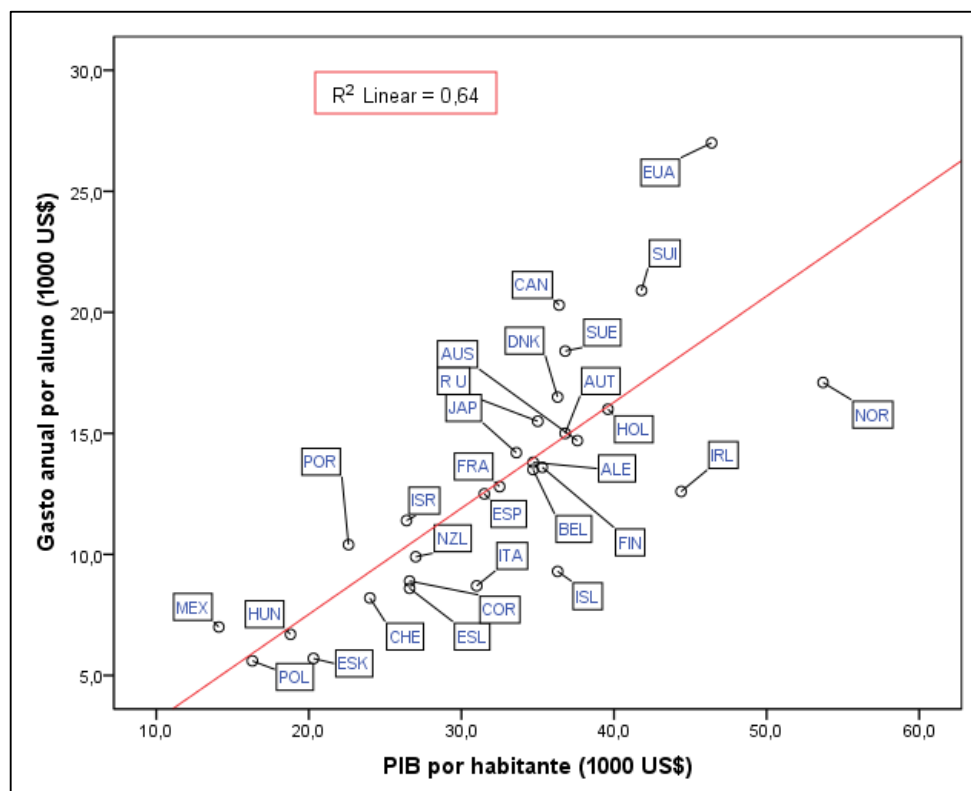
- A Noruega embora sendo o país com maior PIB por habitante (53.7 mil US\$) tem um gasto por aluno (17.1 mil US\$) inferior ao do EUA (27.0 mil US\$) onde o PIB por habitante é menor (46.4 mil US\$);
- Considerando o seu baixo PIB por habitante (22.6 mil US\$), Portugal tem um elevado gasto anual por aluno (10.4 mil US\$).

Figura 2.2.3.2: Gasto anual por aluno do ensino superior (2008)
Corrigido pelo índice de paridade do poder de compra (em US\$)



Fonte: Adaptado de OECD (2010) – Education at a Glance

Figura 2.2.3.3: Gasto anual por aluno do ensino superior
versus PIB por habitante (2008)
(corrigido pelo índice de paridade do poder de compra)



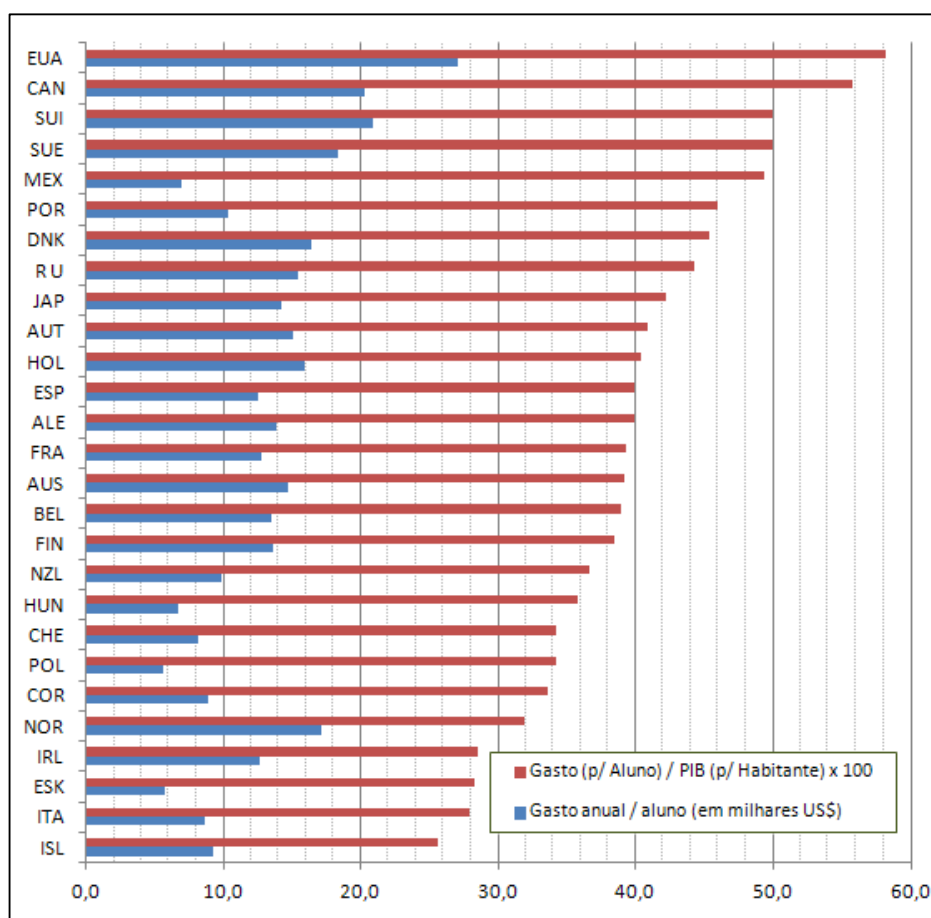
Fonte: Elaboração própria. Adaptado de OECD (2010) – Education at a Glance

O rácio entre aquelas duas variáveis pode ser interpretado como um indicador do “esforço financeiro” dos países nos recursos aplicados no ensino superior, e é equivalente ao rácio entre a percentagem do PIB gasto no ensino superior e a percentagem da população inscrita no ensino superior. Assim, quanto maior for o seu valor maior será o “esforço financeiro”.

Conforme se constata pela Figura 2.2.3.4:

- Não há relação entre o gasto por aluno e o “esforço financeiro”;
- Os EUA é o país onde, em termos relativos, se investe mais no ensino superior (índice igual a 58) ;
- A Itália tem um dos índices mais baixos (28);
- Portugal (46) e México (49) são dos países que, apesar de serem baixos os gastos por aluno, têm índices mais elevados de “esforço financeiro”.

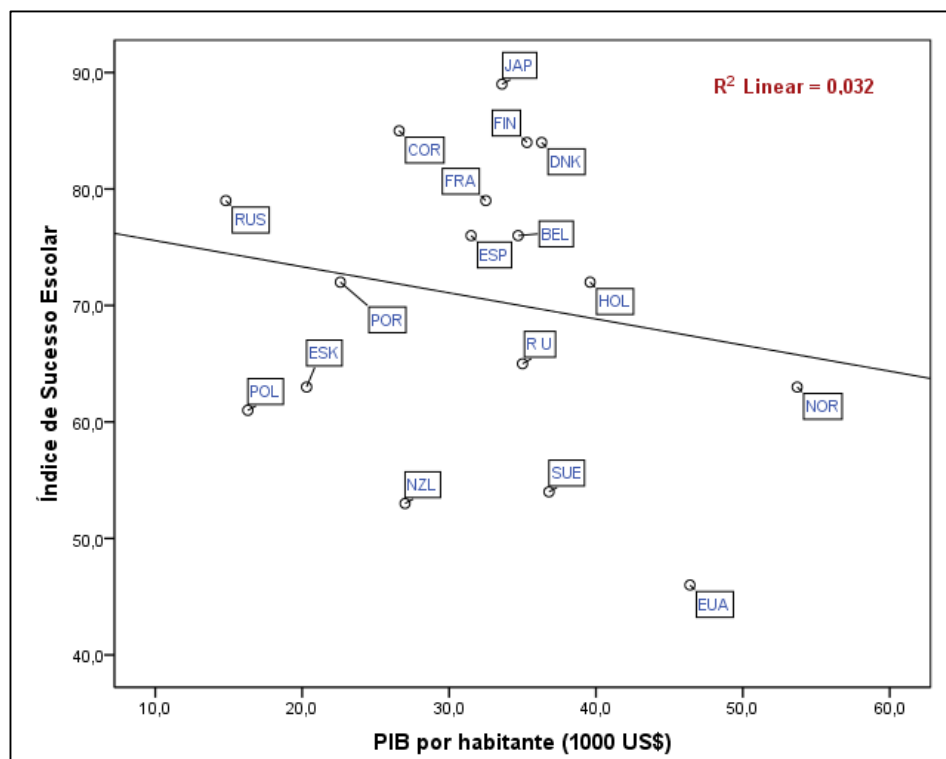
Figura 2.2.3.4: Gasto anual por aluno do ensino superior e “esforço financeiro” (2008)



Fonte: Elaboração própria. Adaptado de *OECD (2010) – Education at a Glance*

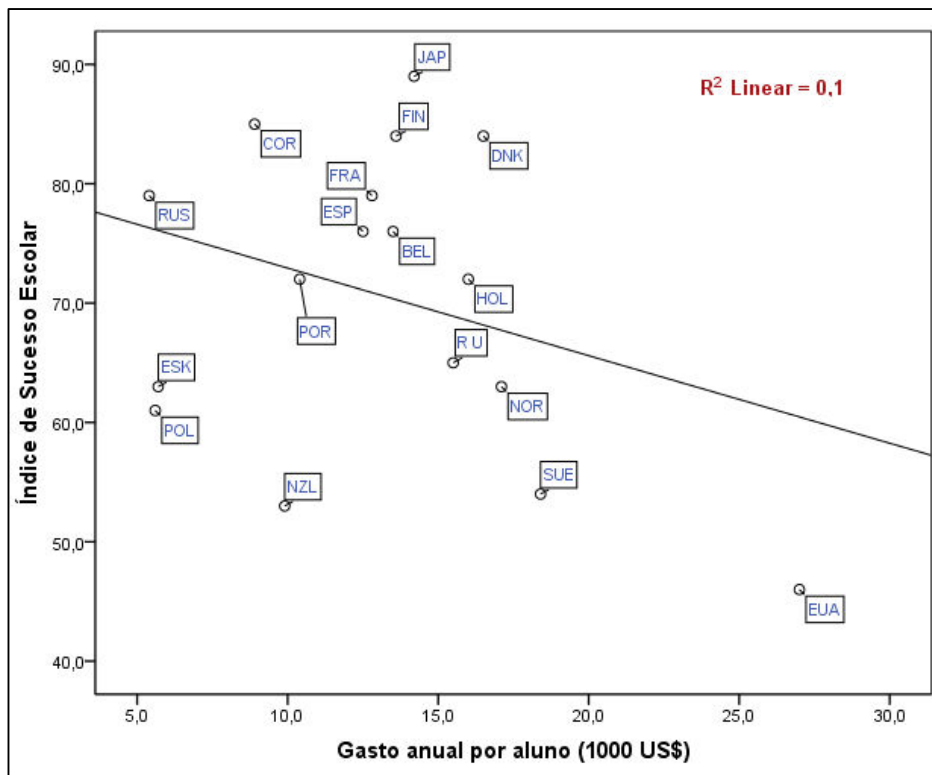
No entanto, ao contrário do que aparentemente seria lógico, no ensino superior o sucesso escolar não está correlacionado nem com o PIB por habitante nem com os gastos por aluno (Figura 2.2.3.5 e Figura 2.2.3.6).

Figura 2.2.3.5: Índice de sucesso escolar no ensino superior *versus* PIB por habitante (2008)
(Corrigido pelo índice de paridade do poder de compra)



Fonte: Elaboração própria. Adaptado de OECD (2010) – Education at a Glance

Figura 2.2.3.6: Índice de sucesso escolar no ensino superior versus Gasto anual por aluno (2008)
(Corrigido pelo índice de paridade do poder de compra)



Fonte: Elaboração própria. Adaptado de *OECD (2010) – Education at a Glance*

2.3 O ensino superior público português

2.3.1 Introdução

O sistema de ensino superior português é constituído por uma organização binária na qual coexistem o ensino universitário e o ensino politécnico que muito contribui para diversificação institucional (Simão et al., 2003).

No entanto, nos anos recentes, em sintonia com a tendência europeia, tem-se assistido a uma aproximação entre os dois subsistemas de ensino. Segundo Lopes (2001), a Declaração de Bolonha veio definir um modelo de formação único, independentemente do subsistema em causa.

De facto, a Declaração de Bolonha, prevê o desenho de um quadro comum de referência de graus académicos facilmente comparáveis. A criação de cursos organizados em dois ciclos principais, o primeiro ciclo, ou licenciatura, com duração mínima de três anos e orientado para o mercado de trabalho, e, o segundo ciclo, ou mestrado, com duração típica de dois anos e geralmente encarado como uma especialização nos temas mais relevantes do primeiro ciclo. Existe ainda o terceiro ciclo, ou doutoramento, orientado essencialmente para a investigação.

Com a implementação em Portugal da Declaração de Bolonha ou Processo de Bolonha (como também é conhecida) o terceiro ciclo é da exclusiva competência das universidades ao passo que o primeiro e segundo ciclos podem ser ministrados tanto por universidades como por institutos politécnicos.

2.3.2 Ensino superior público e privado

2.3.2.1 Alunos inscritos por subsistema de ensino

O número de alunos inscritos no ensino superior passou de 347 mil no ano lectivo 1997-8 para 377 mil em 2007-8 o que corresponde a uma taxa de crescimento de 8,6%. No período 2002-3 verificou-se o maior número de alunos inscritos (401 mil).

Conforme o Quadro 2.3.2.1.1 e as Figuras 2.3.2.1.1 e 2.3.2.1.2, o forte crescimento do sector público de 227 mil para 284 mil (+25,3%) compensou o significativo decréscimo de 121 mil para 93 mil (-23,1%) do sector privado.

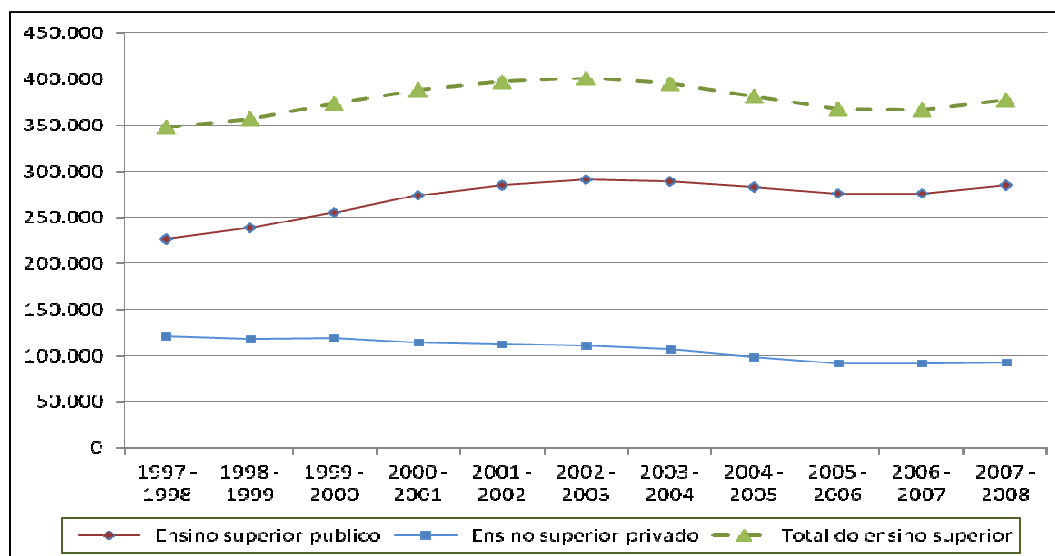
Contudo, uma análise da evolução por tipo de ensino mostra que é nos institutos politécnicos que se nota o maior crescimento (+47,9% no sector público e +16,3% no sector privado).

Quadro 2.3.2.1.1: Alunos inscritos no ensino superior público e privado

	1997 - 1998	1998 - 1999	1999 - 2000	2000 - 2001	2001 - 2002	2002 - 2003	2003 - 2004	2004 - 2005	2005 - 2006	2006 - 2007	2007 - 2008
Ensino superior público	226.642	238.857	255.008	273.530	284.789	290.532	288.309	282.273	275.521	275.321	284.333
Universidade	153.951	158.850	164.722	171.735	176.303	178.000	176.827	173.897	171.575	169.449	175.998
Instituto Politécnico	72.691	80.007	90.286	101.795	108.486	112.532	111.482	108.376	103.946	105.872	108.335
Ensino superior privado	120.831	117.933	118.737	114.173	111.812	110.299	106.754	98.664	91.791	91.408	92.584
Universidade	93.914	89.361	88.190	82.979	79.908	77.109	73.708	67.157	61.740	60.659	61.221
Instituto Politécnico	26.917	28.572	30.547	31.194	31.904	33.190	33.046	31.507	30.051	30.749	31.363
Total do ensino superior	347.473	356.790	373.745	387.703	396.601	400.831	395.063	380.937	367.312	366.729	376.917

Fonte: Adaptado de DGES - GPEARl

Figura 2.3.2.1.1: Evolução dos alunos inscritos no ensino superior



Fonte: Adaptado de DGES - GPEARl

Observa-se ainda que, em termos da oferta, as instituições do ensino superior público não satisfazem a procura existente (Quadro 2.3.2.1.2). Neste sector, a procura é

tendencialmente superior à oferta nos dois subsistemas de ensino (universitário e politécnico).

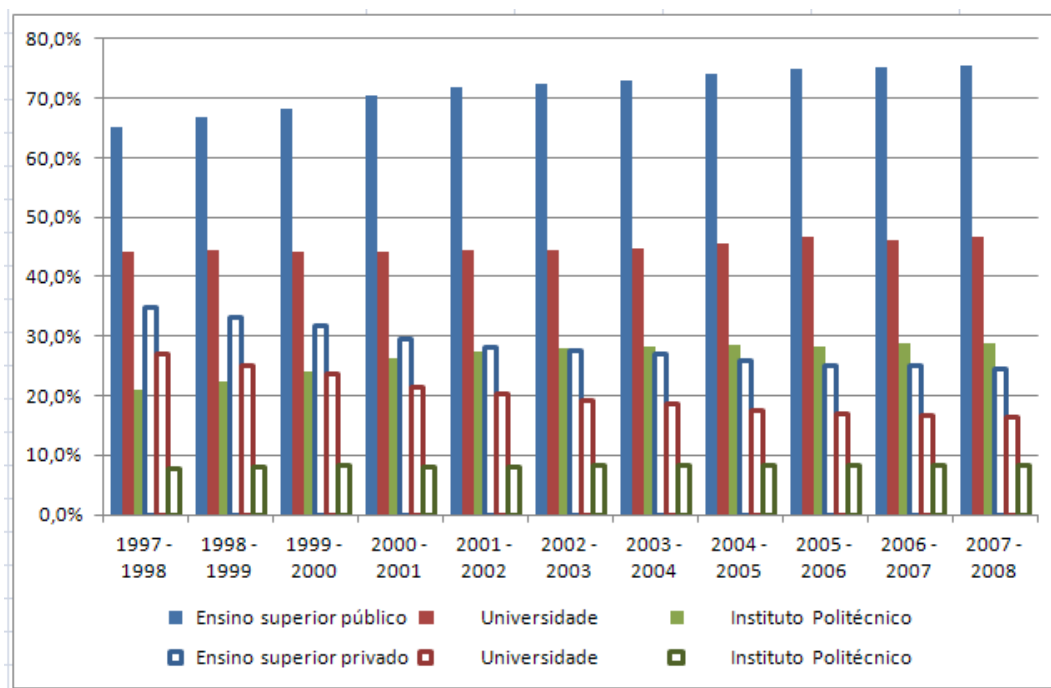
Situação inversa se verifica no sector privado em que a oferta é nitidamente superior à procura. Por exemplo, em 2007-2008 a oferta foi superior à procura em 55% no ensino universitário e em 53% no ensino politécnico.

Quadro 2.3.2.1.2: Vagas e inscritos no 1º ano pela 1ª vez

Subsistema de ensino		2000-01	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06	2006-07	2007-08	
Público	Universitário	Vagas	26 847	27 281	27 441	25 681	26 068	26 129	26 163	26 702
		Inscritos	28 613	27 021	28 416	26 956	26 589	26 755	28 019	30 802
	Politécnico	Vagas	21 195	22 074	22 299	20 727	21 070	21 304	21 202	22 882
		Inscritos	22 099	21 306	21 916	20 626	20 007	18 718	23 562	28 877
<i>Público Total</i>		<i>Vagas</i>	<i>48 042</i>	<i>49 355</i>	<i>49 740</i>	<i>46 408</i>	<i>47 138</i>	<i>47 433</i>	<i>47 365</i>	<i>49 584</i>
		<i>Inscritos</i>	<i>50 712</i>	<i>48 327</i>	<i>50 332</i>	<i>47 582</i>	<i>46 596</i>	<i>45 473</i>	<i>51 581</i>	<i>59 679</i>
Privado	Universitário	Vagas	24 559	24 370	23 595	22 458	22 808	24 311	24 277	23 351
		Inscritos	15 383	14 910	14 409	12 271	10 658	9 171	14 449	15 064
	Politécnico	Vagas	11 529	11 545	12 095	11 564	11 322	12 187	12 505	13 295
		Inscritos	6 552	6 466	7 413	7 495	6 989	6 068	8 075	8 721
<i>Privado Total</i>		<i>Vagas</i>	<i>36 088</i>	<i>35 915</i>	<i>35 690</i>	<i>34 022</i>	<i>34 130</i>	<i>36 498</i>	<i>36 782</i>	<i>36 646</i>
		<i>Inscritos</i>	<i>21 935</i>	<i>21 376</i>	<i>21 822</i>	<i>19 766</i>	<i>17 647</i>	<i>15 239</i>	<i>22 524</i>	<i>23 785</i>
TOTAL		Vagas	84 130	85 270	85 430	80 430	81 268	83 931	84 147	86 230
		Inscritos	72 647	69 703	72 154	67 348	64 243	60 712	74 105	83 464

Fonte: Adaptado de DGES - GPEARl

Figura 2.3.2.1.2: Proporção dos alunos inscritos por tipo de ensino



Fonte: Elaboração própria. Adaptado de DGES – GPEARl

2.3.2.2 Alunos inscritos por área de educação e formação

Ao nível da área de educação e formação, no período 1997-8 a 2007-8 a maior procura verificou-se na área de “Ciências sociais, Comércio e Direito” seguida da de “Engenharia, Indústria transformadora e Construção” (Quadro 2.3.2.2.1 e Figura 2.3.2.2.1).

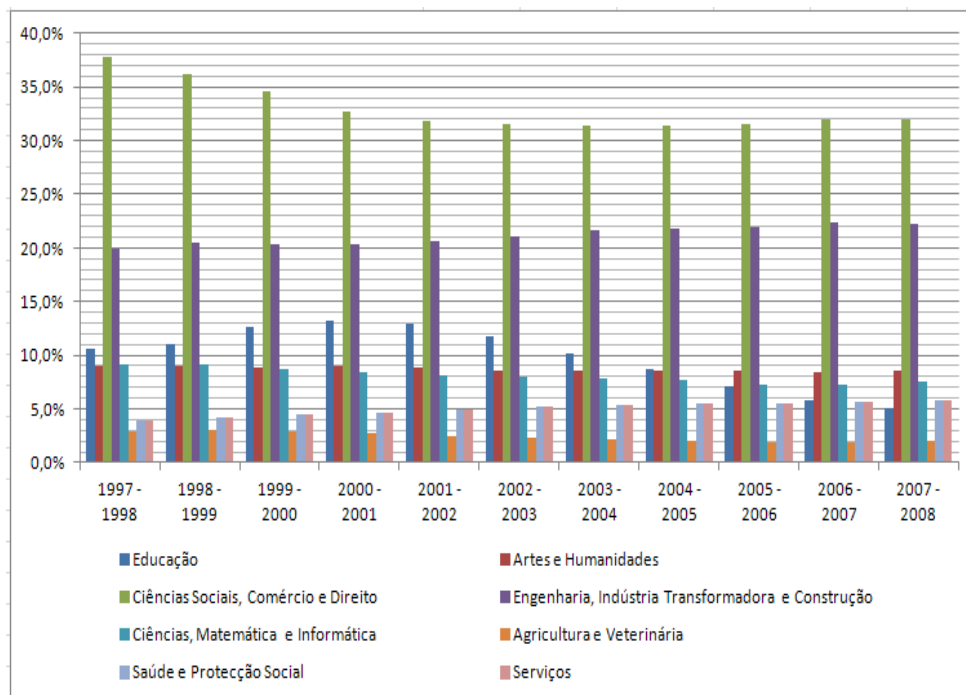
Comparativamente a 1997-8, em 2007-8 o maior crescimento em termos de variação em pontos percentuais (Figura 2.3.2.2.2) verificou-se na da “Saúde e Protecção Social” (9.6 p.p.). Em contrapartida, o maior decréscimo foi para a de “Ciências sociais, Comércio e Direito” (-5.8 p.p) e a de “Educação” (-5.4 p.p.).

Quadro 2.3.2.2.1: Alunos inscritos no ensino superior
(por área de educação e formação)

	1997-1998	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008
Educação	36.761	39.574	47.129	51.128	51.224	47.337	40.060	32.905	26.253	21.381	19.361
Artes e Humanidades	31.239	32.025	32.954	35.016	34.872	34.256	33.841	32.658	31.493	30.896	32.536
Ciências Sociais, Comércio e Direito	131.385	129.145	129.508	127.043	126.471	126.700	124.073	119.460	115.810	117.399	120.690
Ciências, Matemática e Informática	31.577	32.409	32.455	32.736	32.409	32.028	31.021	29.028	26.862	26.808	28.465
Engenharia, Indústria Transformadora e Construção	69.170	72.883	75.792	78.910	81.842	84.705	85.414	83.123	80.672	81.832	83.943
Agricultura e Veterinária	9.879	10.770	10.777	10.634	9.999	9.259	8.412	7.776	7.045	6.939	7.785
Saúde e Protecção Social	24.000	25.072	28.501	34.185	40.137	45.643	51.036	55.201	58.714	60.599	62.389
Serviços	13.462	14.912	16.629	18.051	19.647	20.903	21.206	20.786	20.463	20.875	21.748
TOTAL	347.473	356.790	373.745	387.703	396.601	400.831	395.063	380.937	367.312	366.729	376.917

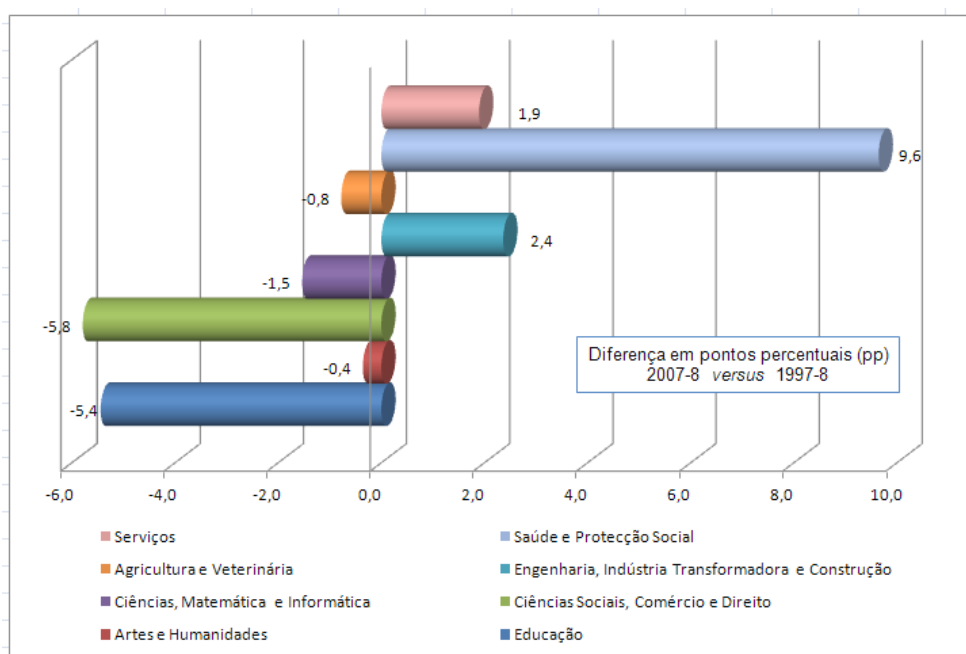
Fonte: Adaptado de DGES - GPEARl

Figura 2.3.2.2.1: Evolução da percentagem de alunos inscritos no ensino superior (por área de educação e formação)



Fonte: Elaboração própria. Adaptado de DGES - GPEARI

Figura 2.3.2.2.2: Variação p.p. dos alunos inscritos no ensino superior (por área de educação e formação)



Fonte: Elaboração própria. Adaptado de DGES - GPEARI

2.3.2.3 Doutoramentos

O número de doutoramentos efectuados em universidades portuguesas ou estrangeiras (reconhecidas por universidades portuguesas) acompanhou o ritmo de crescimento dos restantes graus académicos. Só em 2007 doutoraram-se 1459 alunos o que é quase o dobro (+89.7%) dos doutorados no período 1970-79 (769).

Por área de conhecimento científico (Quadro 2.3.2.3.1) foi na de “Ciências e Engenharia” em que ao longo dos anos se verificou maior número de doutoramentos. No entanto o seu peso relativo passou de 78% em 1970-79 para 57% em 2007.

Em número de doutoramentos, o ramo das “Ciências exactas e Naturais” é o mais importante dentro das “Ciências e Engenharia” e corresponde a cerca de 50%.

Quadro 2.3.2.3.1: Doutoramentos em universidades portuguesas ou estrangeiras reconhecidas por universidades portuguesas (por área de conhecimento científico)

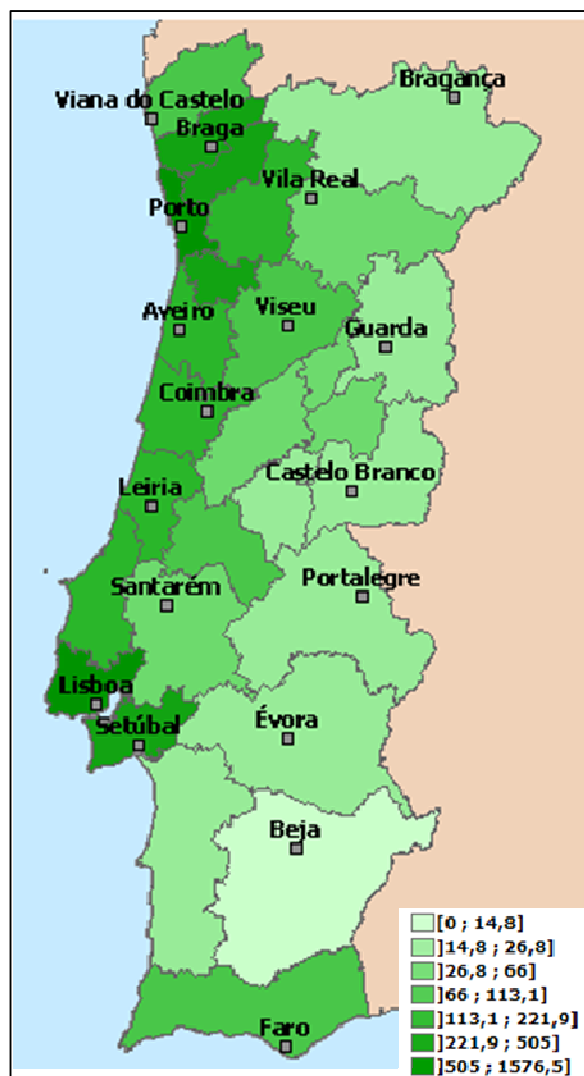
	1970-79	1980-89	1990-99	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Ciências e Engenharia	601	1.492	3.514	529	557	636	640	664	745	795	837
C. Exactas e Naturais	258	563	1.478	258	277	277	315	274	357	388	385
C. Saúde	144	301	633	84	87	78	67	76	82	101	150
C. Engenharia e Tecnologia	143	492	1.143	153	172	226	219	273	267	269	278
C. Agrária	56	136	260	34	21	55	39	41	39	37	24
Ciências Sociais e humanas	168	573	1.699	331	351	350	387	419	455	506	622
TOTAL	769	2.065	5.213	860	908	986	1.027	1.083	1.200	1.301	1.459

Fonte: Adaptado de DGES – GPEARI

2.3.2.4 Índice de concentração do ensino superior público

A densidade populacional de Portugal não é semelhante para todas as regiões tendo maiores valores no litoral com especial destaque para a Grande Lisboa e o Grande Porto (Figura 2.3.2.4.1).

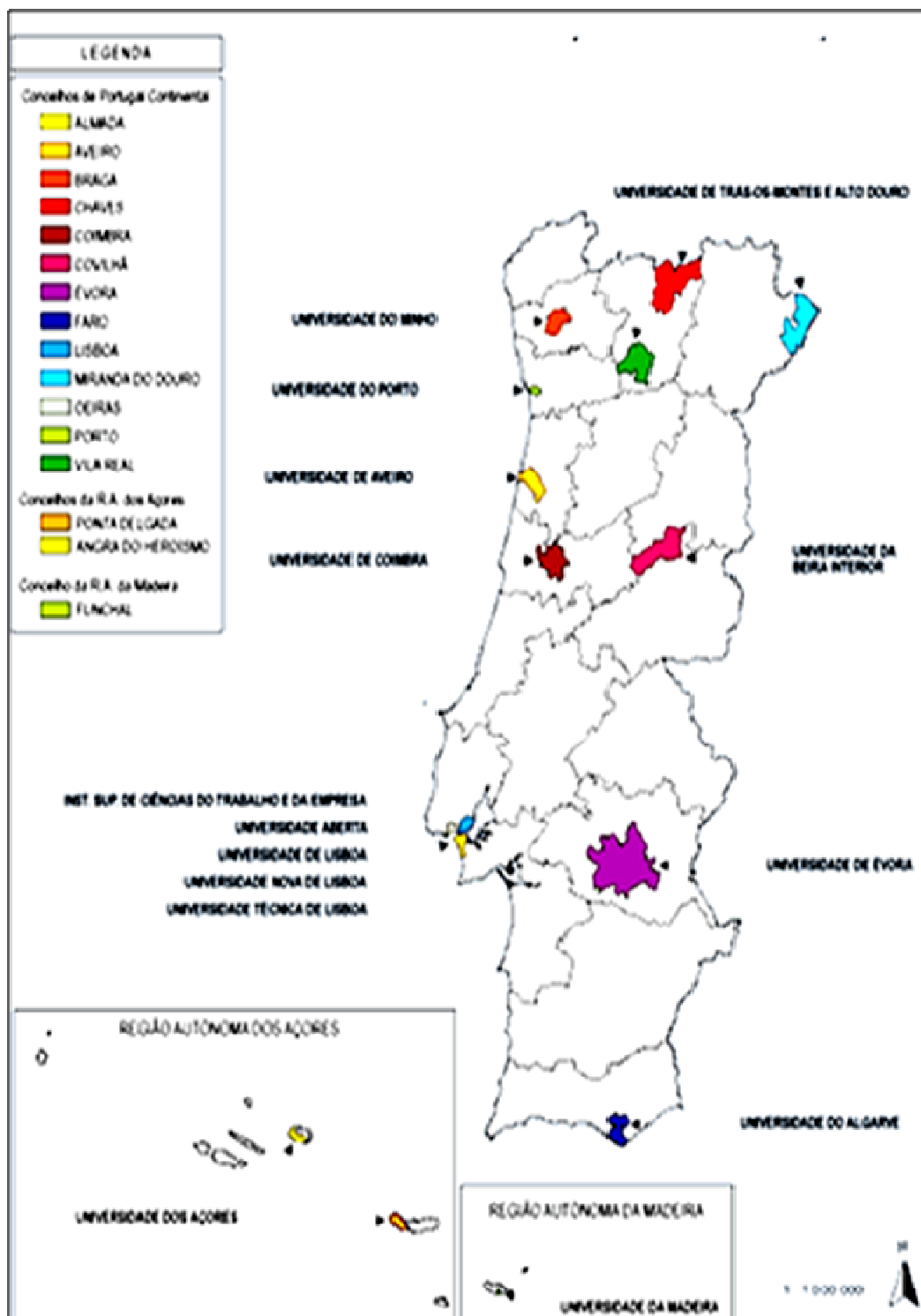
Figura 2.3.2.4.1: Densidade populacional por NUTS III (nº/km2)



Fonte: INE

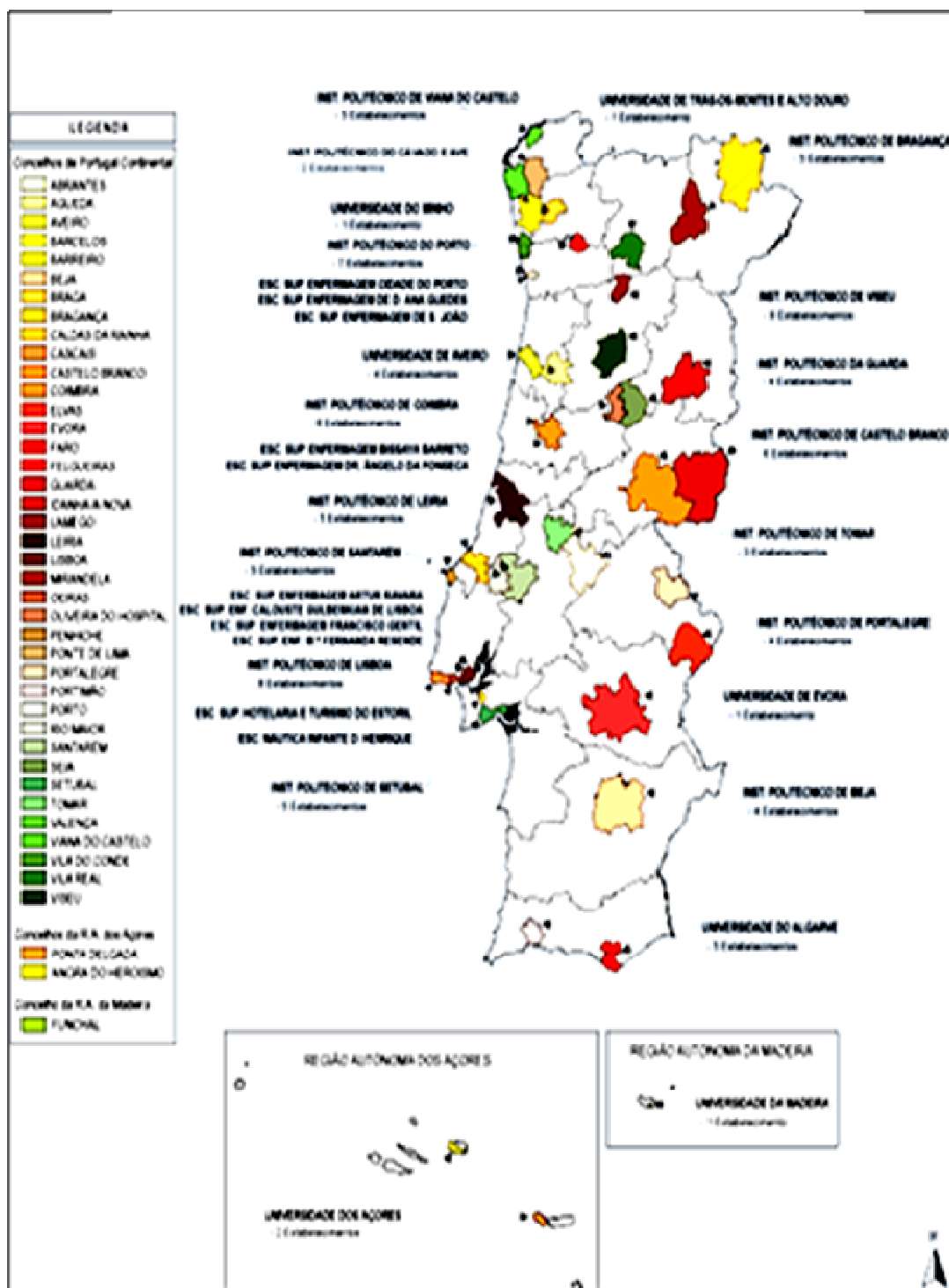
No entanto, no ensino superior público existem universidades e institutos politécnicos em praticamente todas as regiões (Figura 2.3.2.4.2 e Figura 2.3.2.4.3). Contudo, esta dispersão regional das instituições do ensino superior público não é acompanhada de forma homogénea pelo número de alunos inscritos.

Figura 2.3.2.4.2: Instituições do ensino superior público universitário
Distribuição geográfica



Fonte: DGES

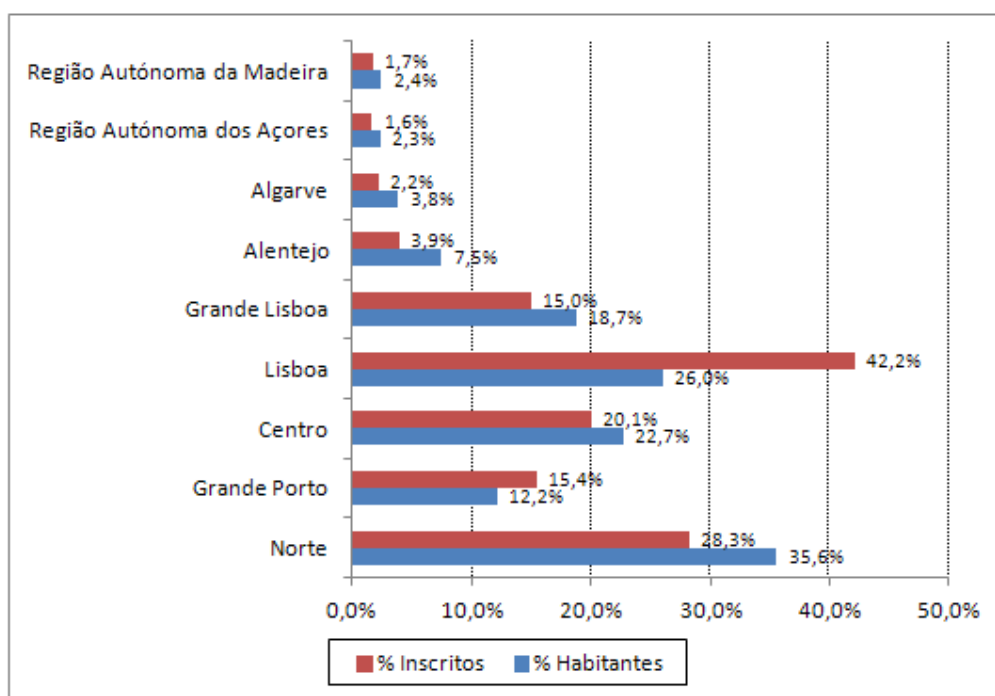
Figura 2.3.2.4.3: Instituições do ensino superior público politécnico
Distribuição geográfica



Fonte: DGES

Em relação às universidades (Figura 2.3.2.4.4), uma comparação da percentagem do número de alunos inscritos nas universidades numa dada região com a percentagem de habitantes dessa mesma região mostra que em Lisboa existe uma grande concentração (com + 16.2 p.p.) seguida do Grande Porto (+3.2 p.p.). Nas restantes regiões verifica-se o oposto sendo notória a diferença verificada no Norte (-7.3 p.p.).

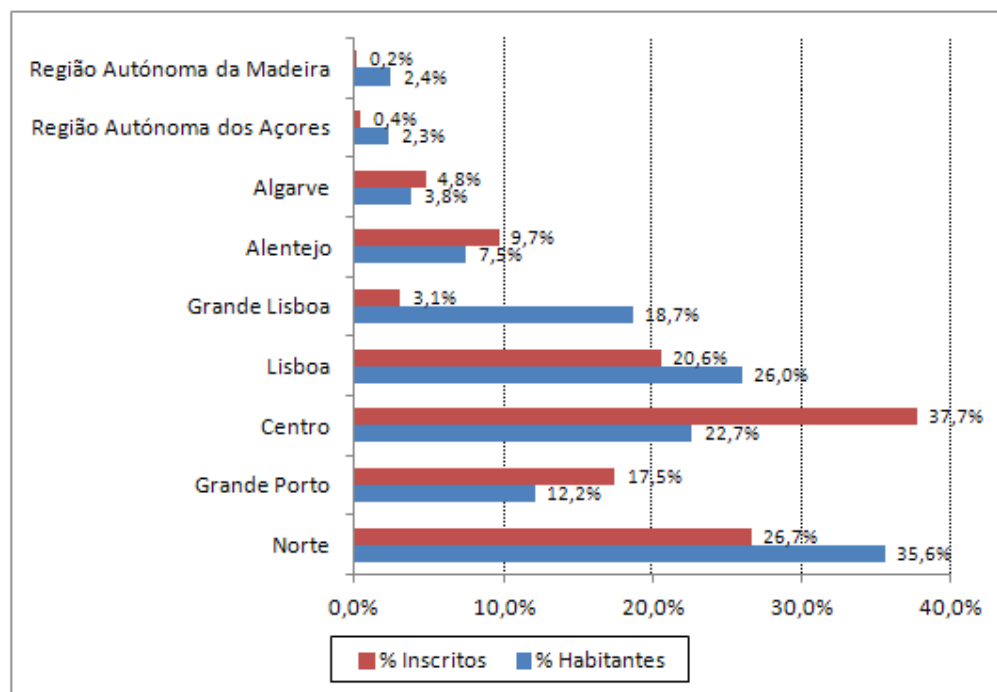
Figura 2.3.2.4.4: Comparação da % de habitantes com a % de inscritos nas universidades públicas das respectivas regiões (2007 – 2008)



Fonte: Elaboração própria. Adaptado de INE e de DGES - GPEAR1

Nos institutos politécnicos (Figura 2.3.2.4.5), uma comparação da percentagem do número de alunos inscritos nos institutos numa dada região com a percentagem de habitantes dessa mesma região mostra que no Centro existe uma grande concentração (com + 15.0 p.p.) seguida do Grande Porto (com +5.3 p.p.), Alentejo (+2.2 p.p.) e Algarve (+1 p.p.). Nas restantes regiões verifica-se o oposto sendo notória a diferença verificada na Grande Lisboa (-15.6 p.p.) e no Norte (-8.9 p.p.).

Figura 2.3.2.4.5: Comparação da % de habitantes com a % de inscritos nos institutos politécnicos públicos das respectivas regiões (2007 – 2008)



Fonte: Elaboração própria. Adaptado de INE e de DGES - GPEAR1

Estas conclusões podem ser complementadas com a análise das dimensões relativas das instituições.

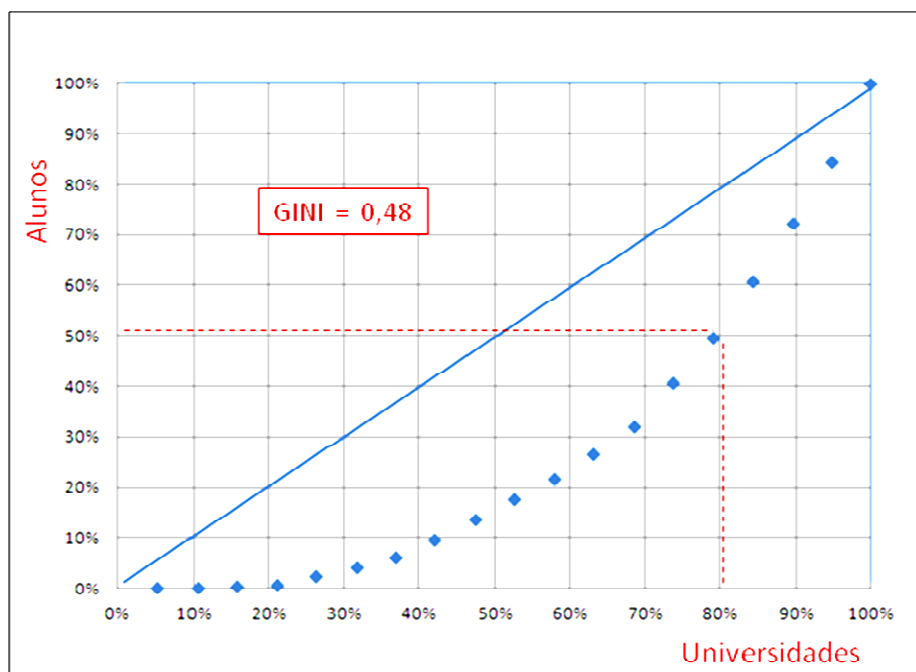
Para esse efeito calculou-se o Índice de Concentração de GINI. Este índice assume um valor mínimo de 0 e um valor máximo de 1. O valor está próximo de 0 quando não há diferenças significativas entre as dimensões das instituições e estará mais próximo de 1 no caso oposto. Graficamente, quanto maior for a área delimitada pela curva (Curva de Lorenz) maior será o valor do índice.

Para as universidades (Figura 2.3.2.4.6) o Índice de Concentração de GINI é bastante elevado ($G=0.48$) o que é explicado pelas dimensões da Universidade do Porto (com 15.5% dos alunos inscritos), Universidade Técnica de Lisboa (12.2%), Universidade de Lisboa (11.6%) e Universidade de Coimbra (11.3%).

A curva de Lorenz mostra que 20% das universidades têm 50% do total dos alunos inscritos.

Figura 2.3.2.4.6: Inscritos nas universidades públicas (2007-2008)

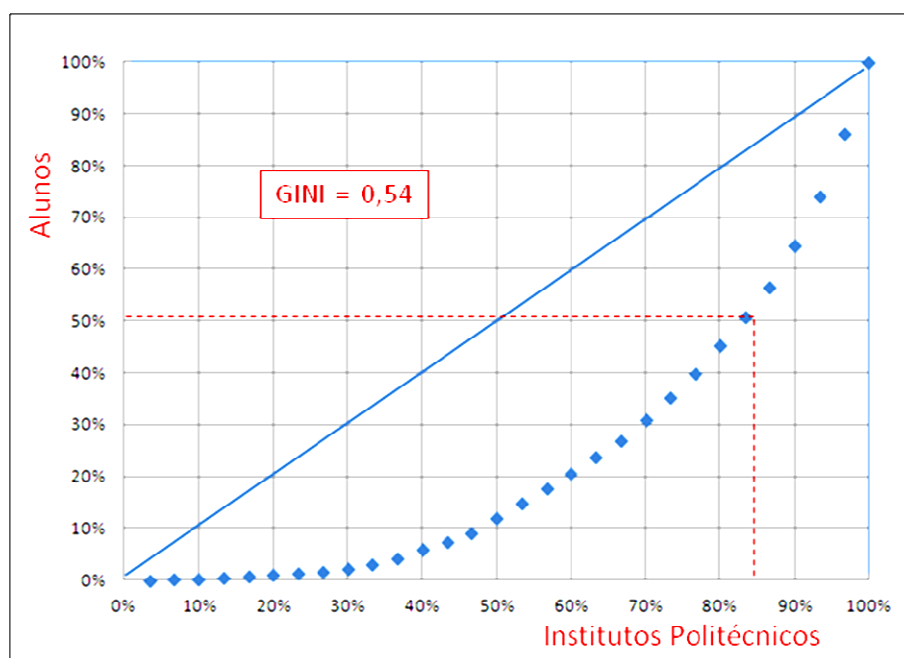
Curva de Lorenz e Índice de concentração de GINI



Fonte: Elaboração própria

Figura 2.3.2.4.7: Inscritos nos institutos politécnicos públicos (2007-2008)

Curva de Lorenz e Índice de concentração de GINI



Fonte: Elaboração própria

Para os institutos politécnicos (Figura 2.3.2.4.7) o Índice de Concentração de GINI é bastante elevado ($G=0.54$) e é 12.5% superior ao determinado para as universidades. É explicado pelas dimensões dos institutos politécnicos do Porto (com 13.9% dos alunos inscritos), Lisboa (11.9%), Coimbra (9.5%) e Leiria (8.1%).

A curva de Lorenz mostra que 15% dos institutos politécnicos têm 50% do total dos alunos inscritos.

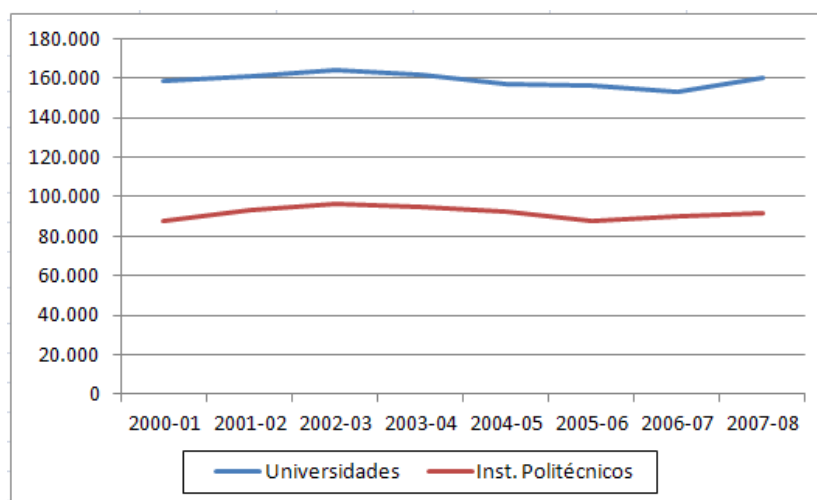
2.3.2.5 Instituições do ensino superior público consideradas na tese

Esta tese baseia-se no estudo de instituições do ensino superior público de Portugal (excluindo Açores e Madeira). Consideraram-se 12 universidades (com 95% do total de alunos inscritos) e 15 institutos politécnicos (com 91% do total de alunos inscritos). Foram analisados 8 períodos académicos (2000-1 a 2007-8).

A Figura 2.3.2.5.1 e os Quadros 2.3.2.5.1 e 2.3.2.5.2 indicam a evolução do número de alunos inscritos nos dois subsistemas, podendo-se tirar as seguintes conclusões:

- No período em análise a evolução do número de alunos inscritos evoluiu de forma análoga nos dois subsistemas;
- Não se nota uma tendência de crescimento significativa, havendo no entanto um pico em 2002-3 e o retorno ao crescimento em 2007-8;
- Em termos médios, o número alunos inscritos nas universidades é superior em cerca de 75% ao verificado nos institutos politécnicos;

Figura 2.3.2.5.1: Evolução do nº de alunos inscritos



Fonte: Elaboração própria. Adaptado de DGES - GPEARl

- Em Lisboa, Porto e Coimbra, estão situados os maiores institutos politécnicos e as maiores universidades.

**Quadro 2.3.2.5.1: Evolução do número de alunos inscritos
(por universidade)**

	2000-01	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06	2006-07	2007-08
Universidade do Algarve (ensino universitário)	4 772	4 597	4 525	4 377	3 902	3 818	3 802	3 907
Universidade de Aveiro (ensino universitário)	8 825	9 036	9 316	9 016	8 944	8 902	9 010	9 481
Universidade da Beira Interior	4 397	4 817	5 056	5 350	5 273	5 350	5 447	6 045
Universidade de Coimbra	21 248	20 898	22 020	21 501	19 872	19 890	19 081	19 921
Universidade de Évora	8 090	8 251	8 221	7 944	8 010	7 500	6 397	6 892
Universidade de Lisboa	21 370	21 065	21 356	21 130	20 411	20 063	19 781	20 355
Universidade Técnica de Lisboa	21 737	22 352	22 678	22 082	21 802	21 708	21 570	21 427
Universidade Nova de Lisboa	14 116	14 505	15 035	15 181	14 840	14 677	15 184	15 218
Universidade do Minho	16 016	16 212	16 560	15 835	15 312	15 130	14 681	15 400
Universidade do Porto	25 040	25 830	26 331	26 733	26 387	26 112	26 014	27 184
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro	7 712	7 720	7 143	6 741	6 603	6 599	6 510	7 056
ISCTE	5 307	5 630	5 934	5 952	5 739	6 205	5 784	6 938
TOTAL (Universidades)	158 630	160 913	164 175	161 842	157 095	155 954	153 261	159 824

Fonte: Adaptado de DGES - GPEARl

**Quadro 2.3.2.5.2: Evolução do número de alunos inscritos
(por instituto politécnico)**

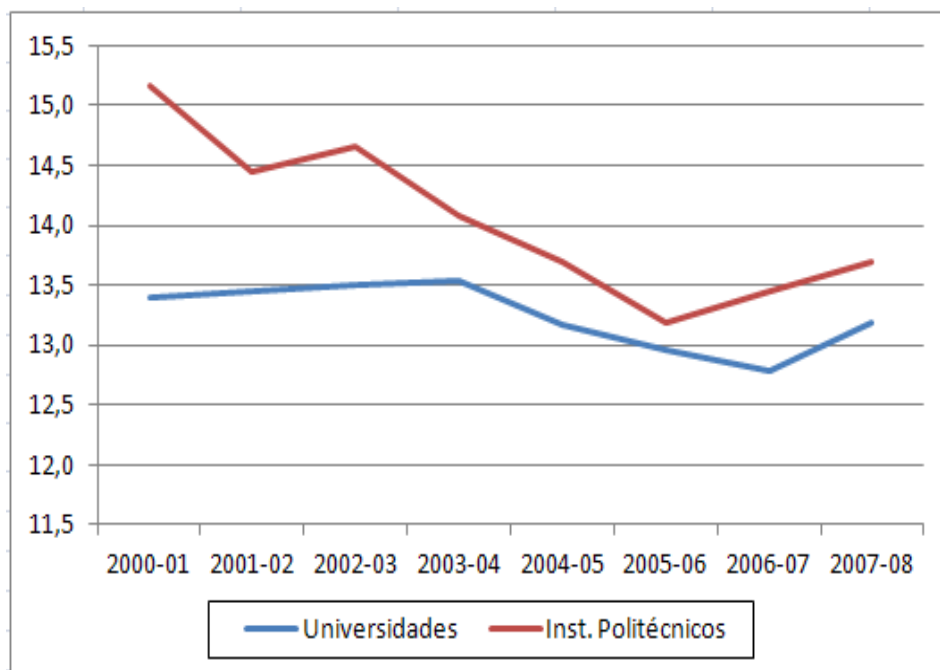
	2000-01	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06	2006-07	2007-08
Instituto Politécnico de Beja	3 782	3 779	3 786	3 545	3 227	3 049	3 083	2 936
Instituto Politécnico do Cávado e do Ave	856	1 097	1 277	1 399	1 447	1 465	1 540	1 910
Instituto Politécnico de Bragança	5 273	5 588	5 731	5 494	5 348	5 144	5 939	5 840
Instituto Politécnico de Castelo Branco	4 802	4 801	4 771	4 601	4 652	4 449	4 580	4 657
Instituto Politécnico de Coimbra	9 178	9 751	10 080	9 757	9 218	8 901	9 162	10 197
Instituto Politécnico da Guarda	4 099	4 245	4 131	3 768	3 543	3 307	3 408	3 538
Instituto Politécnico de Leiria	7 558	8 496	9 245	9 239	9 187	8 994	8 940	8 745
Instituto Politécnico de Lisboa	13 148	13 918	14 244	14 196	13 992	13 062	12 902	12 933
Instituto Politécnico de Portalegre	3 180	3 273	3 368	3 250	3 342	3 055	3 148	3 040
Instituto Politécnico do Porto	14 262	15 363	15 997	16 095	15 395	15 024	14 988	15 129
Instituto Politécnico de Santarém	4 099	4 184	4 225	4 095	3 842	3 548	3 780	4 079
Instituto Politécnico de Setúbal	5 244	5 701	6 021	6 078	6 029	5 607	6 037	6 019
Instituto Politécnico de Viana do Castelo	3 470	3 416	3 588	3 517	3 352	3 134	3 088	3 260
Instituto Politécnico de Viseu	5 783	6 414	6 801	6 606	6 266	5 967	6 030	6 249
Instituto Politécnico de Tomar	3 107	3 128	3 366	3 493	3 348	3 101	3 133	3 426
TOTAL (Institutos Politécnicos)	87 841	93 154	96 631	95 133	92 188	87 807	89 758	91 958

Fonte: Adaptado de DGES - GPEARl

A Figura 2.3.2.5.2 e os quadros seguintes permite conhecer a evolução do número de professores ETI (equivalente a tempo integral) e do rácio nº alunos / nº professores, podendo-se concluir:

- Nas universidades o número médio de professores (ETI) ronda os 12000. Nos institutos politécnicos o número médio situa-se nos 6700 nos últimos 5 anos, notando-se um sensível crescimento face aos anos anteriores;
- Depois de um valor inicial maior para os institutos politécnicos, o rácio número de Alunos / número de Professores (ETI) tende, nos dois subsistemas, a convergir e a estabilizar em torno de 13,5.

Figura 2.3.2.5.2: Evolução do rácio nº de Alunos inscritos/ nº Professores (ETI)



Fonte: Elaboração própria. Adaptado de DGES - GPEARl

Quadro 2.3.2.5.3: Evolução do número de professores (ETI)

Universidades

	2000-01	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06	2006-07	2007-08
Universidade do Algarve (ensino universitário)	331	356	340	337	334	332	330	315
Universidade de Aveiro (ensino universitário)	659	680	708	708	747	721	725	731
Universidade da Beira Interior	361	371	405	404	419	438	451	479
Universidade de Coimbra	1 467	1 440	1 426	1 411	1 383	1 406	1 400	1 396
Universidade de Évora	562	583	583	570	592	581	581	584
Universidade de Lisboa	1 639	1 647	1 638	1 605	1 606	1 616	1 609	1 610
Universidade Técnica de Lisboa	1 758	1 742	1 769	1 734	1 726	1 743	1 734	1 734
Universidade Nova de Lisboa	1 185	1 177	1 181	1 204	1 152	1 179	1 184	1 291
Universidade do Minho	1 088	1 106	1 131	1 120	1 122	1 117	1 114	1 112
Universidade do Porto	1 909	1 967	2 063	1 960	1 927	1 983	1 956	1 955
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro	510	512	515	516	518	516	516	516
ISCTE	376	390	402	394	396	395	395	395
TOTAL (Universidades)	11 843	11 971	12 161	11 963	11 922	12 027	11 995	12 118

Fonte: Adaptado de DGES – GPEARI

Quadro 2.3.2.5.4: Evolução do número de professores (ETI)

Institutos Politécnicos

	2000-01	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06	2006-07	2007-08
Instituto Politécnico de Beja	240	253	274	245	241	219	218	226
Instituto Politécnico do Cávado e do Ave	44	53	62	70	88	92	91	92
Instituto Politécnico de Bragança	390	443	473	466	463	451	402	398
Instituto Politécnico de Castelo Branco	307	339	347	345	360	350	351	353
Instituto Politécnico de Coimbra	539	597	596	716	602	638	652	630
Instituto Politécnico da Guarda	260	286	286	270	264	273	269	268
Instituto Politécnico de Leiria	414	488	492	531	531	542	589	624
Instituto Politécnico de Lisboa	998	1 053	1 057	1 106	1 110	1 091	1 102	1 101
Instituto Politécnico de Portalegre	182	205	215	209	216	213	212	213
Instituto Politécnico do Porto	932	1 037	1 035	1 046	1 085	1 055	1 062	1 067
Instituto Politécnico de Santarém	281	315	308	292	282	268	261	270
Instituto Politécnico de Setúbal	397	436	476	493	500	489	494	494
Instituto Politécnico de Viana do Castelo	243	286	279	271	277	275	274	275
Instituto Politécnico de Viseu	361	414	443	436	441	440	439	440
Instituto Politécnico de Tomar	208	240	252	259	268	259	262	263
TOTAL (Institutos Politécnicos)	5 792	6 445	6 595	6 755	6 728	6 655	6 678	6 714

Fonte: Adaptado de DGES - GPEARI

Quadro 2.3.2.5.5: Rácio número de alunos por professor (ETI)

Universidades

	2000-01	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06	2006-07	2007-08
Universidade do Algarve	14,4	12,9	13,3	13,0	11,7	11,5	11,5	12,4
Universidade de Aveiro	13,4	13,3	13,2	12,7	12,0	12,3	12,4	13,0
Universidade da Beira Interior	12,2	13,0	12,5	13,2	12,6	12,2	12,1	12,6
Universidade de Coimbra	14,5	14,5	15,4	15,2	14,4	14,1	13,6	14,3
Universidade de Évora	14,4	14,2	14,1	13,9	13,5	12,9	11,0	11,8
Universidade de Lisboa	13,0	12,8	13,0	13,2	12,7	12,4	12,3	12,6
Universidade Técnica de Lisboa	12,4	12,8	12,8	12,7	12,6	12,5	12,4	12,4
Universidade Nova de Lisboa	11,9	12,3	12,7	12,6	12,9	12,4	12,8	11,8
Universidade do Minho	14,7	14,7	14,6	14,1	13,6	13,5	13,2	13,8
Universidade do Porto	13,1	13,1	12,8	13,6	13,7	13,2	13,3	13,9
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro	15,1	15,1	13,9	13,1	12,7	12,8	12,6	13,7
ISCTE	14,1	14,4	14,8	15,1	14,5	15,7	14,6	17,6
TOTAL (Universidades)	13,4	13,4	13,5	13,5	13,2	13,0	12,8	13,2

Fonte: Elaboração própria. Adaptado de DGES - GPEARl

Quadro 2.3.2.5.6: Rácio número de alunos por professor (ETI)

Institutos Politécnicos

	2000-01	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06	2006-07	2007-08
Instituto Politécnico de Beja	15,8	14,9	13,8	14,5	13,4	13,9	14,1	13,0
Instituto Politécnico do Cávado e do Ave	19,5	20,7	20,6	20,0	16,4	15,9	16,9	20,8
Instituto Politécnico de Bragança	13,5	12,6	12,1	11,8	11,6	11,4	14,8	14,7
Instituto Politécnico de Castelo Branco	15,6	14,2	13,7	13,3	12,9	12,7	13,0	13,2
Instituto Politécnico de Coimbra	17,0	16,3	16,9	13,6	15,3	14,0	14,1	16,2
Instituto Politécnico da Guarda	15,8	14,8	14,4	14,0	13,4	12,1	12,7	13,2
Instituto Politécnico de Leiria	18,3	17,4	18,8	17,4	17,3	16,6	15,2	14,0
Instituto Politécnico de Lisboa	13,2	13,2	13,5	12,8	12,6	12,0	11,7	11,7
Instituto Politécnico de Portalegre	17,5	16,0	15,7	15,6	15,5	14,3	14,8	14,3
Instituto Politécnico do Porto	15,3	14,8	15,5	15,4	14,2	14,2	14,1	14,2
Instituto Politécnico de Santarém	14,6	13,3	13,7	14,0	13,6	13,2	14,5	15,1
Instituto Politécnico de Setúbal	13,2	13,1	12,6	12,3	12,1	11,5	12,2	12,2
Instituto Politécnico de Viana do Castelo	14,3	11,9	12,9	13,0	12,1	11,4	11,3	11,9
Instituto Politécnico de Viseu	16,0	15,5	15,4	15,2	14,2	13,6	13,7	14,2
Instituto Politécnico de Tomar	14,9	13,0	13,4	13,5	12,5	12,0	12,0	13,0
TOTAL (Institutos Politécnicos)	15,2	14,5	14,7	14,1	13,7	13,2	13,4	13,7

Fonte: Elaboração própria. Adaptado de DGES - GPEARl

2.4 Processo de Bolonha

Visando estabelecer até 2010 um espaço europeu de ensino superior, que promovesse a coesão europeia através do conhecimento, da mobilidade e da empregabilidade dos diplomados sendo ao mesmo tempo compatível, coerente, competitivo e atractivo para estudantes europeus ou países terceiros, 29 estados europeus, incluindo Portugal, subscreveram em 19 de Junho de 1999 a Declaração de Bolonha (actualmente também conhecida por Processo de Bolonha).

No que concerne ao ensino superior, a formação é centrada na globalidade da actividade e nas competências que os jovens devem adquirir, e projectando-a para várias etapas da vida de adulto, em necessária ligação com a evolução do conhecimento e dos interesses individuais e colectivos. Visando a sua concretização, os estados signatários comprometeram-se a adoptar um conjunto de acções de reformulação respeitantes à organização, métodos e conteúdos dos seus sistemas de ensino superior.

Em Portugal, o arranque para a implementação do Processo de Bolonha verifica-se com a publicação, no governo de Santana Lopes, do Decreto-Lei nº 42/2005 de 22 de Fevereiro. O Decreto aplica-se a todas instituições do ensino superior públicas ou privadas, e centra-se essencialmente em quatro pontos:

- Sistema de créditos curriculares
- Avaliação, classificação e qualificação
- Mobilidade durante a formação
- Mobilidade após formação

Após adequação pelo XVII Governo Constitucional (José Sócrates) da Lei de Bases do Sistema Educativo, Lei nº 49/2005 de 30 de Agosto, ao estipulado no Processo de Bolonha, o Decreto-Lei nº 74/2006 de 24 de Março, torna mais detalhado e operacional o estipulado pelo Decreto-Lei nº 42/2005.

Posteriormente, através do Decreto-Lei nº 107/2008 de 25 de Junho (governo de José Sócrates) são, fruto da experiência entretanto adquirida, introduzidas algumas alterações ao Decreto anterior. estas alterações visavam assegurar um aprofundamento da concretização do Processo de Bolonha e adaptá-lo aos princípios constantes em outros diplomas do ensino superior.

A Direcção Geral do Ensino Superior (DGES) teve um papel bastante relevante na concretização da implementação em Portugal do Processo de Bolonha.

Através de um intenso trabalho colaborativo com as instituições do ensino superior e os cerca de 170 especialistas repartidos por 40 Comissões repartidas das diversas áreas científicas, foi possível a DGES levar a bom termo as seguintes tarefas em que estava envolvida:

- Adequação dos cursos já existentes ao novo regime de ciclos de estudos;
- Criação de novos ciclos de estudos;
- Alteração dos planos de estudos e de outros elementos caracterizadores de um ciclo de estudos que não modifique os seus objectivos.

Os quadros seguintes mostram, por subsistema de ensino e área científica, o número de ciclos de estudos, registados ou a funcionar em 2009, de acordo com o regime jurídico de Bolonha.

Quadro 2.4.1: Ciclos de estudos de acordo com o regime jurídico de Bolonha
Registados ou autorizados a funcionar (Dezembro 2009)
Por subsistema de ensino

Ciclos de estudos	1º Ciclo		Mestrado	2º Ciclo		3º Ciclo	TOTAL	
	Univ.	Polit.	Integrado	Univ.	Polit.	Univ.	nº	%
Público	567	633	115	1272	374	499	3460	74,4%
Privado	621		22	503		42	1188	25,6%
TOTAL	1821		137	2149		541	4648	100,0%

Fonte: Adaptado de Direcção Geral do Ensino Superior

Quadro 2.4.2: Ciclos de estudos de acordo com o regime jurídico de Bolonha
Registados ou autorizados a funcionar (Dezembro 2009)
Por área científica (Ensino superior público)

Área Científica	1º Ciclo		Mestrado	2º Ciclo		3º Ciclo	TOTAL	
	Univ.	Polit.	Univ.	Univ.	Polit.	Univ.	nº	%
Ciências Empresariais	51	121	0	102	49	24	347	10,0%
Form. de Professores/Formadores e Ciências da Educação	21	23	0	207	95	16	362	10,5%
Ciências Sociais e do Comportamento	61	2	4	163	2	68	300	8,7%
Engenharia e Técnicas afins	46	109	36	70	47	60	368	10,6%
Saúde	27	61	17	84	43	36	268	7,7%
Humanidades	71	11	0	141	8	67	298	8,6%
Artes	49	84	0	66	29	20	248	7,2%
Ciências Físicas	44	0	4	87	1	52	188	5,4%
Serviços Pessoais	19	47	0	34	14	10	124	3,6%
Ciências da Vida	42	4	3	77	4	35	165	4,8%
Arquitectura e Construção	14	30	17	27	12	24	124	3,6%
Informática	19	19	0	29	13	13	93	2,7%
Direito	6	10	0	36	3	7	62	1,8%
Indústrias Transformadoras	12	15	4	28	11	17	87	2,5%
Protecção do Ambiente	7	18	5	26	14	7	77	2,2%
Informação e Jornalismo	15	11	0	19	2	4	51	1,5%
Serviço de Segurança	22	9	21	10	5	1	68	2,0%
Matemática e Estatística	20	0	0	32	0	22	74	2,1%
Agricultura, Silvicultura e Pescas	10	23	0	24	14	10	81	2,3%
Serviços Sociais	9	28	0	9	6	0	52	1,5%
Ciências Veterinárias	1	5	4	0	0	3	13	0,4%
Serviços de Transporte	0	3	0	1	2	3	9	0,3%
Desenvolvimento Pessoal	1	0	0	0	0	0	1	0,0%
TOTAL	567	633	115	1272	374	499	3460	100,0%
	1200		115	1646		499		

Fonte: Adaptado de Direcção Geral do Ensino Superior

Quadro 2.4.3: Ciclos de estudos de acordo com o regime jurídico de Bolonha
Registados ou autorizados a funcionar (Dezembro 2009)
Por área científica (Ensino superior privado)

Área Científica	1º Ciclo	Mestrado Integrado	2º Ciclo	3º Ciclo	TOTAL	
					nº	%
Ciências Empresariais	130	0	73	2	205	17,3%
Form. de Professores/Formadores e Ciências da Educação	33	0	114	2	149	12,5%
Ciências Sociais e do Comportamento	61	1	84	8	154	13,0%
Engenharia e Técnicas afins	41	0	8	1	50	4,2%
Saúde	91	7	37	0	135	11,4%
Humanidades	34	0	30	6	70	5,9%
Artes	68	0	40	1	109	9,2%
Ciências Físicas	9	0	3	0	12	1,0%
Serviços Pessoais	19	0	34	10	63	5,3%
Ciências da Vida	7	0	10	0	17	1,4%
Arquitectura e Construção	11	12	9	4	36	3,0%
Informática	34	0	9	1	44	3,7%
Direito	20	0	11	4	35	2,9%
Indústrias Transformadoras	8	0	2	0	10	0,8%
Protecção do Ambiente	7	0	8	0	15	1,3%
Informação e Jornalismo	17	0	18	1	36	3,0%
Serviço de Segurança	15	0	1	0	16	1,3%
Matemática e Estatística	5	0	2	2	9	0,8%
Agricultura, Silvicultura e Pescas	1	0	0	0	1	0,1%
Serviços Sociais	9	0	9	0	18	1,5%
Ciências Veterinárias	0	2	0	0	2	0,2%
Serviços de Transporte	1	0	1	0	2	0,2%
Desenvolvimento Pessoal	0	0	0	0	0	0,0%
TOTAL	621	22	503	42	1188	100,0%

Fonte: Adaptado de Direcção Geral do Ensino Superior

CAPÍTULO 3 POLÍTICAS PÚBLICAS: A AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO

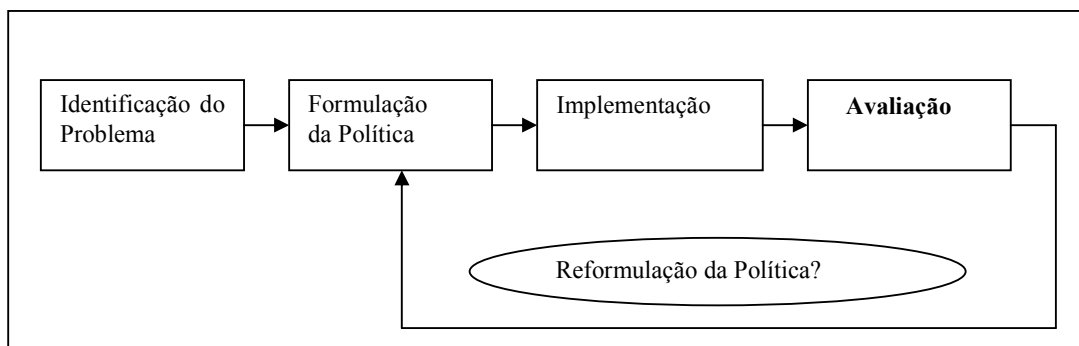
3.1 Introdução

Apesar do contexto e orientação do sectores público e privado serem diferentes Bilhim (2006), a pressão crescente da opinião pública no sentido de uma melhor aplicação dos recursos tem vindo a tornar a questão da *avaliação* das políticas públicas num tema particularmente importante nos países mais desenvolvidos.

Razões de vária ordem, que vão desde a identificação do problema até ao processo de implementação, podem levar ao insucesso de determinada política. Por este motivo, as políticas não se devem limitar a ser implementadas, sendo necessário proceder à sua avaliação. Para Bouckaert e Van Dooren (2003), se uma organização não avalia o seu desempenho só ocasionalmente perceberá o seu impacto na sociedade e conseqüentemente o modo como deverá actuar. A íntima ligação entre a *avaliação* e a *implementação* é traduzida de uma forma bastante sugestiva por Pressman e Wildavsky (1984): *“Implementation and evaluation are the opposite sides of the same coin, implementation providing the experience that evaluation interrogates and evaluation providing the intelligence to make sense out of what is happening”*.

A Figura 2.1.1 mostra de um modo sucinto o enquadramento da avaliação no processo de elaboração de políticas públicas.

Figura 3.1.1: Enquadramento da avaliação



Pelo atrás referido, o sector público tem vindo a utilizar cada vez mais técnicas de gestão importadas do sector privado. Na perspectiva de Bilhim (2004), a racionalidade

jurídico-formal inerente ao estudo da política pública tende a ser substituída pela racionalidade gestonária da eficiência, eficácia e economia. Nos países mais desenvolvidos, universidades, hospitais e outros organismos públicos foram objecto de importantes reformas visando simultaneamente a melhoria do serviço público e a redução dos custos para o estado.

Num estudo sobre o ensino superior no Reino Unido, Prichard (2000) admite a possibilidade de se estar a assistir a um retrocesso na tradicional liberdade académica ao constatar o crescente conflito dos académicos com o emergente quadro de novos gestores (muitos deles originalmente académicos), o que tem levado ao desmembramento do trabalho académico tradicional e à sua substituição por uma maior intensidade de trabalho orientada por objectivos estabelecidos pela gestão. Em *“New Managerialism: The Manager Academic and Technologies of Management in Universities: Looking Forward to Virtuality”* Reed e Deem (2002) referem, também em relação ao Reino Unido, que muitos académicos sentem maior controlo sobre o seu trabalho, motivado pelas novas técnicas de gestão que dão uma maior ênfase à avaliação e gestão do desempenho. No essencial, conclusões semelhantes sobre esta tendência na forma de gestão das instituições do ensino superior são relatadas em estudos sobre outros países como o de Musselin e Mignot-Gerard (2002) em relação à França e o de El-Kawas (2002) em relação aos EUA.

Um tipo de técnicas de gestão refere-se à *avaliação do desempenho*. A ideia chave é a de que uma organização deve ser avaliada quanto à forma como utiliza os seus *inputs* ou recursos (humanos, materiais, financeiros, ...) na produção dos *outputs* (serviços e ou produtos) que fornece à comunidade. Num estudo sobre a avaliação do desempenho dos hospitais portugueses, Harfouche (2010), considerou como *inputs* os custos de funcionamento, os consumos e os custos com pessoal, e, como *outputs* os doentes saídos, as consultas externas e as urgências.

A partir do conhecimento do seu “processo produtivo” as organizações - públicas ou privadas - podem estabelecer um ciclo de planeamento, em que o desempenho é planeado, realizado e medido.

A medição do desempenho pode, então, cumprir uma série de funções. Segundo Bruijn (2007) as mais frequentes são:

- Criação de transparência;
 - A medição do desempenho conduz à transparência e pode assim desempenhar um importante papel nos processos de prestação de

contas e responsabilização. Uma organização pode tornar claro quais os produtos que oferece e, por meio de uma análise *input-output*, quais são os custos envolvidos.

- Aprendizagem;
 - Uma organização dá um passo em frente quando usa a medição do desempenho para aprender. Graças à transparência criada, uma organização pode entender o que faz bem e onde são possíveis melhorias.
- Apreciação;
 - Pode ser efectuada uma avaliação baseada no desempenho, quer pela gestão da organização, quer por terceiros.
- Sanção.
 - Pode ser financeira ou de outro tipo. A avaliação deve originar uma sanção positiva ou negativa, conforme o desempenho seja, respectivamente, bom ou mau.

Cada uma destas funções pode ser aplicada a uma organização, mas também facilita a comparação, ou *benchmarking*, entre as organizações. Desta forma, a procura constante da melhoria do desempenho obriga a um ciclo de planeamento rigoroso e com metas ambiciosas para os vários programas em que a organização está envolvida.

No entanto, e de modo a garantir uma correcta avaliação, o desempenho deve ter presente alguns factores como a qualidade dos *inputs* e *outputs*, o meio envolvente em que a organização opera, o grau de complexidade da actividade (processo produtivo) e o grau de satisfação dos agentes envolvidos (trabalhadores e “clientes”).

3.2 Avaliação do desempenho e seus efeitos

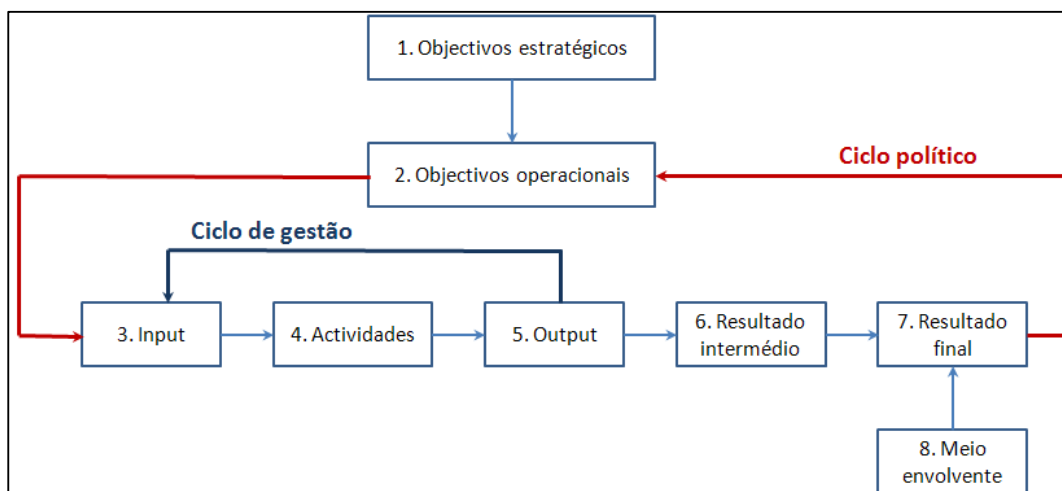
3.2.1 Introdução

Segundo Talbot (2005), o desempenho pode ser entendido com três significados distintos:

- Desempenho de uma organização
- Desempenho de uma política, programa ou actividade
- Desempenho de um indivíduo

Como tal, a medição do desempenho pode operar-se a vários níveis. Pode referir-se à medição dos *inputs*, *outputs* e resultados, e, pode focar-se na economia, eficiência e eficácia. Bouckaert (1997) integra estes conceitos naquilo a que chama *Modelo Input-Output dos Ciclos Político e de Gestão* e que é apresentado esquematicamente pela Figura 3.2.1.1.

Figura 3.2.1.1: Os ciclos político e de gestão



Fonte: Adaptado de Bouckaert (1997)

O modelo começa pela identificação dos objectivos estratégicos a partir de uma abordagem sistémica das aspirações da organização e que geralmente estão associadas à sua missão. O passo seguinte do ciclo político consiste no estabelecimento de objectivos operacionais, que uma vez estabelecidos darão origem ao ciclo de gestão e que é definido como a sendo o *modus operandi* diário da organização. O ciclo de gestão consiste nos *inputs* (recursos financeiros, humanos, materiais, ...) que a organização utiliza, nas actividades para os quais os *inputs* são

usados e nos *outputs* (produtos, serviços, ...) por elas realizadas. Os *outputs* têm impacto na sociedade dando origem ao que Bouckaert (1997) chama *resultados* (*outcomes*) e que define como sendo eventos, ocorrências, ou alterações nas condições, nos comportamentos ou nas atitudes, e que podem ser influenciados pelo meio envolvente.

O conhecimento do grau de cumprimento dos objectivos é determinado através do estabelecimento de indicadores de desempenho, que nalguns casos se apresentam na forma de rácios. Os mais utilizados estão relacionados com:

- Benefício económico
- Produtividade
- Eficiência
- Eficácia

Para cada indicador é estabelecido um valor padrão de referência que pode ser baseado na informação histórica da organização, na comparação com organizações semelhantes, etc. Actualmente existem várias técnicas que melhoram a capacidade analítica das organizações entenderem o desempenho e a sua medição. Duas dessas técnicas, a *Stochastic Frontier Analysis (SFA)* e a *Data Envelopment Analysis (DEA)*, são detalhadas na Parte II. A *DEA* é aplicada no estudo objecto desta tese.

A maioria das publicações académicas refere-se ao estudo comparativo de casos, sendo raras as tentativas de desenvolvimento de taxonomias das diferentes formas de abordagem do desempenho. Segundo Talbot (2005), exceptuam-se o trabalho de Bouckaert (1997) e a análise normativa de Bruijn (2001).

Aparentemente, a medição do desempenho terá sempre um efeito benéfico na organização. Embora esta visão tenha bastantes argumentos a favor, existe também a outra face da moeda com os efeitos não desejáveis.

3.2.2 Efeitos benéficos da medição do desempenho

A medição do desempenho promove a transparência e a inovação, é um incentivo para se ser produtivo, pode ajudar a desburocratizar uma organização, promove a aprendizagem e pode reforçar o *know-how* de uma organização.

A medição do desempenho leva à transparência. Esta transparência tem uma função tanto interna como externa.

Para Bruijn (2007), uma organização do sector público tem limitados incentivos externos à eficácia e eficiência e, portanto, tem uma tendência quase natural para desenvolver a "burocracia". Por exemplo, procedimentos disfuncionais, discussões sobre a estrutura, excesso de pessoal administrativo. O que foi muito bem formulado na Lei de Parkinson (1964): um aumento de trabalhadores leva a um aumento reforçado em perda de tempo porque as tarefas internas não produtivas tornam-se mais volumosas.

Uma organização que formule os seus produtos e, em seguida, cumpra as suas metas do desempenho cria transparência, que é um incentivo à inovação na organização. Uma discussão interna pode ser iniciada, por exemplo, sobre quanto os vários tipos de actividades contribuem para o desempenho da organização. Existe também um padrão claro para a avaliação de novos procedimentos, novas estruturas ou pessoal de apoio novo - Como é que contribuem para a melhoria do desempenho da organização? (Bruijn, 2007).

Acrescenta o mesmo autor de que "*O que é medido é feito*" resumem os argumentos deste tipo. Uma organização que pode tornar visível o seu desempenho tem metas em que se pode concentrar, e essa visibilidade tende a ser um incentivo imediato para melhorar o seu desempenho.

Por outro lado, na luta permanente pela melhoria da qualidade de vida, as pessoas chamam os políticos a prestar contas sobre o serviço prestado, por exemplo, no ensino, saúde, segurança e justiça. Isto leva os políticos a chamarem essas organizações a prestarem contas sobre o serviço prestado. Medir o desempenho torna-se então numa maneira elegante de chamar uma empresa à responsabilização, o que reduz o desempenho, que tende a ser complexo, a meros números fáceis de comunicar.

Raciocínio oposto leva a um segundo tipo de argumentação: a avaliação do desempenho é uma forma de monitorizar os *outputs* e é desejável, porque a monitorização dos *inputs* e dos processos são desincentivos ao desempenho.

A monitorização dos *outputs* concentra-se nos produtos e é, portanto, um incentivo para ser produtivo. Nem a boa intenção (*input*), nem o esforço diligente (*processos*) mas sim o resultado é recompensado.

A monitorização dos *inputs* premeia particularmente o planeamento e a formulação de objectivos e intenções. Muitas vezes, é um incentivo para formular objectivos e intenções de ser tão ambicioso quanto possível, uma vez que uma organização se

distingue de outra por ser ambiciosa. Também leva a uma cultura de reivindicação. Planos competem por recursos escassos, por isso existe um incentivo para reivindicar um máximo de fundos. Há também uma forma de correspondência de comportamento estratégico, descobrir se os interesses e preferências do gestor e a formulação de objectivos é efectuada para que atendam a esses interesses e preferências (Brujin, 2007).

A monitorização dos processos e actividades não se concentra nos resultados da organização. Os investigadores não são recompensados com base na sua produção científica (*output*), ou com base nos seus planos (*input*), mas em função do tempo que gastam em investigação. Leva a uma cultura de despesas. É um “incentivo” às actividades internas e um “desincentivo” ao desempenho (Brujin, 2007). Claro que este tipo de monitorização também dá origem ao seu próprio comportamento estratégico, ou seja uma intensificação do número de acções internas, sem melhoria do desempenho final.

Para Brujin (2007), a medição do desempenho também ajuda a desburocratizar uma organização. Permite que uma organização invista menos em fazer planos (*input*) ou sistemas de cronometragem (*processos*). Além disso, as organizações que realizam também tendem a ser “premiadas” com autonomia, porque há muito menor necessidade para um gestor intervir numa organização com bom desempenho do que numa organização com um desempenho insatisfatório. Se uma organização tiver um bom desempenho, planos ou sistemas de cronometragem são menos necessários.

Um terceiro ponto positivo da medição do desempenho é que ela promove processos de aprendizagem entre e dentro das organizações.

Os números prestam-se à comparação entre as forças escolas, hospitais, tribunais, etc. As diferenças entre as organizações podem ser uma razão para identificar as melhores práticas, métodos que, evidentemente, podem trazer um melhor desempenho.

A comparação também pode ser um incentivo para a aprendizagem, porque pode criar consciência do problema. O conselho de uma universidade com um *ranking* baixo pode utilizar essa pontuação para conduzir processos de aprendizagem e mudança. O poder de comunicação de dados é utilizado para criar um senso de urgência, a universidade tem um grande problema, por isso é chamada para a acção.

A medição do desempenho pode ajudar a quebrar o princípio da “não intervenção”: os profissionais não intervêm no domínio um do outro e, assim, deixam o colega de profissão agir. Esta actuação pode prejudicar a organização ao dificultar o processo de

aprendizagem dos funcionários dado receberem informações insuficientes sobre o seu desempenho. Além disso, uma cultura de “não intervenção” torna menos visível as diferenças entre os profissionais.

Em quarto lugar, a medição do desempenho produz informação que pode ser utilizada para melhorar a prestação de serviços

Os números do desempenho podem ser usados para melhorar o *know-how* da organização. Esse *know-how* também é importante, porque muitas organizações são interdependentes: o *output* de uma pode ser o *input* de outra.

3.2.3 Efeitos não desejáveis da medição do desempenho

Para além dos efeitos benéficos da medição do desempenho, há, no entanto, um outro ponto de vista, ou contra argumentação (Talbot, 2005), que relaciona a medição do desempenho com a criação de um grande número de efeitos perversos (Bruijn, 2007).

Medir e recompensar o desempenho pode ser um incentivo para um comportamento estratégico.

A organização aumenta a sua produção de acordo com critérios do sistema, mas este aumento não tem qualquer significado ou tem um significado negativo do ponto de vista profissional. Essa forma de comportamento estratégico é muitas vezes referida como "jogo dos números". Existem aqui comportamentos estratégicos porque o desempenho, nestes casos, só existe no papel. O desempenho no papel não tem significado social ou apenas um muito limitado. Aliás, este comportamento estratégico pode ser avaliado de maneira muito diferente, de uma forma inocente de criatividade à fraude.

Quando existe recompensa uma financeira associada à produção, a organização é tentada a melhorar, sem grandes preocupações com a inovação, o seu processo produtivo de modo a poder produzir os seus *outputs* de forma tão eficiente quanto possível. A organização tende a centrar-se nas práticas existentes e não correr o risco de desenvolver e implementar processos novos por não saber, antecipadamente, se irão melhorar o seu desempenho.

Por outro lado, quando o desempenho está orientado para a optimização dos *inputs*, a organização pode ser levada a centrar-se na redução, quantitativa e qualitativa, dos *inputs*. Esta redução, se for exagerada, é feita à custa das ambições da organização no que concerne à qualidade e quantidade desejáveis para os *outputs*.

Uma universidade, por exemplo, pode ser tentada a reduzir o número e a qualidade dos seus professores o que poderá originar graduados menos habilitados academicamente.

A medição do desempenho também pode ocultar o real desempenho de uma organização. Quanto maior o grau de informação agregada, mais afastada se encontra do processo primário de onde foi gerada. Deste modo, ao considerar apenas os dados agregados corre-se o risco da sua interpretação estar errada. O facto de uma organização ser considerada externamente como tendo um desempenho ineficiente não implica necessariamente que internamente todos os sectores sejam ineficientes.

Os indicadores de desempenho, se incorporarem apenas informação quantitativa, são aplicados sobretudo a actividades claramente definidas e mensuráveis, o que pode levar à diminuição da qualidade, a uma menor responsabilidade e a um aumento da burocracia.

Por exemplo, se na investigação científica os indicadores de desempenho se limitarem a uma informação quantitativa (como seja o número de documentos consultados pelos investigadores) o resultado é previsível: os investigadores tenderão a passar a qualidade para um segundo plano em detrimento da quantidade.

Na sua procura por um melhor desempenho a organização é levada a ter como referência as melhoras práticas das organizações semelhantes. No entanto, em vez de as adaptar ao seu caso específico, a organização limita-se a imitá-las. Como não há duas organizações iguais, a mera imitação, sem qualquer abordagem crítica, pode conduzir a efeitos nefastos.

Apesar de melhorar a produtividade, a medição do desempenho pode também ter um efeito punitivo. Segundo Bruijn (2007), existem três factores que contam para este efeito:

- i) A organização estabelece um prémio monetário por cada unidade produzida;

A tendência será produzir o máximo possível. No entanto, se no período seguinte, a organização considerar o mesmo montante global para premiar a produção, cria a impressão de que aumentar a produção não compensa dado haver um decréscimo nos prémios unitários.

- ii) A organização é transparente e tem um bom desempenho, o que a torna vulnerável;

Nestas situações há o risco de, comparativamente às organizações com pior desempenho e menos transparentes, os prémios, em termos relativos, serem inferiores. Este facto pode passar a imagem de que maior desempenho não compensa.

- iii) A organização é penalizada por operar num meio envolvente não competitivo;
- Casos em que, por razões legais ou outras, uma organização com mau desempenho é “valorizada” de forma idêntica à organização com bom desempenho.
 - Situações em que a organização actua monopolisticamente. Como o cliente está “garantido” a gestão não “vê” razões para incentivar o bom desempenho.

3.2.4 Conclusões

A avaliação do desempenho é uma actividade há muito considerada importante por vários países (Pollit, 2003). No entanto, só nos últimos trinta anos e em particular na última década os governos começaram a encarar a avaliação do desempenho através de uma abordagem mais sistemática e profissional. Para Pollit (2003) “*Evaluation is essentially concerned with the systematic analysis of public policies, programmes and projects*”.

No entanto, conforme atrás constatado, há o risco da avaliação do desempenho ter efeitos não desejáveis ou “perversos” que segundo Bruijn (2007) poderão ser evitados se, quando do seu desenho, se respeitarem três princípios a que o referido autor chama “regras do jogo” (Quadro 3.2.4.1):

- I. Interacção

A confiança mútua é um valor importante para o sucesso da avaliação do desempenho. Ela cultiva-se através da interacção entre avaliador e avaliado sendo importante para as decisões sobre:

- Como são definidos os “produtos”?
- Quais os indicadores de desempenho para aqueles “produtos”?
- Como é medido e avaliado o desempenho?

II. Variedade

O serviço público é uma actividade complexa o que implica que os seus “produtos” possam ser definidos, e como tal medidos e avaliados, de várias maneiras. Um único indicador pode não ser suficiente para a medição de um “produto” cujo conteúdo é complexo.

III. Dinâmica

A avaliação do desempenho deve ser encarada como uma actividade viva e desafiadora, iluminando:

- O processo de criação dos “produtos”.
- A dinâmica de desenvolvimento de “produtos”.

Quadro 3.2.4.1: Desenho de 3 princípios para a medição do desempenho

Valor	Princípio Associado
Confiança, justiça	Interacção
Conteúdo	Variedade
Actividade	Dinâmica

Fonte: Adaptado de Bruijn (2007)

3.3 Incorporação de informação qualitativa

3.3.1 Introdução

A contribuição dos métodos quantitativos nos estudos sobre a administração pública é um tema bastante actual. Em contraste com os métodos qualitativos, em que se baseiam a grande maioria de estudos empíricos, a utilização dos métodos quantitativos tem sido bastante diminuta e praticamente reduzida ao uso das técnicas de correlação e regressão. Poucos estudos empíricos têm utilizado métodos estatísticos para testar hipóteses sobre as variáveis de gestão pública, mas é desejável que estes estudos de avaliação quantitativa sejam desenvolvidos para estudar as políticas públicas (Bilhim, 2004).

Segundo Boyne (2000): *“A technical reason for the dearth of quantitative research in public management may simply be the absence of the relevant skills”*. Argumenta ainda o mesmo autor que tal se deve ao facto de a maioria dos académicos mais antigos terem obtido os seus doutoramentos através de uma aprendizagem traduzida num estudo intenso e solitário de um tema específico.

Com base nas publicações de duas revistas científicas de referência no Reino Unido – *Public Administration* e *Policy and Politics* – Boyne (2000) obteve para o período 1980-1999 a informação que se sintetiza no Quadro 3.3.1.1.

Quadro 3.3.1.1: A utilização de métodos quantitativos nos estudos sobre a gestão pública

Período	Administração pública		Política e políticas públicas	
	Número	%	Número	%
1980 – 84	3	3.2	10	9.3
1985 – 89	4	4.1	5	4.4
1990 – 94	6	4.4	5	4.5
1995 – 99	3	1.7	8	6.2
1980 – 99	16	3.2	28	6.1

Fonte: Adaptado de Boyne (2000)

A sua análise permite as seguintes conclusões:

- No período 1980-1999, é bastante pequena a percentagem dos estudos apoiados nos métodos quantitativos.

- No mesmo período, não se verifica uma tendência para o crescimento da referida percentagem.

No entanto, para Boyne (2000) é possível que as futuras gerações de investigadores, com melhor formação em métodos quantitativos que os seus antecessores, ajude a aliviar algum conservadorismo que parece estar espalhado pela comunidade científica da gestão pública.

Por não incorporar informação sobre a última década (2000-2010), as conclusões de Boyne (2000) não devem ser extrapoladas para o momento actual. De facto existe um factor que poderá incentivar cada vez mais o recurso aos métodos quantitativos: O crescimento exponencial da informática. Actualmente os meios computacionais, tanto em termos de velocidade de cálculo como de capacidade de armazenagem de informação, acompanhados de uma significativa redução do custo, são incomparavelmente superiores aos de uma década atrás. Tal possibilita não só um maior e melhor acesso a técnicas estatísticas que, embora já desenvolvidas teoricamente, careciam de meios informáticos (*hardware* e *software*) para a sua aplicação prática como também o desenvolvimento e teste de novas técnicas e algoritmos.

3.3.2 Informação qualitativa versus informação quantitativa

O termo métodos quantitativos é muitas vezes associado, de uma forma menos correcta, ao uso de técnicas estatísticas para o tratamento e estudo de *informação quantitativa* (a qual é suportada por variáveis quantitativas). Apresentam-se, através de exemplos, algumas das técnicas estatísticas mais usadas no tratamento de informação quantitativa.

Exemplo 1

“Pretende-se saber se, num dado sector de actividade, o absentismo (horas/ano) está relacionado com o incentivo salarial (€/ano) e a idade dos trabalhadores”.

Este problema é um caso típico da análise da *correlação e regressão*.

Exemplo 2

“A partir da caracterização quantitativa (rendimento, dimensão do agregado familiar, etc) das famílias pretende-se saber quantos grupos homogéneos de famílias existem”.

Esta questão é um caso típico de *análise de agrupamentos*.

Exemplo 3

“Com a finalidade de estabelecer uma medida de produtividade, deseja-se saber se há redundância no número de variáveis quantitativas seleccionadas para o efeito”.

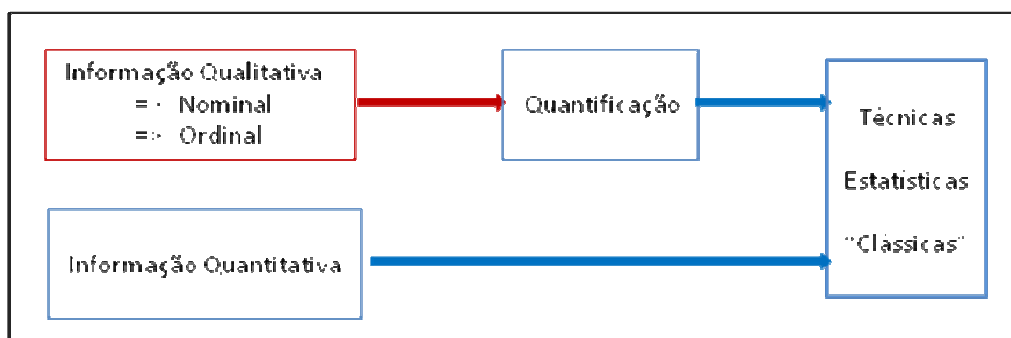
Uma técnica aplicável a este tipo de questões é a *análise de componentes principais*.

Já no que concerne à *informação qualitativa* – suportada por variáveis qualitativas (ordinais ou nominais) – ela é com frequência tratada, em termos estatísticos, de uma forma bastante elementar. A dificuldade aumenta quando se pretende incorporar na análise simultaneamente variáveis quantitativas e qualitativas.

Considerem-se novamente os três exemplos e incorporem-se na análise duas variáveis qualitativas, uma variável *nominal*, por exemplo a formação académica (“básica”, “média” e “superior”) e uma variável *ordinal*, por exemplo o grau de satisfação pontuado de acordo com uma escala de *Likert* (de “1” para “muito satisfeito” a “5” para “muito insatisfeito”).

Nestas situações as técnicas atrás indicadas não podem ser utilizadas directamente. Há no entanto processos, mais ou menos complexos, de *quantificar* (associar valores reais) as categorias das variáveis qualitativas. Efectuada a *quantificação*, as variáveis qualitativas podem então ser tratadas de forma “semelhante” ao das variáveis quantitativas (Figura 3.3.2.1).

Figura 3.3.2.1: Informação qualitativa *versus* quantitativa



Fonte: Elaboração própria

Face ao atrás referido, pode-se concluir que não há tecnicamente um motivo para, em termos de recurso aos métodos estatísticos de análise, a informação qualitativa seja marginalizada face à informação quantitativa. A única exigência é de que a informação, quantitativa ou qualitativa, seja fiável, atempada, disponível e de acesso fácil.

3.3.3 Empirismo dos scores de *Likert*

Likert (1932) e *Thustone* (1928) criaram os fundamentos da moderna medição sociológica das opiniões, valores e atitudes.

Segundo *Likert* a atitude de uma pessoa em relação a um tema de interesse pode ser avaliada segundo uma escala ordinal (tipicamente com 5 pontos) em que as respostas são do tipo “concordo totalmente”, “concordo”, “não tenho a certeza”, “discordo” e “discordo totalmente”. Apesar de haverem várias versões, tipicamente nas escalas de *Likert* são atribuídos, de uma forma crescente, *scores* (ou pontuações) a cada uma das respostas (ou categorias da variável qualitativa em estudo). Utilizando os *scores* (que geralmente vão de 1 a 5) é então possível, através do cálculo da média ponderada das respostas, saber qual a atitude média das pessoas em relação à questão formulada. Por exemplo, suponha-se que as respostas se referiam à pergunta “Concorda com o aumento dos impostos?” e se consideravam as categorias atrás mencionadas, se a média ponderada das respostas estiver muito próxima de 4 conclui-se que em média as pessoas inqueridas “discordam” do aumento dos impostos.

Ao definir *à priori* os *scores*, a escala de *Likert* está a partir do pressuposto que a diferenciação das categorias está de certo modo reflectida nos valores desses *scores*. o que só será válido se efectivamente todas as pessoas interpretarem as respostas possíveis de forma semelhante.

No artigo “*Is Likert scoring appropriate?*” *Nishisato* (1980) compara os pesos óptimos (ou *quantificações*) das categorias com os *scores* de *Likert* concluindo que podem existir diferenças significativas na interpretação dos resultados. Para o efeito, *Nishisato* socorre-se de uma técnica a que chamou *Dual Scaling* (também conhecida por *Escalonamento Óptimo*).

Baseado na abordagem de *Nishisato* (1980) apresenta-se um exemplo em que se comparam os *scores* de *Likert* com as *quantificações* obtidas através do *Dual Scaling*:

Admita-se que num inquérito com as perguntas “Qual a frequência de utilização dos transportes públicos?” e “Qual o grau do nível de serviço?” as pessoas tinham, para cada pergunta, de dar uma das cinco respostas mencionadas no Quadro 3.3.3.1.

Quadro 3.3.3.1: Categorias das variáveis

Frequência de Utilização dos Transportes Públicos (T)		Nível da Qualidade de Serviço (S)	
T1	Nunca	S1	Mau
T2	Raras vezes	S2	Sofrível
T3	Algumas vezes	S3	Razoável
T4	Bastantes vezes	S4	Bom
T5	Sempre	S5	Muito bom

Os resultados do inquérito assim como os *scores de Likert* constam no Quadro 3.3.3.2. Numa primeira análise constata-se que:

- Utilização dos transportes públicos
 - Em cada categoria de respostas (T1 a T5) há o mesmo número de respostas (62).
- Qualidade do serviço
 - A categoria S2 é a que tem maior número de respostas (99) o que contrasta com o da categoria S4 (33).

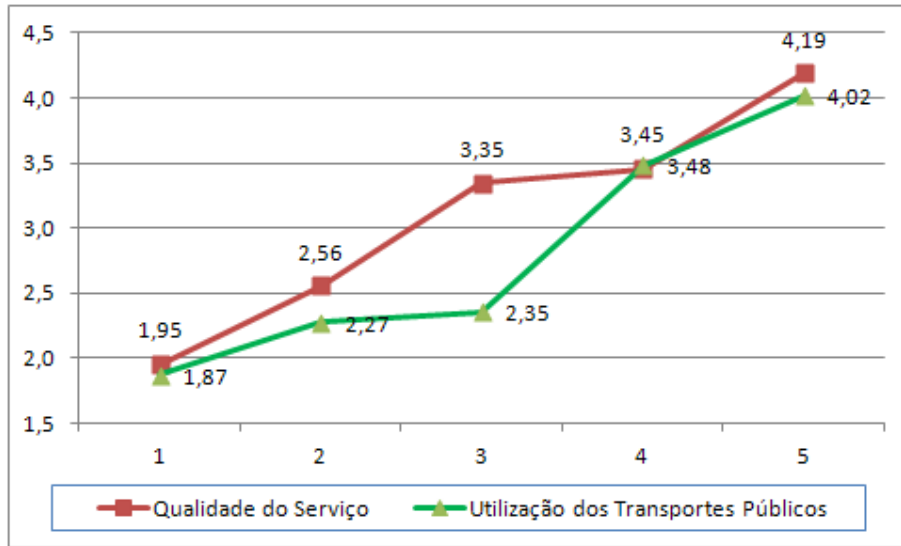
Quadro 3.3.3.2: Scores de Likert

	S1	S2	S3	S4	S5		
T1	31	17	7	5	2	62	1
T2	11	35	9	2	5	62	2
T3	15	27	8	7	5	62	3
T4	2	15	15	11	19	62	4
T5	3	5	13	8	33	62	5
	62	99	52	33	64	310	
	1	2	3	4	5		

■ Scores de Likert

Para conhecer o grau de adequação dos *scores* de *Likert*, eles são comparados com as médias ponderadas das categorias. Nishisato (1980) demonstra que a adequação óptima é conseguida se houver, para as duas variáveis, uma única função linear e em que haja uma correlação linear perfeita entre os *scores* (ou pesos) e as médias ponderadas das categorias. Pelo que se observa na Figura 3.3.3.1, os *scores* considerados não verificam aquela condição de “optimalidade”.

Figura 3.3.3.1: Médias das categorias ponderadas pelos *scores* de *Likert*



No Quadro 3.3.3.3 apresentam-se as *quantificações* (ou pesos) do *Dual Scaling* (*DS*) que foram calculadas através do algoritmo *Method of Reciprocal Averages* (*MRA*) Nishisato (1994).

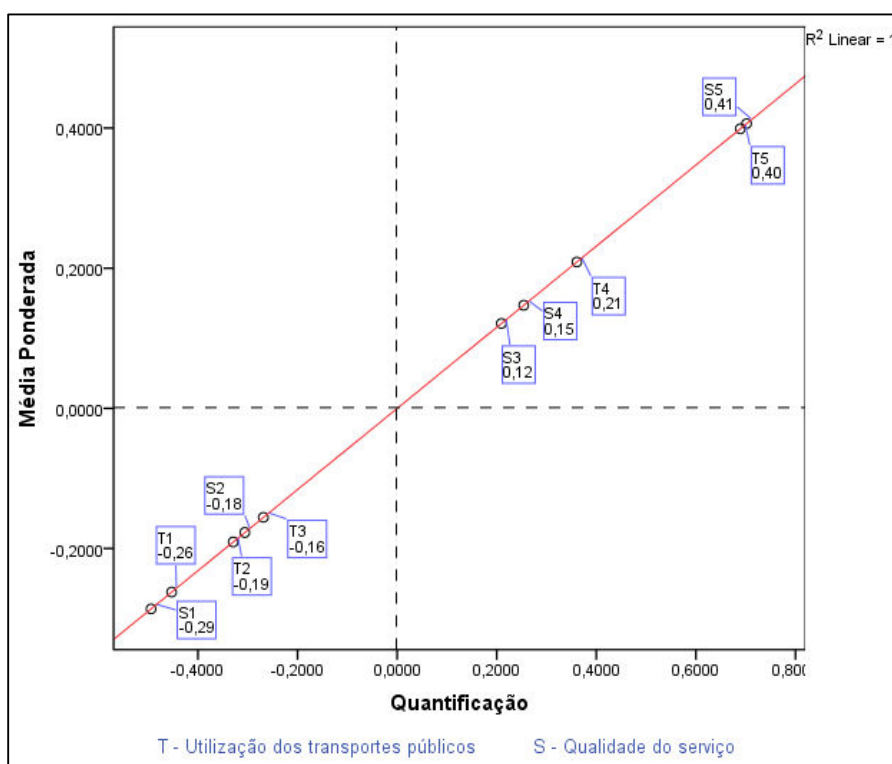
Quadro 3.3.3.3: Quantificações *Dual Scaling* (*MRA*)

	S1	S2	S3	S4	S5		
T1	31	17	7	5	2	62	-0,45
T2	11	35	9	2	5	62	-0,33
T3	15	27	8	7	5	62	-0,27
T4	2	15	15	11	19	62	0,36
T5	3	5	13	8	33	62	0,69
	62	99	52	33	64	310	
	-0,49	-0,31	0,21	0,25	0,70		

■ Quantificações *Dual Scaling* (*MRA*)

Conforme mostra a Figura 3.3.3.2 as *quantificações* obtidas são óptimas. Na sua representação gráfica, são colineares os pontos definidos pelas *quantificações* e pelas médias ponderadas das respectivas categorias.

Figura 3.3.3.2: Médias das categorias ponderadas pelas *quantificações*
Dual Scaling (MRA)



Ao contrário dos *scores de Likert*, as *quantificações* das categorias não estão equidistantes (não são constantes as diferenças entre as *quantificações* de duas categorias sucessivas). Este facto indica que a percepção do tipo de respostas não foi semelhante entre todas as pessoas inqueridas.

Principais conclusões:

- Utilização dos transportes públicos (Figura 3.3.3.3)
 - Não há discriminação significativa entre as respostas “raras vezes” e “algumas vezes” (categorias T2 e T3).

- Forte discriminação entre as respostas “algumas vezes” e “bastantes vezes” (categorias T3 e T4) e entre as respostas “bastantes vezes” e “sempre” (categorias T4 e T5).

Figura 3.3.3.3: Quantificações *Dual Scaling (MRA)*

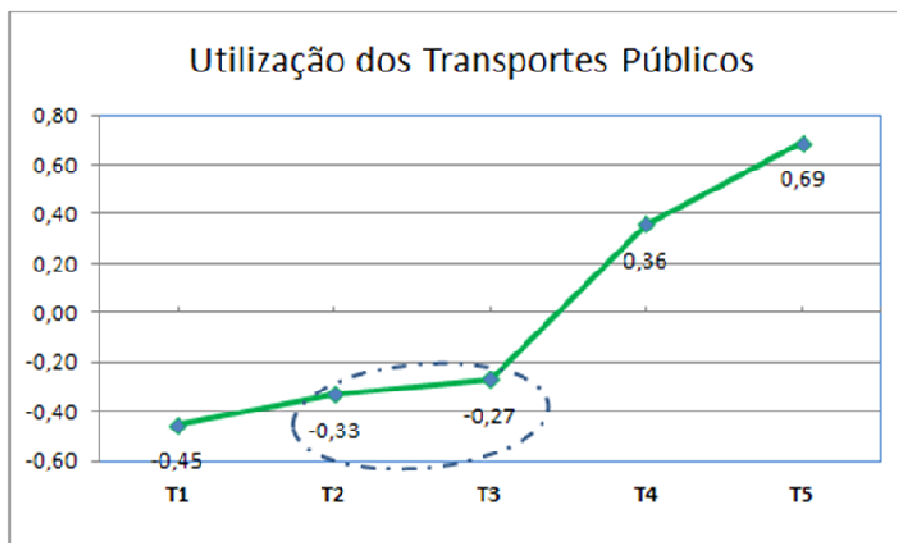
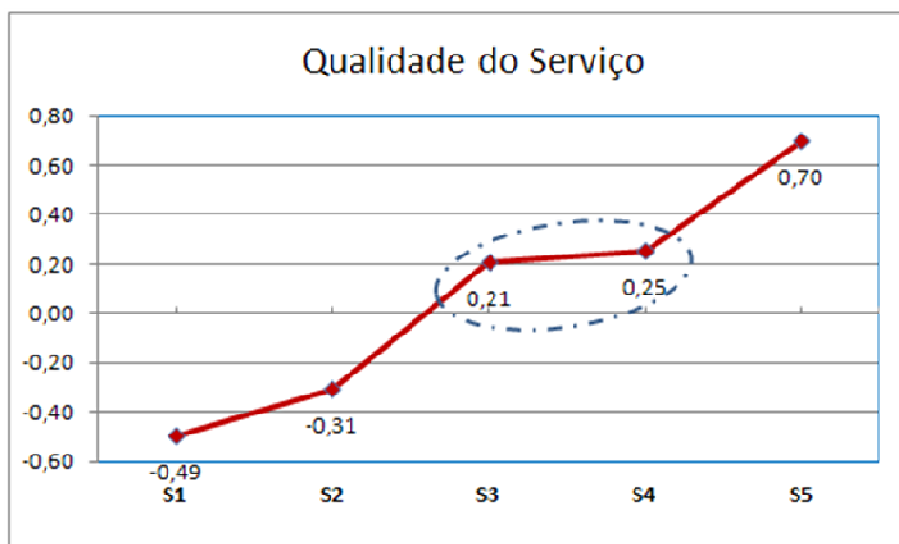


Figura 3.3.3.4: Quantificações *Dual Scaling (MRA)*



- Qualidade do serviço (Figura 3.3.3.4)
 - Não há discriminação significativa entre as respostas “razoável” e “bom” (categorias S3 e S4).
 - Forte discriminação entre as respostas “sofrível” e “razoável” (categorias S2 e S3) e entre as respostas “bom” e “muito bom” (categorias S4 e S5).

CAPÍTULO 4 ESTUDOS SOBRE A EFICIÊNCIA E A PRODUTIVIDADE DO ENSINO SUPERIOR

4.1 Introdução

No capítulo anterior, em 3.2.1, fez-se referência ao que Bouckaert (1997) chama “Ciclo de Gestão”: Uma organização utiliza nas suas actividades *inputs* (recursos financeiros, humanos, materiais, ...) que lhes permitem produzir os seus *outputs* (produtos, serviços, ...).

Definidos os objectivos, a organização pode então avaliar o seu grau de cumprimento através do estabelecimento de indicadores de desempenho que, nalguns casos, se apresentam na forma de rácios. Os mais utilizados estão relacionados com:

- Benefício económico
- Produtividade
- Eficiência
- Eficácia

Para o estudo da “Eficiência” e da “Produtividade”, objecto desta tese, das técnicas existentes merecem especial realce: *Stochastic Frontier Analysis (SFA)* e *Data Envelopment Analysis (DEA)*. Conforme se detalha na Parte II, a sua escolha depende do tipo de informação disponível não existindo, *a priori*, uma técnica melhor que a outra:

- A *SFA* exige o conhecimento da função de produção da organização e dos preços dos *inputs* e *outputs*;
 - Tem no entanto a vantagem de ser menos sensível a dados errados ou *outliers*.
- Ao contrário da *SFA*, a *DEA* não “exige” o conhecimento da função de produção e dos preços dos *inputs* e *outputs*. Esta característica torna-a mais apelativa para o estudo do desempenho da maioria das organizações em que o lucro não é o objecto principal;
 - Tem a desvantagem de ser mais sensível a dados errados ou *outliers*.

- No entanto trabalhos recentes, como os de Simar e Wilson (2004), apontam formas de contornar aquela desvantagem.

São inúmeros os trabalhos publicados utilizando estas técnicas. Em “*Data Envelopment Analysis: The evolution of the state of the art.*” Seiford, L. M. (1996) apresenta, para o período 1978-1995, um levantamento exaustivo de análises efectuadas com recurso à *DEA*.

Dado ser esta a técnica escolhida para suporte às investigações efectuadas nesta tese, apresentam-se no ponto seguinte alguns estudos efectuados nos anos mais recentes sobre a eficiência e a produtividade do ensino superior e em que foi utilizada a metodologia *DEA*.

4.2 Exemplos de aplicação da metodologia *DEA* ao ensino superior

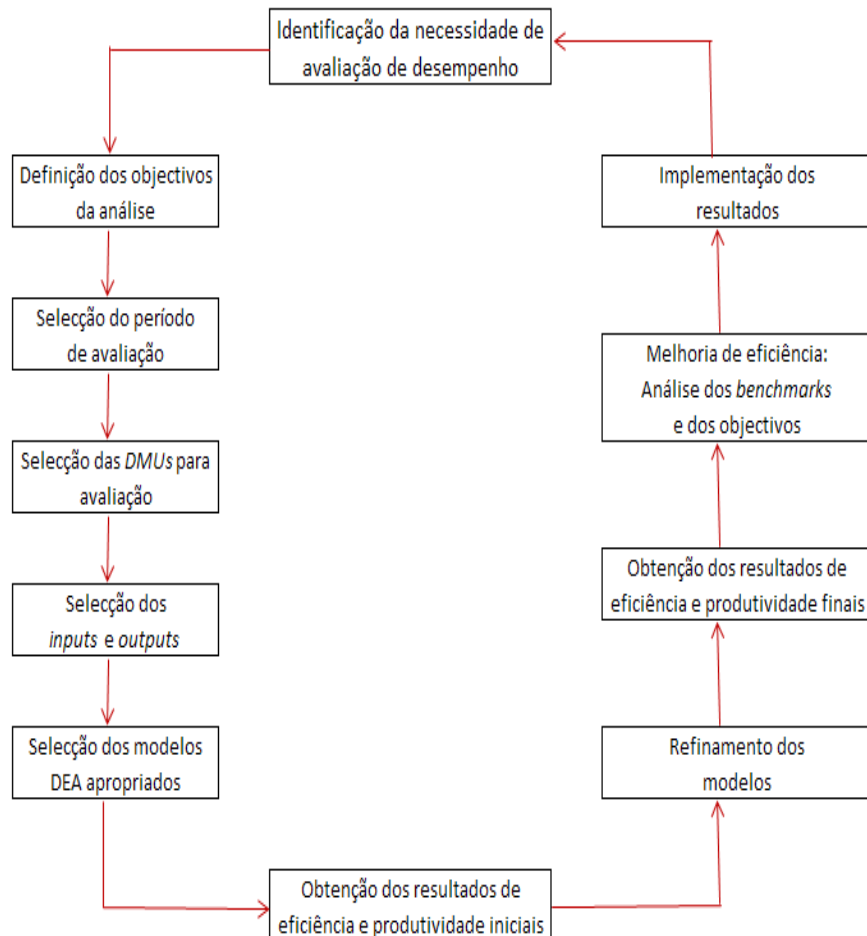
4.2.1 Introdução

Como se constata pela Figura 4.2.1.1, a selecção do tipo de modelo *DEA* depende de um conjunto de factores que são condicionados pela definição dos objectivos da análise:

- Período de avaliação;
 - Um ou vários períodos?
- *Decision Making Unities (DMUs)*;
 - Universidades, Faculdades, Departamentos, ...
 - Homogéneas?
 - Meio envolvente semelhante?
- *Inputs e outputs*;
 - Quais e qual a sua fiabilidade?
 - Consideram-se ou não os seus preços?

- Modelo *DEA*.
 - Orientação
 - “*Output*”: Maximizar os *outputs* face a uns dados *inputs*.
 - “*Input*”: Minimizar os *inputs* face a uns dados *outputs*.
 - “Não orientado”: Maximizar os *outputs* e minimizar os *inputs*.
 - Rendimentos à escala
 - Constantes ou variáveis?
 - Tipo de eficiência.
 - Fraca, Forte, Super eficiência?
 - Constrangimentos específicos

Figura 4.2.1.1: Metodologia *DEA*



Fonte: Elaboração própria. Adaptado de Camanho (1999)

Os estudos que se seguem ilustram estes pontos.

4.2.2 Estudo 1

Título:

“Efficiency, technology and productivity change in Australian universities, 1998-2003”.

Autores:

Worthington e Lee (2005).

Objectivo:

Analisar a evolução da produtividade de trinta e cinco universidades australianas no período 1998-2003.

Inputs:

- Número de professores ETI (equivalente a tempo integral);
- Número de funcionários ETI;
- Despesas de funcionamento;
- Número de alunos inscritos na primeira graduação;
- Número de alunos inscritos noutras graduações.

Outputs:

- Número de alunos que concluíram a primeira graduação;
- Número de alunos que concluíram o mestrado;
- Número de alunos que concluíram o doutoramento;
- Número de prémios da indústria;
- Número de publicações científicas.

Modelos:

1. Modelo *DEA* radial, orientado para o *output* e com rendimentos à escala variáveis.
2. Índices de *Malmquist* baseados no modelo acima referido.

4.2.3 Estudo 2

Título:

“Implications of variant efficiency measures for policy evaluations in UK higher education”.

Autores:

Glass, McCallion, Mckillop, Syamarlah e Stringer (2006).

Objectivo:

Testar, com base em dados de 1996, a validade das políticas públicas sobre o ensino superior no Reino Unido.

Inputs:

- Número de professores ETI;
- Número de funcionários ETI;
- Gastos por aluno;

Outputs:

- Indicador sobre a qualidade dos graduados;
- Indicador sobre a qualidade dos pós-graduados,
- Indicador sobre a qualidade da investigação.

Modelos:

1. Modelo *DEA* radial, orientado para o *output* e com rendimentos à escala variáveis;
2. Modelo *DEA* radial, orientado para o *input* e com rendimentos à escala variáveis.
3. Modelo *DEA* não radial, não orientado e aditivo.

4.2.4 Estudo 3

Título:

“Methodological problems to measure university efficiency in relation with its geographic localization”.

Autores:

Garcia-Aracil e Palomares-Montero (2007).

Objectivo:

Verificar se a eficiência relativa das universidades espanholas estava, no período 2002-2004, correlacionada com a sua localização geográfica.

Inputs:

- Total dos gastos;
- Número de professores ETI;
- Número de funcionários ETI.

Outputs:

- Número de graduados;
- Número de publicações;
- Gastos em investigação.

Modelos:

1. Modelo *DEA* radial, orientado para o *output* e com rendimentos à escala variáveis;
2. Modelo *DEA* radial, orientado para o *output* e com rendimentos à escala constantes.
3. Correlação de *Spearman* (para testar a correlação entre a eficiência e o PIB por habitante da região).

4.2.5 Estudo 4

Título:

“Measuring the research performance of Chinese higher education institutions using data envelopment analysis”.

Autores:

Johnes e Yu (2008).

Objectivo:

Examinar a eficiência relativa de 109 universidades na produção de investigação no período 2003-2004.

Inputs:

- Rácio número de professores ETI por número de alunos;
- Percentagem de professores com categoria igual ou superior à de associado;
- Percentagem de alunos inscritos em pós graduações;
- Gastos em investigação;
- Número de livros das bibliotecas;
- Área do edifício.

Outputs:

- Número de publicações científicas;
- Rácio do número de publicações científicas por investigador;
- Índice de prestígio da universidade.

Modelos:

1. Modelo *DEA* radial, orientado para o *output* e com rendimentos à escala variáveis;
2. Construção de intervalos de confiança usando a técnica *bootstrapping*.

4.2.6 Estudo 5

Título:

“A DEA approach to the relative efficiency of Portuguese public universities”.

Autores:

Afonso e Santos (2008).

Objectivo:

Determinar a eficiência relativa das universidades portuguesas no ano académico 2002-2003.

Inputs:

- Rácio número de professores ETI por número de alunos;
- Rácio gastos por aluno.

Outputs:

- Taxa de sucesso escolar na licenciatura;
- Rácio número de doutoramentos efectuados por número de professores.

Modelos:

1. Modelo *DEA* radial, orientado para o *output* e com rendimentos à escala variáveis;
2. Modelo *DEA* radial, orientado para o *input* e com rendimentos à escala variáveis.

4.2.7 Estudo 6

Título:

“Efficiency and productivity change in the English higher education sector from 1996/97 to 2002/03”.

Autores:

Johnes (2006).

Objectivo:

Analisar a evolução da eficiência e da produtividade de 113 instituições do ensino superior inglês no período 1997-2003.

Inputs:

- Total de gastos;
- Número de professores ETI;
- Número de estudantes inscritos no 1º ciclo;
- Número de estudantes inscritos no 2º ciclo;
- Número de estudantes inscritos no 3º ciclo.

Outputs:

- Número de estudantes graduados;
- Número de estudantes pós graduados;
- Receitas da investigação.

Modelos:

1. Modelo *DEA* radial, orientado para o *output* e com rendimentos à escala variáveis;
2. Índices de *Malmquist* baseados no modelo acima referido.

4.2.8 Estudo 7

Título:

“The efficiency of German universities – Some evidence from non-parametric and parametric models”.

Autores:

Kempkes e Pohl (2007).

Objectivo:

Determinar a evolução da eficiência e da produtividade das universidades públicas alemãs no período 1998-2003. Comparar os resultados das metodologias *DEA* e *SFA*.

Inputs:

- Número de funcionários;
- Número de professores ETI;
- Despesas de funcionamento.

Outputs:

- Número alunos graduados;
- Receitas de investigação.

Modelos:

1. Modelo *DEA* radial, orientado para o *output* e com rendimentos à escala variáveis;
2. Índices de *Malmquist* baseados no modelo acima referido;
3. Correlação de *Pearson* e Regressão *Tobit* (para analisar a relação entre a eficiência e o PIB por habitante da região);
4. Modelo *SFA* (*Stochastic Frontier Analysis*).

4.2.9 Estudo 8

Título:

“Reputation and efficiency: A non-parametric assessment of America’s top-rated MBA programs”.

Autores:

Ray e Jeon (2007).

Objectivo:

Determinar, em relação a 2004, a eficiência dos cursos de MBA das principais escolas de gestão americanas (65).

Inputs:

- Rácio número de alunos por professor ETI;
- Média dos testes de admissão (*GMAT*) dos alunos;
- Percentagem de alunos admitidos;
- Variáveis demográficas:
 - Género: Percentagens de alunos do sexo feminino;
 - Origem: Percentagem de alunos estrangeiros.

Outputs:

- Diferença das remunerações “antes” e “depois” da obtenção do MBA;
- Número de ofertas de emprego recebidas após conclusão do MBA.

Modelos:

1. Modelos *DEA* radiais, orientados para o *input* e *output* e com rendimentos à escala variáveis;
2. Modelos *DEA* não radiais, orientados para o *input* e *output* e com rendimentos à escala variáveis.

4.3 Conclusões

Com este capítulo pretendeu-se evidenciar a multiplicidade de factores que devem estar presentes quando da aplicação da metodologia *Data Envelopment Analysis (DEA)* ao estudo da eficiência e/ou da produtividade das organizações

Conforme os exemplos sobre o ensino superior mostram, a selecção do modelo *DEA* é condicionada não só pelo objectivo da análise, como também pelo período de avaliação, tipo de *Decision Making Unities (DMUs)* e características dos *inputs* e *outputs*.

Na Parte II apresentam-se, de forma sequencial, detalhada e ilustrada com exemplos, algumas das técnicas *DEA* mais utilizadas e que serviram de base ao modelo desenvolvido para o estudo da eficiência e da produtividade objecto desta tese.

PARTE II *MODELIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA*

CAPÍTULO 5 CONCEITO DE EFICIÊNCIA

5.1 Introdução

Segundo as abordagens económicas tradicionais, a função de produção é definida teoricamente como sendo a representação matemática da fronteira da tecnologia de produção. Recentemente, em três estudos publicados quase simultaneamente, Meeusen e Van der Broeck (1977), Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e Battese e Corra (1977), observaram que apesar da definição teórica da função de produção, aceite durante muitas décadas, ser interpretada como a quantidade máxima de *outputs* (produtos) obtida com uma dada quantidade de *inputs* (recursos), a dificuldade em estimar a função de produção teórica levava a que se estimassem funções de produção médias. Deste modo, o facto de as organizações avaliarem o seu desempenho tendo como referência uma função de produção média e não uma função de produção teórica traduziu-se no afastamento da literatura do conceito de eficiência.

Como refere Fernandes (2007), a avaliação da eficiência teve as suas origens em trabalhos publicados por Pareto (1906), Debreu (1951) e Koopmans (1951). Debreu (1951) propôs a primeira medida radial de eficiência produtiva a qual designou “coeficiente de utilização de recursos”. Pareto (1906) estabeleceu as bases de avaliação de políticas sociais. Uma política social é considerada correcta se beneficiar algumas pessoas sem prejudicar ninguém. Este conceito evita a necessidade de atribuir pesos à importância relativa de cada política. A generalização deste conceito a outros contextos é conhecido como “critério de Pareto”. Adaptando o “critério de Pareto” ao meio produtivo, Koopmans (1951) propôs mais tarde o conceito de eficiência técnica. O conceito de eficiência de Koopmans (1951), normalmente conhecido por “eficiência de Pareto-Koopmans”, considera que uma organização (unidade de produção) é tecnicamente eficiente se a diminuição de qualquer *input* requer o aumento de pelo menos um outro *input* ou a diminuição de pelo menos um *output*, ou se o aumento de qualquer *output* requerer a redução de pelo menos um outro *output* ou o aumento de pelo menos um *input*. Este conceito evita a atribuição de pesos aos *inputs* e aos *outputs* das unidades de produção.

O primeiro autor que propôs um modo de avaliar a eficiência sem recurso à utilização de funções de produção definidas teoricamente foi Farrell (1957). O seu trabalho alargou as contribuições dos estudos de Pareto (1906), Koopmans (1951) e Debreu (1951), sendo inovador pelos seguintes motivos:

- Permitiu evitar a definição prévia de uma forma funcional rígida para a função de produção. De acordo com Farrell, a eficiência pode ser avaliada a partir de dados empíricos. Baseadas nas combinações convexas das *DMUs* observadas são definidas *DMUs* “hipotéticas”. Daqui resultam funções de produção lineares empíricas que ligam as *DMUs* eficientes observadas;
- Definiu o conceito de eficiência técnica radial, admitindo uma orientação pelos *inputs*, como a máxima redução equiproporcional de todos os *inputs* mantendo os *outputs* constantes. Uma *DMU* com eficiência igual a um significa que é relativamente eficiente em termos radiais. Uma *DMU* com eficiência inferior a um significa que existe pelo menos uma combinação de *DMUs* que utiliza a mesma proporção entre os *inputs* e obtém os mesmos *outputs* que a *DMU* avaliada, mas que utiliza menos quantidade dos *inputs*. A avaliação da eficiência técnica segundo uma orientação pelos *outputs* segue um racional semelhante;
- Definiu o conceito de eficiência total que pode ser decomposto em duas medidas: eficiência técnica e eficiência alocativa. A eficiência alocativa avalia a *DMU* em relação à utilização das melhores proporções dos factores de produção tendo em consideração os respectivos preços;

A evolução dos métodos de avaliação da eficiência levou a duas linhas de investigação paralelas, que se diferenciam na forma de especificar e estimar a fronteira: o método *Stochastic Frontier Analysis (SFA)* ou método das fronteiras estocásticas (Meeusen e al., 1977), (Aigner et al., 1977) e (Battese et al., 1977) e o método de *DEA* (Charnes e al., 1978). O método *SFA* é uma abordagem paramétrica que define a tecnologia de produção através de uma função matemática (Cobb-Douglas, translog, Leontief generalizada, quadrática normalizada, entre outras). Neste método a forma da função tem que ser previamente especificada e os seus parâmetros são estimados através de dados empíricos. No *DEA* a abordagem é não paramétrica e como tal não é assumido qualquer pressuposto sobre a forma da função de produção. Neste método, a tecnologia de produção é definida através de um conjunto de propriedades que os pontos pertencentes ao conjunto de possibilidades de produção (*PPS*) têm que satisfazer.

5.2 Eficiência e Produtividade

Produzir é o acto de transformar *inputs* (recursos) em *outputs* (produtos). Como o objectivo da produção é a criação de valor através da transformação, em princípio, o ideal será utilizar o mínimo de *input* e produzir o máximo de *output*. Caso seja possível produzir uma dada quantidade de *output* a partir de um certa quantidade de *input*, a combinação *input-output* será um plano de produção admissível.

Na análise da forma como as organizações utilizam os recursos é vulgar confundirem-se os conceitos de produtividade e eficiência. No entanto, uma organização pode ser a mais produtiva embora sendo a menos eficiente, ou, pelo contrário, ser a menos produtiva embora sendo a mais eficiente. Para clarificar estes conceitos, apresentam-se 2 exemplos em que a produção envolve apenas um *input* e um *output*. Posteriormente é feita a sua generalização a tecnologias envolvendo mais que um *input* e mais que um *output*.

5.2.1 Tecnologia com um *input* e um *output*

Exemplo 5.2.1.1

Considerem-se duas organizações **A** e **B** que produzem um *output* (produto) a partir de um *input* (recurso). A produtividade média de **A** ($PM(\mathbf{A})$) e a produtividade média de **B** ($PM(\mathbf{B})$) serão dadas por

$$PM(\mathbf{A}) = \frac{y_A}{x_A} \quad \text{sendo } x_A \text{ a quantidade consumida e } y_A \text{ a quantidade produzida}$$

e

$$PM(\mathbf{B}) = \frac{y_B}{x_B} \quad \text{sendo } x_B \text{ a quantidade consumida e } y_B \text{ a quantidade produzida}$$

A organização **A** será mais produtiva que **B** caso se verifique $PM(\mathbf{A}) > PM(\mathbf{B})$.

Assumido hipoteticamente que:

$$(x_A, y_A) = (20, 4) \text{ e } (x_B, y_B) = (64, 8), \text{ então ter-se-à} \quad (5.2.1.1)$$

$$PM(\mathbf{A}) = \frac{4}{20} = 0.2 \text{ e } PM(\mathbf{B}) = \frac{8}{64} = 0.125$$

Constata-se que **A** é mais produtiva que **B**. A sua produtividade média é $(0.2/0.125)=1.6$ vezes superior à de **B**.

Suponha-se agora que a tecnologia de produção é conhecida e descrita pela função de produção

$$y^* = f(x) = \sqrt{2x} \quad (5.2.1.2)$$

sendo y^* a quantidade máxima que se pode produzir com uma dada quantidade x

Então pode-se calcular o rácio que compara a quantidade produzida com a quantidade óptima que deveria ser produzida face à quantidade de recurso consumida. Este rácio é conhecido como *Eficiência Técnica* e, pelo facto de se comparar com o máximo possível de *output* face a um dado *input*, diz-se que está *orientada pelo output*. Como facilmente se pode verificar o seu valor situa-se entre 0 e 1 (quanto mais próximo de 1 estiver menos ineficiente será).

Considerando (5.2.1.1) e (5.2.1.2), as eficiências técnicas orientadas pelo *output* de **A** e **B** serão

$$ET_o^A = \frac{y_A}{y_A^*} = \frac{4}{\sqrt{2 \times 20}} = \frac{4}{6.3} = 0.63 \quad (5.2.1.3)$$

e,

$$ET_o^B = \frac{y_B}{y_B^*} = \frac{8}{\sqrt{2 \times 64}} = \frac{8}{11.3} = 0.71 \quad (5.2.1.4)$$

Apesar de **A** ser mais produtiva, verifica-se que é tecnicamente menos eficiente que **B**.

As expressões (5.2.1.5) e (5.2.1.6) são respectivamente equivalentes (5.2.1.3) e (5.2.1.4) e permitem relacionar a eficiência técnica com a produtividade, interpretando-a como um rácio entre a produtividade média e a produtividade média óptima (produtividade média obtida, se, para uma certa quantidade de *input* consumida se produzir o máximo de *output* permitido pela função de produção).

$$ET_o^A = \frac{y_A}{y_A^*} = \frac{\frac{y_A}{x_A}}{\frac{y_A^*}{x_A}} = \frac{PM(A)}{PM^*(A)} \quad (5.2.1.5)$$

e,

$$ET_o^B = \frac{y_B}{y_B^*} = \frac{\frac{y_B}{x_B}}{\frac{y_B^*}{x_B}} = \frac{PM(B)}{PM^*(B)} \quad (5.2.1.6)$$

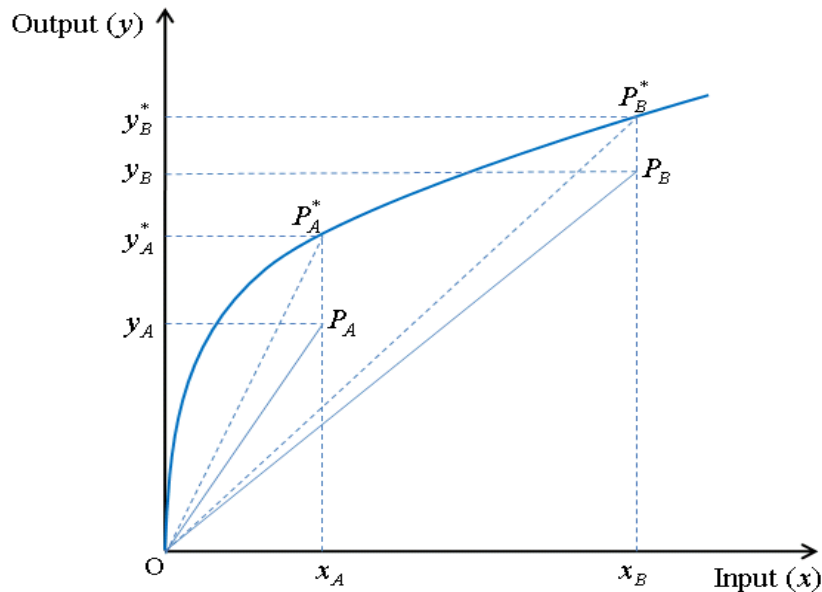
A figura 5.2.1.1 ilustra graficamente os conceitos de produtividade média e de eficiência técnica orientada pelo *output*. A curva representa graficamente a função de produção e a área delimitada pela curva identifica os planos de produção possíveis. As coordenadas (x,y) de qualquer ponto pertencente à curva indicam a combinação *input-output* que tornam uma *DMU* eficiente. Os pontos não pertencentes à curva têm como coordenadas as combinações *input-output* das *DMUs* ineficientes.

$$ET_o^A = \frac{y_A}{y_A^*} = \frac{P_A x_A}{P_A^* x_A} = \frac{\text{Declive de } OP_A}{\text{Declive de } OP_A^*} \leq 1 \quad (5.2.1.7)$$

e,

$$ET_o^B = \frac{y_B}{y_B^*} = \frac{P_B x_B}{P_B^* x_B} = \frac{\text{Declive de } OP_B}{\text{Declive de } OP_B^*} \leq 1 \quad (5.2.1.8)$$

Figura 5.2.1.1: Produtividade média e eficiência técnica VRS
(orientada pelo *output*)



Os declives indicam as produtividades médias. Quanto maior for o declive maior será a produtividade média. Neste gráfico, a produtividade média de **A** é maior que a de **B**. No entanto, **B** é mais eficiente que **A**.

Também as produtividades médias óptimas são diferentes. Tal deve-se ao facto da função de produção ser não linear. Nestas situações diz-se que os *rendimentos à escala são variáveis (VRS)*.

Exemplo 5.2.1.2

Quando a função de produção é linear (graficamente é uma recta) diz-se que há *rendimentos à escala constantes (CRS)*. Como se verá, ao contrário do constatado no exemplo 5.2.1, maior (menor) produtividade média implica sempre maior (menor) eficiência técnica.

Considerem-se duas organizações **A** e **B**, e admita-se que a tecnologia de produção é conhecida e descrita pela função de produção

$$y^* = f(x) = 3x \tag{5.2.1.9}$$

sendo y^* a quantidade máxima que se pode produzir com uma dada quantidade x

Assumido hipoteticamente que

$$(x_A, y_A) = (4, 10) \text{ e } (x_B, y_B) = (8, 16), \text{ então ter-se-á} \tag{5.2.1.10}$$

$$PM(\mathbf{A}) = \frac{10}{4} = 2.5 \text{ e } PM(\mathbf{B}) = \frac{16}{8} = 2.0$$

Constata-se que **A** é mais produtiva que **B**. A sua produtividade média é $(2.5/2.0)=1.25$ vezes superior à de **B**.

As eficiências técnicas orientadas pelo *output* de **A** e **B** serão determinadas calculando os rácios entre as quantidades efectivamente produzidas e as quantidades óptimas que deveriam ter sido produzidas

$$ET_o^A = \frac{y_A}{y_A^*} = \frac{10}{3 \times 4} = \frac{10}{12} = 0.83 \tag{5.2.1.11}$$

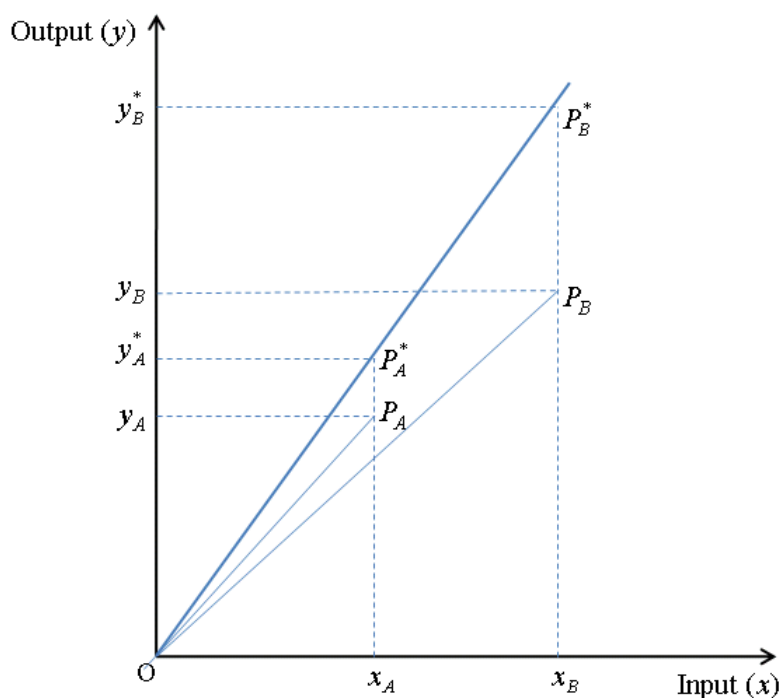
e,

$$ET_o^B = \frac{y_B}{y_B^*} = \frac{16}{3 \times 8} = \frac{16}{24} = 0.67 \tag{5.2.1.12}$$

Os valores de (5.2.11) e (5.2.12) permitem concluir que **A** não só tem maior produtividade do que **B** como também é mais eficiente.

A Figura 5.2.1.2 ilustra graficamente o exemplo acabado de tratar. Ao contrário do da Figura 5.2.1.1, a função de produção é linear pelo que as produtividades médias óptimas são iguais (declives iguais).

Figura 5.2.1.2: Produtividade média e eficiência técnica CRS
(orientada pelo *output*)



A produtividade média de **A** é maior que a de **B** o que implica que **A** tenha uma eficiência técnica superior à de **B**.

$$ET_o^A = \frac{y_A}{y_A^*} = \frac{P_A x_A}{P_A^* x_A} = \frac{\text{Declive de } OP_A}{\text{Declive de } OP_A^*}$$

e,

$$ET_o^B = \frac{y_B}{y_B^*} = \frac{P_B x_B}{P_B^* x_B} = \frac{\text{Declive de } OP_B}{\text{Declive de } OP_B^*}$$

Nestes dois exemplos admitiu-se que a eficiência técnica estava orientada pelo *output*. Há no entanto situações em que o objectivo não é o de maximizar o *output* face a um dado *input* mas sim o de minimizar a quantidade de *input* utilizada face a uma quantidade de *output* pré-estabelecida. Neste caso a eficiência técnica diz-se *orientada pelo input* e o seu valor pode ser determinado calculando o rácio entre a quantidade de *input* mínima necessária e a quantidade efectivamente utilizada na produção de uma dada quantidade de *output*. Assim, para **A** e **B** ter-se-à:

$$ET_i^A = \frac{x_A^*}{x_A} \leq 1 \quad \text{e} \quad ET_i^B = \frac{x_B^*}{x_B} \leq 1$$

Caso a eficiência técnica fosse orientada pelo *input*, os dois exemplos anteriores seriam representados graficamente conforme a Figura 5.2.1.3 e a Figura 5.2.1.4.

Figura 5.2.1.3: Produtividade média e eficiência técnica VRS
(orientada pelo *input*)

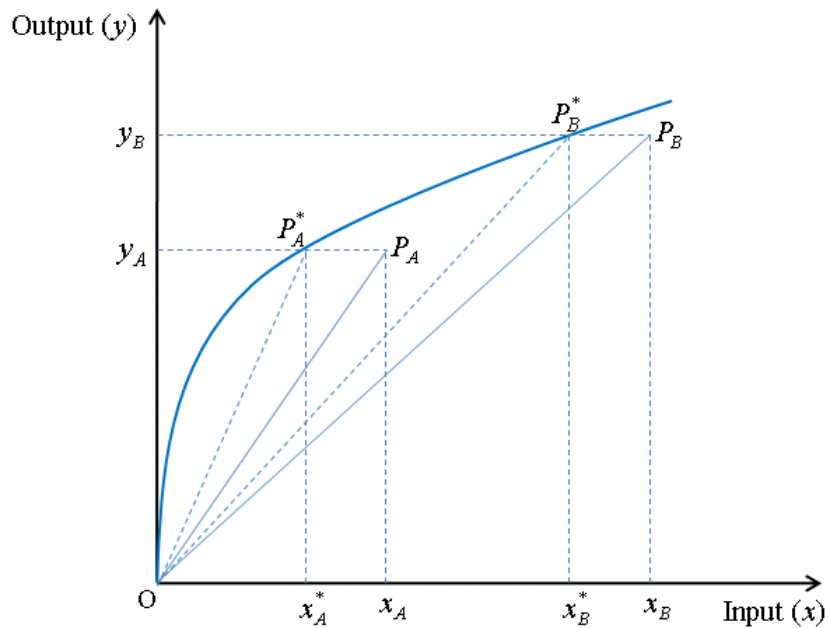
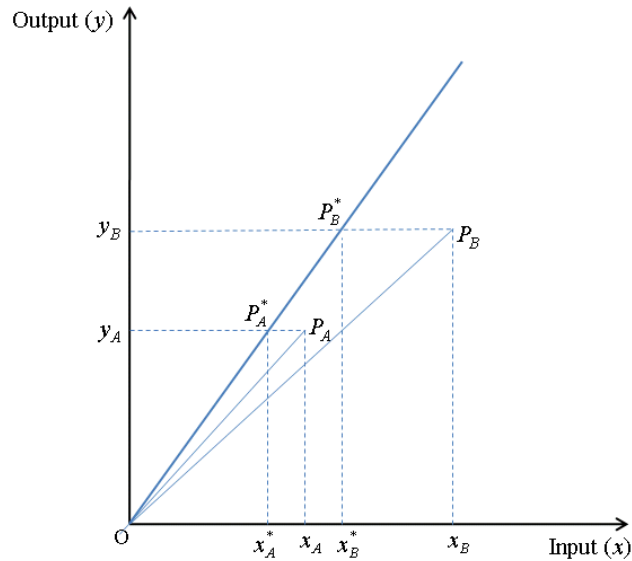


Figura 5.2.1.4: Produtividade média e eficiência técnica CRS
(orientada pelo *input*)



Tal como na orientação pelo *output*, na orientação pelo *input* a eficiência técnica também é igual ao rácio dos declives de P e de P^* , ou seja

$$ET_i^A = \frac{x_A^*}{x_A} = \frac{\text{Declive de } OP_A}{\text{Declive de } OP_A^*}$$

e,

$$ET_i^B = \frac{x_B^*}{x_B} = \frac{\text{Declive de } OP_B}{\text{Declive de } OP_B^*}$$

Comparando os resultados dos dois tipos de orientação, conclui-se que:

- Quando as organizações operam em ambiente *CRS* (função de produção linear) maior (menor) produtividade média implica maior (menor) eficiência técnica
- Quando as organizações operam em ambiente *VRS* (função de produção não linear) maior (menor) produtividade média *não* implica necessariamente maior (menor) eficiência técnica.

- Operando em ambiente *CRS*, a eficiência técnica orientada pelo *output* é igual ao da orientada pelo *input*. Esta igualdade geralmente não se verifica em ambiente *VRS*.

5.2.2 Tecnologia com vários *inputs* e vários *outputs*

Na maioria das situações a tecnologia de produção não se limita à utilização de um único *input* e à produção de um único *output*. Existindo vários *inputs* e vários *outputs*, é necessário definir os critérios de agregação que permitam ponderar estes factores de produção de modo que seja possível obter um único *input* compósito e um único *output* compósito. Sempre que disponíveis, os preços de mercado são normalmente utilizados como ponderadores sendo a produtividade média *PM* determinada dividindo o *output* compósito pelo *input* compósito.

Admitindo que existem *m* *inputs* e *s* *outputs*, as produtividades médias das organizações **A** e **B** obtêm-se calculando:

$$PM(A) = \frac{Y_A}{X_A} \quad \text{e} \quad PM(B) = \frac{Y_B}{X_B} \quad (5.2.2.1)$$

com,

$$\begin{aligned} Y_A &= p_1 y_{1A} + p_2 y_{2A} + \dots + p_s y_{sA} & \text{e} & & Y_B &= p_1 y_{1B} + p_2 y_{2B} + \dots + p_s y_{sB} \\ X_A &= q_1 x_{1A} + q_2 x_{2A} + \dots + q_m x_{mA} & \text{e} & & X_B &= q_1 x_{1B} + q_2 x_{2B} + \dots + q_m x_{mB} \end{aligned}$$

sendo,

p_i - Preço de mercado do output *i* ($i = 1, \dots, s$)

q_j - Preço de mercado do input *j* ($j = 1, \dots, m$)

y_{iA} - Quantidade do output *i* produzida por A ($i = 1, \dots, s$)

x_{jA} - Quantidade do input *j* utilizada por A ($j = 1, \dots, m$)

y_{iB} - Quantidade do output *i* produzida por B ($i = 1, \dots, s$)

x_{jB} - Quantidade do input *j* utilizada por B ($j = 1, \dots, m$)

Apesar da forma de cálculo (5.2.2.1) ser bastante simples e apelativa em termos conceptuais, nem sempre se dispõem dos preços de mercado. Isto é o que geralmente se constata no sector de serviços (educação, defesa, saúde, ...). Também situações de monopólio, de oligopólio ou de posição dominante tendem a distorcer os preços de mercado.

Não existindo preços de mercado razoavelmente fiáveis, qualquer comparação das produtividades estará necessariamente enviesada caso os preços dos *inputs* e dos *outputs* sejam os considerados por cada organização. Com efeito, uma organização que para os seus *outputs* usufrua de preços mais elevados do que as suas “concorrentes” tenderá a ser a mais “produtiva”, dado que os ponderadores não são únicos variando de organização para organização. Um modo de contornar este aspecto é o de deflacionar os preços nominais dos *inputs* e dos *outputs* através de um índice.

A teoria económica é fértil neste campo, havendo várias propostas de criação de números índices. As suas bases resultam de trabalhos publicados por Konus (1924) e Fisher e Shell (1972), no que concerne a índices de preços para os *inputs* e para os *outputs*. Para os índices de quantidades, as bases foram criadas pelas teorias de *Malmquist* e na sua abordagem com o conceito de função distância *Malmquist* (1953). Também merecem especial realce os contributos recentes de Caves et al. (1982, Grosskopf e Lovell (1985, 1994), Färe et al. (1995), entre outros. O facto de teoricamente partirem do pressuposto que as organizações consideradas têm eficiência técnica e alocativa, não impede que os números índices sejam na prática um bom contributo para a análise da produtividade.

No que respeita à medição da eficiência é necessário conhecer a quantidade máxima que é possível produzir de cada *output* a partir de um conjunto relevante de *inputs*, ou,

a quantidade mínima de cada *input* que é necessária para produzir uma determinada quantidade de cada *output*. Como já foi referido em 5.1 existem duas possibilidades.

Uma forma, é utilizar o método *SFA* (fronteiras estocásticas), que consiste em explicitamente especificar a função de produção e incorporar-lhe um *ruído estatístico* (que pode variar de organização para organização). A prática comum é, definida à priori a função estimar os seus parâmetros de modo a se obter uma *fronteira de produção determinista* que com a inclusão do ruído estatístico se torna *fronteira de produção estocástica*. No caso particular de haver um único *input* e um um único *output*, com a eficiência técnica orientada pelo *output*, a função de produção de fronteira estocástica será:

$$y_j = f(x_j; \beta) \times \exp(v_j) \times ET_j$$

sendo,

y_j - quantidade de output produzida pela organização j ($j = 1, \dots, n$)

x_j - quantidade de input utilizada pela organização j ($j = 1, \dots, n$)

$f(x_j; \beta)$ - fronteira de produção, sendo β o parâmetro a ser estimado ($j = 1, \dots, n$)

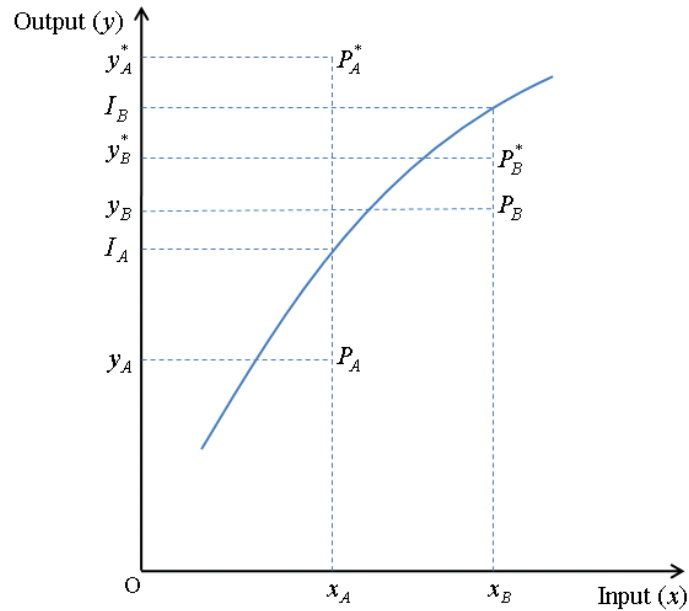
$\exp(v_j)$ - ruído estatístico ($j = 1, \dots, n$)

ET_j - Eficiência técnica orientada pelo output ($j = 1, \dots, n$)

A Figura 5.2.2.1 é um exemplo gráfico do que acaba de ser exposto. Nas duas organizações **A** e **B**, os efeitos dos ruídos estatísticos são respectivamente:

$$y_A^* - I_A \quad \text{e} \quad y_B^* - I_B$$

Figura 5.2.2.1: Eficiência técnica SFA (orientada pelo *output*)



O método SFA tem a seu favor ser menos sensível a *outliers* e ser possível conduzirem-se testes estatísticos de validação. No entanto, o facto de exigir a especificação analítica da função de produção e da ineficiência, assim como a estimação dos parâmetros, limitam a aplicabilidade deste método paramétrico.

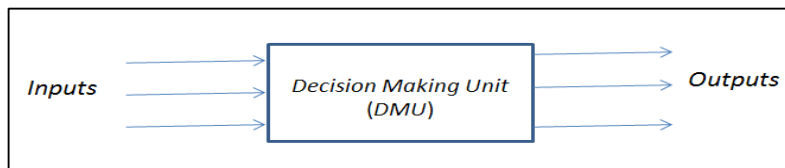
O DEA é um método, não paramétrico, alternativo para o estudo da eficiência. Ao contrário do SFA, o DEA recorre à programação matemática em vez da regressão sendo menos exigente em termos de pressupostos teóricos. Desde o seu aparecimento (Charnes et al., 1978) têm surgido várias propostas de modelos o que tornam este método cada vez mais utilizado pelas organizações, públicas ou privadas, nos estudos da eficiência. O capítulo 6 é dedicado ao DEA, referindo-se essencialmente os modelos que servem de suporte ao teste das hipóteses desta tese.

CAPÍTULO 6 MODELOS *DEA*

6.1 Modelos *CCR*

Quando do seu surgimento, o grande objectivo do *DEA* era o de possibilitar a medição da eficiência das *DMUs* com vários *inputs* e vários *outputs* sendo desconhecidos os respectivos preços de mercado. O termo *DMU* (Decision-Making Unit) foi introduzido na sua terminologia visando organizações públicas (hospitais, universidades, tribunais, etc) em que são conhecidas as quantidades produzidas e os recursos consumidos embora os respectivos preços de mercado sejam parcialmente ou totalmente desconhecidos.

Figura 6.1.1: Processo de produção



Suponha-se que há N *DMUs*, cada uma produzindo s *outputs* a partir de r *inputs*. A *DMU* t utilizará determinadas quantidades dos *inputs* (x) na produção de determinadas quantidades de *outputs* (y), embora se desconheçam os respectivos preços.

$$x^t = (x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{rt}) \quad \text{e} \quad y^t = (y_{1t}, y_{2t}, \dots, y_{st})$$

Como referido no capítulo 5, o cálculo da produtividade média requer a agregação dos *inputs* e dos *outputs*. Contudo neste caso tal não é possível por não haver preços, pelo que se terão que utilizar *preços sombra* (*preços marginais*) e que podem variar de

DMU para DMU. Se forem referenciados por u para os *inputs* e v para os *outputs*, ter-se-á então:

$$u^t = (u_{1t}, u_{2t}, \dots, u_{rt}) \quad \text{e} \quad v^t = (v_{1t}, v_{2t}, \dots, v_{st})$$

e a produtividade média de t será:

$$PM_t = \frac{v_{1t}y_{1t} + v_{2t}y_{2t} + \dots + v_{st}y_{st}}{u_{1t}x_{1t} + u_{2t}x_{2t} + \dots + u_{rt}x_{rt}} = \frac{\sum_{k=1}^s v_{kt}y_{kt}}{\sum_{i=1}^r u_{it}x_{it}} = \frac{v^t y^t}{u^t x^t} \quad (6.1.1)$$

s.a.

$$PM_j = \frac{v_{1t}y_{1j} + v_{2t}y_{2j} + \dots + v_{st}y_{sj}}{u_{1t}x_{1j} + u_{2t}x_{2j} + \dots + u_{rt}x_{rj}} = \frac{\sum_{k=1}^s v_{kt}y_{kj}}{\sum_{i=1}^r u_{it}x_{ij}} = \frac{v^t y^j}{u^t x^j} \leq 1$$

$$u_{it} \geq 0; \quad (i = 1, 2, \dots, r); \quad v_{kt} \geq 0; \quad (k = 1, 2, \dots, s); \quad (j = 1, 2, \dots, N)$$

A expressão (6.1) pode ser interpretada como um rácio de *output* e *inputs* “virtuais”.

Os pesos u e v utilizados na ponderação de t , além de não poderem ser negativos, devem garantir que, quando aplicados às restantes DMUs, as respectivas produtividades médias PM_j não ultrapassem a unidade.

Há no entanto várias soluções que verificam (6.1.1). A *eficiência técnica relativa* θ da DMU t pode então ser calculada resolvendo o seguinte problema de programação fraccionária (Charnes, et al., 1978):

$$\max_{u,v} \theta = \frac{v_{1t}y_{1t} + v_{2t}y_{2t} + \dots + v_{st}y_{st}}{u_{1t}x_{1t} + u_{2t}x_{2t} + \dots + u_{rt}x_{rt}} = \frac{\sum_{k=1}^s v_{kt}y_{kt}}{\sum_{i=1}^r u_{it}x_{it}} = \frac{v^t y^t}{u^t x^t}$$

s.a.

$$\frac{v_{1t}y_{1j} + v_{2t}y_{2j} + \dots + v_{st}y_{sj}}{u_{1t}x_{1j} + u_{2t}x_{2j} + \dots + u_{rt}x_{rj}} = \frac{\sum_{k=1}^s v_{kt}y_{kj}}{\sum_{i=1}^r u_{it}x_{ij}} = \frac{v^t y^j}{u^t x^j} \leq 1 \quad (6.1.2)$$

$$u_{it} \geq 0; \quad (i = 1, 2, \dots, r); \quad v_{kt} \geq 0; \quad (k = 1, 2, \dots, s); \quad (j = 1, 2, \dots, N)$$

Note-se que os pesos óptimos identificados em (6.1.2) na avaliação da *DMU t* poderão ser diferentes dos pesos óptimos obtidos nos outros modelos construídos para avaliar cada uma das restantes unidades. Esta flexibilidade na escolha dos pesos garante que uma *DMU* é considerada ineficiente apenas quando não há nenhum conjunto de pesos que permita obter uma avaliação mais favorável, o que é uma forte evidência de que a sua actividade pode efectivamente ser melhorada. Para uma melhor facilidade de cálculo o modelo de programação fraccionária (6.1.2) pode ser transformado no modelo equivalente de programação linear (6.3).

$$\max_{u,v} \theta = \sum_{k=1}^s v_{kt} y_{kt} = v^t y^t \quad (6.1.3)$$

s.a.

$$\sum_{i=1}^r u_{it} x_{ij} = u^t x^j = 1$$

$$\sum_{k=1}^s v_{kt} y_{kj} = v^t y^j \leq \sum_{i=1}^r u_{it} x_{ij} = u^t x^j$$

$$u_{it} \geq 0; \quad (i = 1, 2, \dots, r); \quad v_{kt} \geq 0; \quad (k = 1, 2, \dots, s); \quad (j = 1, 2, \dots, N)$$

O modelo (6.1.3) é o modelo base *DEA* orientado pelo *input* e com rendimentos à escala constantes (*CRS*). O facto de ter sido proposto por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) faz com que geralmente seja conhecido como modelo *CCR*. A sua medida de eficiência resulta da comparação do desempenho actual de cada *DMU* com o melhor desempenho observado noutras unidades, tendo por base os níveis de recursos utilizados e os resultados obtidos. Na óptica de avaliação orientada pelos *inputs*, a eficiência é definida como o factor mínimo com que todos os *inputs* da *DMU* avaliada podem ser reduzidos proporcionalmente sem diminuir o nível de nenhum *output* e corresponde a θ^* (o símbolo * associado a θ representa o valor óptimo da solução do modelo). Como identifica as *DMUs* eficientes, permite que estas, definindo a fronteira

de eficiência, possam servir de *benchmarks* às *DMUs* ineficientes e como tal indicar as melhores práticas a serem adoptadas.

Orientação pelo input

Um modelo equivalente a (6.1.3) pode ser obtido calculando o seu *dual* e que é apresentado na forma vectorial em (6.1.4)

$$\begin{aligned} \min_{\theta, \lambda} \quad & \theta & (6.1.4) \\ \text{s.a.} \quad & & \\ & -\mathbf{y}_t + \mathbf{Y}\lambda \geq \mathbf{0} & \\ & \theta\mathbf{x}_t - \mathbf{X}\lambda \geq \mathbf{0} & \\ & \lambda \geq \mathbf{0} & \end{aligned}$$

O modelo (6.1.3) é conhecido pelo *DEA* na “forma multiplicador” e o modelo (6.1.4) pelo *DEA* na forma “envolvente”. Pelas propriedades da dualidade sabe-se que (6.1.3) e (6.1.4) têm as mesmas soluções óptimas. Na prática (6.4) é o modelo mais utilizado, não só pelas suas vantagens computacionais (contém menos restrições, o que torna o cálculo mais rápido) como permite identificar directamente qual a *projecção*, ou seja, qual o nível máximo de redução que os *inputs* de uma *DMU* devem ter de modo a torná-la eficiente (Färe et al., 1994).

Orientação pelo output

Quando a orientação é pelo *output*, o modelo *CCR* equivalente a (6.1.4) tem a forma apresentada em (6.1.5). Na óptica de avaliação orientada pelo *output*, a eficiência é definida como o factor mínimo com que todos os *outputs* da *DMU* avaliada podem ser aumentados proporcionalmente sem diminuir o nível de nenhum *input* e corresponde a ϕ^* .

$$\begin{aligned}
 & \max_{\phi, \lambda} \phi \\
 & s.a. \\
 & \quad -\phi y_t + Y\lambda \geq 0 \\
 & \quad x_t - X\lambda \geq 0 \\
 & \quad \lambda \geq 0
 \end{aligned}
 \tag{6.1.5}$$

em que $1 \leq \phi < \infty$, sendo $(\phi - 1)$ o incremento proporcional dos *outputs* que se pode verificar numa dada *DMU* mantendo constante os seus *inputs*. O seu inverso $(1/\phi)$ varia entre 0 e 1 e traduz a eficiência técnica relativa *orientada pelo output*.

Exemplo 6.1.1

O Quadro 6.1.1 indica um processo de produção com apenas 1 *input* e 1 *output* de 8 *DMUs*. Admitindo que operam em ambiente *CRS*, pretende-se determinar as suas eficiências técnicas relativas orientadas pelo *input*.

Quadro 6.1.1

DMU	Input X	Output Y
A	4	1
B	3	2
C	6	2
D	6	3
E	4	4
F	8	5
G	5	5
H	7	6

Como existem 8 *DMUs*, o problema de programação linear (6.1.4) tem que ser resolvido 8 vezes (uma para cada *DMU*). No caso de **A** a formulação é:

$$\begin{aligned}
 & \min_{\theta, \lambda} \theta && (6.1.6) \\
 & \text{s.a.} \\
 & -y_A + (y_A \lambda_A + y_B \lambda_B + y_C \lambda_C + y_D \lambda_D + y_E \lambda_E + y_F \lambda_F + y_G \lambda_G + y_H \lambda_H) \geq 0 \\
 & \theta x_A - (x_A \lambda_A + x_B \lambda_B + x_C \lambda_C + x_D \lambda_D + x_E \lambda_E + x_F \lambda_F + x_G \lambda_G + x_H \lambda_H) \geq 0 \\
 & \lambda_A, \lambda_B, \lambda_C, \lambda_D, \lambda_E, \lambda_F, \lambda_G, \lambda_H \geq 0
 \end{aligned}$$

e, quantificando os parâmetros

$$\begin{aligned}
 & \min_{\theta, \lambda} \theta \\
 & \text{s.a.} \\
 & -1 + (1\lambda_A + 2\lambda_B + 2\lambda_C + 3\lambda_D + 4\lambda_E + 5\lambda_F + 5\lambda_G + 6\lambda_H) \geq 0 \\
 & 4\theta - (4\lambda_A + 3\lambda_B + 6\lambda_C + 6\lambda_D + 4\lambda_E + 8\lambda_F + 5\lambda_G + 7\lambda_H) \geq 0 \\
 & \lambda_A, \lambda_B, \lambda_C, \lambda_D, \lambda_E, \lambda_F, \lambda_G, \lambda_H \geq 0
 \end{aligned}$$

sendo a sua solução óptima

$$\begin{aligned}
 \theta^* &= 0.25 && (6.1.7) \\
 \lambda_G^* &= 0.20 \\
 \lambda_A^*, \lambda_B^*, \lambda_C^*, \lambda_D^*, \lambda_E^*, \lambda_F^*, \lambda_H^* &= 0
 \end{aligned}$$

Os resultados obtidos (6.1.7) permitem as seguintes conclusões:

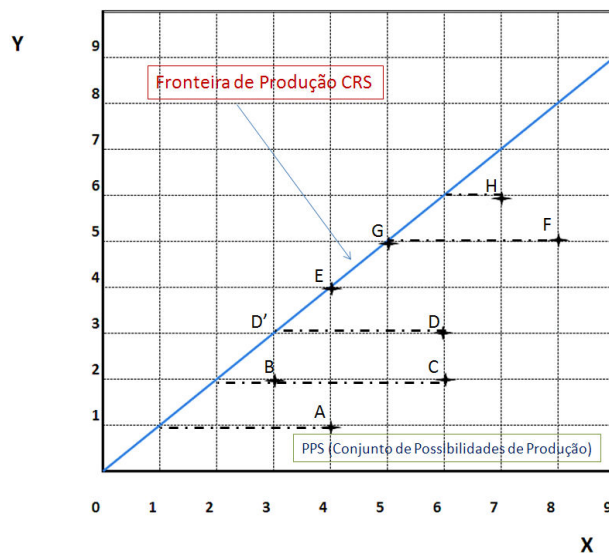
- A *DMU A* é tecnicamente ineficiente ($\theta^*=0.25<1$).

- Como está orientada pelo *input*, **A** para ser eficiente teria que ter um nível de *input* igual a 25% do actual.
- A *DMU G* é o par (ou referência) de **A**, dado que $\lambda^* = 0.20$.
 - **G** serve de *benchmarking* a **A**. Face ao seu nível de *output*, o nível de *input* de **A** deveria ser igual a 20% do de **G**.

Para se conhecerem as soluções óptimas das restantes 7 *DMUs* ter-se-à que repetir para cada uma delas o tipo de cálculo agora exposto.

Dada a sua dimensão, é possível resolver o problema graficamente como é indicado na Figura 6.1.2. As *DMUs E* e **G** são eficientes e o segmento que passa por elas define a *fronteira de produção* que delimita o *conjunto de possibilidades de produção (PPS)*. As restantes *DMUs* são ineficientes. Para ser eficiente, **A** teria que reduzir o seu *input* de 4 para 1, que é o seu valor *projectado*. De modo idêntico, **F** para ser eficiente deveria produzir a mesma quantidade (5) de *output* com menos 3 unidades de *input*.

Figura 6.1.2: Modelo CCR (orientado pelo *input*)



Exemplo 6.1.2

Considere-se novamente o Quadro 6.1.1 mas admita-se que se pretende conhecer a eficiência técnica relativa orientadas pelo *output* da *DMU A*. A sua representação analítica é

$$\begin{aligned}
 & \max_{\phi, \lambda} \phi \\
 & \text{s.a.} \\
 & -\phi y_A + (y_A \lambda_A + y_B \lambda_B + y_C \lambda_C + y_D \lambda_D + y_E \lambda_E + y_F \lambda_F + y_G \lambda_G + y_H \lambda_H) \geq 0 \\
 & x_A - (x_A \lambda_A + x_B \lambda_B + x_C \lambda_C + x_D \lambda_D + x_E \lambda_E + x_F \lambda_F + x_G \lambda_G + x_H \lambda_H) \geq 0 \\
 & \lambda_A, \lambda_B, \lambda_C, \lambda_D, \lambda_E, \lambda_F, \lambda_G, \lambda_H \geq 0
 \end{aligned} \tag{6.1.8}$$

e, substituindo,

$$\begin{aligned}
 & \max_{\phi, \lambda} \phi \\
 & \text{s.a.} \\
 & -\phi + (1\lambda_A + 2\lambda_B + 2\lambda_C + 3\lambda_D + 4\lambda_E + 5\lambda_F + 5\lambda_G + 6\lambda_H) \geq 0 \\
 & 4 - (4\lambda_A + 3\lambda_B + 6\lambda_C + 6\lambda_D + 4\lambda_E + 8\lambda_F + 5\lambda_G + 7\lambda_H) \geq 0 \\
 & \lambda_A, \lambda_B, \lambda_C, \lambda_D, \lambda_E, \lambda_F, \lambda_G, \lambda_H \geq 0
 \end{aligned}$$

sendo a sua solução óptima:

$$\begin{aligned}
 \phi^* &= 4, \quad \text{logo} \quad \frac{1}{\phi^*} = 0.25 \\
 \lambda_E^* &= 1 \\
 \lambda_A^*, \lambda_B^*, \lambda_C^*, \lambda_D^*, \lambda_F^*, \lambda_G^*, \lambda_H^* &= 0
 \end{aligned} \tag{6.1.9}$$

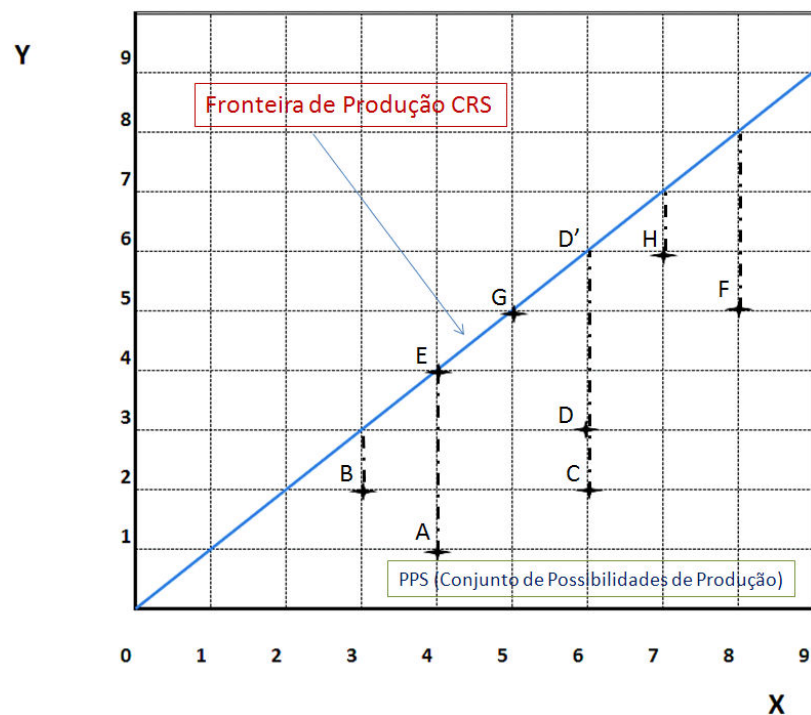
Os resultados (6.1.9) permitem as seguintes conclusões:

- A *DMU* é tecnicamente ineficiente ($1/\phi^*=0.25<1$)

- Como está orientada pelo *output*, **A** para ser eficiente teria que ter um nível de *output* 4 igual ao actual multiplicado por 4.
- A *DMU E* é o par (ou referência) de **A**, dado que $\lambda^* = 1$
 - **E** serve de *benchmarking* a **A**. Face ao seu nível de *input*, o nível de *output* de **A** deveria ser igual ao de **E** (100% de **E**).

As soluções óptimas das restantes *DMUs* seriam determinadas de modo idêntico. A solução gráfica é apresentada pela Figura 6.1.3.

Figura 6.1.3: Modelo *CCR* (orientado pelo *output*)



As *DMUs* **E** e **G** são eficientes e o segmento que passa por elas define a *fronteira de produção* que delimita o *conjunto de possibilidades de produção (PPS)*. As restantes *DMUs* são ineficientes. Para ser eficiente, **A** teria que aumentar o seu *output* de 1 para 4, que é o seu valor *projectado*. Repare-se que **E** (referência de **A**) com o mesmo nível de *input* que **A** produz 4 vezes mais que **A**. Raciocínio idêntico permite interpretar as restantes *DMUs*.

6.2 Modelos *BCC*

O pressuposto *CRS* é aplicável quando as *DMUs* operam no seu nível ótimo de escala. Para situações em que tal não se verifica, é desejável que as *DMUs* sejam comparadas apenas com as que operam com características semelhantes. Isso pode ser conseguido adicionando a (6.1.4) e a (6.1.5) a restrição $e\lambda=1$, em que **e** é um vector unitário de dimensão *N* (número de *DMUs*), que origina os modelos (6.2.1) e (6.2.2), vulgarmente designados por modelos *BCC* em homenagem aos seus criadores (Banker, Charnes e Cooper, 1984).

Nestes modelos os rendimentos à escala são variáveis (*VRS*) e as eficiências *BCC* são denominadas *eficiências técnicas puras relativas*, podendo estar orientadas pelo *input* ou pelo *output*.

Orientação pelo input

$$\begin{aligned}
 & \min_{\theta, \lambda} \theta && (6.2.1) \\
 & s.a. \\
 & \quad -y_t + Y\lambda \geq 0 \\
 & \quad \theta x_t - X\lambda \geq 0 \\
 & \quad e\lambda = 1 \\
 & \quad \lambda \geq 0
 \end{aligned}$$

Orientação pelo output

$$\begin{aligned}
 & \max_{\phi, \lambda} \phi && (6.2.2) \\
 & s.a. \\
 & -\phi y_t + Y\lambda \geq 0 \\
 & x_t - X\lambda \geq 0 \\
 & e\lambda = 1 \\
 & \lambda \geq 0
 \end{aligned}$$

Exemplo 6.2.1

Baseado nos dados do quadro 6.1.1, a eficiência técnica pura relativa orientada pelo *input* de **A** obtém-se utilizando o modelo (6.2.1).

$$\begin{aligned}
 & \min_{\theta, \lambda} \theta && (6.2.3) \\
 & s.a. \\
 & -y_A + (y_A\lambda_A + y_B\lambda_B + y_C\lambda_C + y_D\lambda_D + y_E\lambda_E + y_F\lambda_F + y_G\lambda_G + y_H\lambda_H) \geq 0 \\
 & \theta x_A - (x_A\lambda_A + x_B\lambda_B + x_C\lambda_C + x_D\lambda_D + x_E\lambda_E + x_F\lambda_F + x_G\lambda_G + x_H\lambda_H) \geq 0 \\
 & \lambda_A + \lambda_B + \lambda_C + \lambda_D + \lambda_E + \lambda_F + \lambda_G + \lambda_H = 1 \\
 & \lambda_A, \lambda_B, \lambda_C, \lambda_D, \lambda_E, \lambda_F, \lambda_G, \lambda_H \geq 0
 \end{aligned}$$

e, substituindo,

$$\begin{aligned}
 & \min_{\theta, \lambda} \theta \\
 & s.a. \\
 & -1 + (1\lambda_A + 2\lambda_B + 2\lambda_C + 3\lambda_D + 4\lambda_E + 5\lambda_F + 5\lambda_G + 6\lambda_H) \geq 0 \\
 & 4\theta - (4\lambda_A + 3\lambda_B + 6\lambda_C + 6\lambda_D + 4\lambda_E + 8\lambda_F + 5\lambda_G + 7\lambda_H) \geq 0 \\
 & \lambda_A + \lambda_B + \lambda_C + \lambda_D + \lambda_E + \lambda_F + \lambda_G + \lambda_H = 1 \\
 & \lambda_A, \lambda_B, \lambda_C, \lambda_D, \lambda_E, \lambda_F, \lambda_G, \lambda_H \geq 0
 \end{aligned}$$

sendo a sua solução óptima:

$$\theta^* = 0.75 \tag{6.2.4}$$

$$\lambda_B^* = 1$$

$$\lambda_A^*, \lambda_C^*, \lambda_D^*, \lambda_E^*, \lambda_F^*, \lambda_G^*, \lambda_H^* = 0$$

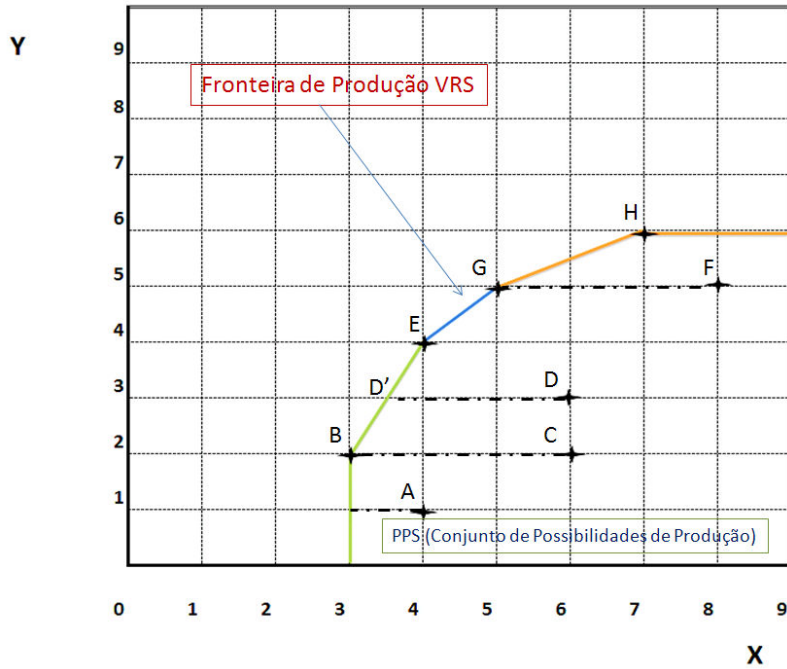
Os resultados obtidos (6.2.4) permitem as seguintes conclusões:

- A *DMU A* é tecnicamente ineficiente ($\theta^*=0.75<1$)
 - Como está orientada pelo *input*, **A** para ser eficiente teria que ter um nível de *input* igual a 75% do actual.
- A *DMU B* é o par (ou referência) de **A**, dado que $\lambda^*=1$.
 - **B** serve de *benchmarking* a **A**. Face ao seu nível de *output*, o nível de *input* de **A** deveria ser igual ao de **B** (100% de **B**).

Para se conhecerem as soluções óptimas das restantes 7 *DMUs* ter-se-à que repetir para cada uma delas o mesmo tipo de cálculo.

A resolução gráfica do problema é indicada na Figura 6.2.1. As *DMUS B, E, G e H*, são eficientes e a linha quebrada que passa por elas define a *fronteira de produção* que delimita o *conjunto de possibilidades de produção (PPS)*. As restantes *DMUs* são ineficientes. Para ser eficiente, **A** teria que reduzir o seu *input* de 4 para 3, que é o seu valor *projectado*. De modo idêntico, **F** para ser eficiente deveria produzir a mesma quantidade (5) de *output* com menos 3 unidades de *input*.

Figura 6.2.1: Modelo BCC (orientado pelo input)



Exemplo 6.2.2

Baseado nos dados do Quadro 6.1.1, a eficiência técnica pura relativa orientada pelo *output* de **A** obtém-se utilizando o modelo (6.2.2).

$$\begin{aligned}
 & \max_{\phi, \lambda} \phi && (6.2.5) \\
 & \text{s.a.} \\
 & -\phi y_A + (y_A \lambda_A + y_B \lambda_B + y_C \lambda_C + y_D \lambda_D + y_E \lambda_E + y_F \lambda_F + y_G \lambda_G + y_H \lambda_H) \geq 0 \\
 & x_A - (x_A \lambda_A + x_B \lambda_B + x_C \lambda_C + x_D \lambda_D + x_E \lambda_E + x_F \lambda_F + x_G \lambda_G + x_H \lambda_H) \geq 0 \\
 & \lambda_A + \lambda_B + \lambda_C + \lambda_D + \lambda_E + \lambda_F + \lambda_G + \lambda_H = 1 \\
 & \lambda_A, \lambda_B, \lambda_C, \lambda_D, \lambda_E, \lambda_F, \lambda_G, \lambda_H \geq 0
 \end{aligned}$$

e, substituindo:

$$\begin{aligned}
 & \max_{\phi, \lambda} \phi \\
 & s.a. \\
 & -\phi + (1\lambda_A + 2\lambda_B + 2\lambda_C + 3\lambda_D + 4\lambda_E + 5\lambda_F + 5\lambda_G + 6\lambda_H) \geq 0 \\
 & 4 - (4\lambda_A + 3\lambda_B + 6\lambda_C + 6\lambda_D + 4\lambda_E + 8\lambda_F + 5\lambda_G + 7\lambda_H) \geq 0 \\
 & \lambda_A + \lambda_B + \lambda_C + \lambda_D + \lambda_E + \lambda_F + \lambda_G + \lambda_H = 1 \\
 & \lambda_A, \lambda_B, \lambda_C, \lambda_D, \lambda_E, \lambda_F, \lambda_G, \lambda_H \geq 0
 \end{aligned}$$

sendo a sua solução óptima:

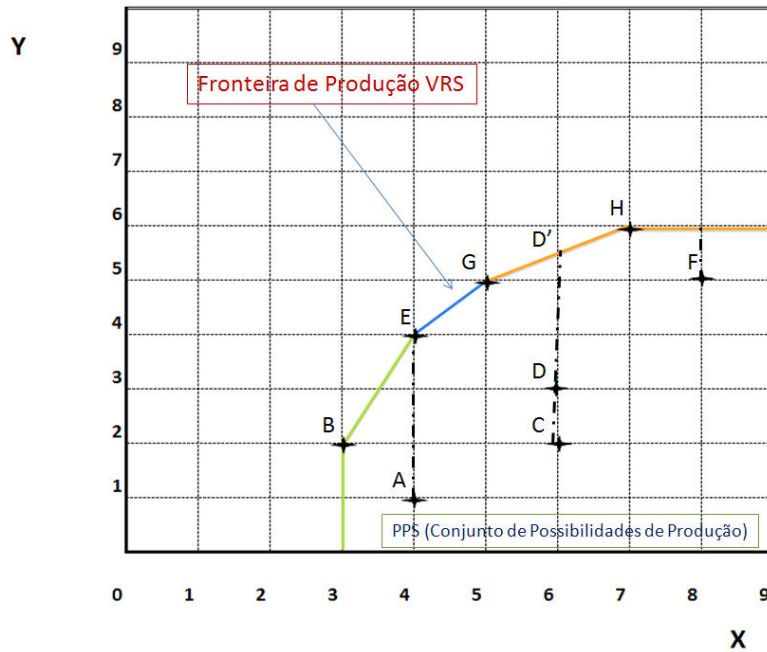
$$\begin{aligned}
 \phi^* &= 4, \quad \text{logo} \quad \frac{1}{\phi^*} = 0.25 & (6.2.6) \\
 \lambda_E^* &= 1 \\
 \lambda_A^*, \lambda_B^*, \lambda_C^*, \lambda_D^*, \lambda_F^*, \lambda_G^*, \lambda_H^* &= 0
 \end{aligned}$$

Os resultados obtidos (6.2.6) permitem as seguintes conclusões:

- A *DMU A* é tecnicamente ineficiente ($1/\phi^* = 0.25 < 1$)
 - Como está orientada pelo *output*, **A** para ser eficiente teria que ter um nível de *output* 4 vezes superior ao actual.
- A *DMU E* é o par (ou referência) de **A**, dado que $\lambda^* = 1$.
 - **E** serve de *benchmarking* a **A**. Face ao seu nível de *input*, o nível de *output* de **A** deveria ser igual ao de **E** (100% de **E**).

Para se conhecerem as soluções óptimas das restantes 7 *DMUs* ter-se-à que repetir para cada uma delas o mesmo tipo de cálculo

Figura 6.2.2: Modelo *BCC* orientado pelo *output*



Graficamente o problema pode ser resolvido da forma indicada na Figura 6.2.2. As *DMUS* **B**, **E**, **G** e **H**, são eficientes e a linha quebrada que passa por elas define a *fronteira de produção* que delimita o *conjunto de possibilidades de produção (PPS)*. As restantes *DMUs* são ineficientes. Para ser eficiente, **A** teria que aumentar o seu *output* de 1 para 4, que é o seu valor *projectado*. De modo idêntico, **F** para ser eficiente deveria produzir mais uma unidade de *output* (6) de *output* com a mesma quantidade de *input* (8).

6.3 Eficiências de escala

O modelo (6.2.1) é o modelo base *DEA* orientado pelo *input* e com rendimentos à escala variáveis (*VRS*). Demonstra-se (Banker e al., 1984) que para uma dada *DMU* a

eficiência técnica (*CCR*) é menor ou igual que a eficiência técnica *pura* (*BCC*). O rácio destas duas eficiências determina a *eficiência de escala* (*SE*).

$$SE = \frac{\theta_{CCR}}{\theta_{BCC}} \leq 1 \quad (6.3.1)$$

Quando $SE=1$ a *DMU* está operando em ambiente com rendimentos à escala constantes (*CRS*). Mas quando $SE<1$ a *DMU* pode estar operando tanto em ambiente *CRS* como em ambiente com rendimentos à escala variáveis (*VRS*), e nesta última hipótese em ambiente de *rendimentos à escala crescentes* (*IRS*) ou em ambiente de *rendimentos à escala decrescentes* (*DRS*).

Uma forma simples de interpretar os rendimentos à escala é recorrendo ao conceito de produtividade média, que, como já atrás foi referido, pode ser definida como o rácio entre os *outputs* produzidos e os *inputs* consumidos. Assim, se para um dado aumento (diminuição) percentual de *input* o correspondente aumento (diminuição) percentual de *output* for:

- igual, o rendimento à escala diz-se constante (*CRS*);
- maior, o rendimento à escala diz-se crescente (*IRS*);
- menor, o rendimento à escala diz-se decrescente (*DRS*).

Para a sua identificação, e dado os modelos *BCC* não o possibilitarem de uma forma directa, existem vários métodos. Um método baseia-se nos valores de λ nos modelos *CCR* (6.1.4) e (6.15). Com efeito, demonstra-se (Banker e Thrall, 1992) que, caso exista uma solução óptima *CCR*, se $\sum \lambda < 1$ se tem *IRS*, se $\sum \lambda = 1$ se tem *CRS* e se $\sum \lambda > 1$ se tem *DRS*. Existindo mais que uma solução óptima *CCR*, é necessário um segundo passo que consiste na resolução dos problemas:

$$\begin{aligned}
 & \max e\lambda \\
 & s.a. \qquad \qquad \qquad (6.3.2) \\
 & \qquad \qquad -y_t + Y\lambda \geq 0 \\
 & \qquad \qquad \theta x_t - X\lambda \geq 0 \\
 & \qquad \qquad e\lambda = 1 \\
 & \qquad \qquad \lambda \geq 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \min e\lambda \\
 & s.a. \qquad \qquad \qquad (6.3.3) \\
 & \qquad \qquad -y_t + Y\lambda \geq 0 \\
 & \qquad \qquad \theta x_t - X\lambda \geq 0 \\
 & \qquad \qquad e\lambda = 1 \\
 & \qquad \qquad \lambda \geq 0
 \end{aligned}$$

Uma *DMU* está em ambiente *IRS* quando no óptimo (6.3.2) se tem $e\lambda < 1$ e está em ambiente *DRS* quando em (6.3.3) se tem $e\lambda > 1$.

Exemplo 6.3.1

Utilizando as fórmula (6.1.1), (6.3.2) e (6.3.3) e os resultados dos exemplos 6.1.1 (*CCR* orientado pelo *input*) e 6.2.1 (*BCC* orientado pelo *input*) construiu-se o Quadro 6.3.1 onde constam as *eficiências de escala* (*SE*) e os tipos de rendimentos à escala.

O quadro pode ser interpretado da seguinte forma:

- As *DMUs* **A, B, C, D** e **H**, operam em meio envolvente desfavorável ($SE < 1$);

- No entanto, ao nível da gestão, **B** é eficiente ($BCC=1$). Pelo contrário, **C**, estando num meio envolvente semelhante ao de **B**, é bastante ineficiente ao nível da sua gestão ($BCC=0.50$);
- As *DMUs* **E**, **F** e **G**, operam no meio envolvente mais favorável ($SE=1$);
 - No entanto, ao nível da sua gestão **F** é ineficiente ($BCC<1$);
- As *DMUs* **A**, **B**, **C**, e **D** operam em *rendimentos à escala crescentes* (*IRS*), **E**, **F** e **G**, em *rendimentos à escala constantes* (*CRS*) e **H** em *rendimentos à escala decrescentes* (*DRS*).
- Em termos gerais, a ineficiência de escala é 0.80 ao passo que numa óptica de gestão, o valor médio da ineficiência é de 0.81.

Quadro 6.3.1: Rendimentos à escala
(orientação pelo *input*)

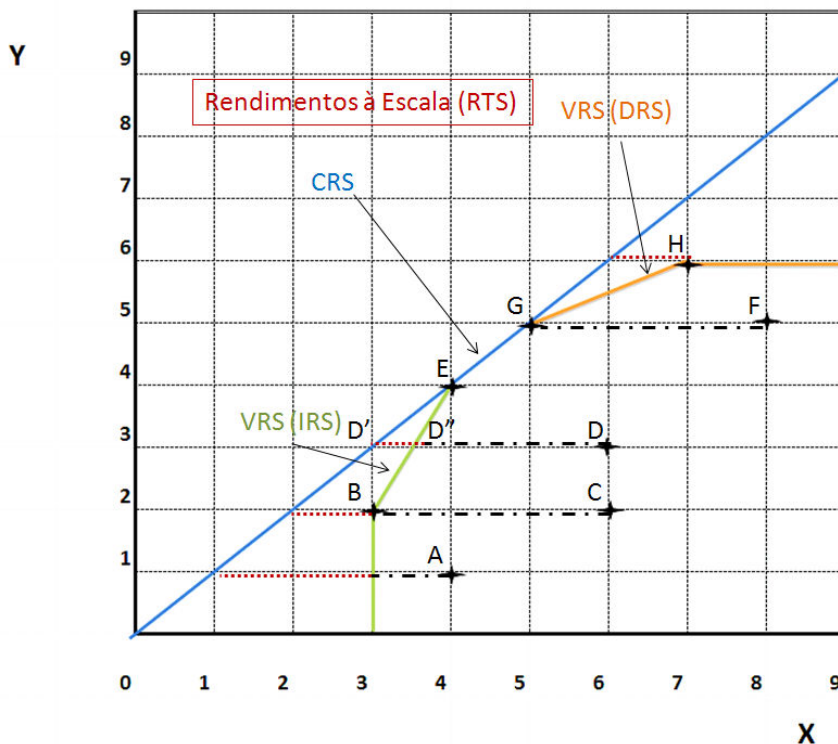
DMU	CCR(I)	BCC(I)	SE(I)	RTS(I)
A	0,25	0,75	0,33	IRS
B	0,67	1,00	0,67	IRS
C	0,33	0,50	0,67	IRS
D	0,50	0,58	0,86	IRS
E	1,00	1,00	1,00	CRS
F	0,63	0,63	1,00	CRS
G	1,00	1,00	1,00	CRS
H	0,86	1,00	0,86	DRS
Média	0,65	0,81	0,80	

A Figura 6.3.1 mostra como são determinadas as eficiências de escala e como se identificam os tipos de rendimentos à escala (orientação pelo *input*).

O segmento definido por **E** e **G** identifica os rendimentos à escala constantes *CRS*. Nos outros segmentos, os que têm declive superior ao declive *CRS* os rendimentos à escala são crescentes (*IRS*) e nos que têm declive inferior os rendimentos à escala são decrescentes (*DRS*).

A eficiência de escala (*SE*) da *DMU D* é igual ao rácio da abcissa de *D'* (3) com a abcissa de *D''* (3.5).

Figura 6.3.1: Rendimentos à escala (orientação pelo *input*)



Exemplo 6.3.2

De modo análogo, para os exemplos 6.1.2 (*CCR* orientado pelo *output*) e 6.2.2 (*BCC* orientado pelo *output*) construiu-se o Quadro 6.3.2.

Quadro 6.3.2: Rendimentos a escala
(orientação pelo *output*)

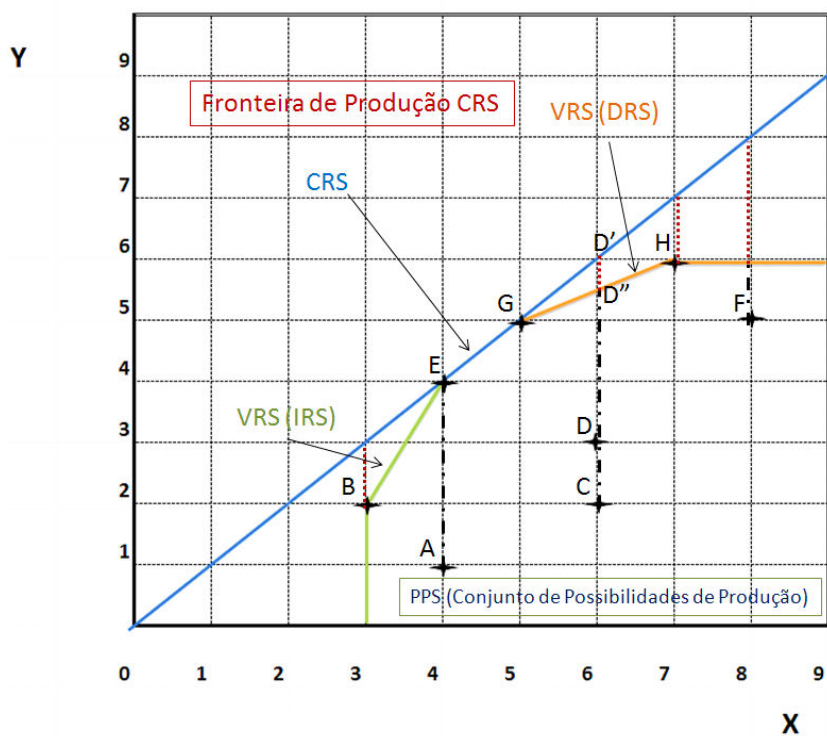
DMU	CCR(O)	BCC(O)	SE(O)	RTS(O)
A	0,25	0,25	1,00	CRS
B	0,67	1,00	0,67	IRS
C	0,33	0,36	0,93	DRS
D	0,50	0,54	0,93	DRS
E	1,00	1,00	1,00	CRS
F	0,63	0,83	0,75	DRS
G	1,00	1,00	1,00	CRS
H	0,86	1,00	0,86	DRS
Média	0,65	0,75	0,89	

que pode ser interpretado do seguinte modo:

- As *DMUs* **B, C, D, F e H**, operam em meio envolvente desfavorável ($SE < 1$).
 - No entanto, ao nível da gestão, **B** é eficiente ($BCC = 1$).
 - **C e D**, operam em meio envolvente semelhante ($SE = 0.93$ e DRS). No entanto, ao nível da gestão, **C** é mais ineficiente ($BCC = 0.36$) do que **D** ($BCC = 0.54$).
- As *DMUs* **A, E e G**, operam no meio envolvente mais favorável ($SE = 1$).
 - No entanto, ao nível da sua gestão **A** é ineficiente ($BCC < 1$).
- As *DMUs* **C, D, F, e H** operam em *rendimentos à escala decrescentess* (DRS), **A, F e G**, em *rendimentos à escala constantes* (CRS) e **B** em *rendimentos à escala crescentes* (IRS).
- Em termos gerais, a ineficiência de escala é 0.89 ao passo que numa óptica de gestão, o valor médio da ineficiência é de 0.75.

A Figura 6.3.2 indica como são determinadas as eficiências de escala e como se identificam os tipos de rendimentos à escala (orientação pelo *output*).

Figura 6.3.2: Rendimentos à escala
(orientação pelo *output*)



O segmento definido por **E** e **G** identifica os rendimentos à escala constantes *CRS*. Nos outros segmentos, os que têm declive superior ao declive *CRS* os rendimentos à escala são crescentes (*IRS*) e nos que têm declive inferior os rendimentos à escala são decrescentes (*DRS*).

A eficiência de escala (SE) da *DMU D* é igual ao rácio da ordenada de *D''* (5.5) com a ordenada de *D'* (6).

Uma comparação dos quadros 6.3.1 e 6.3.2 permite as seguintes conclusões finais:

- Em ambiente *CRS*, as eficiências *CCR* orientadas pelo *input* e as orientadas pelo *output* são iguais ,
- Em ambiente *VRS*, as eficiências *BCC* orientadas pelo *input* podem ser diferentes das orientadas pelo *output*,
- As eficiências *CCR* são menores ou iguais às *BCC*,
- Os rendimentos à escala e as eficiências de escala na orientação pelo *input* podem ser diferentes na orientação pelo *output*.

6.4 Modelos não radiais *SBM*

Os modelos *CCR* e *BCC* são modelos radiais, isto é, para uma *DMU* ineficiente se tornar eficiente é necessário que na orientação pelo *input* reduza proporcionalmente os seus *inputs* em $(1-\theta^*)$ e que na orientação pelo *output* aumente proporcionalmente os seus *outputs* em $(1-\phi^*)$.

No entanto, as eficiências radiais não reflectem todo o potencial de redução dos *inputs* ou de aumento dos *outputs*. Este facto, leva aos conceitos de eficiência *fraca* (ou de Farrell) e de eficiência *forte* (ou de Pareto-Koopmans). Uma *DMU* eficiente radialmente só terá eficiência forte se e só se com o mesmo nível de *inputs* não for possível aumentar algum *output* (na orientação pelo *output*) ou, de modo análogo, com o mesmo nível de *outputs* não for possível reduzir algum *input* (na orientação pelo *input*), caso contrário a eficiência será fraca. Em termos do resultado do modelo matemático, isto equivale a dizer que uma *DMU* eficiente (*CCR* ou *BCC*) só terá eficiência forte se forem nulas as variáveis de folga dos *outputs* (*inputs*) na orientação pelo *output* (*input*). O aparecimento dos modelos *não radiais* tornou possível a relaxação do pressuposto da proporcionalidade dos *inputs* e/ou dos *outputs* existente nos modelos *CCR* e *BCC*. O modelo *SBM* (*Slacks-Based Measure*), apresentado por Tone (1997, 2001), pertence ao grupo de modelos não radiais e pode ser orientado pelo *input*, pelo *output* ou *não orientado*. Na sua formulação base o modelo é *não orientado* sendo a

eficiência $0 \leq \rho \leq 1$ de uma *DMU* $(\mathbf{x}_o, \mathbf{y}_o)$ determinada pelo seguinte modelo de programação fraccionária.

Modelo SBM não orientado

$$\min_{\lambda, s^-, s^+} \rho = \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m s_i^- / x_{io}}{1 + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s s_r^+ / y_{ro}} \quad (6.4.1)$$

s.a.

$$\mathbf{y}_o = \mathbf{Y}\boldsymbol{\lambda} - \mathbf{s}^+$$

$$\mathbf{x}_o = \mathbf{X}\boldsymbol{\lambda} + \mathbf{s}^-$$

$$\boldsymbol{\lambda} \geq \mathbf{0}, \mathbf{s}^+ \geq \mathbf{0}, \mathbf{s}^- \geq \mathbf{0}$$

A expressão de ρ em (6.4.1.1) é equivalente a (6.4.1.2) o que permite interpretar o modelo *SBM* como o rácio das ineficiências *mistas* médias dos *inputs* e dos *outputs*.

$$\rho = \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (x_{io} - s_i^-) / x_{io}}{\frac{1}{s} \sum_{r=1}^s (y_{ro} - s_r^+) / y_{ro}} \quad (6.4.2)$$

Com a introdução do escalar t o modelo (6.4.1) pode ser transformado no modelo

(6.4.3)

$$\min_{t, \lambda, s^-, s^+} \rho = t - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t s_i^- / x_{io} \quad (6.4.3)$$

s.a.

$$1 = t + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s t s_r^+ / y_{ro}$$

$$\mathbf{y}_o = \mathbf{Y}\boldsymbol{\lambda} - \mathbf{s}^+$$

$$\mathbf{x}_o = \mathbf{X}\boldsymbol{\lambda} + \mathbf{s}^-$$

$$\boldsymbol{\lambda} \geq \mathbf{0}, \mathbf{s}^+ \geq \mathbf{0}, \mathbf{s}^- \geq \mathbf{0}, t > 0$$

que por sua vez é equivalente ao modelo de programação linear (6.4.4).

Modelo SBM não orientado CRS

$$\min_{t, \Lambda, s^-, s^+} \rho = t - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i^- / x_{io} \quad (6.4.4)$$

s.a.

$$1 = t + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s S_r^+ / y_{ro}$$

$$ty_o = Y\Lambda - S^+$$

$$tx_o = X\Lambda + S^-$$

$$\Lambda \geq 0, S^+ \geq 0, S^- \geq 0, t > 0$$

sendo,

$$\Lambda = t\lambda, S^+ = ts^+, S^- = ts^-$$

Seguindo um raciocínio semelhante, obtêm-se os modelos *CRS* orientados pelo *input* (6.4.5) e pelo *outputs* (6.4.6). Os correspondentes modelos *VRS* (rendimentos variáveis à escala) obtêm-se adicionando a restrição de $e\lambda=1$.

Modelo SBM orientado pelo input

$$\min_{\lambda, s^-} \rho_I = 1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i^- / x_{io} \quad (6.4.5)$$

s.a.

$$y_o \leq Y\lambda$$

$$x_o = X\lambda + s^-$$

$$\lambda \geq 0, s^- \geq 0,$$

Modelo SBM orientado pelo output

$$\min_{\lambda, s^+} \rho_o = \frac{1}{1 + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s s_r^+ / y_{ro}} \quad (6.4.6)$$

s.a.

$$y_o = Y\lambda - s^+$$

$$x_o \geq X\lambda$$

$$\lambda \geq 0, s^+ \geq 0$$

Eficiência mista

Tone (1997) demonstra que a eficiência CCR é igual ou superior à eficiência SBM, definindo o seu rácio como eficiência mista (MIX). É então possível relacionar a eficiência não radial (SBM) com as eficiências radiais - a eficiência técnica global (CCR) e a eficiência técnica pura (BCC).

$$MIX = \frac{\rho}{\theta_{CCR}} \quad (6.4.7)$$

mas como

$$SE = \frac{\theta_{CCR}}{\theta_{BCC}}$$

então

$$\rho = \theta_{BCC} \times SE \times MIX$$

Exemplo 6.4.1

Considere-se o Quadro 6.4.1 em que as 8 *DMUs* utilizam 2 *inputs* **x1** e **x2** na produção de **y1** e **y2**.

Quadro 6.4.1

DMU	X1	X2	Y1	Y2
A	24	35	124	129
B	20	40	121	134
C	20	40	160	160
D	21	43	123	133
E	26	45	170	150
F	20	43	160	160
G	19	40	167	150
H	20	43	160	159

A eficiência *SBM* orientada pelo *input* e com rendimentos à escala constantes da *DMU*

E pode ser calculada recorrendo ao modelo (6.4.5).

$$\min_{\lambda, s^-} \rho_I = t - \frac{1}{2}(s_1^- / 26 + s_2^- / 45) \quad (6.4.8)$$

s.a.

$$26 = 24\lambda_A + 20\lambda_B + 20\lambda_C + 21\lambda_D + 26\lambda_E + 20\lambda_F + 19\lambda_G + 20\lambda_H + s_1^-$$

$$45 = 35\lambda_A + 40\lambda_B + 40\lambda_C + 43\lambda_D + 45\lambda_E + 43\lambda_F + 40\lambda_G + 43\lambda_H + s_2^-$$

$$170 = 124\lambda_A + 121\lambda_B + 160\lambda_C + 123\lambda_D + 170\lambda_E + 160\lambda_F + 167\lambda_G + 160\lambda_H - s_1^+$$

$$150 = 129\lambda_A + 134\lambda_B + 160\lambda_C + 133\lambda_D + 150\lambda_E + 160\lambda_F + 150\lambda_G + 159\lambda_H - s_2^+$$

$$\lambda \geq 0, \quad s^- \geq 0 \quad \text{e} \quad s^+ \geq 0,$$

A solução óptima de (6.4.8) é,

$$\rho_I^* = 0.824 \quad (6.4.9)$$

$$s_1^- = 6.66$$

$$s_2^- = 4.28$$

$$\lambda_G = 1.018$$

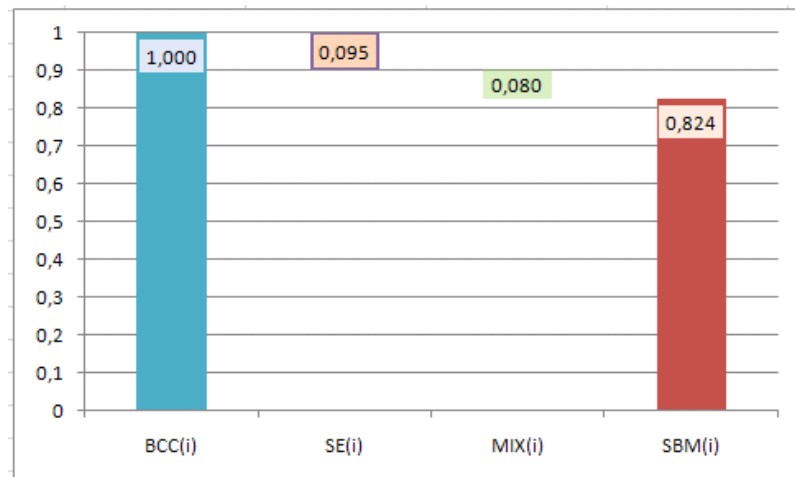
Os resultados obtidos (6.4.9) permitem as seguintes conclusões:

- A **DMU E** tem ineficiência **SBM** (não radial) ($\rho_r^* = 0.824 < 1$)
 - Como está orientada pelo *input*, **E** para ser eficiente teria que ter as variáveis de folga com valor nulo.

- A **DMU G** é o par (ou referência) de **E**, dado que $\lambda^* = 1.018$
 - **G** serve de *benchmarking* a **E**. Face ao seu nível de *output*, o nível de *input* de **E** deveria ser igual ao de **G** multiplicado por 1.018, isto é, $x_1 = 19,34$ (19×1.018) e $x_2 = 40.72$ (40×1.018).

Calculando as eficiências radiais - técnica global (6.1.4) e técnica pura (6.2.1)- e tendo presente as relações (6.4.7) é possível decompor a eficiência não radial **SBM** (6.4.5) de uma forma aditiva como indica a Figura 6.4.1.

Figura 6.4.1: Decomposição “aditiva” das eficiências



O Quadro 6.4.2 tem as eficiências radiais e não radiais, orientadas pelo *input*, de todas as *DMUs*, sendo possível constatar:

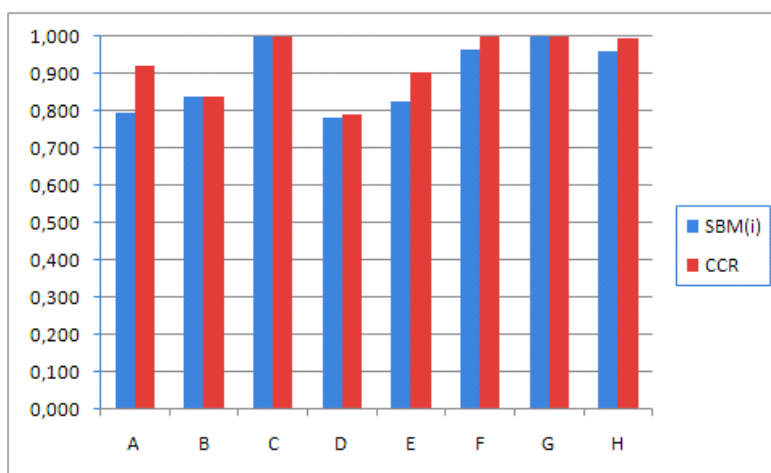
- **C e G** são as únicas *DMUs* com eficiência não radial.
 - Consequentemente, também são radialmente eficientes (têm eficiência forte ou de Pareto-Koopmans).
- **F** é apenas radialmente eficiente ($CCR=1$).
 - Tem eficiência fraca ou de Farrell. Embora não proporcionalmente, os seus *inputs* poderiam ser reduzidos sem penalizarem o nível de *output*.
- **A e E** são eficientes em termos de eficiência técnica pura ($BCC=1$).
 - No entanto, ao contrário de **F**, são penalizadas pelo efeito de escala o que as torna ineficientes CCR .

Quadro 6.4.2.: Decomposição “multiplicativa” das eficiências

DMU	(1) SBM(i) CRS	(2) CCR	(3) BCC(i)	(4)=(1)/(2) MIX(i)	(5)=(2)/(3)
A	0,797	0,921	1,000	0,865	0,921
B	0,838	0,838	0,983	1,000	0,852
C	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
D	0,782	0,792	0,922	0,988	0,859
E	0,824	0,905	1,000	0,911	0,905
F	0,965	1,000	1,000	0,965	1,000
G	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
H	0,961	0,994	0,995	0,966	0,999

Na Figura 6.4.2 estão comparadas graficamente a eficiência *SBM* (não radial) e a eficiência *CCR* (técnica global).

Figura 6.4.2: Eficiência *SBM(i)* versus *CCR*



6.5 Super eficiência

O conceito de *super eficiência* deve-se a Andersen e Petersen (1993) e tinha como principal objectivo possibilitar um melhor ordenamento das *DMUs*. Baseia-se no pressuposto de que entre as *DMUs* eficientes podem existir umas mais eficientes que outras, e sendo assim, o seu ordenamento deve ter presente este aspecto. De facto, podem existir *DMUs* eficientes que, mesmo reduzindo (aumentando) algum dos seus *outputs (inputs)*, continuam a ser eficientes face às restantes. Quando do seu surgimento, a super-eficiência visava os modelos radiais. Actualmente, esse conceito não só foi alargado a outros tipo de modelos como também passou a ser usado em testes de sensibilidade e detecção de *outliers* (Ray 2000).

Existem contudo dois tipos de dificuldades que podem surgir no cálculo da super eficiência: Não haver uma solução admissível para uma dada *DMU* ou o modelo não

ser *invariante na unidade*, ou seja, o resultado não ser indiferente ao tipo de unidade de medida utilizada no *input* e/ou no *output* (Lovell e Rouse, 2003). No entanto, Tone (2002) demonstra que aquelas questões não se põem nos modelos *SBM* com rendimentos à escala constantes e nos modelos *SBM* não orientados com rendimentos à escala variáveis.

Considere-se uma *DMU* (x_0, y_0) com eficiência forte, isto é, com eficiência não radial (*SBM*). A super-eficiência não radial e não orientada será dada por τ^* (6.5.1).

$$\min_{\bar{x}, \bar{y}, \lambda} \tau = \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{x}_i / x_{i0}}{\frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \bar{y}_r / y_{r0}} \quad (6.5.1)$$

s.a.

$$\bar{x} \geq \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j x_j$$

$$\bar{y} \leq \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j y_j$$

$$\bar{x} \geq x_0$$

$$\bar{y} \leq y_0$$

com

$$x_0 \geq 0, y_0 \geq 0 \text{ e } \lambda \geq 0$$

No seu cálculo, a *DMU* é excluída do conjunto *PPS* (conjunto de possibilidades de produção) e τ pode ser interpretado como o quociente entre a taxa média de expansão dos seus *inputs* e a taxa média de redução dos seus *outputs*. Tone (2002) demonstra que $\tau^* \geq 1$.

Efectuando a transformação (6.5.2)

$$\phi_i = \frac{\bar{x}_i}{x_{i0}} - 1 \quad (i=1, \dots, m) \quad \text{e} \quad \psi_r = 1 - \frac{\bar{y}_r}{y_{r0}} \quad (r=1, \dots, s) \quad (6.5.2)$$

obtém-se (6.5.3) que é equivalente a (6.5.1)

$$\min_{\phi, \psi, \lambda} \tau = \frac{1 + \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \phi_i}{1 - \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \psi_r} \quad (6.5.3)$$

s.a.

$$\sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j x_{ij} - \phi_i x_{ij} \leq x_{i0} \quad (i = 1, \dots, m)$$

$$\sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j y_{rj} - \psi_r y_{rj} \geq y_{r0} \quad (r = 1, \dots, s)$$

com

$$\phi_i \geq 0, \psi_r \geq 0 \text{ e } \lambda_j \geq 0$$

utilizando a transformação de Charnes-Cooper o modelo fraccionário (6.5.3) pode ser linearizado (6.5.4)

Modelo super eficiência SBM não orientado CRS

$$\min \tau = t + \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \Phi_i \quad (6.5.4)$$

s.a.

$$t - \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \Psi_r = 1$$

$$\sum_{j=1, \neq 0}^n \Lambda_j x_{ij} - \Phi_i x_{ij} - x_{i0} t \leq 0 \quad (i = 1, \dots, m)$$

$$\sum_{j=1, \neq 0}^n \Lambda_j y_{rj} - \Psi_r y_{rj} - y_{r0} t \geq 0 \quad (r = 1, \dots, s)$$

com

$$\Phi_i \geq 0, \Psi_r \geq 0 \text{ e } \Lambda_j \geq 0$$

sendo a solução óptima τ^* dada por

$$\lambda^* = \Lambda^* / t^*, \quad \phi^* = \Phi^* / t^* \text{ e } \quad \psi^* = \Psi^* / t^*$$

Como casos particulares de (6.5.4) têm-se os modelos orientados pelo *input* (6.5.5) e pelo *output* (6.5.6)

Modelo super eficiência SBM orientado pelo input CRS

$$\min_{\phi, \lambda} \delta_I = 1 + \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \phi_i \quad (6.5.5)$$

s.a.

$$\sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j x_{ij} - \phi_i x_{i0} - x_{i0} \leq 0 \quad (i = 1, \dots, m)$$

$$\sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j y_{rj} - y_{r0} \geq 0 \quad (r = 1, \dots, s)$$

com

$$\phi_i \geq 0, \text{ e } \lambda_j \geq 0$$

Modelo super eficiência SBM orientado pelo output CRS

$$\min_{\psi, \lambda} \delta_O = \frac{1}{1 - \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \psi_r} \quad (6.5.6)$$

s.a.

$$\sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j x_{ij} - x_{i0} \leq 0 \quad (i = 1, \dots, m)$$

$$\sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j y_{rj} - \psi_r y_{rj} - y_{r0} \geq 0 \quad (r = 1, \dots, s)$$

com

$$\psi_r \geq 0 \text{ e } \lambda_j \geq 0$$

Os modelos com rendimentos à escala constantes (CRS) podem ser transformados em modelos com rendimentos à escala variáveis (VRS) adicionando-lhes as restrições

de convexidade $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$

Exemplo 6.5.1

O quadro 6.4.2 mostra as eficiências não radiais orientadas pelo *input* verificando-se que as *DMUs C* e *G* são eficientes (=1). Para verificar qual delas é “mais” eficiente tem que se calcular a super-eficiência como indicado em 6.5.5.

No caso de *C* a formulação é a que se segue:

$$\min_{\phi, \lambda} \delta_j = 1 + \frac{1}{2}\phi_1 + \frac{1}{2}\phi_2 \quad (6.5.7)$$

s.a.

$$\begin{aligned} 24\lambda_A + 20\lambda_B + 21\lambda_D + 26\lambda_E + 20\lambda_F + 19\lambda_G + 20\lambda_H - 24\phi_1 - 20\phi_1 - 21\phi_1 - 26\phi_1 - 20\phi_1 - 19\phi_1 - 20\phi_1 - 20 &\leq 0 \\ 35\lambda_A + 40\lambda_B + 43\lambda_D + 45\lambda_E + 43\lambda_F + 40\lambda_G + 43\lambda_H - 35\phi_2 - 40\phi_2 - 43\phi_2 - 45\phi_2 - 43\phi_2 - 40\phi_2 - 43\phi_2 - 40 &\leq 0 \\ 124\lambda_A + 12\lambda_B + 123\lambda_D + 170\lambda_E + 160\lambda_F + 167\lambda_G + 160\lambda_H &\geq 160 \\ 129\lambda_A + 134\lambda_B + 133\lambda_D + 150\lambda_E + 160\lambda_F + 150\lambda_G + 159\lambda_H &\geq 160 \end{aligned}$$

com

$$\phi \geq 0, \text{ e } \lambda_j \geq 0$$

A solução ótima de (6.5.7) é,

$$\begin{aligned} \delta_j^* &= 1.038 \\ \lambda_F^* &= 1 \end{aligned} \quad (6.5.8)$$

Os resultados obtidos (6.5.8) permitem as seguintes conclusões:

- A DMU **C** é super eficiente ($\delta_j^* = 1.038 > 1$)
- A referência de **C** é **F**
 - **C** pode aumentar os seus *inputs* para níveis iguais aos de **F**

No Quadro 6.5.1 estão calculadas as eficiências *SBM* (*CRS*) orientadas pelo *input* (3), as *super eficiências SBM* (*CRS*) orientadas pelo *input* (2) e as não orientadas (1).

Quadro 6.5.1.: Super eficiência

DMU	(1) S_SBM(no) CRS	(2) S_SBM(i) CRS	(3) SBM(i) CRS	(4) CCR
A	0,771	0,797	0,797	0,921
B	0,780	0,838	0,838	0,838
C	1,032	1,038	1,000	1,000
D	0,738	0,782	0,782	0,792
E	0,817	0,824	0,824	0,905
F	0,965	0,965	0,965	1,000
G	1,047	1,071	1,000	1,000
H	0,954	0,961	0,961	0,994

A sua análise permite concluir:

- **C** e **G** são as únicas *DMUs* com eficiência não radial ($SBM=1$).
 - No entanto, **G** é *mais eficiente* ($S_SBM=1.071$) que **C** ($S_SBM=1.038$).
- Consequentemente, no ordenamento da eficiência não radial orientada pelo *input*, **G** será a mais eficiente seguida de **C**.
 - Nas *DMUs* ineficientes, **D** situa-se em último lugar ($SBM=0.782$).

6.6 Variáveis não controláveis e não discricionárias

Normalmente os decisores são confrontados com factores exógenos que não controlam e que podem influenciar, positiva ou negativamente, a eficiência das suas *DMUs*. A não consideração dos seus efeitos pode levar a resultados enviesados. Por exemplo, uma agência bancária situada num meio rural pode estar a ser melhor gerida e no entanto ser menos eficiente do que uma situada numa grande cidade devido apenas ao facto de esta última operar num meio envolvente mais rico. Uma análise mais rigorosa da eficiência deverá portanto ter presente os efeitos deste tipo de factores.

Conforme refere Ruggiero (2007), existem várias propostas de como incorporar nos modelos *DEA* básicos as variáveis (*inputs* e/ou *outputs*) que, não sendo controláveis pelo decisor, podem ter impacto na eficiência da sua *DMU*.

Tendo como base o modelo *BCC* abordado em 6.2.1, Banker e Morey (BM), propõem o modelo radial 6.6.1.

Modelo BM (radial) orientado pelo input VRS, variáveis não discricionárias

$$\begin{aligned}
 & \min_{\theta, \lambda} \theta \\
 & s.a. \\
 & \quad -\mathbf{y}_t + \mathbf{Y}\lambda \geq \mathbf{0} \\
 & \quad \theta\mathbf{x}_t - \mathbf{X}\lambda \geq \mathbf{0} \\
 & \quad -\mathbf{w}_t + \mathbf{W}\lambda \geq \mathbf{0} \\
 & \quad \mathbf{z}_t - \mathbf{Z}\lambda \geq \mathbf{0} \\
 & \quad \mathbf{e}\lambda = \mathbf{1} \\
 & \quad \lambda \geq \mathbf{0}
 \end{aligned} \tag{6.6.1}$$

No modelo 6.6.1 os factores exógenos são \mathbf{Z} (*inputs*) e \mathbf{W} (*outputs*). As restrições envolvendo estes factores podem estar na forma de inequações (como em 6.6.1) e são ditos *não discricionários* ou na de equações e são ditos *não controláveis*. Quando se consideram variáveis *não discricionárias* as *DMUs* são comparadas com as que operam em ambiente exógeno semelhante ou menos favorável ao passo que com as *não controláveis* as *DMUs* só são comparadas com as que operam em ambiente exógeno idêntico. Como o conjunto de referência das *DMUs* é fortemente reduzido, os modelos com variáveis *não controláveis* tendem a inflacionar a eficiência. Este facto leva a que na prática seja mais frequente o recurso a variáveis *não discricionárias*.

Seguindo a lógica do modelo 6.6.1 e baseado nos modelos 6.4.4 e 6.5.4, deduziram-se os modelos com variáveis *não discricionárias* utilizados nesta tese (modelos 6.6.2 e 6.6.3).

Modelo SBM (não radial) não orientado CRS, variáveis não discricionárias

$$\min_{t, \lambda, s^-, s^+} \rho = t - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i^- / x_{io}$$

s.a. (6.6.2)

$$1 = t + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s S_r^+ / y_{ro}$$

$$t y_o = Y \Lambda - S^+$$

$$t x_o = X \Lambda + S^-$$

$$t w_o \leq W \Lambda$$

$$t z_o \geq Z \Lambda$$

$$\Lambda \geq 0, S^+ \geq 0, S^- \geq 0, t > 0$$

sendo,

$$\Lambda = t \lambda, S^+ = t s^+, S^- = t s^-$$

Modelo super eficiência SBM não orientado CRS, variáveis não discricionárias

$$\min \tau = t + \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \Phi_i$$

(6.6.3)

s.a.

$$t - \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \Psi_r = 1$$

$$\sum_{j=1, \neq 0}^n \Lambda_j x_{ij} - \Phi_i x_{ij} - x_{i0} t \leq 0 \quad (i = 1, \dots, m)$$

$$\sum_{j=1, \neq 0}^n \Lambda_j y_{rj} - \Psi_r y_{rj} - y_{r0} t \geq 0 \quad (r = 1, \dots, s)$$

$$\sum_{j=1, \neq 0}^n \Lambda_j z_{ij} - z_{i0} t \leq 0 \quad (i = 1, \dots, u)$$

$$\sum_{j=1, \neq 0}^n \Lambda_j w_{rj} - w_{r0} t \geq 0 \quad (r = 1, \dots, v)$$

com

$$\Phi_i \geq 0, \Psi_r \geq 0 \text{ e } \Lambda_j \geq 0$$

sendo a solução óptima τ^* dada por

$$\lambda^* = \Lambda^* / t^*, \quad \phi^* = \Phi^* / t^* \quad \text{e} \quad \psi^* = \Psi^* / t^*$$

Exemplo 6.6.1

Considere-se o Quadro 6.6.1 em que as 8 *DMUs* utilizam 2 *inputs* **X1** e **X2** na produção de **Y1** e **Y2**. A variável **Xnd** é um *input não discricionário*.

Quadro 6.6.1

DMU	X1	X2	Xnd	Y1	Y2
A	24	35	1000	124	129
B	20	40	900	121	134
C	20	40	700	160	160
D	21	43	800	123	133
E	26	45	600	170	150
F	20	43	1200	160	160
G	19	40	1800	167	150
H	20	43	1500	160	159

Considerando o efeito do *input não discricionário*, a eficiência *SBM* não orientada e com rendimentos à escala constantes da *DMU E* pode ser calculada recorrendo ao modelo (6.6.2).

$$\min_{t, \Lambda, s^+, s^-} \rho = t - \frac{1}{2}(S_1^- / 26 + S_2^- / 45) \tag{6.6.4}$$

s.a.

$$1 = t - \frac{1}{2}(S_1^+ / 170 + S_2^+ / 150)$$

$$0 = -26t + 24\Lambda_A + 20\Lambda_B + 20\Lambda_C + 21\Lambda_D + 26\Lambda_E + 20\Lambda_F + 19\Lambda_G + 20\Lambda_H + s_1^-$$

$$0 = -45t + 35\Lambda_A + 40\Lambda_B + 40\Lambda_C + 43\Lambda_D + 45\Lambda_E + 43\Lambda_F + 40\Lambda_G + 43\Lambda_H + s_2^-$$

$$0 = -170t + 124\Lambda_A + 121\Lambda_B + 160\Lambda_C + 123\Lambda_D + 170\Lambda_E + 160\Lambda_F + 167\Lambda_G + 160\Lambda_H - s_1^+$$

$$0 = -150t + 129\Lambda_A + 134\Lambda_B + 160\Lambda_C + 133\Lambda_D + 150\Lambda_E + 160\Lambda_F + 150\Lambda_G + 159\Lambda_H - s_2^+$$

$$0 \geq -600t + 1000\Lambda_A + 900\Lambda_B + 700\Lambda_C + 800\Lambda_D + 600\Lambda_E + 1200\Lambda_F + 1800\Lambda_G + 1500\Lambda_H$$

$$\Lambda \geq 0, S^+ \geq 0, S^- \geq 0, t > 0$$

sendo,

$$\Lambda = t\lambda, S^+ = ts^+, S^- = ts^-$$

A solução ótima de (6.6.4) é $\rho^*=1$, ou seja, considerando o *input* não discricionário **E** é eficiente. Logo, recorrendo ao modelo (6.6.3) pode-se determinar a sua *super eficiência* como indicado em 6.6.5.

$$\min \tau = t + \frac{1}{2}\Phi_1 + \frac{1}{2}\Phi_2 \quad (6.6.5)$$

s.a.

$$1 - \frac{1}{2}\Psi_1 + \frac{1}{2}\Psi_2 = 1$$

$$24\Lambda_A + 20\Lambda_B + 20\Lambda_C + 21\Lambda_D + 20\Lambda_F + 19\Lambda_G + 20\Lambda_H - 24\Phi_1 - 20\Phi_1 - 20\Phi_1 - 21\Phi_1 - 20\Phi_1 - 19\Phi_1 - 20\Phi_1 - 26t \leq 0$$

$$35\Lambda_A + 40\Lambda_B + 40\Lambda_C + 43\Lambda_D + 43\Lambda_F + 40\Lambda_G + 43\Lambda_H - 35\Phi_2 - 40\Phi_2 - 40\Phi_2 - 43\Phi_2 - 43\Phi_2 - 40\Phi_2 - 43\Phi_2 - 45t \leq 0$$

$$124\Lambda_A + 121\Lambda_B + 160\Lambda_C + 123\Lambda_D + 160\Lambda_F + 167\Lambda_G + 160\Lambda_H - 124\Psi_1 - 121\Psi_1 - 160\Psi_1 - 123\Psi_1 - 160\Psi_1 - 167\Psi_1 - 160\Psi_1 - 170t \geq 0$$

$$129\Lambda_A + 134\Lambda_B + 160\Lambda_C + 133\Lambda_D + 160\Lambda_F + 150\Lambda_G + 159\Lambda_H - 129\Psi_1 - 134\Psi_1 - 160\Psi_1 - 133\Psi_1 - 160\Psi_1 - 150\Psi_1 - 159\Psi_1 - 150t \geq 0$$

$$1000\Lambda_A + 900\Lambda_B + 700\Lambda_C + 800\Lambda_D + 1200\Lambda_F + 1800\Lambda_G + 1500\Lambda_H - 600t \leq 0$$

com

$$\Phi_i \geq 0, \Psi_r \geq 0, \Lambda_j \geq 0 \text{ e } t > 0$$

sendo a solução ótima τ^* dada por

$$\lambda^* = \Lambda^*/t^*, \quad \phi^* = \Phi^*/t^* \quad \text{e} \quad \psi^* = \Psi^*/t^*$$

O Quadro 6.6.2 mostra para todas as *DMUs* as eficiências, *SBM* não orientadas *CRS*, com e sem o *input* não discricionário *Xnd*, concluindo-se:

- Em termos absolutos nenhuma *DMU* foi penalizada pelo efeito *Xnd*.
 - **F, G e H**, mantiveram-se inalteradas e as restantes melhoraram.
- Algumas *DMUs* melhoraram ou pioraram significativamente o seu posicionamento relativo face às restantes.
 - **E** passou de ineficiente (5ª) para a mais eficiente (1ª)
 - Embora mantendo o mesmo valor (1.047), **G** passou da 1ª para a 3ª posição.

Quadro 6.6.2.: Impacto do *input* não discricionário

DMU	Sem Xnd		Com Xnd	
	S_SBM(no) CRS	Rank	S_SBM(no) CRS	Rank
A	0,771	7	0,776	7
B	0,780	6	0,790	6
C	1,032	2	1,161	2
D	0,738	8	0,749	8
E	0,817	5	1,162	1
F	0,965	3	0,965	4
G	1,047	1	1,047	3
H	0,954	4	0,954	5

CAPÍTULO 7 AVALIAÇÃO DA EVOLUÇÃO DO DESEMPENHO

7.1 Introdução

O capítulo 5 começa por referir a produtividade e a eficiência técnica como duas formas distintas - a descritiva e a normativa – de avaliação do desempenho, centrando-se posteriormente em modelos *DEA* para a avaliação da eficiência das *DMUs* num determinado período. Existem contudo situações em que a análise visa a comparação de vários períodos, sendo, para o efeito, corrente utilizarem-se os chamados *números índices de produtividade* de *Fisher*, *Tornqvist* e *Malmquist*.

Os índices produtividade de *Fisher* e de *Tornqvist* são medidas descritivas da variação da produtividade. Ambos são construídos tendo como base apenas o conhecimento das quantidades e dos preços dos *inputs* e dos *outputs*, não incorporando informação sobre a tecnologia de produção que lhe está subjacente.

Em contraste, o índice de produtividade de *Malmquist* é uma medida normativa que constrói uma fronteira de produção representando a tecnologia e utiliza as correspondentes funções distância para avaliar as diferentes combinações *input/output* na comparação da produtividade. Foi introduzido por Caves, Christensen e Diewert (1982) e utilizado pela primeira vez por Berg et al. (1992), existindo posteriores desenvolvimentos como os de Grosskopf et al. (1998) e Thrall (2000).

7.2 Índice de Produtividade de *Malmquist*

O índice de produtividade de *Malmquist* (IM) considera simultaneamente a variação da eficiência relativa e a variação da fronteira da tecnologia (ou “melhores práticas”) ao longo de vários períodos, medindo a variação da produtividade de uma *DMU* num dado espaço temporal.

Três factores tornam este índice bastante apelativo:

- Poder ser utilizado em tecnologias de produção com vários *inputs* e *outputs*;
- Não necessitar de informação sobre os preços dos recursos utilizados e dos produtos produzidos;

- Permitir, através da análise das suas componentes, obter informações sobre as causas da variação da produtividade.

O IM é determinado através de um rácio envolvendo quatro tipo de eficiências relativas. Admitindo dois períodos (t e $t+k$):

- I. Eficiência relativa no período t medida pela fronteira do período t ;
- II. Eficiência relativa no período t medida pela fronteira do período $t+k$;
- III. Eficiência relativa no período $t+k$ medida pela fronteira do período $t+k$;
- IV. Eficiência relativa no período $t+k$ medida pela fronteira do período t .

O IM pode então ser interpretado como o produto da variação da eficiência (ou "catch-up") (VE) pela variação da fronteira (tecnologia, inovação ou "melhores práticas") (VT):

$$IM = VE \times VT \quad (7.2.1)$$

sendo,

$$VE = \frac{\delta_{t+k}^{t+k}}{\delta_t^t} \quad \text{e} \quad VT = \sqrt{\frac{\delta_t^t}{\delta_{t+k}^{t+k}} \times \frac{\delta_{t+k}^t}{\delta_{t+k}^{t+k}}} \quad (7.2.2)$$

em que δ_{t+k}^{t+k} é a eficiência relativa no período t medida pela fronteira do período $t+k$.

A partir de (7.2.1) e (7.2.2) obtem-se, com vantagens computacionais, a seguinte expressão para o índice de Malmquist:

$$IM = \sqrt{\frac{\delta_{t+k}^t}{\delta_t^t} \times \frac{\delta_{t+k}^{t+k}}{\delta_{t+k}^{t+k}}} \quad (7.2.3)$$

Segundo (7.2.3), IM pode também ser interpretado como a média geométrica de dois rácios de eficiências. O primeiro refere-se à variação da eficiência considerando a fronteira do período t e o segundo à variação da eficiência considerando a fronteira do período $t+k$.

Estes conceitos são tratados em dois exemplos. O primeiro, dado só serem considerados 1 *input* e 1 *output*, é resolvido graficamente. Nos dois exemplos utilizou-se o modelo *DEA* abordado 6.1.4 (*CCR* orientado pelo *input*).

Exemplo 7.2.1

Baseado no Quadro 7.2.1, pretende-se conhecer a produtividade da *DMU D*.

Quadro 7.2.1: Dados do exemplo 7.2.1 do IM

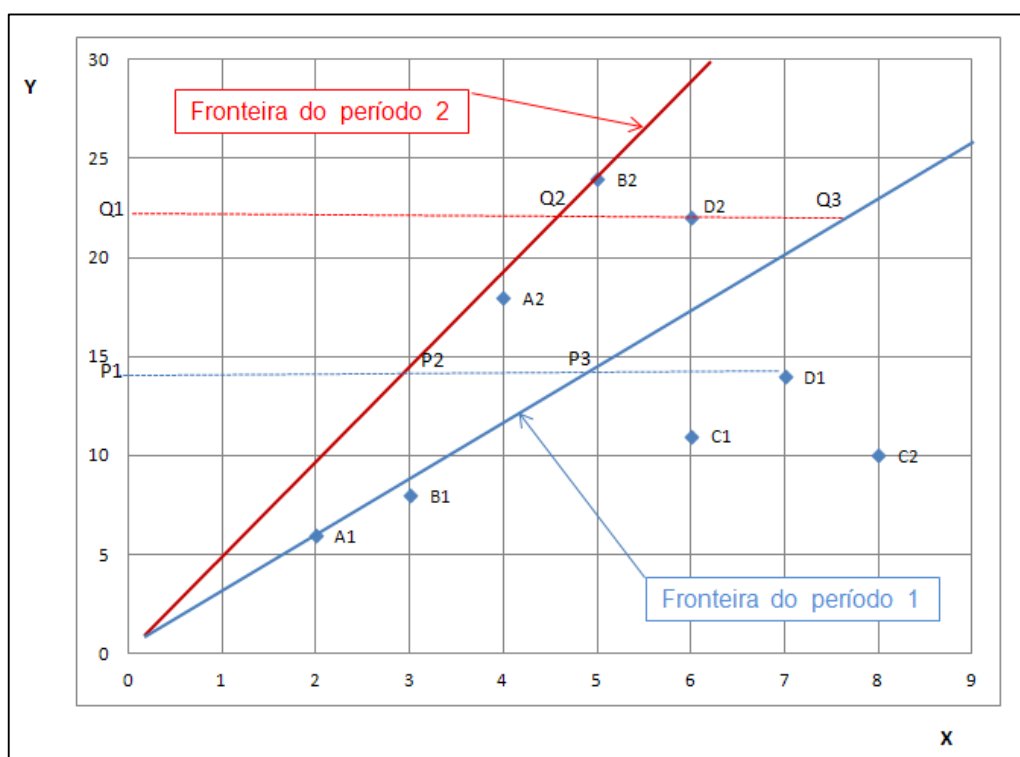
<i>DMU</i>	Período 1		Período 2	
	<i>input X</i>	<i>output Y</i>	<i>input X</i>	<i>output Y</i>
A	2	6	4	18
B	3	8	5	24
C	6	11	8	10
D	7	14	6	22

Pela Figura 7.2.1, consta-se:

- A *DMU A* é eficiente no período 1;
- A *DMU B* é eficiente no período 2;
- Logo, aquelas *DMUs* indicam as fronteiras (tecnologias ou “melhores práticas”) dos respectivos períodos;
- No período 1, a eficiência relativa de **D** é igual ao rácio $P1P3 / P1D1$;

- No período 2, a eficiência relativa de **D** é igual ao rácio $Q1Q2 / Q1D2$;
- No período 1, a eficiência relativa de **D**, medida pela fronteira do período 2, é igual ao rácio $P1P2 / P1D1$;
- No período 2, a eficiência relativa de **D**, medida pela fronteira do período 1, é igual ao rácio $Q1Q3 / Q1D2$.

Figura 7.2.1: Fronteiras dos períodos 1 e 2



As restantes *DMUs* podem ser tratadas de forma análoga à exposta.

O Quadro 7.2.2, mostra os valores obtidos para os diferentes tipos de eficiências. A partir da informação deste quadro é possível elaborar os quadros seguintes.

Quadro 7.2.2: Tipos de eficiências do IM (exemplo 7.2.1)

DMU	δ_t^t	δ_t^{t+1}	δ_{t+1}^{t+1}	δ_{t+1}^t	IM
A	1,000	0,625	0,937	1,500	1,500
B	0,889	0,556	1,000	1,600	1,800
C	0,611	0,382	0,260	0,417	0,682
D	0,667	0,417	0,764	1,222	1,833
Média (Geométrica)	0,776	0,485	0,657	1,052	1,355

Quadro 7.2.3: Variações da eficiência e da tecnologia

DMU	VE	VT	IM
A	0,937	1,600	1,500
B	1,125	1,600	1,800
C	0,426	1,600	0,682
D	1,145	1,600	1,833
Média (Geométrica)	0,847	1,600	1,355

VE - Variação da eficiência ("catch-up")

VF - Variação da tecnologia

IM - Índice de Malmquist

O Quadro 7.2.3 apresenta a decomposição do IM pelas variações da eficiência ("catch-up") e da tecnologia (conforme modelo 7.2.1). Alguns comentários:

- Em termos médios, a produtividade aumentou 35.5%;
 - A diminuição da variação da eficiência (-15.3%) foi compensada pela variação da fronteira (60%);

- A **DMU D** aumentou a que mais aumentou a produtividade (83.3%);
 - Houve evolução positiva tanto na variação da eficiência (14.5%) como na da fronteira (60%).
- Devido ao efeito negativo da variação da eficiência (-57.4%) a **DMU C** teve uma produtividade negativa (-31.8%);
- A variação da fronteira é igual para todas as **DMUs**. Este caso verifica-se sempre que se considera apenas 1 *input* e 1 *output*.

Quadro 7.2.4: Variações das eficiências
(fronteiras diferentes das dos períodos)

DMU	VE (t)	VE (t+1)	IM
A	1,500	1,500	1,500
B	1,800	1,800	1,800
C	0,682	0,682	0,682
D	1,833	1,833	1,833
Média (Geométrica)	1,355	1,355	1,355

VE (t) - Variação da eficiência tendo como base a tecnologia do período "t".

VE (t+1) - Variação da eficiência tendo como base a tecnologia do período "t+1".

IM - Índice de Malmquist

O Quadro 7.2.4 apresenta a decomposição do IM pelas variações das eficiências medidas pelas fronteiras de períodos diferentes (conforme modelo 7.2.3).

De notar que as variações dos dois períodos são iguais ao índice de *Malmquist*. Esta situação verifica-se sempre que se considera apenas 1 *input* e 1 *output*.

Exemplo 7.2.2

Baseado na informação do Quadro 7.2.5, pretendem-se conhecer as produtividades, e suas componentes, das sete *DMUs*.

Neste exemplo existem 2 *inputs* e 1 *output*. Na forma, os quadros que se seguem são semelhantes aos do exemplo anterior.

Quadro 7.2.5: Dados do exemplo 7.2.2 do IM

DMU	Período 1			Período 2		
	input X1	input X2	output Y	input X1	input X2	output Y
A	5	8	42	7	3	57
B	6	4	36	8	4	61
C	7	2	58	5	3	58
D	8	3	27	6	4	36
E	4	6	45	5	3	29
F	2	7	31	5	8	37
G	6	2	43	9	7	61

Quadro 7.2.6: Tipos de eficiências do IM (exemplo 7.2.2)

DMU	δ_t^t	δ_t^{t+1}	δ_{t+1}^{t+1}	δ_{t+1}^t	IM
A	0,733	0,724	0,983	0,943	1,322
B	0,651	0,517	0,789	0,866	1,425
C	1,000	1,500	1,000	1,281	0,924
D	0,397	0,466	0,517	0,651	1,349
E	1,000	0,970	0,500	0,641	0,575
F	1,000	1,336	0,638	0,646	0,555
G	0,853	1,112	0,584	0,714	0,663
Média (Geométrica)	0,771	0,870	0,690	0,795	0,905

Algumas conclusões:

- Quadro 7.2.6;
 - As *DMUs C, E e F*, foram eficientes no primeiro período.
 - no segundo período, só a *DMU C* foi eficiente.

- Quadro 7.2.7;
 - Em termos médios o IM foi de 0.905, logo houve uma redução da produtividade média de 9.5%..
 - A *DMU B* foi a que teve melhor produtividade (42.5%).
 - Contributos semelhantes das variações da eficiência (21.2%) e da tecnologia (17.6%).
 - Em contraste, as *DMUs F e G* tiveram um mau desempenho (-45.5% e -33.7% respectivamente).
 - Contributos negativos das variações da eficiência e da tecnologia.
 - Apesar de uma contribuição positiva da variação da tecnologia (15.0%), a *DMU E* teve um mau desempenho (-42.5%).
 - A *DMU A* foi a que teve maior variação de eficiência (34.1%).

Quadro 7.2.7: Variações da eficiência e da tecnologia

DMU	VE	VT	IM
A	1,341	0,987	1,322
B	1,212	1,176	1,425
C	1,000	0,924	0,924
D	1,302	1,036	1,349
E	0,500	1,150	0,575
F	0,638	0,871	0,555
G	0,685	0,968	0,663
Média (Geométrica)	0,896	1,011	0,905

VE - Variação da eficiência ("catch-up")

VF - Variação da tecnologia

IM - Índice de Malmquist

- Quadro 7.2.8.
 - Em termos médios, foi positiva a variação da eficiência do período 2, medida pela fronteira do período 1 (3.2%).
 - Pela positiva, destacou-se a *DMU D* (64.0%).
 - O oposto se verificou em relação à variação do período 1, medida pela fronteira do período 2 (-20.6%).
 - Pela positiva, destacou-se a *DMU B* (52.6%).

Quadro 7.2.8: Variações das eficiências
(fronteiras diferentes das dos períodos)

DMU	<i>VE (t)</i>	<i>VE (t+1)</i>	<i>IM</i>
A	1,286	1,358	1,322
B	1,330	1,526	1,425
C	1,281	0,667	0,924
D	1,640	1,109	1,349
E	0,641	0,515	0,575
F	0,646	0,478	0,555
G	0,837	0,525	0,663
Média (Geométrica)	1,032	0,794	0,905

VE (t) - Variação da eficiência tendo como base a tecnologia do período "t".

VE (t+1) - Variação da eficiência tendo como base a tecnologia do período "t+1".

IM - Índice de Malmquist

CAPÍTULO 8 CONTRIBUTOS DA ESTATÍSTICA MULTIVARIADA

8.1 Introdução

O motivo deste capítulo é o de apresentar uma técnica estatística de análise multivariada conhecida por Análise Categórica de Componentes Principais ou *CATPCA (Categorical Principal Analysis)*. Esta técnica foi utilizada no teste da Hipótese de Investigação 4: “As eficiências das instituições do ensino superior público são influenciadas pelas respectivas condições sócio económicas das regiões em que se situam”.

Em 8.2 é feito uma breve abordagem teórica da técnica e em 8.3 ilustra-se com um pequeno exemplo.

8.2 Análise Categorial de Componentes Principais

O principal objectivo da “Análise de Componentes Principais” (ACP) é o de substituir um conjunto de p variáveis quantitativas correlacionadas \mathbf{X} por um conjunto \mathbf{Z} de q variáveis quantitativas não correlacionadas, ditas *Componentes Principais (PC)*, se possível em menor número (redução da dimensão, isto é, $q \leq p$) mas contendo a mesma “informação” e de forma a que Z_1 explique o máximo da variância total das variáveis originais \mathbf{X} (i.e. contenha o máximo de informação), Z_2 explique o máximo da variância remanescente, e assim sucessivamente. Quanto maior for a correlação entre as variáveis originais, maior será a possibilidade de as representar por um número mais reduzido de PCs. O grau de representatividade da *Componente Principal j (PC $_j$)* pode ser identificado a partir do peso do seu *valor próprio j (λ_j)* ou pelo respectivo *Índice α de Cronbach* que assume valores no intervalo $0 < \alpha \leq 1$ e cuja relação com λ_j é $\alpha = V(\lambda_j - 1) / (V - 1)\lambda_j$ sendo V o número de variáveis originais.

Não obstante, um estudo de ACP deve verificar alguns pressupostos merecendo especial realce o da linearidade e o da normalidade das variáveis originais. Quando estes pressupostos não se verificam e/ou se suspeita da presença de *outliers*, uma análise ACP mais robusta deve ser feita substituindo os valores originais pela sua

ordem passando as variáveis a serem ordinais quando inicialmente eram quantitativas. No entanto, quando se está na presença de variáveis qualitativas (ordinais ou nominais) a ACP só pode ser efectuada se previamente se transformarem essas variáveis através de uma técnica conhecida por *escalonamento óptimo não linear* e que consiste em quantificar as variáveis qualitativas. Geralmente chama-se *Análise Categorical de Componentes Principais (CATPCA)* à análise de componentes principais envolvendo variáveis qualitativas e ou quantitativas. Como casos particulares da *CATPCA* surgem então a ACP só para variáveis quantitativas, e, *Análise da Correspondência Múltipla (MCA)* quando todas as variáveis são qualitativas multinomiais.

8.3 Exemplo de aplicação da CATPCA

Admita-se que os resultados de um inquérito feito a ex-alunos de três instituições do ensino superior são os constantes no quadro “Instituições” apresentado em anexo.

No inquérito foi pedido aos ex-alunos para indicarem a nota final de curso e para darem a sua opinião sobre a qualidade das instalações e o nível de ensino da instituição que frequentaram. Foi-lhes ainda pedido para avaliarem o tipo de emprego conseguido.

Como se constata pelos resultados do inquérito sintetizados no Quadro 8.3.1, das cinco variáveis, uma é quantitativa (“Notas”), outra é nominal (“Género”) e as restantes são ordinais (“Instalações”, “Ensino” e “Emprego”).

Suponha-se que o objectivo do inquérito é o de se saber se existe alguma interdependência entre as variáveis e, caso exista, quantas “novas” variáveis são necessárias para substituir as “originais” sem grande perda de informação.

Atendendo ao facto de existirem variáveis qualitativas e quantitativas, a *CATPCA* é a técnica mais aconselhável. Na aplicação desta técnica é usual darem-se os seguintes passos:

- Selecção do número de “novas variáveis” (normalmente denominadas “dimensões”, “variáveis latentes” ou “componentes”);
- Exclusão das variáveis “não relevantes” (ou “independentes”);
- Identificação dos grupos homogéneos;
- Quantificação dos objectos;
- Conclusões.

Quadro 8.3.1: Caracterização das variáveis do inquérito

Género ^b			Qualidade das instalações ^b		
		Frequency			Frequency
Valid	Homem	81	Valid	Instalações Más ^a	78
	Mulher ^a	119		Instalações Razoáveis	72
	Total	200		Instalações Boas	50
				Total	200
a. Mode.			a. Mode.		
b. Optimal Scaling Level: Nominal.			b. Optimal Scaling Level: Ordinal.		
Nota da licenciatura ^b			Qualidade do ensino ^b		
		Frequency			Frequency
Valid	10	1	Valid	Ensino Mau	56
	11	2		Ensino Suficiente	69
	12	26		Ensino Bom ^a	75
	13	62		Total	200
	14 ^a	73	a. Mode.		
	15	30	b. Optimal Scaling Level: Ordinal.		
	16	4	Qualidade do emprego ^b		
	17	2			Frequency
	Total	200	Valid	Emprego Mau	76
a. Mode.				Emprego Razoável	25
b. Optimal Scaling Level: Numerical.				Emprego Bom ^a	99
				Total	200
			a. Mode.		
			b. Optimal Scaling Level: Ordinal.		

I. Selecção do número de dimensões

O número de dimensões é obtido a partir da verificação do contributo das dimensões com um *Índice α de Cronbach* positivo.

Pelo Quadro 8.3.2 constata-se existirem duas dimensões com *Índice α de Cronbach* positivo.

Seleccionadas duas dimensões, observa-se que elas contêm quase 70% da informação total, sendo 36% para a primeira dimensão e 31% para a segunda.

II. Exclusão das variáveis não relevantes

As variáveis não relevantes são as que não acrescentam informação significativa às dimensões seleccionadas. Elas estão fracamente correlacionadas com as restantes variáveis.

Quadro 8.3.2: Selecção do número de dimensões

Model Summary			
Dimension	Cronbach's Alpha	Variance Accounted For	
		Total (Eigenvalue)	% of Variance
1	,515	1,701	34,013
2	,429	1,522	30,434
3	-,022	,983	19,657
4	-1,777	,413	8,260
5	-2,024	,382	7,636
Total	1,000 ^a	5,000	100,000

a. Total Cronbach's Alpha is based on the total Eigenvalue.

Model Summary			
Dimension	Cronbach's Alpha	Variance Accounted For	
		Total (Eigenvalue)	% of Variance
1	,557	1,803	36,052
2	,442	1,546	30,930
Total	,877 ^a	3,349	66,981

a. Total Cronbach's Alpha is based on the total Eigenvalue.

O Quadro 8.3.3 mostra que nas duas dimensões a contribuição da variável “Qualidade das instalações” é inferior às médias das respectivas dimensões (“% of Variance”). Na primeira dimensão o valor é de 4.6% (face a 36% da dimensão) e na segunda dimensão é 2% (face a 30.9% da dimensão).

Quadro 8.3.3: Grau de contribuição das variáveis originais

	Centroid Coordinates			Total (Vector Coordinates)		
	Dimension		Mean	Dimension		Total
	1	2		1	2	
Género	,279	,497	,388	,279	,497	,776
Nota da licenciatura	,343	,537	,440	,315	,486	,802
Qualidade das instalações	,047	,020	,033	,046	,020	,066
Qualidade do ensino	,574	,279	,427	,574	,279	,853
Qualidade do emprego	,590	,270	,430	,587	,264	,852
Active Total	1,834	1,603	1,719	1,803	1,546	3,349
% of Variance	36,675	32,069	34,372	36,052	30,930	66,981

Verifica-se ainda (Quadro 8.3.4) que a “Qualidade das instalações” não está correlacionada com as restantes.

Por estas razões, conclui-se que a variável “Qualidade das instalações” deve ser excluída do modelo.

Quadro 8.3.4: Correlação das variáveis transformadas

	Género	Nota da licenciatura	Qualidade das instalações	Qualidade do ensino	Qualidade do emprego
Género	1,000	,611	,050	,030	,062
Nota da licenciatura	,611	1,000	,131	,068	,062
Qualidade das instalações	,050	,131	1,000	,049	,046
Qualidade do ensino	,030	,068	,049	1,000	,709
Qualidade do emprego	,062	,062	,046	,709	1,000
Dimension	1	2	3	4	5
Eigenvalue	1,803	1,546	,977	,387	,287

III. Identificação dos grupos homogéneos

O Quadro 8.3.5 indica a importância relativa das duas dimensões depois da exclusão da variável “Qualidade das instalações”. As duas dimensões contêm 83% da informação contida nas quatro variáveis originais consideradas no modelo, sendo 44.5% para a dimensão 1 e 38.5% para a dimensão 2.

Quadro 8.3.5: Importância relativa das dimensões

Dimension	Cronbach's Alpha	Variance Accounted For	
		Total (Eigenvalue)	% of Variance
1	,585	1,782	44,540
2	,467	1,539	38,468
Total	,932 ^a	3,320	83,009

a. Total Cronbach's Alpha is based on the total Eigenvalue.

Pelo Quadro 8.3.6 constata-se:

- A dimensão 1 está mais associada à “Qualidade do ensino” e à “Qualidade do emprego”;
- Já em relação à dimensão 2, as variáveis mais importantes são o “Gênero” e a “Nota da licenciatura”;
- As duas dimensões contêm 83% da informação média daquelas quatro variáveis, com um mínimo de 80.6% (“Gênero”) e um máximo de 85.5% (“Qualidade do ensino”).

Quadro 8.3.6: Caracterização das dimensões

Variance Accounted For						
	Centroid Coordinates			Total (Vector Coordinates)		
	Dimension		Mean	Dimension		Total
	1	2		1	2	
Gênero	,254	,552	,403	,254	,552	,806
Nota da licenciatura	,304	,579	,441	,276	,529	,805
Qualidade do ensino	,619	,236	,428	,619	,236	,855
Qualidade do emprego	,634	,227	,431	,632	,222	,854
Active Total	1,811	1,595	1,703	1,782	1,539	3,320
% of Variance	45,280	39,877	42,579	44,540	38,468	83,009

No Quadro 8.3.7 estão realçadas as coordenadas das categorias das variáveis mais relevantes da dimensão 1:

- O “ensino mau” e a “qualidade de emprego mau” têm coordenadas negativas, formando, nesta dimensão, um grupo homogêneo;
- Em contraste, e formando um outro grupo homogêneo, estão as restantes categorias de “Qualidade de ensino” e de “Qualidade de emprego”.

No Quadro 8.3.8 estão realçadas as coordenadas das categorias das variáveis mais relevantes da dimensão 2:

- O “gênero homem” e a “nota de licenciatura inferior a 14” têm coordenadas negativas, formando, na dimensão 2, um grupo homogêneo;
- Em contraste, e formando um outro grupo homogêneo, estão as restantes categorias de “Gênero” e de “Nota de licenciatura”.

Quadro 8.3.7: Quantificação das categorias das variáveis (1/2)

Qualidade do ensino ^a						
Category	Frequency	Quantification	Centroid Coordinates		Vector Coordinates	
			Dimension		Dimension	
			1	2	1	2
Ensino Mau	56	-1,604	-1,261	,779	-1,261	,779
Ensino Suficiente	69	,624	,502	-,293	,491	-,303
Ensino Bom	75	,624	,480	-,312	,491	-,303

Variable Principal Normalization.
a. Optimal Scaling Level: Ordinal.

Qualidade do emprego ^a						
Category	Frequency	Quantification	Centroid Coordinates		Vector Coordinates	
			Dimension		Dimension	
			1	2	1	2
Emprego Mau	76	-1,270	-1,016	,587	-1,010	,598
Emprego Razoável	25	,505	,517	-,042	,401	-,237
Emprego Bom	99	,847	,649	-,440	,674	-,399

Variable Principal Normalization.
a. Optimal Scaling Level: Ordinal.

Quadro 8.3.8: Quantificação das categorias das variáveis (2/2)

Gênero ^a						
Category	Frequency	Quantification	Centroid Coordinates		Vector Coordinates	
			Dimension		Dimension	
			1	2	1	2
Homem	81	-1,212	-,611	-,901	-,611	-,901
Mulher	119	,825	,416	,613	,416	,613

Variable Principal Normalization.
a. Optimal Scaling Level: Nominal.

Nota da licenciatura ^a						
Category	Frequency	Quantification	Centroid Coordinates		Vector Coordinates	
			Dimension		Dimension	
			1	2	1	2
10	1	-3,343	-,675	-2,621	-1,757	-2,430
11	2	-2,414	-2,330	-,831	-1,269	-1,755
12	26	-1,486	-,725	-1,326	-,781	-1,080
13	62	-,557	-,368	-,477	-,293	-,405
14	73	,371	,287	,499	,195	,270
15	30	1,300	,655	,801	,683	,945
16	4	2,228	,682	1,249	1,171	1,620
17	2	3,157	1,819	1,434	1,659	2,295

Variable Principal Normalization.
a. Optimal Scaling Level: Numerical.

As figuras que se seguem ilustram aquelas conclusões:

- A Figura 8.3.1 mostra as correlações entre as variáveis originais e as dimensões;
 - A “Qualidade de emprego” e a “Qualidade de ensino” estão associadas (têm coordenadas semelhantes) e estão fortemente correlacionadas com a dimensão 1.
 - A “Nota de licenciatura” e o “Género” estão associadas estando fortemente correlacionadas com a dimensão 2.
- A Figura 8.3.2 permite identificar os grupos homogêneos.
 - O “Género feminino” está associado a notas mais elevadas (superiores a 13).
 - O “Ensino mau” está associado ao “Emprego mau”.

Figura 8.3.1: Variáveis relevantes de cada dimensão

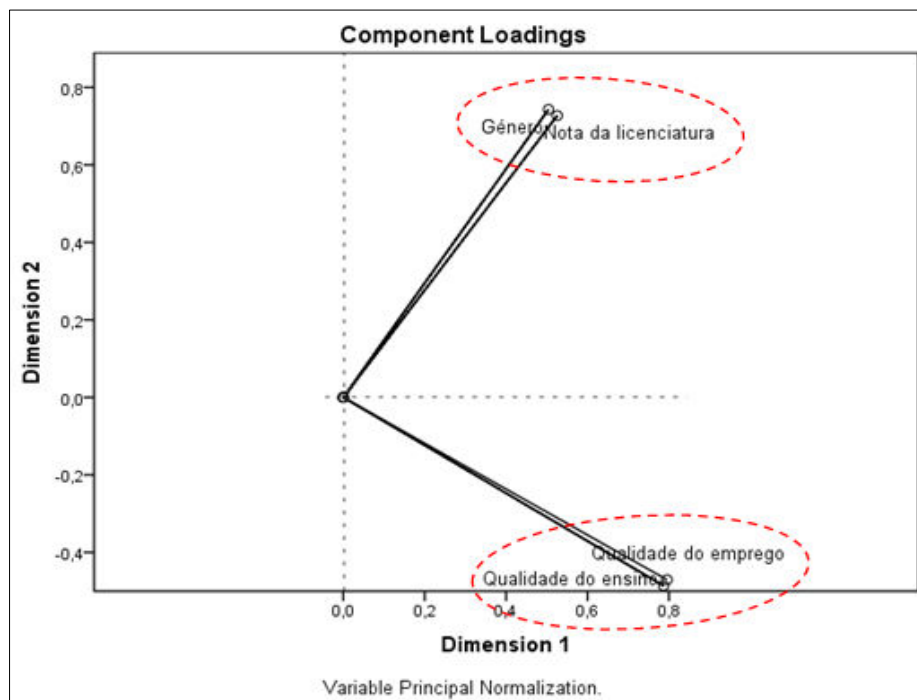
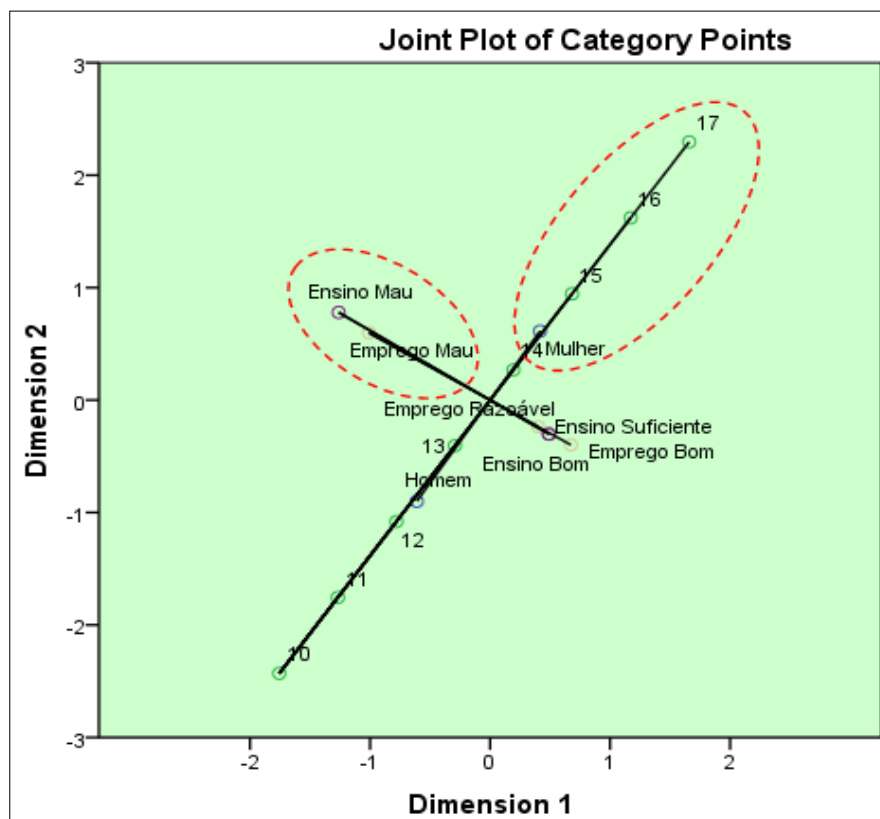


Figura 8.3.2: Grupos homogêneos



IV. Quantificação dos objectos

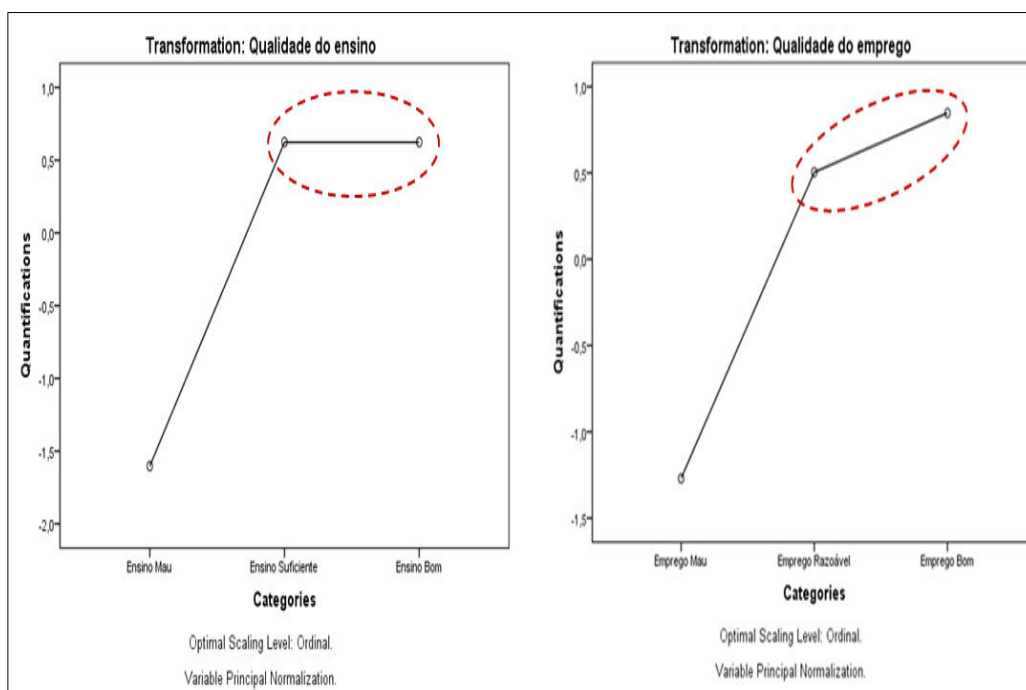
Através de um processo de transformação não linear, conhecido por “quantificação”, às categorias das variáveis são atribuídos valores numéricos.

Os quadros 8.3.7 e 8.3.8 mostram também as quantificações das categorias das variáveis originais, e que se apresentam nas figuras que se seguem:

- As variáveis “Qualidade de ensino” e “Qualidade do Emprego” são ordinais, tendo sido utilizado para as suas categorias uma escala de *Likert* com valores de 1 a 3. Ao contrário desta escala, em que as varias categorias estão equidistantes, as categorias uma vez “quantificadas” permitem identificar as discriminações existentes entre elas.

- Pela Figura 8.3.3 observa-se:
 - Para a “Qualidade de ensino”, nenhuma discriminação entre as categorias “suficiente” e “bom”, e forte discriminação em relação à “mau”;
 - Para a “Qualidade de emprego”, pequena discriminação entre as categorias “razoável” e “bom”, e forte discriminação em relação a “mau”.

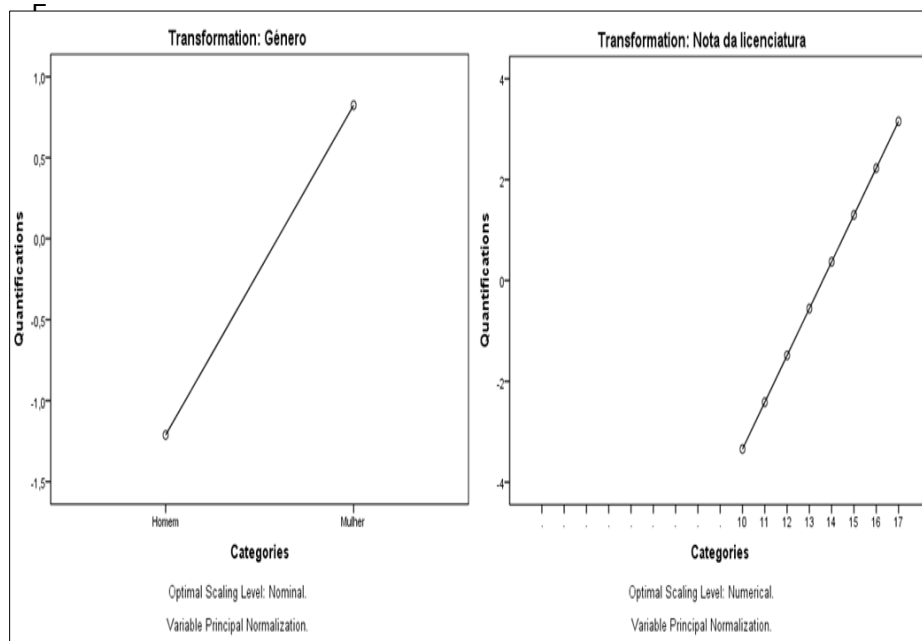
Figura 8.3.3: Quantificação das categorias das variáveis (1/2)



- A Figura 8.3.4 ilustra as quantificações das categorias das restantes variáveis.
 - Para a “Nota da licenciatura”, como a variável é numérica, as quantificações são obtidas multiplicando os dados originais por uma constante não alterando portanto a discriminação inicial;

- Já para o “Género”, que é uma variável binária, existe uma significativa amplitude entre as quantificações das duas categorias, indicando haver um significativo contraste entre as categorias “homem” e “mulher”.

Figura 8.3.4: Quantificação das categorias das variáveis (2/2)



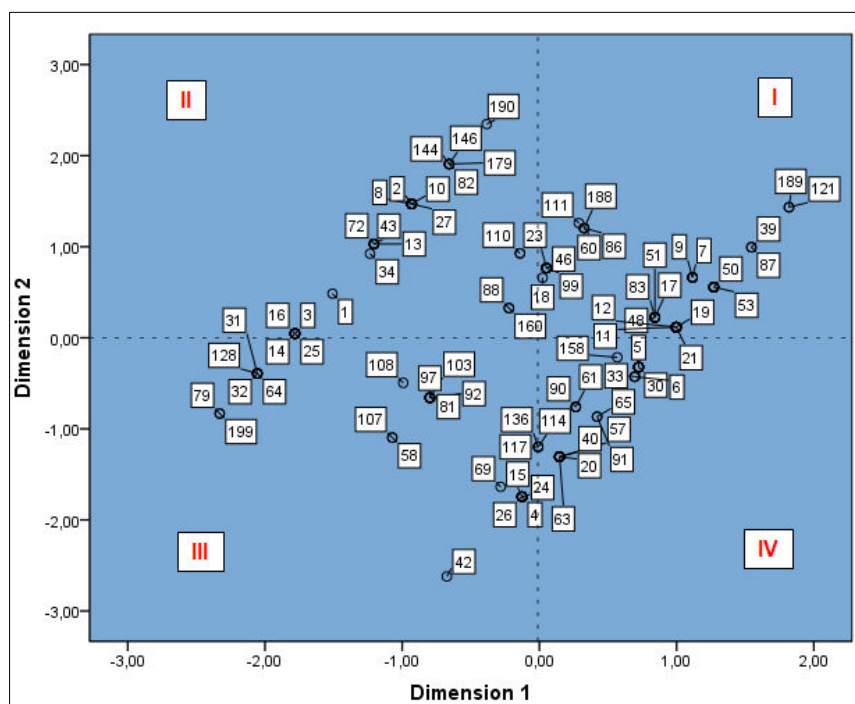
Com a redução das variáveis originais a duas novas variáveis a que se chamou dimensões, é então possível representar os objectos num espaço bidimensional.

A Figura 8.3.5 mostra a representação gráfica dos alunos. Tendencialmente, as características dos alunos dependem do quadrante em que se inserem:

- Quadrante I
 - Alunos do género feminino, com um bom ensino, boas notas de licenciatura e bons empregos;
- Quadrante II
 - Alunos do género feminino, com um mau ensino, boas notas de licenciatura e maus empregos;

- Quadrante III
 - Alunos do género masculino, com um mau ensino, más notas de licenciatura e maus empregos;
- Quadrante IV
 - Alunos do género masculino, com um bom ensino, más notas de licenciatura e bons empregos;

Figura 8.3.5: Quantificação dos objectos (1/2)

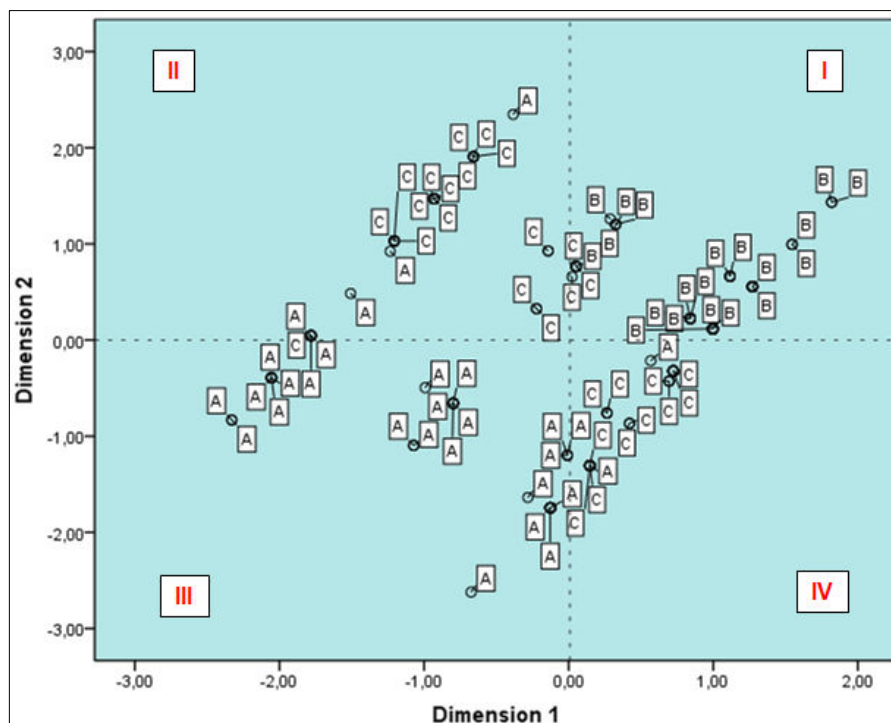


O mesmo tipo de análise pode ser feito para as instituições de onde são originários os alunos (Figura 8.3.6):

- Quadrante I
 - Constituído essencialmente por alunos da Instituição B;
- Quadrante III
 - Constituído essencialmente por alunos da Instituição A;

- Quadrantes II e IV
 - Significativa presença de alunos da Instituição C.

Figura 8.3.6: Quantificação dos objectos (2/2)



V. Conclusões

Pretendia-se saber se existia alguma interdependência entre as cinco variáveis consideradas num inquérito feito a ex-alunos de três instituições, tendo-se constatado:

- A “Qualidade das instalações” é independente das restantes variáveis;
- É possível representar por duas novas variáveis ou “dimensões”, 83% da informação contida nas variáveis “Género”, “Nota da licenciatura”, “Qualidade de ensino” e “Qualidade do emprego”;
- O “bom emprego” está associado ao “bom ensino”;

- Tendencialmente as pessoas do “gênero feminino” têm melhores “notas de licenciatura”;
- A Instituição B é caracterizada por ter um “bom ensino” e alunos do “gênero feminino”, com “boas notas” e “bons empregos”;
- A Instituição A está em nítido contraste com a Instituição B.

PARTE III *ESTUDO EMPÍRICO*

CAPÍTULO 9 HIPÓTESES DE INVESTIGAÇÃO E QUADRO METODOLÓGICO

9.1 Introdução

Conforme já mencionado, nas últimas décadas Portugal investiu fortemente na educação e em particular no ensino superior. Por todo o país foram instaladas universidades e institutos politécnicos, públicos e privados, o que implicou a aplicação de grandes recursos financeiros.

Assim, com o objectivo de investigar o nível de desempenho, em termos de eficiência, das instituições do ensino superior público – universidades e institutos politécnicos - em 1.3 formularam-se as seguintes perguntas de partida:

- Verifica-se uma tendência para uma melhoria da eficiência e da produtividade das instituições do ensino superior público?
- A assimetria no desenvolvimento regional tem impacto na eficiência?

Para responder àquelas questões, formularam-se as hipóteses de investigação que, juntamente com o seu quadro metodológico, se abordam neste capítulo..

9.2 Hipóteses de investigação

Uma hipótese é uma suposta resposta ao problema a ser investigado, podendo ser ou não rejeitada depois de devidamente testada.

Com o objectivo de se efectuar uma análise comparativa das eficiências relativas das instituições do ensino superior público, no período de 2000 a 2008, formularam-se as seguintes hipóteses:

- Hipótese de Investigação 1

“Os dois tipos de instituições do ensino superior público (IESP), universidades e institutos politécnicos, têm eficiências relativas semelhantes”;

- Hipótese de Investigação 2

“A produtividade das IESP aumentou no período 2000-2008”;

- Hipótese de Investigação 3

“Individualmente, as IESP têm as fronteiras de eficiência no último quadriénio”;

- Hipótese de Investigação 4

“As eficiências das IESP são influenciadas pelas respectivas condições sócio económicas das regiões em que se situam”.

9.3 Quadro metodológico

9.3.1 Introdução

As hipóteses de investigação formuladas foram testadas recorrendo-se à abordagem metodológica da “Fronteira de Eficiência” determinada através de modelos não paramétricos *Data Envelopment Analysis (DEA)*.

A análise reporta a oito períodos académicos (2000-2001 a 2007-8) e abrange 12 universidades e 15 institutos politécnicos, o que corresponde a cerca de 95 % da população estudantil deste sistema de ensino (Quadro 9.3.1.1).

Quadro 9.3.1.1: Instituições do ensino superior público consideradas

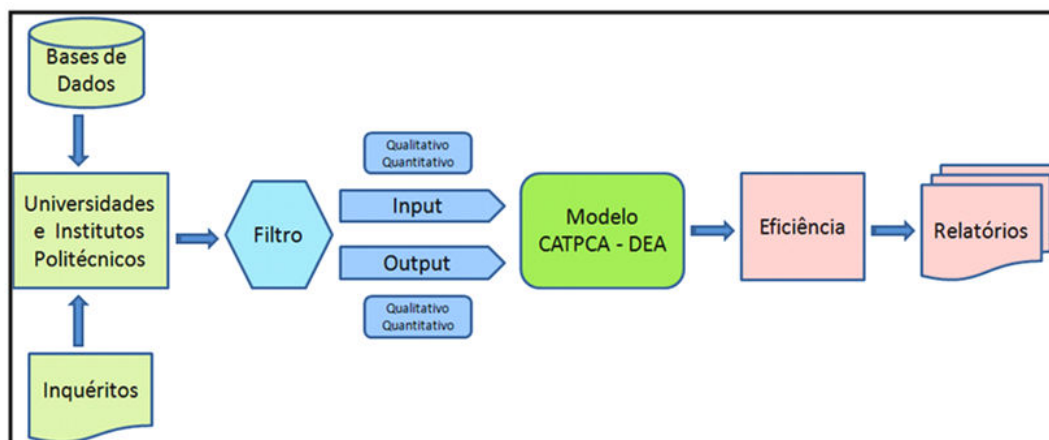
	UNIVERSIDADE / INSTITUTO POLITÉCNICO	Abreviatura
1	Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa	ISCTE
2	Universidade da Beira Interior	U_BI
3	Universidade de Aveiro	U_Av
4	Universidade de Coimbra	U_C
5	Universidade de Évora	U_E
6	Universidade de Lisboa	U_L
7	Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro	U_TAD
8	Universidade do Algarve	U_AI
9	Universidade do Minho	U_M
10	Universidade do Porto	U_P
11	Universidade Nova de Lisboa	U_NL
12	Universidade Técnica de Lisboa	U_TL
13	Instituto Politécnico da Guarda	IP_G
14	Instituto Politécnico de Beja	IP_Be
15	Instituto Politécnico de Bragança	IP_Br
16	Instituto Politécnico de Castelo Branco	IP_CB
17	Instituto Politécnico de Coimbra	IP_C
18	Instituto Politécnico de Leiria	IP_Le
19	Instituto Politécnico de Lisboa	IP_L
20	Instituto Politécnico de Portalegre	IP_Pg
21	Instituto Politécnico de Santarém	IP_Sa
22	Instituto Politécnico de Setúbal	IP_Se
23	Instituto Politécnico de Tomar	IP_T
24	Instituto Politécnico de Viana do Castelo	IP_VC
25	Instituto Politécnico de Viseu	IP_Vi
26	Instituto Politécnico do Cávado e do Ave	IP_CA
27	Instituto Politécnico do Porto	IP_P

O estudo analítico recorre essencialmente a duas ferramentas:

- Um modelo desenvolvido e programado para, aplicando a metodologia (*DEA*), permitir analisar o eventual impacto de factores não discricionários (exógenos) na eficiência. O modelo desenvolvido poderá posteriormente ser aplicado noutros estudos (sector público ou privado) desde que, na sua essência, se assemelhem ao caso agora estudado;
- A *package* SPSS, utilizada nos estudos de análise multivariada dos dados (essencialmente na análise da “Correlação e Regressão” e na “Análise Categorical de Componentes Principais” para redução dimensional da informação).

A Figura 9.3.1.1 mostra esquematicamente a associação entre estes dois tipos de ferramentas.

Figura 9.3.1.1: Modelo CAPTCA-DEA



Fonte: Elaboração própria

A informação de base para a realização do estudo foi obtida das seguintes fontes oficiais:

- INE (Instituto Nacional de Estatística);
- OCES (Observatório da Ciência e do Ensino Superior);
- DGES (Direcção Geral do Ensino Superior);
- GEPEARI (Gabinete de Planeamento, Estratégia, Avaliação e Relações Internacionais do ministério da ciência, tecnologia e ensino superior);
- Conta Geral do Estado (publicado pelo Ministério das Finanças).
- OCDE

A partir da informação disponível foi então possível determinar directa ou indirectamente os indicadores que se seguem:

- Despesas de funcionamento dos estabelecimentos de ensino (universidades e institutos politécnicos);
- Número de professores (em tempo parcial e total);
- Número de alunos (total, por grau académico, finalistas e inscritos pela primeira vez);
- Taxa de sucesso do 1º grau académico;
- Número de doutoramentos efectuados;
- Indicadores sócio económicos (ao nível de NUTS III).
 - Índice de preços no consumidor

- PIB *per capita*
- Poder de compra
- Índice de desenvolvimento
- Densidade populacional.

9.3.2 Variáveis seleccionadas

O tipo de variáveis a considerar é tão ou mais importante do que a escolha do modelo.

Para Coelli (2005), se para os *outputs* há um certo grau de liberdade na escolha, já no que concerne aos *inputs* é desejável que respeitem a condição *KLEMS*. Ou seja, que sejam consideradas cinco categorias de *inputs*: Capital (*K*), Trabalho (*L*), Energia (*E*), Material (*M*) e Serviços comprados (*S*). Acrescenta ainda o mesmo autor que estas três últimas categorias podem ser agregadas numa única categoria.

No entanto no *DEA* uma das regras empíricas sobre o número máximo de variáveis a considerar no modelo estabelece um mínimo de três *DMUs* (ou *IESP*) por cada variável de *input* ou *output*. Uma forma de, até certo ponto, manter a informação sem violar esta restrição é considerar rácios entre as variáveis originais..

Face ao exposto, no nosso caso nos testes das hipóteses foram utilizadas as seguintes variáveis:

9.3.2.1 Variáveis de *input*

- Gasto médio por aluno graduado
 - Valores anuais (€) deflacionados pelo índice de preços no consumidor (IPC) sendo 2000 o ano base.
- Número de professores por 100 alunos
 - Número em equivalente a tempo integral (ETI).
- Índice sócio-económico
 - Este *input* “não discricionário” foi considerado na hipótese 4 na análise do impacto regional.

9.3.2.2 Variáveis de *output*

- Índice de sucesso escolar
 - Baseado no conceito de *survival rate* da OCDE: “*Survival rate at the tertiary level is defined as the proportion of new entrants to the specified level of education who successfully complete a first qualification. It is calculated as the ratio of the number of students who are awarded an initial degree to the number of new entrants to the level n years before, n being the number of years of full-time study required to complete the degree*”.
 - Este índice é utilizado quer a nível internacional quer pelo OCES.

- Número de doutorados por 100 licenciados
 - Este *output* só foi considerado quando da análise separada das universidades.

9.3.3 Análise estatística dos dados

Neste ponto descrevem-se estatisticamente as instituições do ensino superior público tendo como base as variáveis de *input* e *output* consideradas nos modelos. A análise é efectuada em termos individuais e em termos agregados.

9.3.3.1 Caracterização individual das IESP

Os quadros que se seguem descrevem individualmente as instituições do ensino superior público (IESP) no período 2000-2008.

No Quadro 9.3.3.1.1 apresenta-se a estatística descritiva do *input* “Gastos por Graduado”.

Observa-se que nas universidades os gastos médios são, à excepção do *ISCTE*, superiores aos dos institutos politécnicos situando-se entre 3873 € (*ISCTE*) e 6830 € (*Universidade Técnica de Lisboa*). Em relação às respectivas médias, a variabilidade

anual situa-se entre um mínimo de 3.7% (*Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro*) e um máximo de 13.6% (*ISCTE*).

No que respeita aos institutos politécnicos, os valores médios situam-se entre 2891 € (*Instituto Politécnico do Cave e do Ave*) e 4033 € (*Instituto Politécnico de Beja*). Em relação às respectivas médias, a variabilidade anual situa-se entre um mínimo de 3.9% (*Instituto Politécnico de Lisboa*) e um máximo de 11.3% (*Instituto Politécnico de Bragança*).

Tanto no universo das universidades como no universo dos institutos politécnicos não é visível uma relação entre a dimensão da instituição e o respectivo valor médio deste *input* (quadros 9.3.3.2.9 e 9.3.3.2.10).

Quadro 9.3.3.1.1: Gastos por graduado

Estadística descritiva das instituições do ensino superior. Período 2000 - 2008

	Gastos por graduado (€)				
	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	Coefficiente Dispersão
<u>Universidades</u>					
Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa	3.350,3	5.056,7	3.775,1	3.873,1	13,6%
Universidade da Beira Interior	4.395,6	5.636,6	5.034,0	5.019,5	7,2%
Universidade de Aveiro	5.873,9	6.687,0	6.304,2	6.293,3	4,6%
Universidade de Coimbra	4.869,9	5.448,1	5.341,6	5.216,6	4,0%
Universidade de Évora	4.579,8	5.386,3	5.156,2	5.031,3	6,1%
Universidade de Lisboa	5.250,9	6.409,3	5.428,0	5.622,1	7,1%
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro	4.960,1	5.528,6	5.299,1	5.288,0	3,7%
Universidade do Algarve	5.954,2	6.780,8	6.602,5	6.509,8	4,0%
Universidade do Minho	4.643,9	6.282,2	5.050,3	5.250,4	10,9%
Universidade do Porto	5.574,5	6.547,9	5.729,5	5.868,1	5,5%
Universidade Nova de Lisboa	6.372,0	7.492,4	6.599,2	6.749,4	5,6%
Universidade Técnica de Lisboa	6.383,0	8.042,2	6.540,6	6.830,2	8,0%
<u>Institutos Politécnicos</u>					
Instituto Politécnico da Guarda	2.982,4	3.933,4	3.572,1	3.542,4	9,3%
Instituto Politécnico de Beja	3.745,8	4.398,6	3.956,0	4.033,0	6,6%
Instituto Politécnico de Bragança	2.767,1	3.896,1	3.251,9	3.302,3	11,3%
Instituto Politécnico de Castelo Branco	3.532,9	3.956,3	3.722,6	3.722,1	4,0%
Instituto Politécnico de Coimbra	2.776,5	3.296,6	2.977,8	3.017,7	5,6%
Instituto Politécnico de Leiria	2.774,4	3.456,8	3.132,2	3.138,3	7,3%
Instituto Politécnico de Lisboa	3.408,3	3.844,3	3.515,8	3.549,6	3,9%
Instituto Politécnico de Portalegre	3.119,7	3.762,9	3.223,7	3.337,3	6,4%
Instituto Politécnico de Santarém	3.261,3	4.096,6	3.493,2	3.602,0	9,1%
Instituto Politécnico de Setúbal	3.252,5	3.853,0	3.407,1	3.460,5	5,4%
Instituto Politécnico de Tomar	2.842,0	3.632,0	2.971,3	3.097,6	8,5%
Instituto Politécnico de Viana do Castelo	3.650,7	4.278,5	3.910,5	3.916,1	5,5%
Instituto Politécnico de Viseu	2.847,1	3.582,8	3.040,2	3.128,7	8,0%
Instituto Politécnico do Cávado e do Ave	2.640,5	3.114,0	2.890,5	2.891,5	5,1%
Instituto Politécnico do Porto	3.043,0	3.714,4	3.196,3	3.258,8	6,2%

Fonte: Elaboração própria.

No Quadro 9.3.3.1.2 apresenta-se a estatística descritiva do *input* *Número de Professores (ETI) por 100 alunos*.

Nas universidades, os valores médios situam-se entre 7.6 (*Universidade de Coimbra*) e 9.5 (*Universidade Nova de Lisboa*).

Em relação às respectivas médias, a variabilidade anual situa-se entre um mínimo de 2.9% (*Universidade Técnica e Lisboa*) e um máximo de 18.0% (*Universidade do Minho*).

No que respeita aos institutos politécnicos, os valores médios situam-se entre 5.4% (*Instituto Politécnico do Cave e do Ave*) e 8.1% (*Instituto Politécnico de Setúbal e Instituto Politécnico de Viana do Castelo*).

Em relação às respectivas médias, a variabilidade anual situa-se entre um mínimo de 3.8% (*Instituto Politécnico do Porto*) e um máximo de 10.8% (*Instituto Politécnico do Cave e do Ave*).

Tanto no universo das universidades como no universo dos institutos politécnicos não é visível uma relação entre a dimensão da instituição e o respectivo valor médio deste *input* (quadros 9.3.3.2.9 e 9.3.3.2.10).

Quadro 9.3.3.1.2: N° de professores (ETI) por 100 alunos

Estatística descritiva das instituições do ensino superior. Período 2000 - 2008

	N° de professores (FTE) por 100 alunos				
	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	Coefficiente Dispersão
<u>Universidades</u>					
Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa	7,4	10,1	7,7	8,1	10,6%
Universidade da Beira Interior	8,1	9,5	8,4	8,5	4,8%
Universidade de Aveiro	8,2	12,4	9,1	9,3	13,9%
Universidade de Coimbra	7,1	8,2	7,4	7,6	5,7%
Universidade de Évora	7,4	10,7	8,0	8,5	13,4%
Universidade de Lisboa	8,6	10,2	9,0	9,2	5,4%
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro	6,8	9,2	8,2	8,0	10,6%
Universidade do Algarve	7,5	10,5	9,2	9,1	11,4%
Universidade do Minho	7,3	12,0	7,8	8,4	18,0%
Universidade do Porto	8,3	9,1	8,7	8,7	3,2%
Universidade Nova de Lisboa	8,9	11,5	9,2	9,5	8,3%
Universidade Técnica de Lisboa	8,9	9,8	9,1	9,2	2,9%
<u>Institutos Politécnicos</u>					
Instituto Politécnico da Guarda	6,3	8,3	7,3	7,3	8,1%
Instituto Politécnico de Beja	6,3	7,7	7,1	7,1	5,7%
Instituto Politécnico de Bragança	6,8	8,8	8,1	7,9	9,5%
Instituto Politécnico de Castelo Branco	6,4	7,9	7,5	7,4	6,0%
Instituto Politécnico de Coimbra	5,9	7,3	6,4	6,5	8,6%
Instituto Politécnico de Leiria	5,3	7,1	5,8	6,0	9,4%
Instituto Politécnico de Lisboa	7,4	8,5	7,9	8,0	5,3%
Instituto Politécnico de Portalegre	5,7	7,0	6,4	6,5	6,0%
Instituto Politécnico de Santarém	6,6	7,6	7,2	7,2	4,4%
Instituto Politécnico de Setúbal	7,6	8,7	8,1	8,1	4,3%
Instituto Politécnico de Tomar	6,7	8,4	7,7	7,7	6,6%
Instituto Politécnico de Viana do Castelo	7,0	8,9	8,3	8,1	7,2%
Instituto Politécnico de Viseu	6,2	7,4	6,8	6,8	5,8%
Instituto Politécnico do Cávado e do Ave	4,8	6,3	5,1	5,4	10,8%
Instituto Politécnico do Porto	6,5	7,1	6,9	6,8	3,8%

Fonte: Elaboração própria.

No Quadro 9.3.3.1.3 apresenta-se a estatística descritiva do *output Índice de Sucesso Escolar*.

Observa-se que nas universidades o seu valor médio situa-se entre 58.8% (*Universidade da Beira Interior*) e 78.7% (*Universidade do Porto*).

Em relação às respectivas médias, a variabilidade anual situa-se entre um mínimo de 5.6% (*Universidade de Lisboa*) e um máximo de 31.0% (*Universidade de Évora*).

No que respeita aos institutos politécnicos, os valores médios do índice situam-se entre 52.6% (*Instituto Politécnico do Cave e do Ave*) e 67.4% (*Instituto Politécnico de Viana do Castelo*).

Em relação às respectivas médias, a variabilidade anual situa-se entre um mínimo de 9.4% (*Instituto Politécnico do Cave e do Ave*) e um máximo de 26.1% (*Instituto Politécnico de Leiria*).

Tanto no universo das universidades como no universo dos institutos politécnicos não é visível uma relação entre a dimensão da instituição e o respectivo valor médio deste *output* (quadros 9.3.3.2.9 e 9.3.3.2.10).

Quadro 9.3.3.1.3: Índice de sucesso escolar (em %)

Estatística descritiva das instituições do ensino superior. Período 2000 - 2008

	Índice de sucesso (em %)				
	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	Coefficiente Dispersão
<u>Universidades</u>					
Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa	57,0	89,0	62,5	67,0	16,0%
Universidade da Beira Interior	45,3	86,7	54,0	58,8	21,1%
Universidade de Aveiro	42,2	88,8	65,1	65,7	21,7%
Universidade de Coimbra	54,5	71,1	62,7	62,9	7,0%
Universidade de Évora	41,5	96,6	54,2	60,4	31,0%
Universidade de Lisboa	58,6	70,8	62,7	63,1	5,6%
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro	59,4	76,6	67,4	67,3	9,2%
Universidade do Algarve	49,3	91,1	66,0	66,5	19,6%
Universidade do Minho	64,4	98,3	75,3	78,1	15,3%
Universidade do Porto	72,1	97,6	75,6	78,7	10,3%
Universidade Nova de Lisboa	49,9	83,7	61,9	64,0	18,7%
Universidade Técnica de Lisboa	53,3	97,6	71,4	73,3	18,5%
<u>Institutos Politécnicos</u>					
Instituto Politécnico da Guarda	49,6	80,8	65,2	64,3	14,8%
Instituto Politécnico de Beja	47,3	74,9	58,6	60,1	13,3%
Instituto Politécnico de Bragança	37,3	75,1	61,7	58,4	23,3%
Instituto Politécnico de Castelo Branco	45,2	69,3	59,3	58,5	15,2%
Instituto Politécnico de Coimbra	45,9	98,1	58,0	61,0	25,0%
Instituto Politécnico de Leiria	44,8	85,2	49,6	58,3	26,1%
Instituto Politécnico de Lisboa	46,0	62,0	55,6	55,3	9,5%
Instituto Politécnico de Portalegre	45,2	75,2	57,9	60,8	17,5%
Instituto Politécnico de Santarém	50,0	93,2	62,3	65,4	19,9%
Instituto Politécnico de Setúbal	44,4	74,1	52,0	53,6	16,4%
Instituto Politécnico de Tomar	42,7	76,1	54,4	56,5	21,5%
Instituto Politécnico de Viana do Castelo	60,0	84,2	64,7	67,4	11,5%
Instituto Politécnico de Viseu	46,9	75,7	56,5	58,4	14,7%
Instituto Politécnico do Cávado e do Ave	41,8	58,1	54,7	52,6	9,4%
Instituto Politécnico do Porto	49,4	69,0	60,0	58,5	10,2%

Fonte: Elaboração própria.

No Quadro 9.3.3.1.4 apresenta-se a estatística descritiva do *output* *Número de Doutorados por 100 Licenciados*.

Como é óbvio, este *output* só é considerado para as universidades. O seu valor médio situa-se entre 2.5 (*Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro*) e 4.8 (*Universidade Nova de Lisboa*).

Em relação às respectivas médias, a variabilidade anual situa-se entre um mínimo de 10.5% (*Universidade do Minho*) e um máximo de 57.8% (*Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro*).

Não é visível uma relação entre a dimensão da universidade e o respectivo valor médio deste *output* (Quadro 9.3.3.2.9).

Quadro 9.3.3.1.4: Número de doutorados por 100 licenciados

Estatística descritiva das instituições do ensino superior. Período 2000 - 2008

	Nº de doutorados por 100 licenciados				
	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	Coefficiente Dispersão
<u>Universidades</u>					
Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa	1,2	4,0	2,7	2,7	33,6%
Universidade da Beira Interior	1,9	4,3	3,1	3,0	23,6%
Universidade de Aveiro	3,5	5,6	4,0	4,3	16,6%
Universidade de Coimbra	1,9	4,1	2,8	2,9	23,6%
Universidade de Évora	1,8	4,4	3,2	3,1	24,7%
Universidade de Lisboa	2,3	4,4	3,8	3,6	18,0%
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro	0,4	4,6	2,4	2,5	57,8%
Universidade do Algarve	2,4	4,6	3,6	3,6	18,4%
Universidade do Minho	2,8	3,8	3,0	3,1	10,5%
Universidade do Porto	3,3	5,5	3,9	4,0	15,6%
Universidade Nova de Lisboa	3,0	5,8	5,2	4,8	21,7%
Universidade Técnica de Lisboa	3,2	5,6	4,6	4,4	15,7%

Fonte: Elaboração própria.

9.3.3.2 Estatística descritiva dos *inputs* e *outputs*

Neste ponto, a análise é efectuada ao nível agregado – universidades e institutos politécnicos – para cada ano escolar.

Ano 2000-2001

Baseado no Quadro 9.3.3.2.1 tiram-se as seguintes conclusões:

Gastos por Graduado – O valor médio das IESP é de 4826 €.

Nas universidades a média é de 6151 €, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 5427 € e 25% com valor acima de 6560 €.

Nos institutos politécnicos a média é de 3767 €, havendo 25% dos institutos com valor abaixo de 3607 € e 25% com valor acima de 3926 €.

Em termos relativos há maior variabilidade nas universidades (14.8%) do que nos institutos politécnicos (8.7%).

Número de Professores (ETI) por 100 alunos - O valor médio das IESP é de 7.1.

Nas universidades a média é de 8.0, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 7.4 e 25% com valor acima de 8.5.

Nos institutos politécnicos a média é de 6.5, havendo 25% dos institutos com valor abaixo de 6.1 e 25% com valor acima de 6.9.

Em termos relativos há menor variabilidade nas universidades (9.4%) do que nos institutos politécnicos (11.0%).

Índice de Sucesso Escolar (em %) - O valor médio das IESP é de 54.6.

Nas universidades a média é de 57.0, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 52.0 e 25% com valor acima de 63.2.

Nos institutos politécnicos a média é de 52.7, havendo 25% dos institutos com valor abaixo de 46.0 e 25% com valor acima de 57.7.

Em termos relativos há menor variabilidade nas universidades (15.4%) face aos institutos politécnicos (16.8%).

Número de Doutorados por 100 Licenciados - Nas universidades a média é de 3.0, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 2.3 e 25% com valor acima de 3.6. A variabilidade relativa é bastante significativa (41.8%).

Quadro 9.3.3.2.1: Estatística descritiva das variáveis

Estatística descritiva dos inputs e outputs. Período 2000 - 2001

	Gastos Gastos (€) por graduado	FTE Nº Professores (FTE) por 100 alunos	IS Índice de Sucesso em %	PhDs Nº Doutorados por 100 licenciados
<u>Universidades (12)</u>				
Mínimo	5.057	6,8	42,2	0,4
Máximo	8.042	9,3	73,1	5,6
1º Quartil	5.427	7,4	52,0	2,3
2º Quartil	6.023	8,0	57,4	3,0
3º Quartil	6.560	8,5	63,2	3,6
Média	6.151	8,0	57,0	3,0
Coeficiente de Dispersão	14,8%	9,4%	15,4%	41,8%
<u>Institutos Politécnicos (15)</u>				
Mínimo	3.114	5,1	43,4	
Máximo	4.301	7,6	75,1	
1º Quartil	3.607	6,1	46,0	
2º Quartil	3.830	6,4	49,6	
3º Quartil	3.926	6,9	57,7	
Média	3.767	6,5	52,7	
Coeficiente de Dispersão	8,7%	11,0%	16,8%	
<u>Todos (27)</u>				
Mínimo	3.114	5,1	42,2	
Máximo	8.042	9,3	75,1	
1º Quartil	3.796	6,4	46,6	
2º Quartil	4.278	7,2	53,0	
3º Quartil	5.542	7,7	61,2	
Média	4.826	7,1	54,6	
Coeficiente de Dispersão	28,0%	14,6%	16,6%	

Fonte: Elaboração própria.

Ano 20001-2002

Baseado no Quadro 9.3.3.2.2 tiram-se as seguintes conclusões:

Gastos por Graduado – O valor médio das IESP é de 4631 €.

Nas universidades a média é de 5870 €, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 5309 € e 25% com valor acima de 6410 €.

Nos institutos politécnicos a média é de 3639 €, havendo 25% dos institutos com valor abaixo de 3404 € e 25% com valor acima de 3902 €.

Em termos relativos há maior variabilidade nas universidades (15.0%) do que nos institutos politécnicos (10.2%).

Número de Professores (ETI) por 100 alunos - O valor médio das IESP é de 7.4.

Nas universidades a média é de 8.0, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 7.6 e 25% com valor acima de 8.6.

Nos institutos politécnicos a média é de 6.9, havendo 25% dos institutos com valor abaixo de 6.4 e 25% com valor acima de 7.6.

Em termos relativos há menor variabilidade nas universidades (8.3%) do que nos institutos politécnicos (13.1%).

Índice de Sucesso Escolar (em %) - O valor médio das IESP é de 55.1.

Nas universidades a média é de 57.8, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 51.7 e 25% com valor acima de 63.0.

Nos institutos politécnicos a média é de 52.8, havendo 25% dos institutos com valor abaixo de 46.7 e 25% com valor acima de 57.6.

Em termos relativos há maior variabilidade nas universidades (13.7%) do que nos institutos politécnicos (12.4%).

Número de Doutorados por 100 Licenciados - Nas universidades a média é de 3.1, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 2.7 e 25% com valor acima de 3.6. A variabilidade relativa é bastante significativa (36.3%).

Quadro 9.3.3.2.2: Estatística descritiva das variáveis

Estatística descritiva dos inputs e outputs. Período 2001 - 2002

	Gastos Gastos (€) por graduado	FTE Nº Professores (FTE) por 100 alunos	IS Índice de Sucesso em %	PhDs Nº Doutorados por 100 licenciados
<u>Universidades (12)</u>				
Mínimo	4.264	7,0	41,5	0,5
Máximo	7.337	9,1	72,1	4,8
1º Quartil	5.309	7,6	51,7	2,7
2º Quartil	5.776	8,1	59,8	3,2
3º Quartil	6.410	8,6	63,0	3,6
Média	5.870	8,0	57,8	3,1
Coefficiente de Dispersão	15,0%	8,3%	13,7%	36,3%
<u>Institutos Politécnicos (15)</u>				
Mínimo	2.895	4,8	41,8	
Máximo	4.335	8,4	64,8	
1º Quartil	3.404	6,4	46,7	
2º Quartil	3.620	6,7	52,7	
3º Quartil	3.902	7,6	57,6	
Média	3.639	6,9	52,8	
Coefficiente de Dispersão	10,2%	13,1%	12,4%	
<u>Todos (27)</u>				
Mínimo	2.895	4,8	41,5	
Máximo	7.337	9,1	72,1	
1º Quartil	3.599	6,7	50,3	
2º Quartil	4.200	7,6	54,5	
3º Quartil	5.451	8,1	61,3	
Média	4.631	7,4	55,1	
Coefficiente de Dispersão	27,7%	13,4%	13,8%	

Fonte: Elaboração própria.

Ano 20002-2003

Baseado no Quadro 9.3.3.2.3 tiram-se as seguintes conclusões:

Gastos por Graduado – O valor médio das IESP é de 4499 €.

Nas universidades a média é de 5687 €, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 5042 € e 25% com valor acima de 6413 €.

Nos institutos politécnicos a média é de 3549 €, havendo 25% dos institutos com valor abaixo de 3282 € e 25% com valor acima de 3820 €.

Em termos relativos há maior variabilidade nas universidades (16.0%) do que nos institutos politécnicos (10.5%).

Número de Professores (ETI) por 100 alunos - O valor médio das IESP é de 7.4.

Nas universidades a média é de 8.2, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 7.6 e 25% com valor acima de 8.8.

Nos institutos politécnicos a média é de 6.9, havendo 25% dos institutos com valor abaixo de 6.4 e 25% com valor acima de 7.5.

Em termos relativos há menor variabilidade nas universidades (8.0%) do que nos institutos politécnicos (13.5%).

Índice de Sucesso Escolar (em %) - O valor médio das IESP é de 55.8.

Nas universidades a média é de 62.2, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 54.2 e 25% com valor acima de 71.0.

Nos institutos politécnicos a média é de 50.7, havendo 25% dos institutos com valor abaixo de 46.6 e 25% com valor acima de 52.7.

Em termos relativos há maior variabilidade nas universidades (16.7%) do que nos institutos politécnicos (13.9%).

Número de Doutorados por 100 Licenciados - Nas universidades a média é de 3.5, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 3.0 e 25% com valor acima de 3.7. A variabilidade relativa é significativa (23.4%).

Quadro 9.3.3.2.3: Estatística descritiva das variáveis

Estatística descritiva dos inputs e outputs. Período 2002 - 2003

	Gastos Gastos (€) por graduado	FTE Nº Professores (FTE) por 100 alunos	IS Índice de Sucesso em %	PhDs Nº Doutorados por 100 licenciados
<u>Universidades (12)</u>				
Mínimo	3.732	7,1	43,2	2,4
Máximo	6.885	9,0	73,0	5,4
1º Quartil	5.042	7,6	54,2	3,0
2º Quartil	5.685	8,3	65,5	3,4
3º Quartil	6.413	8,8	71,0	3,7
Média	5.687	8,2	62,2	3,5
Coefficiente de Dispersão	16,0%	8,0%	16,7%	23,4%
<u>Institutos Politécnicos (15)</u>				
Mínimo	2.910	4,9	37,3	
Máximo	4.399	8,3	67,4	
1º Quartil	3.282	6,4	46,6	
2º Quartil	3.529	7,2	50,2	
3º Quartil	3.820	7,5	52,7	
Média	3.549	6,9	50,7	
Coefficiente de Dispersão	10,5%	13,5%	13,9%	
<u>Todos (27)</u>				
Mínimo	2.910	4,9	37,3	
Máximo	6.885	9,0	73,0	
1º Quartil	3.468	7,0	47,9	
2º Quartil	3.933	7,4	52,0	
3º Quartil	5.436	8,2	65,5	
Média	4.499	7,4	55,8	
Coefficiente de Dispersão	27,9%	13,9%	18,6%	

Fonte: Elaboração própria.

Ano 2003-2004

Baseado no Quadro 9.3.3.2.4 tiram-se as seguintes conclusões:

Gastos por Graduado – O valor médio das IESP é de 4215 €.

Nas universidades a média é de 5328 €, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 4724 € e 25% com valor acima de 6008 €.

Nos institutos politécnicos a média é de 3325 €, havendo 25% dos institutos com valor abaixo de 3075 € e 25% com valor acima de 3579 €.

Em termos relativos há maior variabilidade nas universidades (16.0%) do que nos institutos politécnicos (10.5%).

Número de Professores (ETI) por 100 alunos - O valor médio das IESP é de 7.4.

Nas universidades a média é de 8.2, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 7.7 e 25% com valor acima de 8.9.

Nos institutos politécnicos a média é de 7.1, havendo 25% dos institutos com valor abaixo de 6.5 e 25% com valor acima de 7.6.

Em termos relativos há menor variabilidade nas universidades (7.7%) do que nos institutos politécnicos (12.3%).

Índice de Sucesso Escolar (em %) - O valor médio das IESP é de 62.0.

Nas universidades a média é de 65.7, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 58.5 e 25% com valor acima de 76.7.

Nos institutos politécnicos a média é de 59.1, havendo 25% dos institutos com valor abaixo de 53.2 e 25% com valor acima de 65.2

Em termos relativos há menor variabilidade nas universidades (16.4%) do que nos institutos politécnicos (18.0%).

Número de Doutorados por 100 Licenciados - Nas universidades a média é de 3.7, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 3.2 e 25% com valor acima de 4.0. A variabilidade relativa é significativa (22.5%).

Quadro 9.3.3.2.4: Estatística descritiva das variáveis
Estatística descritiva dos inputs e outputs. Período 2003 - 2004

	Gastos Gastos (€) por graduado	FTE Nº Professores (FTE) por 100 alunos	IS Índice de Sucesso em %	PhDs Nº Doutorados por 100 licenciados
<u>Universidades (12)</u>				
Mínimo	3.496	7,3	48,7	2,4
Máximo	6.450	9,1	81,3	5,8
1º Quartil	4.724	7,7	58,5	3,2
2º Quartil	5.326	8,3	64,5	3,8
3º Quartil	6.008	8,9	76,7	4,0
Média	5.328	8,2	65,7	3,7
Coefficiente de Dispersão	16,0%	7,7%	16,4%	22,5%
<u>Institutos Politécnicos (15)</u>				
Mínimo	2.726	5,0	41,7	
Máximo	4.121	8,5	84,2	
1º Quartil	3.075	6,5	53,2	
2º Quartil	3.307	7,2	57,2	
3º Quartil	3.579	7,6	65,2	
Média	3.325	7,1	59,1	
Coefficiente de Dispersão	10,5%	12,3%	18,0%	
<u>Todos (27)</u>				
Mínimo	2.726	5,0	41,7	
Máximo	6.450	9,1	84,2	
1º Quartil	3.249	7,1	55,5	
2º Quartil	3.685	7,6	59,3	
3º Quartil	5.092	8,3	69,9	
Média	4.215	7,6	62,0	
Coefficiente de Dispersão	27,9%	12,9%	18,0%	

Fonte: Elaboração própria.

Ano 2004-2005

Baseado no Quadro 9.3.3.2.5 tiram-se as seguintes conclusões:

Gastos por Graduado – O valor médio das IESP é de 4125 €.

Nas universidades a média é de 5253 €, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 4831 € e 25% com valor acima de 5894 €.

Nos institutos politécnicos a média é de 3222 €, havendo 25% dos institutos com valor abaixo de 2914 € e 25% com valor acima de 3436 €.

Em termos relativos há maior variabilidade nas universidades (15.7%) do que nos institutos politécnicos (9.4%).

Número de Professores (ETI) por 100 alunos - O valor médio das IESP é de 7.9.

Nas universidades a média é de 8.6, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 8.2 e 25% com valor acima de 9.2.

Nos institutos politécnicos a média é de 7.3, havendo 25% dos institutos com valor abaixo de 6.8 e 25% com valor acima de 8.0.

Em termos relativos a variabilidade é semelhante nas universidades (8.1%) e nos institutos politécnicos (7.9%).

Índice de Sucesso Escolar (em %) - O valor médio das IESP é de 62.5.

Nas universidades a média é de 66.8, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 62.6 e 25% com valor acima de 70.8.

Nos institutos politécnicos a média é de 59.1, havendo 25% dos institutos com valor abaixo de 53.3 e 25% com valor acima de 66.0.

Em termos relativos há menor variabilidade nas universidades (9.6%) do que nos institutos politécnicos (12.0%).

Número de Doutorados por 100 Licenciados - Nas universidades a média é de 4.0, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 3.5 e 25% com valor acima de 4.5. A variabilidade relativa é de 18.7%.

Quadro 9.3.3.2.5: Estatística descritiva das variáveis

Estatística descritiva dos inputs e outputs. Período 2004 - 2005

	Gastos Gastos (€) por graduado	FTE Nº Professores (FTE) por 100 alunos	IS Índice de Sucesso em %	PhDs Nº Doutorados por 100 licenciados
<u>Universidades (12)</u>				
Mínimo	3.350	7,5	55,0	2,6
Máximo	6.383	9,7	75,7	5,4
1º Quartil	4.831	8,2	62,6	3,5
2º Quartil	5.202	8,5	67,7	3,9
3º Quartil	5.894	9,2	70,8	4,5
Média	5.253	8,6	66,8	4,0
Coefficiente de Dispersão	15,7%	8,1%	9,6%	18,7%
<u>Institutos Politécnicos (15)</u>				
Mínimo	2.825	5,8	48,2	
Máximo	3.785	8,7	72,0	
1º Quartil	2.914	6,8	53,3	
2º Quartil	3.171	7,5	58,1	
3º Quartil	3.436	8,0	66,0	
Média	3.222	7,3	59,1	
Coefficiente de Dispersão	9,4%	11,2%	12,0%	
<u>Todos (27)</u>				
Mínimo	2.825	5,8	48,2	
Máximo	6.383	9,7	75,7	
1º Quartil	3.145	7,4	56,1	
2º Quartil	3.608	8,0	63,6	
3º Quartil	5.039	8,5	68,5	
Média	4.125	7,9	62,5	
Coefficiente de Dispersão	28,4%	12,7%	12,5%	

Fonte: Elaboração própria.

Ano 2005-2006

Baseado no Quadro 9.3.3.2.6 tiram-se as seguintes conclusões:

Gastos por Graduado – O valor médio das IESP é de 4224 €.

Nas universidades a média é de 5409 €, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 5058 € e 25% com valor acima de 5189 €.

Nos institutos politécnicos a média é de 3277 €, havendo 25% dos institutos com valor abaixo de 3036 € e 25% com valor acima de 3438 €.

Em termos relativos há maior variabilidade nas universidades (16.0%) do que nos institutos politécnicos (9.3%).

Número de Professores (ETI) por 100 alunos - O valor médio das IESP é de 8.2.

Nas universidades a média é de 8.9, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 8.5 e 25% com valor acima de 9.4

Nos institutos politécnicos a média é de 7.6, havendo 25% dos institutos com valor abaixo de 7.1 e 25% com valor acima de 8.4.

Em termos relativos há menor variabilidade nas universidades (7.4%) do que nos institutos politécnicos (11.2%).

Índice de Sucesso Escolar (em %) - O valor médio das IESP é de 62.6.

Nas universidades a média é de 67.1, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 63.0 e 25% com valor acima de 72.0.

Nos institutos politécnicos a média é de 59.1, havendo 25% dos institutos com valor abaixo de 55.5 e 25% com valor acima de 63.0.

Em termos relativos a variabilidade nas universidades (8.8%) é semelhante à dos institutos politécnicos (8.6%).

Número de Doutorados por 100 Licenciados - Nas universidades a média é de 3.9, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 3.1 e 25% com valor acima de 4.7. A variabilidade relativa é significativa (39.6%).

Quadro 9.3.3.2.6: Estatística descritiva das variáveis

Estatística descritiva dos inputs e outputs. Período 2005 - 2006

	Gastos Gastos (€) por graduado	FTE Nº Professores (FTE) por 100 alunos	IS Índice de Sucesso em %	PhDs Nº Doutorados por 100 licenciados
<u>Universidades (12)</u>				
Mínimo	3.411	7,7	57,0	1,2
Máximo	6.570	10,0	76,0	5,5
1º Quartil	5.058	8,5	63,0	3,1
2º Quartil	5.221	8,8	67,5	4,4
3º Quartil	6.189	9,4	72,0	4,7
Média	5.409	8,9	67,1	3,9
Coefficiente de Dispersão	16,0%	7,4%	8,8%	30,6%
<u>Institutos Politécnicos (15)</u>				
Mínimo	2.774	6,0	50,0	
Máximo	3.807	8,8	66,0	
1º Quartil	3.036	7,1	55,5	
2º Quartil	3.192	7,6	60,0	
3º Quartil	3.438	8,4	63,0	
Média	3.277	7,6	59,1	
Coefficiente de Dispersão	9,3%	11,2%	8,6%	
<u>Todos (27)</u>				
Mínimo	2.774	6,0	50,0	
Máximo	6.570	10,0	76,0	
1º Quartil	3.182	7,5	59,0	
2º Quartil	3.719	8,4	62,0	
3º Quartil	5.137	8,8	66,0	
Média	4.224	8,2	62,6	
Coefficiente de Dispersão	29,0%	12,0%	10,8%	

Fonte: Elaboração própria.

Ano 2006-2007

Baseado no Quadro 9.3.3.2.7 tiram-se as seguintes conclusões:

Gastos por Graduado – O valor médio das IESP é de 4339 €.

Nas universidades a média é de 5731 €, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 5321 € e 25% com valor acima de 6552 €.

Nos institutos politécnicos a média é de 3226 €, havendo 25% dos institutos com valor abaixo de 2913 € e 25% com valor acima de 33451 €.

Em termos relativos há maior variabilidade nas universidades (14.7%) do que nos institutos politécnicos (11.1%).

Número de Professores (ETI) por 100 alunos - O valor médio das IESP é de 8.4.

Nas universidades a média é de 9.6, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 9.0 e 25% com valor acima de 9.8.

Nos institutos politécnicos a média é de 7.4, havendo 25% dos institutos com valor abaixo de 6.8 e 25% com valor acima de 8.0.

Em termos relativos há menor variabilidade nas universidades (9.9%) do que nos institutos politécnicos (10.8%).

Índice de Sucesso Escolar (em %) - O valor médio das IESP é de 69.2.

Nas universidades a média é de 74.1, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 60.7 e 25% com valor acima de 81.4.

Nos institutos politécnicos a média é de 65.2, havendo 25% dos institutos com valor abaixo de 59.4 e 25% com valor acima de 69.0.

Em termos relativos há maior variabilidade nas universidades (17.3%) do que nos institutos politécnicos (11.4%).

Número de Doutorados por 100 Licenciados - Nas universidades a média é de 3.6, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 2.9 e 25% com valor acima de 4.2. A variabilidade relativa é significativa (29.9%).

Quadro 9.3.3.2.7: Estatística descritiva das variáveis

Estatística descritiva dos inputs e outputs. Período 2006 - 2007

	Gastos Gastos (€) por graduado	FTE Nº Professores (FTE) por 100 alunos	IS Índice de Sucesso em %	PhDs Nº Doutorados por 100 licenciados
<u>Universidades (12)</u>				
Mínimo	3.856	8,2	54,5	1,8
Máximo	6.756	12,0	96,3	5,6
1º Quartil	5.321	9,0	60,7	2,9
2º Quartil	5.551	9,5	78,7	3,6
3º Quartil	6.552	9,8	81,4	4,2
Média	5.731	9,6	74,1	3,6
Coefficiente de Dispersão	14,7%	9,9%	17,3%	29,9%
<u>Institutos Politécnicos (15)</u>				
Mínimo	2.640	5,9	54,1	
Máximo	3.918	8,9	80,2	
1º Quartil	2.913	6,8	59,4	
2º Quartil	3.206	7,1	66,9	
3º Quartil	3.451	8,0	69,0	
Média	3.226	7,4	65,2	
Coefficiente de Dispersão	11,1%	10,8%	11,4%	
<u>Todos (27)</u>				
Mínimo	2.640	5,9	54,1	
Máximo	6.756	12,0	96,3	
1º Quartil	3.197	7,1	60,1	
2º Quartil	3.746	8,4	67,2	
3º Quartil	5.373	9,3	78,7	
Média	4.339	8,4	69,2	
Coefficiente de Dispersão	32,1%	16,6%	16,0%	

Fonte: Elaboração própria.

Ano 2007-2008

Baseado no Quadro 9.3.3.2.8 tiram-se as seguintes conclusões:

Gastos por Graduado – O valor médio das IESP é de 4266 €.

Nas universidades a média é de 5607 €, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 5247 € e 25% com valor acima de 6478 €.

Nos institutos politécnicos a média é de 3194 €, havendo 25% dos institutos com valor abaixo de 2867 € e 25% com valor acima de 3398 €.

Em termos relativos há maior variabilidade nas universidades (15.3%) do que nos institutos politécnicos (10.9%).

Número de Professores (ETI) por 100 alunos - O valor médio das IESP é de 8.4.

Nas universidades a média é de 9.9, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 9.1 e 25% com valor acima de 10.3

Nos institutos politécnicos a média é de 7.2, havendo 25% dos institutos com valor abaixo de 6.9 e 25% com valor acima de 7.7

Em termos relativos há menor variabilidade nas universidades (11.2%) do que nos institutos politécnicos (12.5%).

Índice de Sucesso Escolar (em %) - O valor médio das IESP é de 80.4.

Nas universidades a média é de 86.6, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 81.7 e 25% com valor acima de 96.8.

Nos institutos politécnicos a média é de 75.5, havendo 25% dos institutos com valor abaixo de 70.4 e 25% com valor acima de 78.5.

Em termos relativos há menor variabilidade nas universidades (12.8%) do que nos institutos politécnicos (14.1%).

Número de Doutorados por 100 Licenciados - Nas universidades a média é de 3.3, havendo 25% das universidades com valor abaixo de 2.5 e 25% com valor acima de 3.7. A variabilidade relativa é significativa (30.6%).

Quadro 9.3.3.2.8: Estatística descritiva das variáveis

Estatística descritiva dos inputs e outputs. Período 2007 - 2008

	Gastos Gastos (€) por graduado	FTE Nº Professores (FTE) por 100 alunos	IS Índice de Sucesso em %	PhDs Nº Doutorados por 100 licenciados
<u>Universidades (12)</u>				
Mínimo	3.819	8,1	62,4	1,9
Máximo	6.612	12,4	98,3	5,8
1º Quartil	5.247	9,1	81,7	2,5
2º Quartil	5.476	9,9	88,9	3,3
3º Quartil	6.478	10,3	96,8	3,7
Média	5.607	9,9	86,6	3,3
Coefficiente de Dispersão	15,3%	11,2%	12,8%	30,6%
<u>Institutos Politécnicos (15)</u>				
Mínimo	2.767	4,8	55,7	
Máximo	3.903	8,5	98,1	
1º Quartil	2.867	6,9	70,4	
2º Quartil	3.187	7,1	75,1	
3º Quartil	3.398	7,7	78,5	
Média	3.194	7,2	75,5	
Coefficiente de Dispersão	10,9%	12,5%	14,1%	
<u>Todos (27)</u>				
Mínimo	2.767	4,8	55,7	
Máximo	6.612	12,4	98,3	
1º Quartil	3.160	7,1	72,8	
2º Quartil	3.791	8,2	76,1	
3º Quartil	5.344	9,6	90,0	
Média	4.266	8,4	80,4	
Coefficiente de Dispersão	31,7%	20,0%	15,1%	

Fonte: Elaboração própria.

Finalmente, para verificar se estas quatro variáveis estão relacionadas, calcularam-se as correlações ordinais de *Spearman* conforme Quadro 9.3.2.9 e Quadro 9.3.2.10 tendo-se concluído:

Universidades

- Os *Gastos por Graduado* estão correlacionados positivamente com o *Número de Professores (ETI) por 100 alunos* e *Número de Doutorados por 100 Licenciados*;
- O *Número de Professores (ETI) por 100 alunos* está correlacionado positivamente com o *Número de Doutorados por 100 Licenciados*;
- Não há correlação entre o *Índice de Sucesso Escolar* e as restantes variáveis.

Quadro 9.3.3.2.9: Universidades - Correlações entre as variáveis

Correlations

			Inscritos	Gastos	FTE	IS	PhDs
Spearman's rho	Inscritos	Correlation Coefficient	1,000	,217	,210	,137	,497
		Sig. (2-tailed)	.	,491	,513	,614	,101
		N	12	12	12	12	12
	Gastos	Correlation Coefficient	,217	1,000	,762**	,141	,825**
		Sig. (2-tailed)	,491	.	,004	,586	,001
		N	12	12	12	12	12
	FTE	Correlation Coefficient	,210	,762**	1,000	,000	,923**
		Sig. (2-tailed)	,513	,004	.	1,000	,000
		N	12	12	12	12	12
	IS	Correlation Coefficient	,137	,141	,000	1,000	,182
		Sig. (2-tailed)	,614	,586	1,000	.	,572
		N	12	12	12	12	12
	PhDs	Correlation Coefficient	,497	,825**	,923**	,182	1,000
		Sig. (2-tailed)	,101	,001	,000	,572	.
		N	12	12	12	12	12

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Institutos politécnicos

- O *Índice de Sucesso Escolar* está fracamente correlacionado positivamente com os *Gastos por Graduado* e não está correlacionado com o *Número de Professores (ETI) por 100 alunos*.

Quadro 9.3.3.2.10: Inst. politécnicos - Correlações entre as variáveis

			Inscritos	Gastos	FTE	IS
Spearman's rho	Inscritos	Correlation Coefficient	1,000	-,100	,043	-,127
		Sig. (2-tailed)	.	,723	,879	,652
		N	15	15	15	15
	Gastos	Correlation Coefficient	-,100	1,000	,550*	,351
		Sig. (2-tailed)	,723	.	,034	,239
		N	15	15	15	15
	FTE	Correlation Coefficient	,043	,550*	1,000	,041
		Sig. (2-tailed)	,879	,034	.	,884
		N	15	15	15	15
	IS	Correlation Coefficient	-,127	,351	,041	1,000
		Sig. (2-tailed)	,652	,239	,884	.
		N	15	15	15	15

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Como se constata, e talvez de forma algo surpreendente, pode-se concluir que o *Índice de Sucesso Escolar* não depende nem dos *Gastos por Graduado* nem do *Número de Professores (ETI) por 100 alunos*.

9.3.4 Conclusões

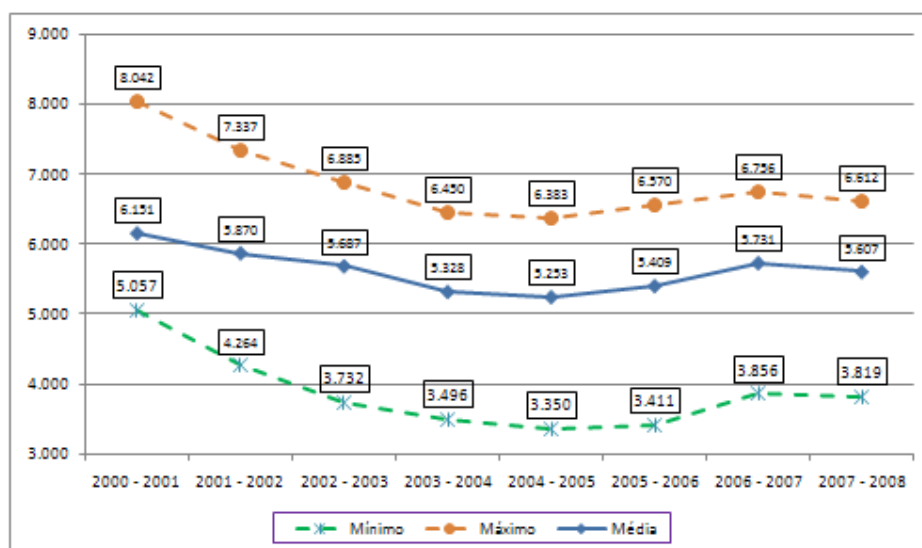
As análises efectuadas em 9.3.3.1 e 9.3.3.2 levam às seguintes conclusões:

- Tanto no universo das universidades como no universo dos institutos politécnicos, não existe relação entre as dimensões das instituições e os respectivos valores médios dos *inputs* e dos *outputs*;

- O Índice de Sucesso Escolar não depende dos *Gastos por Graduado* nem *Número de Professores (ETI) por 100 alunos*;
- Existe alguma correlação entre os *Gastos por Graduado* e o *Número de Professores (ETI) por 100 alunos*;
- Os *Gastos por Graduado* tendem a decrescer tanto nas universidades como nos institutos politécnicos. Em termos médios, as universidades têm valores superiores aos dos institutos politécnicos (figuras 9.3.4.1, 9.3.4.2 e 9.3.4.3);

Figura 9.3.4.1

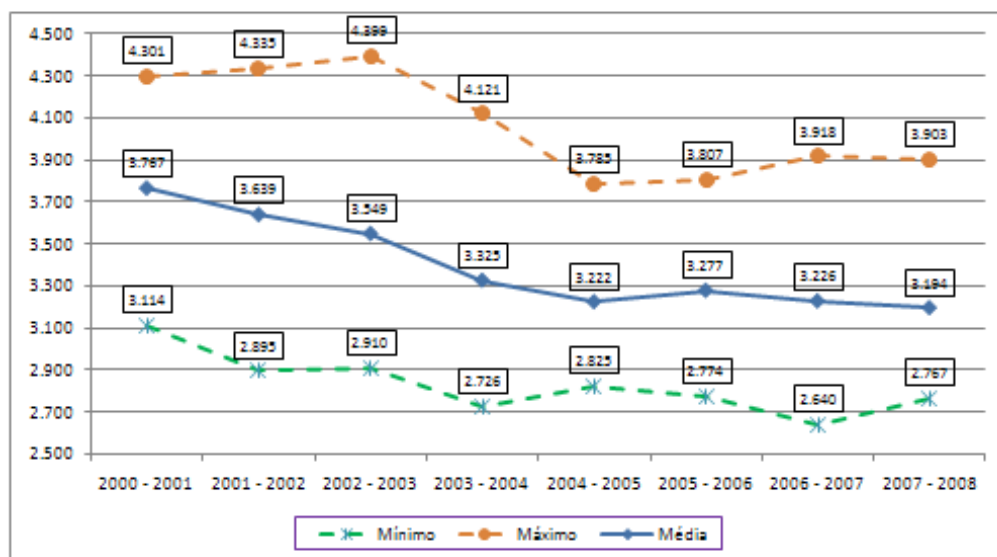
Universidades: Evolução dos gastos por graduado (€).



Fonte: Elaboração própria.

Figura 9.3.4.2

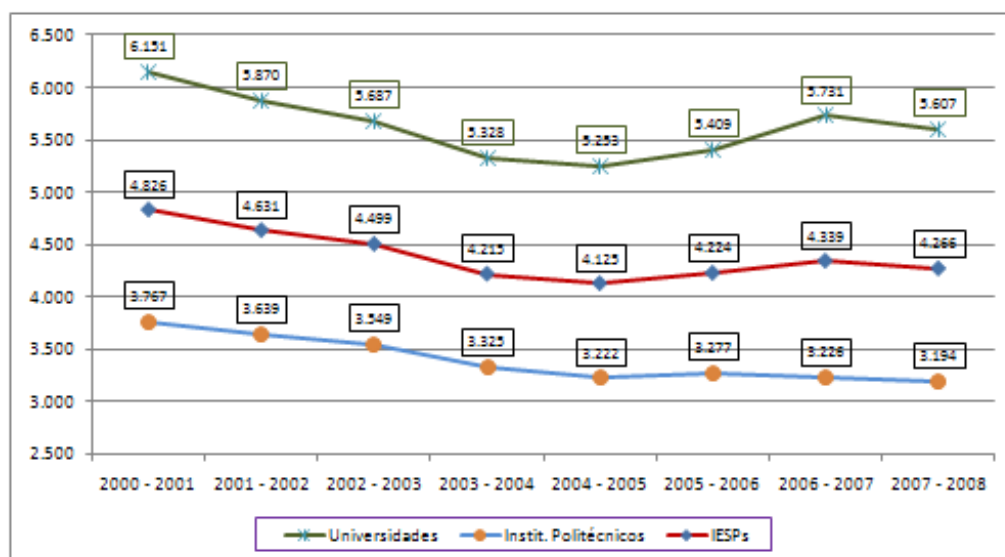
Institutos politécnicos: Evolução dos gastos por graduado (€).



Fonte: Elaboração própria.

Figura 9.3.4.3

IESPs: Evolução dos gastos por graduado (€).

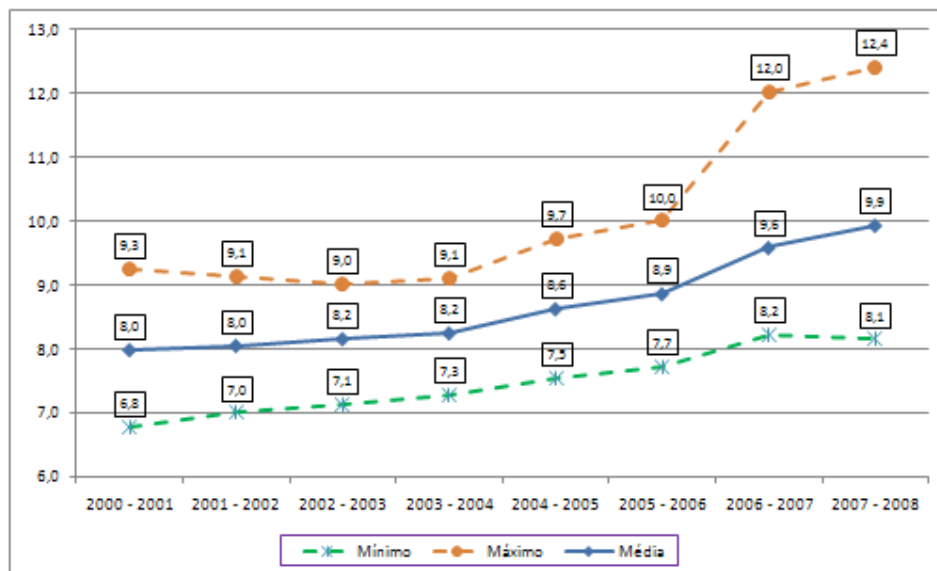


Fonte: Elaboração própria.

- O Número de Professores (ETI) por 100 alunos tende a aumentar tanto nas universidades como nos institutos politécnicos. Em termos médios, as universidades têm valores superiores aos dos institutos politécnicos (figuras 9.3.4.4, 9.3.4.5 e 9.3.4.6);

Figura 9.3.4.4

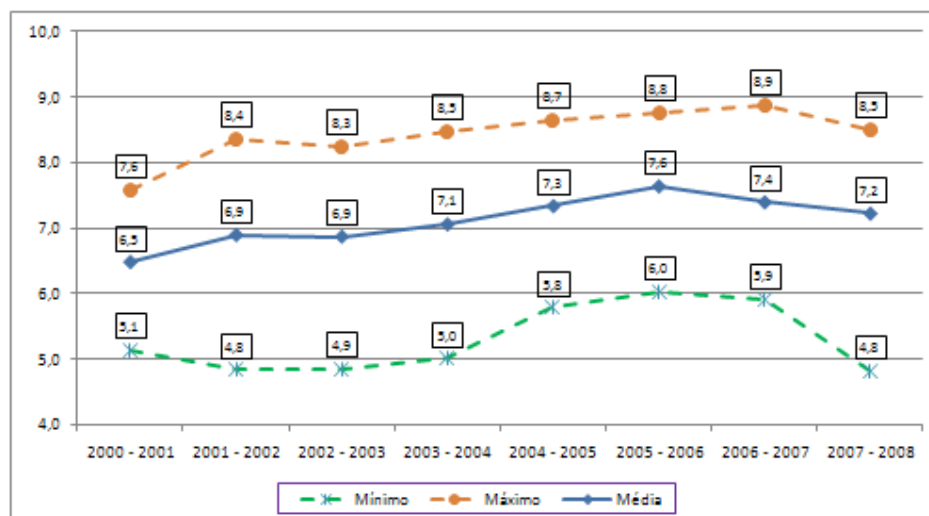
Universidades: Evolução do nº professores por 100 alunos.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 9.3.4.5

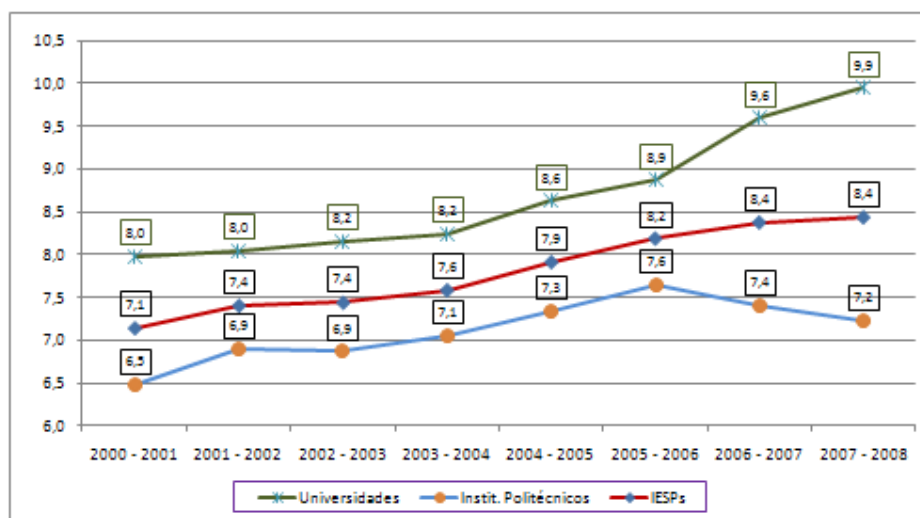
Institutos politécnicos: Evolução do nº professores por 100 alunos.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 9.3.4.6

IESPs: Evolução do nº professores por 100 alunos.

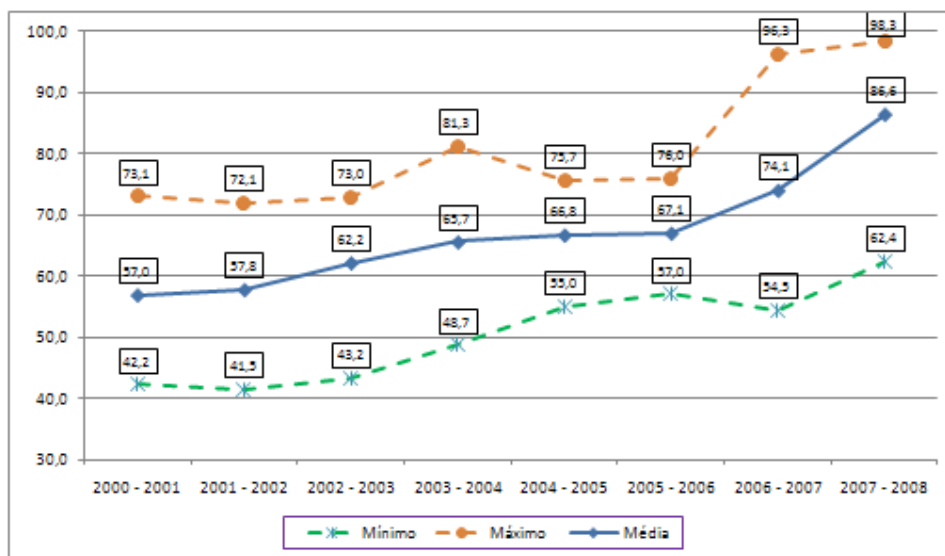


Fonte: Elaboração própria.

- O *Índice de Sucesso Escolar* melhorou substancialmente ao longo do período 2000-2008. Em termos médios, as universidades têm valores superiores aos dos institutos politécnicos (figuras 9.3.4.7, 9.3.4.8 e 9.3.4.9);

Figura 9.3.4.7

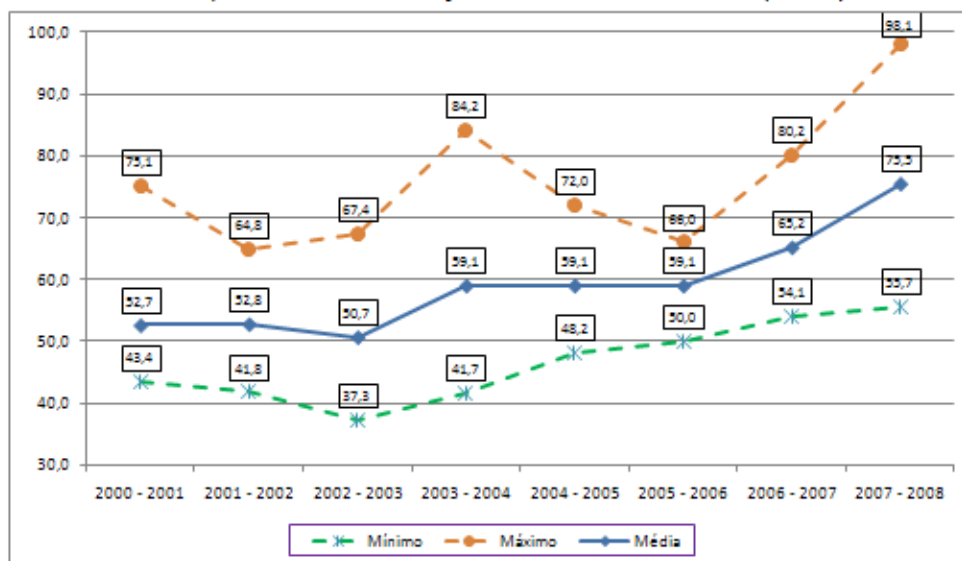
Universidades: Evolução do índice de sucesso (em %).



Fonte: Elaboração própria.

Figura 9.3.4.8

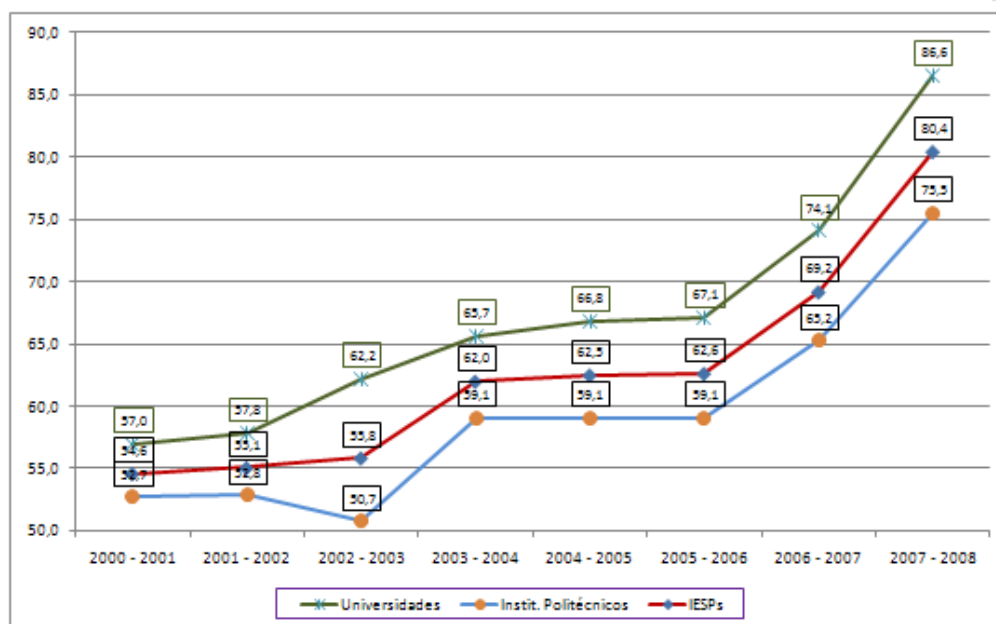
Institutos politécnicos: Evolução do índice de sucesso (em %).



Fonte: Elaboração própria.

Figura 9.3.4.9

IESPs: Evolução do índice de sucesso (em %).

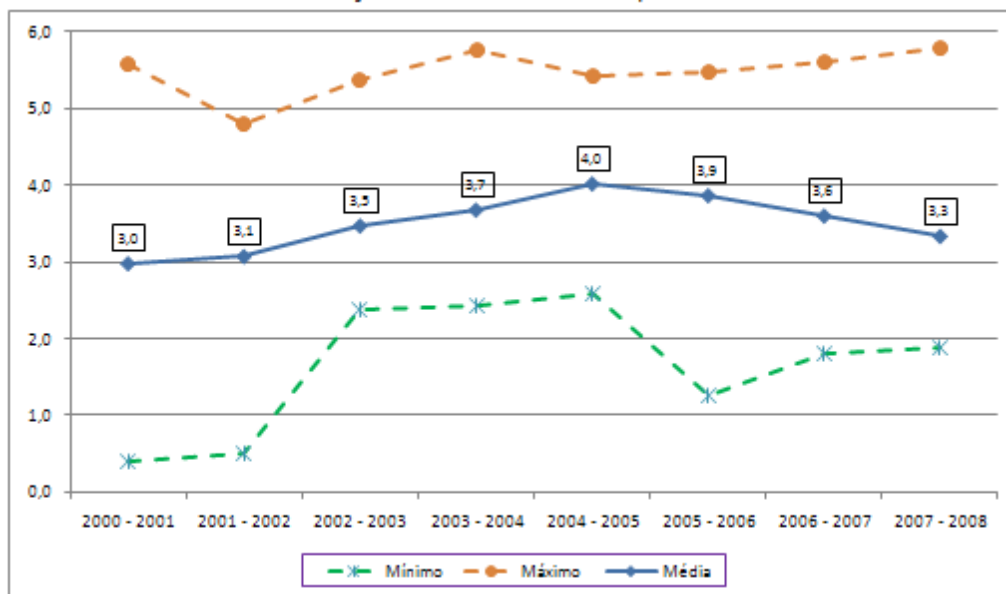


Fonte: Elaboração própria.

- Nas universidades, o *Número de Doutorados por 100 Licenciados* situou-se entre 3 e 4 (Figura 9.3.4.10).

Figura 9.3.4.10

Universidades: Evolução do nº doutorados por 100 licenciados.



Fonte: Elaboração própria.

CAPÍTULO 10 TESTES DAS HIPÓTESES

10.1 Introdução

Neste capítulo apresentam-se os testes das quatro hipóteses formuladas nesta investigação. O estudo reporta a oito anos académicos (de 2000-2001 a 2007-2008).

- Hipótese de Investigação 1

“Os dois tipos de instituições do ensino superior público (IESP), universidades e institutos politécnicos, têm eficiências relativas semelhantes”;

- Hipótese de Investigação 2

“A produtividade das IESP aumentou no período 2000-2008”;

- Hipótese de Investigação 3

“Individualmente, as IESP têm as fronteiras de eficiência no último quadriénio”;

- Hipótese de Investigação 4

“As eficiências das IESP são influenciadas pelas respectivas condições sócio económicas das regiões em que se situam”.

10.2 A Hipótese de Investigação 1

10.2.1 Objectivo

Com esta hipótese de investigação pretende-se saber se os dois tipos de instituições do ensino superior público – universidades e institutos politécnicos – têm eficiências relativas semelhantes.

10.2.2 Variáveis

Consideraram-se as seguintes variáveis:

- Variáveis de *input*
 - Gasto anual médio por aluno graduado
 - Valores anuais (€) deflacionados pelo índice de preços no consumidor (IPC) sendo 2000 o ano base.
 - Número de professores por 100 alunos
 - Número em equivalente a tempo integral (ETI).
- Variáveis de *output*
 - Índice de sucesso escolar
 - Baseado no conceito de *survival rate* da OCDE: “*Survival rate at the tertiary level is defined as the proportion of new entrants to the specified level of education who successfully complete a first qualification. It is calculated as the ratio of the number of students who are awarded an initial degree to the number of new entrants to the level n years before, n being the number of years of full-time study required to complete the degree*”.
 - Este índice é utilizado quer a nível internacional quer pelo OCES.
 - Número de doutorados por 100 licenciados
 - Este *output* só foi considerado quando da análise separada das universidades.

10.2.3 Modelos

Como referido, neste estudo o cálculo da eficiência é efectuado com recurso à metodologia *Data Envelopment Analysis (DEA)*.

O modelo seleccionado é o modelo de “*Super-eficiência SBM não orientado CRS*” desenvolvido em 6.5 e referenciado como “modelo 6.5.4”. A sua escolha explica-se pela consideração dos seguintes pressupostos:

- *Rendimentos Constantes à Escala (CRS)*
 - Como se constata pelos quadros A.1 e A.2 (em anexo), não há diferença significativa entre os resultados dos modelos *CRS* e *VRS*.
 - Não existe correlação entre a dimensão das IESP e as variáveis de *input* e *output* (conforme se constatou na análise efectuada em 9.3.3);
 - Tal pode ser explicado pelo facto das variáveis (*inputs* e *outputs*) estarem na forma de rácios.

- *Não Orientado (NO)*
 - As instituições do ensino superior público gozam de considerável autonomia quer na óptica dos *inputs* como dos *outputs* (considerados);

- *Eficiência não radial (SBM)*
 - De modo a ter como referência a eficiência de Pareto-Koopmans referida na Parte II;

- *Super Eficiência (S)*
 - A introdução deste conceito possibilita uma maior discriminação entre as IESP.
 - Quanto menor é o número de IESP (*DMUs*) menor é a sua discriminação.
 - Uma das regras empíricas existentes, estabelece que o número de *DMUs* não deve ser inferior ao número de variáveis multiplicado por três.

10.2.4 Resultados

Para se poderem comparar as eficiências relativas é necessário que para todas as IESP se considere o mesmo tipo de *inputs* e *outputs* de modo a ser possível obter uma fronteira comum.

Acontece que no caso das universidades há um *output* relevante – número de doutorados por cada 100 licenciados (PhDs) – que não pode ser considerado nos institutos politécnicos.

Por esse motivo, decidiu-se dar os seguintes passos:

- Verificar qual o impacto nas universidades a não consideração do *output* PhDs;

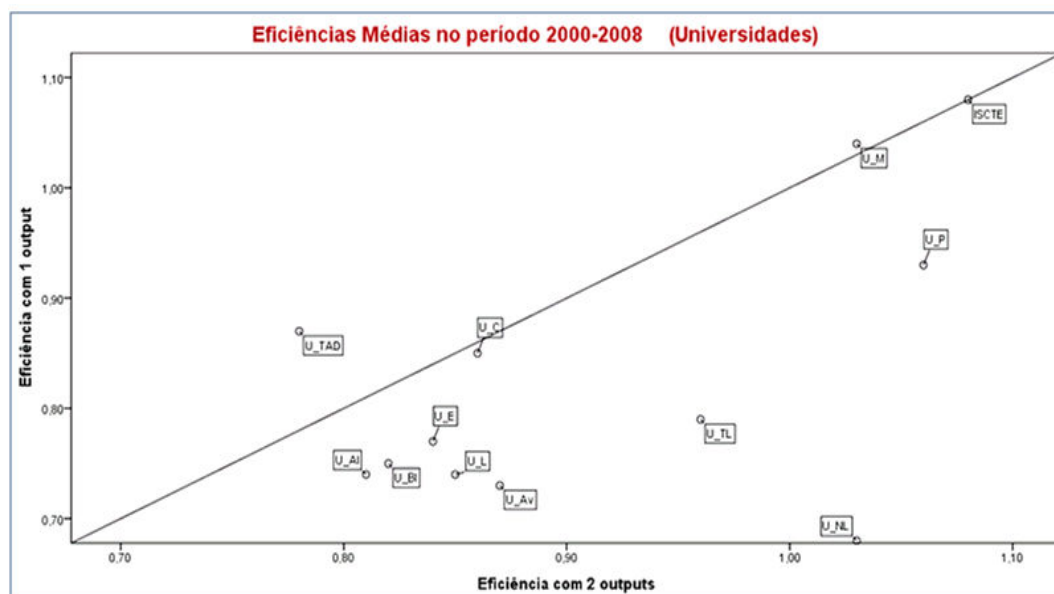
- Analisar separadamente as eficiências das universidades e dos institutos politécnicos;
- Analisar conjuntamente todas as IESP, determinando uma fronteira comum, o que implica não considerar o *output* PhDs.

10.2.4.1 Impacto do *output* PhDs nas eficiências relativas das universidades

Na Figura 10.2.4.1.1 comparam-se as eficiências das universidades quando se incorpora ou não o *output* PhDs. Da sua análise pode concluir-se que:

- Só a Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), é penalizada quando se consideram os dois *outputs* (ou seja, quando se incorpora o *output* PhDs);
- As universidades Nova de Lisboa (UNL) e Técnica de Lisboa (UTL) são as que mais melhoram as suas eficiências com a inclusão de PhDs;
- Para o ISCTE e as universidades de Coimbra (UC) e do Minho (UM), as suas eficiências relativas não são influenciadas pela incorporação de PhDs.

Figura 10.2.4.1.1: Impacto do *output* PhDs na eficiência das universidades



Com o objectivo de quantificar a relação entre as eficiências médias das universidades - com e sem a inclusão de PhDs - no período 2000-2008, foi possível construir um modelo de regressão linear (RL) que, conforme se verifica no Quadro 10.2.4.1.1, tem validade estatística.

Quadro 10.2.4.1.1

Eficiência média no período 2000-2008 (Universidades)											
Descriptive Statistics^b											
		Mean ^a	Root Mean Square	N							
Eficiência com 1 output		,8308	,83976	12							
Eficiência com 2 outputs		,9158	,92172	12							
Tests of Normality											
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk						
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.				
Eficiência com 1 output		,209	12	,155	,882	12	,092				
Eficiência com 2 outputs		,247	12	,042	,876	12	,077				
Unstandardized Residual		,145	12	,200*	,933	12	,411				
a. Lilliefors Significance Correction											
*. This is a lower bound of the true significance.											
ANOVA^{c, d}											
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.					
1	Regression	8,333	1	8,333	709,371	,000 ^a					
	Residual	,129	11	,012							
	Total	8,462 ^b	12								
a. Predictors: Eficiência com 2 outputs											
Model Summary^{c, d}											
Model	R	R Square ^b	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson	
1	,992 ^a	,985	,983	,10838	R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change		
					,985	709,371	1	11	,000	1,595	
a. Predictors: Eficiência com 2 outputs											
b. For regression through the origin (the no-intercept model), R Square measures the proportion of the variability in the dependent variable about the origin explained by regression. This CANNOT be compared to R Square for models which include an intercept.											
c. Dependent Variable: Eficiência com 1 output											
d. Linear Regression through the Origin											
Coefficients^{a, b}											
Model	Eficiência com 2 outputs	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B		Collinearity Statistics		
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Tolerance	VIF	
1		,904	,034	,992	26,634	,000	,829	,979	1,000	1,000	
a. Dependent Variable: Eficiência com 1 output											

De acordo com o modelo RL, existe uma forte correlação entre as eficiências com e sem PhDs. A eficiência *sem* PhDs é explicada em cerca de 98% pela eficiência *com* os dois *outputs*, sendo o valor da primeira igual a cerca de 90% da segunda.

A desagregação da informação em dois quadriênios leva a conclusões semelhantes, reforçando a ideia de as eficiências relativas médias das universidades, tenderem a melhorar com a incorporação do *output* PhDs (Quadro 10.2.4.1.2).

Quadro 10.2.4.1.2

Eficiência média no período 2000-2004 (Universidades)					
Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Eficiência com 1 output	12	,58	1,06	,7900	,16209
Eficiência com 2 outputs	12	,67	1,07	,9008	,13311
Valid N (listwise)	12				

Eficiência média no período 2004-2008 (Universidades)					
Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Eficiência com 1 output	12	,68	1,14	,8475	,14007
Eficiência com 2 outputs	12	,79	1,13	,9125	,11879
Valid N (listwise)	12				

10.2.4.2 Análise separada das eficiências relativas das universidades e dos institutos politécnicos

10.2.4.2.1 Universidades

Como nesta análise se visam apenas as universidades, considerou-se também o *output* PhDs.

O Quadro 10.2.4.1.1 mostra as eficiências calculadas assim como a sua descrição estatística.

Quadro 10.2.4.2.1.1

Evolução da Eficiência Relativa (só no universo das universidades e com 2 outputs)

Universidades	2000-1	2001-2	2002-3	2003-4	2004-5	2005-6	2006-7	2007-8	Média	Desv-Padrão	Coef. Disp.
ISCTE	0.720	1.068	1.189	1.210	1.120	1.035	1.182	1.131	1.082	0.148	13.7%
U_BI	0.841	0.856	0.696	0.611	0.871	0.598	0.848	0.782	0.763	0.105	13.8%
U_Av	0.847	0.801	0.819	0.853	0.925	0.782	1.057	0.758	0.855	0.090	10.5%
U_C	0.872	0.706	0.830	0.681	0.762	0.864	0.897	0.871	0.810	0.078	9.6%
U_E	1.018	1.127	0.652	0.684	0.830	1.025	0.589	0.745	0.834	0.187	22.4%
U_L	0.734	0.830	0.777	0.719	0.779	0.806	0.832	0.888	0.796	0.052	6.5%
U_TAD	0.249	1.003	0.721	0.906	0.965	0.981	0.613	0.736	0.772	0.238	30.9%
U_AI	0.874	0.745	0.579	0.738	0.731	0.751	0.893	0.823	0.767	0.093	12.1%
U_M	1.048	1.026	1.064	1.041	1.053	1.040	0.713	1.023	1.001	0.109	10.9%
U_P	1.017	1.023	0.825	0.912	1.016	1.055	1.023	1.021	0.987	0.073	7.4%
U_NL	0.706	0.665	1.081	1.080	1.072	0.829	1.020	1.078	0.941	0.168	17.8%
U_TL	1.102	1.005	1.004	0.748	0.895	0.833	1.011	0.918	0.939	0.106	11.3%
Média	0.836	0.905	0.853	0.849	0.918	0.883	0.890	0.898	0.879	0.028	3.2%
Desvio-Padrão	0.218	0.149	0.182	0.178	0.124	0.138	0.175	0.131			
Coef. Dispersão	26.1%	16.4%	21.3%	21.0%	13.5%	15.6%	19.6%	14.6%			

A sua análise leva às seguintes conclusões:

- Em termos globais existe uma elevada eficiência média anual (0.879) e uma fraca dispersão relativa (3.2%);
- As médias anuais mais altas são do ISCTE, Universidade do Minho, Universidade do Porto, Universidade Nova de Lisboa e Universidade Técnica de Lisboa;
- As médias mais baixas são da Universidade da Beira Interior, Universidade de Aveiro, Universidade de Évora e Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro;
- O período com menor média é 2000-2001 (0.836) e o de maior é 2004-2005 (0.918), o que dá uma amplitude (0.082) relativamente baixa.

O conjunto das *DMUs* (universidades) eficientes em cada período é conhecido por “conjunto de referência” ou “conjunto de pares”. Ele define a fronteira de eficiência, que é onde se situam as “melhoras práticas”, e serve de referencial para as *DMUs* ineficientes.

Quadro 10.2.4.2.1.2: Conjunto de referência (universidades)

<i>Universidades</i>	2000-1	2001-2	2002-3	2003-4	2004-5	2005-6	2006-7	2007-8	Total
I.S.C.T.E.			8	9	8		7	2	34
Univ. do Porto	3	6			3	8		5	25
Univ. do Minho	7		2	4	1			3	17
Univ. Nova de Lisboa					4		4	8	16
Univ. Técnica de Lisboa	6								6
Univ. de Évora	1	1				1			3
Univ. de Aveiro							2		2

Conforme o Quadro 10.2.4.2.1.2, pode-se concluir:

- Das doze universidades consideradas no estudo, há sete que no período de 2000 a 2008 foram pelo menos eficientes num ano e que foram referências de “melhores práticas”;
- O ISCTE, a Universidade do Porto e a Universidade do Minho, sendo eficientes em cinco anos, foram, respectivamente, referenciados 34, 25 e 17 vezes;
- A Universidade Nova de Lisboa foi eficiente em três anos, todos do segundo quadriénio, sendo referenciada 16 vezes.

10.2.4.2.2 Institutos Politécnicos

O Quadro 10.2.4.2.1 mostra as eficiências calculadas assim como a sua descrição estatística.

A sua análise leva às seguintes conclusões:

- Em termos globais, a média anual global (0.781) e a dispersão relativa (8.4%) indicam oscilações significativas das médias dos vários períodos;
- As médias anuais mais altas, todas acima de 0.8, são do Instituto Politécnico da Guarda, Instituto Politécnico de Coimbra, Instituto Politécnico de Leiria,

Instituto Politécnico de Portalegre, Instituto Politécnico de Santarém e Instituto Politécnico do Cávado e do Ave;

- O Instituto Politécnico de Lisboa e o Instituto Politécnico de Setúbal, são os que têm as médias mais baixas (todas inferiores a 0.7);
- Em termos de períodos, o de média mais baixa (0.685) é 2000-2001 sendo 2004-2005 o de média mais elevada (0.887), o que dá uma amplitude (0.202) relativamente alta.

Quadro 10.2.4.2.2.1

Evolução da Eficiência Relativa (só no universo dos institutos politécnicos)												
Inst. Politécnicos	2000.1	2001.2	2002.3	2003.4	2004.5	2005.6	2006.7	2007.8	Média	Desv-Padrão	Coef. Disp.	
IP_G	0.624	1.053	0.766	0.895	0.930	0.755	0.760	0.719	0.813	0.128	15.8%	
IP_Be	0.560	0.882	0.777	0.684	0.725	0.786	0.734	0.586	0.717	0.099	13.8%	
IP_Br	0.775	0.860	0.537	0.500	0.668	0.793	1.009	0.732	0.734	0.156	21.2%	
IP_CB	0.556	0.700	0.787	0.721	0.919	0.701	0.721	0.566	0.709	0.109	15.3%	
IP_C	0.648	0.911	0.912	0.764	0.995	0.911	0.756	1.187	0.885	0.155	17.5%	
IP_Le	0.724	0.836	0.844	0.672	0.875	1.101	1.052	0.761	0.858	0.141	16.5%	
IP_L	0.531	0.801	0.916	0.764	0.792	0.597	0.557	0.458	0.677	0.151	22.4%	
IP_Pg	1.279	0.949	0.748	0.702	0.882	0.799	0.847	0.670	0.859	0.181	21.0%	
IP_Sa	0.670	0.794	0.727	0.854	0.974	0.730	0.893	0.845	0.811	0.094	11.5%	
IP_Se	0.513	0.682	0.740	0.631	0.727	0.621	0.626	0.607	0.643	0.068	10.6%	
IP_T	0.546	0.714	0.681	1.007	1.055	0.650	0.683	0.692	0.753	0.167	22.2%	
IP_VC	0.686	0.828	1.008	1.046	0.945	0.694	0.574	0.526	0.788	0.185	23.5%	
IP_Vi	0.760	0.884	0.783	0.774	0.851	0.803	0.820	0.715	0.799	0.050	6.2%	
IP_CA	0.783	0.885	1.080	1.012	1.019	0.786	0.790	0.637	0.874	0.142	16.3%	
IP_P	0.621	0.896	0.873	0.843	0.946	0.826	0.739	0.614	0.795	0.116	14.7%	
Média	0.685	0.845	0.812	0.791	0.887	0.770	0.771	0.688	0.781	0.066	8.4%	
Desvio-Padrão	0.181	0.095	0.129	0.148	0.111	0.119	0.136	0.164				
Coef. Dispersão	26.4%	11.3%	15.9%	18.7%	12.5%	15.5%	17.7%	23.8%				

No Quadro 10.2.4.2.2.2 apresenta-se o conjunto das *DMUs* (institutos politécnicos) eficientes que serviram de referência de “melhores práticas”, em cada período, às *DMUs* ineficientes. Pela sua análise conclui-se:

- Dos quinze institutos politécnicos considerados no estudo, há oito que no período de 2000 a 2008 foram pelo menos eficientes num ano e que foram referências de “melhores práticas”;

- O Instituto Politécnico de Leiria e o Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, sendo eficientes em dois anos, foram, respectivamente, referenciados 27 e 25 vezes;
- O Instituto Politécnico de Tomar e o Instituto Politécnico de Bragança, só foram referenciados num ano, respectivamente 2 e 1 vez.

Quadro 10.2.4.2.2: Conjunto de referência (institutos politécnicos)

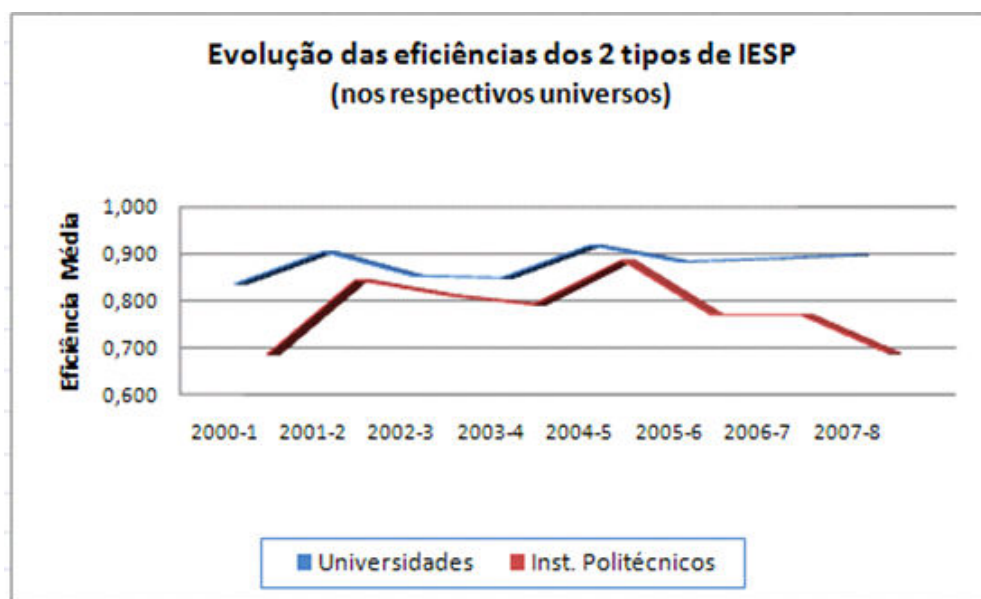
<i>Institutos Politécnicos</i>	2000-1	2001-2	2002-3	2003-4	2004-5	2005-6	2006-7	2007-8	Total
Inst. Polit. de Leiria						14	13		27
Inst. Polit. do Cávado e do Ave			13		12				25
Inst. Polit. de Viana do Castelo			1	14					15
Inst. Polit. da Guarda		14							14
Inst. Polit. de Coimbra								14	14
Inst. Polit. de Portalegre	14								14
Inst. Polit. de Tomar					2				2
Inst. Polit. de Bragança							1		1

10.2.4.2.3 Conclusões

Como as fronteiras são diferentes, as eficiências acabadas de abordar - universidades e institutos politécnicos – não são comparáveis em termos absolutos.

No entanto, é possível concluir que as universidades estão tendencialmente mais próximas das “melhores práticas” de cada período ao contrário do que se verifica nos institutos politécnicos. A Figura 10.2.4.2.3.1 não só ajuda a visualizar este aspecto, como também mostra para o período 2000-2006 comportamentos similares na evolução das eficiências relativas destes dois subsistemas de ensino (com dois picos em 2001-2002 e 2004-2005).

Figura 10.2.4.2.3.1



10.2.4.3 Análise conjunta das eficiências das universidades e dos institutos politécnicos

Nesta análise todas as IESP têm uma fronteira comum, isto é, o mesmo referencial de “melhores práticas”. Conforme foi dito o *output* PhDs não pode ser incorporado, o que penaliza as universidades.

Com base nos quadros 10.2.4.3.1 e 10.2.4.3.2, que apresentam as eficiências anuais das IESP assim como algumas estatísticas descritivas, é possível constatar:

- A média anual das IESP é de 0.711 sendo os institutos politécnicos mais eficientes (0.781) que as universidades (0.624);
- Os maiores valores são do Instituto Politécnico de Coimbra (0.886), Instituto Politécnico do Cávado e do Ave (0.873), Instituto Politécnico da Guarda (0.813) e Instituto Politécnico de Santarém (0.811);

- Nas universidades os valores mais elevados são os do ISCTE (0.774), da Universidade do Minho (0.761) e da Universidade do Porto (0.705);
- Em termos relativos, a variabilidade anual é ligeiramente superior nas universidades. A Figura 10.2.4.3.1 mostra haver um *gap* quase constante entre as eficiências médias dos institutos politécnicos e das universidades.

Quadro 10.2.4.3.1

Evolução da Eficiência Relativa

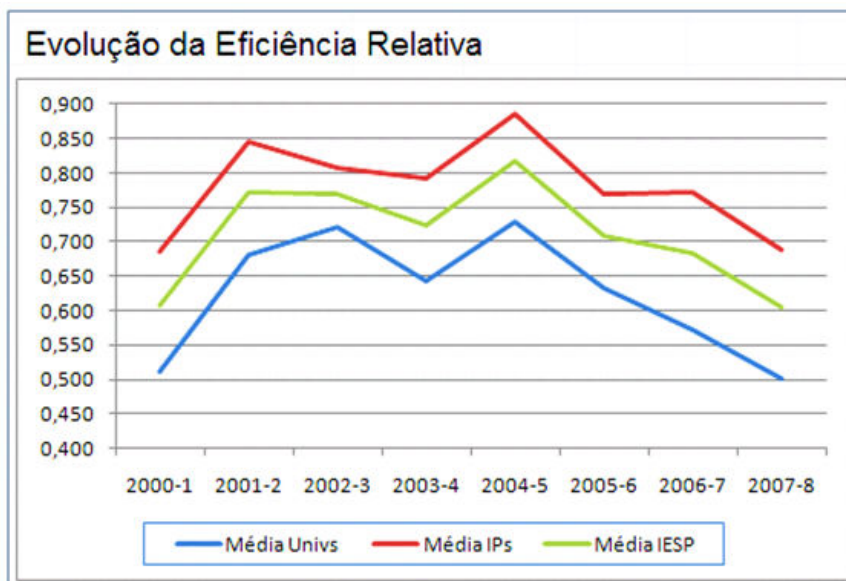
	2000-1	2001-2	2002-3	2003-4	2004-5	2005-6	2006-7	2007-8
ISCTE	0,609	0,877	1,012	0,750	0,846	0,709	0,781	0,607
U_BI	0,474	0,617	0,540	0,513	0,613	0,620	0,566	0,567
U_Av	0,358	0,576	0,761	0,723	0,672	0,516	0,431	0,416
U_C	0,620	0,778	0,786	0,663	0,763	0,676	0,469	0,463
U_E	0,433	0,520	0,532	0,513	0,699	0,731	0,603	0,541
U_L	0,538	0,687	0,760	0,538	0,670	0,544	0,476	0,362
U_TAD	0,613	0,806	0,795	0,771	0,777	0,674	0,480	0,468
U_AI	0,439	0,596	0,580	0,588	0,666	0,528	0,542	0,483
U_M	0,650	0,852	0,932	0,829	0,892	0,744	0,625	0,566
U_P	0,615	0,792	0,767	0,730	0,795	0,681	0,668	0,590
U_NL	0,410	0,493	0,505	0,490	0,638	0,578	0,567	0,411
U_TL	0,390	0,586	0,697	0,597	0,707	0,597	0,656	0,528
Média Univs	0,512	0,682	0,722	0,642	0,728	0,633	0,572	0,500
IP_G	0,624	1,053	0,766	0,895	0,930	0,755	0,760	0,719
IP_Be	0,560	0,882	0,777	0,684	0,725	0,786	0,734	0,586
IP_Br	0,775	0,860	0,537	0,500	0,668	0,793	1,009	0,732
IP_CB	0,556	0,700	0,787	0,721	0,919	0,701	0,721	0,566
IP_C	0,648	0,911	0,912	0,764	0,995	0,911	0,756	1,187
IP_Le	0,724	0,836	0,844	0,672	0,875	1,101	1,052	0,761
IP_L	0,531	0,801	0,912	0,764	0,792	0,597	0,557	0,458
IP_Pg	1,279	0,949	0,748	0,702	0,882	0,799	0,847	0,670
IP_Sa	0,670	0,794	0,727	0,854	0,974	0,730	0,893	0,845
IP_Se	0,513	0,682	0,740	0,631	0,727	0,621	0,626	0,607
IP_T	0,546	0,714	0,681	1,007	1,055	0,650	0,683	0,692
IP_VC	0,686	0,828	0,962	1,046	0,945	0,694	0,574	0,526
IP_Vi	0,760	0,884	0,783	0,774	0,851	0,803	0,820	0,715
IP_CA	0,783	0,885	1,070	1,012	1,018	0,786	0,790	0,637
IP_P	0,621	0,896	0,873	0,843	0,946	0,826	0,739	0,614
Média IPs	0,685	0,845	0,808	0,791	0,887	0,770	0,771	0,688
Média IESP	0,608	0,772	0,770	0,725	0,816	0,709	0,682	0,604
Desvio-Padrão	0,174	0,138	0,144	0,152	0,127	0,123	0,156	0,161
Coef. Dispersão	28,5%	17,8%	18,6%	21,0%	15,5%	17,4%	22,8%	26,7%

Quadro 10.2.4.3.2

Evolução da Eficiência Relativa (estatísticas)

	Média	Desv-Padrão	Coef. Disp.
ISCTE	0.774	0.129	16.6%
U_BI	0.564	0.050	8.8%
U_Av	0.556	0.141	25.4%
U_C	0.652	0.121	18.6%
U_E	0.571	0.094	16.4%
U_L	0.572	0.120	21.0%
U_TAD	0.673	0.130	19.4%
U_AI	0.553	0.066	12.0%
U_M	0.761	0.127	16.7%
U_P	0.705	0.074	10.4%
U_NL	0.512	0.075	14.6%
U_TL	0.595	0.096	16.1%
Universidades	0.624	0.083	13.3%
IP_G	0.813	0.128	15.8%
IP_Be	0.717	0.099	13.8%
IP_Br	0.734	0.156	21.2%
IP_CB	0.709	0.109	15.3%
IP_C	0.885	0.155	17.5%
IP_Le	0.858	0.141	16.5%
IP_L	0.677	0.151	22.3%
IP_Pg	0.859	0.181	21.0%
IP_Sa	0.811	0.094	11.5%
IP_Se	0.643	0.068	10.6%
IP_T	0.753	0.167	22.2%
IP_VC	0.783	0.179	22.9%
IP_Vi	0.799	0.050	6.2%
IP_CA	0.873	0.140	16.1%
IP_P	0.795	0.116	14.7%
Inst. Politéc.	0.781	0.065	8.4%
IESP	0.711	0.072	10.1%

Figura 10.2.4.3.1



10.2.5 Conclusões

O objectivo desta hipótese de investigação é testar se os dois subsistemas de ensino superior público – universidades e institutos politécnicos – têm eficiências relativas semelhantes.

Pelo que se constatou em 10.2.4.3, a necessidade de haver uma fronteira comum obrigou a excluir um *output* importante para as universidades o que parece favorecer os institutos politécnicos.

No entanto, baseado na relação encontrada em 10.2.4.1, poder-se-iam “corrigir” as eficiências das universidades o que poderia levar a uma maior aproximação das eficiências relativas destes dois tipos de IESP. No entanto essa “correção” pecaria pelo seu empirismo.

Face ao exposto, pode-se concluir que não é clara a rejeição da hipótese formulada em 10.2.1.

10.3 A Hipótese de Investigação 2

10.3.1 Objectivo

Com esta hipótese de investigação pretende-se saber se a produtividade das IESP aumentou no período 2000-2008.

10.3.2 Variáveis

Consideraram-se as seguintes variáveis:

- Variáveis de *input*
 - Gasto anual médio por aluno graduado
 - Valores anuais (€) deflacionados pelo índice de preços no consumidor (IPC) sendo 2000 o ano base.

- Número de professores por 100 alunos
 - Número em equivalente a tempo integral (ETI).
- Variáveis de *output*
 - Índice de sucesso escolar
 - Baseado no conceito de *survival rate* da OCDE: “*Survival rate at the tertiary level is defined as the proportion of new entrants to the specified level of education who successfully complete a first qualification. It is calculated as the ratio of the number of students who are awarded an initial degree to the number of new entrants to the level n years before, n being the number of years of full-time study required to complete the degree*”.
 - Este índice é utilizado quer a nível internacional quer pelo OCES.
 - Número de doutorados por 100 licenciados
 - Este *output* só foi considerado quando da análise separada das universidades.

10.3.3 Modelos

Para a medição da produtividade utilizaram-se os “Índices de *Malmquist*”. Como referido no capítulo 7, o índice de produtividade de *Malmquist* (IM) considera simultaneamente a variação da eficiência e a variação da tecnologia (fronteira ou “melhores práticas”) ao longo de vários períodos, medindo a variação da produtividade de uma *DMU* num dado espaço temporal.

O modelo de “*Super-eficiência SBM não orientado CRS*” já mencionado em 10.2.3 foi o modelo *DEA* utilizado no cálculo dos componentes do índice.

10.3.4 Resultados

Pelas razões expostas em 10.2.5, a dificuldade em estabelecer uma fronteira comum, a análise é efectuada não agregando os dois subsistemas de ensino (universidades e institutos politécnicos).

10.3.4.1 Universidades

Como as universidades são analisadas separadamente, consideraram-se os quatro *inputs* e *outputs* referidos em 10.3.2.

Os quadros 10.3.4.1.1 e 10.3.4.1.2 apresentam a evolução da produtividade, e das suas componentes, no período 2000-2008. A Figura 10.3.4.1.1 ilustra graficamente a evolução da produtividade média anual e das suas componentes.

Quadro 10.3.4.1.1: Evolução da produtividade e suas componentes (1/2)

	2002/1			2003/2			2004/3			2005/4		
	Var Efic	Var Tecn	I. Malm.	Var Efic	Var Tecn	I. Malm.	Var Efic	Var Tecn	I. Malm.	Var Efic	Var Tecn	I. Malm.
U_TAD	4,021	1,015	4,081	0,719	2,035	1,463	1,256	1,035	1,300	1,066	0,956	1,019
ISCTE	1,483	1,028	1,524	1,113	1,202	1,338	1,018	1,036	1,055	0,925	1,014	0,938
U_NL	0,942	1,017	0,958	1,625	1,039	1,687	1,000	1,123	1,123	0,993	1,001	0,993
U_L	1,131	1,024	1,158	0,937	1,073	1,005	0,925	1,045	0,967	1,084	0,969	1,051
U_P	1,006	0,990	0,996	0,806	1,042	0,840	1,106	1,040	1,151	1,114	1,002	1,116
U_M	0,979	1,032	1,010	1,037	1,082	1,121	0,979	1,065	1,043	1,011	0,963	0,974
U_TL	0,912	0,981	0,895	0,999	1,052	1,051	0,745	1,133	0,844	1,197	0,954	1,141
U_C	0,809	1,017	0,823	1,176	1,065	1,252	0,820	1,030	0,845	1,119	0,962	1,077
U_AI	0,853	1,020	0,870	0,776	1,065	0,826	1,276	1,046	1,335	0,990	0,967	0,957
U_BI	1,017	1,016	1,034	0,813	1,078	0,877	0,877	1,030	0,904	1,426	0,949	1,353
U_Av	0,946	1,023	0,968	1,022	1,070	1,093	1,041	1,029	1,072	1,084	0,946	1,026
U_E	1,107	1,055	1,168	0,579	1,038	0,601	1,048	1,033	1,083	1,214	0,970	1,177
Universidades	1,127	1,018	1,147	0,935	1,131	1,058	0,996	1,053	1,049	1,095	0,971	1,063

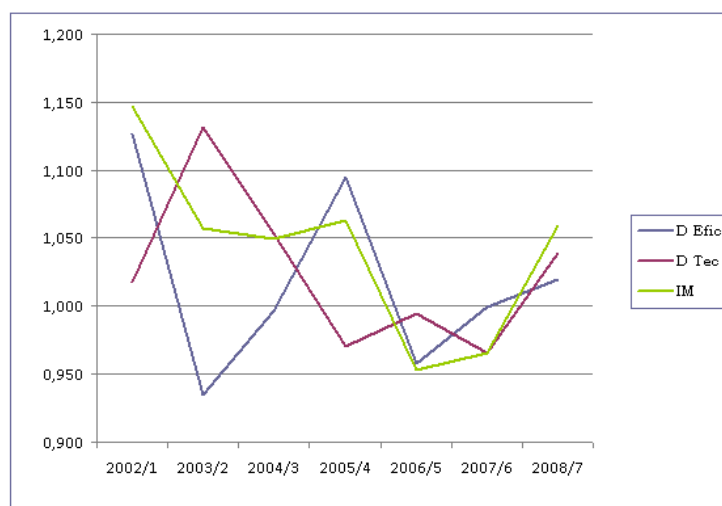
Quadro 10.3.4.1.2: Evolução da produtividade e suas componentes (2/2)

	2006/5			2007/6			2008/7			Média dos 7 Períodos		
	Var Efic	Var Tecn	I. Malm.	Var Efic	Var Tecn	I. Malm.	Var Efic	Var Tecn	I. Malm.	Var Efic	Var Tecn	I. Malm.
U_TAD	1,016	1,033	1,050	0,625	0,922	0,576	1,200	1,035	1,241	1,167	1,105	1,290
ISCTE	0,925	0,724	0,669	1,141	1,329	1,516	0,957	1,050	1,005	1,067	1,039	1,109
U_NL	0,773	1,061	0,820	1,230	0,901	1,109	1,057	1,017	1,075	1,062	1,021	1,084
U_L	1,034	1,025	1,060	1,032	0,935	0,965	1,068	1,023	1,092	1,028	1,013	1,041
U_P	1,038	1,054	1,094	0,969	0,969	0,939	0,998	1,059	1,057	1,001	1,022	1,022
U_M	0,988	0,928	0,917	0,686	1,009	0,692	1,434	1,040	1,491	0,997	1,016	1,012
U_TL	0,931	1,051	0,978	1,214	0,974	1,183	0,908	1,137	1,032	0,974	1,038	1,011
U_C	1,135	1,055	1,197	1,038	0,915	0,951	0,971	1,038	1,007	1,000	1,011	1,010
U_AI	1,027	1,034	1,062	1,190	0,922	1,097	0,921	1,040	0,958	0,991	1,012	1,004
U_BI	0,687	1,050	0,721	1,419	0,931	1,321	0,922	0,990	0,913	0,990	1,005	0,995
U_Av	0,846	1,053	0,891	1,351	0,848	1,146	0,717	1,022	0,733	0,984	0,996	0,980
U_E	1,234	0,927	1,144	0,574	1,007	0,579	1,265	1,018	1,288	0,956	1,006	0,962
Universidades	0,958	0,994	0,953	1,000	0,966	0,965	1,019	1,038	1,059	1,017	1,023	1,040

Da sua análise, conclui-se:

- A produtividade das universidades aumentou com uma taxa média de crescimento anual de 4.0%. Este valor é explicado pelas componentes do índice, que é igual ao seu produto;
 - A variação da eficiência relativa teve 1.7% de taxa média de crescimento;
 - A variação da tecnologia (fronteira ou “melhores práticas”) teve 2.3% de taxa média de crescimento.
- Nos sete períodos considerados só três universidades tiveram produtividades médias decrescentes: Universidade de Évora (-3.8%), Universidade de Aveiro (-2.0%) e Universidade da Beira Interior (-0.5%);
- O período de maior crescimento foi 2002/1 (14.7%);
 - Este crescimento é influenciado pelo crescimento anómalo da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro e que se deve ao facto do *output* “Número de doutorados por 100 licenciados” ser pouco significativo no período anterior.
- A produtividade decresceu em 2006/5 (-4.7%) e em 2007/6 (-3.5%);
 - Em 2006/5 o maior decréscimo foi do ISCTE (-33.1%);
 - Em 2007/6 o maior decréscimo foi da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (-43.4%).

Figura 10.3.4.1.1: Evolução da produtividade média



10.3.4.2 Institutos Politécnicos

Os quadros 10.3.4.2.1 e 10.3.4.2.2 apresentam a evolução da produtividade dos institutos politécnicos, e das suas componentes, no período 2000-2008. A Figura 10.3.4.2.1 ilustra graficamente a evolução da produtividade média anual e das suas componentes.

Quadro 10.3.4.2.1: Evolução da produtividade e suas componentes (1/2)

	2002/1			2003/2			2004/3			2005/4		
	Var Efic	Var Tecn	Í. Malm.	Var Efic	Var Tecn	Í. Malm.	Var Efic	Var Tecn	Í. Malm.	Var Efic	Var Tecn	Í. Malm.
IP_C	1,406	0,784	1,102	1,002	1,027	1,029	0,838	1,210	1,014	1,301	0,891	1,160
IP_T	1,306	0,786	1,026	0,964	1,026	0,979	1,479	1,218	1,801	1,047	0,881	0,923
IP_Sa	1,184	0,783	0,927	0,916	1,027	0,941	1,176	1,211	1,423	1,140	0,892	1,018
IP_Se	1,329	0,785	1,043	1,085	1,027	1,115	0,852	1,216	1,037	1,153	0,893	1,030
IP_G	1,689	0,762	1,287	0,728	1,055	0,767	1,167	1,208	1,410	1,039	0,892	0,927
IP_Le	1,155	0,782	0,903	1,010	1,028	1,038	0,796	1,205	0,959	1,303	0,892	1,163
IP_Be	1,575	0,781	1,230	0,881	1,028	0,905	0,881	1,206	1,062	1,060	0,892	0,946
IP_CB	1,260	0,783	0,986	1,124	1,027	1,155	0,916	1,211	1,110	1,274	0,892	1,137
IP_P	1,442	0,784	1,131	0,975	1,027	1,002	0,965	1,212	1,170	1,123	0,893	1,002
IP_Br	1,110	0,785	0,871	0,625	1,027	0,642	0,931	1,217	1,133	1,335	0,893	1,192
IP_Vi	1,163	0,783	0,911	0,886	1,027	0,910	0,988	1,212	1,198	1,100	0,893	0,982
IP_L	1,509	0,785	1,184	1,143	1,027	1,174	0,835	1,217	1,016	1,036	0,893	0,925
IP_CA	1,130	0,782	0,884	1,220	1,003	1,223	0,937	1,254	1,175	1,007	0,884	0,890
IP_VC	1,207	0,784	0,947	1,217	1,027	1,250	1,038	1,255	1,303	0,904	0,893	0,806
IP_Pg	0,742	0,782	0,581	0,788	1,028	0,809	0,939	1,210	1,136	1,256	0,892	1,121
<i>Inst. Politécnicos</i>	1,259	0,782	0,985	0,955	1,027	0,981	0,970	1,217	1,180	1,132	0,891	1,009

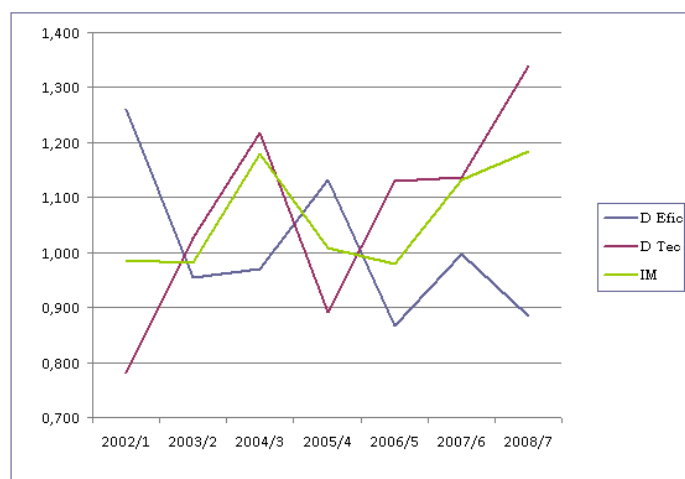
Quadro 10.3.4.2.2: Evolução da produtividade e suas componentes (2/2)

	2006/5			2007/6			2008/7			Média dos 7 Períodos		
	Var Efic	Var Tecn	Í. Malm.	Var Efic	Var Tecn	Í. Malm.	Var Efic	Var Tecn	Í. Malm.	Var Efic	Var Tecn	Í. Malm.
IP_C	0,916	1,129	1,034	0,830	1,133	0,941	1,570	1,336	2,097	1,090	1,058	1,154
IP_T	0,617	1,158	0,714	1,050	1,133	1,189	1,013	1,337	1,354	1,034	1,061	1,098
IP_Sa	0,750	1,128	0,845	1,223	1,133	1,386	0,946	1,334	1,262	1,034	1,058	1,093
IP_Se	0,853	1,128	0,963	1,008	1,133	1,142	0,970	1,335	1,296	1,024	1,059	1,085
IP_G	0,812	1,128	0,915	1,007	1,133	1,141	0,947	1,336	1,265	1,021	1,058	1,079
IP_Le	1,258	1,127	1,418	0,956	1,189	1,137	0,724	1,369	0,990	1,007	1,068	1,076
IP_Be	1,084	1,127	1,222	0,935	1,134	1,060	0,798	1,333	1,064	1,007	1,057	1,064
IP_CB	0,763	1,128	0,860	1,029	1,134	1,167	0,784	1,334	1,046	1,002	1,058	1,061
IP_P	0,873	1,128	0,984	0,895	1,133	1,015	0,831	1,335	1,109	0,998	1,058	1,057
IP_Br	1,188	1,128	1,340	1,272	1,133	1,441	0,725	1,368	0,992	0,992	1,063	1,054
IP_Vi	0,944	1,128	1,065	1,021	1,133	1,157	0,872	1,336	1,165	0,991	1,058	1,049
IP_L	0,753	1,128	0,850	0,934	1,133	1,058	0,822	1,335	1,098	0,979	1,059	1,037
IP_CA	0,771	1,138	0,877	1,006	1,134	1,140	0,806	1,335	1,076	0,971	1,059	1,028
IP_VC	0,734	1,128	0,828	0,827	1,133	0,937	0,917	1,335	1,224	0,963	1,064	1,024
IP_Pg	0,906	1,128	1,022	1,060	1,134	1,201	0,791	1,334	1,055	0,912	1,058	0,964
<i>Inst. Politécnicos</i>	0,866	1,131	0,979	0,997	1,137	1,133	0,884	1,339	1,184	1,001	1,060	1,061

Da sua análise, conclui-se:

- A produtividade dos institutos politécnicos aumentou com uma taxa média de crescimento anual de 6.1%. Este valor é explicado pelas componentes do índice, que é igual ao seu produto;
 - A variação da eficiência relativa teve 0.1% de taxa média de crescimento;
 - A variação da tecnologia (fronteira ou “boas práticas”) teve 6.0% de taxa média de crescimento.
- Nos sete períodos considerados só o Instituto Politécnico de Portalegre teve produtividade média decrescente (-3.6%);
- O período de maior crescimento foi 2008/7 (18.7%);
 - Este crescimento é influenciado pelo forte crescimento do Instituto Politécnico de Coimbra e do Instituto Politécnico de Tomar.
- A produtividade decresceu em 2002/1 (-1.5%), em 2003/2 (-1.9%) e em 2006/5 (-2.1%);
 - Em 2002/1 (-41.9%) e 2003/2 (-19.1%), o maior decréscimo foi do Instituto Politécnico de Portalegre;
 - Em 2006/5 o maior decréscimo foi do Instituto Politécnico de Tomar (-28.6%).

Figura 10.3.4.2.1: Evolução da produtividade média



10.3.5 Conclusões

O objectivo desta hipótese de investigação é testar se nos dois subsistemas de ensino superior público – universidades e institutos politécnicos – a produtividade aumentou no período 2000-2008”.

O Quadro 10.3.4.3.1 e a Figura 10.3.4.3.1 sintetizam o abordado em 10.3.4.2, permitindo concluir:

- Tanto as universidades (4.0%) como os institutos politécnicos (6.1%) tiveram produtividades com taxas médias de crescimento anual positivas;
- No caso das universidades, o crescimento deveu-se aos contributos da variação da eficiência relativa (1.7%) e da variação da tecnologia (fronteira ou “melhores práticas”) (2.3%);
- Nos institutos politécnicos, o crescimento deveu-se essencialmente ao contributo da variação da tecnologia (6.0%).

Face ao exposto, não se rejeita a hipótese formulada em 10.3.1.

Quadro 10.3.4.3.1: Evolução da produtividade e suas componentes

	Universidades			Inst. Politécnicos		
	Δ Efic	Δ Tec	I. M.	Δ Efic	Δ Tec	I. M.
2002/1	1,127	1,018	1,147	1,259	0,782	0,985
2003/2	0,935	1,131	1,058	0,955	1,027	0,981
2004/3	0,996	1,053	1,049	0,970	1,217	1,180
2005/4	1,095	0,971	1,063	1,132	0,891	1,009
2006/5	0,958	0,994	0,953	0,866	1,131	0,979
2007/6	1,000	0,966	0,965	0,997	1,137	1,133
2008/7	1,019	1,038	1,059	0,884	1,339	1,184
Média	1,017	1,023	1,040	1,001	1,060	1,061

Figura 10.3.4.3.1: Evolução da produtividade nos dois subsistemas de ensino



10.4 A Hipótese de Investigação 3

10.4.1 Objectivo

Com esta hipótese de investigação pretende-se saber se, analisadas de *per se*, as IESP têm as fronteiras de eficiência no 2º quadriénio do período 2000-2008.

Nesta hipótese, cada IESP é analisada separadamente e define um conjunto em que as *DMUs* são os anos académicos. Deste modo é possível determinar, para cada IESP, o ano em que internamente se verificaram as “melhores práticas”.

10.4.2 Variáveis

Consideraram-se as seguintes variáveis:

- Variáveis de *input*
 - Gasto anual médio por aluno graduado

- Valores anuais (€) deflacionados pelo índice de preços no consumidor (IPC) sendo 2000 o ano base.
- Número de professores por 100 alunos
 - Número em equivalente a tempo integral (ETI).
- Variáveis de *output*
 - Índice de sucesso escolar
 - Baseado no conceito de *survival rate* da OCDE: “*Survival rate at the tertiary level is defined as the proportion of new entrants to the specified level of education who successfully complete a first qualification. It is calculated as the ratio of the number of students who are awarded an initial degree to the number of new entrants to the level n years before, n being the number of years of full-time study required to complete the degree*”.
 - Este índice é utilizado quer a nível internacional quer pelo OCES.
 - Número de doutorados por 100 licenciados
 - Este *output* só foi considerado quando da análise separada das universidades.

10.4.3 Modelos

Foi utilizado o modelo *DEA* de “*Super-eficiência SBM não orientado CRS*” já mencionado em 10.2.3.

10.4.4 Resultados

O quadro 10.4.4.1 e as figuras 10.4.4.1 e 10.4.4.2, mostram a evolução das eficiências “internas” das IESP no período 2000-2008. A sua análise permite concluir:

- Em termos médios, as universidades e os institutos politécnicos tiveram no segundo quadriénio (0.911) eficiências “internas” superiores às do primeiro quadriénio (0.761), o que corresponde a uma melhoria de 19.6%;

- Nas universidades, os valores médios das eficiências “internas” foram de 0.964 no segundo quadriénio e de 0.837 no primeiro, o que corresponde a um acréscimo de 15.2%;
- Não houve nenhuma universidade que “internamente” não tenha melhorado a sua eficiência;
- Nos institutos politécnicos, os valores médios das eficiências “internas” foram de 0.868 no segundo quadriénio e de 0.701 no primeiro, o que corresponde a um acréscimo de 23.8%;
- Apenas o Instituto Politécnico de Viana do Castelo (-11.6%) e o Instituto Politécnico de Lisboa (-5.5%) diminuíram as suas eficiências “internas” no segundo quadriénio.

Quadro 10.4.4.1: Eficiências “internas” das IESP

IESP	2000-1	2001-2	2002-3	2003-4	2004-5	2005-6	2006-7	2007-8	Média 1ºQ	Média 2ºQ	Var (2º/1º)
ISCTE	0.483	0.648	0.956	1.081	0.944	0.465	1.028	1.056	0,792	0,873	10,3%
U_BI	0.773	0.850	0.838	0.780	1.122	0.756	0.958	1.193	0,810	1,007	24,3%
U_Av	0.727	0.764	0.917	1.075	1.053	0.893	1.052	0.817	0,871	0,954	9,5%
U_c	0.831	0.697	1.013	0.861	0.870	1.086	1.035	1.017	0,850	1,002	17,8%
U_E	0.890	1.095	0.760	0.876	1.019	1.040	0.644	1.076	0,905	0,945	4,3%
U_L	0.731	0.873	1.059	0.962	1.008	1.022	0.951	1.021	0,906	1,001	10,4%
U_TAD	0.195	0.236	0.735	1.068	1.005	1.047	0.566	0.750	0,558	0,842	50,8%
U_AI	1.019	0.768	0.687	1.018	0.904	1.012	1.044	1.089	0,873	1,012	15,9%
U_M	0.819	0.865	0.936	1.014	1.046	0.875	0.698	1.027	0,909	0,911	0,3%
U_P	0.767	0.822	0.793	0.923	0.946	1.088	0.900	1.082	0,826	1,004	21,5%
U_NL	0.604	0.618	0.840	1.025	1.021	0.928	1.055	1.065	0,772	1,017	31,8%
U_TL	1.065	0.915	1.000	0.924	1.016	1.002	0.894	1.068	0,976	0,995	2,0%
IP_G	0.607	0.757	0.595	0.836	0.762	0.694	0.791	1.217	0,699	0,866	23,9%
IP_Be	0.662	0.810	0.731	0.777	0.726	0.886	0.939	1.067	0,745	0,904	21,4%
IP_Br	0.726	0.626	0.398	0.453	0.532	0.714	1.000	1.016	0,551	0,815	48,1%
IP_CB	0.678	0.663	0.762	0.849	0.952	0.819	0.955	1.047	0,738	0,943	27,8%
IP_C	0.444	0.486	0.501	0.507	0.581	0.602	0.566	1.664	0,485	0,853	76,0%
IP_Le	0.658	0.593	0.617	0.589	0.674	0.869	1.010	1.026	0,614	0,895	45,6%
IP_L	0.710	0.838	1.017	1.041	0.913	0.775	0.820	0.901	0,902	0,852	-5,5%
IP_Pg	1.111	0.743	0.602	0.690	0.765	0.786	0.944	1.048	0,787	0,886	12,6%
IP_Sa	0.545	0.502	0.472	0.674	0.677	0.573	0.793	1.261	0,548	0,826	50,8%
IP_Se	0.578	0.600	0.664	0.690	0.701	0.675	0.772	1.296	0,633	0,861	36,0%
IP_T	0.550	0.550	0.536	0.901	0.845	0.619	0.735	1.113	0,634	0,828	30,5%
IP_VC	0.709	0.662	0.772	1.203	0.833	0.690	0.646	0.791	0,836	0,740	-11,6%
IP_Vi	0.737	0.666	0.603	0.723	0.697	0.742	0.858	1.166	0,682	0,866	26,9%
IP_CA	0.836	0.738	0.857	1.026	0.918	0.812	1.010	1.016	0,865	0,939	8,6%
IP_P	0.693	0.777	0.778	0.913	0.902	0.888	0.902	1.096	0,790	0,947	19,8%
Média	0,709	0,710	0,757	0,870	0,868	0,828	0,873	1,074	0,761	0,911	19,6%

Figura 10.4.4.1: Variação das eficiências “internas” das IESP

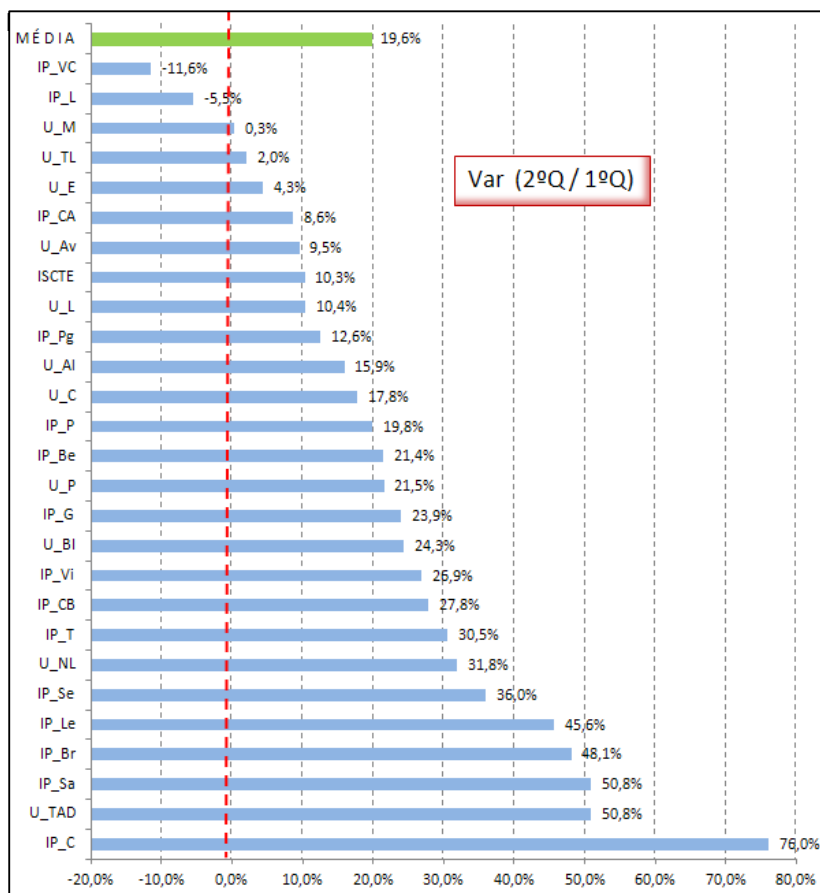
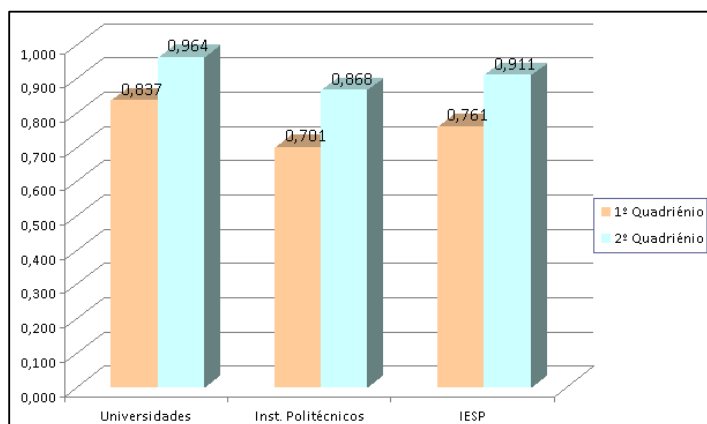


Figura 10.4.4.2: Variação das eficiências “internas” das IESP (agregadas por subsistema de ensino)



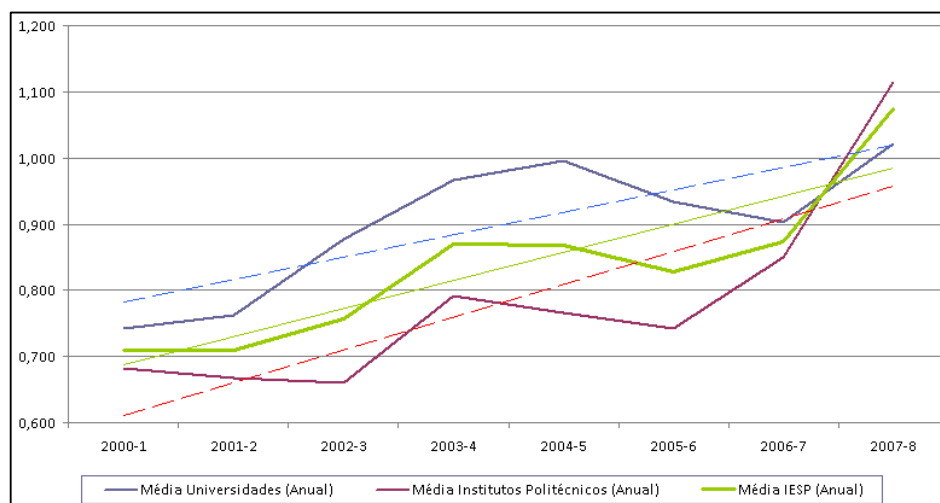
10.4.5 Conclusões

O objectivo desta hipótese de investigação é testar se, analisadas de *per se*, as instituições do ensino superior público têm as fronteiras de eficiência no 2º quadriénio do período 2000-2008.

Nesta hipótese, cada IESP é analisada separadamente e define um conjunto em que as *DMUs* são os anos académicos. Deste modo é possível determinar, para cada IESP, o ano em que internamente se verificaram as “melhores práticas”.

A Figura 10.4.5.1 complementa os resultados de 10.4.4 mostrando que em termos médios as eficiências “internas” tenderam a melhorar no período 2000-2008.

Figura 10.4.5.1: Tendências das eficiências “internas” das IESP (agregadas por subsistema de ensino)



Por outro lado, recorrendo ao *escalonamento multidimensional* (Quadro 10.4.5.1), constata-se haver grande homogeneidade nas IESP no que concerne ao comportamento da evolução das suas eficiências “internas”: A estatística *stress* é muito baixa em termos médios (inferior a 0.02) e não ultrapassa os 0.03 em termos individuais, indicando não haver grandes discrepâncias entre os ordenamentos anuais das eficiências “internas” das IESP.

Quadro 10.4.5.1: Comportamento das “eficiências internas”

		Source	
		SRC_1	Mean
Object	P1	,0257	,0257
	P2	,0066	,0066
	P3	,0243	,0243
	P4	,0138	,0138
	P5	,0106	,0106
	P6	,0231	,0231
	P7	,0264	,0264
	P8	,0114	,0114
	Mean	,0177	,0177

Face ao exposto, não se rejeita a hipótese formulada em 10.4.1.

10.5 A Hipótese de Investigação 4

10.5.1 Objectivo

Com esta hipótese de investigação pretende-se saber se as eficiências relativas das instituições do ensino superior público são influenciadas pelas respectivas condições sócio económicas das regiões em que se situam.

10.5.2 Variáveis

Consideraram-se as seguintes variáveis:

- Variáveis de *input*
 - Gasto anual médio por aluno graduado

- Valores anuais (€) deflacionados pelo índice de preços no consumidor (IPC) sendo 2000 o ano base.
- Número de professores por 100 alunos
 - Número em equivalente a tempo integral (ETI)
- Variáveis de *output*
 - Índice de sucesso escolar
 - Baseado no conceito de *survival rate* da OCDE: “*Survival rate at the tertiary level is defined as the proportion of new entrants to the specified level of education who successfully complete a first qualification. It is calculated as the ratio of the number of students who are awarded an initial degree to the number of new entrants to the level n years before, n being the number of years of full-time study required to complete the degree*”.
 - Este índice é utilizado quer a nível internacional quer pelo OCES.
 - Indicador sócio económico das regiões (NUTS III)
 - Esta variável é “não discricionária”, isto é, não depende da actuação do decisor.

10.5.3 Modelos

Para determinar as eficiências relativas sem a incorporação da variável “não discricionária” utilizou-se o modelo *DEA* de “*Super-eficiência SBM não orientado CRS*” já mencionado em 10.2.3.

Para calcular as eficiências relativas com a incorporação da variável “não discricionária” utilizou-se o modelo de “*Super-eficiência SBM não orientado CRS, variáveis não discricionárias*” desenvolvido em 6.6 e referenciado como “modelo 6.6.3”.

10.5.4 Resultados

A análise refere-se apenas aos institutos politécnicos. As universidades foram excluídas dado existirem dois factos que enviesariam fortemente os resultados:

- Não faz sentido a análise conjunta com os institutos politécnicos (conforme se concluiu quando do estudo da Hipótese 1);
- A análise separada das universidades também não é recomendável:
 - Um terço das universidades situa-se em Lisboa;
 - Elevado número de *inputs* e *outputs* o que não tornaria o modelo minimamente parsimonioso (com a inclusão da variável “não discricionária” haveria um total de cinco variáveis).

Tendo como referência publicações do Instituto Nacional de Estatística (INE) contendo indicadores sobre o desenvolvimento sócio económico das regiões (agregadas em NUTS III), e após se investigar a relação existente entre esses indicadores e as eficiências relativas, seleccionaram-se:

- Densidade populacional (nº habitantes por km²);
- Poder de compra (Portugal, base=100);
- Índice de competitividade (Portugal, base=100).

Para não incorporar demasiadas variáveis no modelo, construiu-se o “indicador de desenvolvimento sócio económico” a partir da redução unidimensional daqueles três indicadores. Para o efeito usou-se a Análise Categórica de Componentes Principais (técnica apresentada no capítulo 8).

Como não havia informação para todos os anos do período 2000-2008, a análise centra-se nos valores médios das variáveis no período 2004-2008.

Os resultados constantes nos quadros A.3.1 e A.3.2 (em anexo) mostram que é possível traduzir numa única variável cerca de 85% da informação dos três indicadores acima referidos.

A essa nova variável chamou-se “Indicador Sócio Económico”. Ela contém mais de 86% da informação da “Densidade” e do “Poder de Compra” e cerca de 80% do “índice de Competitividade”.

Existem várias formas de tratar variáveis “não discricionárias”. O processo aqui seguido foi o de analisar a correlação (como não existe “normalidade” utilizou-se a correlação de *Spearman*).

O Quadro 10.5.4.1 apresenta as correlações entre as eficiências relativas dos institutos politécnicos e as restantes variáveis, sendo de salientar:

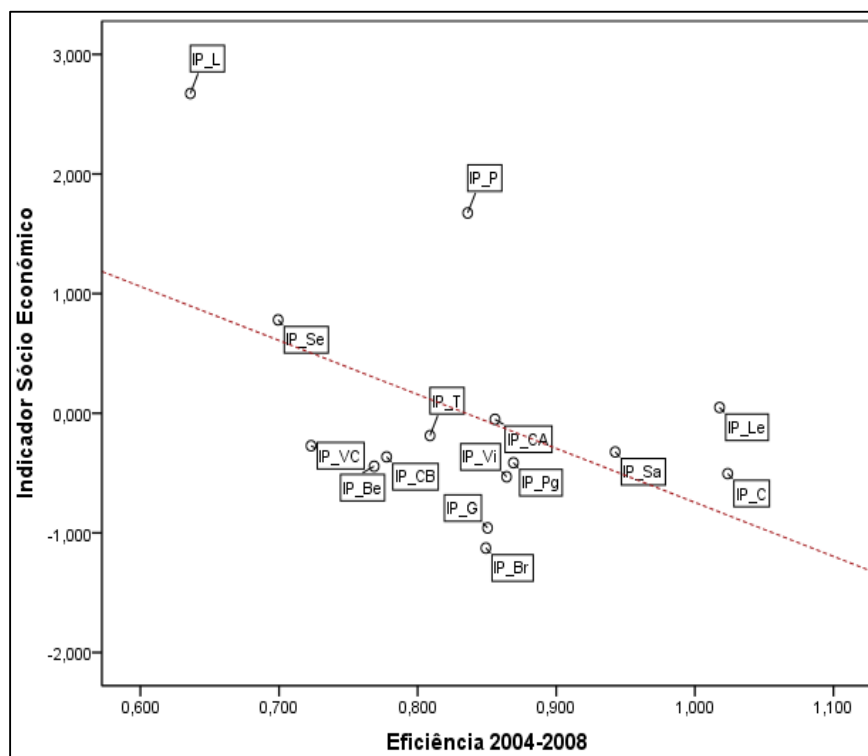
- A eficiência está correlacionada negativamente com as restantes variáveis;
 - Tendencialmente, quanto maior é o valor da eficiência relativa menor é o das outras variáveis
- Há uma importante correlação negativa entre a eficiência relativa e o “Indicador Sócio Económico” (ISE).
 - Correlação de -0.546 (válida para um nível de significância de 1.2%)

Pode então concluir-se que, tendencialmente, os institutos politécnicos mais eficientes são os que operam em regiões em que o ISE é mais baixo (Figura 10.5.4.1).

Quadro 10.5.4.1: Eficiência relativa *versus* variáveis não discricionárias
Correlação de Spearman

Correlations						
		Eficiência 2004-2008	Densidade Populacional	Poder de Compra per Capita	Índice de Competitividade	Indicador Sócio Económico
Eficiência 2004-2008	Correlation Coefficient	1	-,391	-,338	-,298	-,546 [*]
	Sig. (1-tailed)		,075	,109	,140	,012
	N	15	15	15	15	15
Densidade Populacional	Correlation Coefficient	-,391	1	,870 ^{**}	,804 ^{**}	,935 ^{**}
	Sig. (1-tailed)	,075		,000	,000	,000
	N	15	15	15	15	15
Poder de Compra per Capita	Correlation Coefficient	-,338	,870 ^{**}	1	,866 ^{**}	,935 ^{**}
	Sig. (1-tailed)	,109	,000		,000	,000
	N	15	15	15	15	15
Índice de Competitividade	Correlation Coefficient	-,298	,804 ^{**}	,866 ^{**}	1	,910 ^{**}
	Sig. (1-tailed)	,140	,000	,000		,000
	N	15	15	15	15	15
Indicador Sócio Económico	Correlation Coefficient	-,546 [*]	,935 ^{**}	,935 ^{**}	,910 ^{**}	1
	Sig. (1-tailed)	,012	,000	,000	,000	
	N	15	15	15	15	15

Figura 10.5.4.1: Relação entre a eficiência relativa e o Indicador Sócio Económico



Dado a correlação ser negativa, a variável ISE é considerada no modelo (6.6.3) como um *output* “não discricionário”.

O Quadro 10.5.4.2 e a Figura 10.5.4.2 comparam as eficiências relativas dos institutos politécnicos sem e com a incorporação da variável “não discricionária” ISE, constatando-se:

- Com a incorporação do ISE nenhum instituto politécnico reduz a sua eficiência relativa;
- Os institutos politécnicos de Leiria, Lisboa, Setúbal, Tomar, Viana do Castelo e Porto, melhoram as suas eficiências relativas.
 - Os crescimentos mais significativos são nos institutos politécnicos de Lisboa e Porto.

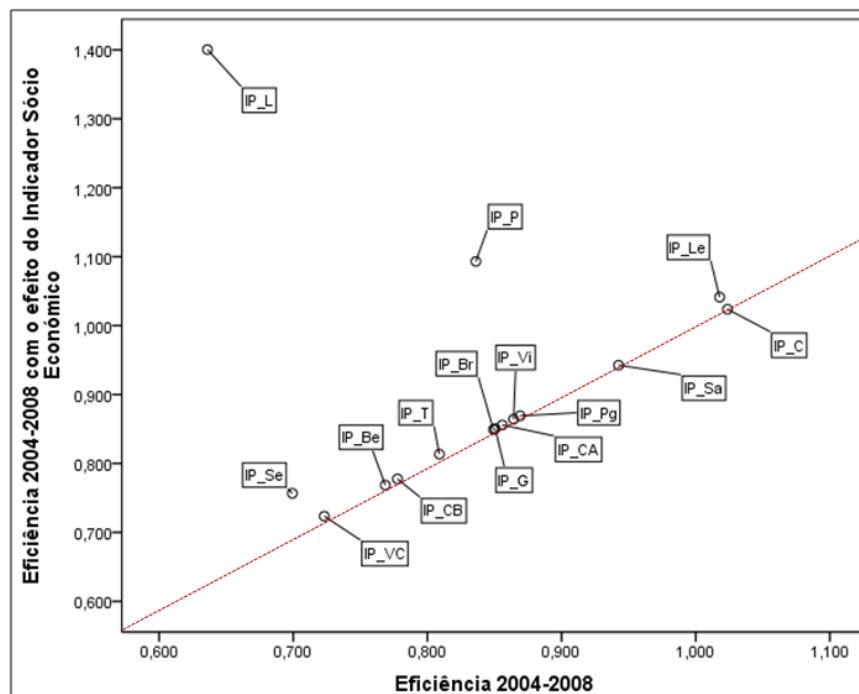
Quadro 10.5.4.2: Eficiências relativas sem e com incorporação do Indicador Sócio Económico

Instituto Politécnico da Guarda	0,851	0,851
Instituto Politécnico de Beja	0,769	0,769
Instituto Politécnico de Bragança	0,849	0,849
Instituto Politécnico de Castelo Branco	0,778	0,778
Instituto Politécnico de Coimbra	1,024	1,024
Instituto Politécnico de Leiria	1,018	1,041
Instituto Politécnico de Lisboa	0,636	1,392
Instituto Politécnico de Portalegre	0,869	0,869
Instituto Politécnico de Santarém	0,943	0,943
Instituto Politécnico de Setúbal	0,699	0,757
Instituto Politécnico de Tomar	0,809	0,814
Instituto Politécnico de Viana do Castelo	0,723	0,724
Instituto Politécnico de Viseu	0,864	0,864
Instituto Politécnico do Cávado e do Ave	0,856	0,856
Instituto Politécnico do Porto	0,836	1,093

Numa primeira leitura, estes resultados podiam ser interpretados como as eficiências relativas que as instituições deveriam ter se se eliminasse o efeito das características sócio económicas das regiões em que se situam.

No entanto, como a correlação não é perfeita (-0.546), as eficiências relativas calculadas sem e com a incorporação do ISE devem ser entendidas como definindo os intervalos de eficiência onde se deverão situar as instituições.

Figura 10.5.4.2: Eficiências relativas sem e com incorporação do Indicador Sócio Económico



10.5.5 Conclusões

Com esta hipótese de investigação pretende-se saber se as eficiências relativas das instituições do ensino superior público são influenciadas pelas respectivas condições sócio económicas das regiões em que operam.

Conforme se constatou, os institutos politécnicos têm as suas eficiências relativas correlacionadas negativamente com a variável ISE que caracteriza as respectivas regiões.

Vários estudos internacionais apontam para conclusões parecidas quando comparam o impacto do desenvolvimento das regiões na eficiência. Por exemplo, em *“On the measurement and causes of technical inefficiency in local public services: with an application to public education”* Ruggiero (2004), embora seguindo uma metodologia diferente, chegou a conclusões semelhantes quando analisou as escolas de Nova York.

Num estudo comparativo sobre o sistema de Investigação e Desenvolvimento, Bilhim (1995), embora utilizando uma metodologia diferente, também constata haver uma correlação negativa entre o desempenho das instituições e as respectivas condições sócio económico, quando estas lhes são adversas.

Assim, pelo atrás referido, não se rejeita a hipótese formulada em 10.5.1.

CAPÍTULO 11 CONCLUSÕES

11.1 Conclusões finais

Nesta tese pretendeu-se avaliar o desempenho das instituições (IESP) – universidades e institutos politécnicos – do ensino superior público, tendo como base oito períodos académicos (2000-2001 a 2007-2008).

Recorrendo à metodologia *DEA*, propôs-se uma abordagem que, até à presente data, não foi utilizada para o ensino superior:

- Analisar a eficiência e a produtividade considerando a possibilidade de, simultaneamente, as *DMUs* poderem reduzir o valor dos seus *inputs* e aumentar o valor dos seus *outputs*;
- Introduzir o conceito de “super eficiência”, de modo a permitir uma maior discriminação entre as instituições. Este conceito, permite contornar as regras empíricas existentes sobre o número máximo de variáveis - *inputs* e *outputs* – que se devem considerar no estudo de um dado número de *DMUs*;
- Analisar separadamente a evolução das eficiências de cada *DMU*, tendo como base apenas o seu histórico;
- Estudar, através da incorporação de variáveis exógenas e do conceito de “super eficiência”, o impacto das condições sócio económicas das regiões onde as *DMUs* operam.

Para o efeito, formularam-se quatro hipóteses de investigação.

A análise foi efectuada tendo como suporte o modelo *DEA* que, embora desenvolvido e programado para estudo da “Hipótese de Investigação 4”, serviu também para o estudo das restantes hipóteses dado, matematicamente, poderem ser consideradas casos particulares. De realçar o facto do modelo obtido poder ser utilizado em estudos de outros casos com características semelhantes ao agora tratado.

Conclusões mais relevantes:

- Hipótese de Investigação 1

“Os dois tipos de instituições do ensino superior público (IESP), universidades e institutos politécnicos, têm eficiências relativas semelhantes”:

- A comparação só faz sentido caso se considerem para os dois subsistemas de ensino os mesmos *inputs* e *outputs* de modo a se obter uma fronteira comum,
- No entanto, nas universidades existe um *output* importante – Percentagem do número de doutorados comparativamente ao número de licenciados – que não existe nos institutos politécnicos;
- Assim, a análise centrou-se na comparação das eficiências relativas médias tendo como base as respectivas fronteiras. Neste quadro, verificou-se que, termos médios anuais, as universidades estão mais próximas das suas “melhores práticas” do que os institutos politécnicos.

- Hipótese de Investigação 2

“A produtividade das IESP aumentou no período 2000-2008”:

- Nos dois subsistemas de ensino a produtividade aumentou em termos médios;
- Nas universidades, o aumento da produtividade deveu-se às contribuições positivas da variação da “eficiência relativa” e da variação das “melhores práticas” (também conhecida por fronteira, tecnologia ou inovação);
- Já no que respeita aos institutos politécnicos, foi nula a contribuição da variação da “eficiência relativa” e positiva a das “melhores práticas”.

- Hipótese de Investigação 3

“Individualmente, as IESP têm as fronteiras de eficiência no último quadriénio”:

- Nesta hipótese, para cada instituição, analisada de *per se*, foi identificado o ano em se verificaram as suas “melhoras práticas” ;
- Constatou-se que, em termos médios, as instituições tiveram as suas “melhores práticas” no segundo quadriénio do período 2000-2008.

- Hipótese de Investigação 4

“As eficiências das IESP são influenciadas pelas respectivas condições sócio económicas das regiões em que se situam”:

- Nesta hipótese só foram considerados os institutos politécnicos;
 - Pelas mesmas razões invocadas para a “Hipótese 1”.
 - Por uma análise separada para as universidades enviar os resultados, dado um terço se situar em Lisboa.
- Por falta de informação, centrou-se a análise no período 2004-2008;
- Incorporou-se no estudo um Indicador Sócio Económico de modo a caracterizar as regiões onde operam as instituições;
- Verificou-se uma tendência de, em termos médios, as condições mais adversas incentivam a melhoria da eficiência.

11.2 Limites da investigação

Pelas razões que se expõem de seguida, as conclusões deste estudo devem ser encaradas com algum cuidado. Objectivamente, elas devem ser entendidas como um mero indicador da tendência dos valores médios das instituições e parâmetros considerados:

- Teoricamente, um modelo será tanto melhor quanto melhor representar a realidade que pretende retratar. Esta condição pode, no entanto, levar a que o modelo se torne demasiado complexo e de interpretação difícil. Por esta razão, o modelo deverá “abstrair-se” de alguns detalhes que, embora existentes no “sistema real”, se supõe não enviesar significativamente o objectivo do estudo;
- Adicionalmente, a informação considerada deve ser FADA, isto é, Fíável, Atempada, Disponível e Acessível. A ausência de alguma destas características pode ter consequências bastantes nefastas nos resultados das análises;
- Um último ponto, não necessariamente menos importante, é o grau de profundidade com que o investigador está sensibilizado sobre o “sistema real” que pretende estudar.

Estes três pontos sintetizam os limites desta investigação. Começando pelo último, e traduzidos de outra forma, são:

- Apesar dos contínuos esforços no sentido de perceber, tão bem quanto possível, o “sistema real” que pretendia abordar, o autor desta tese não se considera um *expert* desta área;
- Neste estudo, as principais fontes de informação foram oficiais (Instituto Nacional de Estatística, Direcção Geral do Ensino Superior, Direcção Geral do Orçamento, GPEARI, OCDE, ...). Ora, apesar de serem oficiais, os dados não necessariamente verificam a condição FADA. O processo da sua obtenção (por exemplo através de inquéritos) e da sua agregação ou desagregação a partir de origens diversas é, em grande parte, a explicação para algumas incongruências detectadas. No entanto é provável que, com as novas aplicações informáticas, uma parte destas dificuldades seja ultrapassada;
- Até certo ponto, as variáveis consideradas nos modelos foram seleccionadas com base no acima referido. Estudos realizados sobre outros países, Inglaterra por exemplo, sugerem ser desejável um leque mais abrangente de variáveis.

11.3 Pistas para investigação futura

Nesta tese estudaram-se as eficiências relativas e as produtividades das universidades e dos institutos politécnicos do ensino superior público no período 2000-2008. Apesar do seu pequeno contributo, o trabalho, agora apresentado, pode lançar pistas para investigações futuras:

- Ao nível de estudos comparativos;
 - Comparar os sistemas públicos e privados.
 - Comparar os desempenhos pré e pós implementação do Tratado de Bolonha.
 - Comparar o ensino superior português ao de outros países.
- Ao nível dos tipos de instituições;
 - Analisar ao nível de faculdade e instituto.

- Analisar ao nível departamental.
- Analisar ao nível de área de conhecimento.

- Ao nível da informação.
 - Incorporar mais *inputs* e *outputs*
 - Incorporar informação qualitativa

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbott, M. and Doucouliagos, C. (2003). The Efficiency of Australian Universities: A Data Envelopment Analysis. *Economics of Education Review*, 22 (1), pages 89-97.

Afonso, A. and Aubyn, M. S. (2005). Non-parametric Approaches to Education and Health Efficiency in OECD Countries. *Journal of Applied Economics*, 8 (2), November, 227-246. *Portuguese Journal of Management Studies*, vol. III, nº1.

Afonso, A. and Santos, M. (2008). A *DEA* approach to the relative efficiency of portuguese public universities.

Agasisti, T. and Johnes (2007). Beyond Frontiers: Comparing the Efficiency of Higher Education Decision-Making Units Across Countries. *Education Economics*, iFirst, 1-22.

Aigner, D., Lovell, C. A. K., and Schmidt, P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production functions models. *Journal of Econometrics*, 6(1):21-37.

Andersen, P., Petersen N. (1993). A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. *Management Science*, 39, 1261-1264.

Andres, L and Pechar, H. (2011). Higher-education policies and welfare regimes: International comparative perspectives. *Higher education policy*, vol. 24.

Athanassopoulos, A. and Shale, E (1997). Assessing the Comparative Efficiency of Higher Education Institutions in the UK by Means of Data Envelopment Analysis. *Education Economics*, 5 (2), 117-134.

Banker R, Charnes A, Cooper WW. (1984), Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science* 1984, 32, 1078-92.

Battese, G. E. and Coelli, T. J. (1995). A model for technical efficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. *Empirical Economics*, 20, 325–332.

- Beasley, J. E. (1995). Determining Teaching and Research Efficiencies. *Journal of Operational Research Society*, 46 (4) 441-452.
- Berg, S. A., Forsund, F. R., Jansen, E. S. (1992). *Malmquist* indices of productivity growth during the deregulation of Norwegian banking, 1980-89. *Scandinavian Journal of Economics*, 94, S211-S228.
- Bilhim, J. (1995). *Gestão de ciência e tecnologia: Uma abordagem sociológica*. ISCSP, Lisboa.
- Bilhim, J. (2004). *Políticas públicas e agenda política*. CAPP – ISCSP, Lisboa.
- Bilhim, J. (2004). *Teoria organizacional: Estruturas e pessoas*. ISCSP, Lisboa.
- Bilhim, J. (2006). *Ciência da administração: Relação público/privado*. Escolar Editora, *Estudo e Ensino da Administração Pública em Portugal*, 33-53.
- Boarini, R., Maisoneuve, H., Martins, J., Saadi, C. and Strauss, R. (2007). The policy determinants of investment in tertiary education. Working papers, nº576. Paris: OECD.
- Bouckaert, G., Halligan J. (2008). *Managing performance, international comparisons*. Routledge, London.
- Boyne, G. A. (2000). Planning, performance and public services. *Public administration review*.
- Bruijn, H., (2001). *Managing performance in the public sector*. Routledge, London, 1st edition..
- Bruijn, H., (2007). *Managing performance in the public sector*. Routledge, London, 2nd edition..
- Camanho, A. S. (1999). Performance measurement and improvement in the management of bank branch networks using Data Envelopment Analysis. Phd, University of Warwick.
- Caves, D. W., Christensen, L. R., Diewert, W. E. (1982). The economic theory of index

numbers and the measurement of *input*, *output* and productivity. *Econometrica*, (50), 1393-1414.

Charnes A, Cooper W. W, Lewin AY, Seiford LM. (1994). *Data envelopment analysis: theory, methodology, and applications*. Boston: Kluwer Academic Publishers, 253-272.

Charnes A, Cooper W. W, Rhodes E. (1978), Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-44.

Coelli, T. J., Rao, P., O'Donnell, C. J., Battese, G. E. (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis*. 2nd edition, Springer.

Cooper, W., Seiford, L. (2007), *Data Envelopment Analysis*, 2nd edition, Springer.

Debreu, G (1951). The coefficient of resource utilization. *Econometrica*, 19(3):273-292.

El-Khawas, E. (2002). *Governance in US universities: Aligning international dynamics with today's needs*. *Governing higher education: National perspectives on educational governance*, Kluwer Academic Publishers.

Espingandersen, G. (1990). *The three worlds of welfare capitalism*. Princeton. University Press.

Fare R, Grosskopf S, Lindgren B, Roos P. (1994), "Productivity developments in Swedish hospitals: a *Malmquist output* index approach". In: Charnes A, Cooper WW, Lewin AY, Seiford LM, editors. *Data envelopment analysis: theory, methodology, and applications*. Boston: Kluwer Academic Publishers, 253-72.

Farrel, M.J. (1957). The measurement of productivity efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A, general* 120(3):253-281.

Fernandes, M. V. (2007). *Desenvolvimento de um sistema de avaliação e melhoria de desempenho no sector do retalho*. Tese de doutoramento. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Flegg, A. T., Allen, Field, K. and Thurlow, T. W. (2004). 'Measuring the efficiency of British universities: a multi-period data envelopment analysis'. *Education Economics*, 12(3), 231 – 249.

Garcia-Aracil, A. e Palomares-Montero, D. (2007). Methodological problems to measure university efficiency in relation with its geographic localization. Institute for Innovation and Knowledge Management, Valencia, Spain.

Glass, J. C., McCallion, G., Mckillop, D. G., Syamarlah, R. and Stringer, K. S. (2006). Implications of variant efficiency measures for policy evaluations in UK higher education. *Socio-Economic Planning Sciences*, 40, 119-142.

Grosskopf, S., Fare, R. S., Roos, p. (1998). *Malmquist* productivity indexes: A survey of theory and practice. Kluwer Academic Publishers, Boston.

Harfouche, A. (2010). Opções políticas em saúde: Efeitos sobre a eficiência hospitalar. Tese de doutoramento. ISCSP. UTL.

Jobson, J. D. (1995). *Applied multivariate data analysis*. Springer: New York.

Johnes, J. (2006). Data envelopment analysis and its application to the measurement of efficiency in higher education. *Economics of Education Review*, 25, 273-288.

Johnes, J. (2006). Efficiency and productivity change in the English higher education sector from 1996/97 to 2002/03. Lancaster University, Management School, working paper 017.

Johnes, J. e Yu, L. (2008). Measuring the research performance of Chinese higher education institutions using data envelopment analysis. *China Economic Review*, 19, 679-696.

Johnstone, D. B. (2006). Financing higher education: Cost-sharing in international perspective. Boston college center for international higher education. Boston.

Joumady, O. and Ris C. (2005). Performance in European higher education: A non-parametric production frontier approach. *Education Economics*, 13 (2), 189-205.

Kempkes, G. and Pohl, C. (2007). The efficiency of German universities – Some evidence from non-parametric and parametric models. CESifo Economic Studies, Venice.

Koopmans, T. C. (1951). Activity analysis of production and allocation. John Wiley and Sons. New York.

Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. Archives of psychology.

Lopes, R. (2001). Actuais tendências do ensino superior politécnico na Europa. *politécnica*, vol. 2, nº 2.

Lovell, C. A. K., Rouse, A. P. B. (2003). Equivalent standard DES models to provide super-efficiency scores. *Journal of the Operational Research Society*, (54) 101-108.

Malmquist, S., (1953). Index numbers and indifference surfaces. *Trabajos de Estadística* 4, 209-242.

McMillan, M. and Datta D. (1998). The Relative Efficiencies of Canadian Universities: A *DEA* Perspective. *Canadian Public Policy – Analyse de Politiques*, 24(4), 485-511.

Meeusen, W., Broeck, j. (1977). Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. *International Economic Review* 18:2 (June), 435-444.

Musselin, C., Mignot-Gerard, S. (2002). The recent evolution of French universities. *Governing higher education: National perspectives on educational governance*, Kluwer Academic Publishers.

Nishisato, S. (1980). *Analysis of categorical data: Dual scaling and its applications*. University of Toronto Press.

Nishisato, S. (1994). On quantifying different types of categorical data. *Psychometrika*.

Organisation for Economic Cooperation and Development (2010). *Education at a Glance*.

Pareto, V. (1906). *Manual of political economy*.

Parkinson, C. N. (1964). *Parkinson's law*. New York, Penguin.

Pollit, C. (2003). *The essential public manager*. Open University Press, McGraw-Hill Education, England.

Pressman, J. L., Wildavsky, A., (1984). *A implementation: How great expectations in Washington are dashed in Oakland*. University of California Press, 3rd edition.

Prichard, C. (2000). *Making managers in universities and colleges*. Buckingham, Society for Research into Higher Education and Open University Press.

Pinto, R. R. (2009). *Introdução à análise de dados*. Edições Sílabo, Lisboa.

Ray, S. (2004). *Data Envelopment Analysis, Theory and Techniques for Economics and Operations Research*. Cambridge University Press, U.K..

Ray, S. and Jeon, Y. (2008). Reputation and efficiency: A non-parametric assessment of America's top-rated MBA programs. *European Journal of Operational Research*, 189, 245-268.

Reed, M., Deem, R. (2002). *New Managerialism: The manager academic and technologies of management in universities: Looking forward to virtuality*. The virtual university, Oxford University Press.

Ruggiero, J. (2004) Performance evaluation when non-discretionary factors correlate with technical efficiency. *European Journal of Operational Research*, 159 (1), 250-257.

Ruggiero, J., Ducombe, W., Miner, J. (1995). On the measurement causes of technical efficiency in local public services: with an application to public education. *Journal of public administration research and theory*, 4, 403-428.

Sarrico, C.S. and Dyson R. G. (2000). Using *DEA* for planning in UK universities -- an institutional perspective. *Journal of the Operational Research Society*, 51(7), 789-800.

Seiford, L. M. (1996). Data Envelopment Analysis: The evolution of the state of the art (1978-1995). *The Journal of Productivity Analysis*, 7, 99-137.

Sheskin, D. J. (2007). *Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures*. Chapman & Hall/CRC, 4th edition.

Stevens, P. (2005). A Stochastic Frontier Analysis of English and Welsh Universities. *Education Economics*, 13(4), 355-374.

Simão, V., Dos Santos, S. e Costa, A. (2003). *Ensino superior: Uma visão para a próxima década*. Gradiva.

Simar, L. and Wilson, P. W. (2000). Statistical inference in nonparametric frontier models: The state of the art. *Journal of Productivity Analysis*, 13(1), 49–78.

Simar, L. and Wilson, P. W. (2006). *Efficiency analysis: the statistical approach (Syllabus of the Summer School in Advance Quantitative Methods for Productivity and Efficiency Analysis)*. University of Pisa, Pisa.

Talbot C. (2005). *Performance management*. The Oxford handbook of public management. Oxford university press.

Thrall, R. M. (2000). Measures in *DEA* with application to the *Malmquist* index. *Journal of productivity Analysis*, 13, 125-137.

Thurstone, L. L. (1928) Attitudes can be measured. *American journal of sociology*, 33.

Tomkins, C. and Green, R. (1988). An experiment in the use of data envelopment analysis for evaluating the efficiency of UK university departments of accounting. *Financial Accountability and Management*, 4(2), 147-164.

Tone, K., (2002). A slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 143, 32-41.

Van Dooren, W., Bouckaert, G. (2003). *Performance measurement and management*. T. Bovaird and E. Löffler edition, Routledge.

ANEXOS

ANEXO 1

Quadro A.1: Modelo *SBM* não orientado: *CRS* versus *VRS*
(Valores médios dos *inputs* e *outputs* 2004-2008)

UNIVERSIDADES	CRS	VRS	CRS/VRS
Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa	1,000	1,000	1,000
Universidade da Beira Interior	0,804	0,829	0,970
Universidade de Aveiro	0,839	0,873	0,961
Universidade de Coimbra	0,875	0,918	0,953
Universidade de Évora	0,789	0,799	0,987
Universidade de Lisboa	0,859	0,890	0,964
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro	0,844	0,861	0,981
Universidade do Algarve	0,816	0,816	1,000
Universidade do Minho	1,000	1,000	1,000
Universidade do Porto	1,000	1,000	1,000
Universidade Nova de Lisboa	1,000	1,000	1,000
Universidade Técnica de Lisboa	0,884	0,884	1,000

ANEXO 2

Quadro A.2: Modelo SBM não orientado: CRS versus VRS
(Valores médios dos *inputs* e *outputs* 2004-2008)

INSTITUTOS POLITÉCNICOS	CRS	VRS	CRS/VRS
Instituto Politécnico da Guarda	0,851	0,851	1,000
Instituto Politécnico de Beja	0,767	0,767	1,000
Instituto Politécnico de Bragança	0,849	0,849	1,000
Instituto Politécnico de Castelo Branco	0,774	0,774	1,000
Instituto Politécnico de Coimbra	1,000	1,000	1,000
Instituto Politécnico de Leiria	1,000	1,000	1,000
Instituto Politécnico de Lisboa	0,636	0,636	1,000
Instituto Politécnico de Portalegre	0,865	0,865	1,000
Instituto Politécnico de Santarém	0,938	0,981	0,956
Instituto Politécnico de Setúbal	0,699	0,699	1,000
Instituto Politécnico de Tomar	0,809	0,809	1,000
Instituto Politécnico de Viana do Castelo	0,721	0,721	1,000
Instituto Politécnico de Viseu	0,864	0,864	1,000
Instituto Politécnico do Cávado e do Ave	0,859	0,918	0,936
Instituto Politécnico do Porto	0,834	0,834	1,000

ANEXO 3

Quadro A.3.1: Indicadores sobre a redução da informação (1/2)

Model Summary			
Dimension	Cronbach's Alpha	Variance Accounted For	
		Total (Eigenvalue)	% of Variance
1	,908	2,534	84,459
2	-3,733	,287	9,555
3	-6,853	,180	5,986
Total	1,000 ^a	3,000	100,000

a. Total Cronbach's Alpha is based on the total Eigenvalue.

Quadro A.3.2: Indicadores sobre a redução da informação (2/2)

Variance Accounted For								
	Centroid Coordinates				Total (Vector Coordinates)			
	Dimension			Mean	Dimension			Total
	1	2	3		1	2	3	
Densidade Populacional	,876	,077	,326	,426	,862	,051	,086	1,000
Poder de Compra per Capita	,925	,132	,722	,593	,867	,040	,093	1,000
Índice de Competitividade	,912	,655	,220	,596	,804	,195	,000	1,000
Active Total	2,713	,865	1,268	1,615	2,534	,287	,180	3,000
% of Variance	90,423	28,829	42,265	53,839	84,459	9,555	5,986	100,000

ANEXO 4

Quadro A.4: Estatísticas regionais (NUTS III)

Institutos Politécnicos	NUTS III	Densidade Nº pessoas/Km2	Índice de Poder de Compra	PIB <i>per capita</i> (milhares €)	Índice de Competitividade
Instituto Politécnico da Guarda	Beira Interior Norte	27,6	68,2	9,4	85,5
Instituto Politécnico de Beja	Baixo Alentejo	15,3	71,3	11,4	86,4
Instituto Politécnico de Bragança	Alto Trás-os-Montes	26,8	64,2	9,0	83,0
Instituto Politécnico de Castelo Branco	Beira Interior Sul	20,2	82,4	11,8	85,5
Instituto Politécnico de Coimbra	Baixo Mondego	162,4	100,1	14,0	92,4
Instituto Politécnico de Leiria	Pinhal Litoral	149,2	88,4	14,1	97,7
Instituto Politécnico de Lisboa	Grande Lisboa	1465,2	158,7	22,7	118,1
Instituto Politécnico de Portalegre	Alto Alentejo	19,4	76,5	11,6	97,9
Instituto Politécnico de Santarém	Lezíria do Tejo	57,6	83,1	12,4	95,7
Instituto Politécnico de Setúbal	Península de Setúbal	489,5	109,1	10,5	99,6
Instituto Politécnico de Tomar	Médio Tejo	99,6	79,7	11,8	91,2
Instituto Politécnico de Viana do Castelo	Minho-Lima	112,9	67,0	8,6	93,0
Instituto Politécnico de Viseu	Dão-Lafões	82,7	68,4	9,6	93,2
Instituto Politécnico do Cávado e do Ave	Cávado	323,4	78,6	10,7	96,9
Instituto Politécnico do Porto	Grande Porto	1558,2	119,0	14,0	103,3

Fonte: Adaptado de INE

ANEXO 5

Quadro A.5: Indicador sócio económico
(Hipótese 4)

Institutos Politécnicos	Indicador Sócio Económico
Instituto Politécnico da Guarda	-0,96
Instituto Politécnico de Beja	-0,44
Instituto Politécnico de Bragança	-1,13
Instituto Politécnico de Castelo Branco	-0,36
Instituto Politécnico de Coimbra	-0,51
Instituto Politécnico de Leiria	0,05
Instituto Politécnico de Lisboa	2,67
Instituto Politécnico de Portalegre	-0,41
Instituto Politécnico de Santarém	-0,32
Instituto Politécnico de Setúbal	0,78
Instituto Politécnico de Tomar	-0,19
Instituto Politécnico de Viana do Castelo	-0,27
Instituto Politécnico de Viseu	-0,53
Instituto Politécnico do Cávado e do Ave	-0,05
Instituto Politécnico do Porto	1,67

ANEXO 6

Quadro A.6: Índice de Preços no Consumidor (IPC)
(Ano base: 2000)

Ano	IPC
2000	100,0
2001	104,3
2002	108,1
2003	111,7
2004	114,3
2005	116,9
2006	120,5
2007	123,5
2008	126,7

Fonte: Adaptado de INE