UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE

DEPARTAMENTO DE CONTABILIDADE E ATUÁRIA

Utilização da Análise por Envoltória de Dados (DEA) na Análise de Demonstrações Contábeis

Silvia Kassai

Tese apresentada ao Departamento de Contabilidade e Atuária da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutora em Contabilidade e Controladoria.

São Paulo

2002

Reitor da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Adolpho José Melfi

Diretora da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Profa. Dra. Maria Tereza Leme Fleury

Chefe do Departamento de Contabilidade e Atuária

Prof. Dr. Ariovaldo dos Santos

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE

DEPARTAMENTO DE CONTABILIDADE E ATUÁRIA

Utilização da Análise por Envoltória de Dados (DEA) na Análise de Demonstrações Contábeis

Silvia Kassai

Tese apresentada ao Departamento de Contabilidade e Atuária da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutora em Contabilidade e Controladoria.

Orientador: Prof. Dr. Ariovaldo dos Santos

São Paulo

2002

FICHA CATALOGRÁFICA

Kassai, Silvia

Utilização da Análise por Envoltória de Dados (DEA) na Análise de Demonstrações Contábeis / Silvia Kassai – São Paulo, 2002.

Tese (Doutorado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade-Universidade de São Paulo, 2002.

Orientador: Prof. Dr. Ariovaldo dos Santos

1. Análise por Envoltória de Dados - DEA 2. Análise de Balanços 3. Contabilidade 4. Análise de Desempenho

Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP II. Título.

CDD – 657

"A luta contra o erro tipográfico tem algo de homérico. Durante a revisão os erros se escondem, fazem-se positivamente invisíveis. Mas assim que o livro sai, tornam-se visibilíssimos, verdadeiros sacis a nos botar a língua em todas as páginas. Trata-se de um mistério que a ciência ainda não conseguiu decifrar..."

Monteiro Lobato

Aos meus filhos José Rubens e

Isabela, presentes que recebi de

forma tão inesperada e que encheram

de sentido e alegria minha vida.

Agradecimentos

Muitas pessoas contribuíram direta e indiretamente para a conclusão da presente pesquisa.

Ao Professor Ariovaldo dos Santos, membro da banca do concurso de ingresso ao Departamento, professor do curso de Graduação em Contabilidade e do Mestrado, orientador do Mestrado e do Doutorado, portanto, presença constante em minha carreira acadêmica, pelo seu incentivo, paciência e consideração. E pela possibilidade de convivência e orientações.

Ao Professor Carlos Humes Junior, que tornou possível essa incursão pelos números, dedicando-se a longas discussões, sem as quais este trabalho não teria sido concluído. E por ensinar que devemos alegrar-nos com as oportunidades que nos oferece a aceitação de que não conhecemos, nunca, tudo.

Ao Professor Luiz João Corrar, que em suas aulas mostrou, com dedicação, as possibilidades que nascem do casamento entre Métodos Quantitativos e a Contabilidade. E por suas contribuições a este trabalho.

Ao Professor Antonio Galvão Novaes agradeço por suas sugestões e leitura do trabalho desde antes da fase de qualificação.

Ao Professor Michael Paul Zeitlin, meu professor na disciplina de Pesquisa Operacional, quando cursava a graduação em Administração Pública, na Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas (EAESP-FGV). Foi quem primeiro me mostrou as possibilidades de utilizarmos os números em favor da gestão de empresas. Aproveito a menção para agradecer a todos os professores e colegas da Escola, que trago com orgulho em minha formação. E aproveito, igualmente, para agradecer ao Governo do Estado de São Paulo, que mantinha, à época, o convênio que me permitiu cursar gratuitamente a graduação na Escola.

Ao Professor Gilberto de Andrade Martins, membro da banca de defesa da tese de doutorado, por seus comentários e contribuições.

Ao Professor Marcelo Seido Nagano, que me apresentou um artigo sobre Análise por Envoltória de Dados no início desta pesquisa e me mostrou quais revistas brasileiras e estrangeiras o exploravam. E, posteriormente, dedicou-se a discussões sobre o assunto e sobre a tese.

Ao Professor Eliseu Martins agradeço, sempre e nunca de forma suficiente, pelo exemplo de liderança, profissionalismo e dedicação. E pelo incentivo permanente, desde o meu ingresso na Universidade.

À Professora Lor Cury (*in memorian*) Secretária Geral da Universidade de São Paulo, exemplo de dedicação à nossa instituição e a todos que nela trabalham, por sua generosidade e pelo prazer da convivência. Professora Lor, muito obrigada por me ajudar a entender um pouquinho mais do significado dessa grande instituição.

Agradeço aos Professores Sérgio de Iudícibus, Stephen Charles Kanitz, Reinaldo Guerreiro, Geraldo Barbieri, Alexandre Assaf Neto, Roberto Braga, Lázaro Plácido Lisboa, Diogo Toledo do Nascimento, João Domiraci Paccez e Fábio Frezatti. E aos colegas e amigos Edgard Bruno Cornachione Junior, Vinicius Aversari Martins, Claudia Meca Parmezzano, Valcemiro Nossa, Maurício Ribeiro do Valle, Sandro Alves Lima e Luciana Massaro Onusic.

Aos colegas de disciplinas do Doutorado, em especial a Paulo Roberto da Silva. Meu muito obrigada a Valdir de Jesus Nobre, Edson Ferreira de Oliveira, Ana Nelo e Luciano Garcia de Castro.

Agradeço a Fundação Instituto de Pesquisas Contábeis, Atuariais e Financeiras (Fipecafi), na pessoa de seu presidente Professor Iran Siqueira Lima, pelo apoio operacional para a consecução de mais esse projeto de pesquisa.

Aos coordenadores do projeto *Melhores e Maiores* de Fipecafi-*Exame*, Professores Nelson Carvalho e Ariovaldo dos Santos, agradeço pela

cessão das informações que tornaram possíveis as análises efetuadas nesta tese.

Minha gratidão especial a Nivaldo Gomes Lamac, da equipe técnica de *Melhores e Maiores* de Fipecafi-*Exame* que sempre colocou meus pedidos na “primeira gaveta”. E a Eliene Ângela Azevedo Silva, que facilitou o acesso às demonstrações contábeis originais das empresas, mantidas cuidadosamente arquivadas.

Agradeço pela ajuda das bibliotecárias e assistentes da Biblioteca da FEA-USP na pesquisa e recuperação de artigos e teses. Em especial meu agradecimento a Lucienne e Dulcinéia.

Ao meu avô Alberto Pereira de Castro e a meu pai Rubens D’Oliveira Casa Nova pelas leituras cuidadosas, discussão de idéias e sugestões de aprofundamento, meu muito obrigado.

A minha família que compreendeu(?) os momentos de ausência e desatenção torcendo para que esta tese terminasse logo.

Uma palavra de carinho e admiração a minha mãe Nina por nunca ter deixado de me incentivar em todos os momentos de minha vida, mesmo quando parecia muito difícil alcançar os objetivos. E por não ter me deixado desistir, quando desanimava. E a meus irmãos Carla, Rubens Alberto, Ana e Rodrigo que me cobravam insistentemente terminar logo com esta tese.

Ao José Rubens que tanto *retorno* em carinho e alegria oferece por tão pouco *investimento* de tempo que me tem sido possível. E à Isabela que está a caminho, nosso presente de Natal.

Ao Doutor Bachir Aidar Jorge, fonte de equilíbrio e força, que não deixou perder o foco de meus objetivos e a consciência de minhas capacidades e limitações.

A Deus por tudo que me foi possibilitado, apesar de minhas falhas e insuficiências.

Sumário

RESUMO ..... **XXIX**

ABSTRACT ..... **XXXI**

INTRODUÇÃO **1**

CAPÍTULO 1 O PROBLEMA A SER ESTUDADO **3**

1.1 EVOLUÇÃO DA INFORMAÇÃO CONTÁBIL 3
1.2 CENÁRIO DA PESQUISA 7
1.3 SÍNTESE DO PROBLEMA 9
1.4 METODOLOGIA E MÉTODO DE PESQUISA 12
1.5 BASE DE DADOS UTILIZADA 13
1.6 JUSTIFICATIVAS DO ESTUDO 15
1.7 CONTRIBUIÇÕES DO ESTUDO 18
1.8 LIMITAÇÕES DO ESTUDO 19
1.8.1 Das Informações Contábeis em Ambientes Inflacionários *19*
1.8.2 Das Imprecisões e Erros nas Demonstrações Contábeis *22*
1.8.3 Da Utilização da Técnica Análise por Envoltória de Dados *26*
1.8.4 Das Conclusões da Análise *27*

CAPÍTULO 2 ASPECTOS CONCEITUAIS **30**

2.1 EMPRESAS, PAPEL SOCIAL E DESEMPENHO 30
2.2 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO 34
2.2.1 Mensuração de Desempenho *35*
2.2.2 Qualificação do Desempenho *36*
2.3 DESEMPENHO EMPRESARIAL NA PRÁTICA 37
2.3.1 Algumas Publicações no Brasil de Avaliação de Desempenho de Empresas *37*
2.3.2 Melhores e Maiores de Fipecafi-Exame *41*
2.4 ANÁLISE DE BALANÇOS 49
2.4.1 Análise de Balanços Tradicional ou Qualitativa *49*
2.4.2 Modelos Integrados de Análise de Balanços *57*
2.4.3 Modelos Estruturados de Análise de Balanços *63*
2.5 RESUMO 65

CAPÍTULO 3 ANÁLISE POR ENVOLTÓRIA DE DADOS **67**

3.1 REVISÃO CONCEITUAL 67
3.1.1 Curvas de Produção e Análises de Eficiência Relativa *67*
3.1.2 Das bases da Análise por Envoltória de Dados (DEA) *70*

3.1.3 Modelos DEA para Análise de Eficiência Produtiva *73*
3.2 CARACTERÍSTICAS E LIMITAÇÕES DA TÉCNICA DEA 78
3.3 EXEMPLO SIMPLIFICADO DA ANÁLISE DE EFICIÊNCIA RELATIVA UTILIZANDO DEA 84
3.4 RESUMO 100

CAPÍTULO 4 HISTÓRICO DE ESTUDOS ANTERIORES SOBRE DEA 101

4.1 HISTÓRICO DOS ESTUDOS ANTERIORES NO BRASIL 101
4.1.1 Estudos utilizando DEA em diversas áreas *101*
4.1.2 Estudos utilizando DEA em Contabilidade e Finanças no Brasil *119*
4.1.3 Resumo e Conclusões *124*
4.2 ALGUNS ESTUDOS UTILIZANDO DEA NO EXTERIOR 126
4.2.1 Estudos utilizando DEA na Avaliação de Empresas *126*
4.2.2 Estudos utilizando DEA em Análise de Balanços *141*
4.2.3 Resumo e Conclusões *162*

CAPÍTULO 5 APRESENTAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA ATRAVÉS DA APLICAÇÃO AO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA 164

5.1 APLICAÇÃO DE ANÁLISE POR ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA) EM ANÁLISE DE BALANÇOS 164
5.2 METODOLOGIA PROPOSTA 166
5.3 CARACTERIZAÇÃO DO SETOR EM ESTUDO 169
5.4 APLICAÇÃO DO MODELO DEA 173
5.4.1 Planejamento da Pesquisa *173*
5.4.2 Análise de Variáveis *175*
5.4.3 Seleção de Variáveis para Aplicação ao Modelo *226*
5.4.4 Construção do Modelo *231*
5.4.5 Processamento do Modelo *243*
5.4.6 Análise dos Resultados *244*

CAPÍTULO 6 GENERALIZAÇÃO DO MODELO: APLICAÇÃO AO SETOR DE ALIMENTOS 261

6.1 CARACTERIZAÇÃO DO SETOR EM ESTUDO 261
6.2 APLICAÇÃO DO MODELO 261
6.2.1 Planejamento da Pesquisa *261*
6.2.2 Análise das Variáveis *262*
6.2.3 Seleção de Variáveis e Construção do Modelo *282*
6.2.4 Processamento do Modelo *290*
6.2.5 Análise dos Resultados *291*

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 303

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 307

Lista de Quadros e Tabelas

Quadro 1.1 – Usuários da informação contábil 4

Tabela 1.1 – Índices de atividade e lucratividade..... 21

Tabela 2.1 – Indicadores na composição da Excelência Empresarial – Melhores e Maiores..... 46

Tabela 2.2 – Pontuação máxima das empresas por setor – Melhores e Maiores 2001 48

Quadro 2.2 – Indicadores do Valor Adicionado..... 57

Quadro 2.3 – Categorias do Indicador de Saúde Econômico-Financeira das Empresas..... 62

Tabela 3.1 – Empresas consideradas no exemplo 85

Tabela 3.2 – Indicadores para as empresas do exemplo..... 87

Tabela 3.3 – Metas para Cemig – CCR Insumo..... 92

Tabela 3.4 – Resultados do exemplo – Modelo CCR – Orientação ao consumo 93

Tabela 3.5 – Resultado do exemplo – Modelo CCR – Orientação ao produto 94

Tabela 3.6 – Metas para Cemig – CCR Produto..... 94

Tabela 3.7 – Resultado do exemplo – Modelo BCC – Orientação ao consumo 96

Tabela 3.8 – Metas para Cemig – Modelo BCC Insumo 97

Tabela 3.9 – Resultados do exemplo – Modelo BCC – Orientação ao produto 97

Tabela 3.10 – Indicadores de Eficiência – Modelo BCC – Orientação ao produto..... 98

Tabela 3.11 – Comparação dos indicadores do Modelo BCC..... 98

Tabela 3.12 – Metas para Cemig – BCC Produto 99

Tabela 3.13 – Eficiência de escala..... 99

Tabela 4.1 – Valores médios das categorias dos conglomerados financeiros 120

Tabela 4.2 – Índices financeiros para categorias de conglomerados financeiros..... 120

Quadro 4.1 – Resumo dos estudos utilizando DEA no Brasil 124

Tabela 4.3 – Eficiência do setor de eletricidade em países em desenvolvimento 133

Tabela 4.4 – Resultado da comparação de eficiência (1975-1990) 134

Tabela 4.5 – Número de Empresas para cada período – Valor Contábil x Valor de Mercado do Capital..... 151

Tabela 4.6 – Comparação entre os Modelos 152

Tabela 4.7 – Amostra – falidas e não falidas 153

Tabela 4.8 – Escores médios de eficiência – falidas e não falidas 157

Tabela 4.9 – Classificações corretas (considerando C_1 = 0.60 e C_2 = 0.03) 159

Tabela 4.10 – Classificações corretas (considerando C_1 = 0.50 e C_2 = 0.10) 160

Tabela 4.11 – Modelo Negativo 1 – resultados com a técnica das camadas 161

Tabela 4.12 – Modelo Negativo 4 – resultados com a técnica das camadas 161

Quadro 4.2 – Resumo dos estudos utilizando DEA no exterior 162

Quadro 5.1 – Processo de privatização do setor energético (por data de privatização)..... 171

Quadro 5.2 – Indicadores de Melhores e Maiores adaptados..... 174

Quadro 5.3 – Informações das empresas de energia 178

Tabela 5.1 – Informações contábeis – Balanço Patrimonial..... 179

Tabela 5.2 – Informações contábeis – Demonstração do Resultado 180

Tabela 5.3 – Informações contábeis – Demonstração do Valor Adicionado 182

Tabela 5.4 – Distribuição do Valor Adicionado – empresas do setor de energia elétrica 183

Tabela 5.5 – Índices contábil-financeiros das empresas de energia elétrica 189

Tabela 5.6 – Análise de correlação – 1998 194

Tabela 5.7 – Análise de correlação – 1999 194

Tabela 5.8 – Análise de correlação – 2000 194

Tabela 5.9 – Resultados da Análise de Cluster 216

Tabela 5.10 – Resumo Cluster – Ward's Method – Squared Euclidean – Standardize Variables – Etapa 1 – 2000 218

Tabela 5.11 – Teste de significância das diferenças entre clusters – Etapa 1 – 2000 218

Tabela 5.12 – Resumo Cluster – Ward's Method – Squared Euclidean – Standardize Variables – Etapa 2 – 2000 221

Tabela 5.13 - Teste de significância das diferenças entre clusters – Etapa 2 – 2000 221

Tabela 5.14 – Resultados da Análise de Cluster 223

Tabela 5.15 – Resumo Cluster – Ward's Method – Squared Euclidean – Standardize Variables – 1999 225

Tabela 5.16 – Teste de significância das diferenças entre clusters – 1999 225

Tabela 5.17 – Resumo da correlação entre input e output..... 232

Tabela 5.18 – Resultados do modelo inicial 236

Tabela 5.19 – Informações para a primeira etapa de inclusão de variáveis 237

Tabela 5.20 – Resultados do modelo da primeira etapa 238

Tabela 5.21 – Informações para a segunda etapa de inclusão de variáveis 238

Tabela 5.22 – Resultados do modelo da segunda etapa 239

Tabela 5.23 – Informações para a terceira etapa de inclusão de variáveis 239

Tabela 5.24 – Resultados do modelo da terceira etapa 240

Tabela 5.25 – Informações para a quarta etapa de inclusão de variáveis . 240

Tabela 5.26 – Resultados do modelo da quarta etapa 241

Tabela 5.27 – Informações para a quinta etapa de inclusão de variáveis.. 241

Tabela 5.28 – Informações para as empresas analisadas – 1999 e 2000 – energia elétrica 245

Tabela 5.29 – Contribuição das variáveis – Cemig – 2000 248

Tabela 5.30 – Contribuição das variáveis – Cemig – 2000 249

Tabela 5.31 – Contribuição de melhoria – Eletrosul – 2000 249

Tabela 5.32 – Distribuição das empresas em quadrantes – energia elétrica 252

Tabela 5.33 – Resultados da atribuição de pesos – energia elétrica 260

Tabela 6.1 – Resumo das variáveis em estudo – alimentos – outputs 262

Tabela 6.2 – Resumo das variáveis em estudo – alimentos – inputs..... 263

Tabela 6.3 – Análise de correlação – 1998 266

Tabela 6.4 – Análise de correlação – 1999 266

Tabela 6.5 – Análise de correlação – 2000 266

Tabela 6.6 – Resultados da Análise de Cluster – 2000 – alimentos 275

Tabela 6.7 – Resumo Cluster – Ward's Method – Squared Euclidean – Standardize Variables – 2000 – alimentos 278

Tabela 6.8 – Teste de significância das diferenças entre clusters – 2000 – alimentos 278

Tabela 6.9 – Resultados da Análise de Cluster – 1999 – alimentos 279

Tabela 6.10 – Resumo Cluster – Ward's Method – Squared Euclidean – Standardize Variables – 1999 – alimentos 280

Tabela 6.11 – Teste de significância das diferenças entre clusters – 1999 – alimentos 280

Tabela 6.12 – Resumo da correlação entre input e output – alimentos 282

Tabela 6.13 – Resultados do modelo inicial – alimentos..... 284

Tabela 6.14 – Informações para a primeira etapa de inclusão de variáveis – alimentos 285

Tabela 6.15 – Resultados do modelo da primeira etapa – alimentos..... 285

Tabela 6.16 – Informações para a segunda etapa de inclusão de variáveis – alimentos 286

Tabela 6.17 – Resultados do modelo da segunda etapa – alimentos..... 287

Tabela 6.18 – Informações para a terceira etapa de inclusão de variáveis – alimentos 287

Tabela 6.19 – Resultados do modelo da terceira etapa – alimentos..... 288

Tabela 6.20 – Informações para a última etapa de inclusão de variáveis – alimentos 289

Tabela 6.21 – Informações para as empresas analisadas – 1999 e 2000 – alimentos 291

Tabela 6.22 – Distribuição de empresas em quadrantes – alimentos..... 296

Tabela 6.23 – Comparativo das empresas de pequeno porte e suas referências – 2000 – alimentos 297

Tabela 6.24 – Comparativo das empresas de pequeno porte e suas referências – 1999 – alimentos 298

Tabela 6.25 – Resultados da atribuição de pesos – alimentos 301

Lista de Figuras e Gráficos

Figura 1.1 – Esquema de Pesquisa 11

Figura 1.2 – Etapas da pesquisa – metodologia 13

Gráfico 1.1 – Evolução dos artigos sobre DEA na Base Proquest (1986 a 2002) 17

Figura 2.1 – O enfoque sistêmico e o ambiente 31

Figura 2.2 – A empresa como um sistema 31

Figura 2.3 – A empresa e seus subsistemas 32

Gráfico 2.1 – Indicadores utilizados na escolha de Melhor Empresa – Fipecafi-Exame (1996 a 2001) 43

Gráfico 2.2 – Composição do indicador de Excelência Empresarial – Melhores e Maiores 2001 45

Figura 2.4 – Evolução da avaliação de desempenho pela análise de balanços 63

Figura 2.5 – Etapas propostas para o modelo DEA de análise de balanços 64

Figura 3.1 – Retornos crescentes de escala 68

Figura 3.2 – Retornos constantes de escala 68

Figura 3.3 – Retornos decrescentes de escala 68

Figura 3.4 – Alternativas de produção viáveis 69

Figura 3.5 – Análise DEA para um conjunto de empresas 72

Figura 3.6 – Classificação entre ganhos de escala e orientação 78

Figura 3.7 – Comparação entre DEA e Análise de Regressão 80

Gráfico 3.1 – Vendas em relação ao número de funcionários – empresas do exemplo 85

Gráfico 3.2 – Ativo em relação a vendas – empresas do exemplo 86

Gráfico 3.3 – Indicadores para as empresas do exemplo 88

Figura 3.8 – Planilha em Excel ® – Modelo DEA – CCR – Orientação ao consumo 89

Figura 3.9 – Parâmetros do Solver® para Modelo DEA..... 90

Figura 3.10 – Solução para a Cemig..... 91

Figura 3.11 – Relatório de Sensibilidade – Cemig 92

Figura 3.12 – Planilha em Excel® – Modelo DEA – BCC – Orientação ao consumo 95

Figura 4.1 – Sistema de insumos/produtos para as empresas Fortune 500 141

Figura 4.2 – Modelo original de previsão de falência 149

Figura 4.3 – Primeiro modelo revisado de previsão de falência..... 149

Figura 4.4 – Segundo modelo revisado de previsão de falência..... 149

Figura 4.5 – Modelo DEA Negativo para empresas falidas..... 155

Figura 4.6 – Comparativo Modelos DEA Normal e Negativo 156

Figura 5.1 – Metodologia proposta de análise estruturada de balanços – DEA 166

Gráfico 5.1 – Distribuição do Valor Adicionado – setor de energia elétrica – 2000 184

Gráfico 5.2 – Distribuição do Valor Adicionado – setor de energia elétrica – 1999 184

Gráfico 5.3 – Riqueza criada por empregado – 2000..... 185

Gráfico 5.4 – Riqueza criada por empregado – 2000 (excluídos outliers).. 186

Gráfico 5.5 – Valor Adicionado por empresa – 2000..... 187

Gráfico 5.6 – Número de médio de empregados – 2000 188

Gráfico 5.7 – Empresas por Valor Adicionado e Número médio de empregados – 2000 188

Gráfico 5.8 – Liquidez Corrente – 2000 190

Gráfico 5.9 – Investimento no Imobilizado – 2000 191

Gráfico 5.10 – Investimento no Imobilizado – 2000 (excluído outlier) 192

Gráfico 5.11 – Vendas x PL Ajustado – 2000..... 197

Gráfico 5.12 – Retorno x PL Ajustado – 2000 198

Gráfico 5.13 – Lucro Líquido x PL Ajustado – 2000 199

Gráfico 5.14 – Valor Adicionado x PL Ajustado – 2000..... 200

Gráfico 5.15 – Liquidez Corrente x PL Ajustado – 2000 201

Gráfico 5.16 – Capital Circulante Líquido x PL Ajustado – 2000..... 201

Gráfico 5.17 – Crescimento de Vendas (%) x PL Ajustado – 2000 202

Gráfico 5.18 – Crescimento de Vendas (US$) x PL Ajustado – 2000 203

Gráfico 5.19 – Investimento no Imobilizado x PL Ajustado – 2000 203

Gráfico 5.20 – Aplicação no Imobilizado (US$) x PL Ajustado – 2000..... 204

Gráfico 5.21 – Média de empregados x PL Ajustado – 2000 205

Gráfico 5.22 –Vendas x Média de Empregados – 2000..... 206

Gráfico 5.23 – Retorno (CM) x Média de Empregados – 2000 206

Gráfico 5.24 – Lucro Líquido Ajustado x Média de empregados – 2000.... 207

Gráfico 5.25 – Valor Adicionado x Média de Empregados – 2000 208

Gráfico 5.26 – Liquidez Corrente x Média de empregados – 2000 208

Gráfico 5.27 – Capital Circulante Líquido x Média de empregados – 2000 209

Gráfico 5.28 – Crescimento de Vendas (%) x Média de empregados – 2000 210

Gráfico 5.29 – Crescimento de Vendas (US$) x Média de empregados – 2000 210

Gráfico 5.30 – Investimento no Imobilizado (%) x Média de empregados – 2000 211

Gráfico 5.31 – Aplicação no Imobilizado (US$) x Média de empregados – 2000 212

Gráfico 5.32 – Dendograma – Análise de Cluster – Etapa 1 – 2000 216

Gráfico 5.33 – Distribuição de Vendas para cada agrupamento – Etapa 1 – 2000 219

Gráfico 5.34 – Dendograma – Análise de Cluster – Etapa 2 – 2000 220

Gráfico 5.35 – Dendograma – Análise de Cluster – 1999 223

Gráfico 5.36 – Correlações com PL Ajustado 233

Gráfico 5.37 – Correlações com Média de empregados 233

Gráfico 5.38 – Evolução da eficiência média entre etapas – energia elétrica 242

Gráfico 5.39 – Evolução do número de empresas – E = 100% e E < 50% – energia elétrica 243

Gráfico 5.40 – Contribuição dos inputs e outputs – Chesf 246

Gráfico 5.41 – Empresas de referência em 2000 – energia elétrica 247

Gráfico 5.42 – Empresas de referência em 1999 – energia elétrica 250

Gráfico 5.43 – Indicador DEA x Excelência Empresarial – 2000 – energia elétrica 251

Gráfico 5.44 – Indicador DEA x Excelência Empresarial – 1999 – energia elétrica 252

Gráfico 5.45 – Empresas eficientes (Excelência Empresarial) por PL Ajustado – 2000 – energia elétrica..... 255

Gráfico 5.46 – Empresas eficientes (Análise DEA) por PL Ajustado – 2000 – energia elétrica 255

Gráfico 5.47 – Empresas eficientes (Excelência Empresarial) por PL Ajustado – 1999 – energia elétrica..... 256

Gráfico 5.48 – Empresas eficientes (Análise DEA) por PL Ajustado – 1999 – energia elétrica 256

Gráfico 5.49 – Retorno versus Indicador de Eficiência – 2000 – energia elétrica 258

Gráfico 5.50 – Retorno versus Indicador de Eficiência – 1999 – energia elétrica 258

Gráfico 6.1 – Liquidez Corrente – 2000 265

Gráfico 6.2 - Liquidez Corrente – 2000 (excluídos outliers) 265

Gráfico 6.3 – Vendas x PL Ajustado – 2000..... 267

Gráfico 6.4 – Retorno x PL Ajustado – 2000 268

Gráfico 6.5 – LL Ajustado x PL Ajustado – 2000..... 269

Gráfico 6.6 – Valor Adicionado x PL Ajustado – 2000..... 269

Gráfico 6.7 – Liquidez Corrente x PL Ajustado – 2000 (excluído outlier) ... 270

Gráfico 6.8 – CCL x PL Ajustado - 2000 271

Gráfico 6.9 – CCL x PL Ajustado – 2000 (excluídos outliers)..... 271

Gráfico 6.10 – Crescimento de Vendas (%) x PL Ajustado – 2000 272

Gráfico 6.11 – Crescimento de Vendas (US$) x PL Ajustado – 2000 272

Gráfico 6.12 – Investimento no Imobilizado (%) x PL Ajustado – 2000..... 273

Gráfico 6.13 – Aplicação no Imobilizado x PL Ajustado – 2000 274

Gráfico 6.14 – PL Ajustado x Média de empregados – 2000 274

Gráfico 6.15 – Dendograma – Análise de Cluster– 2000 – alimentos..... 276

Gráfico 6.16 – Dendograma – Análise de Cluster – 1999 – alimentos..... 281

Gráfico 6.17 – Correlações com PL Ajustado – alimentos 282

Gráfico 6.18 – Correlações com Média de empregados – alimentos..... 283

Gráfico 6.19 – Evolução da eficiência média entre as etapas..... 289

Gráfico 6.20 – Evolução do número de empresas – E = 100% e E < 50% 290

Gráfico 6.21 – Empresas de referência em 2000 – alimentos..... 293

Gráfico 6.22 – Empresas de referência em 1999 – alimentos..... 294

Gráfico 6.23 – Indicador DEA x Excelência Empresarial – 2000 – alimentos 295

Gráfico 6.24 – Indicador DEA x Excelência Empresarial – 1999 – alimentos 295

Gráfico 6.25 – Retorno versus Indicador de Eficiência – 2000 – alimentos 300

Gráfico 6.26 – Retorno versus Indicador de Eficiência – 1999 – alimentos 300

Lista de Abreviaturas e Siglas

ABRACONEE: Associação Brasileira de Concessionárias de Energia Elétrica

ACP: Análise em Componentes Principais

Aneel: Agência Nacional de Energia Elétrica

Anefac: Associação Nacional de Executivos em Finanças, Administração e Contabilidade

Anpad: Associação Nacional de Programas de Pós-Graduação em Administração

BCG: *Boston Consulting Group*

Capes: Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior

CEGB: *Central Electricity Generating Board*, empresa monopolista de energia elétrica do Reino Unido, privatizada na mudança do Sistema Elétrico

CMTE: *Centre for Management of Technology and Entrepreneurship*, laboratório de pesquisa dirigido pelo Professor J. C. PARADI, junto ao *Department of Mechanical and Industrial Engineering* da *University of Toronto*

CNPq: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

COMUT: Programa de Comutação Bibliográfica

COPPE: Instituto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa em Engenharia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro

COPPEAD: Instituto de Pós-Graduação em Administração, da Universidade Federal do Rio de Janeiro

CRS: *Constant Returns to Scale* – Retornos constantes de escala

CVM: Comissão de Valores Mobiliários

DEA – BCC: Modelo DEA com retornos variáveis de escala, desenvolvido por Banker, Charnes e Cooper

DEA – CCR: Modelo DEA com retornos constantes de escala, desenvolvido por Cooper, Charnes e Rhodes

DEA: do inglês *Data Envelopment Analysis,* termo utilizado em português como Análise por Envoltória de Dados, Análise por Envelopamento de Dados ou, ainda, Análise por Encapsulamento de Dados

DEC: Duração equivalente de consumo

DFC: Demonstração dos Fluxos de Caixa

DMPL: Demonstração das Mutações do Patrimônio Líquido

DMU: *Decision Making Units* – Unidades Tomadoras de Decisão – são as unidades sob avaliação na Análise DEA

DOAR: Demonstração das Origens e Aplicação de Recursos

DRE: Demonstração do Resultado do Exercício

DVA: Demonstração do Valor Adicionado

EAESP: Escola de Administração de Empresas de São Paulo, da Fundação Getúlio Vargas

EBITDA: Earnings before Interest, Taxes, Depreciation/Depletion and Amortization

EE: Eficiência de escala

EGAT: Electricity Generating Authority in Thailand

Eletrobrás: Centrais Elétricas Brasileiras S. A.

ENC: Exame Nacional de Cursos

ENCONSEL: Encontro Nacional dos Contadores de Concessionárias do Serviço Público de Energia Elétrica

EP: Eficiência produtiva

ET: Eficiência técnica

EVA: Economic Value Added

Fapesp: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

FEA: Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo

FEC: Freqüência equivalente de consumo

FGV: Fundação Getúlio Vargas

Fipecafi: Fundação Instituto de Pesquisas Contábeis, Atuariais e Financeiras, órgão de apoio institucional ao Departamento de Contabilidade e Atuária da FEA-USP

GWh: Gigawatts-hora

HP: *horse power* – Cavalos de potência

Ibase: Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas

IES: Instituições de Ensino Superior

IFES: Instituições Federais de Ensino Superior

IGP-M: Índice Geral de Preços do Mercado, calculado pela Fundação Getúlio Vargas

KV: Kilovolts

LAJIDA: Lucro antes dos juros, impostos, depreciação e amortização

LAJIR: Lucro antes dos juros e do imposto de renda

M/E: Moeda estrangeira

MAD: Mean Absolute Deviation

MEC: Ministério da Educação e Cultura do Governo Federal do Brasil

MVA: Market Value Added

MW: Megawatts

NEB: National Electricity Board

ONGs: organizações não governamentais

ONS: Operadora Nacional do Sistema

PIB: Produto Interno Bruto

ProBE: Programa Biblioteca Eletrônica

Rede ANSP: *Academic Network of São Paulo*

ROA: *Return on Assets* – Retorno sobre Ativos

ROE: *Return on Equity* – Retorno sobre Patrimônio Líquido

ROI: *Return on Investment* – Retorno sobre o Investimento

ROS: *Return on sales* – Retorno sobre Vendas

SI: Sistemas de Informação

Simples: Sistema Integrado de Pagamento de Impostos e Contribuições das Microempresas e Empresas de Pequeno Porte

TI: Tecnologia da Informação

TRI: *Total return to investors* – Retorno Total aos Acionistas

TWh: Terawatts-hora

UFF: Universidade Federal Fluminense

UFRJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFSC: Universidade Federal de Santa Catarina

USP: Universidade de São Paulo

VA: Valor Adicionado

VRS: *Variable Returns to Scale* – Retornos variáveis de escala

RESUMO

KASSAI, S. **Utilização da Análise por Envoltória de Dados (DEA) na Análise de Demonstrações Contábeis**. 2002. 318 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo.

As demonstrações contábeis divulgadas pelas empresas têm sido objeto de diversos estudos. Tem-se tentado com as informações contábeis derivar modelos de orientação para investidores e credores, por meio da chamada análise de balanços. Muitos livros foram escritos sobre análise de balanços. O tema transformou-se em disciplinas em cursos de graduação e pós-graduação. E, para alguns, mais do que uma técnica, a análise de balanços, ou ainda, a análise de demonstrações contábeis, é uma arte. Construíram-se indicadores de previsão de insolvência, com base em instrumentos quantitativos sofisticados. ALTMAN (1968) foi precursor da aplicação de métodos quantitativos em informações contábeis com a finalidade de desenvolver modelos de previsão de falência. No Brasil, o estudo pioneiro é de Stephen Charles KANITZ (1974), que originou seu livro *Como prever falências.* Posteriormente, outros pesquisadores brasileiros desenvolveram modelos semelhantes, utilizando-se de técnicas estatísticas de regressões, análises fatoriais e discriminantes, redes neurais e outras (ELIZABETSKY, 1976; MATIAS, 1978; CORRAR, 1981; PEREIRA DA SILVA, 1982; ALMEIDA, 1993; MATIAS e SIQUEIRA, 1996). E esses mesmos balanços têm sido utilizados em estudos que buscam definir a excelência do desempenho das empresas. Foi também KANITZ que iniciou, em 1974, os estudos do que se consolidou na publicação *Melhores e Maiores*, da revista *Exame*. Hoje, sob a supervisão técnica de Nelson CARVALHO e Ariovaldo dos SANTOS, a publicação é aguardada pelo meio empresarial, que voluntariamente envia suas informações para a escolha da

Melhor Empresa do Ano. A qualidade das informações contábeis divulgadas pelas empresas tem sido, portanto, amplamente discutida. E a transparência na divulgação das demonstrações financeiras está sendo relacionada ao exercício da responsabilidade social das empresas. Propôs-se a agregação às demonstrações tradicionalmente divulgadas do chamado Balanço Social, movimento que se iniciou na França em 1977 e chegou ao Brasil. Com informações sociais que abrangem dados sobre o emprego, remuneração e encargos, condições de higiene e segurança e outras, inclui ainda uma nova demonstração, a Demonstração do Valor Adicionado, que permitiria o cálculo do Produto Interno Bruto, por meio da utilização das informações contábeis das empresas. Adicionar valor, e distribuí-lo, tem sido um objetivo que se alia à meta empresarial suprema de obter lucro. O presente estudo pretende apresentar uma contribuição à avaliação do desempenho econômico das empresas por meio da Análise de Demonstrações Contábeis. Para tanto, identificou-se junto às áreas de matemática, engenharia de produção e pesquisa operacional uma técnica desenvolvida recentemente (1978) e ainda hoje com poucos trabalhos realizados no Brasil: a *Análise por Envoltória de Dados* ou *Data Envelopment Analysis (DEA)*. As informações contidas na base de dados de *Melhores e Maiores* de Fipecafi-*Exame* são utilizadas na proposição de uma metodologia de aplicação (modelo estruturado) de Análise por Envoltória de Dados ao processo de análise das demonstrações contábeis de empresas. A metodologia é apresentada por um estudo de caso das empresas do setor elétrico brasileiro. Suas vantagens e limitações são exploradas, comparativamente aos resultados obtidos pelo indicador de Excelência Empresarial de *Melhores e Maiores* e ao Retorno sobre o Patrimônio Líquido, indicador contábil tradicional. Para generalização da metodologia são utilizadas as informações das empresas do setor alimentício.

Palavras-chave: Análise por Envoltória de Dados, Análise de Balanços, Contabilidade, Análise de Desempenho

ABSTRACT

KASSAI, S. **Data Envelopment Analysis (DEA) applied to Balance Sheet Analysis**. 2002. 318 p. Thesis (Doctor of Philosophy) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo.

The financial statements published by companies have been the object of various studies. By means of accounting information, attempts have been made to derive models for orienting investors and creditors through the so-called balance sheet analysis. Many books have been written on balance sheet analysis. The issue has been transformed into subject matters in graduate and postgraduate courses. And for some people, balance sheet analysis, also called financial statement analysis, is not only a technique but, what is more, it is an art. Insolvency forecasting indicators have been built up on the basis of sophisticated quantitative instruments. ALTMAN (1968) was a pioneer in applying quantitative methods to accounting information in order to develop bankruptcy forecasting models. In Brazil, the pioneering study was realized by Stephen Charles KANITZ (1974), which originated his book *How to forecast bankruptcy*. Later on, other Brazilian researchers developed similar models, using statistical regression techniques, factorial and discriminant analyses, neural networks, among others (ELIZABETSKY, 1976; MATIAS, 1978; CORRAR, 1981; PEREIRA DA SILVA, 1982; ALMEIDA, 1993; MATIAS and SIQUEIRA, 1996). And these balance sheets have also been used in studies aimed at defining companies' performance excellence. In 1974, it was KANITZ who started the studies that were consolidated in the publication *Melhores e Maiores (Best and Biggest)* by the magazine *Exame*. Nowadays, under the technical supervision of Nelson CARVALHO and Ariovaldo dos SANTOS, the publication is awaited by the business world, which voluntarily sends its information for choosing the *Best Company of the Year.* Thus, the quality of the accounting information published by the

companies has been widely discussed. And a relation is established between the transparency in publishing the financial statements and the exercise of social responsibility by the companies. A proposition has been made to add the so-called Social Balance Sheet to the traditionally published statements, a movement that has started in France in 1977 and has reached Brazil. Containing social information such as data on employment, compensation and charges, hygienic and safety conditions etc., it also includes a new statement, the Statement of Value Added, which would allow for the calculation of the Gross Domestic Product by using the companies' accounting information. The addition and distribution of value has been an objective linked to companies' paramount target, that is, obtaining profit. This study aims to present a contribution to companies' economic performance evaluation through Financial Statement Analysis. For this purpose, a recently developed technique (1978) was identified in the fields of mathematics, production engineering and operational research, which has only been used in few studies in Brazil until now: the *Data Envelopment Analysis (DEA)*. The information of the *Melhores e Maiores* database of Fipecafi-*Exame* is used to propose a methodology to apply (structured model) the Data Envelopment Analysis to the analytical process of companies' financial statements. The methodology is presented by means of a case study on companies from the Brazilian electricity sector. Its advantages and limitations are explored in comparison with the results obtained from the Company Excellence indicator by *Melhores e Maiores* and with the Return on Equity, a traditional accounting indicator. In order to generalize the methodology, companies from the food sector are used.

Key-words: Data Envelopment Analysis, Balance sheet analysis, Accounting, Performance analysis

INTRODUÇÃO

As demonstrações contábeis divulgadas pelas empresas têm sido objeto de diversos estudos.

Os indicadores contábeis de balanço são utilizados na interpretação dos fenômenos econômicos e financeiros das entidades. E mesmo tendo-se conhecimento das limitações dos números gerados a partir dos relatórios contábeis, os poderes investigativo e preditivo das análises são estudados e, por vezes, comprovados na literatura.

Construíram-se indicadores de previsão de insolvência, com base em instrumentos quantitativos sofisticados. ALTMAN (1968) foi precursor da aplicação de métodos quantitativos em informações contábeis com a finalidade de desenvolver modelos de previsão de falência. KANITZ (1974) foi um dos pioneiros no Brasil a empregar recursos sofisticados no processo de análise de balanços. Desenvolveu o Termômetro de Insolvência, com o objetivo de prever a probabilidade de falência de empresas. Posteriormente, outros pesquisadores brasileiros desenvolveram modelos semelhantes, utilizando-se de técnicas estatísticas de regressões, análises fatoriais e discriminantes, redes neurais e outras (ELIZABETSKY, 1976; MATIAS, 1978; CORRAR, 1981; PEREIRA DA SILVA, 1982; ALMEIDA, 1993; MATIAS e SIQUEIRA, 1996).

Esta pesquisa tem como objetivo inicial identificar o estágio atual do processo de análise de balanço por meio de pesquisa bibliográfica. Posteriormente, procurará investigar a possibilidade de uso de modelos estruturados de análise, desenvolvidos pela aplicação de técnicas estatísticas e matemáticas. Para tanto, identificou-se junto às áreas de matemática, engenharia de produção e pesquisa operacional uma técnica desenvolvida recentemente (1978) e ainda com poucos trabalhos realizados no Brasil: a Análise por Envoltória de Dados ou *Data Envelopment Analysis (DEA).*

As informações contidas na base de dados de *Melhores e Maiores* de Fipecafi-*Exame* serão utilizadas na proposição de uma metodologia de

aplicação (modelo estruturado) de Análise por Envoltória de Dados ao processo de análise das demonstrações contábeis de empresas. A metodologia será apresentada por um estudo de caso das empresas do setor elétrico brasileiro. Suas vantagens e limitações serão exploradas, comparativamente aos resultados obtidos pelo indicador de Excelência Empresarial de *Melhores e Maiores* e ao Retorno sobre o Patrimônio Líquido, indicador contábil tradicional. Para generalização da metodologia serão utilizadas as informações das empresas do setor alimentício.

A estrutura da tese é a seguinte:

- No capítulo 1 será apresentado o problema a ser estudado.
- No capítulo 2 serão abordados aspectos conceituais sobre empresas, avaliação do desempenho empresarial e análise de balanço.
- O capítulo 3 tratará da Análise por Envoltória de Dados, desde suas bases conceituais, características e limitações, apresentando um exemplo simplificado de sua aplicação.
- No capítulo 4 será feita uma revisão dos estudos brasileiros e estrangeiros sobre Análise por Envoltória de Dados. O resumo de estudos selecionados será apresentado como forma de auxiliar pesquisadores que queiram dedicar-se a essa linha de pesquisa.
- O capítulo 5 apresentará a metodologia proposta (modelo estruturado) de aplicação de Análise DEA ao processo de análise de balanços. Serão discutidos os resultados da aplicação do modelo ao setor de Energia Elétrica.
- O capítulo 6 buscará a generalização do modelo com sua aplicação ao setor de Alimentos.
- Finalmente, serão apresentadas as conclusões do trabalho e as perspectivas de novas pesquisas na área.

CAPÍTULO 1

O PROBLEMA A SER ESTUDADO

1.1 EVOLUÇÃO DA INFORMAÇÃO CONTÁBIL

As demonstrações contábeis divulgadas pelas empresas têm servido para análise de desempenho, em quase todo o mundo, praticamente desde seu surgimento, durante o Renascimento, na região de Veneza. Desenvolvida pelos comerciantes de então, surgia a Contabilidade, com base no Método das Partidas Dobradas, para aferição e controle do Patrimônio.

MARTINS (1991: 342) ressalta que o método das partidas dobradas foi criado pelos comerciantes para suprir sua necessidade de informações para decisão e controle. E conclui:

> *"Vale a pena reforçar que a Contabilidade nasceu como instrumento de controle e de auxílio ao processo de decisão, e nasceu nas mãos de seu próprio Usuário Primeiro, o Gestor Patrimonial."*

Porém, ao longo da evolução da Contabilidade, diversos usuários somaram-se aos iniciais, como emprestadores de recursos e financiadores, entidades governamentais e órgãos reguladores, órgãos da sociedade e associações de profissionais, de empresas e de empregados, instituições de fomento e agências de desenvolvimento. Com a finalidade de mensurar e alocar recursos, apoiaram-se na informação contábil como instrumento de decisão e controle, influenciando as normas e as práticas contábeis e, por vezes, causando conflitos.

IUDÍCIBUS (2000: 21) apresenta um Quadro Esquemático com os Usuários da Informação Contábil:

Quadro 1.1 – Usuários da informação contábil

Usuário da Informação Contábil	Meta que Desejaria Maximizar ou Tipo de Informação mais Importante
Acionista Minoritário	Fluxo regular de dividendos.
Acionista Majoritário ou com grande participação	Fluxo de dividendos, valor de mercado da ação, lucro por ação.
Acionista Preferencial	Fluxo de dividendos mínimos ou fixos.
Emprestadores em Geral	Geração de fluxos de caixa futuros suficientes para receber de volta o principal mais os juros, com segurança.
Entidades Governamentais	Valor adicionado, produtividade, lucro tributável.
Empregados em geral, como assalariados	Fluxo de caixa futuro capaz de assegurar bons aumentos ou manutenção de salários, com segurança; liquidez.
Média e Alta Administração	Retorno sobre o ativo, retorno sobre o patrimônio líquido; situação de liquidez e endividamento confortáveis.

Fonte: IUDÍCIBUS (2000: 21)

Nota-se que cada usuário tem um foco, que se concretiza em uma informação específica, disponibilizada em uma ou mais demonstrações divulgadas. E percebe-se uma evolução constante das demonstrações divulgadas em prol da transparência e qualidade das informações para os diversos grupos da sociedade. Assim, recentemente, no Brasil e no mundo, demonstrações foram incluídas no conjunto inicial formado por Balanço Patrimonial e Demonstração do Resultado do Exercício. Entre estas, podem-se citar a Demonstração do Valor Adicionado, a Demonstração dos Fluxos de Caixa e a Demonstração do Valor Econômico Adicionado.

Além de informações específicas, disponíveis diretamente nas demonstrações, os usuários buscam indicadores[1] que as relacionem. São

---

[1] O termo *indicadores* será utilizado abrangendo informações, índices percentuais e quocientes, indistintamente. Dessa forma, engloba desde o valor total das vendas em

diversos os indicadores de análise já consagrados pelo uso e infinitas as possibilidades de criação de novos índices que espelhem a experiência do analista ou do tomador de decisão.

A esses indicadores aliam-se os métodos estatísticos e matemáticos, buscando-se estabelecer a possibilidade de previsão. Segundo MATARAZZO (1995: 24), Alexander WALL desenvolveu em 1919 um modelo de análise de balanços através de índices. Fez também a primeira tentativa de atribuição de pesos, ponderando os diversos índices e chegando à fórmula de Wall em que reunia alguns índices e parâmetros (MATARAZZO, 1995: 232). São, ainda, amplamente conhecidos os modelos estatísticos de previsão de insolvência. O pioneiro, segundo PEREIRA DA SILVA (1997: 276), foi o estudo de FITZ PATRICK, de 1932, que selecionou aleatoriamente 19 empresas que haviam falido no período de 1920 a 1929, com o objetivo de compará-las com outras 19 empresas bem-sucedidas. BEAVER (1967 *apud* SIMAK, 1997: 8) fez a primeira análise moderna de indicadores contábeis para previsão de falência. O modelo mais conhecido e citado é o de ALTMAN (1968), o primeiro a utilizar a análise discriminante para determinar uma equação que possibilita avaliar a probabilidade de insolvência das empresas. No Brasil, foi construído por KANITZ, em 1974, o chamado Termômetro de Insolvência, utilizando-se igualmente da análise discriminante.

Juntamente com as demonstrações contábeis divulgadas obrigatoriamente, algumas empresas preparam relatórios específicos para seus acionistas, com informações adicionais às publicadas, que incluem gráficos, cálculo de indicadores, como o *Economic Value Added (EVA), Market Value Added (MVA)* e *Earnings before Interest, Taxes, Depreciation/Depletion and Amortization (EBITDA)* e, mesmo, projetos de investimento e atuação.

---

determinado período, até o índice de liquidez corrente (quociente entre o ativo circulante e o passivo circulante) ou a margem bruta (percentual entre o lucro bruto e a receita de vendas) da empresa. O Dicionário Aurélio caracteriza “indicador econômico” como “dado estatístico relativo à situação da economia (crescimento do produto, nível de preços, taxa cambial, etc.)”. SCHRICKEL (1997: 120-1) faz a distinção entre quocientes, coeficientes, números-índices e coeficientes-padrão. Para efeito do presente trabalho são tratados indistintamente como

Com base em informações financeiras divulgadas e em questionários especialmente respondidos, publicações preparam *rankings* de desempenho, relacionando empresas segundo critérios estabelecidos. Um dos *rankings* internacionais mais conhecidos é o publicado pela *Fortune* nos Estados Unidos. No Brasil, entre as publicações pioneiras estão a *Conjuntura Econômica*, da Fundação Getúlio Vargas, e a *Melhores e Maiores*, edição especial da revista *Exame*.

As informações financeiras e econômicas são demandadas ainda pela comunidade, que cobra das empresas a quitação de sua responsabilidade social. A qualidade das informações contábeis divulgadas pelas empresas tem sido, portanto, amplamente discutida. E a transparência na divulgação das demonstrações financeiras está sendo relacionada ao exercício da responsabilidade social das empresas. Propôs-se assim a agregação às demonstrações tradicionalmente divulgadas do chamado Balanço Social,[2] movimento que se iniciou na França em 1977.

No Brasil, o Instituto Brasileiro de Análise Sociais e Econômicas (IBASE), fundado pelo sociólogo Herbert de Souza, vem desde 1997 liderando uma campanha com empresas para a divulgação do Balanço Social, propondo um modelo único e simples. O primeiro balanço social foi publicado no Brasil em 1984 pela Nitrofértil, seguido pela publicação feita pelas empresas do Sistema Telebrás, no final da década de 80, e do Banespa, de 1992 (TORRES, 2000a: 1). Ainda em 1997, o IBASE criou o "Selo Balanço Social", fornecido às empresas que publicam-no anualmente.

Neste breve relato, mostrou-se a evolução das informações e demonstrações contábeis, desde sua criação pelos comerciantes venezianos até a concepção de Balanço Social. A evolução promete seguir sempre, em

---

indicadores.

[2] Conforme definição de SUCUPIRA (2000: 1), o Balanço Social é um documento publicado que reúne um conjunto de informações sobre as atividades desenvolvidas por uma empresa, em promoção humana e social, dirigidas a seus empregados e à comunidade onde está inserida. Os itens de verificação são: educação, saúde, atenção à mulher, preservação do meio ambiente, contribuições para a melhoria da qualidade de vida e de trabalho dos funcionários, desenvolvimento de projetos comunitários, erradicação da pobreza, geração de

busca de uma melhor compreensão e transparência da atuação das organizações e influenciada pelas necessidades dos diversos usuários da informação contábil. E possibilitando o avanço das pesquisas que as utilizam como dados para o estudo da avaliação de desempenho das empresas.

1.2 CENÁRIO DA PESQUISA

O desenho do presente estudo começou a ser delineado na disciplina Contabilometria, coordenada por Luiz João CORRAR, no Programa de Doutorado em Contabilidade e Atuária da FEA-USP. Foram apresentados diversos métodos quantitativos e discutidas sua utilidade e possibilidades de aplicação em Contabilidade, Controladoria e Finanças.

Um dos temas explorados foi Análise Discriminante, com aplicação, sobretudo, à previsão de insolvência nas empresas. À época ficou pendente se seria possível uma aplicação ao que se chamou de *Previsão de Excelência.* Ao invés de distinguir entre empresas “boas” e “ruins”, pretendia-se discriminar quais eram as “melhores” empresas.

A questão foi retomada na disciplina de Análise de Balanços, conduzida por Eliseu MARTINS. Eram tantos os indicadores passíveis de ser utilizados na análise de balanços de empresas que, às vezes, tinha-se a impressão de que atrapalhavam ao invés de ajudar. Considerando-se que alguns indicadores têm comportamento oposto,[3] a situação se agrava. Será que não poderia ser construído, com auxílio de métodos quantitativos, um modelo que auxiliasse o analista? Seria como o “painel de comando” utilizado na aviação. Para efetuar a análise, o pesquisador alimentaria o modelo com as informações, que idealmente poderiam não se restringir a dados de natureza contábil. O modelo retornaria com uma avaliação, discriminando o desempenho das empresas em função dos diversos indicadores fornecidos, relacionando os indicadores entre si e apontando possibilidades de melhoria.

---

renda e criação de postos de trabalho (SOUZA, 2000: 1).

[3] Como exemplo, tomem-se os indicadores de liquidez e endividamento. Para os primeiros, quanto maior o indicador, melhor a situação da empresa analisada. No caso dos indicadores de endividamento, acontece o oposto: quanto maior o índice, pior a situação financeira, se

A possibilidade de utilização da Análise Discriminante foi novamente considerada. No entanto, na análise discriminante, é necessário que sejam indicadas *ex ante* quais empresas são “boas” e quais são “ruins”. No caso da previsão de insolvência, a tarefa é cumprida identificando-se uma amostra que contenha empresas falidas e não falidas, retroagindo-se ao período anterior à falência e, então, indicando-se que as empresas falidas são “ruins” e as empresas não falidas são “boas”. Os indicadores de ambos os grupos podem ser comparados de diversos métodos, resultando em uma equação que, aplicada a novas empresas, aponta a probabilidade de sua falência. Mas como separar inicialmente empresas excelentes das demais? O critério utilizado na segregação não “contaminaria“ a análise posterior? Era desejável encontrar um método que efetuasse a seleção, prescindindo de indicações prévias.

Uma pesquisa sobre métodos quantitativos indicou a possibilidade de utilização da Análise por Envoltória de Dados (DEA). A DEA foi criada exatamente para analisar *performance* e prescinde de discriminação prévia entre as unidades (empresas) avaliadas. A própria técnica faz a discriminação, utilizando, para tanto, a programação matemática.

O desafio seguinte foi encontrar referências à aplicação da análise DEA, que permitissem desenvolver o método. Buscaram-se os estudos estrangeiros nas áreas de Contabilidade e Finanças, com ênfase em modelos de avaliação de desempenho econômico e previsão de insolvência desenvolvidos nos Estados Unidos e na Europa, incluindo teses e livros.

As fontes eletrônicas de consulta foram exploradas com a recuperação de artigos em periódicos internacionais. Ressalte-se a importância do acesso à base de dados *Proquest*, disponibilizado pela Biblioteca da FEA-USP aos seus pesquisadores, por meio da Internet. O Programa Biblioteca Eletrônica (ProBE), criado pela Fapesp em convênio com universidades, e disponível na Rede ANSP, forneceu igualmente uma base consistente de pesquisa.

---

não houver um efeito alavancagem positivo.

A Internet foi igualmente utilizada para consulta e acesso à base de dissertações eletrônicas disponíveis em www.umi.com. A base de *Digital Dissertation* disponibiliza um mecanismo de pesquisa e consulta e a possibilidade de recuperação de títulos por entrega eletrônica e correio tradicional.

O programa de comutação bibliográfica (Comut) foi utilizado para recuperação de teses de outras universidades brasileiras.

Os estudos localizados foram resumidos no *Capítulo 3 – Análise por Envoltória de Dados*, com o objetivo de facilitar o acesso a outros pesquisadores que pretendam investir no assunto.

Paralelamente, pesquisadores nas áreas de Contabilidade, Controladoria, Administração, Engenharia da Produção, Estatística e Matemática, de diferentes instituições, foram contatados para se estabelecer uma compreensão prévia do assunto.

Foram então recuperados trabalhos e pacotes estatísticos (*softwares)* utilizando a técnica específica. Após o levantamento das especificações técnicas dos pacotes estatísticos encontrados, foi feita a seleção e aquisição do *Frontier Analyst*®, para aplicação no presente estudo. Desenvolvido por *Banxia® Software Ltd.*, Glasgow, Escócia, tem capacidade para avaliação de 250 unidades e 32 variáveis de *input* ou *output*. Para os estudos estatísticos, foram utilizados os programas Excel®, da Microsoft®, e MINITAB™, da MINITAB Inc™, cedido pela Universidade de São Paulo.

Após a construção do referencial teórico e metodológico, utilizou-se o Banco de Dados *Melhores e Maiores* de Fipecafi-*Exame* para selecionar o setor e grupo de empresas que se constituiu na amostra de teste. O experimento foi repetido para outro setor para confirmar a possibilidade de sua generalização.

1.3 SÍNTESE DO PROBLEMA

Parte-se das seguintes ***constatações***:

- Os indicadores contábeis extraídos das demonstrações contábeis publicadas pelas empresas têm sido relacionados ao seu desempenho;
- *Rankings* têm sido utilizados na classificação do risco e retorno de empresas, utilizando, entre outros, indicadores contábeis aliados a métodos quantitativos;
- Métodos quantitativos específicos, utilizando indicadores contábeis, têm sido utilizados na previsão da falência de empresas;

As ***premissas*** do estudo podem ser então apresentadas:

- A Contabilidade é fonte de informação para a aferição do desempenho econômico das empresas;
- A conjunção entre indicadores contábeis e métodos quantitativos específicos oferece novos instrumentos para avaliação de desempenho econômico de empresas.

Em decorrência das constatações e premissas expostas as questões principais que orientam essa pesquisa são:

Quais as vantagens e limitações do desenvolvimento de uma metodologia de aplicação da Análise por Envoltória de Dados ao processo de Análise de Balanços de empresas?

Como avaliar o desempenho de empresas através de uma metodologia que utilize indicadores e informações contábeis, oriundas da Análise de Balanço, e técnicas matemáticas e estatísticas, notadamente a Análise por Envoltória de Dados (DEA)?

Outras características que devem ser atendidas na definição da metodologia de avaliação a ser construída são:

- Prescindir de definições *ex ante* de pesos para os indicadores;
- Discriminar o desempenho das empresas em função de diversos indicadores;

- Indicar metas de melhoria para o desempenho das empresas.

Para garantir a utilidade da metodologia na gestão de empresas é ainda necessário que:

- seja de simples utilização,
- tenha resultados de fácil interpretação.

Subsidiariamente é desejável que através da metodologia seja possível derivar um *ranking* de empresas por excelência.

A Figura 1.1 representa esquematicamente a pesquisa.

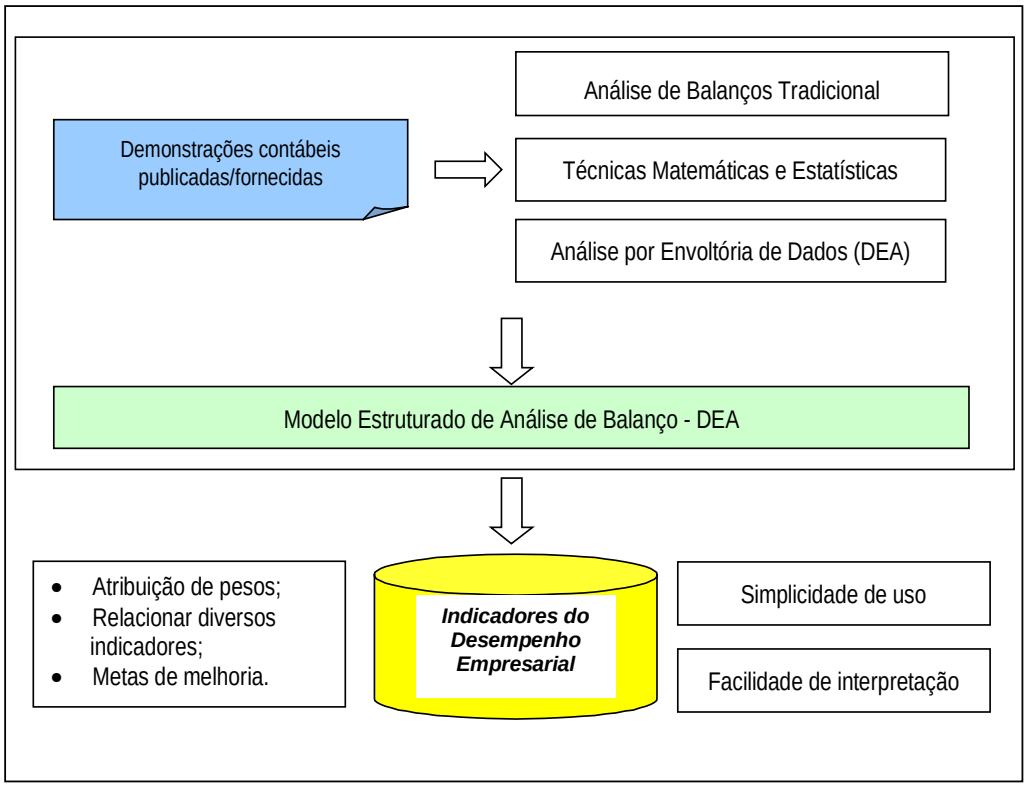


Figura 1.1 – Esquema de Pesquisa

Portanto, de forma resumida, o objetivo do presente estudo é:

Construir uma metodologia de análise de desempenho de empresas que utilize indicadores e informações oriundas da Análise de Balanço e técnicas matemáticas e estatísticas, notadamente a Análise por Envoltória de Dados, de forma a: (1) prescindir de atribuição de pesos

aos indicadores ex ante*; (2) discriminar o desempenho das empresas relacionando diversos indicadores; (3) indicar metas de melhoria para o desempenho das empresas.*

1.4 METODOLOGIA E MÉTODO DE PESQUISA

Na complexa tipologia de estudos científicos, e com base no levantamento apresentado por Gilberto de Andrade MARTINS (1994: 26-31), a presente pesquisa pode ser reconhecida como um estudo *teórico-metodológico*, uma vez que se inicia na formulação de quadros de referência e estudos de teorias, dedicado a indagar ou produzir técnicas de tratamento da realidade. E, por essa ligação com a realidade, é um estudo *empírico-analítico*, uma vez que, ocupado com a codificação da face mensurável da realidade social, utiliza-se de técnicas de coleta, tratamento e análise de dados marcadamente quantitativas.

Tem, ainda, caráter exploratório, no sentido de obter maiores informações sobre determinado assunto, com a finalidade de formular problemas e hipóteses para estudos posteriores. Mas que, no entanto, não serão exaustivas, não esgotarão as possibilidades de pesquisa.

Baseia-se em extensa pesquisa bibliográfica sobre os temas que aborda, procurando por relações e indicações de caminhos a serem percorridos para a aproximação que busca entre diferentes áreas do conhecimento. Mas é importante frisar o entendimento de GIL (1989: 48):

> *"A pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Embora em quase todos os estudos seja exigido algum tipo de trabalho desta natureza, há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas. Boa parte dos estudos exploratórios pode ser definida como pesquisas bibliográficas. (...)."*

Os temas em referência são objeto de estudo em diversas áreas de conhecimento. Assim, o presente estudo tem um enfoque multidisciplinar, envolvendo, entre outras, as áreas de Administração, Contabilidade, Finanças, Engenharia da Produção, Matemática e Estatística.

A metodologia de pesquisa é resumida na Figura 1.2. Ressalte-se a característica recorrente da pesquisa bibliográfica, pela qual inicia-se um projeto de pesquisa, e que continua durante todo o processo, até seu término.

Figura 1.2 – Etapas da pesquisa – metodologia

No próximo item serão apresentados as características da base de dados e os procedimentos de seleção da amostra.

1.5 Base de Dados Utilizada

A amostra deste trabalho foi definida com base nas informações disponíveis na Base de Dados *Melhores e Maiores de* Fipecafi-*Exame*.

Foi KANITZ que iniciou, em 1974, os estudos do que se consolidou na publicação *Melhores e Maiores*, da revista *Exame*. Hoje, sob a supervisão técnica de Nelson CARVALHO e Ariovaldo dos SANTOS, a publicação é aguardada pelo meio empresarial, que voluntariamente envia suas informações para a escolha da *Melhor Empresa do Ano.* Maiores informações sobre o projeto são apresentadas no item *2.3.2 Melhores e Maiores*, no *Capítulo 2*.

Essa base de dados é constituída de informações contábeis e financeiras voluntariamente enviadas pelas empresas à Fipecafi, acrescidas

das demonstrações contábeis publicadas nos termos da legislação societária atual pelas sociedades anônimas e algumas sociedades por quotas de responsabilidade limitada.

Atualmente, engloba informações de cerca de 2.500 empresas, das quais cerca de 200 são sociedades limitadas, distribuídas em todas as áreas do território nacional, nos diversos setores de atividade, de capital nacional e estrangeiro. As demonstrações contábeis publicadas são coletadas em jornais de grande circulação e dos Diários Oficiais dos seguintes Estados: Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná, Pernambuco, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, São Paulo e Distrito Federal.

Considerou-se, pelas constatações anteriores, a possibilidade de trabalhar com setores específicos para a construção do modelo de análise estruturada – DEA. O setor de energia elétrica, por exemplo, tem representação praticamente censitária na Base de Dados *Melhores e Maiores de* Fipecafi-*Exame*. A primeira comparação foi feita com base nas informações da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). Foram obtidas as tabelas de *Participação das Empresas no Mercado de Distribuição (Versão Preliminar – Exercício 1999)*. Estão relacionadas ao todo 76 empresas, compondo o setor de energia elétrica brasileiro. A Base de Dados *Melhores e Maiores de* Fipecafi-*Exame* contém informações de 46 empresas, para o período de 1999 a 2000, o que corresponde a 60,53% das empresas do setor.

No entanto, uma segunda comparação foi efetuada, repetindo-se a classificação, considerando agora as informações de consumo e distribuição, também constantes das tabelas de *Participação das Empresas no Mercado de Distribuição (Versão Preliminar – Exercício 1999)*. Verifica-se que essas 46 empresas representam cerca de 96% do Consumo Total, 84% do Consumo Próprio e 96% do Mercado de Distribuição. Constituindo, assim, uma parcela relevante do setor de energia elétrica, um retrato praticamente censitário desse universo de empresas.

O setor de Alimentos foi igualmente selecionado para a generalização da metodologia por incluir um número maior de empresas (58 empresas para

o período de 1999 a 2000) e apresentar maiores diversidades de porte e atuação.

1.6 JUSTIFICATIVAS DO ESTUDO

O histórico apresentado no item *2.4.2 Modelos Integrados de Análise de Balanços* sobre a aplicação de métodos quantitativos à análise de demonstrações contábeis demonstra uma predominância até o momento de métodos paramétricos, com ênfase, sobretudo, em análise de regressão e análise discriminante. Os métodos não-paramétricos têm sido pouco explorados na literatura contábil. A Análise por Envoltória de Dados é uma técnica não-paramétrica, baseada em programação matemática, que desde seu desenvolvimento em 1978 tem ganhado atenção dos pesquisadores pelas potencialidades de sua aplicação na avaliação de desempenho das empresas.[4]

No entanto, por meio da pesquisa bibliográfica realizada e apresentada no *Capítulo 4*, percebe-se que apenas recentemente a Análise por Envoltória de Dados tem sido utilizada em estudos no Brasil, com uma concentração de trabalhos na Universidade Federal de Santa Catarina. Essa percepção é confirmada por BELLONI (2000: 44), que afirma: *"no Brasil, os primeiros trabalhos utilizando a técnica DEA na construção de medidas de avaliação de IES têm origem em grupos de pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)"*.

Outro núcleo de pesquisas sobre o tema foi identificado na Universidade Federal do Rio de Janeiro, pelo COPPE/UFRJ, sob orientação de Marcos Pereira Estellita LINS.

Acrescente-se a esses fatos que aplicações específicas em Contabilidade e Finanças têm sido feitas ainda de forma incipiente no Brasil. Informações contábeis e financeiras têm sido incluídas em modelos de avaliação de desempenho de empresas em conjunto com variáveis operacionais para estudo da eficiência operacional de empresas. O único

estudo brasileiro utilizando-se somente de indicadores contábeis para avaliação econômica de empresas localizado foi o de CERETTA e NIEDERAUER (2000), *Rentabilidade e eficiência no setor bancário brasileiro,* apresentado no item *4.1.2 Estudos utilizando DEA em Contabilidade e Finanças no Brasil.*

As potencialidades e limitações da análise já foram amplamente discutidas no contexto internacional, com as aplicações mais diversas. Assim, a Análise por Envoltória de Dados torna-se um campo fértil para pesquisadores brasileiros.

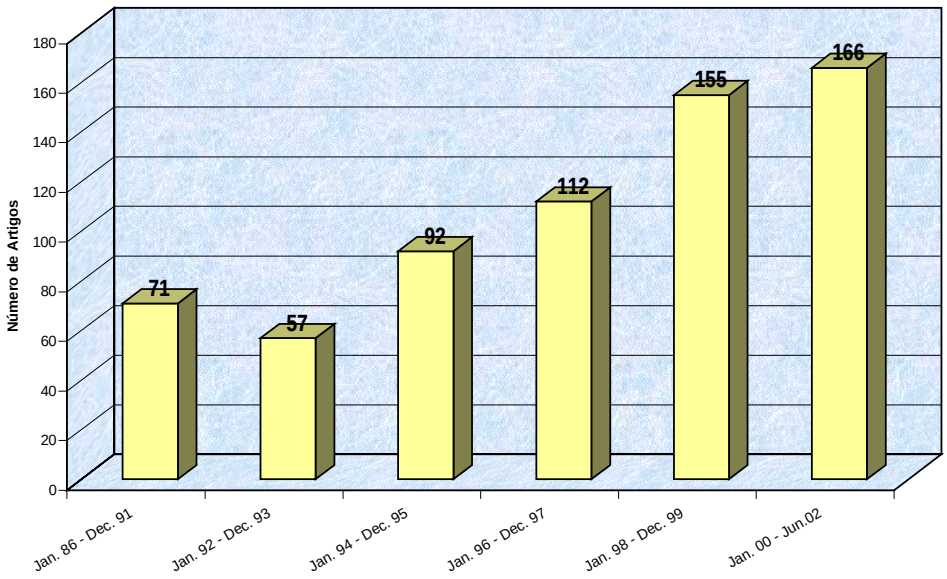
CHARNES, COOPER, LEWIN e SEIFORD (1994: 11) citam que, no período de 1978 e 1992, mais de 400 artigos, livros e dissertações envolvendo DEA foram publicados no exterior. Porém, uma consulta à base de dados do sistema Dedalus, que consolida o catálogo das bibliotecas da Universidade de São Paulo, mostra apenas quatro referências ao assunto *Data Envelopment Analysis*.

Os artigos estrangeiros apresentados no *Capítulo 4* foram obtidos de um trabalho de pesquisa à Base Proquest em CDROM, mantida pela Biblioteca da FEA-USP. A base contém mais de 1.000 periódicos de língua inglesa nas áreas de administração, *marketing* e negócios. *Data Envelopment Analysis* aparece como um assunto para pesquisa. O Gráfico 1.1 permite avaliar a evolução da presença de artigos específicos sobre DEA no Proquest desde 1986. No total, foram 653 artigos publicados no período de cerca de 16 anos, suplantando o total citado anteriormente para o período 1978-1992. Percebe-se, ainda, uma tendência ascendente na publicação de artigos, o que indica o aumento do interesse de especialistas pela aplicação da DEA.

---

[4] O item 1.8.4 detalha as características das técnicas paramétricas e não paramétricas.

Gráfico 1.1 – Evolução dos artigos sobre DEA na Base Proquest (1986 a 2002)



O auxílio das bibliotecárias da FEA-USP permitiu ainda identificar o tema no Programa Biblioteca Eletrônica (ProBE), criado pela Fapesp em convênio com universidades, e disponível na Rede ANSP.

Porém, o acesso às bases de consulta como Proquest e ProBE é ainda bastante restrito. O primeiro depende de um investimento na assinatura da base em CDROM, além da disponibilização de equipamentos que permitam a consulta. O segundo é possível somente às instituições conveniadas. Ressalte-se, portanto, que a consecução da pesquisa só foi possível pela excelente estrutura de pesquisa existente, notadamente, na Universidade de São Paulo e na FEA.

Não obstante o interesse de pesquisadores no exterior sobre o assunto, o levantamento revelou poucos trabalhos relacionando DEA e Análise de Balanços ou DEA e Avaliação de Desempenho. Apenas os trabalhos de SMITH (1990) *Data envelopment analysis applied to financial statements* e de SMITH e FERNANDEZ-CASTRO (1994) *Towards a general non-parametric model of corporate performance* escapam à regra.

Finalmente, as consultas à base de *Digital Dissertation,* disponibilizada pela Internet em www.umi.com, mostraram que no exterior também são

poucas as teses e dissertações aplicando DEA em análise de demonstrações financeiras com a finalidade de avaliação de empresas. Como exceção, citam-se os trabalhos de Paul C. SIMAK, apresentados à University of Toronto*, DEA based analysis of corporate failure* (1997) e *Inverse and negative DEA and their application to credit risk evaluation* (2000), ainda bastante recentes.[5]

Assim, conclui-se pela pertinência e relevância de buscar a relação entre os temas, investigando as possibilidades e limitações da utilização da Análise por Envoltória de Dados na Análise de Demonstrações Contábeis das Empresas.

1.7 CONTRIBUIÇÕES DO ESTUDO

As contribuições do estudo são:

- Apresentação de um histórico da evolução da Análise de Balanços;
- Discussão das possibilidades e limitações da utilização das informações contábeis para avaliação de desempenho de empresas;
- Apresentação da técnica de Análise por Envoltória de Dados, com discussão de suas vantagens e limitações e exemplificação didática para torná-la mais acessível;
- Levantamento e confrontação dos trabalhos apresentados no Brasil sobre Análise por Envoltória de Dados;
- Construção de uma metodologia (modelo estruturado) de aplicação da Análise por Envoltória de Dados à Análise de Demonstrações Contábeis.

---

[5] A tese de J. C. BEDARD (1985) ainda se inclui no conjunto de trabalhos relacionando DEA à Contabilidade. No entanto, ela não foi recuperada em tempo de ser incluída na pesquisa.

1.8 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

1.8.1 DAS INFORMAÇÕES CONTÁBEIS EM AMBIENTES INFLACIONÁRIOS

As informações contábeis, por terem principalmente como base de mensuração dados monetários, estão sujeitas aos efeitos da mudança dos níveis de preços geral e específico.

No Brasil, devido a seus índices históricos de inflação bastante elevados, a questão do efeito da mudança no nível de preços nos relatórios contábeis foi bastante discutida nos meios acadêmico, governamental, de regulamentação e empresarial. O Departamento de Contabilidade e Atuária, da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, tem entre seus pesquisadores os responsáveis pelo desenvolvimento de um modelo de *reconhecimento da inflação na Contabilidade* conhecido como Método de Correção Monetária Integral.

A utilização do método foi bastante difundida no meio profissional e tornou-se obrigatória para as empresas organizadas na forma de sociedades por ações de capital aberto a partir de 1987, com a Instrução nº 64, da Comissão de Valores Mobiliários. Porém, teve sua adoção vedada para fins fiscais e societários nos termos da Lei nº 9.249, que alterou as legislações do Imposto de Renda e da Contribuição Social incidentes sobre o lucro das pessoas jurídicas. Determina o artigo 4º da referida Lei:

> *"Fica revogada a correção monetária das demonstrações financeiras de que tratam a Lei nº 7.799, de 10 de julho de 1989, e o art. 1º da Lei nº 8.200, de 28 de junho de 1991.*
>
> *Parágrafo único. Fica vedada a utilização de qualquer sistema de correção monetária de demonstrações financeiras, inclusive para fins societários."*

Após a extinção da correção monetária nas demonstrações contábeis, diversos pesquisadores alertaram sobre as distorções causadas mesmo quando os níveis de inflação são baixos. SANTOS e BARBIERI (1995) demonstraram a magnitude dos efeitos em diversos artigos que tratam do assunto; e concluem:

> *"os resultados apurados são totalmente diferentes e até conflitantes (...) como já tivemos a oportunidade de demonstrar, por diversas vezes, o que está errado é deixar de reconhecer a inflação nas demonstrações contábeis."*

Pesquisa de José Ricardo Maia de SIQUEIRA e Josir Simeone GOMES (2000) analisou o impacto das distorções entre as demonstrações contábeis apuradas de acordo com a Legislação Societária e pelo Método da Correção Monetária Integral no cálculo dos indicadores de análise de balanço. Foram coletadas as demonstrações de 11 empresas, do setor varejista, no período de 1988 a 1991, por meio do Cadastro Geral de Companhias Abertas da Comissão de Valores Mobiliários. Para essas empresas, foram calculados 20 índices, entre indicadores de liquidez, endividamento, lucratividade e atividade.

Foram, então, apuradas as diferenças percentuais entre indicadores, tomando-se por base os índices calculados utilizando-se as demonstrações pela Legislação Societária. Obteve-se, ainda, a média das distorções percentuais por índice[6] e procedeu-se à tabulação dos resultados.

Os indicadores que sofreram maiores distorções foram os de lucratividade e de atividade. Os autores explicam a pequena distorção apurada nos indicadores de liquidez e endividamento pela possibilidade, prevista na Instrução 108/89 da CVM, de não-atualização dos estoques e contas a pagar e receber com idade média de 90 dias. As diferenças encontradas para os demais indicadores estão resumidas na Tabela 1.1:

---

[6] Calculada pela média aritmética simples entre as distorções de cada empresa para o índice considerado.

Tabela 1.1 – Índices de atividade e lucratividade

Índices	**Anos/Distorção Média**			
	1988	**1989**	**1990**	**1991**
- Giro do Ativo	120,88%	185,28%	73,36%	97,24%
- Giro dos Estoques	201,03%	221,50%	92,51%	102,26%
- Margem Operacional	76,95%	291,17%	133,67%	62,45%
- Margem Líquida	64,91%	53,87%	42,77%	69,59%

Fonte: SIQUEIRA e GOMES (2000)

A conclusão dos autores (SIQUEIRA e GOMES, 2000: 12) é enfática:

> *"A análise das demonstrações financeiras é uma importante ferramenta na coleta de informações para usuários externos, sejam eles investidores, acionistas, bancos ou órgãos governamentais. Contudo, esta ferramenta também pode levar a conclusões errôneas, desde que os efeitos inflacionários sejam desconsiderados ou isolados parcialmente em um ambiente hiperinflacionário.*
>
> *(...)*
>
> *A conclusão que se chega é de que a análise é tão boa quanto a qualidade dos dados que utiliza. A Análise das Demonstrações Financeiras em economias hiperinflacionárias só tem sentido se realizada com dados ajustados para se isolar os efeitos inflacionários, caso contrário, corre-se o risco dela se assemelhar a uma obra de ficção.*
>
> *Este trabalho serve ainda de alerta sobre a validade da aplicação da lei 9.249, baixada em 1995. Com ela deixou-se de considerar o efeito inflacionário nas demonstrações financeiras. Com o crescimento da inflação é possível que se esteja gerando informações contábeis de baixa qualidade."*

Algumas empresas, em número cada vez menor, ainda preparam e divulgam de forma adicional as demonstrações contábeis pelo método da correção monetária integral. Outras, seguindo estritamente o previsto pela legislação, abandonaram a utilização do método.

Na Base de Dados *Melhores e Maiores* de Fipecafi-*Exame*, as distorções causadas pelo não-reconhecimento das variações de preços são atenuadas por um procedimento de correção dos ativos permanentes e patrimônio líquido. Mas, ainda assim, os resultados são aproximados e não têm a exatidão dos apurados internamente na empresa com as informações completas.

1.8.2 Das Imprecisões e Erros nas Demonstrações Contábeis

A diferenciação entre erro e fraude na literatura contábil e jurídica decorre, simplesmente, da intencionalidade (ou dolo). O erro é o fato não intencional, que advém de ação ou omissão do agente. Já a fraude guarda, em si, a ação com finalidade de lesar uma ou um conjunto de pessoas.

São freqüentes as referências às fraudes nos números contábeis. O jornalista Frederico VASCONCELOS, em artigo de 6 de outubro de 1997, na *Folha de S. Paulo*, destacou como manchete "*Promiscuidade entre empresas de auditoria e clientes fica impune*", relatando diversos casos de erros e fraudes em demonstrações contábeis e questionando a responsabilidade dos auditores independentes em sua detecção e divulgação.

Recentemente, a falência da Enron, sexta maior empresa dos Estados Unidos e maior empresa de energia elétrica do mundo, lançou na ordem do dia a questão da fragilidade dos sistemas contábeis e de auditoria na contenção e descoberta de fraudes.

A questão da representatividade das informações das demonstrações contábeis tem sido amplamente discutida. As demonstrações contábeis são utilizadas, por exemplo, por investidores e instituições financeiras para decisão de investimento e concessão de crédito. Assim, quando a saúde econômico-financeira da empresa está abalada, momento em que a empresa mais precisa de investimentos e crédito, as informações espelhariam um quadro negativo. Esse é o momento em que mais se agrava o problema da fidedignidade das informações contábil-financeiras.

Por instrumentos lícitos ou ilícitos, as informações poderiam ser "modificadas" para atender a critérios utilizados pelos analistas de crédito e investimento. Uma prática conhecida e lícita é a venda de ativos imobilizados com posterior arrendamento dos mesmos ativos objetos da venda. Essa operação, conhecida como *Sale-Lease-back*, altera a estrutura de capital da empresa, modificando, às vezes drasticamente, os indicadores de liquidez, muito utilizados em análise de balanços.

Há pesquisadores que concluem pela não-fidedignidade das demonstrações contábeis das empresas (KANITZ, 1976; MATIAS, 1992). As razões enumeradas por KANITZ (1976: 10) são ainda válidas:

1. Pobreza dos sistemas contábeis, principalmente das pequenas e médias empresas;
2. Falta de padronização;
3. Falta de consciência quanto aos princípios contábeis geralmente aceitos;
4. Adulteração decorrente de atitude premeditada da administração, acreditando-se seja mais acentuada nos demonstrativos que antecedem a falência ou concordata;
5. Embelezamento, face todo contador conhecer técnicas de *window dressing* com o objetivo de melhorar alguns índices financeiros.

E a estes MATIAS (1992: 48) acrescenta as distorções decorrentes dos efeitos inflacionários sobre a contabilidade (já discutidos no item *1.8.1 Das Informações Contábeis em ambientes inflacionários*) e as incorreções periódicas ocorridas nos próprios indexadores.

Deve-se ressaltar a conclusão de KANITZ (1976: 184) com relação ao uso das demonstrações contábeis para estudos sobre o desempenho da empresa:

> *"Com relação à nossa segunda proposição – se são fidedignos da realidade os balanços das empresas brasileiras – a resposta parece ser tanto faz. Fidedignos ou não, ainda assim é possível prever-se uma insolvência com base nesses balanços, e é isso que importa."*

A evolução da legislação e o aperfeiçoamento das práticas profissionais na área contábil contribuíram para minorar os efeitos dos itens 2 e 3, respectivamente, a falta de padronização e de consciência quanto aos princípios contábeis.

Ressalte-se, quanto ao primeiro aspecto, a contribuição da legislação consolidada pela Lei das Sociedades por Ações, em 1976, atualmente em

fase de alteração para incorporar novos aperfeiçoamentos. Nas palavras de IUDÍCIBUS (2000: 36):

> *"Uma característica atual do estágio de desenvolvimento da Contabilidade no Brasil é paradoxal: a qualidade das normas contábeis à disposição ou editadas por órgãos governamentais (devido à inoperância, até um passado recente, de nossas associações de contadores, o Governo teve de tomar a iniciativa) é claramente superior – principalmente agora com a Lei das Sociedades por Ações e a Correção Monetária Integral – à qualidade média atual dos profissionais que têm de implementar estas normas. Nossa legislação, historicamente, adianta-se sempre em relação aos homens que irão utilizá-la e isto é mais sentido no campo contábil."*

No campo profissional, é importante citar a contribuição de instituições de ensino e pesquisa, órgãos de representação e de normatização no estudo, discussão, compilação e divulgação de práticas contábeis e pelo incentivo em sua adoção. Seus esforços conjuntos fizeram avançar a qualidade das informações contábeis e financeiras divulgadas, trazendo benefícios para aqueles que delas se utilizam. Vale citar mais um trecho de IUDÍCIBUS (2000: 38):

> *"O fato é que muitas normas de avaliação contábil e de padronização de demonstrativos contábeis estão concordes com a tendência norte-americana, com notáveis contribuições no que diz respeito à correção monetária, em que, por experiência, por vivência e por trabalhos acadêmicos já desenvolvidos, o Brasil aparece com grande destaque no cenário mundial. Consideramos que, em matéria de modelo contábil para finalidades externas, o brasileiro é um dos mais avançados (e complexos) do mundo."*

Essas observações aplicam-se para as grandes empresas, que adotam a forma jurídica de sociedades por ações e estão obrigadas a observar os preceitos legais. Algumas sociedades limitadas também o fazem de forma voluntária, demonstrando respeito pela sociedade e transparência no trato das informações.

No entanto, no caso das empresas de pequeno porte, a manutenção de sistemas de informação necessários para a contabilização de suas operações de forma completa seria muito custosa. Em geral, as microempresas e empresas de pequeno porte contam apenas com a assessoria de um escritório de contabilidade que consegue atender apenas

às obrigações legais e fiscais. Muitas não são nem mesmo formalizadas, funcionando como verdadeiras empresas “de fundo de quintal”.

A racionalização dos procedimentos formais e de recolhimento de impostos federais[7] para essas empresas, através do Sistema Integrado de Pagamento de Impostos e Contribuições das Microempresas e Empresas de Pequeno Porte (SIMPLES), criado pela Lei nº 9.317, de 5 de dezembro de 1996, representou avanços. A regulamentação ofereceu estímulo à formalização das empresas, representando, em alguns casos, redução da carga tributária individual, compensada, no entanto, pelo aumento do número de contribuintes.

O SIMPLES permitiu ainda que as empresas de pequeno porte e microempresas procedam à escrituração de suas atividades com base no Livro Caixa (que reúne a movimentação financeira, inclusive bancária) e no Livro de Registro de Inventário (que registra os estoques existentes no final de cada ano-calendário). Assim, muitas empresas de pequeno porte mantêm apenas o controle do Livro Caixa, não contando com informações para elaboração de relatórios contábeis completos. Diversos estudos apontam para a necessidade de simplificação dos relatórios para pequenas empresas.[8] A adoção do Fluxo de Caixa Projetado, do Balanço Perguntado,[9] entre outras demonstrações propostas, aproxima o empreendedor da compreensão dos conceitos contábeis e entendimento da importância dos relatórios financeiros para auxiliar a tomada de decisões.

---

[7] Os Estados e municípios poderiam integrar o sistema por meio de convênios em que delegassem à Receita Federal o poder de arrecadar os tributos e fiscalizar os contribuintes.

[8] Vide, por exemplo: KASSAI, Silvia. *As empresas de pequeno porte e a contabilidade.* 1996. Dissertação (Mestrado). São Paulo: FEA-USP.

[9] O balanço perguntado é uma metodologia utilizada no diagnóstico financeiro de empresas de pequeno porte. Tem como ponto de partida informações levantadas com os gestores e donos das empresas para proceder, então, à apuração de demonstrações contábeis projetadas. São perguntas, na forma de questionários, que irão, na verdade, auxiliar na preparação dos relatórios contábeis tradicionais e possibilitar a análise da provável situação da empresa. Algumas instituições financeiras utilizam-na para análise de solicitações de empréstimos e financiamentos. Maiores detalhes são apresentados em: KASSAI, Silvia; KASSAI, José Roberto; NOSSA, Valcemiro. *Pequenas Empresas: Como é difícil “levantar dinheiro”!*. Anais do XVII Congresso Brasileiro de Custos, Recife, 2-4 de agosto de 2000.

Restam, portanto, as ressalvas quanto à adulteração de relatórios contábeis e ao “embelezamento”. Esse tema não é objeto do presente estudo, mas é um amplo campo para pesquisas em Contabilidade. Considerar quais os efeitos contábeis das fraudes, quais os mecanismos adotados pelos fraudadores que dificultam sua detecção e qual metodologia, utilizando inclusive recursos de informática e métodos quantitativos, que permitiriam sua identificação, estão entre as possíveis questões de pesquisa nesta área específica.

As demonstrações contábeis incluídas na Base de Dados *Melhores e Maiores de* Fipecafi-*Exame* são checadas e examinadas em sua consistência interna. As incorreções verificadas são investigadas junto às empresas e, se não puderem ser sanadas, implicam a exclusão da empresa.

Boa parte das empresas tem suas demonstrações submetidas a exame pela auditoria externa, que emite parecer a respeito de sua representatividade e da observância dos princípios fundamentais de contabilidade.

1.8.3 Da Utilização da Técnica Análise por Envoltória de Dados

Ao utilizar uma técnica específica de avaliação em pesquisa, pode-se fazê-lo de dois pontos de vista:

- do especialista: que conhece profundamente as bases da técnica e se dispõe a aperfeiçoá-la em seus fundamentos, criticando-a e sugerindo modificações. Na literatura sobre DEA, são constantes as pesquisas que concluem sobre a necessidade e possibilidade de suplantar as deficiências de modelos DEA propondo novos modelos ou acréscimos aos anteriores. Assim, atualmente, conta-se com uma família de modelos DEA, conforme será visto no *Capítulo 3*, com formulações matemáticas diversas, bem como com sugestões de modificação e acréscimos de restrições aos modelos iniciais.[10]

[10] Um exemplo é a utilização de restrições aos pesos na análise DEA.

- do usuário: que explora as potencialidades e limitações da técnica para aplicação em sua área, baseado nos estudos dos especialistas, porém sem condições de sugerir aperfeiçoamentos à técnica em si.

A presente pesquisa parte do segundo enfoque, buscando na literatura especializada as indicações de vantagens e limitações no uso da técnica e procurando, na análise do resultado de aplicações empíricas, avaliar a possibilidade e utilidade de seu uso em uma área específica de estudo: a análise de balanços.

1.8.4 DAS CONCLUSÕES DA ANÁLISE

Ao definir uma amostra para estudo, o pesquisador deve se cercar de alguns cuidados, principalmente se quiser extrapolar as informações obtidas sobre a amostra para o universo ou população. Assim, diversos textos em Estatística tratam do problema da definição da amostra.

Segundo Gilberto de Andrade MARTINS (1994: 35), *"na teoria da amostragem, são consideradas duas dimensões:*

- *Dimensionamento da amostra.*
- *Composição da amostra."*

BUSSAB e MORETTIN (1987: 1) chamam-na de inferência estatística e explicam:

> *"A inferência estatística é uma das etapas da Estatística. Esta é a parte da metodologia da Ciência que tem por objetivos a coleta, redução, análise e modelagem dos dados, a partir do que, finalmente, faz-se a inferência para uma população, da qual os dados (a amostra) foram obtidos."*

A inferência estatística baseia-se sobretudo em distribuições de dados conhecidas que permitem, com base em uma amostra aleatória, inferir a respeito das características da população. Uma das distribuições mais conhecidas e utilizadas é a distribuição normal, e as razões apontadas por STEVENSON (1981: 136) são:

- com bastante freqüência, elas representam, com boa aproximação, as distribuições de freqüência observadas de muitos fenômenos naturais e físicos;
- servem como aproximação de probabilidades binomiais, quando *n* (número de observações) é grande;
- e, o motivo mais importante, é que as distribuições tanto de médias como das proporções em grandes amostras tendem a ser distribuídas normalmente.

As técnicas estatísticas baseadas em distribuições conhecidas são chamadas de técnicas paramétricas, pois supõem que os dados obedecem a determinados parâmetros. Os testes paramétricos formam a base da inferência estatística e têm grande relevância na amostragem.

Existem ainda técnicas estatísticas não paramétricas, que não pressupõem que os dados obedeçam a determinada distribuição,[11] mas buscam determiná-la com base no estudo dos dados como são. A Análise por Envoltória de Dados é uma técnica não-paramétrica. Dessa forma, prescinde de conhecimento prévio a respeito da distribuição dos dados em estudo. Essas e outras características da Análise por Envoltória de Dados são apresentadas no *Capítulo 3.*

No entanto, ao lado das vantagens de prescindir de suposições a respeito da distribuição da população, as técnicas não paramétricas sofrem grande influência da escolha das unidades sob avaliação, pois é a partir do conjunto em análise que determinam o comportamento dos dados. Dessa forma, as conclusões das análises efetuadas no presente estudo estão limitadas pelas empresas incluídas, pelas informações disponíveis e pelo período abrangido. Não podem e não devem ser extrapoladas desse contexto.

---

[11] Por isso são também chamados de testes livres de distribuição (STEVENSON, 1981: 308).

É importante frisar que a inclusão ou exclusão de qualquer dado, seja uma empresa, uma informação financeira específica ou um período, modifica os resultados do estudo. Portanto, qualquer conclusão precisaria ser precedida de novas análises.

CAPÍTULO 2

ASPECTOS CONCEITUAIS

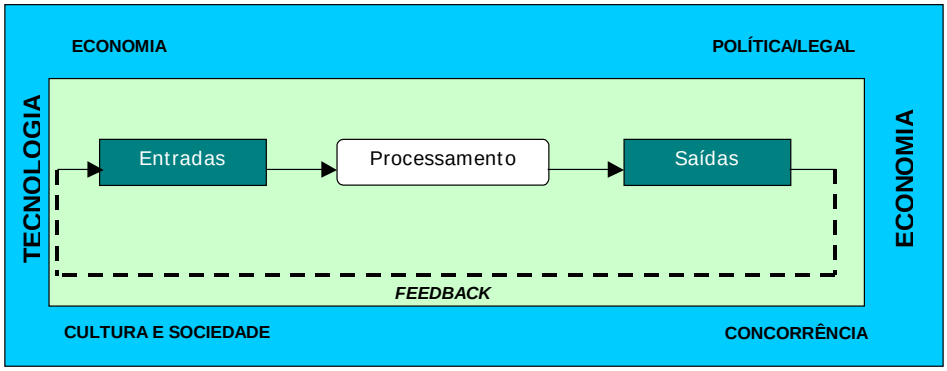
2.1 EMPRESAS, PAPEL SOCIAL E DESEMPENHO

Há muito se discute o papel das empresas. Para os simplistas, o objetivo das empresas se resume ao lucro. Da agregação de fatores surge a mais-valia, como objetivo precípuo do empreendedor, que deve ser necessariamente superior aos rendimentos dos fatores considerados isoladamente.

Para outros, as empresas adquirem em sua existência a conotação de organismos vivos, ou de organizações, com missão, crenças e valores, que superam a busca simples pelo lucro. Essa visão foi trazida para a administração pelo biólogo VON BERTALANFFY apud FERREIRA, REIS e PEREIRA (1997: 58) que, propondo o estudo da empresa como um sistema aberto, originou os estudos da chamada Teoria Geral dos Sistemas.

A empresa seria assim um todo organizado e complexo, inserido em um ambiente onde busca os recursos que utiliza e para o qual se destinam os resultados de suas atividade de transformação.

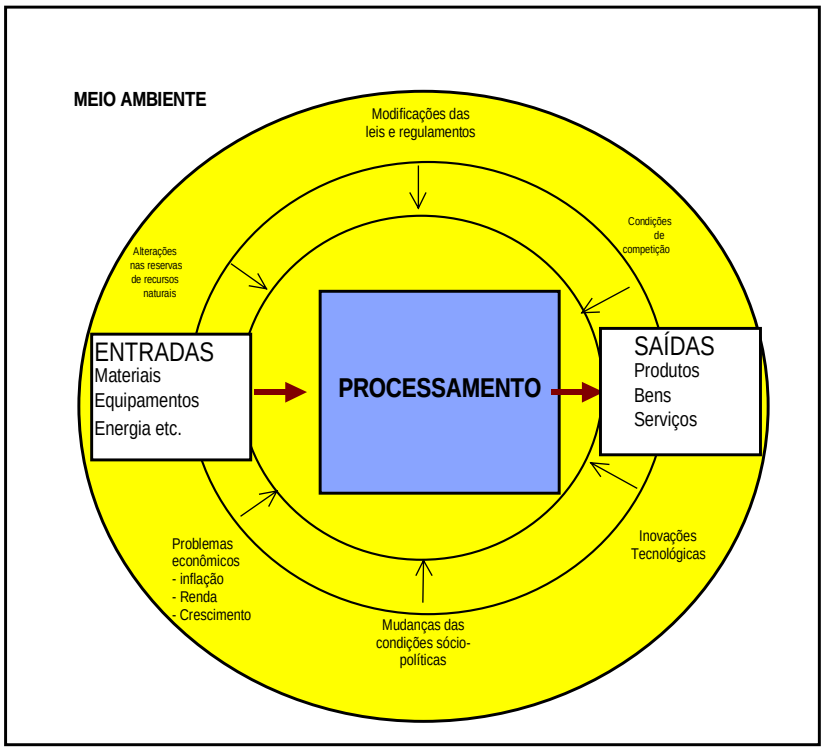
A visão sistêmica da empresa a apresenta como um conjunto de três elementos interdependentes: entradas, processamento e saídas, envolvidos pelas forças externas que provocam mudanças na estrutura e desempenho de cada um desses elementos e, como conseqüência, afetam todo o sistema (FERREIRA, REIS e PEREIRA, 1997: 61-62). Sua representação seria a apresentada na Figura 2.1:



Fonte: FERREIRA, REIS e PEREIRA (1997: 62).

Figura 2.1 – O enfoque sistêmico e o ambiente

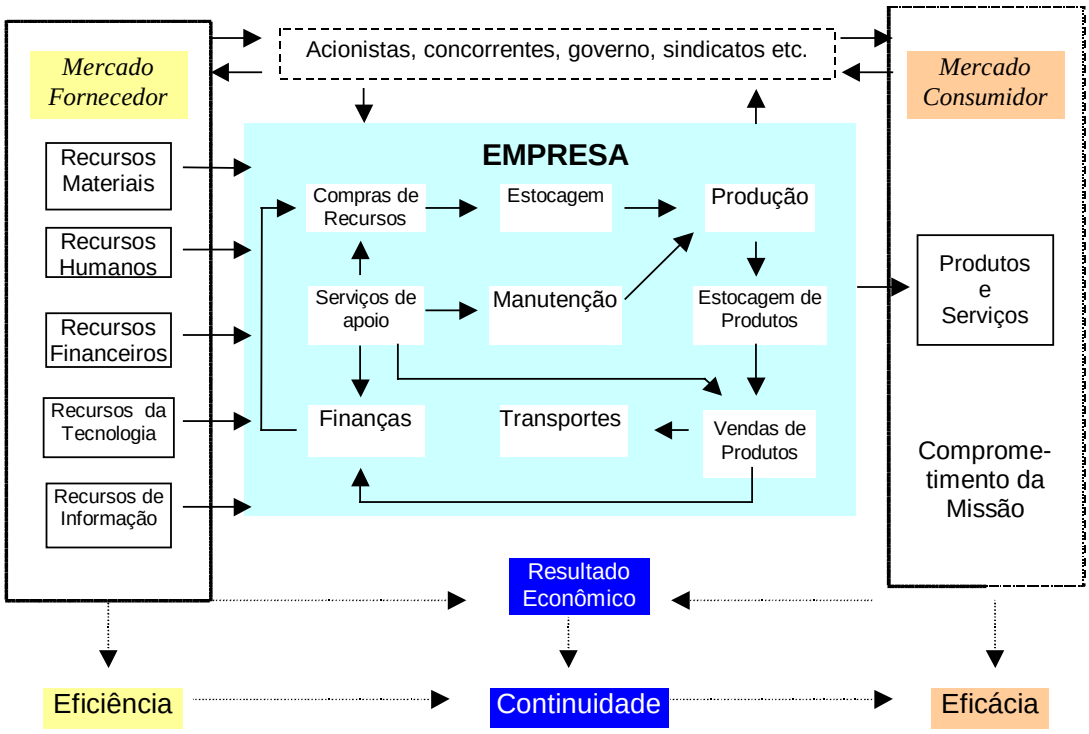
BIO (1991: 19) propõe a representação sistêmica da empresa conforme a Figura 2.2, ressaltando as diversificadas e enormes pressões a que o ambiente submete a empresa.



Fonte: BIO (1985: 19).

Figura 2.2 – A empresa como um sistema

CATELLI (1999: 38-39) acrescenta que a empresa caracteriza-se como um sistema *aberto* e essencialmente *dinâmico*, isto é, como *um conjunto de elementos interdependentes que interagem entre si para a consecução de um fim comum, em constante inter-relação com seu ambiente*. Para a consecução de seu objetivo de transformar recursos em produtos e serviços, a empresa subdivide-se em diversos processos menores, interdependentes, que são suas atividades. A representação completa da empresa seria a apresentada na Figura 2.3:



Fonte: CATELLI (1999: 38).

Figura 2.3 – A empresa e seus subsistemas

A revista *Veja* apresentou a seguinte análise das empresas brasileiras em um artigo sobre a venda de empresas nacionais a grupos estrangeiros:

> *"Há cerca de 6 milhões de empresas em atividade no Brasil, contando desde padarias até metalúrgicas. Esse universo é um organismo vivo, pois todo ano milhares de companhias vão à falência e outras tantas abrem as portas. Pode-se dizer também que empresas são como pessoas. Elas morrem. Apenas para se ter uma idéia, das 25 maiores empresas americanas do início*

> *do século XX, só duas completaram 100 anos: a General Electric e a U.S. Steel, hoje rebatizada com o nome de USX. Não existe nenhum levantamento dessa natureza no Brasil. A base da pirâmide empresarial brasileira é formada por micro e pequenas empresas, aquelas cujos donos as chamam de firma. A parte superior inclui um grupo reduzido de 50.000 médias e grandes companhias, justamente as que despertam a cobiça estrangeira. No alto da pirâmide estão os 139 grupos com patrimônio superior a 100 milhões de dólares. As 1.100 empresas que passaram ao controle estrangeiro e foram listadas pela KPMG estão na metade superior da pirâmide – boa parte, no pico" (PINHEIRO & OINEGUE, 2000: http://www2.uol.com.br/veja/240500/p_042.html).*

Para perpetuar-se, além de cumprir sua missão e buscar o lucro, ou atender a seus *objetivos econômicos*, a empresa precisa responder aos anseios do ambiente no qual está inserida, ou aos *objetivos sociais*.

As exigências da comunidade sobre as empresas estão aumentando rapidamente. Aos diversos órgãos reguladores, que em geral pertenciam à instância governamental, somam-se, atualmente, as organizações civis, constituídas das mais diversas formas, com atuação local ou internacional. São as chamadas organizações não governamentais (ONGs).

TORRES (2000a: www.ibase.org.br) registra o resgate social das empresas historicamente com manifestações em prol de um comportamento responsável sendo percebidas desde o início do século XX. Porém, pontua que somente a partir dos anos 60 nos Estados Unidos e no início da década de 70 na Europa – particularmente França, Alemanha e Inglaterra – a sociedade iniciou uma cobrança por maior responsabilidade social das empresas e consolidou-se a própria necessidade de divulgação de relatórios sociais.

Ressalta que responsabilidade com relação às relações com a sociedade tornou-se uma questão de estratégia financeira e sobrevivência empresarial (TORRES, 2000b: www.ibase.org.br).

> *"Desta forma, muitos empresários já despertaram – e outros estão despertando – para o fato de que auferir grandes lucros à custa da saúde física e mental dos empregados, da destruição do meio ambiente e do desprezo por uma parcela considerável da sociedade, pode acabar gerando prejuízos de longo prazo."*

O processo de globalização também determinou a criação de padrões internacionais de atuação e qualidade, que alinharam as empresas em torno de exigências de procedimentos institucionais e de inserção ambiental. Empresas que empreguem mão-de-obra infantil na Índia sofrem boicotes da população americana. Movimentos ecológicos observam as práticas de preservação ambiental das empresas em todo o mundo. E denunciam qualquer deslize.

CATELLI (1999: 50-51) complementa:

> *"Como integrante do sistema ambiental, uma empresa sobrevive porque atende a expectativas dos participantes desse sistema. Nada significaria para a empresa o não-atendimento dessas expectativas se, a partir dessa constatação, não lhe fossem aplicadas 'sanções', seja sob a forma de multas fiscais, não-aquisição de seus produtos, interferências governamentais etc.*
>
> *Desse ponto de vista, os objetivos sociais da empresa realçam a interdependência empresa-ambiente, requerendo preocupação permanente na condução de suas atividades."*

Portanto, pode-se afirmar que a empresa atende a objetivos econômicos e sociais. E que seu desempenho é acompanhado de forma difusa, por diversos agentes, internos e externos.

2.2 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Diversos estudos têm dedicado atenção à avaliação do desempenho empresarial, em diversos ramos do conhecimento. Economia, Administração, Contabilidade, Psicologia, Sociologia, Direito, Engenharia podem ser citadas como algumas das ciências que estão de alguma forma preocupadas com o desempenho empresarial.

Conforme CATELLI (1999: 190), *"o termo avaliação refere-se ao ato ou efeito de se atribuir valor, sendo que valor pode ser entendido num sentido qualitativo (mérito, importância) ou num sentido quantitativo (mensuração)"*.

Já o conceito de *Desempenho* é apresentado no Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa nos seguintes verbetes:

> *"Desempenho. Execução de um trabalho, atividade, empreendimento, etc., que exige competência e/ou eficiência.*

Desempenhar. Cumprir (aquilo que se estava obrigado). Cumprir, executar."

Assim, a avaliação de desempenho empresarial está relacionada à verificação do cumprimento de obrigações por parte dos administradores responsáveis pelo gerenciamento da empresa. É a busca por mecanismos de determinação da forma como as decisões e ações dos administradores afetaram a empresa. E as decisões e ações dos administradores devem ser focadas sempre no sentido da maximização do valor da empresa (GUERREIRO, 1996: 17).

É importante frisar ainda que na avaliação de empresas o desempenho assume diversas dimensões, inter-relacionadas (CATELLI, 1999: 194):

- dimensão de amplitude: funcional, divisional, global;
- dimensão de tempo: curto, médio e longo prazo;
- dimensão de qualidade: eficácia e eficiência;
- dimensão de ocorrência: planejado, em realização e realizado;
- dimensão de natureza: operacional, econômico e financeiro.

2.2.1 MENSURAÇÃO DE DESEMPENHO

A mensuração do desempenho é uma área fértil para pesquisa em diversas áreas do conhecimento. Muito se tem escrito sobre indicadores de desempenho. Notas, percentuais, quocientes, montantes, multiplicadores, são muitas as formas numéricas utilizadas na aferição do desempenho. E entre as características dos indicadores devem ser observadas:

- Objetividade: indicadores subjetivos dificultam a mensuração. Por isso existe uma preferência por dados quantitativos. Porém muito se avançou em direção à avaliação qualitativa.
- Mensurabilidade: os indicadores devem ser mensuráveis. No sentido de ser possível sua quantificação em alguma escala determinada de valores.

- Compreensibilidade: indicadores são utilizados para informar sobre desempenho. De nada adianta, portanto, utilizar medidas que não tenham significado para os gestores. A melhor medida de desempenho contábil para um pecuarista pode ser o acréscimo de riqueza em arrobas ou cabeças de boi.
- Comparabilidade: os indicadores devem ser comparáveis entre períodos para a mesma entidade e entre entidades. Assim, interessa saber, por exemplo, se a empresa evoluiu no tempo e qual sua posição comparativa à de outras empresas do mesmo setor de atuação.
- Custo: a avaliação deve sempre considerar uma análise custo/benefício. A informação deve, portanto, ter sua utilidade comparada ao custo de obtê-la.

2.2.2 QUALIFICAÇÃO DO DESEMPENHO

Existem algumas expressões que se encontram intrinsecamente relacionadas ao desempenho: eficácia, eficiência, efetividade e produtividade.[12]

Dos termos apresentados, o mais fácil de definir é produtividade. Produtividade é uma relação entre produtos e recursos. É, portanto, utilizada em um sentido operacional, expressando uma relação entre as entradas e saídas de determinado sistema (CATELLI, 1999: 199). E difere de eficiência apenas pelo fato de esta última expressar uma relação ótima[13] entre recursos consumidos/produtos gerados.

Já eficácia está relacionada ao cumprimento dos objetivos traçados. Ou à obtenção dos resultados desejados. Para alguns autores, "*a eficácia está associada ao conceito de fazer a coisa certa. A eficiência está associada*

---

[12] A confusão entre os termos se justifica. Para o *Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa*, eficácia e eficiência são termos sinônimos.

[13] Ótima utilizada aqui no sentido de otimização: minimização de insumos, maximização de produtos.

à melhor forma de fazer a coisa certa" (FERREIRA, REIS e PEREIRA, 1997: 37).

E efetividade? SANDRONI (1996: 149) define efetividade como "*termo que expressa o desempenho de uma empresa em função da relação entre os resultados alcançados e os objetivos propostos ao longo do tempo*". Efetividade está, dessa forma, relacionada ao conceito de eficácia.

No presente trabalho, os termos *eficiência* e *produtividade* são utilizados de forma equivalente, significando a avaliação da relação entre insumos e produtos, na avaliação do desempenho.

2.3 DESEMPENHO EMPRESARIAL NA PRÁTICA

O desempenho empresarial é avaliado na prática de forma constante e consistente. Diversas publicações, no Brasil e no exterior, dedicam-se à avaliação de desempenho de empresas e instituições. Neste tópico são discutidas apenas publicações que elaborem avaliações de desempenho de empresas.[14]

2.3.1 *ALGUMAS PUBLICAÇÕES NO BRASIL DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE EMPRESAS*

Já foi citada a publicação *Melhores e Maiores,* da revista *Exame*, que, anualmente, desde 1974, avalia a *performance* das empresas brasileiras, selecionando a melhor empresa com base na ponderação de seus indicadores financeiros. Por ser a base do presente trabalho, é detalhadamente explicada no item 2.3.2, em que são apresentados os critérios que utiliza e as informações que inclui.

A *Gazeta Mercantil* publica desde 1977 o *Balanço Anual*. Para preparação de sua edição de 2000, foram analisados os balanços de 8.459 empresas e dos 311 maiores grupos nacionais (*Balanço Anual*, jul. 2000: 6). As análises são consolidadas em 28 setores da economia, que são

---

[14] Serviços de avaliação de empresa de acesso restrito, a exemplo da *Serasa* ou *Economática,* não são apresentados.

subdivididos em mais de 240 subsetores. Foi apresentada, iniciando na edição de 2000, a Análise Dinâmica de Balanço, que por uma metodologia adaptada por Armando Rasoto, calcula indicadores como Capital de Giro, Necessidade de Capital de Giro e Efeito Tesoura (Id.: 154).[15] Em 2001, os números cresceram: foram 9.664 empresas, distribuídas em 55 setores e 251 subsetores, além dos 311 grupos nacionais (*Balanço Anual*, jul. 2001: 290-292).

A *Conjuntura Econômica* é preparada pela Fundação Getúlio Vargas e se apresenta como *"a mais tradicional revista de economia do país. Há 52 anos faz o acompanhamento da conjuntura macroeconômica, elabora estudos setoriais e publica os mais variados índices de preços e dados econômicos"* (*Fundação Getúlio Vargas* em http://www.fgv.br). Anualmente, desde 1969, publica a edição especial *500 Maiores Empresas do Brasil*, tendo criado em 1991 o prêmio FGV de Excelência Empresarial, *"que distingue as 12 sociedades anônimas que, dentre as 500 maiores do país, apresentaram indicadores de rentabilidade, endividamento, liquidez e de gestão sensivelmente superiores às demais"* (*Conjuntura Econômica*, 1998: 5). A metodologia de premiação considera: (1) Tradição da empresa e regularidade operacional: são consideradas passíveis de premiação apenas as empresas classificadas em pelo menos três das últimas cinco versões da pesquisa e que tenham obtido bons resultados nos três últimos exercícios; (2) Peso relativo do setor de atuação: as empresas premiadas devem estar classificadas em grupos de comparação (setores afins) cuja receita operacional líquida seja igual ou superior a 0,7% da receita operacional líquida das 500 Maiores Sociedades Anônimas do período de referência; (3) Desempenho econômico-financeiro no exercício de referência da pesquisa: as empresas premiadas têm que lograr maximizar sua rentabilidade, mantendo

---

[15] Esses conceitos foram apresentados originalmente por Michel FLEURIET, professor do *Centre D´Enseignement Supérieur des Affaires (CESA).* Foram apresentados no livro *A dinâmica financeira das empresas brasileiras:* um novo método de análise e planejamento financeiro, no Brasil, em 1980, pelo próprio Michel FLEURIET em co-autoria com Haroldo VINAGRE, em edição da Fundação Dom Cabral. Deve ter havido uma confusão entre o desenvolvimento do programa que possibilita a aplicação dos conceitos e sua autoria.

uma situação financeira adequada em relação a seus setores de atuação (*Conjuntura Econômica*, 1998: 14).

A *Forbes Brasil* inaugurou em 2001 seu *ranking* 200 *Platinum List*. Com metodologia criada em parceria com a Economática, tradicional empresa de informações econômicas, a revista premiou empresas por seu desempenho com base em dois pilares: *"o desempenho operacional da empresa"* e o *"comportamento de suas ações na Bolsa de Valores de São Paulo, Bovespa, e na bolsa eletrônica carioca Soma"* (*Forbes*, 2001: 58). Como características específicas da publicação, tem-se a consideração de informações de mercado, tais como o valor de mercado da empresa e a consideração dos indicadores de dois períodos. Os critérios utilizados para escolha da melhor empresa são: (1) Crescimento de vendas para os biênios 2000-1999 e 1999-1998; (2) Variação do Lucro operacional próprio entre os biênios 2000-1999 e 1999-1998; (3) Rentabilidade sobre o patrimônio líquido em 1999 e 2000; (4) Soma dos dividendos pagos por ação ao longo dos anos de 1999 e 2000; (5) Preço sobre valor patrimonial da ação para 1999 e 2000; (6) Rentabilidade da ação calculada pela cotação do ano, em dólar, comparada à cotação do ano anterior, para os anos de 1999 e 2000.

São elaboradas, igualmente, avaliações não econômicas. A revista *CartaCapital* apresentou em 2000 os resultados da terceira edição da pesquisa CartaCapital/InterScience, que elegeu as empresas mais admiradas no país, inspirada na edição *The Most Admired Companies*, da revista norte-americana *Fortune*. A eleição se deu, segundo a revista, por meio de "*impressões tomadas por mais de mil executivos, por meio de amplos critérios subjetivos que têm como base as ações objetivas dessas companhias*". A pesquisa de campo abrangeu 1.186 executivos de 592 empresas. Em um primeiro momento, a pergunta "*Qual empresa mais admiram no Brasil?*" foi feita de modo geral e espontâneo e deu origem à lista das 150 primeiras posições. Em uma segunda etapa foi apresentada uma relação de empresas, escolhidas com base no faturamento, e integrantes da área de negócio em que o entrevistado atuava. Assim foram escolhidas as campeãs de cada um dos 38 setores da economia (*CartaCapital*, 27 set. 2000: 38).

Outra publicação que avalia as empresas por um enfoque qualitativo é a edição especial *As 100 Melhores Empresas para você trabalhar*, de *Exame.* Na edição de 2000, foram pesquisadas 281 empresas para a escolha das 100 melhores. Para participar da pesquisa, as empresas precisavam ter mais de 250 empregados e ter pelo menos cinco anos de existência no mercado local ou internacional. Eram então enviados dois questionários: um sobre práticas e políticas de recursos humanos; outro para ser respondido por um número mínimo de funcionários que variava de acordo com o tamanho da empresa, avaliando itens como orgulho do trabalho, clareza na comunicação com os chefes, segurança e confiança na gestão do negócio e camaradagem no ambiente de trabalho. Para aquelas que obtiveram a pontuação mais alta, foi enviado novo questionário pedindo detalhes sobre as políticas formais de recursos humanos, especialmente em relação a salários, benefícios e treinamento. Ainda foram feitas entrevistas dos jornalistas com funcionários sem cargos de chefia e outra com gerentes (*Exame,* 2000a: 8-9).[16]

A revista *Exame* lançou em 2000 o *Guia de Boa Cidadania Corporativa* com a intenção de divulgar as *"melhores práticas de responsabilidade social corporativa no Brasil (...) e talvez o maior levantamento já feito sobre ações desenvolvidas por empresas em benefício da sociedade"* (VASSALO, 2000: 4). Para a escolha dos 10 melhores exemplos de cidadania corporativa foi elaborado *"um longo e detalhado questionário, baseado num conjunto de indicadores formulado pelo Instituto Ethos de Empresas e Responsabilidade Social"* (*Exame,* 2000b: 33). Do conjunto de 400 empresas que se inscreveram para receber o questionário, 211 enviaram suas respostas. A avaliação incluiu os seguintes itens: (1) Valores e transparência;[17] (2) Funcionários e público interno; (3) Meio ambiente; (4) Fornecedores; (5) Consumidores/Clientes; (6) Comunidade; (7) Governo e sociedade.

---

[16] A pesquisa foi conduzida em parceria com duas consultorias americanas: *Great Place to Work Institute*, que publicou o livro *The 100 Best Companies to Work for in América*, e com a Hewitt *Associates*, que foi responsável pela elaboração dos questionários.

[17] Entre as ações de valores e transparência inclui-se a publicação do balanço social.

No tópico a seguir é detalhadamente apresentado o projeto *Melhores e Maiores* de *Exame,* base de dados da atual pesquisa.

2.3.2 *MELHORES E MAIORES* DE FIPECAFI-*EXAME*

Uma das publicações mais tradicionais de avaliação do desempenho empresarial iniciou sua trajetória em 1974, sob a coordenação de Stephen Charles KANITZ, como *Os Melhores e os Maiores* da edição especial *Brasil em Exame*. O estudo inicial consumiu oito meses de trabalho a partir de 16 de dezembro de 1973, com a seleção de 1.600 balanços cujos dados *"foram passados para cartões de computador, de modo a permitir o processamento eletrônico de dados – único meio de tornar viável empreendimento de tal porte, em que foram efetuados 18 milhões de cálculos e consumidas 212 horas de computador"* (*Exame*, 1974: 4).

Em sua edição de 1996, a *Melhores e Maiores* iniciou uma nova fase sob a supervisão técnica de Nelson CARVALHO e Ariovaldo dos SANTOS, da Fundação Instituto de Pesquisa Contábeis, Atuariais e Financeiras (Fipecafi).

Os critérios para inclusão na pesquisa são (*Exame*, 2001: 59):

- Ser uma das 500 maiores empresas de capital privado, o que implica ter um faturamento anual superior a 138,2 milhões de dólares.
- Ser uma das 50 maiores empresas estatais, uma das 50 maiores do mundo digital, um dos 50 maiores bancos e uma das 50 maiores seguradoras.
- Ser uma das 10 maiores ou 15 melhores empresas em seu setor.
- Ser um dos 100 maiores conglomerados ou grupos empresariais.
- Estar incluída no *Guia Exame: as 100 melhores empresas para você trabalhar* ou ser um dos destaques do *Guia Exame de boa cidadania corporativa*.
- Ser uma das maiores empresas das regiões Sul, Norte-Nordeste e Centro-Oeste.

As empresas cujas demonstrações contábeis foram publicadas nos Diários Oficiais dos Estados até o dia 15 de maio de cada ano são automaticamente incluídas. As companhias limitadas devem enviar suas demonstrações para o projeto voluntariamente e *"numa demonstração clara de seu papel social perante a comunidade, funcionários, clientes e fornecedores, muitas das companhias limitadas já divulgam e enviam os resultados para análise de MELHORES E MAIORES"*. A classificação e a receita bruta são estimadas no caso das companhias limitadas que preferem não divulgar seus resultados – desde que se trate de uma companhia bem conhecida (*Exame*, 2001: 59).

Atualmente, o anuário divulga informações sobre as principais empresas que atuam no Brasil, utilizando como critério de classificação o volume de vendas corrigido e convertido para dólar.[18] As empresas são agrupadas entre:

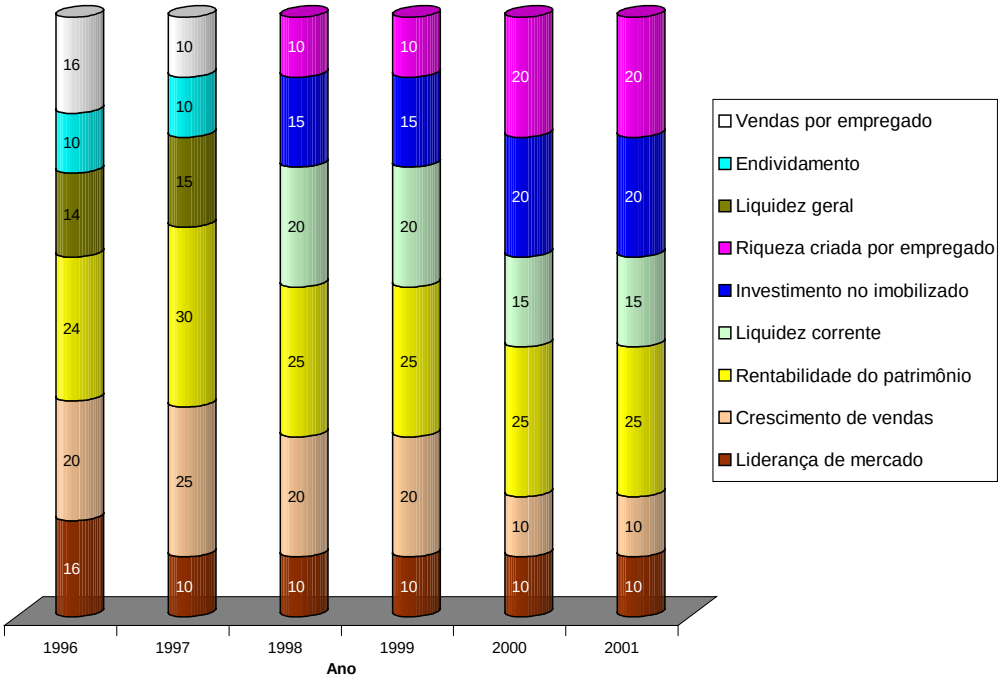
- 500 Maiores Empresas Privadas;
- 100 Maiores Grupos;
- 50 Maiores Empresas Estatais;
- Maiores Empresas Estrangeiras;
- 50 Maiores do Comércio;
- 50 Maiores da Indústria;
- 50 Maiores de Serviços;
- 50 Maiores do Mundo Digital;
- 50 Maiores Bancos;
- 50 Maiores Seguradoras.

---

[18] A opção pelo critério de vendas é explicada "porque as receitas medem a contribuição da empresa para a sociedade em termos de produtos e serviços", enquanto o "patrimônio líquido reflete mais a riqueza acumulada desde a fundação da empresa e pouco tem a ver com a produção e as vendas efetuadas no ano" (*Exame*, 2001: 69).

Para a escolha da *Melhor Empresa*, é utilizado o indicador *Excelência Empresarial* criado por *Melhores e Maiores*: *"é a soma de pontos ponderados conseguidos pelas empresas em cada um de seis indicadores de desempenho"* (*Exame*, 2001: 65). Como os indicadores incluídos têm sofrido alterações em sua natureza e peso, é apresentado a seguir o Gráfico 2.1, que resume os indicadores incluídos na *Excelência Empresarial* nas edições de 1996 a 2001 de *Melhores e Maiores*.

Gráfico 2.1 – Indicadores utilizados na escolha de Melhor Empresa – Fipecafi*-Exame *(1996 a 2001)



Pela análise do gráfico percebe-se a substituição de três indicadores: Vendas por Empregado, Endividamento e Liquidez Geral.

Um dos indicadores incluídos na análise foi a Riqueza criada por empregado, que no período em análise ganhou em importância, atingindo 20% de participação no indicador de *Excelência*, nos anos de 2000 e 2001. Outro indicador incluído foi Investimento no Imobilizado, *"obtido com base na demonstração das origens e aplicações de recursos e representa um bom*

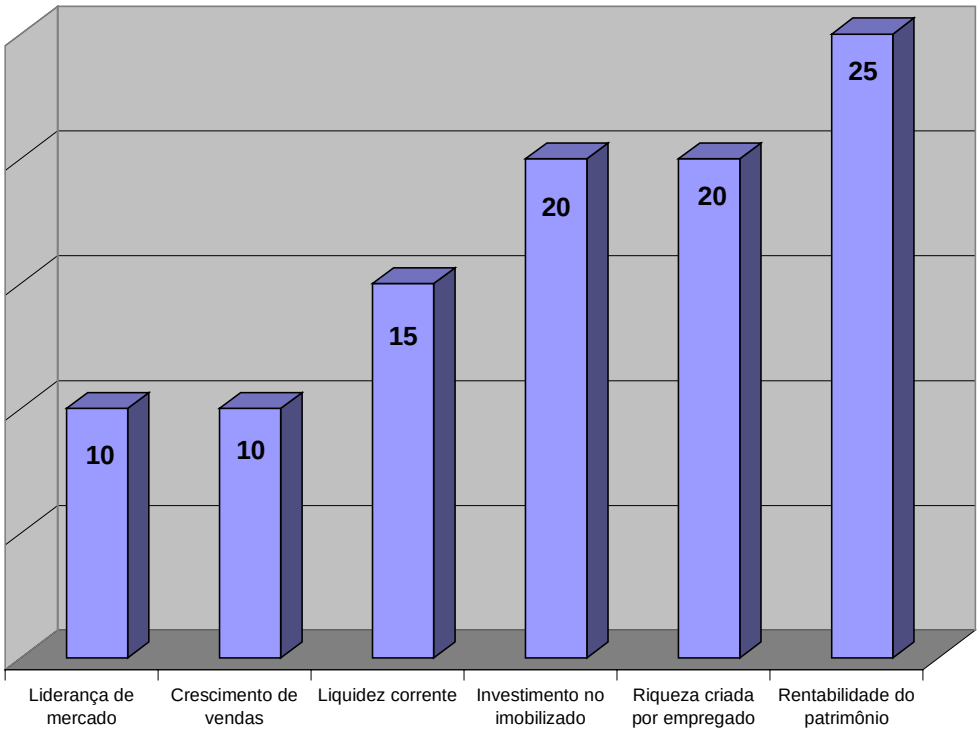
indicador da expansão dos negócios da empresa", com participação de 20% (*Exame*, 2001: 65). Finalmente, foi agregada à análise a Liquidez Corrente, com peso 15.

É importante ressaltar a queda da participação do indicador Crescimento de vendas, que tinha peso de 25, em 1997, reduzido para 10, em 2001.

O indicador de maior peso em todo o período analisado é a Rentabilidade do Patrimônio Líquido, divisão do lucro líquido pelo patrimônio líquido, considerando-se como patrimônio os dividendos distribuídos no exercício e os juros sobre capital próprio e excluindo-se quaisquer ajustes de períodos anteriores.

O Gráfico 2.2 mostra a participação de cada indicador no cálculo da *Excelência Empresarial* para o ano de 2001.

Gráfico 2.2 – Composição do indicador de* Excelência Empresarial – Melhores e Maiores *2001



Para permitir maiores análises, as informações com os indicadores incluídos e seus pesos em cada um dos anos, para o período de 1996 a 2001, estão reproduzidas na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Indicadores na composição da **Excelência Empresarial – Melhores e Maiores**

Indicador	**Peso**					
Edição (Ano)	**2001**	**2000**	**1999**	**1998**	**1997**	**1996**
Liderança de mercado	10	10	10	10	10	16
Crescimento de vendas	10	10	20	20	25	20
Rentabilidade do patrimônio	*25*	*25*	*25*	*25*	*30*	*24*
Liquidez corrente	15	15	20	20		
Investimento no imobilizado	20	20	15	15		
Riqueza criada por empregado	20	20	10	10		
Liquidez geral					15	14
Endividamento					10	10
Vendas por empregado					10	16

Em 2001, *Melhores e Maiores* acrescentou aos indicadores contábeis bônus para as empresas que se preocupam com a qualidade de vida no trabalho e com a responsabilidade social. Para tanto, considerou os resultados dos guias *As 100 Melhores Empresas para se Trabalhar* e *Guia Exame de Boa Cidadania Corporativa*. Assim, ao total de pontos obtidos pela empresa são somados: 100 pontos para cada uma das 10 primeiras listadas e 50 pontos para as outras 90 que figuram no *Guia das Melhores Empresas para se Trabalhar;* e 100 pontos para cada uma das 10 empresas premiadas como destaques no *Guia de Boa Cidadania.*

O processo de pontuação das empresas inicia-se com a análise dos resultados setoriais. Agrupam-se as empresas em 22 setores, assim considerados na pesquisa:[19]

[19] Houve, no período em análise, algumas alterações nos setores de agrupamento de empresas, com agregações (p. e. Confecções e Têxteis) e desdobramentos (Telecomunicações).

Indústria

1. Alimentos;
2. Automotivo;
3. Bebidas;
4. Confecções e Têxteis;
5. Construção;
6. Eletroeletrônico;
7. Farmacêutico;
8. Higiene, Limpeza e Cosméticos;
9. Material de Construção;
10. Mecânica;
11. Mineração;
12. Papel e Celulose;
13. Plásticos e Borracha;
14. Química e Petroquímica;
15. Siderurgia;

Comércio

16. Atacado e Comércio Exterior;
17. Comércio Varejista;

Serviços

18. Serviço de Transporte;
19. Serviços Diversos;
20. Serviços Públicos;
21. Tecnologia e Computação;
22. Telecomunicações.

Após o agrupamento setorial, as empresas são classificadas em ordem decrescente do indicador em consideração. Atribuem-se 10 pontos para a primeira; 9 pontos para a segunda; prosseguindo assim até a empresa que recebe 1 ponto. Como exemplo, para o indicador Riqueza por empregado, que tem peso 20, a empresa com indicador máximo em cada setor recebe 200 pontos (10 pontos x peso 20). Faz-se o mesmo para cada um dos indicadores, em cada um dos setores. Portanto, o número máximo de pontos

que uma empresa pode obter é 1.000. Para o ano de 2001, a Tabela 2.2 apresenta as empresas com o maior número de pontos em cada setor.

Tabela 2.2 – Pontuação máxima das empresas por setor* – Melhores e Maiores *2001

	Setor	Empresa	Pontos
1	Alimentos	Nestlé	475
2	Automotivo	Embraer	735
3	Bebidas	Brahma	780
4	Confecções e Têxteis	Cobafi	475
5	Construção	Delta Construções	710
6	Eletroeletrônico	Springer Carrier	705
7	Farmacêutico	Prodome	530
8	Higiene, Limpeza e Cosméticos	O Boticário	875
9	Material de Construção	Cimento Tocantins	580
10	Mecânica	Svedala	740
11	Mineração	MRN	495
12	Papel e Celulose	Cenibra	720
13	Plásticos e Borracha	Providência	685
14	Química e Petroquímica	Petrobrás	460
15	Siderurgia	CSN	460
16	Atacado e Comércio Exterior	Jamyr Vasconcellos	540
17	Comércio Varejista	SAT	420
18	Serviço Transporte	TNT	485
19	Serviços Diversos	Redecard	700
20	Serviços Públicos	Infraero	425
21	Tecnologia e Computação	HP	605
22	Telecomunicações	Telefônica Celular - RJ	540

No próximo item é elaborada breve revisão de uma das formas mais utilizadas de avaliação econômica de empresas pelo usuário externo: a análise de balanços. Três enfoques de análise são apresentados: a análise tradicional, os modelos integrados de análise e a análise estruturada.

2.4 ANÁLISE DE BALANÇOS

2.4.1 ANÁLISE DE BALANÇOS TRADICIONAL OU QUALITATIVA

No enfoque tradicional, a análise de balanços é um trabalho artesanal. A avaliação depende muito da capacidade e experiência do analista. É, muitas vezes, não padronizada e aplica-se, sobretudo, a pequeno número de empresas. É uma análise aprofundada que demanda tempo na preparação de informações e na condução das conclusões. É muito utilizada como suporte para decisões de investimento ou concessão de financiamento. Aplica-se, igualmente, a pesquisas que pretendem determinar padrões de divulgação, adoção de práticas contábeis ou análises setoriais. Pelo exposto, depreende-se ter uma característica subjetiva. Pode, no entanto, ser uma etapa da preparação e padronização de informações para aplicação de modelos estatísticos.

Essa visão tradicional está expressa em um dos sentidos do termo *análise*: "*exame de cada parte de um todo, tendo em vista conhecer sua natureza, suas proporções, suas funções, suas relações, etc.*". Ou mesmo na definição específica de "*análise de balanços*" apresentada no dicionário: "*estudo das demonstrações contábeis de uma empresa com o propósito de avaliar sua situação econômico-financeira*" (*Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa*, 2000).

É iniciada pela leitura atenta das demonstrações contábeis das empresas, o que será exposto no próximo tópico.

A "Leitura" de um Balanço

A análise das demonstrações contábeis das empresas em seu enfoque tradicional deve ser precedida por uma leitura detalhada e minuciosa dos relatórios publicados ou divulgados. Eliseu MARTINS (1997), em seu curso de Análise de Demonstrações Contábeis, no programa de Mestrado e Doutorado em Controladoria e Contabilidade da FEA-USP, foi conclusivo:

> *"É necessário ler o Balanço de fio a pavio. Examinar a coerência entre os relatórios, comparando, por exemplo, o Relatório de Administração e as*

> *Demonstrações Financeiras. Atenção a todos os problemas de natureza contábil, tais como, provisionamentos, baixas, reversões de provisões. A análise da Demonstração das Origens e Aplicações de Recursos é ainda muito pouco explorada. O Parecer dos Auditores deve ser sempre mencionado. E cuidado com itens como Outras Despesas e Outras Receitas. Os 'outras' em Contabilidade são sempre um caso complicado! (...) Na Demonstração das Mutações do Patrimônio Líquido atentar para o montante de Reserva de Reavaliação. O volume de Ativos Diferidos de forma geral deve ser igualmente um ponto de atenção.*
>
> *Uma ordem de 'leitura de balanços' que posso sugerir: 1. Parecer da Auditoria; 2. Relatório da Administração; 3. Notas Explicativas. Para então partir para análise do balanço."*

É comum que ao tomar contato com as demonstrações contábeis de uma empresa, a primeira reação do analista seja verificar na Demonstração do Resultado do Exercício (DRE) se a empresa teve lucro ou prejuízo. Mas, na verdade, o montante apresentado na última linha da DRE pode ter sido apurado utilizando diversas metodologias. Assim, é primordial conhecer as práticas contábeis adotadas pela empresa, lendo atentamente os relatórios que antecedem a demonstração, no caso do Relatório de Administração, e o sucedem, no caso das Notas Explicativas e do Parecer de Auditoria. Outros Pareceres podem também ser consultados como do Conselho Fiscal e do Conselho de Administração.

A leitura dos relatórios contábeis é importante para verificar a necessidade de padronização das práticas contábeis. Somente será possível a comparação de empresas que tenham utilizado as mesmas bases para tratamento dos dados. E, se houver diferenças, deve-se verificar se é possível a padronização. Conforme Dante Carmine MATARAZZO (1995: 141) explica:

> *"Antes de iniciar a análise, devem-se examinar detalhadamente as demonstrações financeiras.*
>
> *Este trabalho é chamado de Padronização e consiste numa crítica às contas das demonstrações financeiras, bem como na transcrição delas para um modelo previamente definido (...)."*

Entre os fatores que indicam a necessidade de padronização MATARAZZO (1995: 142) cita:

1. Simplificação: reduz o número de contas, sintetizando-as em grupos relevantes para análise. Eliseu MARTINS (1997) ensina que se

deve evitar o uso de mais de 15 linhas, preparando-se para isso o que chama de Demonstrações Financeiras Sintéticas.

2. Comparabilidade: já citamos anteriormente a importância de adotar padrões homogêneos para possibilitar a comparação. MATARAZZO confirma *"(...) só faz sentido analisar um balanço após o seu enquadramento num modelo que permita a comparação com outros balanços"*.
3. Adequação aos objetivos da análise: é relevante preservar a essência das classificações para ser possível a análise. Exemplos: Duplicatas Descontadas são classificadas como redutoras de Ativo, no Ativo Circulante; na verdade, são empréstimos garantidos com Duplicatas que, portanto, devem ser classificados no Passivo Circulante.
4. Precisão na classificação das contas: É preciso entender a composição das contas, para verificar sua correta classificação. A compreensão da natureza dos itens classificados no Ativo Diferido pode indicar, por exemplo, a necessidade de sua reclassificação para despesa, alterando o resultado do período.
5. Descoberta de erros: a verificação da correção das demonstrações pode ser feita pela conciliação dos relatórios. MATARAZZO sugere a elaboração de um Fluxo de Caixa.
6. Intimidade do analista com as demonstrações financeiras da empresa.

Para compreensão da movimentação de recursos entre os períodos, BRAGA (1995: 55) sugere a utilização da Demonstração dos Fluxos Contábeis da empresa. É, na realidade, uma matriz que relaciona as contas do Balanço Patrimonial, com as informações contidas na Demonstração das Mutações do Patrimônio Líquido (DMPL), na Demonstração de Resultado (DRE) e na Demonstração das Origens e Aplicações de Recursos (DOAR). Assim, nas colunas estão representadas as contas do Balanço Patrimonial e nas linhas são apresentadas as movimentações da DRE, da DMPL e da

DOAR, detalhando as causas que explicam a variação ocorrida nos saldos das contas patrimoniais, entre saldos iniciais e finais. "*Essa demonstração, que constitui um* ovo de Colombo*, permite conhecer e avaliar, em toda sua plenitude, os fluxos contábeis ocorridos (...). Dessa forma, revelamos como as quatro demonstrações contábeis se inter-relacionam por meio dos valores totais dos créditos e dos débitos registrados pela empresa...*" (BRAGA, 1995: 53-4).[20]

BRAGA (2000: 3-4) ensina ainda a importância do raciocínio cartesiano na análise. O método de Descartes apresenta, segundo o professor, quatro regras: Duvidar – Analisar – Sintetizar – Enumerar de forma completa. E ressalta: "*Há quem diga que a análise tradicional serve melhor para formular perguntas inteligentes do que para fornecer respostas imediatas*".

Análise Vertical

A análise vertical das demonstrações contábeis tem o objetivo de identificar os itens com maior participação percentual na formação dos ativos, passivos e resultados da empresa.

Quando aplicada aos ativos da empresa, auxilia na identificação das estratégias de investimentos e pode determinar padrões de atuação para empresas de mesmos setores de atividades. Se relacionada aos passivos, representa a distribuição das fontes de financiamento da empresa e pode, novamente ser comparada a padrões para empresas do mesmo setor. A análise vertical da Demonstração do Resultado é feita utilizando como base o total das Receitas e evidencia as margens da empresa e a participação dos custos e despesas.

Menos comuns são as aplicações da análise vertical às demais demonstrações publicadas, como a Demonstração de Origens e Aplicações

---

[20] Deve-se acrescentar, por também estar representada na matriz, a Demonstração dos Fluxos de Caixa. São, portanto, cinco as demonstrações contábeis sintetizadas e inter-relacionadas.

de Recursos e a Demonstração das Mutações do Patrimônio Líquido. É a constatação que faz Dante Carmine MATARAZZO (1995: 28):

> *"Os analistas de balanço pouco conhecem das potencialidades informativas dessa demonstração e não as vêm utilizando para emissão de seus pareceres".*

E, mais adiante, apresenta as possíveis razões (MATARAZZO, 1995: 50):

> *"Dessa maneira, a DOAR é uma demonstração que evidencia a variação do Capital Circulante Líquido. Talvez por isso a demonstração seja ainda pouco conhecida pelo grande público e mesmo por parte de muitos analistas de balanços: é que o Capital Circulante Líquido é um elemento de difícil interpretação".*

José Leônidas OLINQUEVITCH (1988: 29), em sua tese *Análise econômico-financeira de empresas através dos indicadores extraídos da Demonstração das Origens e Aplicações de Recursos*, afirma:

> *"Esta técnica de análise da DOAR calcula os percentuais das principais fontes e aplicações de recursos e, a partir daí, aponta as principais decisões que foram tomadas pela empresa no que se refere ao suprimento de suas necessidades de recursos."*

O cálculo dos percentuais tem como base o total das Origens de Recursos, identificando assim as principais fontes de recursos na empresa e as principais aplicações.

Pode ser ainda aplicada às demonstrações contábeis surgidas mais recentemente, como a Demonstração dos Fluxos de Caixa e a Demonstração do Valor Adicionado (DVA), revelando informações sobre as atividades que geram e consomem caixa e sobre a criação e distribuição da riqueza das empresas.

Em sua tese de livre-docência, Ariovaldo dos SANTOS (1999) analisou a DVA de um grande número de empresas para os anos de 1996 e 1997. E chegou a importantes conclusões sobre a distribuição da riqueza das empresas que atuam no Brasil.

Análise Horizontal

A análise horizontal tem por objetivo identificar as contas que sofreram as variações mais relevantes no período. Definem-se, em geral, os valores do primeiro ano do período analisado como base. Pode-se, então, proceder ao cálculo das variações percentuais anuais e acumuladas.

Outra técnica utilizada é a dos números-índices, onde os valores do primeiro ano são considerados iguais a 100 e calculam-se, pela regra de três, os valores dos anos seguintes.

Quando são examinadas as demonstrações contábeis de vários períodos, a análise horizontal pode adotar dois formatos: análise encadeada ou anual. A análise horizontal encadeada considera as variações de cada conta em relação a um único período-base. Já na análise anual, o cálculo das variações é feito em relação ao ano anterior.

Alguns ajustes podem ser necessários quando a comparação incluir valores negativos. Para maiores detalhes sobre esses procedimentos podem ser consultados ASSAF (2000), MARTINS e ASSAF (1996) e LEITE (1994).

Análise Ponderada (Vertical x Horizontal)

A análise ponderada considera os percentuais obtidos pelas Análises Vertical e Horizontal. Considere-se, por exemplo, uma conta do Balanço Patrimonial que tenha sofrido um aumento de 150%, indicado pela Análise Horizontal. Um exame detalhado pode parecer importante, mas ao se computar a participação da mesma conta no conjunto de seu grupo, percebe-se que é de 0,5%.

Para simplificar a identificação de variações relevantes, pode-se utilizar a Análise Ponderada, que é simplesmente a multiplicação dos percentuais obtidos nas Análises Vertical e Horizontal. Para o exemplo citado, o percentual ponderado seria de 0,75%. E, portanto, essa conta seria menos relevante para análise do que outra que representasse 25% de seu grupo e tivesse sofrido uma variação de 15% no período, com um percentual ponderado de 3,75%.

Análise de Ciclos e Prazos Médios

A análise de ciclos e prazos médios representa um detalhamento do comportamento da empresa no que diz respeito a seus ciclos de produção (ou operacional) e financeiro. No entanto, muitas vezes por falta de detalhamento nas demonstrações contábeis publicadas, envolve uma série de simplificações e arbitrariedades.

Análise de Indicadores Contábeis

A análise de balanços por meio de índices envolve o cálculo de quocientes que relacionam os diversos valores expressos nas demonstrações contábeis. São aqui apresentados de forma breve, visto existirem diversas obras de referência para aprofundamento, entre elas ASSAF (2000), BRAGA (1989), PEREIRA DA SILVA (1997), IUDÍCIBUS (1998), MARTINS e ASSAF (1996). Os índices podem ser agrupados em:

Liquidez

Avaliam a capacidade de pagamento da empresa e são construídos com base na relação entre Ativos e Passivos.

Atividade

Voltam-se para a análise dos ciclos operacional e financeiro da empresa e podem ser subdivididos em prazo médio de estocagem, pagamento a fornecedores, recebimento de clientes.

Endividamento e Estrutura de Capital

Indicam a composição das fontes de recursos da empresa, distinguindo entre capital próprio e de terceiros. Análises mais detalhadas podem segregar ainda o passivo oneroso (que está sujeito ao pagamento de juros) do passivo não oneroso (ou de funcionamento, relacionado ao crédito junto a fornecedores, funcionários, impostos e outros). Essa segregação é adotada no Modelo FLEURIET (1980).

Rentabilidade

Envolvem as relações entre o retorno auferido pela empresa, comparados ao Ativo (investimento total – ROA, do inglês *Return on Assets*) ou ao Patrimônio Líquido (investimento dos acionistas – ROE, de *Return on Equity*). Pode ser calculado ainda o *Return on Investment* (ROI), que considera o ativo deduzido dos passivos de funcionamento. Os indicadores de rentabilidade têm grande destaque entre analistas e estudiosos. Para maiores aprofundamentos, vide KASSAI, KASSAI, SANTOS e ASSAF (2000).

Estão também incluídas, entre os índices de rentabilidade, as margens operacional e líquida, que relacionam os lucros operacional e líquido, respectivamente, às vendas.

Índices de análise de ações

Buscam relacionar, por meio dos índices de análise de ações, as informações contábeis com as informações de mercado. Entre as relações mais usuais estão o Lucro por Ação (Lucro líquido/Número de Ações) e o Índice Preço/Lucro (Preço de Mercado da Ação/Lucro por Ação).

Índices baseados no Valor Adicionado

A utilização de índices baseados na Demonstração do Valor Adicionado é bastante recente no Brasil, conforme já discutido. Assim, os índices propostos a seguir são derivados do trabalho de VAN CAILLIE (1991-1992). No estudo da falência entre empresas de pequeno e médio porte belgas, VAN CAILLIE apresentou alguns índices relacionados ao Valor Adicionado. Estão relacionados no Quadro 2.2.

Quadro 2.2 – Indicadores do Valor Adicionado

Indicador	Cálculo
VA por empregado	Valor Adicionado/Número de Funcionários
VA em relação ao Imobilizado Bruto	Valor Adicionado/Imobilizado Bruto
VA em relação ao Imobilizado Líquido	Valor Adicionado/Imobilizações Líquidas
Participação das Despesas Pessoal no VA	Despesa de Pessoal/Valor Adicionado
Participação das Despesas de Depreciação no VA	Depreciação, Amortização e Provisões para Redução ao Valor de Mercado/Valor Adicionado
Participação das Despesas Financeiras no VA	Despesas Financeiras/Valor Adicionado
Aquisições sobre Valor Adicionado	Aquisições de Imobilizado/Valor Adicionado
Retorno (VA) sobre o Capital Permanente	Valor Adicionado/Capital Permanente
Retorno (VA) sobre o Capital Próprio	Valor Adicionado/Recursos Próprios

2.4.2 MODELOS INTEGRADOS DE ANÁLISE DE BALANÇOS

Os modelos integrados de análise de balanços surgem para organizar e condensar a informação, permitindo afastar a subjetividade do analista. O que está na base da compreensão desses modelos é o entendimento do desempenho como um fator multidimensional, e somente é possível sua expressão mediante uma análise conjunta de indicadores.

Os pesquisadores que investiram em seu estudo e desenvolvimento objetivaram identificar quais os fatores determinantes do desempenho econômico, qual a ponderação entre os fatores e como obter uma medida sintética e única, considerando os fatores importantes e sua ponderação. Essas etapas são cumpridas, muitas vezes, com a utilização de métodos quantitativos.

É difícil dizer quando surgiu o primeiro modelo integrado de análise. PEREIRA DA SILVA (1997: 277) aponta para o estudo de TAMARI, como sendo "*o primeiro a usar uma espécie de 'composto ponderado' de vários índices, com vistas a prever falência ou insolvência*". SIMAK (1997: 8) cita o estudo de BEAVER como "*a primeira análise moderna de previsão de dificuldades financeiras. Seu estudo univariado de indicadores estabeleceu*

um marco para as futuras abordagens multivariadas de predição de falência". O estágio atual caminha para a utilização de redes neurais (ALMEIDA, 1993).

Testes de hipótese

Stephen KANITZ apresentou, em 1976, sua tese de livre-docência *Indicadores Contábeis e Financeiros de Previsão de Insolvência: a experiência da pequena e média empresa.* Utilizando-se do Teste de Hipóteses, foram selecionados pelo estudo os indicadores que melhor discriminavam o desempenho entre empresas falidas e não falidas.

Foram examinadas as demonstrações contábeis de cerca de 5.000 empresas. Desse grupo foi selecionada uma amostra principal composta de 42 empresas que se subdividia em 21 que haviam falido e 21 que compunham o grupo de controle. A seleção foi feita ao acaso, respeitando-se apenas a composição setorial e a distribuição do patrimônio. Foram coletadas as informações contábeis dos dois anos que precederam a falência e calculados 516 índices. Para cada índice, observando-se os subgrupos de empresas "em funcionamento" e "falidas", foram calculados: índice; posição relativa do índice; variação temporal do índice; índice baseado no fluxo de fundos; projeções para um e dois anos.

Foi então aplicado o teste de significância das médias, de forma a determinar quais indicadores melhor discriminavam entre os grupos de empresas. O estudo relacionou 81 índices que provaram ser significativos, acima do nível de confiança de 5%, do conjunto inicialmente elaborado.

A conclusão de KANITZ (1976: 178) é assim apresentada:

> *"A análise estatística das duas amostras evidencia a existência de vários índices que servem como bons indicadores de empresas insolventes meses e até anos antes do colapso. É possível portanto que com o emprego de alguns desses índices se possa prever a falência de uma empresa. Pode-se ponderar os diversos índices apresentados para se obter um índice de risco de crédito (...). Esta ponderação poderá ser com bases estatísticas ou através da ponderação subjetiva, baseada na experiência do analista."*

Análise de Regressão Linear

A análise de regressão linear pode ser utilizada para medir o poder explicativo de algumas variáveis, definidas como independentes, sobre a variável em estudo, ou variável dependente. Define uma equação que relaciona as variáveis. VALLE (2000: 124) utilizou a análise de regressão linear múltipla para estudar "*o quanto das características da própria empresa – incluindo seu rating e a característica de seu país – explicam, cada uma, o seu custo de captação*".

Análise Discriminante (ou Classificatória)

A análise discriminante é uma técnica estatística utilizada para classificar uma observação em um dos diversos grupos apresentados *a priori*, permitindo resolver problemas que contenham não apenas variáveis numéricas, mas também variáveis de natureza qualitativa, como, por exemplo, "solventes" e "insolventes". O primeiro estudo aplicando análise discriminante foi desenvolvido por ALTMAN, em 1968.

No Brasil, o estudo pioneiro é de Stephen Charles KANITZ (1974), que originou o chamado *Termômetro da Insolvência,* publicado em seu livro *Como prever falências* (1978).

O modelo mais recente de análise discriminante foi construído por Alberto Borges MATIAS, em sua tese de livre-docência, para previsão de insucesso dos Grandes Bancos Privados Nacionais de Varejo. As conclusões são preocupantes: "*todos os atuais bancos nacionais privados de varejo tendem ao insucesso. É bom lembrar o conceito de insucesso que inclui, além das liquidações, as fusões, aquisições e incorporações. O que os modelos indicam é que, em dois anos, não restará nenhum banco nesse segmento na forma societária como atualmente existe*" (MATIAS, 1999: 75).

Outros modelos foram desenvolvidos por ALTMAN (1979) para empresas brasileiras, ELIZABETSKY (1976), MATIAS (1978) e PEREIRA DA SILVA (1982). Para maiores detalhes podem ser consultados PEREIRA DA SILVA (1997) e KASSAI, KASSAI, SANTOS e ASSAF (2000).

Análise de Regressão Logística

MATIAS e SIQUEIRA (1996: 19) construíram, em maio de 1995, o Modelo de Previsão de Insolvência Bancária, utilizando a técnica estatística de regressão logística. Segundo os autores, "*a Análise de Regressão Logística é uma técnica de análise estatística multivariada de dependência cuja variável dependente é dicotômica. Esta técnica permite estimar a probabilidade de ocorrência de um evento e identificar as variáveis independentes que contribuem efetivamente para a sua predição. (...) Com a regressão logística estima diretamente a probabilidade de ocorrência de um evento*". O trabalho original oferece maiores elementos da técnica, que foi aplicada à instituições financeiras, no período de julho de 1994 a março de 1995.

Análise Fatorial

Luiz João CORRAR apresentou em 1981 sua dissertação *Indicadores de Desempenho de empresas de saneamento básico*, em que utilizava a análise fatorial para a seleção de indicadores. O professor explica que "*a análise fatorial é uma técnica estatística das mais poderosas. Essencialmente, é um método analítico que reduz a complexidade das variáveis a maior simplicidade*" (CORRAR, 1981: 177).

O método foi aplicado a um conjunto de indicadores contábeis e financeiros e operacionais. No caso do primeiro grupo, partiu-se de um conjunto de 23 indicadores, que foi reduzido para seis principais fatores. Já os indicadores operacionais eram em grande número: 63. Com a utilização do método foram sintetizados em apenas sete fatores.

Posteriormente, foi aplicada a análise fatorial ao conjunto de indicadores contábeis, financeiros e operacionais simultaneamente, concluindo-se que: "*os indicadores contábeis e financeiros aparecem praticamente com o mesmo destaque que os operacionais, confirmando a hipótese de que ao lado destes, são também importantes na avaliação de empresas de saneamento*" (CORRAR, 1981: 207).

Modelos de Avaliação de Desempenho de Empresas

José Augusto Veiga da Costa MARQUES (2000) apresentou um abrangente estudo sobre a avaliação de empresas em seu trabalho *Medidas e Modelos Integrados de Avaliação de Desempenho Empresarial: uma investigação de seus fundamentos e critérios de classificação operacional*, como pré-requisito para a conclusão do Pós-Doutoramento em Contabilidade e Controladoria na FEA-USP, sob orientação de Roberto BRAGA.

Entre os modelos integrados abordados no estudo estão o Modelo FLEURIET, a abordagem COPELAND-KOLLER-MURRIN e a abordagem de STEWART. Os modelos descritos baseiam-se na avaliação de indicadores de análise de balanço de forma integrada, privilegiando seu inter-relacionamento. É igualmente comum nos modelos a classificação de empresas conforme o comportamento dos indicadores em determinado período.

Indicador da Saúde Econômico-Financeira das Empresas (ISEF)

O ISEF, idealizado por Roberto BRAGA (1999), parte do princípio de que *"para ser econômica e financeiramente saudável, uma empresa deve manter o equilíbrio entre liquidez e rentabilidade."*

O indicador foi apresentado em pesquisa de 684 empresas, abrangendo 20 setores de atividades, com base nas demonstrações contábeis elaboradas de acordo com a legislação societária, referentes aos exercícios sociais findos em 31 de dezembro de 1996 e 1997.

A situação financeira das empresas foi analisada por meio da configuração existente entre seu capital circulante líquido, o investimento em giro e a diferença entre ambos denominada de saldo de tesouraria. Existem, segundo o estudo (BRAGA, 1999: 2), seis diferentes tipos de configurações que expressam diretamente a qualidade do tipo de situação financeira. A cada uma delas foi atribuída uma faixa de pontuação, a saber: Excelente (8,5 a 10,0); Sólida (6,5 a 8,0); Arriscada (4,5 a 6,0); Insatisfatória (2,5 a 4,0); Ruim (0,5 a 2,0); e Péssima (zero).

A rentabilidade foi avaliada pela taxa de retorno sobre o capital próprio, com base na fórmula *Du Pont*. Cada empresa recebeu uma nota, considerando a posição relativa da empresa nos decis das taxas de retorno das demais empresas, calculados por setor, por conjunto de setores e pelo total geral de todas as empresas, com escala de 0,0 a 10,0.

A situação financeira e a rentabilidade foram, então, classificadas em três categorias, de acordo com as notas obtidas: Boa (B), Média (M) e Deficiente (D). A combinação dessas letras define, assim, o enquadramento da situação econômico-financeira da empresa em nove categorias, conforme o Quadro 2.3.

Quadro 2.3 – Categorias do Indicador de Saúde Econômico-Financeira das Empresas

Situação Financeira (nota)	Rentabilidade (nota)	ISEF – Código (nota)
Boa (6,5 a 10,0)	Boa (6,5 a 10,0)	BB (8,25)
Boa (6,5 a 10,0)	Média (5,0 a 6,49)	BM (7,0)
Média (5,0 a 6,49)	Boa (6,5 a 10,0)	MB (7,0)
Média (5,0 a 6,49)	Média (5,0 a 6,49)	MM (5,745)
Boa (6,5 a 10,0)	Deficiente (0 a 4,99)	BD (5,373)
Deficiente (0 a 4,99)	Boa (6,5 a 10,0)	DB (5,373)
Média (5,0 a 6,49)	Deficiente (0 a 4,99)	MD (4,12)
Deficiente (0 a 4,99)	Média (5,0 a 6,49)	DM (4,12)
Deficiente (0 a 4,99)	Deficiente (0 a 4,99)	DD (2,495)

São analisadas pelo modelo a evolução da situação financeira e da rentabilidade no período e o ISEF obtido e sua evolução. Os resultados foram divulgados para cada setor avaliado. As conclusões são assim apresentadas:

> *"Analisando a situação financeira, verificamos que houve um declínio na capacidade de solvência das empresas em geral. Poucos setores apresentaram alguma melhora de perfil entre 1996 e 1997.*
>
> *No mesmo período, constatamos que a maioria das empresas pesquisadas apresentou declínio nas taxas de retorno sobre o capital próprio. Isso decorreu de queda na lucratividade das vendas, pequena redução na eficiência de gestão de ativos (queda no giro) e reduzidos benefícios advindos da alavancagem financeira. Em termos de rentabilidade, 1997 foi um ano difícil para a maioria das empresas brasileiras.*
>
> *Cruzando as informações produzidas pelo instrumental de análise, constatamos que as empresas que apresentaram melhor situação financeira, foram aquelas que obtiveram maiores taxas de retorno sobre o capital próprio e vice-versa.*
>
> *(...)*

O setor que se destacou pela boa saúde econômico-financeira foi a indústria Farmacêutica. Os piores setores foram, pela ordem: Papel e Celulose, Plásticos e Borracha, Confecções e Têxteis, Autoindústria e Alimentos.

Qual dos dois aspectos básicos investigados afetou mais a saúde das empresas? A resposta é que não houve predominância de qualquer um deles para a maioria das empresas.

O modelo demonstrou ser bastante versátil, ao ponto de permitir avaliar os efeitos na situação financeira sobre a rentabilidade e vice-versa.

Além da visão macroeconômica fornecida por esta pesquisa, seus resultados também serão muito valiosos na análise individual de empresas. Bastará aplicar a metodologia exposta sobre as demonstrações contábeis de cada empresa, avaliar os resultados intrinsecamente e compará-los com aqueles apurados para o respectivo setor de atividades."

2.4.3 MODELOS ESTRUTURADOS DE ANÁLISE DE BALANÇOS

Propõe-se uma evolução à Análise de Balanço no presente estudo. É importante ressaltar que a evolução deve ser aqui entendida como uma construção que tem em seus fundamentos todas as etapas anteriormente percorridas, desde de a análise tradicional até os modelos integrados de análise. O modelo proposto, portanto, não prescinde de nenhum dos outros modelos; pelo contrário, nutre-se deles. A Figura 2.4 resume a proposta.

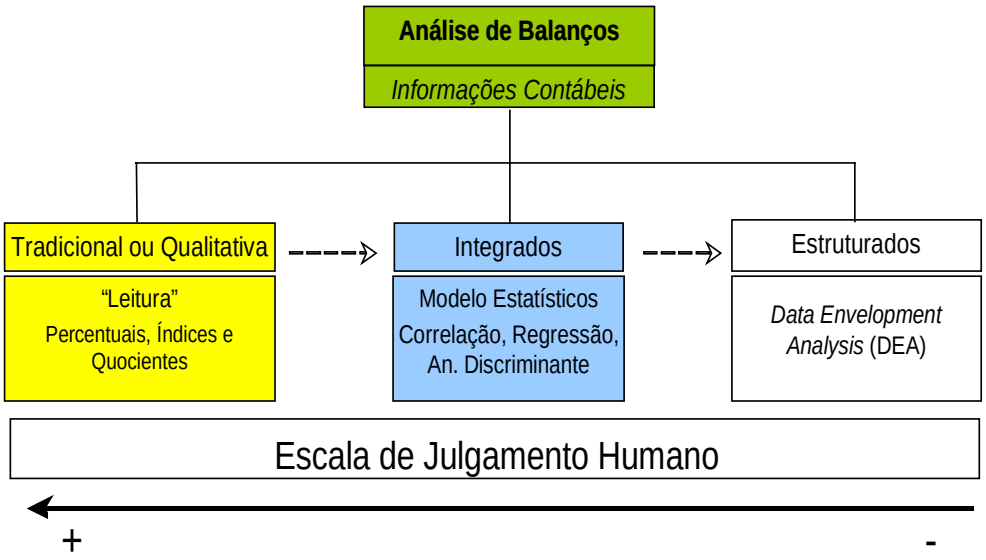


Figura 2.4 – Evolução da avaliação de desempenho pela análise de balanços

A análise de desempenho caminha assim de um alto grau de envolvimento humano e, portanto, subjetividade, para uma escala crescente de estruturação. Entende-se por estruturação a determinação de etapas de análise sucessivas, colocadas em uma seqüência lógica, de forma a conduzir o analista às conclusões ou de apontar necessidade de dados adicionais. O modelo é assim retroalimentado, e as etapas sucedem-se em ordem progressiva e repetem-se, se necessário.

A primeira etapa parte de uma análise detalhada das informações pela leitura das demonstrações contábeis, de forma a compreendê-las em sua integridade. Na segunda etapa são calculados os índices, percentuais e quocientes tradicionais. Pode-se, então, proceder à utilização de modelos estatísticos. O tratamento estatístico das informações permitirá identificar características individuais de cada empresa analisada e confrontá-las com o conjunto de empresas considerado.

A etapa que está sendo acrescentada com a utilização de Análise por Envoltória de Dados nutre-se das informações das fases anteriores para construir um modelo de avaliação de desempenho que auxilia na determinação da excelência empresarial. Apresenta-se na Figura 2.5 uma representação esquemática das etapas do Modelo de Análise de Balanços proposto.

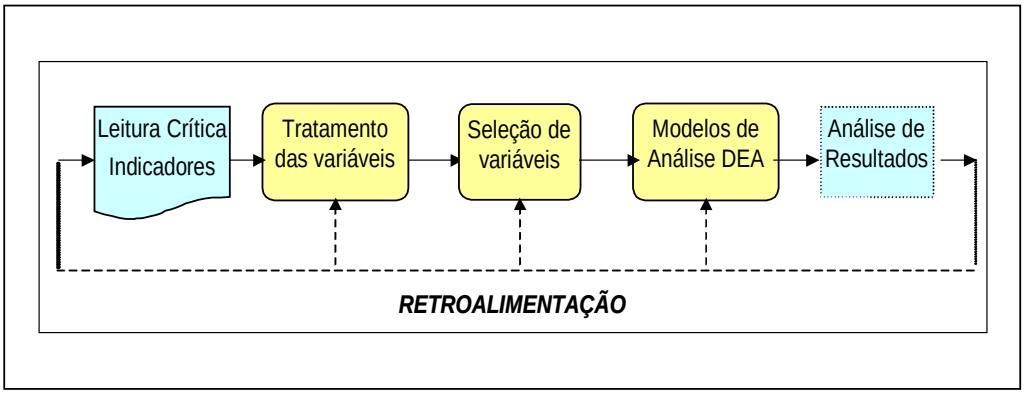


Figura 2.5 – Etapas propostas para o modelo DEA de análise de balanços

Pretende-se mostrar com o esquema apresentado que, de qualquer ponto da análise, pode-se retroceder à etapa anterior. Como exemplo, depois de tratadas estatisticamente, são selecionadas as variáveis que comporão o modelo. Pode-se, no entanto, na análise de resultados, perceber que o modelo poderia ser beneficiado com a inclusão de variáveis. Retorna-se assim à fase anterior de cálculo e tratamento estatístico de indicadores. Mas, antes de a apresentação do modelo proposto ser aprofundada, é necessário apresentar os fundamentos da Análise por Envoltória de Dados.

2.5 RESUMO

As empresas têm seu papel há muito discutido. Estudadas enquanto organismos vivos, apresentam um ciclo que compreende nascimento, crescimento, maturidade e morte. Na tentativa de perpetuarem-se, devem atingir seus objetivos econômicos e sociais. E atualmente devem estar ainda atentas à quitação de sua responsabilidade social.

Estudos dos mais diversos ramos de conhecimento têm seu foco na avaliação de desempenho das empresas. A mensuração do desempenho é o primeiro aspecto de preocupação. Entre as características dos indicadores a serem observadas estão: objetividade; mensurabilidade; compreensibilidade; comparabilidade; e custo da obtenção da informação. As variáveis envolvidas podem ser de natureza qualitativa e quantitativa.

Na prática, o desempenho empresarial tem sido objeto de diversas publicações, no Brasil e no exterior. Algumas dessas publicações envolvem a consideração de informações financeiras e contábeis, entre as quais *Conjuntura Econômica – 500 Maiores empresas do Brasil*, *Exame – Melhores e Maiores*, *Gazeta Mercantil – Balanço Anual* e *Forbes – 200 Platinum List.*

A análise de demonstrações contábeis teve sua evolução marcada pela expansão da compreensão do relacionamento entre os diversos indicadores contábeis e financeiros e, desde de há muito tempo, tem sido utilizada na avaliação do desempenho econômico de empresas.

Abordou-se, resumidamente, essa evolução, que ainda não se esgotou. Recentemente, alguns estudos têm aplicado técnicas estatísticas não paramétricas para construção de modelos de avaliação de desempenho baseados em indicadores financeiros. É o caso da Análise por Envoltória de Dados, que será apresentada no próximo capítulo.

Outra direção de pesquisa tem desenvolvido modelos de avaliação a partir de Redes Neurais. Ver, a esse respeito, o estudo de ALMEIDA (1993).

CAPÍTULO 3

ANÁLISE POR ENVOLTÓRIA DE DADOS

3.1 REVISÃO CONCEITUAL

A revisão conceitual de Análise Envoltória de Dados (DEA) é apresentada em etapas distintas. Na fase inicial, é reconstituído o arcabouço teórico sobre o qual se apóia o estudo de análise de eficiência produtiva em Economia. Dessa base conceitual deriva-se o desenvolvimento da técnica DEA para análise de eficiência relativa de unidades. É, então, apresentado um exemplo simplificado para discussão de seus aspectos fundamentais.

3.1.1 CURVAS DE PRODUÇÃO E ANÁLISES DE EFICIÊNCIA RELATIVA

As curvas de produção são a base da análise de eficiência. As considerações em torno das curvas de produção visam definir uma relação entre recursos e produtos.

As hipóteses que são consideradas para a relação entre insumos e produtos determinam que:

1. Há retornos crescentes de escala se acréscimos no consumo de recursos implicam um aumento mais que proporcional na quantidade de produtos obtidos (ou ainda, economias de escala).
2. Há retornos constantes de escala quando acréscimos no consumo de recursos resultam em aumentos proporcionais na quantidade de produtos obtidos.
3. Há retornos decrescentes de escala na situação em que acréscimos no consumo de insumos acarretem aumentos menos que proporcionais na geração de produtos (também chamado de deseconomias de escala).

As hipóteses de retornos de escala são apresentadas nas Figuras 3.1, 3.2 e 3.3.

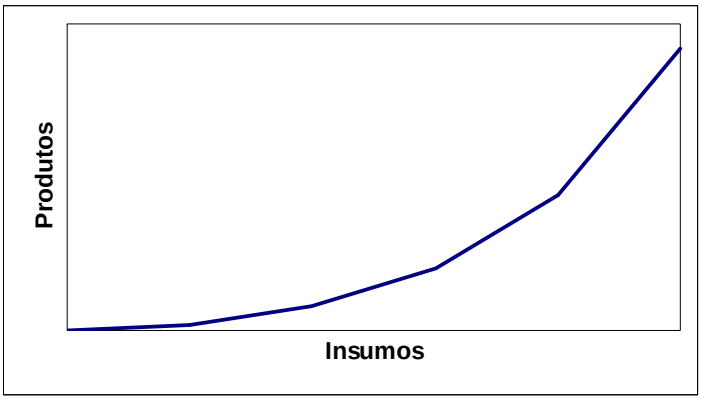


Figura 3.1 – Retornos crescentes de escala

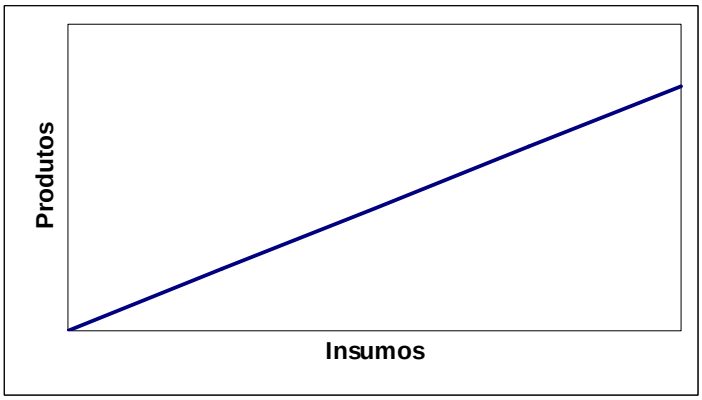


Figura 3.2 – Retornos constantes de escala

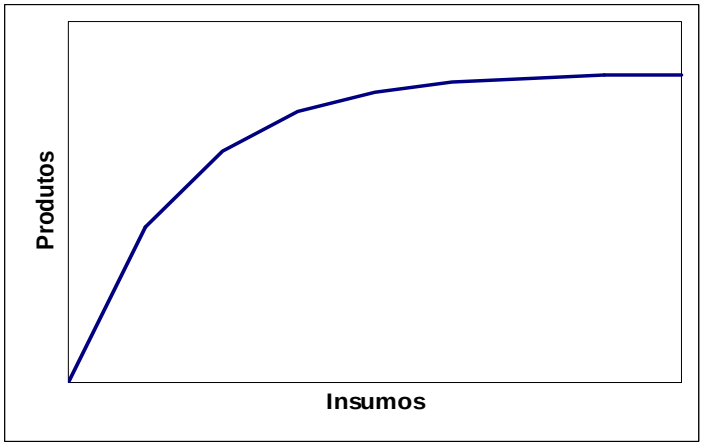


Figura 3.3 – Retornos decrescentes de escala

Considera-se, adicionalmente, a hipótese de livre descarte (*free disposal*) na qual, para determinado nível de consumo de recursos, pode-se produzir a quantidade máxima ou qualquer quantidade inferior. Assim, o conjunto de alternativas de produção é formado pela área abaixo da curva de máxima produção. No caso de retornos decrescentes de escala, tem-se a situação mostrada na Figura 3.4.

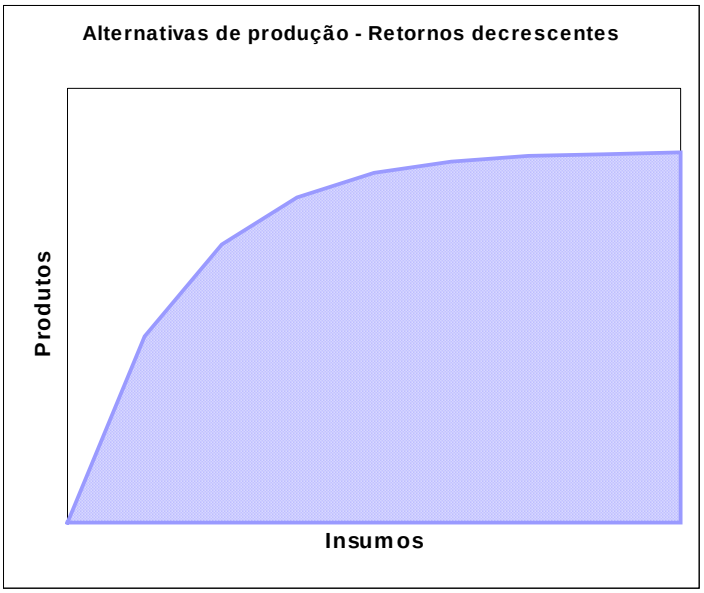


Figura 3.4 – Alternativas de produção viáveis

O ponto de lucro máximo pode ser determinado se for incluído na análise um vetor de preços para insumos e produtos. A programação linear é utilizada para resolver o sistema de inequações que permitirá maximizar os resultados, sendo atendidas as restrições com relação aos insumos e ao processo produtivo. É igualmente possível determinar o ponto de mínima utilização de recursos que atenda a determinado resultado almejado.

DORFMAN, SAMUELSON e SOLOW (1958: vii) apresentam a programação linear como "*um dos mais importantes desenvolvimentos do pós-guerra em Teoria Econômica*".

No entanto, desde que confluíram matemáticos e economistas na avaliação da produção por meio da programação matemática, utilizaram-na

sobretudo para avaliar um conjunto de cursos de ação, buscando selecionar o melhor.

Finalmente, em 1978, CHARNES, COOPER e RHODES generalizaram os estudos de Farrel tanto no sentido de trabalhar com múltiplos recursos e múltiplos resultados, quanto na obtenção de um indicador que atendesse ao conceito de eficiência de Koopmans. Essa foi a origem da técnica de construção de fronteiras de produção e indicadores da eficiência produtiva conhecida como *Data Envelopment Analysis (DE*A).

A DEA conforme apresentada por BANKER, CHARNES e COOPER em seu clássico artigo *Some Models estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis,* de 1984, "*é a utilização da programação matemática para obter avaliações* ex post facto *da eficiência relativa dos resultados dos gestores, quer tenham sido planejados ou executado*".

3.1.2 DAS BASES DA ANÁLISE POR ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)

O histórico de desenvolvimento do método de Análise Envoltória de Dados inicia com a tese de doutoramento de Edwardo Rhodes, apresentada à *Carnegie Mellon University* em 1978, sob orientação de W. W. COOPER.

O objetivo da pesquisa era avaliar os resultados de um programa de acompanhamento de estudantes carentes, instituído em escolas públicas americanas, com o apoio do governo federal. A idéia central era comparar o desempenho de um conjunto de alunos de escolas que participavam, com o de alunos de escolas que não aderiram ao programa. A *performance* dos alunos era medida em termos de produtos definidos, como, por exemplo, "aumento da auto-estima em crianças carentes" (medida por testes psicológicos) e insumos como "tempo gasto pela mãe em exercícios de leitura com sua criança".

Essa tentativa de estimação da eficiência técnica de escolas, com base em múltiplos insumos e produtos, resultou na formulação do Modelo CCR (abreviatura de Charnes, Cooper e Rhodes, sobrenomes de seus autores) de

Análise Envoltória de Dados e com a publicação do primeiro artigo no *European Journal of Operations Research* em 1978.

O modelo utiliza o método de otimização de programação matemática para, partindo da medida de eficiência técnica em casos de único produto/insumo proposta por Farrel em 1957, desenvolver um modelo que atenda a casos com múltiplos produtos/insumos, com a construção de um único produto "virtual" e um único insumo "virtual" (CHARNES, COOPER, LEWIN e SEIFORD, 1997: 3).

A formulação matemática do Modelo CCR original pode ser assim apresentada (CERETTA e NIEDERAUER, 2000: 3):

> *"Considere-se* N *empresas produzindo m quantidades de produtos* y *a partir de* n *quantidades de insumos* x*. Uma empresa* k *qualquer produz* y_{rk} *quantidades de produtos com a utilização de* x_{ik} *quantidades de insumos. O objetivo da DEA é encontrar o máximo indicador de eficiência* h_k *onde* u_r *é o peso específico a ser encontrado para um produto* r *e* v_i *o peso específico de cada insumo* i*."*

$$Maximizar\, h_k = \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rk}, \tag{2.1}$$

sujeito a

$$\sum_{r=1}^{m} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} \leq 0 \tag{2.2}$$

$$\sum_{i=1}^{n} v_i x_{ik} = 1 \tag{2.3}$$

$$u_r, v_i \geq 0 \tag{2.4}$$

$$y = produtos\,; \quad x = insumos\,; \; u, v = pesos$$

$$r = 1,...,m\,; \quad i = 1,...,n\,; \; j = 1,...,N$$

Assim, tendo-se um conjunto de empresas e seu plano de produção realizado pode-se construir uma curva de produção que se constitui, então, no conjunto de produção revelado. Resolvendo-se o problema de programação linear (PL) proposto para cada uma das empresas, podem-se identificar aquelas cujo plano de produção, dados os pesos (preços) determinados para suas quantidades de produtos e insumos, não pode ser superado pelo plano de nenhuma outra empresa. A empresa é dita eficiente e torna-se referência

para as demais. Resolvendo-se sucessivamente o problema para todas as empresas que compõem o conjunto considerado, são determinadas quais empresas são relativamente eficientes.

Se os planos de produção de cada empresa forem pontos em um gráfico, obtém-se uma representação semelhante à da Figura 3.5.

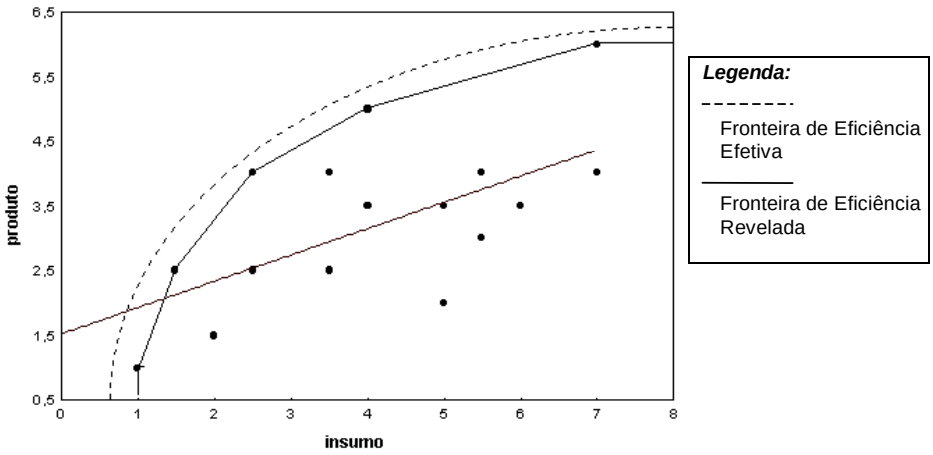


Figura 3.5 – Análise DEA para um conjunto de empresas

Os pontos na figura são os planos de produção realizados pelas empresas em análise. A curva de produção reúne as empresas cujo plano de produção não foi superado por nenhuma outra, considerando os pesos (preços) determinados pela resolução do problema de Programação Linear para suas quantidades de insumos e produtos. É a chamada **Fronteira de Eficiência**. Ressalte-se que é a fronteira revelada pelo conjunto de produção considerado. Qualquer empresa que seja incluída ou excluída da análise modifica o conjunto de produção e, portanto, a fronteira.

Outro ponto a ser ressaltado é que a fronteira eficiente revelada pode não ser a fronteira eficiente efetiva, se as empresas em análise estiverem operando sob condições distantes do livre mercado. Ou seja, em economias protegidas ou setores monopolistas, a fronteira eficiente estaria revelando a eficiência relativa, considerando essas condições de operação, e existiria outra fronteira, indicada na Figura 3.5 pela curva pontilhada, que se constituiria no conjunto de produção ideal. Por isso, diz-se de **eficiência**

relativa ou **Pareto eficientes**. As empresas eficientes seriam mais corretamente definidas como pontos **Pareto não-dominados**.

Os pontos abaixo da curva de eficiência representam planos de produção que foram "dominados" e estão "envolvidos" pela operação das empresas eficientes. Para cada um deles há uma opção, representada pelas quantidades praticadas ou por uma combinação convexa das quantidades praticadas pelas unidades de referência.

Nas palavras de Carlos HUMES Jr. (2001):

> *"DEA diz que uma condição necessária para que uma empresa A seja relativamente eficiente é que sua operação (avaliação) seja 'melhor' que as demais consideradas se A tiver o poder de definir os 'preços' ('pesos')."*

No tópico seguinte são apresentados os modelos de programação matemática utilizados na DEA e discutidas suas características e aplicações.

3.1.3 MODELOS DEA PARA ANÁLISE DE EFICIÊNCIA PRODUTIVA

A Análise por Envoltória de Dados pode ser considerada, portanto, como um corpo de conceitos e metodologias que está incorporada a uma coleção de modelos, com possibilidades interpretativas diversas (CHARNES, COOPER, LEWIN e SEIFORD, 1997: 23). Entre esses modelos os mais largamente utilizados são:

1. Modelo CCR (1978) – desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes, permite uma avaliação objetiva da eficiência global e identifica as fontes e estimativas de montantes das ineficiências identificadas.
2. Modelo BCC (1984) – criado por Banker, Charnes e Cooper, distingue entre ineficiências técnicas e de escala, estimando a eficiência técnica pura, a uma dada escala de operações, e identificando se estão presentes ganhos de escala crescentes, decrescentes e constantes, para futura exploração.

Segundo PAIVA (2000: 42), *"as diferenças fundamentais entre os modelos estão relacionadas a:*

I. superfície de envelopamento (tipos de combinação e suposições sobre o retorno de escala); e

II. tipo de projeção do plano ineficiente à fronteira.

Os modelos CCR e BCC trabalham com diferentes tipos de tecnologias e, conseqüentemente geram fronteiras de eficiência diferentes e medidas de eficiência diferentes. No que diz respeito à orientação, cada um desses dois modelos pode ser escrito sob duas formas de projetar os planos ineficientes na fronteira: uma voltada para os produtos e outra voltada para os insumos. Na primeira orientação, as projeções dos planos observados sobre a fronteira buscam o máximo aumento equiproporcional de produção dado o consumo observado e, na segunda orientação, a maior redução equiproporcional do consumo para a produção observada".

Será apresentada e discutida a formulação matemática de cada modelo, com as possibilidades de orientação já expostas. A preocupação na apresentação dos modelos será aprofundar suas características, limitações e possibilidades, de forma a estender sua compreensão a não-especialistas.

A formulação original do Modelo CCR tem orientação ao consumo e foi apresentada no item anterior. Está reproduzida a seguir para discussão:

$$Maximizar\ h_k = \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rk}, \tag{2.5}$$

sujeito a

$$\sum_{r=1}^{m} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} \leq 0 \tag{2.6}$$

$$\sum_{i=1}^{n} v_i x_{ik} = 1 \tag{2.7}$$

$$u_r, v_i \geq 0 \tag{2.8}$$

$$y = produtos\ ;\quad x = insumos\ ;\ u, v = pesos$$

$$r = 1,...,m\ ;\quad i = 1,...,n\ ;\ j = 1,...,N$$

O modelo busca minimizar os consumo de insumos de forma a produzir no mínimo o nível de produção dado, expresso pela maximização da somatória das quantidades produzidas *y* multiplicadas pelos pesos (preços) *u.*

A primeira restrição (eq. 2.6) pode ser definida como o resultado da empresa, pois é a subtração entre o somatório das quantidades produzidas multiplicadas pelos pesos (preços) dos produtos ($\sum_{r=1}^{m} u_r y_{rj}$) e o somatório da multiplicação dos insumos consumidos pelos pesos ($\sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij}$). Está limitado a

0. Assim, as empresas eficientes obterão o resultado 0 para a primeira restrição.

Na segunda restrição (eq. 2.7), o somatório do produto das quantidades consumidas de recursos pelos pesos (preços) específicos para a empresa *k* ($\sum_{i=1}^{n} v_i x_{ik}$) é igual a 1. Portanto, o máximo resultado possível de se obter para h_k é 1. Se a empresa *k* for eficiente, h_k será igual a 1. Se não for, obterá um indicador sempre inferior a 1.

Após resolver o programa linear para cada uma das empresas, obtém-se o grupo de empresas eficientes, para as quais h_k é igual a 1.

O Modelo CCR pode ter orientação a produto com a seguinte formulação:

$$Minimizar\ h_k = \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ik}, \tag{2.9}$$

sujeito a

$$\sum_{r=1}^{m} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} \leq 0 \tag{2.10}$$

$$\sum_{r=1}^{m} u_r y_{rk} = 1 \tag{2.11}$$

$$u_r, v_i \geq 0 \tag{2.12}$$

$y = produtos$; $x = insumos$; $u, v = pesos$

$r = 1,...,m$; $i = 1,...,n$; $j = 1,...,N$

O objetivo é a maximização do nível de produção utilizando no máximo o consumo de insumos observados. Os modelos são equivalentes e pressupõem retornos constantes de escala.

O outro Modelo de DEA é chamado de BCC, abreviatura de Banker, Charnes e Cooper, que o desenvolveram e apresentaram em artigo publicado na *Management Science* em 1984. O Modelo BCC pressupõe que as unidades avaliadas apresentem retornos variáveis de escala. Segundo BELLONI (2000: 68) "*ao possibilitar que a tecnologia exiba propriedades de retornos à escala diferentes ao longo de sua fronteira, esse modelo admite que a produtividade máxima varie em função da escala de produção*".

A formulação matemática do Modelo BCC, com orientação ao consumo, é:

$$Maximizar \sum_{r=1}^{m} u_r y_{rk} - u_k, \tag{2.13}$$

sujeito a

$$\sum_{i=1}^{n} v_i x_{ik} = 1 \tag{2.14}$$

$$\sum_{r=1}^{m} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} - u_k \leq 0 \tag{2.15}$$

$$u_r, v_i \geq 0 \tag{2.16}$$

$$y = produtos\ ;\quad x = insumos\ ;\ u, v = pesos$$

$$r = 1,...,m\ ;\quad i = 1,...,n\ ;\ j = 1,...,N$$

Percebe-se que é introduzida uma variável u_k representando os retornos variáveis de escala. Essa variável não deve atender à restrição de positividade; pode, portanto, assumir valores negativos.

A formulação matemática do Modelo BCC, com orientação ao produto, é:

$$Minimizar \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ki} + v_k, \tag{2.17}$$

sujeito a

$$\sum_{r=1}^{m} u_r y_{rk} = 1 \tag{2.18}$$

$$\sum_{r=1}^{m} u_r y_{jr} - \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ji} - v_k \leq 0 \tag{2.19}$$

$$u_r, v_i \geq 0 \tag{2.20}$$

$$y = produtos\ ;\quad x = insumos\ ;\ u, v = pesos$$

$$r = 1,...,m\ ;\quad i = 1,...,n\ ;\ j = 1,...,N$$

Onde, novamente, o termo v_k representa a possibilidade de retornos de escala variáveis, podendo assumir valores negativos ou positivos.

Como ressaltado anteriormente, a possibilidade de retornos de escala variáveis do Modelo BCC admite que a produtividade máxima varie em função da escala de produção. O modelo permite, portanto, a utilização de unidades de portes distintos (BELLONI, 2000: 68).

Os Modelos CCR e BCC apresentam regiões de viabilidade distintas. A região viável do Modelo BCC é restringida a combinações convexas dos

planos de produção observados, o que é caracterizado pelos retornos variáveis de escala. Como conseqüência, considerando orientação ao produto, o indicador de eficiência do Modelo BCC é menor ou igual ao indicador de eficiência do Modelo CCR (BELLONI, 2000: 69).

Os indicadores calculados pelos modelos podem ser analisados considerando as seguintes características:

- Indicador de eficiência do Modelo BCC: corresponde a uma medida de eficiência técnica (ET), uma vez que está depurado dos efeitos de escala de produção.
- Indicador de eficiência do Modelo CCR: indica uma medida de produtividade global, denominada de indicador de eficiência produtiva (EP).

Relacionando os indicadores, calculados considerando-se orientação ao produto, obtém-se o indicador de eficiência de escala (EEs):

$$EEs(x_k, y_k) = \frac{EP(x_k, y_k)}{ET(x_k, y_k)}, \tag{2.21}$$

Onde

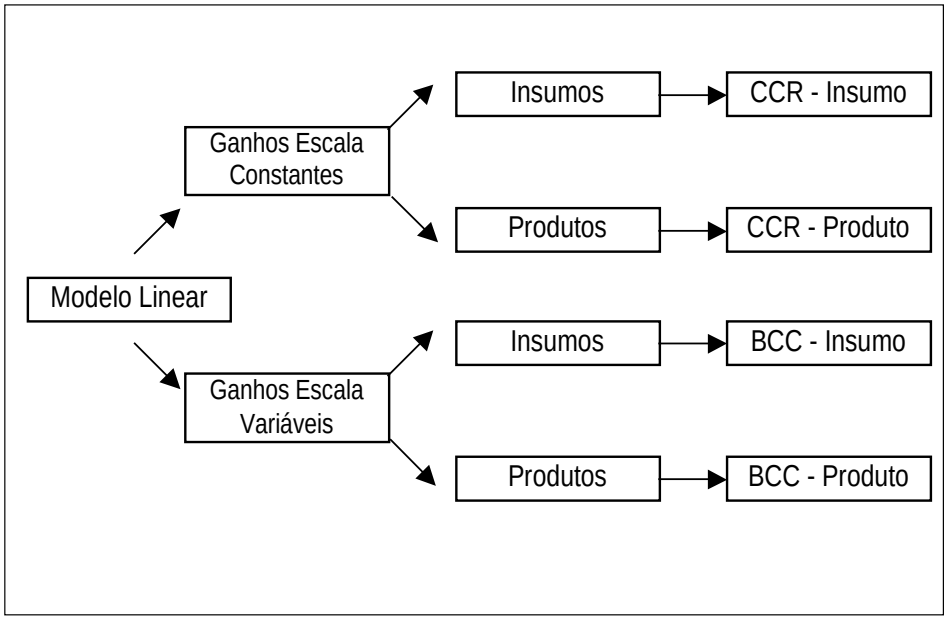
$EEs(x_k, y_k) = Eficiência\ de\ escala,$
$EP(x_k, y_k) = Eficiência\ produtiva,$
$ET(x_k, y_k) = Eficiência\ técnica$

As análises possíveis são assim resumidas:

- Se o indicador de eficiência produtiva for igual a 1, a unidade opera com eficiência produtiva e deve ter os demais indicadores iguais a 1.
- Se o indicador de eficiência produtiva for superior a 1, a unidade analisada apresenta ineficiência produtiva, que pode ser decorrente de ineficiência técnica ou de escala.
- Se o indicador de eficiência técnica for igual a 1, a ineficiência produtiva é decorrente de a unidade operar em uma escala inapropriada.

- Se o indicador de eficiência técnica for maior que 1, a unidade opera com ineficiência técnica. Calcula-se, então, o indicador de eficiência de escala para constatar se a unidade opera com eficiência de escala.
- Se o indicador de eficiência de escala for igual a 1, toda a ineficiência é decorrente de fatores técnicos.
- Se o indicador de eficiência de escala for maior que 1, a unidade analisada apresenta fatores de ineficiências técnicas e de escala.

Para finalizar, a Figura 3.6 resume os modelos DEA[21] e suas aplicações, apresentando uma indicação para sua utilização.



(Adaptado de: CHARNES, COOPER, LEWIN, SEIFORD, 1997: 67).

Figura 3.6 – Classificação entre ganhos de escala e orientação

3.2 CARACTERÍSTICAS E LIMITAÇÕES DA TÉCNICA DEA

José Ângelo BELLONI (2000a) conceitua a Análise Envoltória de Dados (DEA) como sendo

---

[21] Existem, na família de modelos DEA, ainda o Aditivo e o Multiplicativo (para detalhes ver: CHARNES, COOPER, LEWIN, SEIFORD, 1997: 23). No presente trabalho são utilizados

"(...) um método de geração de fronteiras empíricas de eficiência relativa, a partir de um conjunto de variáveis classificadas como insumo ou produto. Pressupõe conhecidos os valores realizados dos insumos e dos produtos e busca, para cada empresa sob avaliação, taxas de substituição (pesos relativos) entre os insumos e entre os produtos que maximizem a sua eficiência relativa.

Os resultados básicos de uma análise DEA são:

- *a identificação de um conjunto de unidades eficientes (que determinam a fronteira de eficiência);*
- *uma medida da ineficiência para cada unidade fora da fronteira (uma distância à fronteira que representa a potencialidade de crescimento da produtividade);*
- *as taxas de substituição (pesos) que determinam cada região da fronteira de eficiência e caracterizam as relações de valor que 'sustentam' a classificação dessa região como eficiente."*

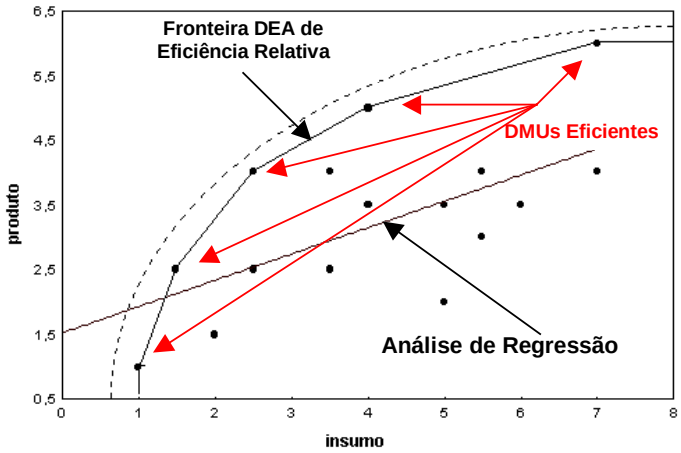
A DEA é aplicável a organizações que sejam caracterizadas por múltiplos insumos e múltiplos produtos. Para cada organização, a análise utiliza técnicas de programação linear para calcular um índice de eficiência que compara o desempenho atual com a combinação convexa mais eficiente das outras observações recursos/produtos. O índice assume o valor de 1 para as unidades cuja produtividade é "melhor" e menos de 1 se combinações alternativas de insumos/produtos são indicadas como eficientes (YUNOS e HAWDON, 1997: 258).

É comum na literatura consultada a comparação dos resultados de Análise por Envoltória de Dados com os obtidos pela Análise de Regressão. As conclusões apontadas são que a Análise de Regressão resulta em uma função que determina a reta[22] que minimiza a soma dos erros quadrados (ou reta dos mínimos quadrados). É, portanto, uma reta de comportamento médio que não representa necessariamente o desempenho de nenhuma das unidades analisadas. Essa comparação pode ser demonstrada pela Figura 3.7.

---

apenas os modelos originais: CCR e BCC.

[22] No caso da Análise de Regressão Linear.



Fonte: NIEDERAUER, Carlos Alberto Pittaluga (1998)
Figura 3.7 – Comparação entre DEA e Análise de Regressão

As observações individualmente estão representadas pelos pontos no gráfico. A reta traçada na Figura 3.7 é obtida da função resultante da Análise de Regressão Linear. Pode-se notar que apenas algumas observações posicionam-se próximas à reta de regressão.

A Análise por Envoltória de Dados define a curva de eficiência (ou de máxima produtividade), considerando a relação ótima insumo/produto. Assim, são identificadas as unidades que obtiveram a alocação ótima entre insumos e produtos, que são, então, chamadas de eficientes e estão posicionadas na curva de máxima eficiência relativa.[23] É importante notar que as demais unidades, não eficientes, estão posicionadas abaixo da curva, "envolvidas" pelo desempenho das unidades eficientes. O método define então unidades de referências para cada observação, o que permite calcular os aumentos de produtos ou diminuição de insumos necessários para que a atuação seja otimizada.

NIEDERAUER (1998: Cap. 3, 2-3) apresenta uma análise interessante entre as medidas tradicionais de desempenho e a Análise Envoltória de Dados:

> *"(...) Basicamente, há dois enfoques para medir o desempenho. O primeiro é paramétrico e requer que se conheça de antemão a forma da função de*

---

[23] O termo utilizado na literatura consultada é *eficiente*. Porém, é comum, por oposição, a relação insumo/produto ser identificada como *produtividade*.

produção a ser aplicada ou que ela possa ser estimada estatisticamente. Contudo, em muitos casos, principalmente em ambientes que não operam segundo as leis de mercado, não é possível (ou é difícil) estabelecer uma forma funcional. (...) Neste caso, o enfoque é não paramétrico e a forma funcional é obtida empiricamente, através das variáveis disponíveis.

A DEA – Data Envelopment Analysis (Análise por Envoltória de Dados) se enquadra neste enfoque não paramétrico e, desde seu surgimento, vem sendo utilizada como alternativa aos métodos tradicionais de avaliação de desempenho de unidades organizacionais. (...) A DEA pode ser definida como um método quantitativo, empírico e não paramétrico, que mede o desempenho relativo de unidades organizacionais semelhantes, gerando um único indicador de desempenho para cada unidade sob avaliação, a partir da relação ponderada entre insumos e produtos. Tecnicamente, a DEA utiliza a otimização de programação linear para construir uma fronteira de produção empírica, ou 'superfície envoltória' de máximo desempenho (Ali & Seiford, 1993). Isto permite que se identifiquem unidades-referência, cujos índices de desempenho servem como referencial para as demais unidades, posicionadas sob a superfície envoltória. Portanto, a DEA mede diferenças de desempenho."

Os resultados da aplicação da DEA podem ser sintetizados em (CMTE, 1997 *apud* NIEDERAUER, 1998: Cap. 3, 3):

- uma superfície envoltória, formada pelas unidades de melhor desempenho (eficientes), que passam a formar o conjunto de referência para as demais unidades;
- uma medida de desempenho, que se traduz na distância de cada unidade à fronteira;
- projeções das unidades ineficientes na fronteira, compondo metas para essas unidades.

As unidades analisadas são referidas na literatura como *Decision Making Units* (DMUs) e podem ser grupos empresariais, empresas individuais, departamentos, divisões ou unidades administrativas. Como será visto adiante, na revisão dos estudos que utilizaram DEA, podem mesmo tomar o formato de turmas ou classes que se deseja avaliar, dentro de uma mesma escola ou universidade ou entre escolas e universidades diversas. Devem atender, no entanto, aos seguintes pré-requisitos:

- as unidades em análise devem ser comparáveis;
- devem atuar sob as mesmas condições;

- os fatores (insumos e produtos) devem ser os mesmos para cada unidade, diferindo apenas na intensidade ou magnitude.

No livro *Data Envelopment Analysis: theory, methodology, and application*, de CHARNES, COOPER, LEWIN e SEIFORD (1997: 7-8), o método é apresentado como uma nova forma de organização e análise de dados (Tradução livre).

> *"A orientação da DEA em derivar a fronteira de melhores práticas e em otimizar as unidades tomadoras de decisão individualmente permite novas formas de organização e análise de dados e pode resultar em novas descobertas gerenciais e teóricas. Deve ser ressaltado que o cálculo DEA:*
>
> 1. *tem foco em observações individuais em contraste com as médias da população;*
> 2. *produz uma medida agregada individual para cada DMU em termos de sua utilização de insumos (variáveis independentes) para produzir os produtos almejados (variáveis dependentes);*
> 3. *pode utilizar simultaneamente múltiplos produtos e insumos com cada um sendo considerado em diferentes unidades de medida;*
> 4. *pode ser ajustada para variáveis exógenas;*
> 5. *pode incorporar variáveis categóricas (*dummy*);*
> 6. *é livre de valores e não requer especificação ou conhecimento de pesos ou preços de insumos e produtos a priori;*
> 7. *não coloca restrições a forma funcional da função de produção;*
> 8. *pode incorporar julgamentos quando desejado;*
> 9. *produz estimativas específicas das mudanças almejadas nos insumos e produtos para projeção das DMUs localizadas abaixo da fronteira de eficiência sobre a fronteira;*
> 10. *é Pareto eficiente;*
> 11. *tem ênfase nas melhores práticas identificadas, ao invés de nas medidas de tendência central das fronteiras; e*
> 12. *satisfaz ao critério de eqüidade estrita na avaliação relativa de cada DMU."*

Ressalte-se, ainda, que em um senso amplo, a DEA cria um novo enfoque de aprendizagem, considerando os *outliers* e introduzindo novas

teorias de melhores práticas (CHARNES, COOPER, LEWIN e SEIFORD, 1997: 9-10).

> *"Obter um plano de regressão que maximize a variância explicada é compreensível em uma perspectiva de estudar tendências centrais. Entretanto, se o objetivo é desenvolver uma explanação (teoria ou modelo) sobre tendência central de melhores práticas, então deve ser ressaltado que um plano de regressão deve ser estimado considerando observações localizadas sobre ou próximas (mas sob) a fronteira eficiente. Em outras palavras, o enfoque DEA fornece uma ferramenta analítica para a determinação de desempenho efetivo e não-efetivo (particularmente quando múltiplas medidas de desempenho e várias variáveis discricionárias e exógenas são incluídas) como um ponto de partida para induzir teorias sobre o comportamento das melhores práticas."*

ANDERSON (1997 *apud* NIEDERAUER, 1998: Cap. 3, 3) relaciona algumas das limitações do método:

- por ser uma técnica de ponto extremo, ruídos, tais como erros de medição, podem comprometer a análise;
- como é uma técnica não paramétrica, torna-se difícil formular hipóteses estatísticas;
- como cria um programa linear para cada unidade sob análise, problemas extensos podem levar a um tempo computacional elevado; e
- a DEA estima bem o desempenho "relativo", mas converge muito vagarosamente para o desempenho "absoluto".

O desempenho absoluto está representado, no Gráfico 3.6, pela curva pontilhada.

BADIN (1997: Cap. III, 1) acrescenta às limitações do método:

> *"O fato de uma empresa possuir produtividade relativa igual a um determinado valor é indicativo de sua eficiência somente no conjunto de observação que está sendo avaliado. A entrada ou retirada de um ou mais unidades no conjunto de observação altera os valores da produtividade relativa para todas as unidades que estão sendo avaliadas. Este indicativo faz com que a DEA constitua um modelo em aberto, dinâmico (...)."*

MELLO et al. (2000: 539) salientam que:

> *"(...) No entanto, o método é extremamente benevolente com as unidades analisadas, o que obriga o uso de técnicas adicionais para que elas tenham uma classificação bem discriminada. Dentre outras técnicas, contam-se a diminuição do número de variáveis consideradas (Lins e Moreira, 1999), avaliação cruzada (Meza e Lins, 1999) agregação de eficiências parciais (Rangel et al., 1999) e o uso de restrições aos pesos obtidos através da integração com a Análise Multicritério à Decisão (Araya et al., 1999)."*

Uma limitação adicional e de natureza operacional citada por YANG (1992 *apud* BADIN, 1997: Cap. III, 10) é que o número de unidades consideradas na análise deve ser no mínimo duas vezes maior que o número de insumos e produtos considerados (restrições) para que o modelo apresente resultados consistentes.

3.3 EXEMPLO SIMPLIFICADO DA ANÁLISE DE EFICIÊNCIA RELATIVA UTILIZANDO DEA

Para nosso exemplo serão utilizados dados de um conjunto de empresas de energia elétrica. Para facilitar a simulação do exemplo, o modelo será desenvolvido utilizando a ferramenta Solver® do Excel®. Ressalte-se, ainda, que o exemplo atende somente a finalidades didáticas, não se considerando válidas as análises depuradas das relações que estabelece.

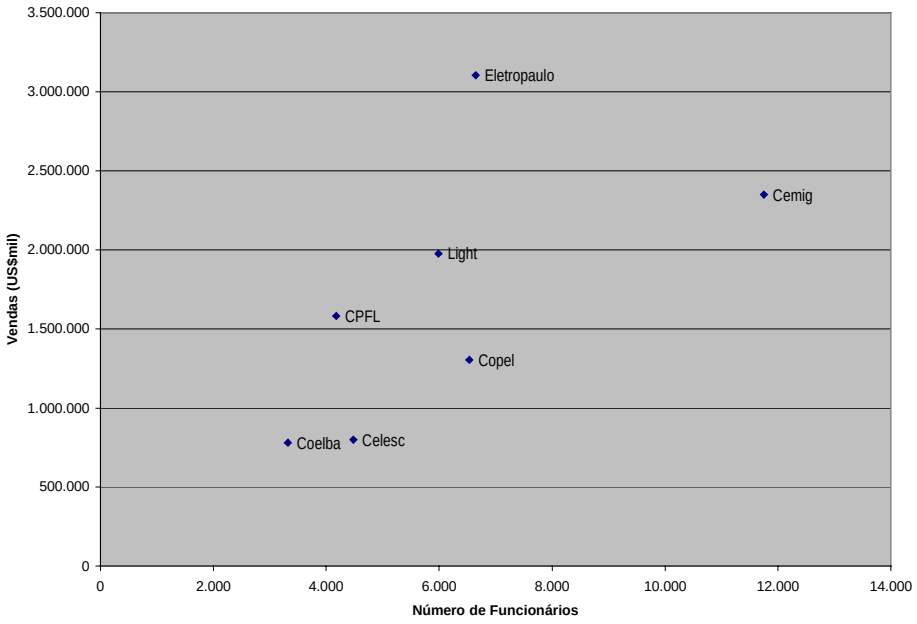
Foram incluídas sete empresas para a preparação do exemplo, para as quais relacionaram-se o número de funcionários, valor total de vendas e o ativo total para o ano de 1999. Os dados estão reproduzidos na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Empresas consideradas no exemplo

Empresas	Número de Empregados	Ativo	Vendas
Celesc	4.478	1.487.845	800.331
Coelba	3.320	1.599.784	780.880
CPFL	4.176	3.888.613	1.582.624
Light	5.988	5.147.807	1.977.704
Eletropaulo	6.646	5.221.847	3.105.869
Copel	6.536	5.299.049	1.305.444
Cemig	11.748	7.475.831	2.349.306

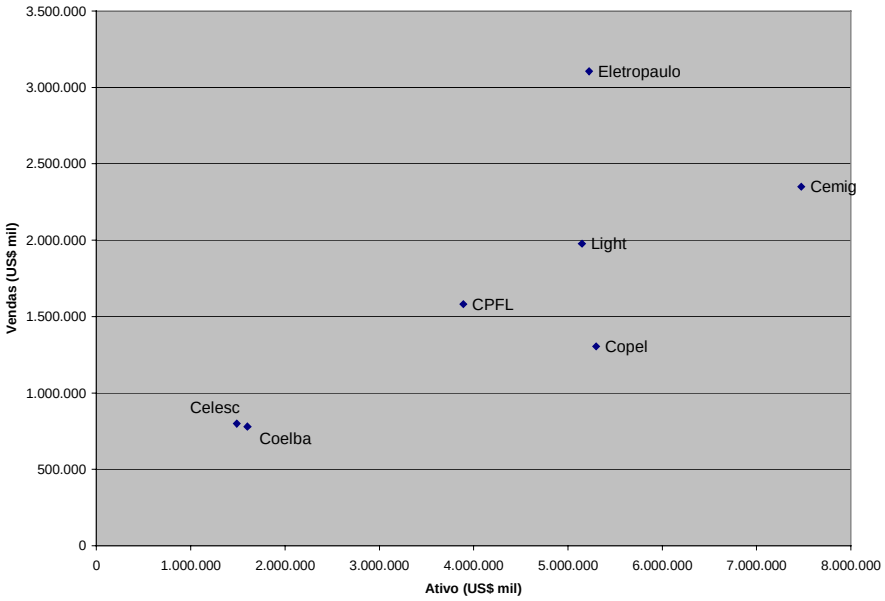
Pela análise da Tabela 3.1 constata-se que as empresas têm número de funcionários e volume de vendas variáveis. A empresa com o maior número de funcionários é a Cemig, com 11.748 colaboradores. Mas, contrariamente ao que se poderia esperar, não é a Cemig que apresenta o maior valor de vendas. A Eletropaulo, com 6.646 colaboradores, obteve, em 1999, US$ 3.105.869 de vendas. O Gráfico 3.1 mostra a posição de vendas em relação ao número de funcionários de cada empresa considerada.

Gráfico 3.1 – Vendas em relação ao número de funcionários – empresas do exemplo



Com relação a Ativo e Vendas, as análises se repetem: a empresa com maior Ativo, Cemig, não é a que tem o maior volume de vendas. Novamente, a atuação da Eletropaulo supera as demais empresas. Outro fato interessante é que a Celesc, que tem o menor montante de Ativo, supera em vendas a penúltima colocada Coelba. As análises estão representadas no Gráfico 3.2.

Gráfico 3.2 – Ativo em relação a vendas – empresas do exemplo



Cabe a pergunta: Coelba, Copel, Light, CPFL e Celesc, com base nas informações apresentadas, podem ser consideradas eficientes em sua operação?

Para se responder à pergunta poder-se-ia pensar em uma medida ponderada entre vendas e número de funcionários: um indicador. Para as empresas analisadas, os indicadores vendas por funcionário e vendas por ativo[24] são apresentados na Tabela 3.2.

---

[24] Esse indicador é conhecido como Giro do Ativo e mede quantas vezes os ativos da empresa são transformados em dinheiro por meio das vendas (ASSAF, 2000: 216).

Tabela 3.2 – Indicadores para as empresas do exemplo

Empresas	Vendas / Funcionários	Vendas/ Ativo
Eletropaulo	467,33	0,59
CPFL	378,98	0,41
Light	330,28	0,38
Coelba	235,20	0,49
Cemig	199,97	0,31
Copel	199,73	0,25
Celesc	178,73	0,54

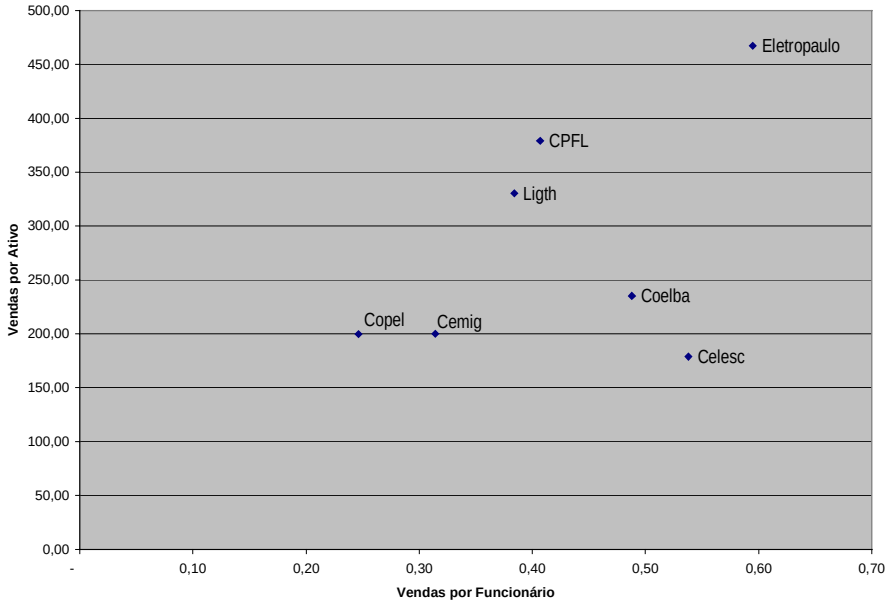
A análise dos indicadores indica novamente a superioridade da operação da Eletropaulo, sendo seguida por CPFL. Celesc apresenta o menor indicador de vendas por funcionários para as empresas analisadas. Porém, é a segunda colocada se considerado o giro (0,54), perdendo apenas para a Eletropaulo. Deveria ser considerada ineficiente ou eficiente?

O Gráfico 3.3 resume as informações. A Eletropaulo aparece graficamente posicionada muito distante das demais empresas, podendo ser classificada como *outlier.*[25] Nas análises estatísticas tradicionais, seria estudada a conveniência de sua exclusão, pois seu comportamento mostra-se muito distinto das demais unidades em observação. Na análise DEA, seu comportamento será utilizado para compreender e avaliar a atuação das demais unidades, com a indicação de alternativas às demais para alcançar um desempenho semelhante, em sua escala de operação.

---

[25] JOHNSON e WICHERN (1998: 200) ensinam que *"a maioria dos grupos de dados contêm uma ou algumas observações não usuais que parecem não pertencer ao padrão de variabilidade produzido pelas outras observações (...) Observações não usuais são aquelas que variam largamente ou minimamente em relação às outras"*.

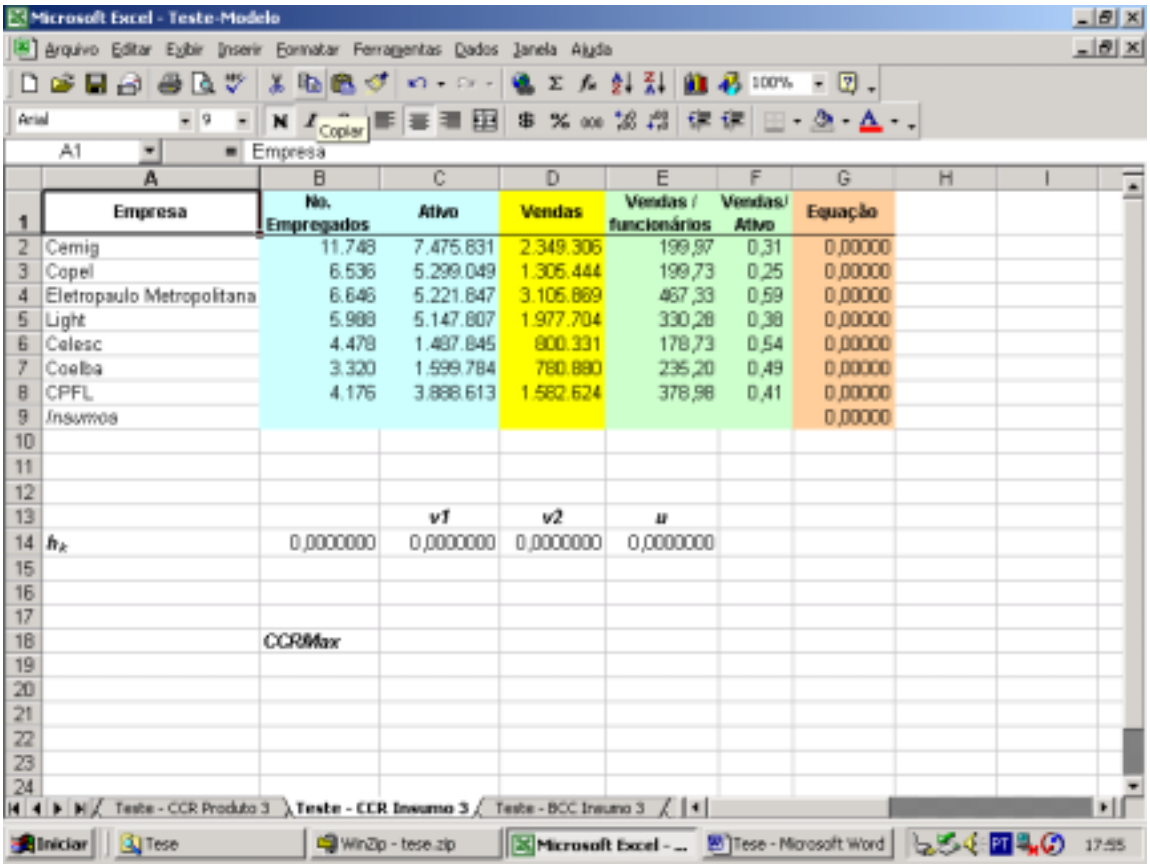
Gráfico 3.3 – Indicadores para as empresas do exemplo



Construiu-se, então, um modelo DEA para avaliação do grupo de empresas. O modelo considera retornos constantes de escala e orientação ao insumo: é o CCR orientado ao insumo, apresentado nas Equações 2.5 a 2.8.

É montada inicialmente uma planilha com as informações apresentadas. Para o modelo, o número de funcionários e o montante de ativos são considerados insumos e o valor de vendas, produto. Para cada empresa é então calculada uma equação que relaciona o valor de vendas multiplicado por um peso (preço) *u,* subtraído da soma do número de funcionários multiplicado pelo peso (preço) *v1* com o montante de ativos multiplicado por *v2.* Para tanto, determinam-se as células que contêm os valores de *u*, *v1* e *v2*. É escolhida, ainda, uma célula para conter o valor a ser maximizado, que é o produto entre o valor de vendas e o respectivo peso (preço) da empresa sendo analisada (h_k), e outra para conter a restrição de que a soma dos valores dos insumos pelos respectivos pesos (preços) seja igual a 1 (Insumos).

A planilha é apresentada na Figura 3.8.



	A	B	C	D	E	F	G
1	Empresa	No. Empregados	Ativo	Vendas	Vendas / funcionários	Vendas/ Ativo	Equação
2	Cemig	11.748	7.475.831	2.349.306	199,97	0,31	0,00000
3	Copel	6.536	5.299.049	1.305.444	199,73	0,25	0,00000
4	Eletropaulo Metropolitana	6.646	5.221.847	3.105.869	467,33	0,59	0,00000
5	Light	5.988	5.147.807	1.977.704	330,28	0,38	0,00000
6	Celesc	4.478	1.487.845	800.331	178,73	0,54	0,00000
7	Coelba	3.320	1.599.784	780.880	235,20	0,49	0,00000
8	CPFL	4.176	3.888.613	1.582.624	378,98	0,41	0,00000
9	Insumos						0,00000
13			v1	v2	u		
14	h_k	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000		
18		CCRMax					

Figura 3.8 – Planilha em Excel ® – Modelo DEA – CCR – Orientação ao consumo

A ferramenta de análise em Excel® que permite a construção do Modelo DEA é o Solver®. A Figura 3.9 apresenta as opções a serem preenchidas para elaboração do Modelo. A primeira definição é da célula de destino e da condição a ser atendida: *Máx* (Maximizar), *Mín* (Minimizar) ou *Valor de*. No exemplo, a célula de destino é B14.

As células variáveis são as dos pesos (ou preços) *u, v1* e *v2*: C14, D14 e E14. Os pesos (preços) são estimados pelo Modelo.

Finalmente, serão incluídas as restrições. De acordo com as Equações de 2.6 a 2.8, as restrições são: de que os pesos (preços) *u, v1* e *v2* sejam maiores do que 0; de que a equação, para cada empresa, seja menor ou igual a 0; e, de que a multiplicação dos pesos (preços) pela quantidade de insumos da empresa analisada seja igual a 1.

Seleciona-se então o botão *Opções* e, na janela que se abre, deve ser marcado *Presumir Modelo Linear.*

Com os parâmetros definidos é preciso somente acionar o botão *Resolver* na caixa de diálogo.

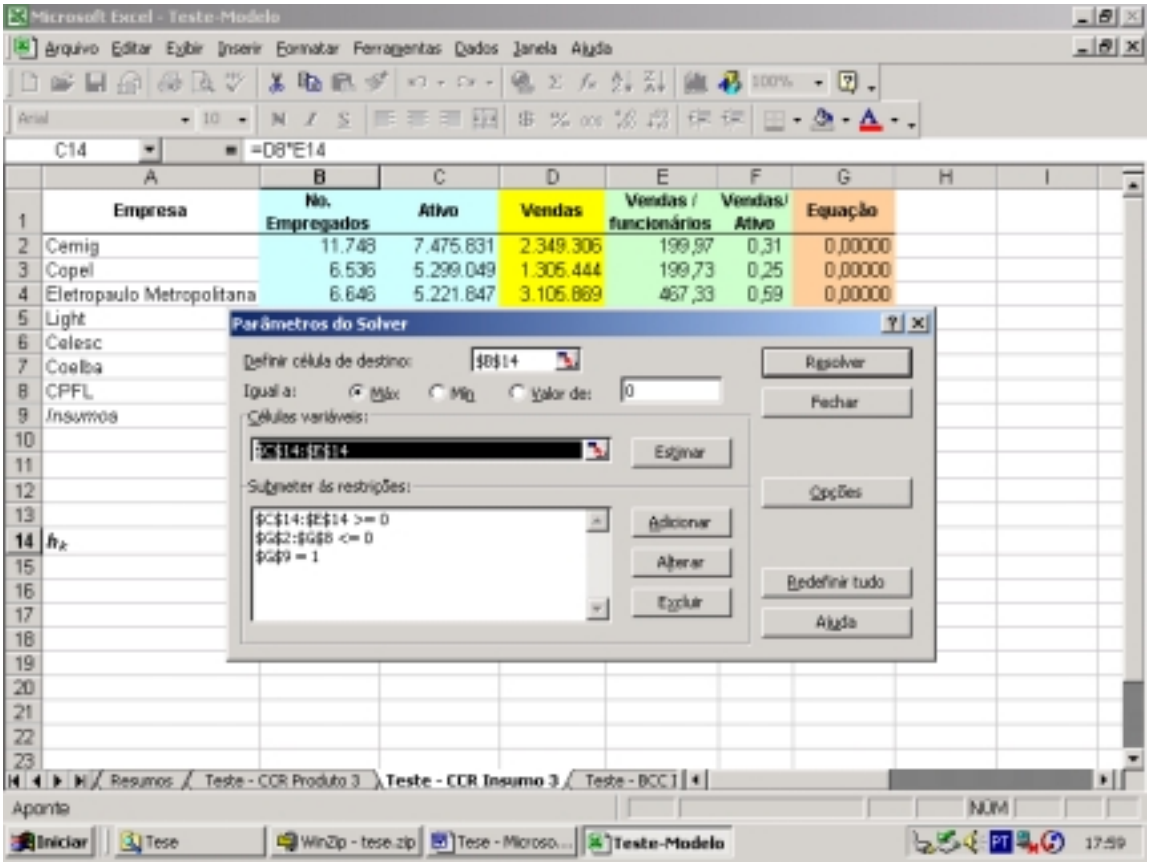
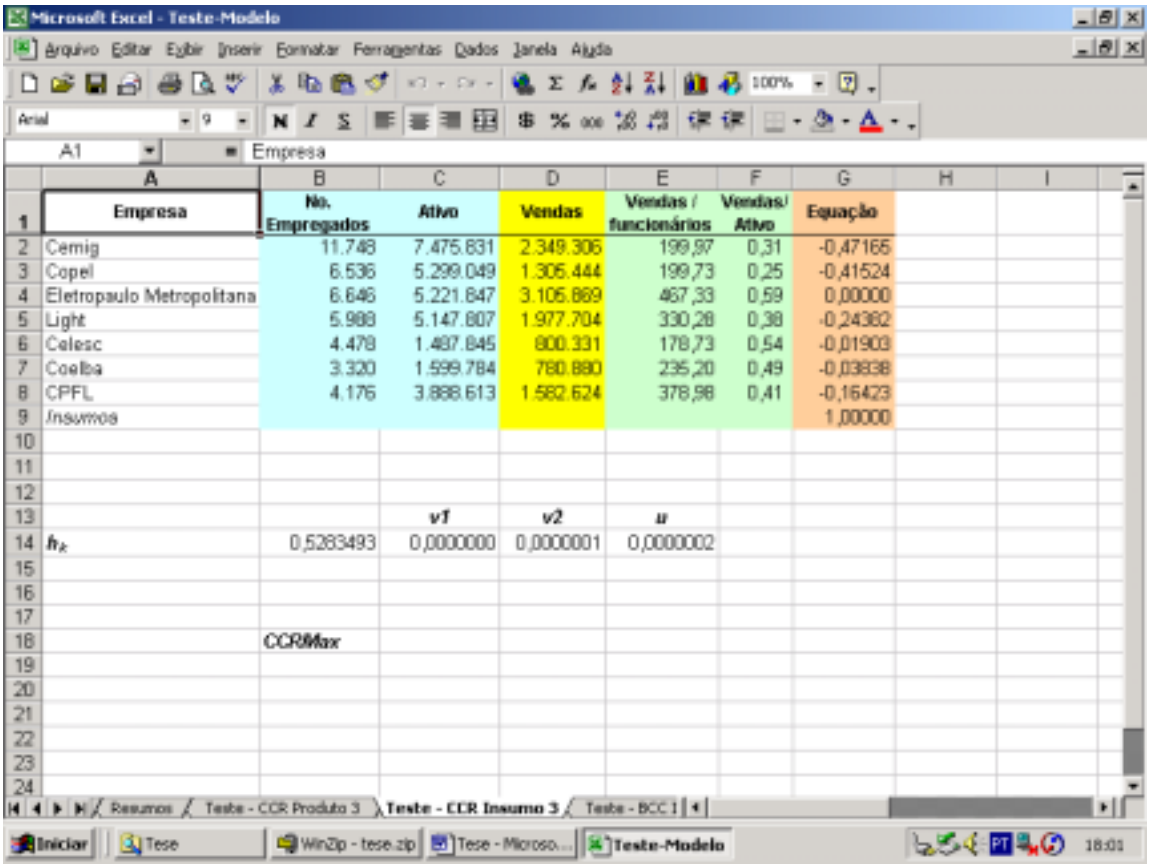


Figura 3.9 – Parâmetros do Solver® para Modelo DEA

O modelo deve ser resolvido para cada empresa, modificando as fórmulas das células B14 (h_k) e E9 (*Insumos*), para que contemplem as quantidades da empresa sob análise.

A Figura 3.10 mostra os resultados do Solver® para essa empresa. A conclusão é de que a operação da Cemig não é eficiente (h_k = 0,5283493 < 1). E pela análise da coluna *Equação* conclui-se que Eletropaulo Metropolitana é eficiente, considerando os pesos (preços) definidos pela operação da Cemig: o resultado da Equação para a empresa é 0.

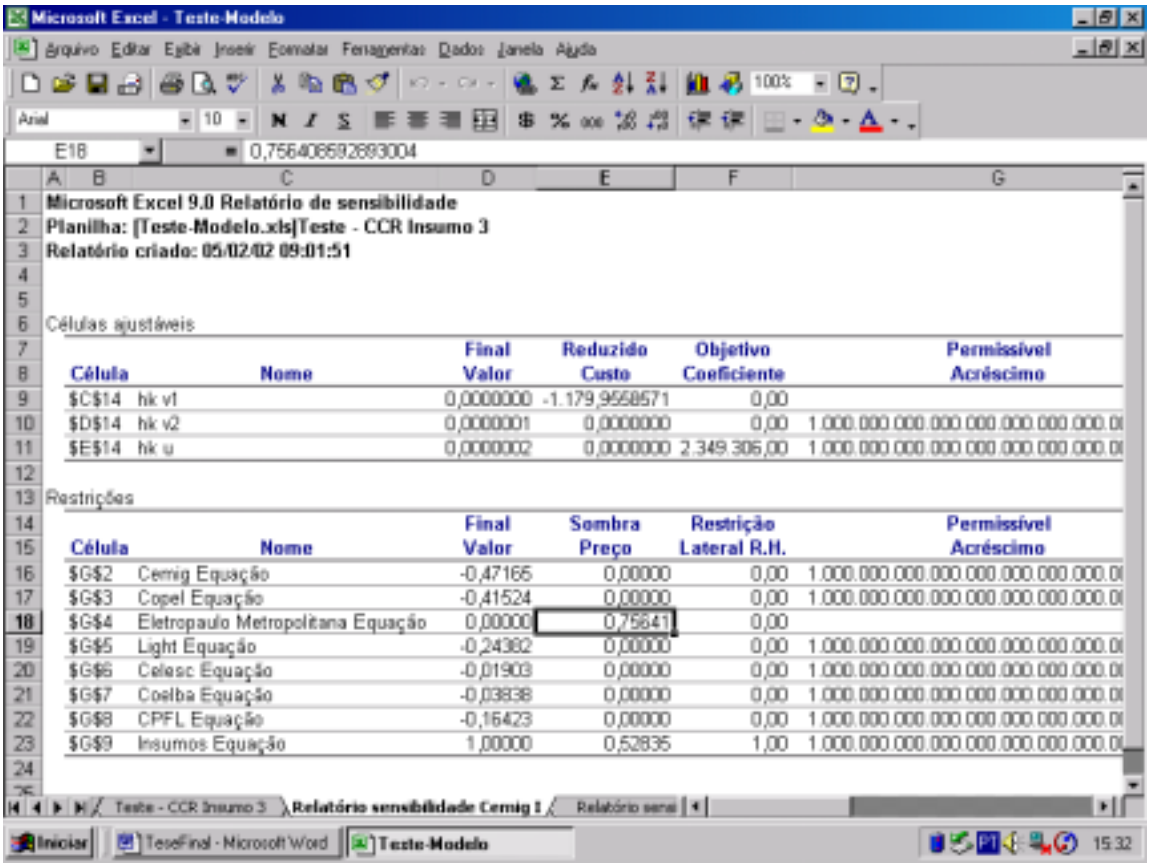


	A	B	C	D	E	F	G
1	Empresa	No. Empregados	Ativo	Vendas	Vendas / funcionários	Vendas/ Ativo	Equação
2	Cemig	11.748	7.475.831	2.349.306	199,97	0,31	-0,47166
3	Copel	6.536	5.299.049	1.305.444	199,73	0,25	-0,41524
4	Eletropaulo Metropolitana	6.646	5.221.847	3.105.869	467,33	0,59	0,00000
5	Light	5.988	5.147.807	1.977.704	330,28	0,38	-0,24382
6	Celesc	4.478	1.487.845	800.331	178,73	0,54	-0,01903
7	Coelba	3.320	1.599.784	780.880	235,20	0,49	-0,03838
8	CPFL	4.176	3.888.613	1.582.624	378,98	0,41	-0,16423
9	Insumos						1,00000
13			v1	v2	u		
14	h_k	0,5283493	0,0000000	0,0000001	0,0000002		
18		CCRMax					

Figura 3.10 – Solução para a Cemig

Ao encontrar a solução, o Solver® apresenta uma caixa de diálogo *Resultados do Solver.* Para ter-se acesso às sugestões de melhoria, caso a empresa não seja eficiente, deve ser solicitado o *Relatório de Sensibilidade.* A Figura 3.11 mostra o Relatório de Sensibilidade gerado para a Cemig.

O relatório apresenta o preço sombra para as restrições, que são as equações de cada empresa e dos insumos, no Modelo CCR – Orientação ao Consumo. Já havia sido indicado pela solução que somente a Eletropaulo conseguiu ser eficiente com a melhor combinação de pesos (preços) para a Cemig. A Eletropaulo torna-se, então, referência para que a Cemig atinja a fronteira de eficiência. O Relatório de Sensibilidade, na coluna Sombra Preço, mostra o valor 0,75641. Esse coeficiente, aplicado aos insumos e produtos da Eletropaulo, fornece as metas de melhoria para a Cemig.



Microsoft Excel 9.0 Relatório de sensibilidade
Planilha: [Teste-Modelo.xls]Teste - CCR Insumo 3
Relatório criado: 05/02/02 09:01:51

Células ajustáveis

Célula	Nome	Final Valor	Reduzido Custo	Objetivo Coeficiente	Permissível Acréscimo
C14	hk v1	0,0000000	-1.179,9558571	0,00	
D14	hk v2	0,0000001	0,0000000	0,00	1.000.000.000.000.000.000.000.000.0
E14	hk u	0,0000002	0,0000000	2.349.306,00	1.000.000.000.000.000.000.000.000.0

Restrições

Célula	Nome	Final Valor	Sombra Preço	Restrição Lateral R.H.	Permissível Acréscimo
G2	Cemig Equação	-0,47166	0,00000	0,00	1.000.000.000.000.000.000.000.000.0
G3	Copel Equação	-0,41524	0,00000	0,00	1.000.000.000.000.000.000.000.000.0
G4	Eletropaulo Metropolitana Equação	0,00000	0,75641	0,00	
G5	Light Equação	-0,24362	0,00000	0,00	1.000.000.000.000.000.000.000.000.0
G6	Celesc Equação	-0,01903	0,00000	0,00	1.000.000.000.000.000.000.000.000.0
G7	Coelba Equação	-0,03838	0,00000	0,00	1.000.000.000.000.000.000.000.000.0
G8	CPFL Equação	-0,16423	0,00000	0,00	1.000.000.000.000.000.000.000.000.0
G9	Insumos Equação	1,00000	0,52835	1,00	1.000.000.000.000.000.000.000.000.0

Figura 3.11 – Relatório de Sensibilidade – Cemig

A Tabela 3.3 resume os cálculos. As sugestões referem-se a uma redução de 57,21% no número de empregados e de 47,17% nos investimentos em Ativos.

Tabela 3.3 – Metas para Cemig – CCR Insumo

Referência	Eletropaulo	Cemig	Diferença	%
	0,75641			
N º Empregados	5.027	11.748	-6.721	-57,21%
Ativo	3.949.850	7.475.831	-3.525.981	-47,17%
Vendas	2.349.306	2.349.306	0	0%

O procedimento deve ser repetido para cada empresa analisada. Para o exemplo apresentado foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 – Resultados do exemplo – Modelo CCR – Orientação ao consumo

Empresa	Cemig	Copel	Eletropaulo	Light	Celesc	Coelba	CPFL
Cemig	-0,471651	-1,028291	-0,675236	-1,122396	-2,369858	-2,204036	-1,609413
Copel	-0,415235	-0,572611	-0,594469	-0,625014	-2,086392	-1,940404	-0,896213
Eletropaulo	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Light	-0,243816	-0,268677	-0,349058	-0,293265	-1,225078	-1,139357	-0,420515
Celesc	-0,019030	-0,423108	-0,027244	-0,461830	-0,095616	-0,088925	-0,662221
Coelba	-0,038377	-0,252304	-0,054943	-0,275394	-0,192831	-0,179339	-0,394889
CPFL	-0,164232	-0,120788	-0,235122	-0,131842	-0,825202	-0,767462	-0,189049
h_k	0,528349	0,427389	1,000000	0,706735	0,904384	0,820661	0,810951
v1	0,000000	0,000153	0,000000	0,000167	0,000000	0,000000	0,000239
v2	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000001	0,000001	0,000000
u	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000001	0,000001	0,000001

A Tabela 3.4 mostra que apenas uma das empresas do conjunto é eficiente: a Eletropaulo. Das demais empresas, apenas Light, Celesc, Coelba e CPFL aproximam-se da fronteira de eficiência com indicadores de eficiência de 0,706735, 0,904384, 0,820661 e 0,810951, respectivamente.

O Modelo CCR com orientação ao produto pode ser implementado modificando-se: (1) a fórmula na célula B14, que passa a conter a multiplicação da quantidade de insumos consumidos pelos pesos (preços) específicos *v1* e *v2*; (2) a célula E9, que passa a registrar a multiplicação entre a quantidade de produtos pelo peso (preço) específico *u*; (3) o objetivo na caixa de Parâmetros do Solver, que é minimizar a célula B14.

A Tabela 3.5 apresenta o resultado para o exemplo considerando o Modelo CCR com orientação ao produto.

Tabela 3.5 – Resultado do exemplo – Modelo CCR – Orientação ao produto

Empresa	Cemig	Copel	Eletropaulo	Light	Celesc	Coelba	CPFL
Cemig	-0,892687	-2,405983	-0,675236	-1,588143	-2,620410	-2,685682	-1,984600
Copel	-0,785910	-1,339788	-0,594469	-0,884368	-2,306975	-2,364439	-1,105139
Eletropaulo	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Light	-0,461467	-0,628646	-0,349058	-0,414957	-1,354599	-1,388340	-0,518545
Celesc	-0,036017	-0,989984	-0,027244	-0,653469	-0,105725	-0,108358	-0,816599
Coelba	-0,072636	-0,590337	-0,054943	-0,389670	-0,213218	-0,218529	-0,486946
CPFL	-0,310840	-0,282618	-0,235122	-0,186551	-0,912447	-0,935175	-0,233121
h_k	1,892687	2,339788	1,000000	1,414957	1,105725	1,218529	1,233121
v1	0,000000	0,000358	0,000000	0,000236	0,000000	0,000000	0,000295
v2	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000001	0,000001	0,000000
u	0,000000	0,000001	0,000000	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001

O Modelo CCR mostra resultados idênticos com orientação ao consumo ou ao produto. Apenas a Eletropaulo é considerada relativamente eficiente, alcançando o indicador igual a 1. O indicador calculado no Modelo com orientação ao produto é o inverso do indicador apresentado na solução do Modelo com orientação ao insumo. Assim, para a Copel, 1/2,339788 = 0,427389.

As metas para as unidades ineficientes, no entanto, diferem. Para o caso da Cemig, as sugestões de melhoria estão resumidas na Tabela 3.6.

Tabela 3.6 – Metas para Cemig – CCR Produto

Referência	Eletropaulo	Cemig	Diferença	%
Preço-sombra	1,43164			
N º Empregados	9.515	11.748	-2.233	-19,01%
Ativo	7.475.831	7.475.831	0	0,00%
Vendas	4.446.502	2.349.306	2.097.196	89,27%

A indicação é de aumento de vendas de 89,27% e uma diminuição do número de funcionários de 19,01%. A Eletropaulo, única empresa

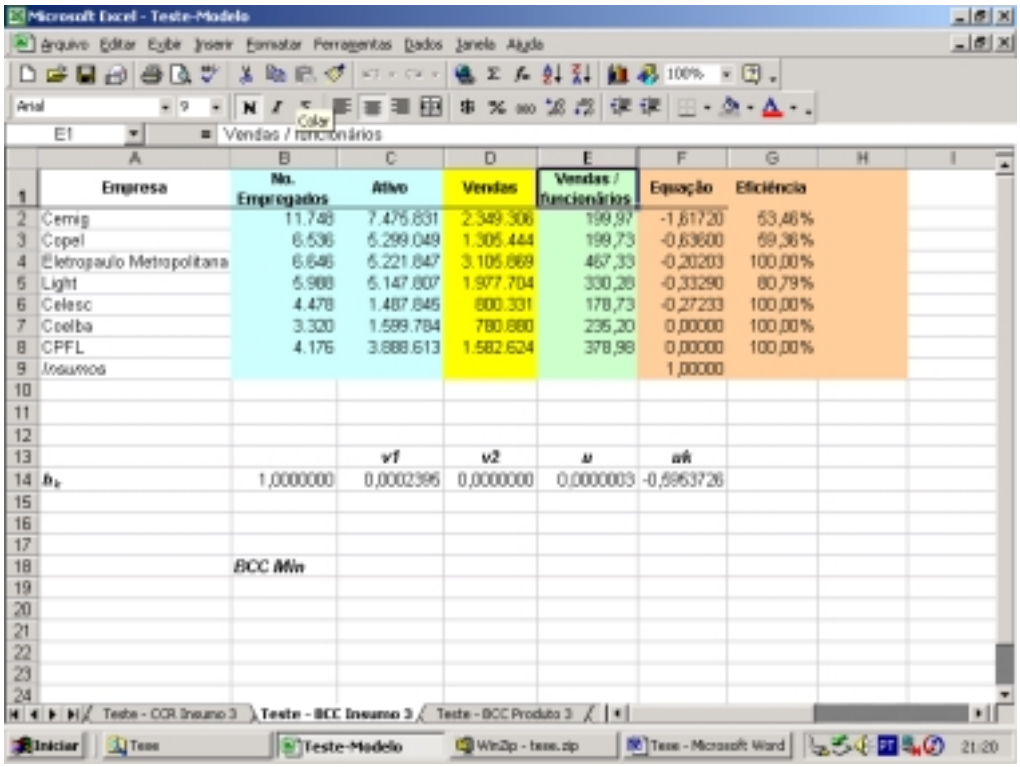
considerada eficiente, é novamente a referência na melhoria do desempenho da Cemig.

A análise pode ser complementada com o desenvolvimento do Modelo BCC, que considera retornos variáveis à escala e permite segregar ineficiências de escala e técnica, conforme já discutido. Assim, são isolados efeitos decorrentes do porte das empresas.

Para o desenvolvimento do Modelo DEA – BCC com orientação ao consumo em Excel® parte-se das mesmas informações contidas na planilha anterior, acrescentando-se a variável u_k. A variável u_k deverá ser subtraída da fórmula de h_k e das equações de cada uma das empresas. As restrições não são modificadas.

A Figura 3.12 apresenta a planilha para análise.

Novamente, o modelo deve ser resolvido para cada uma das empresas, modificando-se h_k e *Insumos*, para que representem em suas fórmulas os valores da empresa em consideração.



	Empresa	No. Empregados	Ativo	Vendas	Vendas / funcionários	Equação	Eficiência
2	Cemig	11.748	7.476.831	2.349.306	199,97	-1,61720	63,46%
3	Copel	6.536	5.299.049	1.305.444	199,73	-0,63600	69,36%
4	Eletropaulo Metropolitana	6.646	5.221.847	3.105.869	467,33	-0,20203	100,00%
5	Light	5.988	5.147.807	1.977.704	330,28	-0,33290	80,79%
6	Celesc	4.478	1.487.845	800.331	178,73	-0,27233	100,00%
7	Coelba	3.320	1.599.784	780.880	235,20	0,00000	100,00%
8	CPFL	4.176	3.888.613	1.582.624	378,98	0,00000	100,00%
9	Insumos					1,00000	
13			v1	v2	u	uh	
14	h_k	1,0000000	0,0002396	0,0000000	0,0000003	-0,5953726	
18		BCC Min					

Figura 3.12 – Planilha em Excel® – Modelo DEA – BCC – Orientação ao consumo

Os valores obtidos depois de resolvido o modelo para todas as empresas são apresentados na Tabela 3.7.

Tabela 3.7 – Resultado do exemplo – Modelo BCC – Orientação ao consumo

Empresa	Cemig	Copel	Eletropaulo	Light	Celesc	Coelba	CPFL
Cemig	-0,465406	-1,033267	-0,695074	-0,961822	-4,024603	-2,538554	-1,617202
Copel	-0,400375	-0,406355	-0,526941	-0,440472	-2,561560	-0,968675	-0,636000
Eletropaulo	0,000000	-0,129081	0,000000	0,000000	-2,509671	-1,001807	-0,202029
Light	-0,234504	-0,212696	-0,297743	-0,192093	-2,459908	-0,803614	-0,332898
Celesc	0,000000	-0,173995	0,000000	-0,146786	0,000000	-0,348795	-0,272326
Coelba	-0,019187	0,000000	0,000000	0,000000	-0,075236	0,000000	0,000000
CPFL	-0,151660	0,000000	-0,165589	0,000000	-1,613587	-0,257831	0,000000
h_k	0,534594	0,593645	1,000000	0,807907	1,000000	1,000000	1,000000
v1	0,000000	0,000153	0,000021	0,000135	0,000000	0,000301	0,000239
v2	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000001	0,000000	0,000000
u	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
vk	-0,025635	-0,380397	-0,109027	-0,310992	-1,000000	-1,000000	-0,595373

Conforme já discutido, a empresa classificada como eficiente pelo Modelo CCR, Eletropaulo, é também considerada eficiente pelo Modelo BCC. Conclui-se que a Eletropaulo opera com eficiências produtiva, técnica e de escala. Aparecem ainda classificadas como eficientes Celesc, Coelba e CPFL, considerados ineficientes no Modelo CCR.

As metas para as empresas ineficientes podem ser calculadas considerando os preços-sombra do Relatório de Sensibilidade, a ser gerado na solução de cada empresa. No caso da Cemig, as sugestões de melhoria são mostradas na Tabela 3.8.

Tabela 3.8 – Metas para Cemig – Modelo BCC Insumo

Referência	Eletropaulo	Celesc	Meta	Cemig	Diferença	%
Preço-Sombra	0,67185	0,32815	1			
N º Empregados	4.465	1.469	5.935	11.748	-5.813	-49,48%
Ativo	3.508.296	488.237	3.996.533	7.475.831	-3.479.298	-46,54%
Vendas	2.086.677	262.629	2.349.306	2.349.306	0	0,00%

Para discriminar entre ineficiência técnica ou de escala foram calculados os indicadores de eficiência segundo o Modelo BCC com orientação ao produto. Para tanto, foram efetuadas as seguintes alterações: (1) é acrescentada a variável $v_{k;}$ (2) a célula B14 passa a conter a multiplicação das quantidades consumidas pelo peso (preço) específico *v,* somada à variável v_k; (2) a célula E9 apresenta a multiplicação do volume de produção pelo peso (preço) específico *u*; (4) a variável v_k é subtraída da equação de cada empresa. Os resultados estão resumidos na Tabela 3.9.

Tabela 3.9 – Resultados do exemplo – Modelo BCC – Orientação ao produto

Empresa	Cemig	Copel	Eletropaulo	Light	Celesc	Coelba	CPFL
Cemig	-0,322037	-2,989755	-0,691682	-1,973479	-2,684230	-3,102881	-2,466131
Copel	-0,766365	-1,327202	-0,595032	-0,876060	-2,309161	-2,352322	-1,094757
Eletropaulo	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Light	-0,480212	-0,553358	-0,348517	-0,365261	-1,352502	-1,329156	-0,456443
Celesc	-0,981370	-0,741921	0,000000	-0,489727	0,000000	0,000000	-0,611981
Coelba	-0,989649	-0,209776	-0,028516	-0,138469	-0,110663	0,000000	-0,173036
CPFL	-0,648381	0,000000	-0,225395	0,000000	-0,874697	-0,739208	0,000000
h_k	1,322037	2,327202	1,000000	1,365261	1,000000	1,000000	1,000000
v1	0,000000	0,000472	0,000000	0,000312	0,000000	0,000093	0,000390
v2	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000001	0,000001	0,000000
u	0,000000	0,000001	0,000000	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
vk	1,322037	-0,760437	-0,038099	-0,501950	-0,147852	-0,486708	-0,627255

Novamente, para obter-se o indicador de eficiência de 0 a 1, é necessário calcular-se o inverso do indicador apresentado na solução do Modelo com orientação ao produto. A Tabela 3.10 apresenta os indicadores

de eficiência calculados pelo Modelo com orientação do produto, para cada um das empresas consideradas.

Tabela 3.10 – Indicadores de Eficiência – Modelo BCC – Orientação ao produto

Empresa	Indicador
Cemig	0,7564
Copel	0,4297
Eletropaulo	1,0000
Light	0,7325
Celesc	1,0000
Coelba	1,0000
CPFL	1,0000

Os indicadores dos Modelos BCC com orientação ao produto e ao insumo não são iguais, como acontece com o Modelo CCR, mas mantêm a classificação entre empresas eficientes e ineficientes. A comparação dos indicadores obtidos com cada orientação é resumida na Tabela 3.11.

Tabela 3.11 – Comparação dos indicadores do Modelo BCC

Empresa	Or. Insumo	Or. Produto
Cemig	0,5346	0,7564
Copel	0,5936	0,4297
Eletropaulo	1,0000	1,0000
Light	0,8079	0,7325
Celesc	1,0000	1,0000
Coelba	1,0000	1,0000
CPFL	1,0000	1,0000

Igualmente diferem as sugestões de melhoria considerando a orientação ao consumo. Para o caso da Cemig, as metas estão resumidas na Tabela 3.12.

Tabela 3.12 – Metas para Cemig – BCC Produto

Referência	Eletropaulo	Cemig	Diferença	%
Preço-Sombra	1,00000			
N º Empregados	6.646	11.748	-5.102	-43,43%
Ativo	5.221.847	7.475.831	-2.253.984	-30,15%
Vendas	3.105.869	2.349.306	756.563	32,20%

A unidade de referência é a Eletropaulo e as sugestões são de redução no número de funcionários e de investimentos nos ativos, de 43,43% e 30,15% respectivamente, e de aumento de 32,2% no volume de vendas.

Utilizando a Equação 2.21, pode-se calcular a eficiência de escala para cada uma das empresas, considerando os Modelos CCR e BCC com orientação ao produto. Os resultados são apresentados na Tabela 3.13.

Tabela 3.13 – Eficiência de escala

Empresa	Eficiência Produtiva	Eficiência Técnica	Eficiência de Escala
Cemig	1,8927	1,3220	1,4316
Copel	2,3398	2,3272	1,0054
Eletropaulo	1,0000	1,0000	1,0000
Light	1,4150	1,3653	1,0364
Celesc	1,1057	1,0000	1,1057
Coelba	1,2185	1,0000	1,2185
CPFL	1,2331	1,0000	1,2331

Pela análise Celesc, Coelba e CPFL apresentam ineficiências de escala, pois apresentam indicador de eficiência produtiva maior que 1, indicador de eficiência técnica igual a 1 e indicador de escala maior que 1.

Copel e Light, no entanto, apresentam ineficiência técnica. O indicador de eficiência produtiva foi maior que 1, assim como o indicador de eficiência técnica. No entanto, o indicador de eficiência de escala é aproximadamente igual a 1. Conclusão: toda ineficência detectada é de natureza técnica.

Para a Cemig, o Modelo identificou ineficiências de escala e técnica.

Nas análises DEA com a utilização do programa *Frontier Analyst*®, em lugar do Solver® do Excel®, são obtidos os mesmos resultados. O programa apresenta ainda um conjunto de análises complementares, que são exploradas na aplicação prática nos setores de energia elétrica e alimentos.

Ressalte-se, para finalizar, que as análises feitas estão limitadas pelas empresas consideradas e pelos indicadores escolhidos. Para a primeira limitação, é importante lembrar que qualquer empresa que seja acrescentada ou excluída do grupo considerado modifica completamente o resultado da análise. Para a segunda limitação, podem ser considerados outros indicadores de natureza financeira ou operacional que acrescentem outras facetas da operação das empresas do setor elétrico, o que igualmente modificaria a análise por completo.

3.4 RESUMO

A Análise por Envoltória de Dados foi criada em 1978 por CHARNES, COOPER e RHODES e têm sido largamente aplicada na avaliação de eficiência produtiva de unidades. Fez-se uma revisão conceitual das curvas de produção e das análises de eficiência relativa, que se constituem na base da Análise por Envoltória de Dados. Foram apresentados os modelos de Análise por Envoltória de Dados que variam em função da superfície de envelopamento e do tipo de projeção do plano ineficiente à fronteira. Foram discutidas as características e limitações da técnica e, finalmente, foi apresentado um exemplo simplificado de sua utilização.

No próximo capítulo são apresentados resumos de trabalhos apresentados no Brasil e no exterior com a utilização da Análise por Envoltória de Dados.

CAPÍTULO 4

HISTÓRICO DE ESTUDOS ANTERIORES SOBRE DEA

São diversas as aplicações da DEA na avaliação de unidades encontradas na literatura. Foram selecionados alguns estudos para ser apresentados como forma de permitir a compreensão das possibilidades de utilização e de suas limitações.

Optou-se por apresentar os resumos com o objetivo de documentar os desenvolvimentos da DEA até o presente momento e para permitir o acesso aos pesquisadores que pretendam investir nessa linha de investigação.

4.1 HISTÓRICO DOS ESTUDOS ANTERIORES NO BRASIL

Na pesquisa bibliográfica realizada percebeu-se uma preponderância de estudos desenvolvidos no Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, conduzido pelo Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, da Universidade Federal de Santa Catarina. Outro núcleo de estudos foi localizado na Universidade Federal do Rio de Janeiro, com diversos trabalhos desenvolvidos, a maioria sob coordenação de Marcos ESTELLITA LINS. São apresentados resumos dos estudos, em ordem cronológica, com ênfase para as conclusões.

4.1.1 ESTUDOS UTILIZANDO DEA EM DIVERSAS ÁREAS

Em 1997, Neiva Teresinha BADIN, sob orientação de Antonio Galvão NOVAES, apresentou a dissertação intitulada *Avaliação da produtividade de supermercados e seu* benchmarking. O estudo propôs-se a efetuar “a análise da eficiência, em termos de faturamento, dos 600 maiores supermercados do País em 1996”, utilizando uma “metodologia híbrida, a partir das técnicas de Análise Envoltória de Dados (DEA), *Benchmarking* e Função de Produção” (1997: Index, 4). As variáveis consideradas são:

Produto: faturamento;

Insumos: número de *checkouts* (total e por loja); área total das lojas; número de funcionários; número de lojas; e renda média *per capita* nos estados onde o supermercado se localiza.

Os supermercados foram agrupados em quatro categorias em função do tamanho (faturamento):

- *Categoria A:* composta por 60 supermercados, a maioria classificados como hipermercados, e correspondendo a 75% do faturamento total;
- *Categoria B*: incluindo 107 supermercados e participando com 15% do faturamento;
- *Categoria C*: com 172 supermercados, representando 7% do faturamento;
- *Categoria D*: congregando as entidades menores, com o total de 259 supermercados e correspondendo a 3% do faturamento.

Procedeu-se, então, à aplicação da Análise Envoltória de Dados para cada categoria, com a determinação dos supermercados eficientes. Para concluir o *benchmark*, cada unidade ineficiente foi identificada a um conjunto de unidades de referência. E, ainda, por meio da Análise de *Cluster*, os supermercados não eficientes foram agrupados em classes semelhantes. Finalmente, foram definidas e ajustadas as funções de produção para o conjunto de supermercados eficientes e para o conjunto de supermercados não eficientes.

O estudo concluiu que a grande maioria dos supermercados apresenta-se como ineficiente. “Os mais eficientes são aqueles em que predominam departamentos mais especializados e diversificados” (BADIN, 1997: Index, 4).

A pesquisa seguinte foi apresentada por Carlos Alberto Pittaluga NIEDERAUER, em 1998. A dissertação de mestrado *Avaliação dos bolsistas de produtividade de pesquisa da Engenharia de Produção utilizando* Data Envelopment Analysis teve orientação de Ricardo Miranda BARCIA e teve como objetivo desenvolver uma metodologia de apoio à avaliação de Bolsa de

Produtividade de Pesquisa, considerada como um dos mais importantes instrumentos de fomento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Considerou-se, para tanto, a avaliação de 61 pesquisadores da Engenharia de Produção. As variáveis utilizadas foram:

Produtos: artigos publicados em periódicos científicos especializados nacionais; artigos publicados em periódicos científicos especializados estrangeiros; trabalhos completos publicados em anais de Congressos; livros publicados; dissertações de Mestrado orientadas e aprovadas; teses de Doutorado orientadas e aprovadas;

Insumos: tempo de formação em anos, dividido entre Mestrado e Doutorado.

Aplicou-se, então, o modelo DEA considerando retornos constantes de escala, com orientação ao produto. Os resultados foram analisados e o modelo aperfeiçoado, considerando a valoração dada às variáveis e a relação dos bolsistas de máxima produtividade com os demais (NIEDERAUER, 1998: Cap. 5, 2). Os pesos atribuídos às variáveis foram examinados e discutidos. A freqüência com que cada pesquisador que obteve eficiência máxima serviu de referência aos demais foi comparada aos seus indicadores específicos. Sobre a aplicação de restrições aos pesos em modelos DEA, NIEDERAUER (1998: Cap. 5, 5) comenta:

> *"A imposição de restrições adicionais ao modelo, através da redução de flexibilidade dos pesos, traz embutido juízo de valor. Exercer tal julgamento não é simples, requerendo o conhecimento de especialistas que tenham grande convívio com o assunto em foco."*

Foram, então, desenvolvidos modelos com limites máximos e mínimos para a relação entre as variáveis Dissertações de Mestrado e Teses de Doutorado orientadas e defendidas e Tempo de formação no Mestrado e no Doutorado. Finalmente, os bolsistas foram agregados por instituição de origem para análise institucional.

As conclusões foram fundamentadas no sentido da pertinência e utilidade da Análise Envoltória de Dados como ferramenta auxiliar no

processo avaliativo não só das Bolsas de Produtividade em Pesquisa do CNPq, como também de outros instrumentos de apoio à Ciência e Tecnologia, desde que possam ser avaliados pelo desempenho, seguindo critérios quantitativos.

Luiz Fernando de Lyra NOVAES apresentou em março de 1998 à COPPE/UFRJ a dissertação *Função de Fronteira de produção aplicada para avaliação de eficiência entre plataformas de petróleo (*Data Envelopment Analysis – DEA). O estudo considerou o desempenho de 20 das 28 plataformas localizadas na Bacia de Campos, no Rio de Janeiro, com dados de 1996. Foi utilizado o método IO *Stepwise* para definição das variáveis a compor o modelo, que teve orientação ao insumo e ao produto. As variáveis consideradas no modelo foram:

Produtos: produção de óleo; produção de gás; eficiência operacional (razão entre produção realizada e produção máxima prevista);

Insumos: número de poços; idade/vida útil; custo de material; custo de pessoal; custo de serviços; valor do ativo (custo total de implantação do sistema de produção por plataforma); lâmina d'água (cota de profundidade entre o solo e a superfície do mar).

O método IO *Stepwise* baseia-se na análise da correlação entre as variáveis para sua inclusão no Modelo DEA. Foi incluída na análise uma unidade fictícia, determinada pela média das variáveis do conjunto de plataformas consideradas no estudo.

Na conclusão, o autor afirma: "*conclui-se da análise integrada de modelos e métodos implementados, que as variáveis tecnológicas, de condições ambientais, de características locais, geológicas e geofísicas, são em alguns casos preponderantes às econômicas na verificação e no implemento de ganhos de eficiência"* (NOVAES, L., 1998: 126).

Outra consideração interessante (NOVAES, L., 1998: 129) é:

"que a plataforma fictícia W, formada pela média das variáveis (...) aparece como uma das mais ineficientes no modelo IO-Stepwise Insumo-Orientado e ineficiente intermediária em todos os outros estudos efetuados.

> *Isto suscita a questão defendida por alguns economistas de que a função de produção determinada por métodos de regressão, sendo estimada pela média do uso dos insumos para a produção de determinado produto (...) tem uso limitado no aspecto gerencial da verificação de performance por não conseguir definir metas de incremento."*

A metodologia DEA foi aplicada ao estudo de eficiência dos 12 programas do Instituto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa em Engenharia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ) na dissertação de mestrado de Lidia Angulo MEZA, em novembro de 1998. Os produtos e insumos considerados no estudo foram:

> *Produtos:* projetos (número e valor); publicações (número total de publicações realizadas pelos professores e em uma ponderação outorgada pela Comissão de Avaliação de Docentes); número de teses defendidas; créditos ministrados;
>
> *Insumos:* número total de professores por programa (docentes, colaboradores, pesquisadores e professores visitantes); número total de funcionários (técnicos e administrativos).

O levantamento das variáveis compreendeu o período de 1994 a 1996. Foram calculadas as médias para cada variável ao longo do tempo de forma que observasse a eficiência média de cada programa no período (MEZA, 1998: 39).

O primeiro passo da pesquisa foi uma análise gráfica de insumos *versus* produtos, feita por pares. Para análises gráficas com três variáveis são calculados coeficientes insumo/produto, como, por exemplo, professor/créditos ministrados *versus* funcionários/créditos ministrados.

Foram então processados os Modelos CCR (retornos constantes) e BCC (retornos variáveis) utilizando os programas *DEAP* e *Frontier Analyst*. Foram classificados como relativamente eficientes cinco programas dos 12 analisados. Também foi considerada a freqüência com que cada programa eficiente era referência para os demais. As melhoras e estrutura de pesos das variáveis são igualmente analisadas.

A autora propõe, então, a utilização da avaliação cruzada para "diferenciar melhor entre os programas 100% eficientes" (MEZA, 1998: 52).

E continua (MEZA, 1998: 53):

> *"Esta é uma variação interessante de DEA inicialmente desenvolvida por SEXTON et al. (1986) e tem como idéia principal utilizar DEA em uma avaliação do conjunto (*peer-evaluation *ou* peer-appraisal*) ao invés de uma auto-avaliação (*self-evaluation *ou* self-appraisal*) a qual é calculada pelos modelos DEA (...). Uma avaliação do conjunto significa que cada DMU é avaliada segundo o esquema de pesos ótimos das outras DMUs, sendo a média de todas essas eficiências a eficiência cruzada."*

A metodologia de avaliação cruzada envolve as seguintes etapas: (1) calcular as eficiências das DMUs segundo o Modelo CCR; (2) aplicar os modelos para determinar as eficiências cruzadas; e (3) construir a matriz de eficiência cruzada. Busca-se obter um esquema de pesos que seja ótimo no modelo inicial, mas tenha como objetivo secundário minimizar as eficiências cruzadas das outras DMUs, na formulação agressiva, ou maximizar as eficiências cruzadas das outras DMUs, na versão benevolente (MEZA, 1998: 54).

Para a avaliação cruzada foram utilizados os programas *Cplex* e *What's Best* para *Excel.* São identificadas, então, os programas com as maiores diferenças entre a eficiência padrão e a eficiência cruzada (*mavericks*) e aqueles que têm eficiência relativa alta e eficiência cruzada baixa, pois utilizam esquemas de pesos irrealistas (falsos positivos).

As conclusões do estudo são (MEZA, 1998: 90-91):

> *"Os modelos DEA são facilmente compreensíveis e fornecem, além do índice de eficiência, dados importantes como as melhoras que podem ser feitas para atingirem 100% da eficiência relativa. Além disso, a análise do esquema de pesos utilizado pode nos indicar quais os pontos 'fracos' no esquema de produção, verificando quais as variáveis que têm peso zero, o que indica que nossa* performance *nessa variável precisa ser melhorada.*
>
> *(...)*
>
> *A Avaliação Cruzada demonstrou ser eficiente para estabelecer diferenças entre os programas eficientes e não eficientes."*

Em 1999, foi apresentada a tese de Marcelo Farid PEREIRA, intitulada *Evolução da Fronteira Tecnológica Múltipla e da Produtividade Total dos*

fatores do setor agropecuário brasileiro de 1970 a 1996, com orientação de Edgar Augusto LANZER.

O trabalho tratou da questão da evolução tecnológica e do crescimento da produtividade total dos fatores do setor agropecuário, no período de 1970 a 1996. São consideradas como unidades de análise os Estados, as Regiões e o Brasil. A metodologia foi baseada na utilização do índice de Malmquist[26] e na Análise por Envoltória de Dados, considerando como variáveis (PEREIRA, 1999: Cap. 4, 4-5):

> *Produtos:* agregado de produção agrícola; agregado da produção pecuária;
>
> *Insumos:* terra (em hectares); mão-de-obra (população que desenvolve atividades no campo, em unidades); mecanização (em número de cavalos disponíveis – HP); e miscelânea (em unidades monetárias), que representa o valor de despesas com óleo Diesel, sementes, adubos e corretivos, medicamentos e vacinas, rações, sal e defensivos.

O autor aponta como vantagem de utilização da DEA a possibilidade de trabalhar com variáveis mensuradas em quantidades e em unidades monetárias, conjuntamente, o que permitiu superar algumas das limitações de estudos prévios. Principalmente, considerando que insumos como terra, mecanização e mão-de-obra são de difícil mensuração monetária. E que *"a possibilidade de utilização de quantidades ainda ganha relevância quando se está fazendo uma análise temporal e o objeto em estudo passou por um período de altos índices de inflação"* (PEREIRA, 1999: Resumo, 5). A possibilidade de mensuração de variáveis em quantidades físicas torna desnecessária a correção de preços.

---

[26] O índice de Malmquist é um índice de quantidade para análise de produção ou consumo, como razão de funções de distância. No contexto de produção, múltiplos produtos são transformados em escores de eficiência. Entre suas características estão: (1) não-necessidade de definição do comportamento da função; (2) possibilidade de desmembramento das mudanças de produtividade entre indicador de eficiência e de mudança tecnológica; (3) não-necessidade de definição de preços de insumo (PEREIRA, 1999: Cap. 3b, 6).

Os resultados da análise apontam um crescimento tecnológico acentuado e, conseqüentemente, ganhos de produtividade total de fatores. Na análise regional e estadual percebeu-se que o progresso tecnológico não foi uniformemente distribuído pelo país, sendo concentrado, apenas, nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste.

Ainda em 1999 foi apresentada por de Leonardo Augusto da Fonseca Parracho SANT'ANNA a dissertação de mestrado *Análise de Envoltória de Dados aplicada à avaliação de performance no Sistema Elétrico Brasileiro*, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Para análise dos dados, o modelo foi aplicado a duas amostras diferentes, incluindo as 11 empresas do Sub-sistema Elétrico Sudeste e, depois acrescentadas as quatro empresas do Sub-sistema Elétrico Sul, com dados do ano de 1995. Essa análise inicial apresentou modelos com retornos variáveis e constantes de escala, com orientação à maximização de *outputs,* e considerava como insumos a Energia Gerada e a Energia Comprada, e como produtos a Energia Consumida, o Número de Ligação e a Área Atendida. E concluía: *"o modelo apresentado é uma modelagem inicial possível. Este modelo poderia ser aprimorado com a entrada de outras variáveis, como as perdas explícitas, o número de funcionários e os ativos da concessionária"* (SANT'ANNA, 1999: 30-39).

Numa etapa subseqüente do trabalho, o autor considerou as usinas a fio d'água, ou seja, que trabalham sem um reservatório significativo para armazenamento de água. Para determinação do modelo, foi utilizado o método de inclusão de variáveis *Stepwise I-O.* Os dados foram levantados no Sistema de Informação do Potencial Hidrelétrico Brasileiro de 1998, mantido pela ELETROBRÁS. Foram considerados no modelo:

Produtos: Energia firme (quantidade de energia sempre disponível, calculada pela energia média que poderia ser gerada no período crítico do Sistema Interligado Brasileiro – maio/1952 a nov./1956); Energia

média (média da geração possível ao longo dos anos de nov./1956 a dez./1994); Potência garantida;

Insumos: Custo de construção; queda representativa (diferença entre o nível de armazenamento máximo no reservatório e o nível do canal de fuga, descontando-se as perdas hidráulicas); volume máximo; e média de longo prazo de vazão (MLT – vazão média afluente de sua posição geográfica ao longo do histórico de 1932 a 1994).

Para escolha do modelo, é avaliada a presença de rendimentos de escala por meio de gráficos de pares de *input* x *output*. Os pares foram selecionados com base em uma matriz de correlação das variáveis e considerando a opinião de especialistas. Foi determinada a presença de rendimento variável de escala utilizando-se, portanto, o Modelo BCC com orientação para produto.

A seleção de variáveis baseou-se no método *Stepwise I-O.* Escolhe-se o primeiro par de *input* e *output* e aplica-se a DEA obtendo-se os escores de eficiência. Calcula-se, então, a correlação de cada variável com o escore do modelo. Determina-se a variável a ser incluída considerando a maior correlação positiva para *input* ou a maior correlação negativa para *output*, desempatando pelo maior valor absoluto. Reaplica-se DEA obtendo os novos escores de eficiência relativa e repetindo o procedimento até que a matriz de correlação não apresente insumos com correlação positiva ou produtos com correlação negativa com o escore de eficiência. *"Neste ponto, a entrada de novas variáveis não elevaria o* score *médio de eficiência, o que significa que novas variáveis não representarão melhor o problema"* (SANT'ANNA, 1999: 48). São analisados, ainda, os potenciais de melhoria das usinas avaliadas como ineficientes.

A base de dados é, então, ampliada, com acréscimo de 11 usinas, repetindo-se todo o processo de análise. No entanto, conclui-se que a inclusão de unidades não alterou significativamente os resultados encontrados. Para atingir o objetivo de mostrar a possível influência de uma observação isolada na análise (unidades críticas) são incluídas duas usinas.

A conclusão é de que "*usinas atípicas podem influenciar os resultados do estudo. Para impedir a distorção dos resultados é necessário identificar essas usinas. Isto pode ser feito através da análise dos escores de eficiência obtidos ao longo de todo o processo de seleção de variáveis"* (SANT'ANNA, 1999: 79).

Efetuou-se, adicionalmente, a análise das quatro concessionárias do Sistema Elétrico Brasileiro Furnas, Eletrosul, Chesf e Eletronorte, utilizando-se índices de produção de 1978 a 1992. As unidades foram comparadas ano a ano, sendo assim consideradas como réplicas anuais das empresas analisadas. O modelo, com retorno constante de escala e orientação para *output*, considerou como insumos custos agregados de produção e investimento remunerado e como produto as vendas totais. Faz-se então um exame detalhado dos anos de maior e menor eficiência para cada empresa, com auxílio de gráficos. Identificam-se ainda as réplicas anuais que serviram como padrão de comparação para as demais.

O caso da Eletronorte é aprofundado considerando seus relatórios financeiros para o período de 1981 a 1992. O modelo considera como *inputs* Investimento remunerável, Custo de pessoal, Custo de material, Serviços de terceiros e Remuneração de investimento, e como *outputs* Receita com fornecimento de energia, Receita com suprimento de energia e Outras receitas de serviço, convertidas para dólar americano, porém sem considerar eventuais valorizações do dólar (SANT'ANNA, 1999: 95). Repetiu-se o processo de seleção de variáveis, com modelos com retornos variáveis e constantes de escala e com orientação a insumo e a produto. Os potenciais de melhorias foram identificados assim como os conjuntos de referência.

As conclusões ressaltam (SANT'ANNA, 1999: 120):

> *"as diversas possibilidades de aplicação, diversas formas de escolha de variáveis e diferentes maneiras de lidar com os dados do Setor Elétrico. (...) Estas abordagens foram desde o exame das unidades produtivas de um ponto de vista macroeconômico, comparando subsetores de um ponto de vista do atendimento de demandas regionais distintas, à comparação de unidades de características próprias, como as usinas a fio d'água, visando identificar fatores da sua estrutura de produção que afetam o seu desempenho)".*

A dissertação de mestrado *Simulação de performance em fronteiras de produtividade* foi defendida em janeiro de 2000 por Henrique Meirelles FRANCISCO no Programa de Pós-Graduação em Engenharia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. O trabalho abordou o uso da simulação aplicada à Análise Envoltória de Dados, utilizando duas técnicas encontradas na literatura: funções de produção e *bootstrap*. A primeira foi usada para medir erros de especificação nos modelos DEA, como a omissão de variáveis importantes, a inclusão de variáveis irrelevantes, a adoção inapropriada de retornos de escala, e mensurar o impacto na fronteira de eficiência da inclusão de restrições aos multiplicadores. A segunda técnica foi aplicada para a geração de variáveis, baseando-se na eficiência técnica de cada unidade em análise (FRANCISCO, 2000: iii).

No estudo sobre funções de produção é utilizada a função de *Cobb-Douglas* "*por ser a mais fácil de ser estimada*". Para produzir a série de observações de *inputs*, usou-se uma simulação de Monte Carlo e os *outputs* foram calculados pela função *Cobb-Douglas.* Foram geradas 10.000 observações, divididas em conjuntos de 10, 20, 40 e 80 amostras. O modelo DEA é aplicado às observações dos diversos conjuntos, para investigarem-se os seguintes fenômenos: (1) omissão de variáveis importante; (2) inclusão de variáveis irrelevantes; (3) adoção inapropriada de retornos de escala. É verificada ainda a robustez do resultado quanto: (1) tamanho da amostra; (2) variação no número de *inputs*; (3) correlação entre *inputs*; (4) variação da importância dos *inputs*.

É interessante realçar as conclusões encontradas na simulação com funções de produção (FRANCISCO, 2000: 49-50):

> *"Os resultados mostraram que a omissão de uma variável importante, é danosa para o resultado final e que esta omissão tende a ser menos séria quando se aumenta o número de* inputs*. A inclusão de uma variável estranha ao modelo tem implicação modesta na média das eficiências. Sendo assim, quando há dúvida sobre a inclusão ou não de uma variável, é melhor incluí-la do que omiti-la, pois poderá estar excluindo uma variável de relevância, ainda que pequena, para o modelo. Concluiu-se, também, que se deve tomar cuidado na escolha das hipóteses de retornos de escala, sobretudo quando as amostras são de pequeno tamanho."*

Foi testada igualmente a inserção de restrições sobre os multipicadores. Foram geradas novas amostras, agora com 480 observações, pelo mesmo processo anterior, com seis *inputs* e um único *output*. As amostras foram subdivididas em conjuntos com 10, 20, 40 e 80 observações. Verifica-se que a porcentagem de *inputs* com pesos iguais a zero varia grandemente de amostras grandes (39%) para amostras pequenas (62%). Demonstra-se também que para amostras pequenas é possível que uma unidade mantenha-se na fronteira dando ênfase a apenas alguns *inputs:* 19% são eficientes valorizando apenas 1 *input* e 43,5 % valorizando apenas 2 *inputs*. Conclui-se, portanto, pela importância da inclusão de restrições para assegurar que isso não seja possível. "*Apesar de se ter usado um modelo teórico, na prática o efeito das restrições terá a mesma tendência, pois se levará em consideração a opinião de expertos sobre a importância de cada variável, criando-se, assim, modelos DEA mais coerentes com a realidade"* (FRANCISCO, 2000: 59).

O estudo prossegue analisando a técnica *bootstrap*. A técnica *bootstrap* "*é um novo e poderoso método baseado em computador para análises estatísticas. O método permite explorar um conjunto de dados fazendo alguma inferência estatística sem o uso de fórmulas e derivações da estatística tradicional"* (EFRON e TIBSHIRANI, 1993 apud FRANCISCO, 2000: 60).

O algoritmo *bootstrap* gera grande quantidade de amostras independentes aleatoriamente com repetição com base em uma amostra original, sendo que pela técnica um elemento *x* poderá aparecer em cada amostra, em nenhuma ou várias vezes. A amostra original foi composta por dados dos departamentos de ensino do COPPE/UFRJ utilizados no estudo de MEZA (1998), já descrito. Depois de geradas as amostras *bootstrap*, foram efetuados diversos testes e concluiu-se pela tendenciosidade do método, sendo a eficiência média das amostras geradas sempre maior ou igual a eficiência técnica da amostra original. Como a não-inclusão das unidades eficientes nas amostras *bootstrap* modifica grandemente os resultados, o

autor propôs a fixação de todas as unidades eficientes na geração das amostras.

O método *bootstrap* foi utilizado ainda para medir a importância de cada variável no modelo DEA, o que foi feito por meio do aumento de eficiência média provocado por sua inclusão.

As conclusões apresentadas são (FRANCISCO, 2000: 84-85):

> *"A técnica baseada em funções de produção é uma boa técnica, mas seu uso é estritamente teórico, pois estas funções são de difícil estimativa e podem variar de aplicação para aplicação; o que torna seu uso muito difícil em situações práticas.*
>
> *(...)*
>
> *A técnica bootstrap (...) pode levar a resultados tendenciosos. Nesta tese, esta técnica foi utilizada para testar o método da exaustão, para seleção de variáveis, mas pode ter uma ampla aplicação em testes de adequação dos modelos."*

Em fevereiro de 2000, José Ângelo BELLONI apresentou a tese *Uma Metodologia de avaliação da eficiência produtiva das universidades brasileiras,* ao Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, da Universidade Federal Santa Catarina, sob orientação de Jair dos Santos LAPA. No Resumo do trabalho, BELLONI (2000: ii) explica:

> *"A metodologia desenvolvida consiste no uso interativo de técnicas estatísticas e Análise por Envoltória de Dados (DEA) e foi testada em um estudo de caso relativo às universidades federais brasileiras. Foram construídos um conjunto de indicadores de qualidade de pós-graduação e da pesquisa e um indicador de qualidade da graduação. Propriedades da técnica DEA permitiram considerar conjuntamente variáveis representativas das várias dimensões que caracterizam as atividades universitárias em uma análise global da instituição e, ao mesmo tempo, contemplar características próprias de cada universidade, em respeito à sua identidade institucional."*

Inicialmente, foram reunidas as informações disponíveis no Boletim de Dados Físicos e Orçamentários – Instituições de Ensino Superior Supervisionadas pelo MEC, de 1994, e no Resultado do Exame Nacional de Cursos (ENC), de 1998, que foram classificadas entre o fluxo de alunado da graduação e da pós-graduação, do corpo docente e sua produção científica, da biblioteca e dos órgãos suplementares; representando, portanto, as atividades de ensino de graduação, ensino de pós-graduação, pesquisa

científica e extensão. Fez-se uma análise da estatística descritiva das informações para 33 das 52 instituições federais de ensino superior.[27]

Estudou-se o efeito de agregar certas informações de modo a reduzir o número de variáveis a compor o modelo. As relações entre as variáveis foram investigadas pelo coeficiente de correlação linear simples entre cada par de variáveis.

Para identificar as associações entre os conjuntos de variáveis que descrevem os principais fatores educacionais presentes no banco de dados, a importância do porte das instituições e as possibilidades de agregação de variáveis, foi utilizada a técnica estatística fatorial Análise em Componentes Principais (ACP). A ACP permite estudar a associação entre conjuntos de variáveis e estabelecer tipologias de variáveis baseada em medidas de associação estatística (BELLONI, 2000: 84). Foram identificadas duas componentes principais, responsáveis por 88% da variabilidade total, que correspondiam a dois grandes fatores de explicação das diferenças entre as instituições. A primeira componente apresentou associação linear positiva muito forte com quase todas as variáveis e refletia, a princípio, segundo o autor, o tamanho, a história e as relações de cada instituição com a sociedade, e foi denominada de porte da instituição. A segunda componente principal, responsável por 15% da variabilidade total, mostrou associação positiva com as variáveis graduação, professores sem doutorado e hospital (número de leitos), e negativa com as variáveis produção científica e professores com doutorado. Essa componente confirmou a divisão entre as atividades de pós-graduação e pesquisa das atividades de graduação e foi relacionada ao projeto acadêmico da instituição.

Foram criados indicadores de qualidade da pós-graduação e da pesquisa e da graduação, com base nas Avaliações da Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (Capes) e do Exame Nacional de Cursos, respectivamente. As relações entre os indicadores criados e as

---

[27] Foram excluídos 15 estabelecimentos isolados de ensino e quatro universidades federais que não ofereciam programas de pós-graduação em 1993.

demais variáveis foram examinadas pela análise de correlação e da ACP. O resultado da análise provou que os indicadores constituíam-se em novo fator de explicação das diferenças entre as universidades.

Finalmente, foi adotado um procedimento estatístico em ACP para isolar o porte das instituições mediante a reconstituição dos dados originais com base nas componentes principais encontradas (BELLONI, 2000: 106). Os chamados “dados sem porte” tiveram sua correlação linear examinada.

O autor conclui (BELLONI, 2000: 111):

> *“As análises estatísticas desenvolvidas (...) permitem identificar (...) os fatores de maior significado e poder de explicação das diferenças entre as instituições, e selecionar as suas variáveis descritoras.*
>
> *O maior fator de explicação das diferenças entre as universidades (...) é o porte da instituição. Tal elemento diferenciador não tem muita utilidade direta em um modelo para mensurar desempenho das instituições, porém sua capacidade de explicar diferenças entre as instituições indica que o porte das universidades é fator importante para a interpretação das medidas calculadas.*
>
> *Além do tamanho, o grande elemento diferenciador das universidades está associado aos projetos acadêmicos e se reflete nas ênfases distintas com que se realizam, em cada instituição, as atividades de graduação, por um lado, e as atividades de pesquisa e pós-graduação, por outro lado.*
>
> *As atividades de graduação se mostram competitivas tanto com as de pós-graduação, quanto com as de pesquisa, enquanto pesquisa e a pós-graduação têm um caráter complementar. (...)*
>
> *Os indicadores de qualidade das atividades acadêmicas configuram o 3º fator de diferenciação entre as instituições.”*

Para construção do modelo DEA, as variáveis disponíveis foram classificadas em recursos e resultados “em função de seu impacto, positivo ou negativo, no desempenho adotado. Variáveis que não se enquadram nessa tipologia não foram consideradas” (BELLONI, 2000: 126). Não foram utilizadas variáveis descritoras de custos ou receitas monetárias por opção do pesquisador e pela “impossibilidade de atribuição de preços aos produtos universitários, inviabilizando a utilização de variáveis de receita” (BELLONI, 2000: 129). As variáveis número de matrículas, número de cursos e inscritos no vestibular foram excluídas.

Para seleção das variáveis a compor o modelo foi utilizado o procedimento proposto por NORMAN e STOKER (1991 *Apud* BELLONI, 2000: 57) em que se inicia com um único resultado e um único recurso para, observando as associações entre cada variável e o indicador de eficiência, decidir-se sobre a necessidade de incluir variáveis na função de desempenho. Se alguma variável que influencia a eficiência estiver ausente da função de desempenho, deve-se esperar uma associação estatística forte entre o indicador de eficiência e essa variável.

O modelo utilizado para seleção de variáveis considerou retornos variáveis (BCC), com orientação para o aumento dos níveis de resultados obtidos.

Após os testes e análise, obteve-se o modelo DEA mais adequado no qual foram consideradas as seguintes variáveis:

Produtos: Número de professores;

Insumos: Número de formandos (graduação e pós-graduação); Número de artigos; Indicador de qualidade da graduação.

As universidades federais consideradas eficientes foram: Universidade Federal de Ouro Preto, Universidade Federal de Viçosa, Universidade de Brasília, Universidade Federal do Pará, Universidade Federal de Minas Gerais e Universidade Federal do Rio de Janeiro (BELLONI, 2000: 188).

Finalmente, em março de 2000 foi apresentada por Marcio Nobre MIGON a dissertação de mestrado *Eficiência da indústria de transporte aéreo no Brasil: uma aplicação de Análise da Envoltória de Dados (DEA)* ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Os dados foram colhidos no Anuário Estatístico do Departamento de Aviação Civil, dos anos de 1995 e 1996, com o objetivo de analisar a eficiência gerencial das empresas de linhas aéreas brasileiras. "*São apresentados para tanto modelos de produtividades parciais, modelos paramétricos para a inferência das funções de produção e modelos não paramétricos (DEA)*" (MIGON, 2000: v).

Foram consideradas 16 empresas aéreas, que compreendiam empresas de operação regular, internacional, nacional e regional, para os anos de 1995 e 1996. As variáveis incluídas foram:

Produtos: Número de assentos-quilômetros oferecidos;

Insumos: Número de horas voadas; quantidade de quilômetros voados; número total de aeronaves; somatório do peso máximo de decolagem da frota; média do peso máximo de decolagem da frota; número total de pessoal empregado; consumo total de combustível.

Na etapa inicial do estudo, é apresentada uma análise gráfica do produto em relação aos insumos e proposta uma ordenação das empresas em função dos valores observados. Constata-se que nenhuma unidade é primeira colocada em mais de um insumo analisado. "*É possível verificar para algumas um ótimo posicionamento em determinado insumo, associado a péssimas colocações para os demais, e vice-versa. Resumidamente, fica muito difícil traçar um panorama global das unidades através das produtividades parciais observadas nos períodos"* (MIGON, 2000: 38).

A função de produção *Cobb-Douglas* é então aplicada mediante uma regressão linear, depois sua transformação na escala logarítmica. É utilizado o software MINITAB. São desenvolvidos três modelos, chegando-se a um R^2 de 98%, com as variáveis *combustível/frota*, *média do peso médio de decolagem da frota* e *pessoal*. É identificada em todos os modelos, com alta probabilidade, a presença de retornos de escala crescentes. "*Não obstante as contribuições já mencionadas, os modelos* Cobb-Douglas *não nos permitem avaliar a eficiência individual de cada DMU"* (MIGON, 2000: 48).

Os modelos DEA são então introduzidos. Consideraram-se os modelos com retornos constantes e variáveis, pela ótica do produto e do insumo, para os anos de 1995 e 1996. O programa utilizado foi o *Frontier Analyst.* A primeira análise considera os insumos *combustível*, *horas* voadas, *frota*, *média do peso máximo de decolagem* e *pessoal* e como produto o *número de assento-quilômetro oferecido.* A segunda análise considera os insumos *combustível*, *horas* voadas, *média do peso máximo de decolagem*,

normalizados por *frota*, e *pessoal* e como produto o *número de assento-quilômetro oferecido*. O segundo modelo obtido é considerado menos robusto que o primeiro, havendo grande variações de eficiência relativa calculada de empresas em cada um dos anos. Um último modelo é apresentado com as variáveis normalizadas da seleção *stepwise* da etapa anterior: *combustível/frota*, *média do peso médio de decolagem da frota* e *pessoal.* O autor conclui (MIGON, 2000: 60):

> *"fica claro, pelos modelos apresentados, que o VRS é o melhor ajuste, seja pela eficiência média obtida, seja pela distribuição dos percentuais de melhorias potenciais. O segundo indicador foi escolhido após definição empírica de que valores altos para os potenciais de melhoria são pouco significativos para os tomadores de decisão, principalmente sob a ótica dos* inputs*.*
>
> *(...)*
>
> *Finalmente, comparando os modelos de seleção* stepwise *com outro modelo utilizando variáveis normalizadas, podemos afirmar que, como já era esperado, o* stepwise *é mais robusto, tendo em vista que os resultados de ambos são extremamente similares. Pelo emprego de menos variáveis explicativas, diminui-se a possibilidade dos modelos DEA indicarem uma unidade como eficiente apenas por fazer o menor uso de determinado insumo. Isto é, a capacidade de distinção entre DMU 100% no modelo* stepwise *é maior, ficando sob menor influência de efeitos aleatórios, conseqüentemente."*

Prosseguindo no estudo, os modelos DEA são base de uma análise da estratégia das empresas. Para tanto, são identificados os pesos atribuídos para as variáveis pelas unidades eficientes que são confrontados com os pesos atribuídos pelas unidades não eficientes. Formam-se, então, cinco grandes grupos. Os potenciais de melhoria para as unidades não eficientes são discutidos considerando as unidades eficientes que lhe servem de referência.

É apresentado, ainda, um modelo estocástico hierárquico, como extensão da função de Cobb-Douglas. A conclusão é que (MIGON, 2000: 82-83):

> *"os dois tipos de modelos geram fronteiras de eficiência cujo ordenamento das DMU resultante apresenta correlação muito baixa e, portanto, tal escolha de modelo é decisiva se se pretende ordenar as DMU. (...) Em relação aos dados estudados, o ordenamento DEA está mais compatível com a percepção do mercado sobre quais firmas foram mais eficientes no período*

analisado (...) Além disso contém uma formulação microeconômica consistente".

As considerações finais dão conta que os resultados do modelo DEA (MIGON, 2000: 85):

- possuem aplicação prática imediata;
- são simples de construir;
- são compatíveis com observações tomadas corriqueiramente dentro das firmas e com aquelas divulgadas oficialmente pelo órgão regulador do setor no País; e
- fornecem resultados compatíveis com a percepção do mercado.

4.1.2 ESTUDOS UTILIZANDO DEA EM CONTABILIDADE E FINANÇAS NO BRASIL

CERETTA e NIEDERAUER (2000) apresentaram no 24º Encontro da Associação Nacional de Programas de Pós-Graduação em Administração (Anpad) o trabalho *Rentabilidade e eficiência no setor bancário brasileiro*. Foram analisadas no estudo 144 instituições bancárias do país, com base em suas demonstrações contábeis semestrais, utilizando dados sobre o montante de capital dos proprietários, capital de terceiros, receita total e resultado, para o segundo semestre de 1999. Os dados foram obtidos no Banco Central, que periodicamente disponibiliza relatórios com diversas informações do setor bancário brasileiro.

As instituições foram agrupadas em três categorias, segundo o porte, medido pelo valor do Patrimônio Líquido. Após a classificação em categorias, as instituições financeiras foram distribuídas como segue:

- 16 instituições foram consideradas de grande porte,
- 50 foram classificadas como de médio porte, e
- 78 bancos formam agrupados como de pequeno porte.

O agrupamento em categorias isola possíveis efeitos relacionados ao porte e torna os grupos mais homogêneos. A Tabela 4.1 apresenta os valores médios de algumas contas para cada categoria.

Tabela 4.1 – Valores médios das categorias dos conglomerados financeiros

(em R$ 1.000)

	Conglomerados Financeiros		
Contas	**Grandes**	**Médios**	**Pequenos**
Ativo Circulante e Realizável a LP	14.933.897	2.226.190	193.903
Ativo Permanente	1.863.284	154.228	13.879
Ativo Total	16.797.181	2.380.418	207.781
Exigibilidades	14.641.650	2.098.128	173.415
Patrimônio Líquido	2.105.759	271.399	33.443
Receita Total	3.113.883	577.944	34.171
Resultado do Semestre	49.773	10.891	923
Observações	16	50	78

Fonte: CERETTA e NIEDERAUER (2000: 5).

Os índices financeiros para cada categoria foram calculados, considerando-se os valores médios das contas. O resultado é apresentado na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Índices financeiros para categorias de conglomerados financeiros

	Conglomerados Financeiros		
Índices	**Grandes**	**Médios**	**Pequenos**
Rentabilidade (%)	2,36	4,01	2,76
Liquidez Geral	1,02	1,06	1,12
Alavancagem	6,95	7,73	5,19

Fonte: CERETTA e NIEDERAUER (2000: 6).

Os autores (CERETTA e NIEDERAUER, 2000: 6) ressaltam as conclusões da análise simplista das informações das Tabelas 4.1 e 4.2:

> *"Observava-se (...) que a rentabilidade dos conglomerados financeiros de médio porte é superior aos demais. Este fato pode induzir à conclusão que eles têm um melhor desempenho por proporcionar uma maior remuneração ao capital próprio. Por hora, esta conclusão é precipitada. Outra constatação é que a rentabilidade superior dos conglomerados de médio porte parece estar associada a alavancagem financeira (leverage) evidenciando que esses conglomerados estão adotando uma postura mais agressiva quanto à estrutura de capital."*

Para medir o desempenho dos bancos, foi proposto, então, um enfoque integrado entre eficiência operacional e rentabilidade por meio da Matriz BCG (*Boston Consulting Group*). O modelo de eficiência operacional objetiva investigar o desempenho relativo da combinação de recursos (capital próprio e de terceiros) para obtenção da participação de mercado (receita total). O modelo de rentabilidade analisa o desempenho das unidades, considerando

sua capacidade de remuneração do capital de seus proprietários (Resultado do semestre e Patrimônio Líquido).

Para lidar com os valores negativos, foi proposta uma modificação no modelo original DEA, dada pelas equações 4.1 a 4.5:

$$Maximizar\ z_k = \theta_k + \varepsilon\left(\sum_{r=1}^{m} s_r + \sum_{i=1}^{n} e_i\right), \tag{4.1}$$

sujeito a

$$\theta_k y_{rk} - \sum_{i=1}^{n} \lambda_j y_{rj} + s_r = 0, se\ y_k > 0 \tag{4.2}$$

$$(1-\theta_k) y_{rk} - \sum_{i=1}^{n} \lambda_j y_{rj} + s_r = 0, se\ y_k < 0 \tag{4.3}$$

$$-x_{ik} + \sum_{i=1}^{n} \lambda_j x_{ij} + e_i = 0 \tag{4.4}$$

$$\lambda, s, r \geq 0 \tag{4.5}$$

$\theta = \exp ansão\ equiproporcional\ nos\ resultados$

$\lambda = coeficiente\ do\ plano\ de\ produção\ (x_j, y_j)$

$s = folgas\ na\ produção\ dos\ resultados$

$e = excessos\ no\ consumo\ de\ recursos$

$y = produtos$; $x = insumos$; $\varepsilon = \inf initesimal\ não - arquimediano$

$r = 1,...,m$; $i = 1,...,n$; $j = 1,...,N$

O indicador de eficiência da empresa *k* é dado pela seguinte equação geral:

$$Ef_k = \frac{\frac{p}{\theta} - \frac{n}{(\theta - 1)}}{p+n}, \tag{4.6}$$

onde:

p = número de *outputs* positivos da empresa *k*
n = número de *outputs* negativos da empresa *k*

Finalmente, os modelos são avaliados de maneira integrada pela Matriz BCG, formada por quatro quadrantes, determinados pelo cruzamento entre eficiência operacional e rentabilidade. As empresas são distribuídas nos quadrantes e classificadas em grupos denominados de *Stars* (eficiência e rentabilidade altas), *Dogs* (eficiência alta e rentabilidade baixa), *Sleepers*

(eficiência baixa e rentabilidade alta) e *Cows* (eficiência e rentabilidade baixas).[28]

A conclusão do estudo é que *"os conglomerados de grande porte são os de melhor desempenho, com a maioria de seus representantes operando nos quadrantes aceitáveis da matriz BCG"*, diferentemente das conclusões anteriormente apontadas, onde *"os resultados induziam a pensar que os conglomerados de melhor desempenho eram os de médio porte com rentabilidade média de 4,01% seguidos pelos de pequeno porte (2,76%) e os de grande porte (2,36%)"*.

Os bancos de pequeno porte apresentaram-se na maioria no quadrante indesejável de baixa rentabilidade e baixa eficiência operacional. As constatações vão ao encontro do comportamento do setor, que assistiu à falência e desaparecimento de pequenas e médias instituições bancárias, com aquisições e fusões de bancos nacionais e estrangeiros (CERETTA e NIEDERAUER, 2000: 12).

A dissertação de mestrado *Análise da eficiência das instituições financeiras brasileiras, segundo a metodologia do* Data Envelopment Analysis (DEA), foi submetida por Antônio Carlos Magalhães da SILVA, em setembro de 2000, ao corpo docente do Instituto de Pós-Graduação em Administração, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPEAD/UFRJ). O objetivo do trabalho foi analisar a eficiência das 25 maiores instituições financeiras brasileiras, de acordo com sua posição em ativos totais na data-base de março de 2000. Foi utilizada a metodologia DEA, em conjunto com a técnica de seleção de variáveis *Stepwise I-O.* A amostra considerou apenas instituições com finalidade de lucro e que possuem carteira de crédito, compreendendo 75% dos ativos totais do Sistema Financeiro Nacional, na data-base.

---

[28] O modelo BCG original utiliza as taxas de crescimento e a participação relativa de empresas do mercado para classificá-las em quatro categorias que, em português, são referidas como Estrela, Vaca Leiteira, Ponto de Interrogação e Abacaxi. É utilizada na análise de *portfolio*, para definição de estratégias de investimento (SILBIGER, 1996: 301). Pode, igualmente, ser utilizada por uma empresa para analisar a contribuição de cada produto ao

O estudo partiu de 22 variáveis iniciais, sendo:

Produtos: Receitas de operação de crédito; Receita de títulos e valores mobiliários; Resultado de controladas e coligadas; Resultado operacional; Lucro Líquido; Patrimônio Líquido; Rentabilidade (Lucro Líquido/Patrimônio Líquido); Receita de prestação de serviços;

Insumos: Número de funcionários; Número de agências no País; Volume de depósitos no conglomerado; Volume de operações de crédito – posição carteira ativa; Volume de operações com títulos e valores mobiliários – posição carteira ativa; Ativo total; Despesas administrativas; Despesas de proventos com funcionários; Alavancagem (Passivo Circulante + Exigível a Longo Prazo/Patrimônio Líquido do conglomerado); Empréstimos e repasse – posição carteira passiva; Ativo permanente; Despesas de captação; Índice de inadimplência da carteira (provisão da carteira de crédito/volume de operações ativas de crédito); Despesas de processamento de dados.

A técnica *Stepwise I-O* foi aplicada para seleção das variáveis a compor o modelo. Elaborou-se, inicialmente, uma Matriz de Correlação e investigou-se a existência de insumos e produtos altamente correlacionados. Foi excluída a variável Despesa de proventos por sua alta correlação com Número de Funcionários.

Determinou-se, igualmente a correlação entre insumos e produtos em busca de relações de causalidade. O par *input-output* com maior correlação foi escolhido como o primeiro a compor o Modelo DEA: Despesas Administrativas *versus* Receitas de Operações de Crédito.

Calculou-se a seguir a correlação entre os escores obtidos pelo primeiro Modelo DEA e as demais variáveis. A regra determina que se escolha a seguir o *output* com maior correlação negativa ou o *input* com a maior correlação positiva, desempatando, se necessário, pelo maior valor absoluto. O processo é repetido até que não se encontrem mais correlações

---

resultado global.

negativas com *outputs* ou positivas com *inputs*. As variáveis selecionadas para compor o Modelo DEA pela técnica foram:

Produtos: Receitas de operação de crédito; Resultado operacional; Receita de prestação de serviços;

Insumos: Despesas administrativas; Volume de operações com títulos e valores mobiliários – posição carteira ativa; Número de funcionários; Ativo total; Ativo permanente; Volume de operações de crédito – posição carteira ativa.

Foram incluídas ainda as variáveis Alavancagem e Rentabilidade, apesar de não terem sido selecionadas pelo *Stepwise I-O.* O modelo DEA, considerando retornos variáveis, com orientação ao produto, foi então aplicado para o conjunto de variáveis, utilizando-se o *Frontier Analyst Professional*. São analisados os resultados considerando cada um dos produtos considerados, para as unidades sob avaliação. Do conjunto analisado, 19 instituições foram consideradas eficientes pelo modelo.

4.1.3 RESUMO E CONCLUSÕES

Para concluir, o Quadro 4.1 apresenta um resumo das características dos estudos que utilizaram DEA no Brasil.

Quadro 4.1 – Resumo dos estudos utilizando DEA no Brasil

Autor	*Técnicas*	*Amostra*	*Agrupamento*	*Produtos*	*Insumos*
Badin (1997)	DEA Análise de *Cluster* Função de Produção	600 Supermercados	4 categorias (Faturamento)	Faturamento	Número de *Checkouts* Área total das Lojas Número de Funcionários Renda média *per capita*
Niederauer (1998)	DEA Restrições aos pesos	61 Pesquisadores CNPq	-	Tempo de Formação Mestrado Doutorado	Artigos Trabalhos em Congressos Livros Orientação de Mestrado Orientação de Doutorado
Novaes, L. (1998)	DEA I-O *Stepwise*	20 Plataformas de Petróleo	-	Produção de óleo Produção de gás Eficiência Operacional	Número de poços Idade/vida útil Custo do material Custo de pessoal Custo de serviços Valor do Ativo Lâmina d'água

Autor	*Técnicas*	*Amostra*	*Agrupamento*	*Produtos*	*Insumos*
Meza (1998)	DEA Avaliação Cruzada	12 Programas de Pós-Graduação	-	Projetos Publicações Teses defendidas Créditos ministrados	Professores Funcionários
Pereira (1999)	Índice de Malmquist DEA	Estados Brasileiros (1970-1996)	-	Agricultura 18 culturas temporárias 21 culturas permanentes Pecuária Bovinocultura Suinocultura Avicultura	Terra Mão-de-obra Mecanização Miscelânea
Sant'Anna (1999)	DEA *Stepwise DEA*	15 Empresas dos Subsistemas S/SE	-	Energia Consumida Número de ligações Área atendida	Energia gerada Energia comprada
		29 Usinas a fio d'água	-	Energia firme Energia média Potência garantida	Custo da Construção Queda representativa Volume máximo Média de Vazão L. Prazo
		4 empresas 1978-1992	-	Vendas Totais	Custos de produção Investimento remunerado
		Eletronorte 1981-1992	-	Receita Fornecimento Receita Suprimento Outras Receitas	Investimento remunerável Despesas pessoal Despesas material Despesas serviços Remuneração Invest.
Migon (2000)	DEA Função produção *Cobb-Douglas* *Stepwise DEA*	16 empresas transporte Aéreo 1995-1996		Número assento- quilômetros oferecidos	Horas voadas Quilômetros voados Número de aeronaves Peso Máximo Decolagem Número de pessoal Consumo combustível

Autor	*Técnicas*	*Amostra*	*Agrupamento*	*Produtos*	*Insumos*
Belloni (2000)	DEA Análise Correlação Norman & Stoker Análise em Compo- nentes Principais	33 Universidades Federais Brasileiras	-	Número de formandos (graduação e pós) Número de Artigos Indicador de qualidade da graduação	Número de professores
Francisco (2000)	DEA Função de Produção Monte Carlo	10.000 Observações Geradas	10,20,30, 40 e 80 amostras	1 *output*	2 *inputs* 3 *inputs* 4 *inputs* 5 *inputs* 6 *inputs*
	DEA Função de Produção Monte Carlo Restrições pesos	480 Observações Geradas	10, 20, 30 40 e 80 amostras	1 *output*	2 *inputs* 3 *inputs* 4 *inputs* 5 *inputs* 6 *inputs*

Autor	*Técnicas*	*Amostra*	*Agrupamento*	*Produtos*	*Insumos*
	DEA *Bootstrap*	12 Programas de Pós-Graduação (Meza, 1998)	-	Projetos Publicações Teses defendidas	Professores Funcionários
Ceretta e Niederauer (2000)	DEA BCG	144 Bancos	3 categorias (Patrimônio Líquido)	Receita Total Resultado	Ativo Circulante Exigibilidades Patrimônio Líquido
Silva, A. (2000)	DEA *Stepwise I-O*	25 Maiores Instituições Financeiras (Mar./2000)	-	Receitas Op. Crédito Resultado Operacional Receita Prest. Serviços Rentabilidade	Despesas Administrativas Volume Operações TVM Número de Funcionários Ativo Total Ativo Permanente Volume Operações Crédito Alavancagem

Para complementar o quadro referencial, são apresentados no item 4.2 alguns estudos no exterior.

4.2 ALGUNS ESTUDOS UTILIZANDO DEA NO EXTERIOR

Nesse item são apresentados alguns estudos estrangeiros recentes sobre a aplicação de Análise Envoltória de Dados para a avaliação de eficiência de setores específicos. O processo de busca foi orientado pela identificação de pesquisas que pudessem oferecer subsídios para a aplicação do modelo DEA à análise de balanços. Outro fator determinante na seleção dos artigos foi o uso, pelos autores, de indicadores e informações contábeis e financeiras na construção de modelos de avaliação de empresas. Dessa forma, o levantamento não foi exaustivo e, sim, seletivo.

4.2.1 ESTUDOS UTILIZANDO DEA NA AVALIAÇÃO DE EMPRESAS

Inicialmente, foram selecionados estudos que utilizavam-se de informações contábeis e financeiras na avaliação de empresas com o objetivo de identificar ferramentas que pudessem ser aplicadas no modelo DEA de análise de balanços.

Na Avaliação do Setor Bancário

No exterior, o setor bancário é um dos mais constantes objetos de análise de eficiência com utilização de DEA, abrangendo avaliação externa e

interna de instituições. BERGER e HUMPHREY (1997) fazem abrangente análise do estado da arte na avaliação de instituições financeiras em seu artigo *Efficiency of financial institutions: international survey and directions for future research.* São compilados os resultados de 130 estudos, cobrindo 21 países, utilizando as análises de fronteira eficiente.

Como exemplo de aplicação para avaliação de desempenho interno foi selecionado o estudo de SOTERIOU e ZENIOS (1999: 235). A análise envoltória de dados foi utilizada com o objetivo de estimar os custos dos produtos bancários considerando a análise de desempenho das agências. O foco central do estudo é o problema de alocação dos custos totais de estrutura às agências, considerando o conjunto de produtos oferecidos à clientela, e a obtenção de estimativas confiáveis de custos para esses produtos. A questão central é estimar os custos dos produtos e serviços bancários de forma que essas estimativas sejam confiáveis e eficientes.

É discutida, inicialmente, a aplicação de um Modelo de Análise de Regressão para alocação de custos. São apontadas as principais falhas de aplicação do modelo: (1) pode alocar aos produtos os custos decorrentes das ineficiências de algumas agências; (2) pode não refletir de maneira correta os custos de produção, em função, por exemplo, da existência de multicolinearidade – um relacionamento linear entre alguns regressores – que pode inflar as variâncias dos parâmetros das variáveis colineares. Mesmo se a multicolinearidade não estiver presente, as estimativas de custos são obtidas para alguns poucos produtos que forem altamente correlacionados com os custos totais da agência.

É proposta, então, a utilização da Análise por Envoltória de Dados na determinação dos custos bancários, mediante um modelo com restrições aos pesos, com base na análise de sensibilidade dos custos relativos dos produtos (por exemplo: comparação entre os custos de abertura e manutenção de conta corrente *versus* abertura e manutenção de caderneta de poupança). As etapas sugeridas para implementação são: (1) identificação dos produtos e serviços relevantes; (2) especificação de valores máximos e

mínimos para as estimativas de custos; (3) utilização da DEA para obtenção das estimativas de custos para cada agência; (4) agregação das estimativas de custos para obter uma estimativa válida para todas as agências (para tanto podem ser utilizadas médias ou medidas de melhor prática, baseadas nos valores mínimos).

É desenvolvido, finalmente, um estudo empírico em um dos principais bancos comerciais de Chipre, para demonstrar a aplicabilidade dos procedimentos e dos modelos propostos. O banco oferece um conjunto completo de serviços bancários de varejo para clientes pessoas físicas ou jurídicas, por intermédio de cerca de 150 agências. As agências estão classificadas em categorias homogêneas, determinadas pela sua localização e porte. O estudo concentra-se em duas categorias específicas: a pequena urbana e a média urbana com, respectivamente, 28 e 39 agências.

Foram coletados dados de um período de 12 meses para os seguintes produtos, identificados como os mais importantes: (a) contas em moeda estrangeira, (b) transações entre agências, (c) contas correntes e de poupança – pessoa-física, (d) contas de operações de crédito, (e) novas operações de crédito iniciadas em cada agência e (f) renovação de operações de crédito (financiamentos). Foram igualmente coletados custos das agências (incluindo custo de espaço físico, gastos com pessoal e custos de transações eletrônicas – computadores).

Os custos estimados obtidos pela aplicação da DEA foram comparados com os anteriormente obtidos pelo Banco. Foram também calculados o *Bias* e o *MAD (Mean absolute deviation)*, sendo:

$$Bias = \frac{\sum_{i=1}^{n} custos\ estimados - custos\ reais}{n} \tag{4.7}$$

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left| custos\ estimados - custos\ reais \right|}{n} \tag{4.8}$$

onde *n* é o número de agências no grupo.

O *Bias* indica a tendência direcional do erro. É positivo se o modelo repetidamente superestimar os custos reais; a subestimação é representada por valores negativos. O *MAD* expressa a média dos valores absolutos do erro. Mede a acurácia global dos resultados do modelo.

O cálculo resultou em valores menores de *Bias* e *MAD* para os custos estimados pelo modelo, comparativamente aos anteriormente obtidos pelo banco. Portanto, conclui-se que o modelo DEA pode ser aplicado de maneira satisfatória à estimativa de custos bancários.

Na avaliação do Setor de Energia Elétrica

Na avaliação de empresas do setor de energia elétrica foi selecionado o artigo de YUNOS e HAWDON, apresentado em 1997, ao *Energy Economics.* O trabalho utiliza a DEA para *"comparar o desempenho da* National Electricity Board (NEB) *da Malásia, com o de outros países em estágio similar de desenvolvimento, assim como com o do Reino Unido"*.

É interessante notar a semelhança entre o setor energético da Malásia, descrito pelos autores, e o brasileiro. *"Até recentemente, a indústria de energia tem sido considerada como setor de serviços públicos, operada como monopólio de forma a atender a uma variedade de objetivos políticos"* (YUNOS e HAWDON, 1997: 255). Os autores relatam ainda que, em função de pressões externas, notadamente do Banco Mundial, a política internacional tem sido direcionada para redução do papel do Estado no setor elétrico e promoção de esforços para privatizar sua administração e controle. O objetivo do estudo apresentado é mostrar se mudanças na organização da geração de eletricidade podem ser justificadas por questões de eficiência.

A análise deteve-se sobre o caso da Malásia, que adotou a política de privatizações em meados de 1980, e teve como um de seus principais argumentos o fato de as empresas públicas não serem eficientes.

Para avaliar o desempenho do NEB, foram adotados dois enfoques. No primeiro, é utilizada a análise setorial cruzada (*cross-section data)* para estimar a eficiência da NEB em comparação à eficiência relativa de 27 outras

empresas produtoras de eletricidade, em vários países, em 1987. Os dados foram retirados de uma única série, publicada pelo Banco Mundial.

O segundo enfoque utiliza séries temporais de 1975 a 1990 para comparar a eficiência técnica relativa da NEB com a *Electricity Generating Authority in Thailand (EGAT*), da Tailândia, e com a CEGB do Reino Unido.

Para garantir a homogeneidade entre os países incluídos na análise setorial cruzada, consideraram-se apenas os com PIB *per capita* entre US$ 1.500 e 2.800. O modelo adotado foi de minimização de insumos, com as seguintes variáveis:

Produtos: eletricidade bruta produzida (GWh).

Insumos: capacidade instalada (MW); mão-de-obra (total de pessoas empregadas no setor); perdas totais do sistema (%); fator de capacidade de geração pública (%).

Segundo os autores, conforme demonstrado por WEYMAN-JONES (1991), foi escolhido um número pequeno de insumos (X) e produtos (Y) em relação ao número de empresas (N) porque quando a razão (Y +X)/N aumenta, a habilidade da DEA em discriminar entre empresas diminui significantemente, pois se torna mais provável que uma determinada empresa encontre alguma ponderação de insumos e produtos que a faça parecer eficiente.

Foi desenvolvido um software específico baseado em um sistema de programação linear disponível (LP_SOLVE), considerando cada país em uma rodada, com todos os outros formando uma referência de possíveis produtores de melhores práticas.

Percebeu-se que a eficiência técnica do setor elétrico nos diferentes países varia grandemente, com índices relativos indo de 48% a 100%. Os países que obtiveram índices máximos e formaram a fronteira de eficiência foram Chile, Colômbia, Egito, Coréia, China, Brasil e a Iugoslávia (esta última com índice de 0.9951). A Malásia, com uma eficiência aproximada de 70%, obteve o 18º lugar na amostra, ficando atrás da Tailândia. Egito e Iugoslávia

formaram a referência para ambos Malásia e Tailândia, indicando que, para se aproximarem da fronteira de eficiência, deveriam adotar uma combinação ponderada de tecnologias semelhante à desses países. Os autores ressaltam, no entanto, que essa indicação depende da confiabilidade da amostra.

A análise dos países que formam a fronteira de eficiência mostra duas características em comum. Primeiro, um alto fator de capacidade pública, que varia de 44% a 59%. Isso sugere, segundo os autores, que o controle público não é um impeditivo para a eficiência, mostrando que a indústria sob controle público é utilizada intensivamente. Segundo, com exceção da Coréia e China, todos os países na fronteira de eficiência têm alta capacidade de recursos hídricos, entre 42.6% e 84.9%. No caso da Coréia, a baixa capacidade de recursos hídricos é compensada por uma utilização significativa de poder nuclear, representando 27% da capacidade instalada. Na extensão de que o poder hídrico fornece base em todos os sistemas, maior a percentagem de base fornecida por gerador, mais tecnicamente eficiente o sistema aparenta ser.

Posteriormente, é analisada a extensão em que os resultados são afetados por economias de escala na produção de energia. São efetuados testes com retornos de escala não-crescentes e com retornos de escala variáveis.

A primeira análise forneceu resultados idênticos à análise de retornos de escala constantes, indicando que retornos constantes ou variáveis prevaleciam na amostra.

A análise utilizando retornos de escala variáveis indica que muitos dos países que produzem em pequena escala podem ser considerados ineficientes simplesmente em função de porte. Esses resultados aplicam-se a Nigéria, Síria, Zimbábue, Gana e Panamá, cujos índices de eficiência estavam entre 0.48 e 0.75 na análise de retornos constantes. Produtores em larga escala como Brasil e China são eficientes em ambas as análises, indicando que sem dúvida o porte é importante.

São comparados graficamente o índice de eficiência e o volume de produção, inicialmente com todos os países da amostra e, posteriormente, excluindo aqueles países que produziam acima de 70.000 GWh. Encontraram-se evidências de uma faixa média de escala, entre 29.000 e 35.000 GWh, com eficiência relativa, onde se posicionam três dos cinco países com índice de eficiência igual a 1.00 e onde o índice de eficiência médio é de 0.86. Os países dessa faixa eram Hungria, Tailândia, Egito, Colômbia e Indonésia, apesar desta última um pouco pior classificada.

Os autores concluem que enquanto economias de escala globais estavam presentes entre os maiores produtores de eletricidade, as evidências sugerem existir uma localização ótima para os produtores de média escala similares à Malásia. A *performance* da Malásia não é, portanto, inteiramente explicada pela ausência de economia de escala no seu setor de geração de eletricidade.

A Tabela 4.3 resume os resultados das análises.

Tabela 4.3 – Eficiência do setor de eletricidade em países em desenvolvimento

	Função Objetiva	
País	**Retornos Constantes**	**Retornos Variáveis**
1. Chile	1.0000	1.0000
2. Colômbia	1.0000	1.0000
3. Egito	1.0000	1.0000
4. Coréia	1.0000	1.0000
5. China	1.0000	1.0000
6. Brasil	1.0000	1.0000
7. Iugoslávia	0.9951	1.0000
8. México	0.9212	0.9423
9. Hungria	0.8797	0.9334
10. Venezuela	0.8244	1.0000
11. Gana	0.7926	1.0000
12. Peru	0.7681	0.8672
13. Romênia	0.7654	1.0000
14. Tailândia	0.7600	0.9410
15. Argentina	0.7515	0.9315
16. Zimbábue	0.7451	1.0000
17. Turquia	0.7165	0.9250
18. Malásia	0.7042	0.8803
19. Argélia	0.6777	0.9321
20. Indonésia	0.6720	0.9503
21. Panamá	0.6246	1.0000
22. Portugal	0.6237	1.0000
23. Uruguai	0.6231	0.9714
24. Bangladesh	0.6019	0.9413
25. Nigéria	0.4863	1.0000
26. Zaire	0.4850	0.9000
27. Síria	0.4813	1.0000

Fonte: YUNOS e HAWDON (1997: 261).

A segunda análise considerou a comparação entre NEB, EGAT e CEGB, para o período de 1975 a 1990. Uma das questões deixadas pendentes pela análise setorial cruzada é se a relativa ineficiência do setor elétrico malasiano é parte de um processo de longo prazo ou meramente uma peculiaridade de um período particular. Apesar de séries históricas não estarem disponíveis para todos os países da amostra os autores puderam obter informações para dois produtores – NEB da Malásia e EGAT da Tailândia –, que permitiram uma análise das mudanças de eficiência no tempo. Confrontando-os com os dados da CEGB do Reino Unido, foi possível estabelecer rigorosa comparação com a atuação de melhor prática disponível para o mesmo período.

Da análise anterior mantiveram-se os produtos e insumos, com exceção do fator de capacidade, que foi substituído pela eficiência térmica, de forma a refletir o possível impacto no desempenho atual da escolha histórica de combustíveis para os geradores. O modelo, portanto, foi:

Produtos: eletricidade gerada (GWh);

Insumos: capacidade instalada (MW); mão-de-obra; perdas (%); e, eficiência térmica (%).

A análise foi efetuada para os três países e repetida para cada ano no período de 1975 a 1990. Assim, em cada ano, dois dos três países incluídos na análise são considerados eficientes. O interesse concentrou-se, então, na variação entre eficiência e ineficiência. Dado que o sistema CEGB é muito maior que os dos demais países e que economias de escala foram estabelecidas na análise anterior, era esperado emergir um vívido contraste entre os dois países em desenvolvimento.

Tabela 4.4 – Resultado da comparação de eficiência (1975-1990)

	Produtores		
Ano	**NEB**	**EGAT**	**CEGB**
1975	1.0000	0.8918	1.0000
1976	1.0000	0.9938	1.0000
1977	1.0000	0.9331	1.0000
1978	0.9254	1.0000	1.0000
1979	0.9731	1.0000	1.0000
1980	1.0000	1.0000	1.0000
1981	1.0000	0.9548	1.0000
1982	1.0000	1.0000	1.0000
1983	1.0000	0.9895	1.0000
1984	0.9176	0.9234	1.0000
1985	0.7630	0.8793	1.0000
1986	0.8596	0.9481	1.0000
1987	0.8488	1.0000	1.0000
1988	0.8552	1.0000	1.0000
1989	1.0000	1.0000	1.0000
1990	1.0000	1.0000	1.0000
Média	*0.9464*	*0.9696*	*1.0000*

Fonte: YUNOS e HAWDON (1997: 265).

Os resultados indicaram que a EGAT tem sido usualmente mais eficiente que a NEB. No período considerado, a CEGB foi, sem dúvida, a mais

eficiente dos três produtores considerados e apareceu de forma consistente na curva de referência em eficiência.

As seguintes observações foram feitas com relação às tendências de NEB e EGAT:

1. No período de 1975 a 1983, com exceção dos anos de 1978 e 1979, a NEB foi relativamente mais eficiente que a EGAT – nesse período a NEB esteve operando na fronteira de eficiência.
2. A EGAT foi mais eficiente que a NEB de 1984 a 1986, mas não atingiu a fronteira de eficiência.
3. Em 1989, a NEB aumentou significantemente sua eficiência e ambas, NEB e EGAT, alcançaram a fronteira de eficiência em 1989 e 1990.

Em média, durante o período, a NEB foi levemente menos eficiente que a EGAT (conforme mostrado no cálculo da média incluído na Tabela 3.4). As explicações apresentadas para esses resultados foram:

- A EGAT estava operando em nível mais eficiente suas plantas térmicas (36% comparados a 31.1% da NEB);
- A EGAT tem menores perdas de sistema (15.3% contra 13.9%);
- A NEB tem grande dependência de sistemas auxiliares de energia, cerca de 21% maior que a EGAT;
- Em termos de perdas na transmissão e distribuição, em média, a NEB é ligeiramente menos eficiente que a EGAT.

Os autores calcularam ainda o índice de Malmquist[29] para a NEB com objetivo de mensurar o crescimento de produtividade, no período de 1976 a 1990. Se o valor do índice, ou de qualquer de seus componentes, for menor do que 1, houve deterioração de desempenho. Valores maiores do que 1 denotam melhoras de performance relativa.

---

[29] Já apresentado no item 4.1.1.

Em média, as melhoras de desempenho relativas a ganhos de eficiência (1.0208) foram maiores que as relativas à evolução tecnológica (0.9826). Assim, não houve crescimento da produtividade global para o período e isto é indicado por um índice de produtividade de 1. Os autores deduzem, portanto, que para a NEB obter ganhos de produtividade, além de investir em novas tecnologias, precisa melhorar sua eficiência operacional.

Finalmente, os autores (YUNOS e HAWDON, 1997: 268) apresentaram as seguintes conclusões para o estudo:

> *"Três importantes conclusões emergem do estudo. Primeiro, a análise DEA indica que há benefícios imediatos para a Malásia a serem obtidos através de contínuas melhorias na eficiência técnica do setor elétrico. A adoção da fronteira de eficiência poderá reduzir os custos em mais de 40% a preços de 1987. Essas melhorias poderiam ser utilizadas como um critério para avaliação do processo de privatização. Segundo, mudanças no controle societário das empresas não levam por si só a melhorias de eficiência no desempenho. Empresas do setor público desempenharam-se no mínimo tão bem, quanto empresas do setor privado na amostra de países em desenvolvimento estudada. Finalmente, deve ser notado que, em nenhum dos países examinados, a competição efetiva foi introduzida na geração de eletricidade. O exemplo do Reino Unido sugere que a introdução da competitividade, assim como a privatização, pode abrir as portas para ganhos de eficiência significativos e dinâmicos."*

Na avaliação de investimentos em Tecnologia da Informação (TI)

Esse interessante estudo busca contribuir para o esclarecimento do chamado "paradoxo da produtividade" dos investimentos em tecnologia da informação, ou seja, ao conceito, advindo de diversos estudos, de que o investimento em tecnologia da informação não tem demonstrado, de forma convincente, acarretar ganhos de produtividade. Entre as melhorias de desempenho esperadas decorrentes de investimentos em TI estariam redução de custos, aumento da qualidade, aumento da flexibilidade, acréscimo no nível de satisfação dos clientes e ganhos globais nas operações. No entanto, existem conclusões divergentes entre os estudos acadêmicos que investigam a importância dos investimentos em TI e suas conseqüências. Uma das explicações apresentadas é que existiria um intervalo de tempo para que os investimentos começassem a surtir resultados. Outras explicações repousam na inadequação da modelagem dos

estudos, na qualidade dos dados utilizados, na redistribuição e dissipação dos ganhos e na administração inadequada da TI.

O propósito do estudo é “introduzir na literatura uma nova estrutura para avaliação de investimentos em TI com base em uma técnica de programação matemática chamada *Data Envelopment Analysis* (DEA)” (SHAFER e BYRD, 1999: 126).

Para dirimir problemas associados com a mensuração inadequada dos insumos e produtos, foram utilizadas fontes públicas de dados. As variáveis consideradas como insumos foram obtidas da *Computerworld*, uma respeitada revista que prepara e divulga um *ranking* com as empresas que melhor utilizam TI. Os indicadores considerados como produtos foram extraídos de relatórios contábeis públicos e auditados, obtidos na base de dados da *Stock Investor*, distribuída pela *Association of Individual Investors.*

O problema do intervalo de tempo decorrido entre os investimentos e os benefícios associados a esse investimento foi resolvido pela adoção de um nível médio de utilização de insumos para três anos (1989-1991) e de uma taxa de crescimento composta para os produtos de um período de cinco anos (1990-1994).

Quanto à questão da redistribuição de ganhos, a metodologia proposta trata do desempenho relativo de uma empresa comparado ao desempenho de seu setor. A DEA compara uma empresa específica com seu grupo de referência para todos os produtos e todos os insumos e, então, reduz os efeitos de redistribuição e dissipação de resultados. Podem-se ainda utilizar medidas de desempenho que não sejam afetadas pela redistribuição de lucros como participação de mercado, mudanças no valor de mercado ou margens de lucro operacional.

Finalmente, em termos da administração inadequada de TI, o modelo pode ajudar a discriminar entre os usuários de TI que administram bem os recursos e os que administram de forma falha, considerando um critério selecionado. A DEA ajuda os pesquisadores, por exemplo, a diferenciar as

empresas eficientes das ineficientes, baseando-se nos recursos e produtos de interesse para investigação.

Para aplicação do modelo foram selecionadas 208 grandes empresas, para as quais foram obtidas as seguintes informações:

Produtos: Crescimento das Vendas e Crescimento dos Lucros.

Insumos: Participação percentual do orçamento para sistemas de informação em relação a vendas; participação percentual do valor total de processamento da organização em relação a vendas; e participação percentual dos gastos com treinamento no orçamento de sistema de informações.

Os dados de insumos foram normalizados para facilitar comparações e evitar distorções em função das diferenças de porte das empresas incluídas no estudo. Assim, quando se considera o orçamento de investimentos em sistemas de informação em relação às vendas, o resultado é um percentual que pode ser comparado para as empresas da amostra, independentemente de seu volume de faturamento. E os autores ressaltam ainda que a utilização de percentuais em aplicações de DEA não é incomum.[30]

Para os produtos também foi aplicado um parâmetro de normalização. Uma vez que não tem significado comparar o crescimento absoluto entre empresas de diferentes setores, uma medida relativa de desempenho para cada empresa foi obtida por meio da subtração das taxas de crescimento médio do setor da taxa de crescimento da empresa específica. *"Portanto, o crescimento de vendas de uma empresa particular representa a taxa percentual capitalizada de crescimento de vendas para o período de cinco anos excedente ao percentual de crescimento composto de vendas para o setor no mesmo período"* (SHAFER e BYRD, 1999: 128).

Foi, ainda, aplicada uma transformação de escala para as medidas de desempenho relativo de maneira a eliminar valores negativos antes de aplicar

---

[30] Nos estudos brasileiros examinados anteriormente percebeu-se, da mesma forma, a utilização de percentuais como variáveis de estudo. Vide item 4.1.1.

a DEA. Como exemplo, se uma empresa apresenta uma taxa de crescimento de vendas negativa enquanto o setor apresenta uma taxa de crescimento de vendas positiva, o crescimento relativo de vendas para a empresa seria negativo. Para a amostra, as menores taxas de crescimento de vendas e lucro foram de, respectivamente, -29.2 e -100.9. Assim, para eliminar os valores negativos, todas as medidas de crescimento de vendas foram acrescidas de 30.2 e todas as medidas de crescimento de lucro foram acrescidas de 101.9. Os autores afirmam que dessa forma é possível eliminar os valores negativos, sem alterar a posição relativa de cada empresa. E citam outros estudos que comprovam que a transformação proposta não altera a solução ótima do modelo (PASTOR, 1996) e que, ainda, apresentam a vantagem de preservar as unidades originais dos dados (PARADI et al., 1997).

Como resultados da pesquisa da amostra de 208 empresas, 14 foram consideradas eficientes na utilização de TI. Dos 88 setores representados na pesquisa, as empresas eficientes representaram 10 setores e apenas dois setores contaram com mais de uma empresa eficiente (Bancos e Lojas de Alimentos). O setor de Bancos, especificamente, contribui com cinco entre das 14 empresas eficientes. Assim, enquanto o setor representava 10% das empresas da amostra, participou com 37.7% das empresas eficientes.

Os resultados do estudo foram comparados aos de outros estudos para avaliação de sua validade. Sua utilidade e interpretação também foram discutidas.

Na avaliação da *Performance* de empresas com base na *Fortune 500*

Até esse ponto, a revisão bibliográfica tratou apenas de estudos específicos a determinados ramos (indústria, comércio e serviços) ou setores (bancos, empresas de energia elétrica). A discussão da possibilidade de estudos comparativos entre empresas de diferentes ramos e setores é muito controvertida. Na literatura em Análise de Balanços encontra-se a freqüente recomendação de comparação entre empresas de mesmo setor de atuação, por verificar-se que em diferentes setores e ramos as empresas, por vezes,

apresentam características estruturais e de atuação muito diferenciadas. Um exemplo recorrente é de indústrias de base, capital intensivas, e o de empresas de consultoria, que tem seu principal ativo o capital humano, que não está nem mesmo expresso no balanço, se considerarmos o enfoque tradicional de balanço. No entanto, clamam alguns autores, análises intersetoriais podem ser importantes exatamente por estabelecer escolhas estratégicas muito diferenciadas. E uma indicação disso pode ser encontrada em algumas empresas que têm buscado a diversificação de atividades, em atitude semelhante a de um investidor que procura minimizar o risco por meio da construção de uma carteira de papéis muito variada.

Outro argumento em favor da pertinência das análises intersetoriais é a de que o objetivo das empresas pode ser definido de forma homogênea, ainda que não se tenha alcançado um acordo sobre o assunto. O lucro, por exemplo, pode ser utilizado como uma medida generalizadamente aplicável de alcance dos objetivos empresariais.

No meio empresarial é constante a comparação entre empresas, de mesmo ramo e setor, e entre estes, em publicações como a *Fortune* americana e a *Melhores e Maiores* brasileira.

Assim, o presente estudo não poderia excluir a discussão entre a possibilidade de análises intersetoriais. E é o que se apresenta no artigo *Multi-factor performance measure model with an application to Fortune 500 companies,* de ZHU (2000).

A primeira frase do autor já é estimulante:

> *"Tem sido reconhecido que a* performance *de empresas é um construto multidimensional, uma vez que inclui diversos objetivos e tipos de organização/níveis (Lewin e Minton, 1986). Um simples índice financeiro produto/insumo, como retorno sobre investimento (ROI) e retorno sobre vendas (ROS), pode ser usado como indicador para a caracterização da* performance *financeira. Entretanto, como indicado por Chavarthy (1986), referências convencionais para* performance*, sejam elas lucratividade, como ROI e ROS, ou medidas financeiras de mercado, como o* market to book ratio*, são insatisfatórias na discriminação da excelência. Uma vez que a* performance *de uma empresa é um fenômeno complexo, requer mais do que um critério único para ser caracterizado. Conseqüentemente, numerosos estudos têm argumentado que um modelo multi-fatorial de mensuração da performance poderia ser utilizado."*

O desenho do modelo é explicado na Figura 4.1.

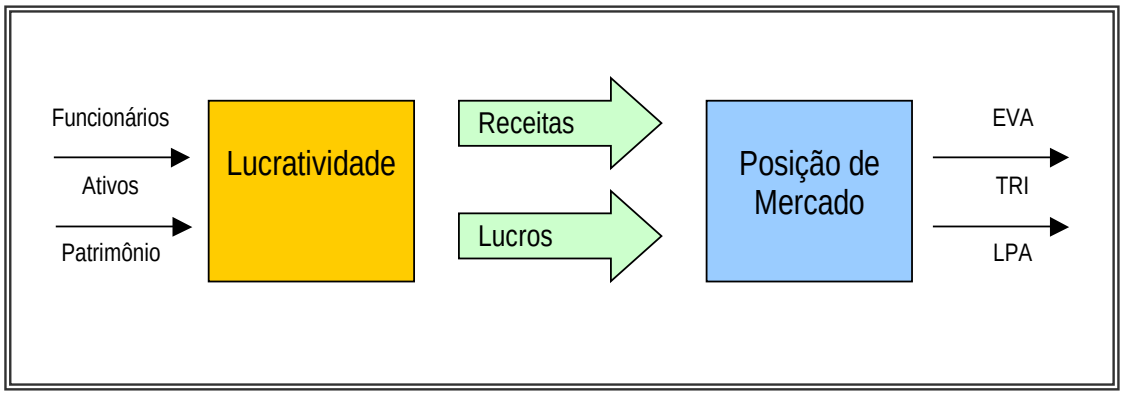


***Figura 4.1 – Sistema de insumos/produtos para as empresas* Fortune 500**

Na primeira etapa do modelo, os insumos são *Funcionários, Ativos* e *Patrimônio* e os produtos são *Receitas e Lucros*. No segundo estágio, os insumos do modelo são *Receitas* e *Lucros* e os produtos são *EVA (Economic Value Added), TRI (Total Return to Investors)* e *LPA (Earnings per Share).* No último estágio, que analisa a performance global (*overall performance)* os insumos são *Funcionários, Ativos* e *Patrimônio*, insumos da etapa 1, e os produtos são *EVA, TRI* e *LPA*, produtos do estágio 2.

Foram analisadas 364 empresas nesses três estágios: Lucratividade, Posição de Mercado e Performance Global. O estudo concluiu que as empresas que ocupavam melhor posição no *ranking* com base na Receita não eram, necessariamente, as melhores classificadas em termos de lucratividade e posição de mercado.

4.2.2 Estudos utilizando DEA em Análise de Balanços

Poucos estudos foram localizados na pesquisa bibliográfica diretamente relacionando DEA à análise de balanços. É apresentado um resumo dos artigos e estudos localizados, indicando que apesar de incipiente, essa é uma área promissora de pesquisas.

O primeiro artigo foi apresentado por P. SMITH, da *University of Califórnia*, em 1990, com o título *Data Envelopment Analysis applied to financial statements.* O artigo traz uma evolução da análise de balanços, desde o enfoque tradicional de desempenho comparativo entre empresas até

o desenvolvimento de técnicas econométricas com propósitos preditivos, especificamente do risco de falência.

As deficiências da análise tradicional são discutidas. A análise de indicadores é explicada: *"dois números são obtidos das demonstrações financeiras e o cálculo de quocientes associados permite a comparação entre empresas, usualmente ajustando para diferenças de porte"* (SMITH, 1990: 131). O autor conclui que há portanto uma assunção de retornos constantes de escala implícita na maior parte da análise baseada em indicadores financeiros.

Outra limitação da análise de indicadores tradicional é seu caráter univariado no qual somente duas dimensões das atividades de uma empresa são representadas, respectivamente, pelo numerador e pelo denominador. *"A complexidade das empresas significa que recursos e produtos, físicos e financeiros, são multidimensionais"* (SMITH, 1990: 131).

Outras limitações relacionadas:

- o relacionamento entre variáveis é assumido como linear;
- qualquer análise paramétrica requer algumas suposições sobre a distribuição (usualmente normalidade multivariada);
- o tratamento de observações não usuais (*outliers*) não é consensual;
- o numerador e o denominador podem assumir valores negativos;
- dificuldades na seleção de indicadores.

O artigo propõe-se, então, a examinar em que extensão essas limitações poderiam ser superadas com a utilização da Análise por Envoltória de Dados. Para tanto, foram selecionadas 47 empresas farmacêuticas com dados do ano de 1984. A análise converteu o indicador de retorno sobre o capital investido em:

Insumos: média do patrimônio líquido; passivo médio;

Produtos: lucros; juros; impostos.[31]

A análise dos dados confronta graficamente o retorno sobre o patrimônio líquido ao indicador de eficiência obtido e indica que apesar de existir um relacionamento positivo entre as variáveis, para um dado indicador de eficiência há uma variação considerável no ROE. Do conjunto de 47 empresas, 13 foram consideradas eficientes. O indicador de eficiência variou de 0.06 a 1.00. O ROE das empresas eficientes variou de 0.56 a –0.49. Três empresas consideradas eficientes apresentaram ROE negativo. A explicação dada pelo autor é que a classificação ocorreu meramente porque as empresas eram de pequeno porte, não havendo outras com as quais pudessem ser comparadas.

As conclusões são de que a aplicação da DEA em análise de balanços traz suas próprias dificuldades: o problema de selecionar insumos e produtos; o tratamento aos *outliers*; o efeito de um número pequeno de observações; e o julgamento sobre empresas empregando uma combinação de recursos e produtos inusual.

No entanto, o método oferece novos *insights* na análise de desempenho das empresas e pode ser utilizado para dissecar um indicador tradicional, como no escopo do artigo. Ainda, acomoda retornos de escala variáveis e não requer suposição a respeito da distribuição das variáveis. Finalmente, o autor afirma (SMITH, 1990: 137):

> *"O ponto forte do método é que parece possibilitar um movimento em busca da reconciliação da análise de indicadores tradicional com a teoria econômica (...)*
>
> *(...)*
>
> *De qualquer modo, se for confirmado que a Análise por Envoltória de Dados falha em fornecer uma ferramenta útil para o exame das demonstrações financeiras, então serão os métodos contábeis mais do que a técnica em si que devem ser criticados. Se as demonstrações contábeis não estão sujeitas a pesquisas baseadas em sólidos princípios econômicos, então sua utilidade precisa ser questionada."*

---

[31] Os juros e impostos foram tratados como produtos "em sentido negativo". O autor pontua que uma forma alternativa de tratá-los é considerando-os insumos fixos.

Em 1994, P. SMITH e A. FERNANDEZ-CASTRO publicaram o artigo *Towards a general non-parametric model of corporate performance*. São identificados pelos autores dois principais usos dos indicadores financeiros: normativo – para comparar os indicadores da empresa com algum valor padrão, usualmente alguma medida de posição para o setor como a média ou a mediana; e positivo – para propósitos preditivos, mais comumente para prever falências, com modelos baseados em análise discriminante, e na estimativa do risco de mercado da empresa (beta), com modelos de regressão.

Os quatro problemas-chave relacionados ao uso dos indicadores nas análises de desempenho são relacionados pelos autores: a escolha das empresas para comparar com as empresas sob exame; a escolha dos indicadores; as formas como os indicadores são combinados em uma medida simples de desempenho; e a escolha de uma meta (*benchmark*) contra a qual o desempenho de uma companhia pode ser avaliado.

Para superar essas dificuldades, os autores examinam a utilização de um modelo não-paramétrico de análise de indicadores "*que fornece uma medida única de eficiência mesmo quando lida com múltiplos insumos e produtos e torna desnecessária a atribuição de pesos pré-especificados aos mesmos*" (FERNANDEZ-CASTRO e SMITH, 1994: 240).

O modelo proposto considera os indicadores contábeis como produtos, sendo necessário apenas que sejam válidos e respeitem ao critério quanto maior, melhor. Se as empresas estiverem operando em condições de mercado similares, então os insumos podem ser considerados imateriais, e admitido que são iguais para todas as empresas. O interesse da análise é encontrar que companhias que asseguram que têm, em algum sentido, os melhores indicadores financeiros entre todas as empresas observadas. O problema linear que calcula o escore de eficiência, considerando N empresas e m indicadores financeiros r_i , é dado pelas equações 4.9 a 4.13:

$$Maximizar\ z_0, \tag{4.9}$$

sujeito a

$$\sum_{n=1}^{N} \lambda_n r_{in} \geq z_0 r_{i0} \tag{4.10}$$

$$\sum_{n=1}^{N} \lambda_n = 1 \tag{4.11}$$

$$\lambda_n \geq 0 \tag{4.12}$$

$$z_n \geq 0 \tag{4.13}$$

$r = indicadores\ financeiros$

$z = incremento\ proporcional\ nos\ indicadores$

$\lambda = peso\ da\ empresa\ n\ na\ formação\ da\ fronteira\ para\ a\ empresa\ 0$

$i = 1,..., m\ ;\quad n = 1,..., N$

As variáveis de decisão do programa linear são z_o, a proporção pela qual os indicadores podem ser incrementados, e λ, que indica o peso de cada empresa na formação da fronteira eficiente para a empresa 0. O escore de eficiência da empresa 0 é dado por $1/z_0$.

O modelo é implementado com o exame de seis indicadores financeiros:

(1) Caixa/Ativo Total

(2) Ativo Circulante/Passivo Circulante

(3) Capital de Giro/Ativo Total

(4) Passivo Exigível a Longo Prazo/Ativo Total

(5) Lucro Líquido/Ativo Total

(6) Vendas/Ativo Total

Esses indicadores refletem, respectivamente: posição de caixa; liquidez; posição de capital de giro; alavancagem; lucratividade; e giro ao ativo. Uma classificação elevada na maioria dos indicadores, as demais sendo constantes, reflete uma posição financeira forte.

O modelo foi aplicado aos dados de 27 setores. Em cada um dos setores havia uma empresa que faliu no período de janeiro de 1985 a dezembro de 1989 e continha dados do ano precedente à falência para a empresa falida e todas as outras empresas no mesmo setor. Os indicadores

que assumiram valores negativos são tratados como produtos fixos, incluindo ao modelo a seguinte restrição associada ao indicador que assumiu valor negativo:

$$\sum_{n=1}^{N} \lambda_n r_{in} \geq r_{i0} \tag{4.14}$$

O modelo foi aplicado a cada setor. Os resultados iniciais mostram que a medida de eficiência é dependente do tamanho da amostra: claramente amostras maiores aumentam a probabilidade de encontrar mais pares eficientes e levam a uma medida de eficiência menor. Cinco empresas falidas foram classificadas como eficientes. Duas empresas falidas julgadas eficientes pertencem a setores com número pequeno de empresas. Para as outras empresas, é necessário examinar as razões de sua eficiência, indicadas pelos pesos atribuídos aos indicadores. Duas das empresas atribuem alto peso a alavancagem. A última empresa tem maior peso no indicador capital de giro.

Para as demais empresas consideradas no estudo, o escore de eficiência variou de 0.14 a 0.96, com mediana de 0.63. A maioria das empresas falidas está na metade inferior dos escores de eficiência entre seus pares. Entretanto, com exceção de apenas dois setores, há empresas sobreviventes com escores de eficiência inferiores às das empresas falidas.

Conclui-se, examinando os resultados, que o indicador de alavancagem é o que mais freqüentemente impede um escore de eficiência menor para as empresas falidas. Assim, esse modelo preliminar sugere que o indicador de alavancagem pode ser uma medida de resultado imprópria, por parecer determinante para o escore de eficiência de um percentual elevado de empresas falidas.

O modelo é reaplicado com a eliminação do indicador de alavancagem. Os escores de eficiência das empresas falidas foram reduzidos, assim como a posição em relação a seus pares no setor. Outra conclusão interessante é a respeito do indicador do capital de giro. Peso zero em uma variável implica folgas diferentes de zero na desigualdade da Formulação 4.3 e indica uma

performance particularmente pobre em um indicador relevante. Os resultados mostram a preponderância de folgas estritamente positivas (pesos zero) no capital de giro entre as empresas falidas, sugerindo que esse é um índice particularmente bom para prever dificuldades financeiras. É também interessante notar que o giro assume posição de determinante principal no escore de eficiência, sendo significante para 20 das 27 empresas.

As conclusões dos autores são de que o modelo descrito no estudo (FERNANDEZ-CASTRO e SMITH, 1994: 247):

> *"é uma solução intermediária entre a simples análise de indicadores e as complexas técnicas de regressão. Oferece a oportunidade de examinar simultaneamente a* performance *em numerosas dimensões sem requerer especificações estatísticas detalhadas. A falta de uma base estatística significa que o usuário deva usar julgamento em selecionar os indicadores adequados, uma vez que não há teste de significância disponível. Entretanto, o modelo pode ser prontamente aplicado utilizando um aplicativo padrão DEA e é simples testar especificações alternativas".*

Os autores afirmam que o modelo pode ser usado para explorar a *performance* de empresas sob eminência de falir, com sucesso moderado em isolar as empresas falidas das sobreviventes e somente se empregado em conjunção com outro instrumento. O modelo oferece ainda consideráveis *insights* sobre *performance* relativa da empresa entre seus pares e sobre os principais determinantes de seu desempenho. Sobretudo pode ser utilizado para definir metas e utilizado como uma ferramenta normativa.

As maiores fraquezas do enfoque, segundo os autores, são sua suscetibilidade aos erros (ou flutuações aleatórias), sua inabilidade para capturar considerações de longo prazo e em fazer julgamentos úteis nas observações não usuais (*outliers)*. Pesquisas futuras podem ser aplicadas aos trabalhos intertemporais mais recentes em DEA para verificar se é possível traçar uma posição relativa da empresa no tempo (FERNANDEZ-CASTRO e SMITH, 1994: 247).

Os pontos fortes do modelo são sua liberdade de suposições sobre a distribuição, sua flexibilidade e sua independência de qualquer tipo forma funcional.

Paul C. SIMAK apresentou sua dissertação *DEA based analysis of corporate failure*, sob supervisão de Joseph PARADI, em 1997, ao *Centre of Management of Technology and Entrepreneurship,* da *Faculty of Applied Sciences and Engineering,* da *University of Toronto.* O autor descreve o objetivo da pesquisa como (SIMAK, 1997: ii):

> *"validar a hipótese de que a DEA pode ser utilizada como uma ferramenta para prever a insolvência corporativa futura. Os modelos DEA são usados para prever a viabilidade financeira das empresas com base no histórico de seus dados financeiros. Os resultados da DEA foram comparados favoravelmente com os obtidos pelo popular modelo* Z Score*, e na maioria dos casos, o modelo selecionado apontou com acurácia empresas que mostravam sinais de dificuldades em até 3 anos antes da falência".*

O modelo *Z Score* foi desenvolvido por ALTMAN em 1968 e é a agregação de cindo indicadores financeiros que tiveram o maior poder preditivo como um grupo. Os indicadores são:

(1) Capital de Giro/Ativo Total

(2) Lucros Retidos/Ativo Total

(3) Lucros antes dos Juros e do Imposto de Renda/Ativo Total

(4) Valor de Mercado do Patrimônio Líquido/Valor Contábil do Passivo Total

(5) Vendas/Ativo Total

O autor classificou os indicadores do modelo *Z Score* entre insumos e resultados, obtendo três modelos DEA, apresentados nas Figuras 4.2 a 4.4.

Figura 4.2 – Modelo original de previsão de falência

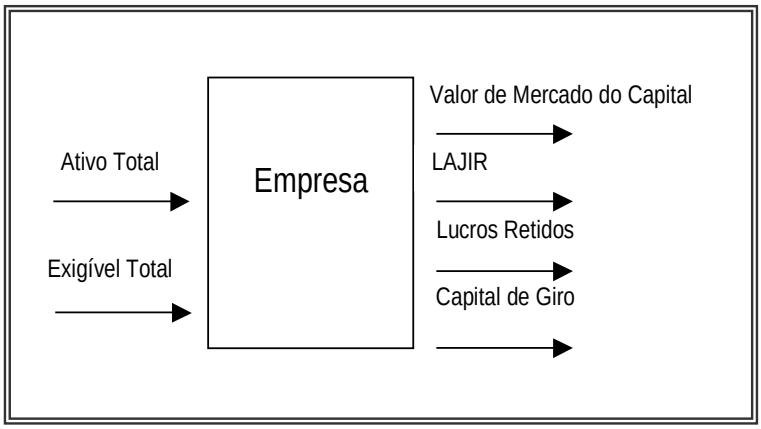


Figura 4.3 – Primeiro modelo revisado de previsão de falência

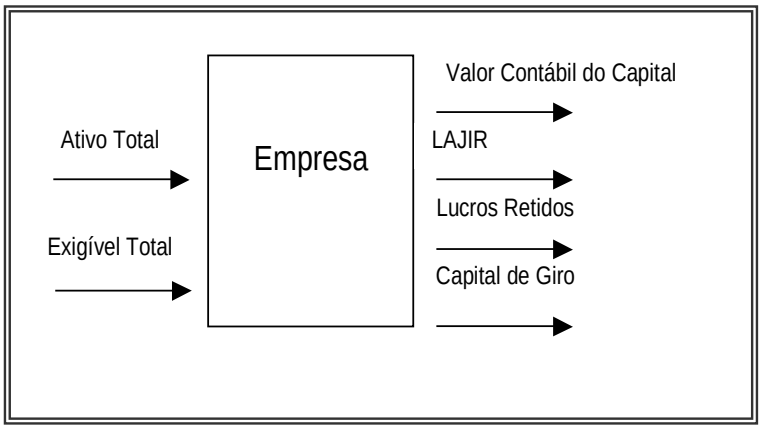
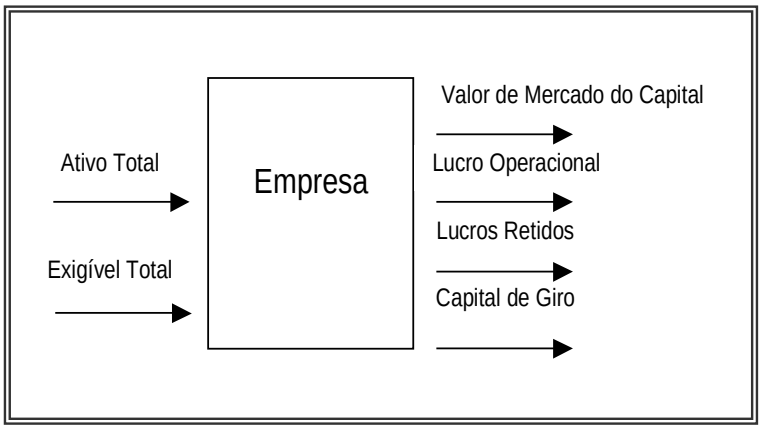


Figura 4.4 – Segundo modelo revisado de previsão de falência



Foi adotado o Modelo BCC com orientação ao insumo, dada a necessidade de efetuar-se uma transformação de escala nas variáveis de resultado para eliminar valores negativos antes de aplicar a DEA. Para as variáveis com valores negativos, foi adicionado o mais negativo entre os valores a todas as DMUs. Esse procedimento resultou, por exemplo, em lucros retidos iguais a zero para a empresa que tinha o menor valor antes da transformação. As variáveis que sofreram a transformação de escala foram: Capital de Giro; Vendas Líquidas; LAJIR; Lucros Retidos; Valor contábil do Patrimônio Líquido; Lucro Operacional.

A formulação para o Modelo Original é dada pelas equações de 4.15 a 4.18:

$$Maximizar\ w_0 = \mu_1 y_{10} + \mu_2 y_{20} + \mu_3 y_{30} + \mu_4 y_{40} + u_0, \quad (4.15)$$

sujeito a

$$v_1 x_{10} + v_2 x_{20} = 1 \quad (4.16)$$

$$\mu_1 y_{1j} + \mu_2 y_{2j} + \mu_3 y_{3j} + \mu_4 y_{4j} - v_1 x_{1j} - v_2 x_{2j} \leq 0 \quad (4.17)$$

$$\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, v_1, v_2 \geq 0 \quad (4.18)$$

$$j = 1, \ldots, número\ de\ empresas\ sob\ análise$$

<u>*Onde:*</u>

w_o = escore de eficiência da empresa sendo avaliada

u_0 = retornos de escala

x_1 = Ativo Total

x_2 = Exigível Total

y_1 = Valor de Mercado do Capital

y_2 = LAJIR

y_3 = Lucros Retidos

y_4 = Capital de giro

μ_1, μ_2, μ_3, μ_4 = pesos para os resultados da empresa sendo avaliada

v_1, v_2 = pesos para os insumos da empresa sendo avaliada

Para os demais modelos, é necessário apenas efetuar-se a substituição de variáveis conforme proposto no modelo. Resolvendo o

programa linear para cada uma das empresas, os escores de eficiência obtidos podem ser utilizados para classificar as empresas entre falidas ou não.

A lista de empresas falidas foi obtida da *New Generation Research Inc.*, uma empresa nos Estados Unidos que lida com informações sobre empresas falidas, para o período de 1991 a 1995. O grupo de controle foi selecionado do Compact D_{SEC}CD, preparado pela *Disclosure Inc.*, assegurando que cada empresa falida tivesse um par que operasse no mesmo setor e com um montante similar de ativo total. Assim foi criada uma base de dados com 43 empresas falidas e seus pares, com três períodos consecutivos, de janeiro de 1993 a dezembro de 1995. As empresas foram agrupadas de acordo com a data de sua falência em: empresas a falir em 1 ano; empresas a falir em 2 anos; e empresas a falir em 3 anos. A Tabela 4.3 mostra o número de empresas em cada período, considerando a restrição de incluir o valor contábil (Primeiro Modelo Revisado) ou o valor de mercado do capital (demais modelos). Percebe-se que, em função de o valor de mercado só estar disponível para companhias abertas, há uma diminuição no número de empresas entre as amostras. O decréscimo de empresas entre períodos é devido ao fato de as empresas que faliram em determinado período não comporem a amostra do período subseqüente. Assim, o último período alcança 31 e 22 empresas, respectivamente, número ainda adequado para modelo com seis variáveis de insumos e recursos.

Tabela 4.5 – Número de Empresas para cada período – Valor Contábil x Valor de Mercado do Capital

	Número de Empresas	
	Valor Contábil	**Valor de Mercado**
Três anos da falência	86	64
Dois anos da falência	73	60
Um ano da falência	31	22

Os modelos foram gerados e os resultados analisados considerando um ponto de corte determinado pela otimização da classificação correta entre empresas falidas e não falidas para os dados do ano de 1993, em cada um dos três modelos. Os pontos de corte obtidos foram de 0.66, 0.64 e 0.66, respectivamente. Assim, para o modelo original, empresas com escore de

eficiência abaixo de 0.66 foram classificadas como falidas. E acima deste ponto, como não falidas.

Os resultados foram discutidos e comparados ao modelo *Z Score*, somadas as classificações para os três anos, conforme a Tabela 4.6:

Tabela 4.6 – Comparação entre os Modelos

	Classificações	
	Corretas	**Incorretas**
Modelo Z Score	59%	41%
Modelo Z' Score	54%	46%
DEA Original	63%	37%
Primeiro DEA Revisado	65%	35%
Segundo DEA Revisado	63%	37%

A conclusão é de que (SIMAK, 1997: 96):

> *"nossos resultados demonstraram o poder discriminatório da Análise por Envoltória de Dados e mostraram sinais muito promissores de ser capaz de classificar entre empresas falidas e não falidas. O desenvolvimento de modelos DEA melhores é requerido para aperfeiçoar a acurácia da classificação, e mesmo que não prove ser uma ferramenta de previsão de falência extremamente exata por si só, será útil em adição às ferramentas existentes para os analistas financeiros".*

Em 2000, Paul C. SIMAK apresentou sua tese de doutorado *Inverse and Negative DEA and their application to credit risk evaluation*, com orientação de Joseph PARADI. O autor resume o objetivo da tese (SIMAK, 2000: ii):

> *"desenvolver uma metodologia utilizando as propriedades da Análise por Envoltória de Dados que forneça uma medida exata da avaliação do risco de crédito das empresas.*
>
> *(...)*
>
> *Esta tese introduz o conceito da DEA Negativa, um enfoque que identifica os piores desempenhos posicionando-os na ou próximo à fronteira. O relacionamento entre DEA Normal, Inversa e Negativa foi investigado e foi descoberto que o uso combinado de todos os três modelos pode aumentar a eficiência do processo de previsão de falência".*

O estudo considerou empresas industriais, com ativos entre $ 500M e $ 10M, para os anos de 1996 e 1997. As empresas falidas foram selecionadas do relatório *New Generation Research, Inc.* As empresas do grupo de controle obedeceram aos critérios de operar no setor industrial, possuir ativos entre $ 500M e $ 10M e não ter falido até 1998. O autor alerta que "*não são*

necessariamente boas empresas, mas pelo menos saudáveis o suficiente para não terem falido naquele período. Algumas podem estar em condições financeiras fracas, e podem falir na continuidade, então foi considerado que a distribuição dos escores de eficiência é normal" (SIMAK, 2000: 44).

As empresas falidas foram combinadas com empresas saudáveis diferentes para cada ano, de forma que um conjunto de dados fosse utilizado para testar e otimizar o método, enquanto o segundo pudesse ser usado como um grupo de controle para calcular a correção das classificações. Três anos de informações contábeis foram coletados para todas as empresas selecionadas, para testar a capacidade de previsão do modelo em um, dois e três anos antes da falência. A base de informação foi o Compact Disclosure CDs *Corporate Information on Public Companies Filing with the SEC*, para 1995, 1996 e 1997. Para tratamento dos dados foram utilizados os programas Microsoft Access®, Microsoft Excel® e ProDEA. As amostras formadas estão resumidas na Tabela 4.7.

Tabela 4.7 – Amostra – falidas e não falidas

	Número de Empresas	
	Falidas	**Não Falidas**
Falidas em 1996	19	161
Falidas em 1997	11	115

As variáveis utilizadas nos modelos DEA foram:

(1) Ativo Total

(2) Despesas de Juros

(3) Exigível Total

(4) Ativo Circulante

(5) Passivo Circulante

(6) Capital de Giro

(7) Lucros antes dos juros, impostos, depreciação e amortização (LAJIDA)

(8) Lucros Retidos

(9) Valor contábil do Patrimônio Líquido

(10) Fluxo de Caixa das Operações

(11) Estabilidade dos Lucros (desvio-padrão dos últimos cinco anos do LAJIDA)

(12) Valor de mercado do Patrimônio Líquido

Foi utilizado o procedimento de transformação de escala para os *outputs* que assumiram valores negativos, adicionando-se o menor observado mais um para todas as empresas da amostra. As variáveis que sofreram a transformação foram: Capital de Giro, LAJIDA, Lucros Retidos, Valor contábil do PL, Fluxo de Caixa das Operações.

Para definir as variáveis que comporiam os modelos, o autor utilizou estudos acadêmicos, entrevistas com especialistas em concessão de crédito e análise de correlação dos dados. Casos específicos de falência foram examinados para investigar as verdadeiras causas da bancarrota e identificar os fatores de ocorrência mais freqüentes.

São apresentados os modelos DEA Normal, Negativo e Inverso. As diferenças entre os modelos são ressaltadas. Para o modelo DEA Negativo as variáveis devem ser selecionadas de forma que as empresas falidas pareçam mais eficientes quanto possível. Um exemplo é mostrado na Figura 4.5.

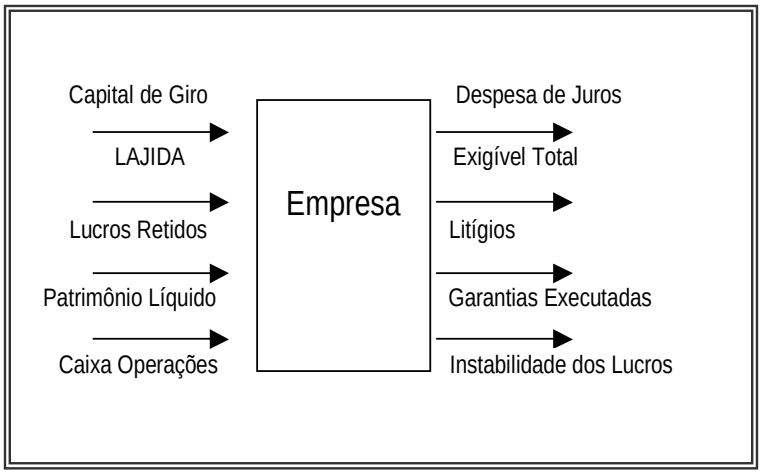


Figura 4.5 – Modelo DEA Negativo para empresas falidas

> *"As empresas que comporão a fronteira serão aquelas que tiverem os menores lucros, o menor montante de caixa para fazer frente as obrigações e o menor valor, tendo igualmente o maior nível de alavancagem, despesas de juros ou garantias executadas, se aplicável. É importante notar que as variáveis utilizadas nos modelos DEA Normal e Negativo não serão necessariamente as mesmas, apesar de as mesmas variáveis poderem aparecer como* outputs *no modelo DEA Normal e como* inputs *no modelo DEA Negativo. Contrariamente,* inputs *para o modelo DEA Normal podem ser* outputs *para o modelo DEA Negativo, mas os analistas não estão restritos a simplesmente inverter* inputs *e* outputs*. Sem dúvida, a idéia aqui é descobrir fatores que, por sua natureza, poderiam ser incluídos em um estudo DEA Normal onde os 'vencedores' são procurados"* (SIMAK, 2000: 55).

A Figura 4.6 demonstra as afirmações do autor. Os modelos podem ser utilizados conjuntamente, para auxiliar no processo de avaliação de crédito. Podem, ainda, ser aplicados a um conjunto de dados e os dois escores de eficiência usados para a análise de risco de crédito. Ou o modelo DEA Normal pode ser aplicado inicialmente aos dados e então os resultados serem utilizados para selecionar o subconjunto que tenha o menor escore de eficiência. Segue-se a aplicação do modelo DEA Negativo para apontar as piores empresas entre as ruins. As empresas selecionadas após os dois estágios devem ser cuidadosamente examinadas pelos analistas de crédito (SIMAK, 2000: 56).

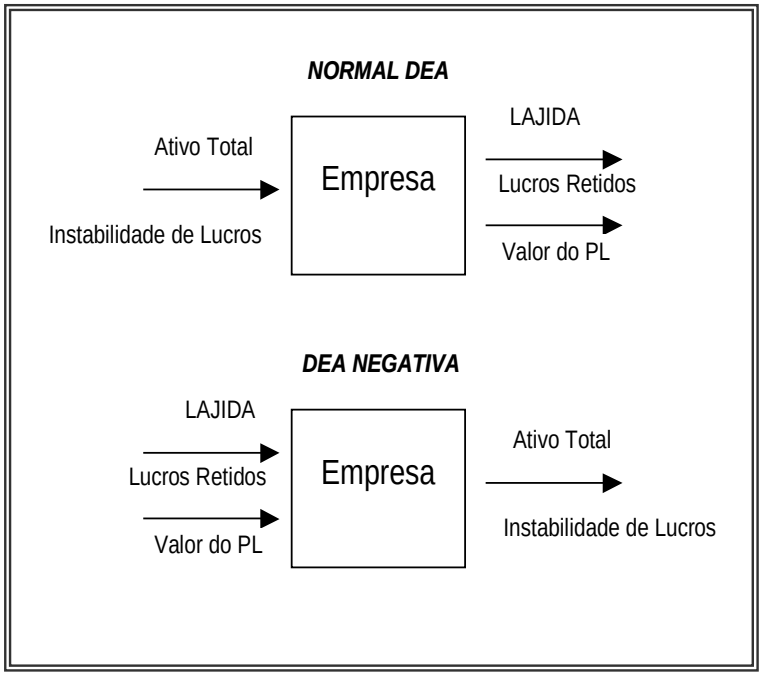


Figura 4.6 – Comparativo Modelos DEA Normal e Negativo

O conceito de DEA Inverso não se confunde com o modelo DEA Negativo, pois *"o DEA Inverso envolve trocar das variáveis de* inputs *e de* outputs *de qualquer modelo e aplicar a análise DEA usando a projeção de orientação apropriada"* (SIMAK, 2000: 62). É importante ressaltar que há a mudança de orientação entre os modelos DEA Normal e Inverso. Assim, se for utilizado o Modelo DEA – BCC com orientação ao insumo para o DEA Normal, será aplicado o Modelo DEA – BCC com orientação ao produto para o DEA Inverso. Assim, o DEA Inverso não deve ser confundido com o DEA Negativo, que é uma forma normal de análise DEA, com as variáveis selecionadas de forma a posicionar as empresas ineficientes na fronteira empírica.

O autor construiu modelos DEA Normais e Negativos para a primeira amostra, com 19 empresas falidas e 161 empresas saudáveis do ano de 1996. Os modelos estão resumidos na Tabela 4.8, que relaciona ainda os escores médios de eficiência de cada modelo.

Tabela 4.8 – Escores médios de eficiência – falidas e não falidas

Modelo	Input	Output	Escore médio de eficiência					
			1 ano		2 anos		3 anos	
			Falidas	Sadias	Falidas	Sadias	Falidas	Sadias
Normal 1	TA J	LR CG L FC	0.21	0.62	0.45	0.63	0.57	0.66
Normal 2	TA EL	LR L	0.06	0.43	0.28	0.44	0.27	0.43
Normal 3	TA	LR L FC	0.07	0.39	0.22	0.41	0.37	0.42
Normal 4	TA TE	LR CG L PL	0.32	0.69	0.56	0.66	0.60	0.71
Normal 5	J EL	LR CG L FC	0.07	0.31	0.23	0.32	0.32	0.39
Neg. 1	LR L FC	TA J L	18.0	67.5	35.6	37.0	18.9	42.3
Neg. 2	CG FC	J L	20.1	103.9	43.0	55.9	30.1	70.7
Neg. 3	TA CG FC	J L	5.7	22.0	3.0	7.1	3.5	7.0
Neg. 4	AC LR L FC	TA J EL PC	1.48	2.99	1.54	2.41	1.51	2.23

Nota: TA-Ativo Total; J-Despesa de Juros; LR-Lucros Retidos; CG-Capital de Giro; L-LAJIDA; FC-Fluxo de Caixa das Operações; EL-Desvio-padrão dos Lucros; TE-Exigível Total; PC-Passivo Circulante; AC-Ativo Circulante; PL-Valor contábil do Patrimônio Líquido

Os modelos normais são orientados ao insumo, e os modelos negativos, orientados ao produto. Dessa forma, as empresas ineficientes nos modelos negativos têm escore acima de 1, o que afeta os escores médios das empresas sadias.

São montados gráficos cruzando os escores de eficiência do modelo DEA Normal e o inverso dos escores de eficiência do modelo DEA Negativo. Os gráficos são divididos em quatro regiões definidas, como: *Alto Risco* (alto escore de eficiência negativa e baixo escore de eficiência normal); *Questionável* (baixo escore de eficiência negativa e baixo escore de eficiência normal); *Região Segura* (baixo escore de eficiência negativa e alto escore de eficiência normal); *Outliers* (alto escore de eficiência negativa e alto escore de eficiência normal).

Outra forma apresentada de combinar os resultados dos modelos DEA Normal e Negativo de análise é por meio de dois estágios: o primeiro passo seria aplicar o modelo Normal para todas as empresas com uma seleção baseada em um ponto de corte; as empresas remanescentes seriam avaliadas pelo modelo Negativo. As etapas podem ser invertidas, com o modelo DEA Negativo sendo aplicado inicialmente. *"Qualquer dos três enfoques pode ser utilizado, os resultados sendo muito similares e corretos"* (SIMAK, 2000: 80-1).

São apresentadas ainda, como ferramentas de análise dos resultados dos modelos, as curvas de teste (*power curve tests*). São traçadas curvas com o poder discriminatório da análise, considerando diversos pontos de corte. O poder discriminatório é medido pela percentagem de exclusões de empresas, entre falidas e o total de empresas da amostra, considerando aquele ponto de corte. Assim, se o modelo em determinado ponto excluir 25% das empresas falidas e 25% das empresas da amostra, não tem poder discriminatório. Se isso ocorrer em todos os pontos, o resultado será uma reta. Assim, na amostra de 160 empresas sadias e 25 empresas falidas, se o modelo excluir 20% do total de empresas, seria esperada uma exclusão de 30% a 40% das empresas falidas. Portanto, quanto melhor o modelo, maior a percentagem de empresas falidas excluídas para determinado nível de eliminação do total da amostra. As curvas são traçadas considerando a percentagem de exclusão em diversos pontos de corte, variando entre 0 e 1. O autor apresenta os resultados da comparação, utilizando as curvas de teste, dos diversos modelos DEA desenvolvidos e dos resultados obtidos aplicando-se os modelo Z Score e Z' Score de Altman e o modelo de Shumway.[32] Os modelos que tiveram melhor *performance* foram os DEA Normais 1, 2 e 3 e os DEA Negativos 3 e 4. A maioria dos modelos DEA Negativos não obtiveram resultados tão bons quanto os modelos DEA Normais. Os modelos DEA Normais superaram os modelos Z *Score e* Shumway.

Para analisar a validade da inclusão do valor de mercado nas análises DEA foi desenvolvido o Modelo DEA 6 com Ativo Total, Despesa de Juros e Estabilidade dos Lucros, como *inputs*, e Capital de Giro, Lucros Retidos, LAJIDA, Fluxo de Caixa das Operações e Valor de mercado da empresa, como *outputs*. Os resultados mostraram que, se a informação de mercado

---

[32] O modelo de Shumway utiliza uma metodologia com base no modelo Logit e é mais recente (1998), porém menos conhecido do que o modelo de Altman, baseado em análise discriminante. Existe na literatura uma discussão sobre o aspecto temporal nos modelos de previsão de insolvência. No entanto, o modelo de Altman, desenvolvido em 1968, tem sido utilizado em diversos estudos como comparativo, e tem mantido seu poder discriminatório. Não é objetivo do presente trabalho analisar esse aspecto.

estiver disponível, deve ser incluída. É feito o alerta, no entanto, de que as flutuações dos preços de mercado podem não ser derivadas da percepção do mercado sobre mudanças no potencial de lucros e na probabilidade de falência da empresa.

Outra forma de comparar os modelos é por meio de histogramas dos escores de eficiência de cada modelo, considerando empresas falidas e sadias. Novamente, são examinados a forma e o poder discriminatório de cada modelo. Para modelos com escores de eficiência concentrados nos níveis mais baixos, e portanto com pouco poder discriminatório, o autor propõe remoções sucessivas das empresas eficientes e reaplicação do modelo. O procedimento pode ser repetido até obter-se uma distribuição com maior poder discriminatório. Os histogramas podem ainda auxiliar na determinação dos pontos de cortes para análise. Os gráficos dos modelos DEA Negativos têm distribuição diferente, concentrando-se nos escores mais altos do espectro.

O autor analisa ainda a determinação ótima de pontos de corte, para cada modelo. E agrega a análise os custos dos erros de classificação, seja de conceder um empréstimo a uma empresa que se torne insolvente (C_1), ou negar empréstimo a uma empresa sadia (C_2). No primeiro caso, é o percentual de empréstimo não recuperado. No segundo caso, considera-se o custo de oportunidade entre a remuneração do empréstimo negado e a remuneração do investimento livre de risco. As classificações corretas de cada modelo são apresentadas na Tabela 4.9, considerando C_1 = 0.60 e C_2 = 0.03.

Tabela 4.9 – Classificações corretas (considerando C_1 = 0.60 e C_2 = 0.03)

Modelo	Ponto de Corte	Classificação Correta			
		1995		1996	
		Falidas	Sadias	Falidas	Sadias
Normal 1	0.46	90%	73%	83%	74%
Normal 2	0.25	100%	64%	91%	66%
Normal 4	0.52	90%	80%	82%	75%
Normal 5	0.07	100%	78%	100%	80%
Neg. 3	10	84%	66%	100%	38%
Neg. 4	2.88	100%	58%	82%	40%

Percebe-se que os modelos DEA Negativos têm maior exatidão na classificação entre empresas falidas, mas menor exatidão entre as sadias. A efetividade dos Modelos DEA Negativos depende enormemente da inclusão de variáveis que não são utilizadas nos modelos normais e nem sempre estão prontamente disponíveis: mau atendimento aos consumidores, greves e problemas trabalhistas, saída de executivos-chave, perda de grandes contratos, problemas pessoais dos donos, falências de clientes, ações e litígios, execução de garantias e *recalls.*

O nível de classificações corretas e os pontos de corte se mostraram bastante sensíveis aos valores de C_1 e C_2, como mostra a Tabela 4.10 que apresenta os resultados para $C_1 = 0.50$ e $C_2 = 0.10$.

Tabela 4.10 – Classificações corretas (considerando $C_1 = 0.50$ e $C_2 = 0.10$)

Modelo	Ponto de Corte	Classificação Correta			
		1995		1996	
		Falidas	Sadias	Falidas	Sadias
Normal 1	0.31	84%	88%	64%	87%
Normal 2	0.19	94%	80%	91%	73%
Normal 4	0.52	90%	80%	82%	75%
Normal 5	0.05	89%	89%	91%	87%
Neg. 3	3.1	58%	93%	81%	82%
Neg. 4	1.82	79%	91%	55%	69%

Finalmente, o autor apresentou a Técnica das Camadas. As principais críticas com relação aos pontos de corte são de que são específicos para as amostras consideradas e desatualizam-se rapidamente. O desenvolvimento de Modelos DEA Negativos possibilita a utilização de um enfoque alternativo que não está sujeito a essas críticas. Com base no fato de que as piores empresas formarão a fronteira empírica, a técnica das camadas pode ser utilizada: removem-se todas as empresas com escore igual à unidade da análise e reaplica-se o modelo para as empresas restantes, obtendo-se nova fronteira. A cada etapa é avaliado o percentual de empresas falidas que compõem a fronteira. Os resultados obtidos do Modelo Negativo 1 (com dados de 1995) utilizando essa técnica são encorajadores, segundo o autor.

Tabela 4.11 – Modelo Negativo 1 – resultados com a técnica das camadas

Período	Número de Empresas	Empresas que compõem a Fronteira				
		Camada 1	Camada 2	Camada 3	Camada 4	Total
1 ano antes	22 F e 156 S	5 F e 1 S	5 F e 5 S	3 F e 13 S	3 F e 18 S	16 F e 37 S
2 anos antes	25 F e 160 S	5 F e 1 S	4 F e 8 S	7 F e 21 S	2 F e 21 S	18 F e 51 S
3 anos antes	25 F e 160 S	5 F e 0 S	4 F e 14 S	4 F e 19 S	4 F e 23 S	17 F e 56 S
Nota: F-Falida e S-Sadia.						

Os resultados com o Modelo Negativo 4, com dados do ano de 1996, são apresentados na Tabela 4.12.

Tabela 4.12 – Modelo Negativo 4 – resultados com a técnica das camadas

Período	Número de Empresas	Empresas que compõem a Fronteira				
		Camada 1	Camada 2	Camada 3	Camada 4	Total
1 ano antes	11 F e 161 S	4 F e 1 S	2 F e 1 S	1 F e 18 S	1 F e 21 S	8 F e 41 S
2 anos antes	11 F e 161 S	4 F e 7 S	3 F e 18 S	2 F e 13 S	1 F e 33 S	10 F e 71 S
3 anos antes	11 F e 161 S	3 F e 8 S	3 F e 15 S	2 F e 22 S	1 F e 27 S	9 F e 72 S
Nota: F-Falida e S-Sadia.						

Permanece a questão de saber qual o número ideal de camadas a serem removidas. O autor afirma que a resposta depende do modelo que é usado e do número de empresas falidas na análise. Em uma situação real, não há um número predeterminado de falências no conjunto de dados, e a empresa estará classificada em determinada camada da análise. No entanto, com base nos resultados do Modelo 4, se a companhia estiver em uma das três primeiras camadas, é sinal de um nível de risco de crédito relativamente alto. Utilizando o Modelo 1, o intervalo de risco deve-se estender até a quarta camada. Outra vantagem do método é que não está sujeito a aspectos de especificidades da amostra como outros enfoques.

O autor conclui (SIMAK, 2000: 117):

> *"Em resumo, foi confirmado de que a metodologia DEA pode ser utilizada com sucesso no processo de avaliação do risco de crédito. Não deve ser usada como uma ferramenta única para esse objetivo, mas pode oferecer valiosos* insights *para o analista que enfrenta uma decisão de concessão de crédito."*

4.2.3 RESUMO E CONCLUSÕES

Para concluir, o Quadro 4.2 apresenta um resumo dos estudos de DEA utilizando indicadores contábeis e financeiros no exterior.

Quadro 4.2 – Resumo dos estudos utilizando DEA no exterior

Autor	*Técnicas*	*Amostra*	*Agrupamento*	*Produtos*	*Insumos*
Berger e Humphrey (1997)	Análise de Fronteira Eficiência Inst. Finan.	130 Estudos	-	-	-
Yunos e Hawdon (1997)	DEA	Empresas de Energia Elétrica	27 países em 1987 3 empresas Entre 1975-90	Energia Bruta produzida	Capacidade instalada Mão-de-obra Perdas totais Fator de capacidade (ou Eficiência Térmica)
Soteriou e Zenios (1999)	DEA	67 Agências Bancárias	Pequena urbana Média urbana	Contas em M/E Transações entre agência C. Correntes/Poupanças Operações de crédito Novos financiamentos Renovações	Espaço físico Gastos com pessoal Custos de transações eletrônicas
Shafer e Byrd (1999)	DEA	208 grandes empresas em TI	-	Crescimento Vendas Crescimento Lucros	% SI em Vendas % Processamento Vendas % Gastos Treinamento TI
Zhu (2000)	DEA	364 Empresas da Fortune 500 em 1995	Mercado	EVA TRI LPA	Receitas Vendas
			Lucratividade	Receitas Vendas	Funcionários Ativos Patrimônio
			Performance global	EVA TRI LPA	Funcionários Ativos Patrimônio
Smith (1990)	DEA Indicadores contábeis	47 setor farmacêu- tico	-	Lucro Juros Impostos	Patrimônio Líquido médio Passivo
Fernandez-Castro e Smith (1994)	DEA Indicadores contábeis	27 setores 1.423 empre- sas	Setorial	Caixa/Ativo Total A. Circulante/P. Circulante CCL/Ativo Total P. Exig. L. P./Ativo Total Lucro Líquido/Ativo Total Vendas/Ativo Total	-
Simak (1997)	DEA Modelo Z Score Indicadores contábeis	86 e 64 empresas falidas e não falidas	1 ano 2 anos 3 anos antes da falência	Valor Mercado Capital Valor Contábil Capital LAJIR Lucro Operacional Lucros Retidos Capital de Giro	Ativo Total Exigível Total

Autor	*Técnicas*	*Amostra*	*Agrupamento*	*Produtos*	*Insumos*
Simak (2000)	DEA Normal	11 F e 115 S	1 ano	Lucros Retidos	Ativo Total
		1997	2 anos	Capital de Giro	Despesa de Juros
		19 F e 161 S	3 anos	LAJIDA	Estabilidade dos Lucros
		1996	da falência	Fluxo de Caixa Operações	Exigível Total
				Valor contábil do PL	
	DEA Negativa			Ativo Total	Lucros Retidos
				Despesa de Juros	Capital de Giro
				Estabilidade dos Lucros	LAJIDA
				Exigível Total	Fluxo de Caixa Operações
					Ativo Total
					Ativo Circulante

A apresentação das principais conclusões dos estudos pesquisados objetiva consolidar a compreensão das possibilidades de utilização, vantagens e limitações da Análise Envoltória de Dados em Contabilidade e Finanças e em Análise de Balanços, para permitir a construção do modelo para aplicação em um estudo de caso, objeto do próximo capítulo.

CAPÍTULO 5

APRESENTAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA ATRAVÉS DA APLICAÇÃO AO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA

5.1 APLICAÇÃO DE ANÁLISE POR ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA) EM ANÁLISE DE BALANÇOS

Embora bastante difundida no exterior, onde mais de 400 trabalhos foram publicados no período de 1978 e 1992, poucos estudos trataram especificamente da utilização da DEA em análise de balanços.

O estudo de SMITH (1990) é uma das poucas referências no assunto. Outro artigo foi apresentado por FERNANDEZ-CASTRO e SMITH (1994) na busca de um modelo não paramétrico de desempenho corporativo.

Os estudos citados revelam algumas das principais dificuldades da utilização da DEA em análise de balanços:

- determinar os insumos e produtos que devem ser selecionados para inclusão no modelo;
- decidir se os *outliers* oferecem representação genuína de uma tecnologia possível;
- lidar com um pequeno número de observações;
- fazer julgamentos sobre empresas que empregam uma combinação de insumos ou produtos pouco usual, que exige uma análise cuidadosa de resultados para determinar se um alto escore de eficiência advém de eficiência genuína ou da ausência de competidores comparáveis.

Outra dificuldade de aplicação da Análise por Envoltória de Dados em análise de balanços advém da impossibilidade de utilizar valores negativos. Alguns dos mais tradicionais indicadores contábeis assumem valores negativos. É o caso do resultado, que pode ser lucro (positivo) ou prejuízo

(negativo). As medidas de retorno sobre patrimônio líquido e sobre ativo são igualmente derivadas do resultado e podem, portanto, assumir valores negativos.

Alguns autores propõem formas de superar essa limitação. Se o número de unidades sob avaliação é grande, pode-se avaliar a possibilidade de simples exclusão das unidades que tenham valores negativos em recursos e produtos.

Outra forma de superar o problema da utilização de valores negativos apóia-se na propriedade de alguns modelos DEA chamada de *translation invariance* (ALI e SEIFORD, 1990; PASTOR, 1996; LOVELL e PASTOR, 1995). Essa propriedade faz com que a solução do modelo não seja afetada por uma conversão (ou transformação) dos valores negativos em positivos. Assim, os escores de eficiência são mantidos, em alguns casos, ou a classificação em unidades eficientes e ineficientes é mantida, em outros casos.

A inclusão de variáveis com valores negativos na DEA foi primeiro tratada no artigo *Translation Invariance in Data Envelopment Analysis* de ALI e SEIFORD (1990). Os Modelos Aditivo e BCC são apresentados como portadores da propriedade que permitiria a tradução de valores negativos para variáveis, através da soma de uma constante, ressaltando-se que para o segundo *"os escores de eficiência (valores da função objetivo) para as DMUs ineficientes serão diferentes quando os dados forem traduzidos"* (ALI e SEIFORD, 1990: 405).

Em 1996, PASTOR apresentou um adendo às conclusões anteriores de ALI e SEIFORD, provando que para o Modelo BCC a propriedade é limitada: quando se considera o modelo com orientação para o insumo, a tradução somente pode ser aplicada aos produtos; e no modelo com orientação para o produto, pode-se aplicar a transformação aos insumos.

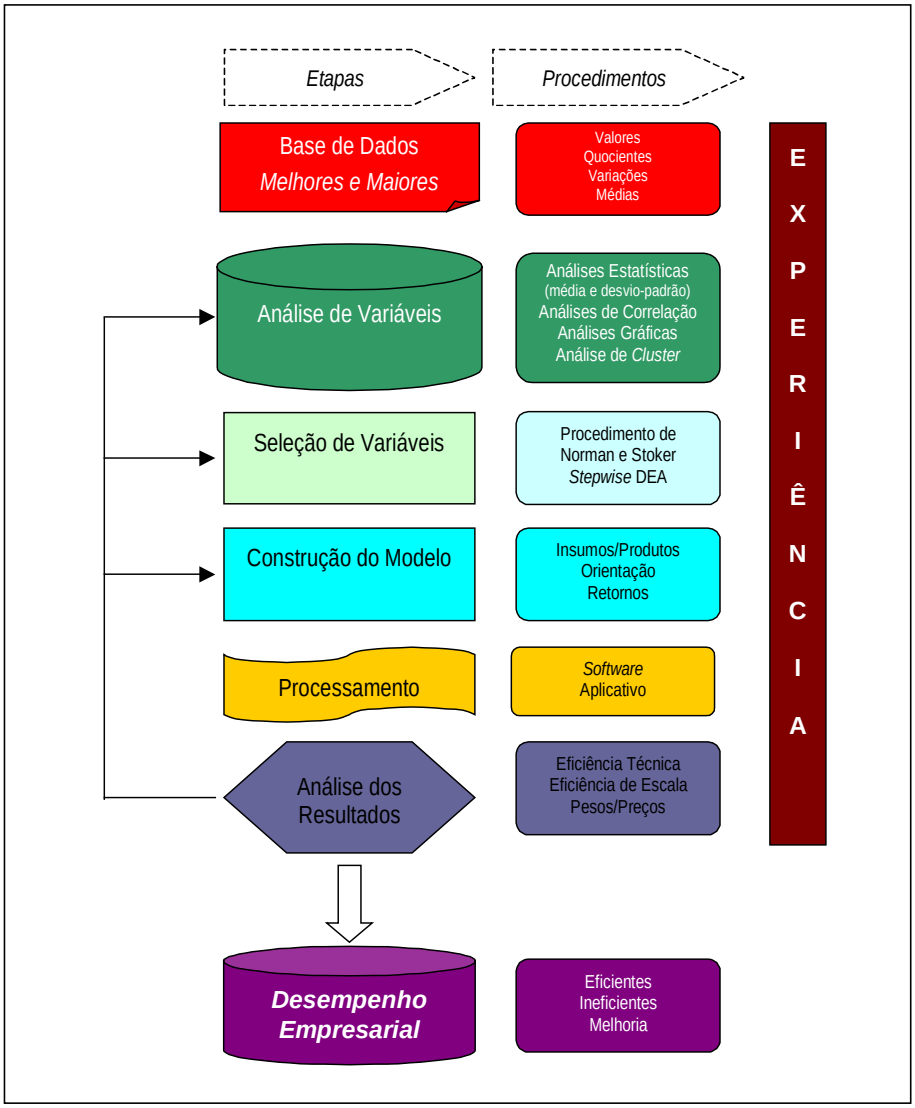
A proposta do presente estudo é apresentar uma contribuição à utilização de Análise por Envoltória de Dados em análise de balanços, propondo um modelo e explorando-o detalhadamente através de um estudo

de caso do setor energético brasileiro. A contribuição estará calcada na revisão bibliográfica efetuada, reunindo as propostas de diversos autores que se aplicam à análise de balanços.

5.2 METODOLOGIA PROPOSTA

A metodologia de Análise Estruturada de Balanços – DEA que está sendo proposta no presente estudo pode ser dividida em algumas etapas e procedimentos relevantes, como demonstra a Figura 5.1.

Figura 5.1 – Metodologia proposta de análise estruturada de balanços – DEA



O processo inicia-se com o *Levantamento das Informações*, que podem ser valores (Ativo, Patrimônio, Número de funcionários) ou quocientes. Diversos autores apontam a vantagem dos quocientes por serem normalizados e não sofrerem influência do porte. Há a possibilidade ainda de considerar variações percentuais entre valores e média de períodos. É importante ressaltar que os modelos DEA são invariantes à escala, podendo incluir indicadores de diferentes medidas de mensuração. Os indicadores devem, no entanto, manter valores positivos e apenas alguns modelos permitem o ajuste para transformar as variáveis negativas em positivas, sem alteração dos escores de eficiência.

Na etapa de *Análise de Variáveis*, propõe-se a utilização de análises estatísticas, análises gráficas, análise de correlação e Análise de *Cluster*. Essa proposta é ratificada por várias indicações da literatura. As análises estatísticas servirão para expandir o conhecimento do pesquisador sobre os indicadores. É importante verificar o nível de dispersão em torno da média para atestar a qualidade do indicador como discriminador da atuação das empresas consideradas. A existência de *outliers* deve ser cuidadosamente examinada e seu tratamento definido, sendo necessária às vezes sua exclusão. A exclusão de *outliers* é justificada na literatura se for verificado que não representam uma opção de atuação factível para as demais empresas sob análise. A tendência é que os *outliers* posicionem-se na fronteira de eficiência, se positivos, causando impacto na avaliação das demais unidades.

A análise de correlação tem o objetivo de investigar relações de causalidade, que determinam insumos e produtos, ou a existência de informações redundantes. Como a análise DEA é afetada pelo número de variáveis do modelo, é extremamente relevante para a qualidade dos resultados que os indicadores sejam em número suficiente. Ficou comprovado em diversos estudos que quanto maior o número de variáveis do modelo, maior a possibilidade de uma unidade alcançar a fronteira de eficiência relativa. Isso se explica pela expansão das possibilidades de combinações que permitem a maximização da eficiência. Outra indicação constante na literatura é que o número de unidades avaliadas seja, no

mínimo, duas vezes a soma do número de insumos e produtos que compõem o modelo (FITZSIMMONS e FITZSIMMONS, 2000: 402).

Para definir o conjunto de DMUs que comporão a análise, será utilizada a Análise de *Cluster.* Conforme diversas indicações na literatura, as unidades sob exame devem ser homogêneas (GOLANY e ROLL, 1998: 239), ou seja: executam os mesmos processos, com objetivos semelhantes; estão sujeitas às mesmas condições de mercado; utilizam os mesmos *inputs* e *outputs*, exceto por variações de intensidade ou magnitude.

Através das análises gráficas, será explorado o relacionamento entre as variáveis para determinar a presença de retornos constantes ou variáveis à escala.

A *Seleção de Variáveis* será feita com a utilização de técnicas estatísticas: procedimento de NORMAN e STOKER (1991) e *Stepwise DEA* (KITTELSEN, 1993). As técnicas, aliadas à experiência do pesquisador, permitirão a seleção dos insumos e produtos a compor o modelo. Vale registrar um comentário a respeito do período de estudo. Na revisão da literatura sobre DEA percebem-se muitas variações. As unidades sob avaliação podem ser consideradas para apenas um ano ou período. No caso de considerar vários anos ou períodos, podem-se: (1) calcular a média das variáveis, como no estudo de SHAFER e BYRD (1999) a respeito do investimento de grandes empresas em Tecnologia da Informação; (2) tratar as unidades em cada ano como unidades “virtuais”, a exemplo do estudo de YUNOS e HAWDON (1997) sobre as empresas de energia elétrica da Malásia; ou, ainda, (3) considerar o conjunto completo de dados, entrando com a empresa em cada ano como se fosse uma empresa diferente e multiplicando, portanto, a base de dados; vide o estudo de MIGON (2000) sobre as empresas de transporte aéreo.

A *Construção do Modelo* considera as características do relacionamento entre as variáveis apontadas pelas etapas anteriores e os objetivos da análise. Para a construção do modelo, além da definição de insumos e produtos, deve ser determinada a orientação, maximização de

produtos ou minimização de insumos, e se os retornos de escala são constantes ou variáveis. Em algumas ocasiões, não é possível minimizar a alocação de recursos. Assim, o modelo necessariamente considerará orientação ao *output*. É o caso do estudo de BELLONI (2000) sobre as universidades federais, no qual não havia sentido minimizar recursos como *número de professores* ou *número de artigos publicados*, mas estudar a melhor alocação possível de recursos, em prol da maximização de resultados. A definição do modelo e de sua orientação também pode ser influenciada pela necessidade de efetuar transformação de escala em *inputs* ou *outputs*, como nos estudos de SIMAK (1997), SIMAK (2000) e SHAFER e BYRD (1999).

Após o *Processamento do Modelo*, faz-se a *Análise dos Resultados*. As empresas eficientes são determinadas, e estudada sua importância na formação do grupo de referência. Para as empresas ineficientes, são avaliadas as possibilidades de melhoria. A análise de resultados pode indicar, ainda, a necessidade de adaptações e aperfeiçoamentos ao modelo. Por isso, na Figura 5.1, que apresenta esquematicamente as etapas e os procedimentos da metodologia proposta, as setas representam a retroalimentação de cada etapa pelos resultados das etapas subseqüentes. O processo pode ser repetido até que não se verifiquem necessidades de aperfeiçoamentos ao Modelo DEA.

5.3 CARACTERIZAÇÃO DO SETOR EM ESTUDO

Algumas informações obtidas do *site* da Eletrobrás – Centrais Elétricas Brasileiras S.A. demonstram a importância do setor elétrico em nosso país. A capacidade nominal instalada é de 63,2 GW. São 65.458 quilômetros de linhas de transmissão em tensão igual ou superior a 230 KV. O consumo nacional de energia elétrica é de 144,4 TWH, com 44,2 milhões de consumidores e um faturamento do setor, em 1998, de R$ 24,5 bilhões.

Exatamente por sua importância estratégica, o setor de energia elétrica tem atravessado grandes transformações no Brasil. Anteriormente, constituía-se em um monopólio natural, explorado por empresas públicas, sob a coordenação de uma empresa controladora, ligada ao Governo Federal, a

Eletrobrás. O modelo público chegou ao esgotamento, com a diminuição da capacidade de investimento na expansão da capacidade do setor e o aparecimento de pontos de estrangulamento que precisavam ser sanados.[33]

A saída apontada para os problemas enfrentados pelo setor foi de privatização das empresas, o que atrairia novos agentes com capacidade de investimento, e a criação de órgãos de regulamentação e fiscalização; a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) está entre eles. O setor será ainda dividido em áreas de atuação segregadas por Geração, Transmissão, Distribuição e Integradas, e será criado um mercado de energia elétrica, com todas as empresas concorrendo entre si.[34]

O intenso processo de privatização fez com que grande parte das empresas que compõem o setor pertençam à iniciativa privada. O Quadro 5.1 apresenta um resumo do processo de privatização, consolidando algumas informações sobre as empresas.

---

[33] OLIVEIRA (1997) apresenta forte crítica a uma avaliação simplista da crise energética e da reorganização da Indústria de Suprimento de Eletricidade (ISE). Em sua opinião: *"A preocupação com o financiamento da expansão tem dominado o debate sobre a reforma da ISE brasileira, colocando em segundo plano a questão da eficiência econômica. A percepção generalizada de que as ineficiências do sistema elétrico são decorrentes da forte interferência dos governos na vida das empresas elétricas estatais, de certa forma, esvaziou o debate sobre as fontes de ineficiências setoriais, criando a perspectiva de que a privatização das empresas elétricas é capaz de resolver os dois problemas setoriais, pois não apenas atrairia capitais privados para novos projetos elétricos, como também eliminaria a intervenção dos governos nas empresas. Nesta concepção, a reorganização industrial da ISE serviria apenas como mecanismo para aumentar o valor de mercado dos ativos estatais."*

[34] Ao mesmo processo foram submetidos os setores de telecomunicações e de transportes, com a privatização de empresas e a entrada em cena da competição, monitorada por agências de regulamentação e fiscalização.

Quadro 5.1 – Processo de privatização do setor energético (por data de privatização)

Empresa	Data de Privatização	Área	Comprador	Preço R$ Milhares	% Venda	Ágio (%)
ESCELSA	12/07/95	ES	IVEN S. A., GTD Participações	385	50.00	11.78
LIGHT	21/05/96	RJ	AES; Houston; EdF; CSN	2,230.00	51.00	0.00
CERJ	20/11/96	RJ	Endesa(SP); Enersis; Ed Port.	605.3	70.26	30.27
COELBA	31/07/97	BA	Iberdrola; BrasilCap; Previ; BBDTVM	1,730.90	65.64	77.38
CACHOEIRA DOURADA	05/09/97	GO	Endesa/Edegel/Fundos de Investimentos	779.8	92.90	43.49
AES SUL	21/10/97	RS	AES	1,510.00	90.91	93.56
RGE	21/10/97	RS	CEA; VBC; Previ	1,635.00	90.75	82.70
CPFL	05/11/97	SP	VBC; Previ; Fundação CESP	3,015	57.60	70.10
ENERSUL	19/11/97	MS	Escelsa	625.6	76.56	83.79
CEMAT	27/11/97	MT	Grupo Rede; Inepar	391.5	85.10	21.09
ENERGIPE	03/12/97	SE	Cataguazes; Uptick	577.1	85.73	96.05
COSERN	11/12/97	RN	Coelba; Guaraniana; Uptick	676.4	77.92	73.60
COELCE	02/04/98	CE	Consócio Distriluz (Enersis Chilectra, Endesa, Cerj)	867.7	82.69	27.20
ELETROPAULO	15/04/98	SP	Light	2,026.00	74.88	0.00
CELPA	09/07/98	PA	QMRA Participações S. A. (Grupo Rede e Inepar)	450.3	54.98	0.00
ELEKTRO	16/07/98	SP / MS	Grupo Enron Internacional	1,479.00	46.60	98.94
GERASUL *	15/09/98	RS	Tractebel(Belga)	945.7	50.01	0.00
BANDEIRANTE*	17/09/98	SP	EDP (Portugal) – CPFL	1,014.00	74.88	0.00
CESP Tiête***	27/10/99	SP	AES Gerasul Emp	938.07	-	29.97
BORBOREMA***	30/11/99	PB	Cataguazes-Leopoldina	87.38	-	-
CELPE*	20/02/00	PE	Iberdrola/Previ/BB	1,780	79.62	-
CEMAR***	15/06/00	MA	PP&L	552.8	86.25	-
SAELPA	30/11/00	PB	Cataguazes-Leopoldina	362.98	-	0.00
TOTAL				24,665.53	72.21	44.21

*** :** Informações obtidas em jornais.
***: Informações obtidas no *site* do Provedor de Informações Econômico-Financeiras do Setor Elétrico Brasileiro-UFRJ/ELETROBRÁS.

Outra característica do setor, que foi determinante em sua escolha para o presente estudo de caso, é a qualidade das informações contábeis disponibilizadas pelas empresas e a existência de padrões de desempenho divulgados periodicamente.

A qualidade das informações contábeis pode ser demonstrada pelo Prêmio Transparência Anefac-Fipecafi que premiou em dois anos consecutivos, 1998 e 1999, a qualidade das demonstrações contábeis da

Companhia Paranaense de Energia Elétrica (Copel). Em 1999, também estavam entre as 10 melhores demonstrações contábeis indicadas para o prêmio os balanços da Eletropaulo e Light, igualmente do setor elétrico. Ressalte-se que, para aquele ano, foram analisadas demonstrações contábeis de cerca de 1.500 empresas para a escolha do melhor balanço (*Revista Anefac*, 2000), e entre as 10 finalistas, 3 empresas eram do setor de energia. Na premiação de 2000, estavam entre as 10 finalistas, as empresas de energia Cesp e Copel. Em 2001, com as demonstrações relativas ao ano de 2000, estavam entre as 13 finalistas: Companhia Energética de Brasília (CEB), Companhia Estadual de Energia Elétrica do Rio Grande do Sul (CEEE) e, novamente, a Companhia Energética de São Paulo (Cesp) e a Companhia Paranaense de Energia Elétrica (Copel).

A qualidade das informações contábeis publicadas também é demonstrada pelo número de empresas do setor que divulga demonstrações e informações não obrigatórias, entre as quais, a Demonstração do Valor Adicionado e o Balanço Social.

O relatório da administração das empresas, que integra as demonstrações contábeis obrigatórias, apresentando informações complementares, pode igualmente ser citado como um exemplo de preocupação com a boa informação na maioria das empresas do setor. As empresas de energia apresentam no relatório de administração informações como: histórico da empresa; cenário econômico; planos de investimento; indicadores de desempenho e qualidade; e explicações sobre os resultados econômicos e financeiros das empresas. E mais, entre as informações sociais: ações na área de recursos humanos, atividades de proteção ao meio ambiente, relacionamento com a comunidade.

Outro fator que contou pontos na escolha foi o fato de a base de dados *Melhores e Maiores* de Fipecafi-*Exame* conter informações praticamente censitárias do setor de energia. Estão incluídas praticamente todas as empresas de grande porte, responsáveis pelo fornecimento de energia elétrica. No entanto, em virtude das transformações societárias das empresas

nos últimos anos, com fusões, cisões e aquisições, a análise será concentrada para os dados dos anos de 1999 e 2000.

5.4 APLICAÇÃO DO MODELO DEA

5.4.1 PLANEJAMENTO DA PESQUISA

O propósito do estudo é construir um Modelo DEA para aplicação ao processo de análise de balanços e concluir sobre sua utilidade e limitações. Para tanto, a base de comparação será o levantamento *Melhores e Maiores* de Fipecafi-*Exame*, já detalhado no item 2.3.2.

O indicador de *Excelência Empresarial* utilizado para aferição do desempenho das empresas em *Melhores e Maiores* é calculado pela ponderação dos seguintes indicadores:

- Liderança de mercado (peso 10): divisão das vendas em dólares da empresa pela soma das vendas em dólares das empresas pesquisadas incluídas no setor, em porcentagem;
- Crescimento de vendas (peso 10): medido pelo crescimento (ou decrescimento) da receita bruta de vendas e serviços em reais, descontada a inflação, medida pelo IGP-M;
- Rentabilidade do Patrimônio Líquido (peso 25): lucro líquido dividido pelo patrimônio líquido, ajustados pela inflação, em porcentagem;
- Liquidez Corrente (peso 15): ativo circulante dividido pelo passivo circulante, em número-índice;
- Investimento no Imobilizado (peso 20): aquisições de imobilizado do período (obtidas na DOAR) divididas pelo ativo imobilizado do período anterior, ajustados pela inflação, em porcentagem;
- Riqueza criada por empregado (peso 20): é o total da riqueza gerada pela empresa no período (obtida na DVA) dividido pela média aritmética no número de funcionários, em dólares.

As empresas são então listadas em ordem decrescente do indicador considerado, recebendo pontos de 10 a 1. Os pontos são multiplicados pelo peso do indicador e somados. Assim, o número máximo de pontos que uma empresa pode receber é 1.000. Pelo critério de *Excelência Empresarial* de *Melhores e Maiores*, obtém-se uma relação de empresas segundo a ponderação dos indicadores. Os cálculos foram refeitos para as empresas sob análise. É importante ressaltar que, diferentemente da revista, não foram consideradas na pontuação em cada setor apenas as empresas incluídas entre as 500 maiores empresas privadas e as 50 maiores estatais, e não foram incluídas as demais empresas que compõem o setor de serviços públicos.

Para montagem do modelo DEA os indicadores podem ser utilizados como são (SMITH, 1990), ou podem ser desdobrados em *input* e *output* (SIMAK, 1997; SIMAK, 2000). Para a construção do primeiro modelo, foram utilizadas as variáveis apresentadas no Quadro 5.2, que mostra ainda o indicador do qual foram derivadas e sua classificação como recurso ou produto.

Quadro 5.2 – Indicadores de* Melhores e Maiores *adaptados

Variável	**Utilizado no Indicador**	**Classificação**
Vendas	Liderança	*Output*
Lucro Líquido Ajustado	Retorno sobre o PL	*Output*
Retorno sobre o PL	Retorno sobre o PL	*Output*
Valor Adicionado	Riqueza por Empregado	*Output*
Valor Adicionado por Empregado	Riqueza por Empregado	*Output*
Ativo Circulante	Liquidez Corrente	*Output*
Liquidez Corrente	Liquidez Corrente	*Output*
Capital Circulante Líquido	Liquidez Corrente	*Output*
Crescimento de Vendas (%)	Crescimento de Vendas	*Output*
Crescimento de Vendas (US$)	Crescimento de Vendas	*Output*

Variável	Utilizado no Indicador	Classificação
Investimento no Imobilizado (%)	Investimento no Imobilizado	*Output*
Aplicação no Imobilizado (US$)	Investimento no Imobilizado	*Output*
Patrimônio Líquido Ajustado	Retorno sobre PL	*Input*
Passivo Circulante	Liquidez Corrente	*Input*
Ativo Imobilizado – Ano Anterior	Investimento no Imobilizado	*Input*
Número Médio de Empregados	Riqueza por Empregado	*Input*

As variáveis são considerados na etapa de análise estatística para posterior seleção.

5.4.2 ANÁLISE DE VARIÁVEIS

O tratamento das variáveis será efetuado em etapas sucessivas, distribuídas em uma ordem lógica, em função dos objetivos. A etapa inicial é de exame e análise estatística das variáveis.

5.4.2.1. Exame das variáveis e análise estatística

As variáveis serão examinadas para o conjunto de empresas analisadas. Serão calculadas as medidas estatísticas tradicionais (média, desvio-padrão, coeficiente de variação, mínimo, 1º quartil, mediana, 3º quartil e máximo). O exame possibilita conhecer o comportamento das diversas empresas para cada variável e em relação às estatísticas do grupo.

O primeiro conjunto de informações tem natureza qualitativa. Discrimina as empresas em função de características de sua operação, tais como: estado de atuação; ordem entre as maiores empresas privadas do Brasil; ordem entre as 50 maiores empresas estatais; ordem entre as melhores empresas do setor de serviços; origem do controle acionário; negociação de ações em bolsa; exame das demonstrações contábeis por auditores independentes; e número de empregados.

As informações contábeis são apresentadas em tabelas subdivididas em Balanço Patrimonial, Demonstração de Resultado, Demonstração do

Valor Adicionado e Índices Contábeis. As informações financeiras foram corrigidas para a data de 31 de dezembro de 2000 e convertidas em dólares americanos. Os efeitos da inflação, se não publicadas as demonstrações contábeis pela sistemática da correção monetária integral, foram considerados por um procedimento alternativo adotado por *Melhores e Maiores*, semelhante ao cálculo da correção monetária do balanço, previsto anteriormente na legislação.

O Quadro 5.3 resume as informações qualitativas sobre as empresas elétricas. Sua análise permite as seguintes conclusões:

- ✓ 18 empresas figuram entre as 500 maiores empresas privadas do Brasil; quatro estão entre as 50 primeiras;
- ✓ 16 empresas estão entre as 50 maiores empresas de serviços, macrossetor que engloba os setores de serviços de transporte, serviços diversos, serviços públicos, tecnologia e computação e telecomunicações;
- ✓ 7 empresas, em 2000, e 10 empresas, em 1999, estão entre as melhores do setor de serviços públicos;
- ✓ 25 empresas, em 2000, e 22 empresas, em 1999, negociaram ações em bolsa;
- ✓ a grande maioria submete suas demonstrações contábeis ao exame de auditores independentes: 45 empresas em 2000 e 43 empresas em 1999; destas, 37 empresas em 2000 e 30 empresas em 1999 foram auditadas pelas *Big Five*, denominação atribuída aos cinco maiores escritórios de auditoria do mundo;[35]
- ✓ controle acionário estatal está presente em 16 empresas do setor, em 2000;

[35] O grupo era formado por Arthur Andersen, Price Waterhouse Coopers, Deloitte Touche Tohmatsu, KPMG e Ernst & Young.

- ✓ o número de funcionários apresenta grande variação: do máximo 11.648 para a Cemig ao mínimo de 17 empregados, para a Serra da Mesa.

Quadro 5.3 – Informações das empresas de energia

Razão Social	Empresa	Estado/ Sede	Ordem 500		Ordem Setor		Controle Acionário		Ações em Bolsa		Auditor		Número Empregados	
			2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999
Companhia Energética do Ceará	Coelce	CE	129	133			Espanhol	Chileno/Espanhol	Sim	Sim	Arthur Andersen	Arthur Andersen	1.580	1.958
Companhia Energética de Goiás	CELG	GO	16	17			Estatal	Estatal	Não	Sim	Horwath & Associados	Sotecorp	2.384	2.418
Espírito Santo Centrais Elétricas S.A.	Escelsa	ES	148	152			Brasileiro	Brasileiro	Sim	Sim	Arthur Andersen	Arthur Andersen	1.696	1.679
Companhia de Eletricidade do Rio de Janeiro	CERJ	RJ	86	87			Chileno	Chileno	Sim	Sim	Arthur Andersen	Arthur Andersen	1.462	1.792
Celpe - Companhia Energética de Pernambuco	Celpe	PE	129	133			Espanhol	Espanhol	Não	Não	Arthur Andersen	ARC & Associados	2.158	3.061
Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.	Eletronorte	DF	12	13			Estatal	Estatal	Não	Não	HLB Audilink & Cia.	HLB Audilink & Cia.	2.413	2.366
Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia	Coelba	BA	74	72			Brasileiro	Espanhol	Sim	Não	Arthur Andersen	Ernst & Young	2.966	3.220
Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.	Celesc	SC	10	11			Estatal	Estatal	Sim	Sim	Ernst & Young	Ernst & Young	4.432	4.479
Companhia Hidro Elétrica do São Francisco - Chesf	Chesf	PE	9	9			Estatal	Estatal	Não	Não	Price Waterhouse Coopers	Price Waterhouse Coopers	5.221	6.005
Empresa Transmissora de Energia Elétrica do Sul do Brasil S.A.	Eletrosul	SC	17	16			Estatal	Estatal	Não	Não	Tufani, Reis & Soares	Trevisan	1.166	1.333
Companhia Paranaense de Energia - Copel	Copel	PR	8	8			Estatal	Estatal	Sim	Sim	Arthur Andersen	Arthur Andersen	6.148	6.536
Companhia Estadual de Energia Elétrica	CEEE	RS	14	14			Estatal	Estatal	Sim	Não	Trevisan	Trevisan	1.969	1.964
Companhia Paulista de Força e Luz	CPFL	SP	33	32			Brasileiro	Brasileiro	Sim	Sim	Arthur Andersen	Arthur Andersen	2.907	4.176
Light Serviços de Eletricidade S.A.	Light	RJ	24	24	14	12	Francês	Francês/Americano	Sim	Sim	Deloitte Touche Tohmatsu	Deloitte Touche Tohmatsu	5.109	5.983
Companhia Energética de Minas Gerais	Cemig	MG	4	4			Estatal	Estatal	Sim	Sim	Arthur Andersen	Arthur Andersen	11.648	11.748
Companhia Energética de São Paulo	CESP	SP	11	7		10	Estatal	Estatal	Sim	Sim	Arthur Andersen	Arthur Andersen	1.622	1.696
Furnas Centrais Elétricas S.A.	Furnas	RJ	3	3		11	Estatal	Estatal	Não	Não	Price Waterhouse Coopers	Price Waterhouse Coopers	3.835	3.960
Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S.A.	Eletropaulo Metropolitana	SP	11	11	5	3	Americano	Brasileiro	Sim	Sim	Deloitte Touche Tohmatsu	Deloitte Touche Tohmatsu	5.851	6.646
Cia. Energética do Rio Grande do Norte	Cosern	RN	318	352	4	9	Brasileiro	Brasileiro	Sim	Sim	Ernst & Young	Ernst & Young	597	620
Celesc - Serviços de Eletricidade S.A.	Celesc	SP					Brasileiro	Brasileiro	Sim	Sim	Deloitte Touche Tohmatsu	Bouchinhas & Campos	321	341
Companhia Força e Luz Cataguazes - Leopoldina	Cataguazes-Leopoldina	MG					Brasileiro	Brasileiro	Sim	Sim	Arthur Andersen	KPMG	729	697
Centrais Elétricas Matogrossenses S.A.	Rede/Cemat	MT	204	206			Brasileiro	Brasileiro	Sim	Sim	Deloitte Touche Tohmatsu	Bouchinhas & Campos	1.617	1.489
Companhia Luz e Força "Santa Cruz"	Santa Cruz	SP	0	0			Brasileiro	Brasileiro	Não	Não	Ernst & Young	Ernst & Young	621	656
Eletrobrás Termonuclear S.A.	Eletronuclear	RJ	31	40			Estatal	Estatal	Não	Não	Price Waterhouse Coopers	Price Waterhouse Coopers	1.711	1.632
Companhia Energética de Brasília	CEB	DF	21	22			Estatal	Estatal	Sim	Sim	Trevisan	Trevisan	1.213	1.329
Companhia Paulista de Energia Elétrica	CPEE	SP					A CLASSIFICAR	A CLASSIFICAR	Sim	Sim	Arthur Andersen	Arthur Andersen	-	0
Empresa Energética de Mato Grosso do Sul S.A.	Enersul	MS	319	326			Brasileiro	Brasileiro	Sim	Sim	Arthur Andersen	Arthur Andersen	1.022	1.579
Empresa Energética de Sergipe S.A. - Energipe	Energipe	SE					Brasileiro	Brasileiro	Não	Não	Arthur Andersen		624	699
Companhia Nacional de Energia Elétrica - CNEE	CNEE	SP					Brasileiro	Brasileiro	Não	Não	Deloitte Touche Tohmatsu	Bouchinhas & Campos	142	136
Empresa de Eletricidade Vale Paranapanema S.A.	EEVP	SP					Brasileiro	Brasileiro	Não	Não	Deloitte Ross Tomatsu	Bouchinhas & Campos	316	324
Empresa Elétrica Bragantina S.A.	EEB	SP					Brasileiro	Brasileiro	Não	Não	Deloitte Touche Tohmatsu	Bouchinhas & Campos	214	197
Companhia de Energia Elétrica do Estado do Tocantins	Celtins	TO					Brasileiro	Brasileiro	Não	Não	Deloitte Touche Tohmatsu	Bouchinhas & Campos	720	725
Sociedade Anônima de Eletrificação da Paraíba	Saelpa	PB	421	34			Brasileiro	Estatal	Não	Não			1.244	1.379
Itá Energética S.A.	Itá	SP					Brasileiro	Brasileiro	Não	Não	Price Waterhouse Coopers		26	29
Companhia Energética Piauí	Cepisa	PI	46				Estatal	Estatal	Não	Não	Bouchinhas & Campos	Ernst & Young	1.230	1.252
Centrais Elétricas Pará S.A.	Celpa	PA	199	216			Brasileiro	Brasileiro	Sim	Não	Deloitte Touche Tohmatsu	Bouchinhas & Campos	2.287	2.199
Rio Grande Energia S.A.	RGE	RS	145	141			Brasileiro	Brasileiro	Não	Não	Deloitte Touche Tohmatsu	Deloitte Touche Tohmatsu	1.163	1.621
Centrais Elétricas Cachoeira Dourada S/A - CDSA	CDSA	GO					Chileno	A CLASSIFICAR	Não	Não	Deloitte Touche Tohmatsu	Deloitte Touche Tohmatsu	46	60
Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica	CGTEE	RS	48	46			Estatal	Estatal	Não	Não	Ernst & Young	Ernst & Young	471	489
AES Sul Distribuidora Gaúcha de Energia S.A.	AES Sul	RS	126	116	12	16	Americano	Americano	Não	Não	Deloitte Touche Tohmatsu	Deloitte Touche Tohmatsu	792	718
Elektro Eletricidade e Serviços S.A.	Elektro	SP	70	70			Americano	Americano	Sim	Sim	Arthur Andersen	Arthur Andersen	2.254	2.648
Bandeirante Energia S.A.	Bandeirante	SP	39	37	3		Brasileiro	Brasileiro	Sim	Sim	Price Waterhouse Coopers	Arthur Andersen	2.739	3.257
Centrais Geradoras do Sul do Brasil S.A.	Gerasul	SC	119	142	7	13	Belga	Belga	Sim	Sim	Deloitte Touche Tohmatsu	Deloitte Touche Tohmatsu	630	628
Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A.	EMAE	SP	30	31	8	12	Estatal	Estatal	Sim	Sim	Trevisan	Arthur Andersen	971	1.009
Empresa Paulista de Transmissão de Energia Elétrica S.A.	EPTE	SP	24	30		11	Estatal	Estatal	Sim	Não	Deloitte Touche Tohmatsu	Arthur Andersen	1.212	1.429
Serra da Mesa Energia S.A.	Serra da Mesa	SP		486		2	Brasileiro	Brasileiro	Não	Não	Arthur Andersen	Arthur Andersen	17	18

A Tabela 5.1 apresenta as informações contábeis derivadas do Balanço Patrimonial. A análise das informações mostra a grande variação dos saldos. Os coeficientes de variação foram sempre superiores a um.

As variações indicam a presença de diferenças de porte e de operação das empresas do setor elétrico. Na amostra, existem empresas de Geração, Transmissão, Distribuição e Integradas. Podem indicar a necessidade de estudar agrupamentos, por meio da Análise de *Cluster*, ou de utilizar o Modelo BCC, que considera retornos de escala variáveis.

As maiores empresas, segundo diferentes classificações são: (1) Total do Ativo – Cesp, Chesf, Eletronorte, Furnas e Cemig; (2) Patrimônio Líquido Societário – Eletronorte, Cesp, Chesf, Furnas e Cemig.

Tabela 5.1 – Informações contábeis – Balanço Patrimonial

Empresa	Ativo Circulante		Realizável a LP		Ativo Permanente		Ativo Imobilizado		Total do Ativo		Passivo Circulante		Exigível a LP		Patrimônio Líquido	
	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999
Coelce	125.522	120.448	44.722	36.795	880.548	913.301	834.898	448.682	1.050.792	1.070.544	157.486	107.050	97.614	101.955	795.692	861.540
CELG	333.919	323.232	34.761	38.406	600.534	709.878	600.003	707.440	969.214	1.071.517	288.768	295.380	304.783	272.326	375.664	503.810
Escelsa	248.744	237.434	73.735	71.214	819.885	925.587	463.622	517.097	1.142.364	1.234.234	132.453	119.625	535.098	561.469	474.813	553.141
CERJ	169.134	191.818	390.678	294.934	917.268	987.976	704.266	725.924	1.477.080	1.474.727	374.120	244.325	804.080	933.733	298.880	296.669
Celpe	180.328	256.883	60.062	30.878	408.500	462.209	408.383	462.071	648.890	749.970	149.443	174.548	154.024	116.432	345.424	458.990
Eletronorte	450.784	498.114	550.823	673.411	8.248.843	9.580.870	6.818.618	7.989.324	9.250.450	10.752.395	1.165.206	1.127.525	1.559.445	1.699.449	6.525.799	7.925.421
Coelba	246.202	155.122	272.035	118.399	1.287.399	1.335.777	879.250	950.328	1.805.637	1.609.298	248.725	223.948	586.440	535.863	970.472	849.487
Celesc	179.149	172.852	462.592	455.975	738.332	867.867	694.316	828.767	1.380.074	1.496.694	277.512	266.816	370.907	379.490	731.655	850.388
Chesf	599.393	342.732	51.422	54.918	9.355.596	11.055.051	9.331.208	11.026.061	10.006.410	11.452.701	485.944	660.634	3.521.330	3.651.211	5.999.137	7.140.856
Eletrosul	253.882	191.266	171.398	168.495	650.932	791.591	649.139	788.344	1.076.212	1.151.352	159.504	141.514	86.545	85.371	830.162	924.467
Copel	394.009	406.682	490.068	500.830	4.417.425	4.423.052	4.190.091	4.203.661	5.301.501	5.330.564	333.432	395.149	1.357.696	1.373.711	3.610.374	3.561.703
CEEE	345.865	415.815	301.900	417.240	1.182.228	1.535.669	1.138.910	1.492.446	1.829.993	2.368.724	261.634	415.655	1.091.268	1.293.343	477.091	659.726
CPFL	477.599	550.591	463.331	402.440	2.519.720	2.958.709	1.028.065	1.343.225	3.460.650	3.911.740	359.811	412.184	584.187	604.548	2.516.652	2.895.007
Light	596.667	411.479	298.997	329.393	3.857.814	4.437.551	2.034.128	2.213.972	4.753.477	5.178.423	1.117.625	755.139	2.397.125	2.917.695	1.238.728	1.505.589
Cemig	543.484	417.705	746.716	798.720	5.351.005	6.303.866	5.204.931	6.227.407	6.641.206	7.520.292	858.212	886.990	749.881	966.806	5.033.113	5.666.496
CESP	474.835	1.003.173	481.649	573.774	10.108.330	11.547.369	10.067.681	11.496.922	11.064.814	13.124.316	1.254.014	1.214.808	3.590.961	3.842.363	6.219.840	8.067.146
Furnas	1.187.920	970.216	383.809	347.434	6.850.043	8.004.786	6.829.445	7.989.514	8.421.773	9.322.436	1.281.118	1.329.805	1.376.818	1.670.805	5.763.837	6.321.826
Eletropaulo Metropolitana	941.024	789.616	395.800	576.803	3.490.847	3.886.484	3.077.602	3.517.515	4.827.672	5.252.903	1.104.419	988.974	1.995.487	2.088.158	1.727.765	2.175.771
Cosern	119.055	61.027	143.882	55.251	184.024	183.225	183.367	183.134	446.962	299.502	109.215	112.935	91.307	47.799	246.440	138.768
Caiuá	50.747	32.730	222.208	179.308	505.756	464.695	33.538	39.764	778.711	676.733	116.969	92.436	391.982	288.675	269.759	295.621
Cataguazes-Leopoldina	18.825	15.000	44.973	62.579	365.670	400.523	124.252	132.052	429.469	478.103	46.096	29.960	138.312	189.387	245.060	258.756
Rede/Cemat	82.821	88.483	165.746	196.365	441.487	521.576	412.182	488.681	690.054	806.424	105.197	132.597	354.002	354.272	230.855	319.556
Santa Cruz	10.191	9.066	21.191	24.770	56.735	68.037	54.698	64.475	88.117	101.873	6.114	8.195	869	3.898	81.134	89.779
Eletronuclear	134.641	48.694	77.998	49.651	3.696.167	4.788.545	3.695.432	4.788.436	3.908.806	4.886.890	207.916	115.351	524.770	807.288	3.176.120	3.964.251
CEB	77.445	62.122	11.527	12.403	306.088	329.810	273.701	309.740	395.060	404.335	85.452	58.519	27.720	35.901	281.889	309.915
CPEE	5.548	5.007	2.697	2.785	65.065	64.526	12.822	14.526	73.310	72.318	18.134	15.208	4.197	5.685	50.980	51.425
Enersul	49.844	64.837	93.187	106.900	410.457	456.965	405.104	450.103	553.488	628.702	71.515	63.342	165.218	201.690	316.755	363.670
Energipe	34.781	33.345	145.935	12.394	393.565	402.716	362.964	92.177	574.281	448.455	41.297	50.615	143.054	135.049	389.930	262.791
CNEE	4.917	3.787	20.943	21.340	28.245	34.519	23.337	28.682	54.105	59.646	22.051	4.860	1.984	6.405	30.070	48.381
EEVP	16.203	17.333	36.619	54.175	245.769	302.434	28.835	74.176	298.592	373.942	81.327	57.519	78.885	113.898	138.380	202.525
EEB	6.325	5.250	31.625	31.063	31.116	35.860	27.258	31.464	69.066	72.173	8.473	8.193	8.716	10.139	51.876	53.842
Celtins	26.259	14.371	3.805	23.885	233.568	257.727	189.885	239.562	263.632	295.983	18.645	19.672	59.362	63.158	185.625	213.153
Saelpa	54.794	82.745	81.892	62.621	103.650	123.747	103.561	123.613	240.336	269.113	47.752	76.295	122.059	47.718	70.525	145.100
Itá	36.796	14.164	66	16.189	635.264	609.425	609.960	582.571	672.126	639.778	393.953	340.317	17.837	21.635	260.336	277.825
Cepisa	34.734	34.478	28.516	29.333	145.052	161.125	144.969	161.027	208.302	224.937	34.285	36.158	123.431	102.593	50.587	86.185
Celpa	121.901	108.409	168.883	181.682	478.113	530.028	439.520	512.787	768.897	820.119	112.312	100.274	277.207	286.890	379.378	432.955
RGE	90.280	69.882	31.804	21.177	923.975	1.163.785	426.166	503.245	1.046.059	1.254.844	111.917	103.240	346.481	359.075	587.661	792.530
CDSA	32.933	34.735	9	7.147	553.988	670.923	552.843	670.703	586.930	712.806	42.744	53.337	78.362	116.171	465.824	543.298
CGTEE	41.739	21.750	4.850	4.214	384.754	509.958	384.754	509.958	431.343	535.923	19.363	89.663	19.588	248.204	392.392	198.056
AES Sul	89.156	73.222	194.053	170.437	896.245	1.073.837	882.512	975.132	1.179.454	1.317.496	206.954	128.377	829.430	899.225	143.069	289.894
Elektro	199.523	137.041	104.262	96.229	1.253.995	1.550.269	646.684	766.061	1.557.779	1.783.539	135.738	140.293	576.216	607.309	845.825	1.035.937
Bandeirante	324.920	199.863	80.227	214.975	1.052.219	1.215.084	903.338	1.047.243	1.457.366	1.629.922	462.507	451.607	471.107	601.170	523.752	577.145
Gerasul	129.557	68.427	135.866	162.917	2.270.030	2.369.175	2.031.384	2.318.426	2.535.452	2.600.519	315.096	165.506	744.211	848.240	1.476.145	1.586.773
EMAE	58.774	49.559	15.137	24.464	551.158	656.065	483.476	576.616	625.068	730.088	19.613	30.836	84.148	99.582	521.307	599.671
EPTE	70.905	51.422	20.929	8.189	1.264.989	1.512.746	1.195.314	1.436.002	1.356.824	1.572.356	48.774	50.370	161.250	190.444	1.146.800	1.331.542
Serra da Mesa	99.448	85.525	112.467	145.817	1.447.504	1.671.064	994	774	1.659.419	1.902.406	47.607	91.038	1.082.816	1.167.691	528.996	643.678
Média	212.424	194.510	166.865	171.050	1.752.389	2.018.608	1.512.770	1.740.214	2.131.679	2.384.169	281.444	269.278	610.613	672.911	1.239.621	1.441.979
Desvio-padrão	251.375	244.180	182.528	202.305	2.499.983	2.901.807	2.421.388	2.826.058	2.803.108	3.225.988	359.019	343.052	837.464	910.998	1.821.747	2.170.069
Coeficiente de Variação	1,18	1,26	1,09	1,18	1,43	1,44	1,60	1,62	1,31	1,35	1,28	1,27	1,37	1,35	1,47	1,50
Mínimo	4.917	3.787	9	2.785	28.245	34.519	994	774	54.105	59.646	6.114	4.860	869	3.898	30.070	48.381
1 º Quartil	43.765	34.542	31.670	25.911	386.957	416.278	210.839	197.241	473.594	492.558	47.643	57.769	87.736	102.115	249.914	266.550
Mediana	120.478	84.135	87.540	66.918	694.632	829.729	576.423	579.594	1.048.426	1.111.435	134.096	117.488	325.632	287.783	470.319	548.220
3 º Quartil	307.161	252.021	259.578	210.323	1.407.478	1.640.865	1.111.199	1.412.808	1.823.904	2.252.145	328.848	329.083	748.464	886.479	1.102.718	1.257.641
Máximo	1.187.920	1.003.173	746.716	798.720	10.108.330	11.547.369	10.067.681	11.496.922	11.064.814	13.124.316	1.281.118	1.329.805	3.590.961	3.842.363	6.525.799	8.067.146

A Tabela 5.2 apresenta as informações da Demonstração do Resultado (em milhares de dólares).

Tabela 5.2 – Informações contábeis – Demonstração do Resultado

Empresa	Vendas		Receita Líquida		Lucro Bruto		LAIR		LL Societário		LL Ajustado	
	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999
Coelce	501.388	491.014	376.365	354.915	376.365	354.915	48.692	49.977	43.411	41.282	38.369	38.350
CELG	559.893	546.467	406.134	392.274	406.134	392.274	-33.539	-60.998	-33.539	-22.966	-14.803	-1.659
Escelsa	472.482	443.690	343.794	322.361	343.794	322.361	1.659	-106.213	1.919	-73.723	-934	-129.707
CERJ	724.294	681.732	560.922	504.070	560.922	504.070	-31.657	-55.544	10.803	-53.306	9.407	32.981
Celpe	541.361	507.564	441.022	408.738	441.022	408.738	-21.605	40.134	-25.773	37.704	-24.503	24.528
Eletronorte	736.262	700.388	649.550	637.821	649.550	637.821	-297.518	-655.844	-266.079	-655.844	-214.903	-713.880
Coelba	832.621	785.524	629.357	590.522	629.357	590.522	93.051	-67.124	77.075	-46.904	73.876	-56.902
Celesc	859.631	805.091	641.987	598.849	641.987	598.849	7.846	7.573	2.061	843	4.158	-2.625
Chesf	1.228.604	1.062.176	1.137.915	987.838	1.137.915	987.838	38.732	-366.426	24.677	-272.468	268.748	170.576
Eletrosul	541.208	604.781	536.559	601.237	536.559	601.237	53.487	42.251	37.837	29.370	26.561	8.469
Copel	1.424.687	1.313.208	1.053.035	950.981	1.053.035	950.981	298.346	224.456	220.212	155.849	220.102	162.289
CEEE	633.020	637.729	480.128	476.415	480.128	476.415	-26.021	-122.595	-52.789	-70.284	37.562	-126.346
CPFL	1.672.845	1.592.037	1.296.865	1.230.004	1.296.865	1.230.004	62.935	93.062	43.354	69.858	37.690	64.166
Light	2.131.394	1.989.466	1.562.263	1.448.037	1.562.263	1.448.037	-126.358	-486.074	-28.746	-404.040	-45.514	-408.344
Cemig	2.596.520	2.363.278	1.949.158	1.764.590	1.949.158	1.764.590	285.370	7.836	212.212	18.960	220.273	10.820
CESP	766.642	1.464.095	713.749	1.351.477	713.749	1.351.477	-328.680	16.418	-211.874	16.418	2.493	469.628
Furnas	3.431.892	3.601.399	3.281.419	3.538.255	3.281.419	3.538.255	301.978	263.599	276.286	187.812	445.436	271.236
Eletropaulo Metropolitana	3.258.373	3.124.340	2.488.821	2.380.643	2.488.821	2.380.643	138.882	275.213	122.166	227.371	185.686	372.704
Cosern	239.863	206.924	194.044	162.022	194.044	162.022	45.863	21.860	36.228	17.137	42.585	22.964
Caiuá	69.232	63.739	54.549	50.207	54.549	50.207	-58.626	8.279	-48.767	1.332	-84.290	-49.045
Cataguazes-Leopoldina	94.655	85.859	71.491	64.386	71.491	64.386	41.526	-24.936	37.778	-18.883	20.678	-51.438
Rede/Cemat	365.133	347.633	258.218	236.148	258.218	236.148	-64.679	-59.711	-53.447	-40.258	-58.463	-37.392
Santa Cruz	56.565	50.902	44.122	40.177	44.122	40.177	3.399	2.292	77	-1.144	-238	-7.201
Eletronuclear	172.317	129.107	170.731	125.193	170.731	125.193	-62.161	21.012	-34.631	11.482	14.830	50.851
CEB	334.365	317.279	257.159	241.869	257.159	241.869	21.776	18.303	13.103	12.020	17.386	14.865
CPEE	16.120	15.261	15.209	14.367	15.209	14.367	8.981	6.146	8.395	5.891	3.973	2.166
Enersul	237.925	223.592	184.228	174.132	184.228	174.132	9.092	-29.077	6.005	-21.256	12.688	-18.993
Energipe	121.291	120.120	98.725	97.552	98.725	97.552	-2.143	-8.409	6.015	-5.729	3.029	-43.015
CNEE	33.610	30.899	26.426	24.347	26.426	24.347	7.135	5.802	5.082	3.453	3.773	1.978
EEVP	56.924	50.428	45.322	40.291	45.322	40.291	-40.152	-40.073	-38.009	-29.772	-51.292	-79.662
EEB	46.106	42.302	35.565	32.687	35.565	32.687	6.422	6.572	4.488	3.648	2.998	1.960
Celtins	74.437	66.375	54.668	49.201	54.668	49.201	793	3.365	210	1.108	2.292	4.295
Saelpa	166.093	150.094	131.682	115.405	131.682	115.405	-72.429	6.401	-47.965	2.458	-49.603	698
Itá	51.926		50.031		27.368		6.989		4.603		28.668	32.333
Cepisa	116.809	114.640	90.330	86.230	90.330	86.230	-31.421	-25.900	-31.136	896	-24.402	-5.036
Celpa	377.766	339.089	306.205	276.095	306.205	276.095	-1.005	9.274	-298	5.345	10.379	13.533
RGE	483.691	460.603	364.467	347.244	364.467	347.244	-40.277	-43.964	-29.864	-32.315	-9.370	5.777
CDSA	92.708	91.808	86.872	85.863	86.872	85.863	57.835	47.538	46.207	51.470	48.148	46.810
CGTEE	102.453	106.404	96.555	100.087	96.555	100.087	-7.848	-17.183	-7.848	-17.183	4.090	28.336
AES Sul	550.013	529.866	421.213	393.376	421.213	393.376	-112.491	-296.673	-75.663	-199.029	-42.357	-187.761
Elektro	866.234	794.495	632.623	593.775	632.623	593.775	-46.362	-276.383	-32.315	-180.155	-2.482	-190.639
Bandeirante	1.607.011	1.482.118	1.266.169	1.153.206	1.266.169	1.153.206	78.786	-106.415	25.713	-75.438	95.845	-6.362
Gerasul	585.764	460.128	568.116	447.301	568.116	447.301	105.509	-63.833	83.257	-40.814	95.677	127.416
EMAE	191.959	163.588	186.451	159.392	186.451	159.392	12.868	-3.919	7.800	-3.758	12.494	395
EPTE	154.430	172.293	145.429	161.784	145.429	161.784	10.412	12.442	5.294	7.887	18.403	27.831
Serra da Mesa	86.556	77.292	79.972	72.862	79.972	72.862	-80.393	-213.675	-55.101	-156.362	-139.114	-340.185
Média	657.936	653.485	532.296	530.761	531.803	530.761	5.717	-43.137	6.270	-33.601	27.088	-9.744
Desvio-padrão	814.937	807.782	675.667	690.634	676.035	690.634	113.772	165.432	88.290	140.249	104.404	178.328
Coeficiente de Variação	1,24	1,24	1,27	1,30	1,27	1,30	19,90	-3,84	14,08	-4,17	3,85	-18,30
Mínimo	16.120	15.261	15.209	14.367	15.209	14.367	-328.680	-655.844	-266.079	-655.844	-214.903	-713.880
1 º Quartil	106.042	114.640	91.886	97.552	91.886	97.552	-38.499	-60.998	-32.020	-40.814	-7.648	-41.609
Mediana	425.124	443.690	325.000	322.361	325.000	322.361	4.911	2.292	4.546	843	6.783	2.072
3 º Quartil	759.047	785.524	631.807	598.849	631.807	598.849	44.779	16.418	33.599	12.020	37.658	31.334
Máximo	3.431.892	3.601.399	3.281.419	3.538.255	3.281.419	3.538.255	301.978	275.213	276.286	227.371	445.436	469.628

Os dados mostram que as variações são ainda maiores do que as da análise anterior. Para o resultado societário em 1999, por exemplo, dão conta de um prejuízo de US$ 655.844 mil para a Eletronorte e um lucro de US$ 275.213 mil para a Eletropaulo.

Os valores de Vendas, utilizados também como medida para o porte das empresas, variam em 2000 de US$ 3.431.893 mil, para Furnas, a US$ 16.120 mil, para a CPEE. As maiores por vendas em 2000 são: Furnas, Eletropaulo, Cemig, Light e CPFL.

As informações da Demonstração do Valor Adicionado são apresentadas na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 – Informações contábeis – Demonstração do Valor Adicionado

Empresa	DVA		Pessoal e Encargos		Impostos		Juros e Aluguéis		Juros Capital/Dividendos		Lucros Retidos	
	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999
Coelce	264.123		42.444		157.221		21.048		41.868		1.542	
CELG	300.404	310.884	62.917	67.709	188.969	134.733	82.057	131.408	0	0	-33.539	-22.966
Escelsa	285.227	303.648	29.338	32.457	164.043	112.447	89.927	232.467	1.919	0	0	-73.723
CERJ	316.121	396.766	49.408	53.078	148.511	175.209	107.399	221.785	0	0	10.803	-53.306
Celpe	172.637	246.597	54.140	70.376	118.401	105.962	25.869	32.555	0	35.977	-25.773	1.727
Eletronorte	182.371	129.837	101.790	106.851	93.600	82.858	253.060	595.972	0	0	-266.079	-655.844
Coelba	472.242	438.419	65.676	68.928	224.638	195.002	104.853	221.393	63.817	0	13.258	-46.904
Celesc	457.290	457.720	95.265	111.321	270.508	261.902	89.456	83.654	519	0	1.542	843
Chesf	924.332	798.116	295.618	134.446	161.458	155.611	442.579	780.527	24.677	0	0	-272.468
Eletrosul	117.675	117.049	40.964	49.639	32.088	31.998	6.786	6.042	10.265	10.086	27.572	19.284
Copel	974.094	867.577	161.135	169.611	545.817	485.903	47.039	49.774	81.825	61.853	138.278	100.436
CEEE	290.373	327.720	92.178	102.840	183.572	103.991	67.412	191.173	0	0	-52.789	-70.284
CPFL	768.705	926.098	140.059	133.427	478.831	447.215	106.461	275.599	41.186	51.751	2.168	18.106
Light	1.334.921	1.393.159	177.915	177.503	610.455	552.989	575.297	1.066.707	0	0	-28.746	-404.040
Cemig	1.642.827	1.434.972	296.540	299.298	962.265	762.517	171.810	354.197	95.633	18.960	116.579	0
CESP	386.121	2.110.424	35.330	104.384	-69.498	74.871	632.163	1.914.751	0	0	-211.874	16.418
Furnas	792.109	861.296	132.295	153.394	183.804	161.331	199.724	358.758	81.825	56.949	194.461	130.864
Eletropaulo Metropolitana	1.688.143	1.672.419	197.417	243.195	989.476	919.013	379.084	282.841	80.290	90.248	41.876	137.122
Cosern	135.015	111.195	11.419	14.327	66.752	48.841	20.617	30.890	34.416	16.280	1.811	857
Caiuá	35.261	90.658	4.138	5.268	9.370	24.147	70.520	59.911	0	364	-48.767	968
Cataguazes-Leopoldina	98.387	50.598	11.051	10.658	31.713	20.363	17.844	38.460	20.011	0	17.768	-18.883
Rede/Cemat	147.140	174.793	20.277	22.135	105.516	102.768	74.794	90.148	0	0	-53.447	-40.258
Santa Cruz	27.709	23.802	8.106	8.136	18.965	16.379	561	431	0	0	77	-1.144
Eletronuclear	33.277	66.561	42.533	39.124	-22.872	12.098	48.247	3.857	0	11.482	-34.631	0
CEB	169.590	160.045	46.654	48.336	103.987	93.324	5.846	6.365	3.112	2.855	9.991	9.165
CPEE												
Enersul	124.488	109.126	19.953	22.166	73.071	55.302	25.459	52.914	1.426	0	4.579	-21.256
Energipe	61.308	59.779	12.681	13.718	27.795	18.982	14.817	32.808	0	0	6.015	-5.729
CNEE	19.312	17.276	2.867	2.869	10.547	10.028	816	926	5.082	951	0	2.502
EEVP	2.897	38.795	4.009	4.011	12.920	1.927	23.977	62.629	0	0	-38.009	-29.772
EEB	24.836	22.568	3.599	3.157	14.252	13.926	2.498	1.837	1.222	1.139	3.265	2.509
Celtins	38.867	39.279	5.853	6.316	24.517	22.875	8.274	8.981	223	873	0	234
Saelpa	62.645	69.885	40.887	20.738	50.355	40.297	19.368	6.392	0	0	-47.965	2.458
Itá												
Cepisa	33.037		18.814		27.025		18.334		0		-31.136	
Celpa	155.779	170.155	25.731	32.535	89.661	84.833	40.685	47.442	0	0	-298	5.345
RGE	166.546	156.895	21.335	16.062	132.247	116.246	42.828	56.902	0	0	-29.864	-32.315
CDSA	74.685	79.062	2.438	4.122	17.978	4.358	6.413	15.664	47.856	52.344	0	2.574
CGTEE	17.988	15.117	15.870	15.206	5.985	6.922	3.981	10.172	0	0	-7.848	-17.183
AES Sul	278.784	367.754	16.950	37.729	130.183	141.256	207.314	387.798	0	0	-75.663	-199.029
Elektro	404.610	476.942	59.605	88.963	223.140	102.992	154.180	456.898	0	8.244	-32.315	-180.155
Bandeirante	694.745	526.752	103.427	151.437	475.352	371.737	90.253	79.016	6.675	0	19.038	-75.438
Gerasul	290.029	234.648	30.705	44.368	69.481	16.385	106.585	214.709	69.960	0	13.298	-40.814
EMAE	63.981	62.536	36.530	54.729	18.092	10.158	1.558	1.407	1.853	0	5.948	-3.758
EPTE	96.099		53.024		29.422		8.359		1.381		3.913	
Serra da Mesa	127.298	145.858	1.592	1.428	7.724	8.916	173.083	291.876	0	0	-55.101	-156.362
Média	335.319	391.775	61.147	66.975	163.576	148.991	104.301	213.611	16.296	10.253	-10.001	-48.054
Desvio-padrão	417.429	494.541	71.541	69.848	233.591	208.002	146.692	355.286	28.283	21.537	70.384	136.436
Coeficiente de Variação	1,24	1,26	1,17	1,04	1,43	1,40	1,41	1,66	1,74	2,10	-7,04	-2,84
Mínimo	2.897	15.117	1.592	1.428	-69.498	1.927	561	431	0	0	-266.079	-655.844
1 º Quartil	63.647	69.885	15.073	14.327	23.129	18.982	17.087	15.664	0	0	-32.621	-46.904
Mediana	168.068	170.155	38.709	44.368	91.631	84.833	47.643	62.629	371	0	0	-3.758
3 º Quartil	390.743	457.720	72.302	104.384	183.630	155.611	106.789	275.599	21.178	8.244	7.009	2.502
Máximo	1.688.143	2.110.424	296.540	299.298	989.476	919.013	632.163	1.914.751	95.633	90.248	194.461	137.122

A informação inicial é o Valor Adicionado criado pelas empresas.[36] As empresas analisadas, em conjunto, geraram uma riqueza no montante de US$ 14.754.028 mil, em 2000, e US$ 16.062.780 mil, em 1999. Calculado em relação ao PIB de 1999, representa 2,96%.

As informações da DVA permitem ainda a análise da distribuição do valor adicionado criado pelas empresas analisadas, para os anos de 2000 e 1999 conforme apresentado na Tabela 5.4. Os Gráficos 5.1 e 5.2 resumem as informações consolidadas.

Um fato a ser ressaltado é o peso dos itens que mais absorveram a riqueza criada pelas empresas do setor elétrico: impostos e juros e aluguéis. Os impostos com participação de 38,0%, em 1999, e 48,8%, em 2000.

Tabela 5.4 – Distribuição do Valor Adicionado – empresas do setor de energia elétrica

Itens	Totais		Médias		Participação	
	2000	1999	2000	1999	2000	1999
Pessoal e Encargos	2.690.477	2.745.995	61.147	66.975	18,2%	17,1%
Impostos	7.197.337	6.108.612	163.576	148.991	48,8%	38,0%
Juros e Aluguéis	4.589.235	8.758.036	104.301	213.611	31,1%	54,5%
Juros sobre Capital Próprio e Dividendos	717.041	420.356	16.296	10.253	4,9%	2,6%
Lucros Retidos	-440.062	-1.970.219	-10.001	-48.054	-3,0%	-12,3%

[36] Chamada, igualmente, de Riqueza Criada.

Gráfico 5.1 – Distribuição do Valor Adicionado – setor de energia elétrica – 2000

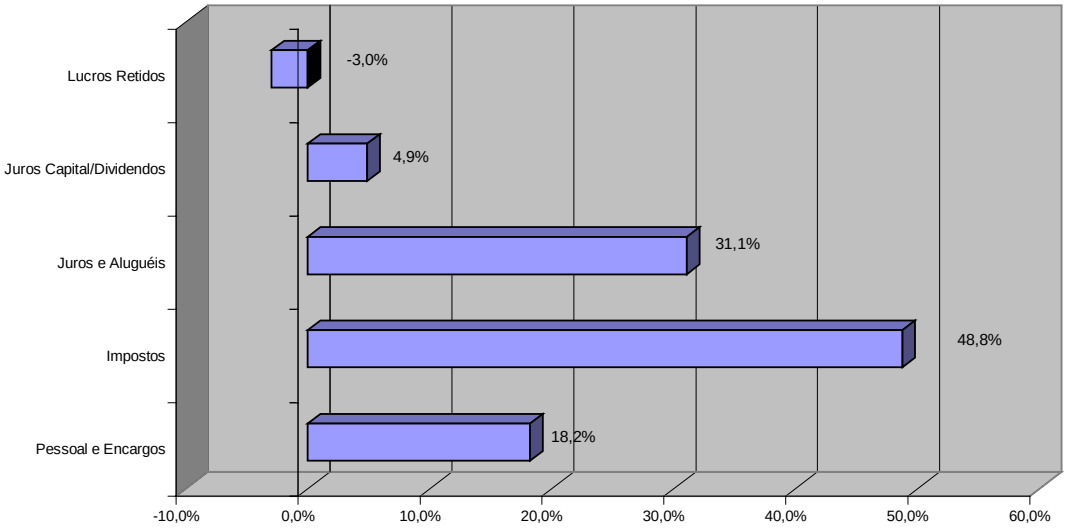
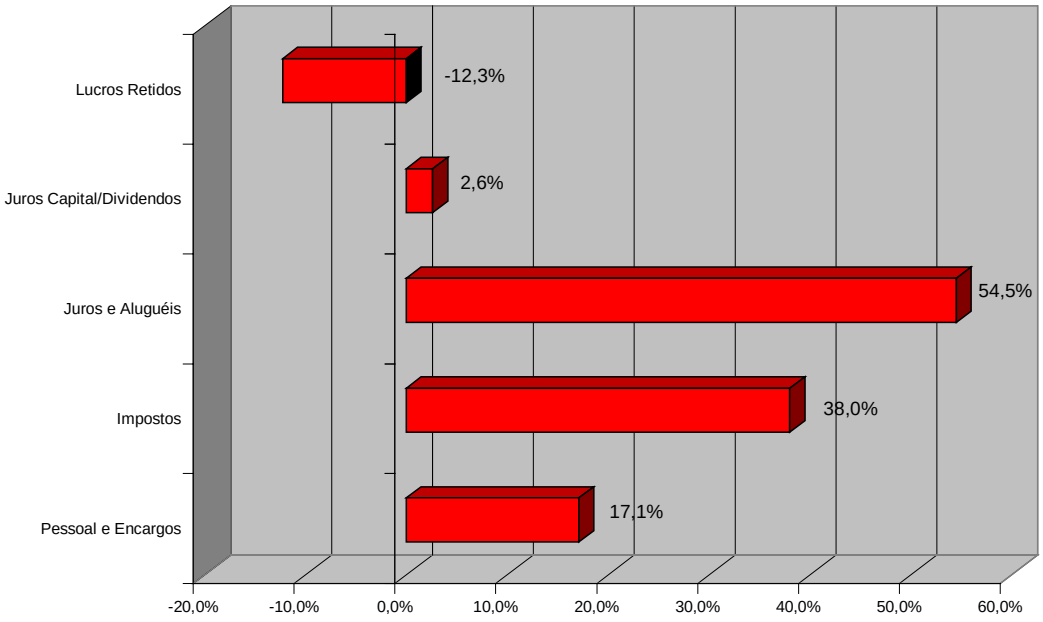


Gráfico 5.2 – Distribuição do Valor Adicionado – setor de energia elétrica – 1999



As variações são grandes entre empresas. Em 1999, há um mínimo de US$ 15.117 mil para a CGTEE e um máximo de US$ 2.110.424 mil para a Cesp. Em 2000, o mínimo é da EEVP com US$ 2.897 mil e o máximo da Eletropaulo com US$ 1.688.143 mil. Se considerado o indicador Riqueza criada por empregado, destaca-se a Serra da Mesa com US$ 7.274,2 mil em 2000 e US$ 15.353,5 mil em 1999.

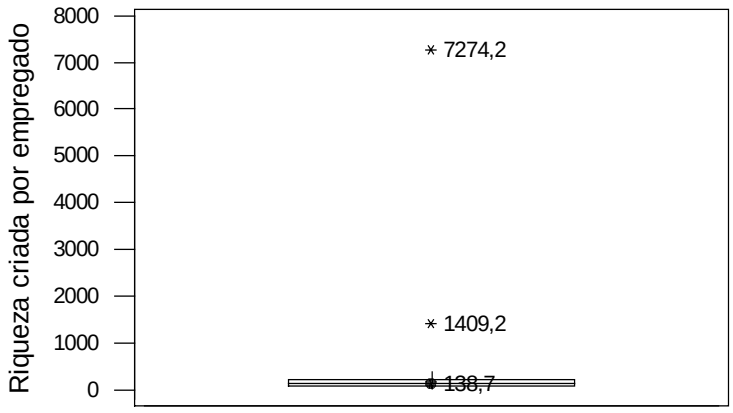
O Gráfico 5.3 mostra a posição da empresa, em 2000, em relação às demais empresas, considerando o indicador. O retângulo é definido pelo 1º quartil (*Q1*), mediana e o 3º quartil (*Q2*). As retas estendem-se até:

- *Limite superior*: *Q1* – 1,5 (*Q3* – *Q1*),
- *Limite inferior*: *Q3* + 1,5 (*Q3* – *Q1*),

sendo *Q3* o 3º quartil.

Os *outliers* são representados pelos asteriscos, distantes dos limites inferiores e superiores. Percebem-se como *outliers*, para o ano de 2000, as empresas Serra da Mesa (US$ 7.274,2 mil) e CDSA (US$ 1.409,2 mil).

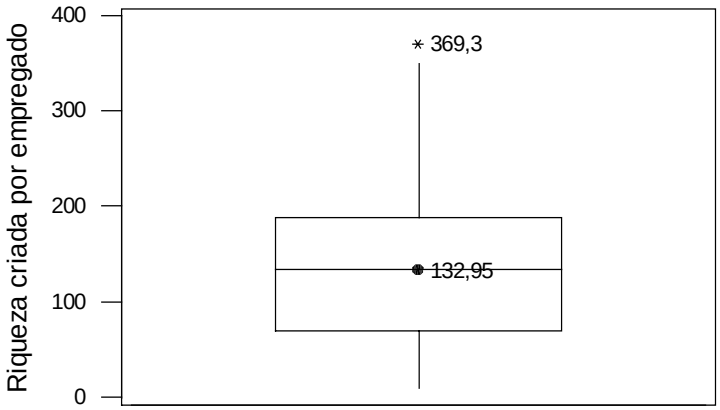
Gráfico 5.3 – Riqueza criada por empregado – 2000



Para o ano de 1999, repete-se a análise e são identificados como *outliers* as empresas Serra da Mesa (US$ 15.353,5 mil), Cesp (US$ 1.222,3 mil), CDSA (1.007,2) e AES Sul (US$ 444,4 mil).

Se os *outliers* forem excluídos da análise no ano de 2000, obtém-se o Gráfico 5.4, apresentado a seguir. O grupo de empresas apresenta-se mais homogêneo com relação ao indicador.

Gráfico 5.4 – Riqueza criada por empregado – 2000 (excluídos* outliers*)

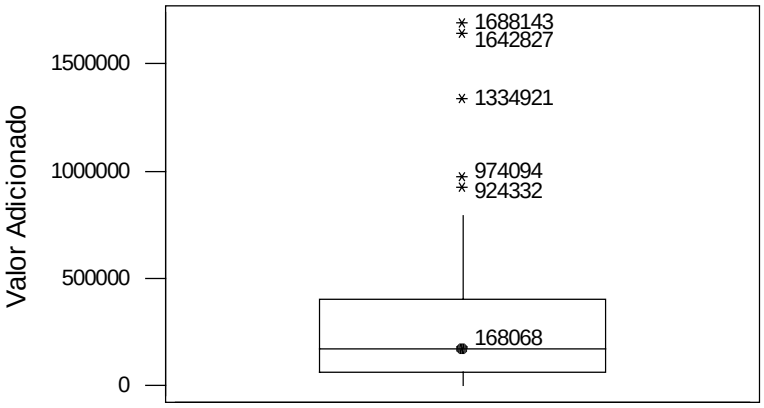


O tratamento dos *outliers* é particularmente importante na análise da DEA. A tendência é que os *outliers* sejam classificados como eficientes, pois "dominam" as demais empresas com relação a esse indicador e podem colocar-se na fronteira, atribuindo os maiores pesos (ou atribuindo peso somente) a esse *output*. A eliminação é indicada na literatura se percebido que os *outliers* não representam uma tecnologia factível para as demais empresas. O mesmo acontece para as empresas em que os *inputs* alcançarem valores mínimos.

Como opção à eliminação dos *outliers*, poder-se-ia pensar na substituição da variável. Assim, se o indicador for desmembrado, tem-se como *output* Valor Adicionado e como *input* Número médio de empregados.

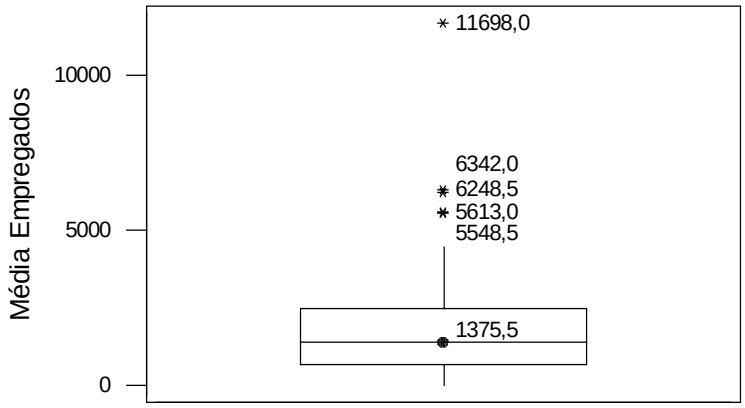
A distribuição das empresas, considerando o Valor Adicionado, está representada no Gráfico 5.5.

Gráfico 5.5 – Valor Adicionado por empresa – 2000



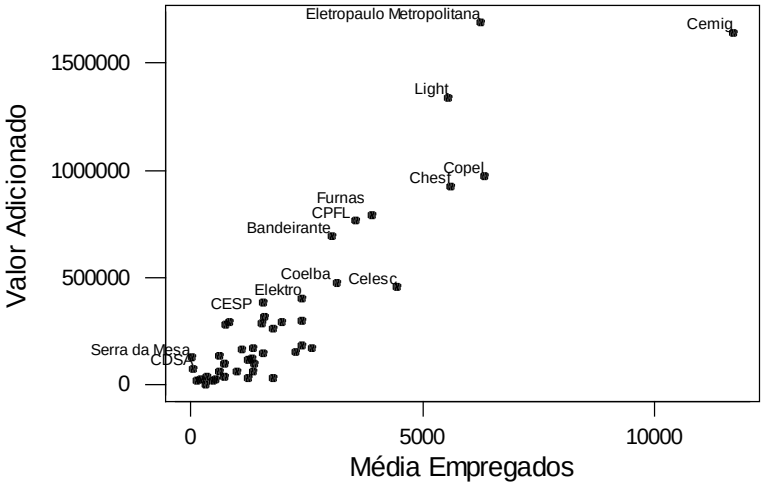
São identificadas como *outliers* as empresas: Eletropaulo (US$ 1.688.143 mil), Cemig (US$ 1.642.827 mil), Light (US$ 1.334.921 mil), Copel (US$ 974.094 mil) e Chesf (US$ 924.332 mil), empresas de grande porte do setor. São as mesmas identificadas como *outliers* no Gráfico 5.6, com inversão da ordem: Cemig, Copel, Eletropaulo, Chesf e Light, respectivamente.

Gráfico 5.6 – Número de médio de empregados – 2000



O Gráfico 5.7 mostra as empresas em relação ao Valor Adicionado e ao Número médio de empregados em 2000, confirmando a análise. Foram identificadas as empresas de maior porte, para facilitar a interpretação.

Gráfico 5.7 – Empresas por Valor Adicionado e Número médio de empregados – 2000



No gráfico, Cemig, Eletropaulo, Copel, Chesf e Light são *outliers* por seu porte de atuação e apesar de distantes das demais empresas, agrupam-se podendo servir de referência uma à outra. Aparecem próximas ainda Furnas, CPFL, Bandeirante, Coelba e Celesc. E depois uma nuvem com as demais empresas. Diferenças de porte entre empresas na análise DEA têm sido tratadas na literatura com a classificação das empresas por porte (BADIN, 1997; CERETTA e NIEDERAUER, 2000) ou com a utilização de modelos com retornos variáveis à escala.

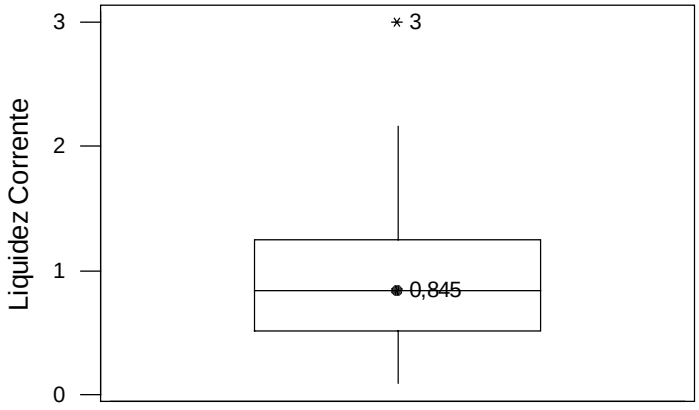
Finalmente, serão apresentados os principais índices contábil-financeiros das empresas do setor de energia elétrica, na Tabela 5.5.

Tabela 5.5 – Índices contábil-financeiros das empresas de energia elétrica

Empresa	Liquidez Geral		Liquidez Corrente		Giro		Margem		Rentabilidade CM		Cresc. Vendas		End. Geral		End. LP		Inv. Imobilizado		CCL	
	Número Índice						%												US$ milhões	
	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999
Coelce	0,67	0,75	0,80	1,13	0,48	0,46	7,7	7,8	4,6	4,3	2,1	2,7	24,3	19,5	9,3	9,5	17,3	10,8	-32,0	13,4
CELG	0,62	0,64	1,16	1,09	0,58	0,51	-2,6	-0,3	-3,9	-0,3	2,5	5,0	61,2	53,0	31,4	25,4	4,3	4,3	45,2	27,9
Escelsa	0,48	0,45	1,88	1,98	0,41	0,36	-0,2	-29,2	-0,2	-22,9	6,5	0,5	58,4	55,2	46,8	45,5	8,0	11,2	116,3	117,8
CERJ	0,48	0,41	0,45	0,79	0,49	0,46	1,3	4,8	3,1	11,1	6,2	0,6	79,8	79,9	54,4	63,3	18,4	15,0	-205,0	-52,5
Celpe	0,79	0,99	1,21	1,47	0,83	0,68	-4,5	4,8	-6,5	5,0	6,7	0,7	46,8	38,8	23,7	15,5	10,0	6,4	30,9	82,3
Eletronorte	0,37	0,41	0,39	0,44	0,08	0,07	-29,2	-101,9	-3,3	-9,0	5,1	6,0	29,5	26,3	16,9	15,8	4,1	3,5	-714,4	-629,4
Coelba	0,62	0,36	0,99	0,69	0,46	0,49	8,9	-7,2	7,1	-6,7	6,0	0,3	46,3	47,2	32,5	33,3	13,5	16,3	-2,5	-68,8
Celesc	0,99	0,97	0,65	0,65	0,62	0,54	0,5	-0,3	0,6	-0,3	6,8	2,4	47,0	43,2	26,9	25,4	7,1	7,9	-98,4	-94,0
Chesf	0,16	0,09	1,23	0,52	0,12	0,09	21,9	16,1	4,5	2,4	15,7	1,6	40,0	37,6	35,2	31,9	2,2	0,0	113,5	-317,9
Eletrosul	1,73	1,59	1,59	1,35	0,50	0,53	4,9	1,4	3,2	0,9	-10,5	27,8	22,9	19,7	8,0	7,4	2,8	4,5	94,4	49,8
Copel	0,52	0,51	1,18	1,03	0,27	0,25	15,4	12,4	6,0	4,5	8,5	4,4	31,9	33,2	25,6	25,8	5,0	9,8	60,6	11,5
CEEE	0,48	0,49	1,32	1,00	0,35	0,27	5,9	-19,8	7,9	-19,2	-0,7	-0,7	73,9	72,1	59,6	54,6	4,2	2,1	84,2	0,2
CPFL	1,00	0,94	1,33	1,34	0,48	0,41	2,3	4,0	1,4	2,1	5,1	7,3	27,3	26,0	16,9	15,5	4,5	5,8	117,8	138,4
Light	0,25	0,20	0,53	0,54	0,45	0,38	-2,1	-20,5	-3,7	-27,1	7,1	1,5	73,9	70,9	50,4	56,3	11,2	16,0	-521,0	-343,7
Cemig	0,80	0,66	0,63	0,47	0,39	0,31	8,5	0,5	4,3	0,2	9,9	4,7	24,2	24,7	11,3	12,9	3,6	4,8	-314,7	-469,3
CESP	0,20	0,31	0,38	0,83	0,07	0,11	0,3	32,1	0,0	5,7	-47,6	-48,9	43,8	38,5	32,5	29,3	0,0	2,0	-779,2	-211,6
Furnas	0,59	0,44	0,93	0,73	0,41	0,39	13,0	7,5	7,6	4,3	-4,7	23,5	31,6	32,2	16,3	17,9	4,7	8,5	-93,2	-359,6
Eletropaulo Metropolitana	0,43	0,44	0,85	0,80	0,67	0,59	5,7	11,9	9,4	16,4	4,3	1,6	64,2	58,6	41,3	39,8	5,5	5,1	-163,4	-199,4
Cosern	1,31	0,72	1,09	0,54	0,54	0,69	17,8	11,1	15,2	14,8	15,9	3,0	44,9	53,7	20,4	16,0	16,1	22,0	9,8	-51,9
Caiuá	0,54	0,56	0,43	0,35	0,09	0,09	-121,8	-76,9	NA	-16,6	8,6	-0,1	65,4	56,3	50,3	42,7	10,0	11,2	-66,2	-59,7
Cataguazes-Leopoldina	0,35	0,35	0,41	0,50	0,22	0,18	21,8	-59,9	7,8	-19,9	10,2	3,6	42,9	45,9	32,2	39,6	10,9	10,9	-27,3	-15,0
Rede/Cemat	0,54	0,59	0,79	0,67	0,53	0,43	-16,0	-10,8	-25,3	-11,7	5,0	24,7	66,5	60,4	51,3	43,9	6,8	5,9	-22,4	-44,1
Santa Cruz	4,49	2,80	1,67	1,11	0,64	0,50	-0,4	-14,1	-0,3	-7,9	11,1	1,2	7,9	11,9	1,0	3,8	6,9	11,0	4,1	0,9
Eletronuclear	0,29	0,11	0,65	0,42	0,04	0,03	8,6	39,4	0,5	1,3	33,5	-6,0	18,7	18,9	13,4	16,5	4,6	5,3	-73,3	-66,7
CEB	0,79	0,79	0,91	1,06	0,85	0,78	5,2	4,7	6,1	4,7	5,4	0,6	28,6	23,4	7,0	8,9	9,3	7,5	-8,0	3,6
CPEE	0,37	0,37	0,31	0,33	0,22	0,21	24,6	14,2	7,5	4,1	5,6	-15,3	30,5	28,9	5,7	7,9	10,5	6,9	-12,6	-10,2
Enersul	0,60	0,65	0,70	1,02	0,43	0,36	5,3	-8,5	4,0	-5,2	6,4	4,8	42,8	42,2	29,9	32,1	10,7	10,7	-21,7	1,5
Energipe	0,98	0,25	0,84	0,66	0,21	0,27	2,5	-35,8	0,8	-16,4	1,0	-4,6	32,1	41,4	24,9	30,1	18,7	15,5	-6,5	-17,3
CNEE	1,08	2,23	0,22	0,78	0,62	0,52	11,2	6,4	8,0	4,0	8,8	-2,1	44,4	18,9	3,7	10,7	6,4	4,8	-17,1	-1,1
EEVP	0,33	0,42	0,20	0,30	0,19	0,13	-90,1	-158,0	-35,5	-38,6	12,9	-2,1	53,7	45,8	26,4	30,5	16,0	44,5	-65,1	-40,2
EEB	2,21	1,98	0,75	0,64	0,67	0,59	6,5	4,6	5,6	3,6	9,0	3,4	24,9	25,4	12,6	14,0	8,2	11,2	-2,2	-2,9
Celtins	0,39	0,46	1,41	0,73	0,28	0,22	3,1	6,5	1,2	2,0	12,1	4,7	29,6	28,0	22,5	21,3	4,7	6,9	7,6	-5,3
Saelpa	0,80	1,17	1,15	1,08	0,69	0,56	-29,9	0,5	NA	0,5	10,7	0,8	70,7	46,1	50,8	17,7	5,4	10,4	7,0	6,5
Itá	0,09	0,08	0,09	0,04	0,08	NI	55,2	NI	11,0	11,6	NI	NI	61,3	56,6	2,7	3,4	15,8	NI	-357,2	-326,2
Cepisa	0,40	0,46	1,01	0,95	0,56	0,51	-20,9	-4,4	NA	-5,8	1,9	-8,1	75,7	61,7	59,3	45,6	14,3	16,7	0,5	-1,7
Celpa	0,75	0,75	1,09	1,08	0,49	0,41	2,7	4,0	2,7	3,1	11,4	4,2	50,7	47,2	36,1	35,0	10,3	13,2	9,6	8,1
RGE	0,27	0,20	0,81	0,68	0,46	0,37	-1,9	1,3	-1,5	0,7	5,0	2,2	43,8	36,8	33,1	28,6	6,0	7,9	-21,6	-33,4
CDSA	0,27	0,25	0,77	0,65	0,16	0,13	51,9	51,0	9,4	7,9	1,0	-8,8	20,6	23,8	13,4	16,3	0,2	0,0	-9,8	-18,6
CGTEE	1,20	0,08	2,16	0,24	0,24	0,20	4,0	26,6	1,0	14,3	-3,7	-8,1	9,0	63,0	4,5	46,3	0,7	3,8	22,4	-67,9
AES Sul	0,27	0,24	0,43	0,57	0,47	0,40	-7,7	-35,4	NA	-64,7	3,8	4,8	87,9	78,0	70,3	68,3	3,8	7,2	-117,8	-55,2
Elektro	0,43	0,31	1,47	0,98	0,56	0,45	-0,3	-24,0	-0,3	-18,3	9,0	NA	45,7	41,9	37,0	34,1	4,3	5,0	63,8	-3,3
Bandeirante	0,43	0,39	0,70	0,44	1,10	0,91	6,0	-0,4	18,1	-1,1	8,4	-0,1	64,1	64,6	32,3	36,9	7,5	8,1	-137,6	-251,7
Gerasul	0,25	0,23	0,41	0,41	0,23	0,18	16,3	27,7	6,2	8,0	27,3	7,5	41,8	39,0	29,4	32,6	2,9	2,4	-185,5	-97,1
EMAE	0,71	0,57	3,00	1,61	0,31	0,22	6,5	0,2	2,4	0,1	17,3	-8,6	16,6	17,9	13,5	13,6	1,8	1,4	39,2	18,7
EPTE	0,44	0,25	1,45	1,02	0,11	0,11	11,9	16,2	1,6	2,1	-10,4	-10,8	15,5	15,3	11,9	12,1	2,0	1,6	22,1	1,1
Serra da Mesa	0,19	0,18	2,09	0,94	0,05	0,04	-160,7	-440,1	NA	-52,9	12,0	NA	68,1	66,2	65,3	61,4	217,4	120,7	51,8	-5,5
Média	0,69	0,61	0,97	0,80	0,41	0,36	-2,85	-16,23	2,15	-4,45	5,96	0,74	44,16	42,08	28,26	28,15	12,15	11,27	-69,0	-74,8
Desvio-padrão	0,70	0,56	0,58	0,38	0,24	0,21	36,54	73,87	9,03	16,42	11,27	11,30	20,27	18,02	18,19	16,66	31,34	18,22	191,0	153,2
Coeficiente de Variação	1,01	0,91	0,60	0,48	0,59	0,57	-12,84	-4,55	4,20	-3,69	1,89	15,30	0,46	0,43	0,64	0,59	2,58	1,62	-2,77	-2,05
Mínimo	0,09	0,08	0,09	0,04	0,04	0,03	-160,72	-440,13	-35,53	-64,67	-47,64	-48,93	7,92	11,87	0,99	3,38	0,00	0,00	-779,2	-629,4
1 º Quartil	0,35	0,26	0,56	0,52	0,22	0,20	-1,56	-14,15	0,04	-8,74	3,80	-1,40	28,85	26,07	13,37	15,47	4,23	4,80	-88,2	-68,6
Mediana	0,50	0,45	0,85	0,73	0,44	0,38	4,45	1,25	3,15	0,80	6,49	1,55	43,80	41,66	26,65	27,19	6,59	7,55	-8,9	-16,1
3 º Quartil	0,79	0,71	1,23	1,03	0,55	0,51	8,81	7,81	7,14	4,30	10,24	4,56	61,26	56,03	36,76	38,93	10,62	11,18	22,3	1,4
Máximo	4,49	2,80	3,00	1,98	1,10	0,91	55,21	50,99	18,07	16,45	33,47	27,79	87,87	79,88	70,32	68,25	217,44	120,72	117,8	138,4

O índice de liquidez corrente é inferior a um para 27 empresas em 2000 e 31 empresas em 1999. É o número de empresas que apresentou capital circulante líquido negativo. A empresa Emae é apresentada como *outlier* em liquidez corrente, conforme indicado no Gráfico 5.8.

Gráfico 5.8 – Liquidez Corrente – 2000

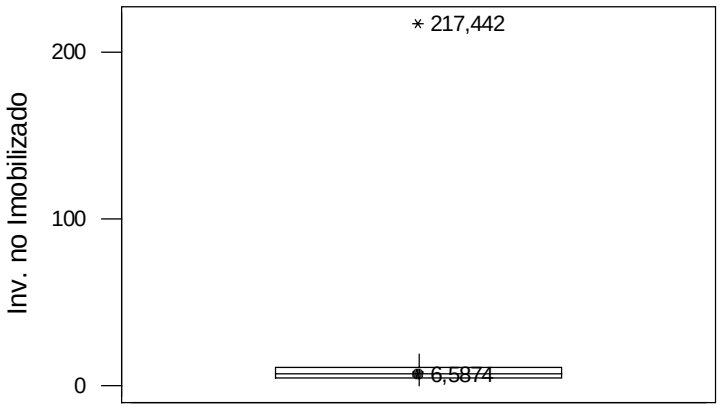


O número de empresas com rentabilidade negativa baixou de 19 para 10 empresas, se considerado o cálculo com correção monetária (CM). A margem foi negativa para 15 empresas em 2000 e para 19, em 1999.

Houve decrescimento das Vendas para seis empresas em 2000 e para 14 empresas em 1999. O endividamento geral manteve-se em torno de 40%; cerca de 28% são de curto prazo.

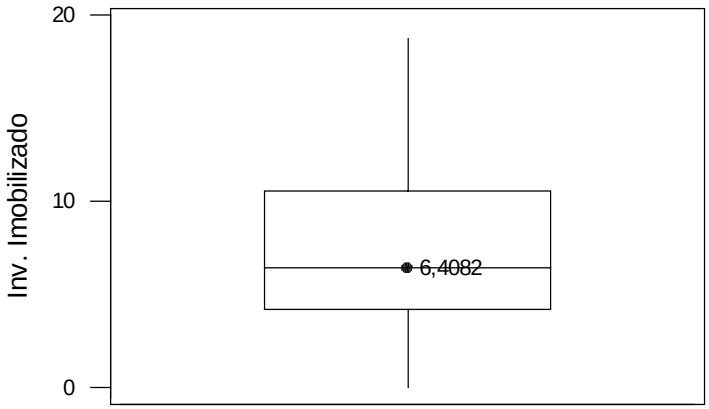
O grupo investiu cerca de 12% no Imobilizado, mas há grandes variações no indicador com máximo de 217,42% (Serra da Mesa) e mínimo de 0% (Cesp). O Gráfico 5.9 mostra a posição das empresas com relação ao indicador.

Gráfico 5.9 – Investimento no Imobilizado – 2000



Se a empresa for excluída, a situação modifica-se para a mostrada pelo Gráfico 5.10.

Gráfico 5.10 – Investimento no Imobilizado – 2000 (excluído* outlier*)



O giro das empresas do setor elétrico mantém a média de 0,4 nos dois anos de exame.

As informações apresentadas anteriormente permitiram chegar às conclusões de uma análise tradicional. Completam um quadro que se multiplica pelo número de empresas e de variáveis que compõem o estudo. Como resultado da análise há, sobretudo, médias e variações. Taxas de crescimento ou decrescimento. Número de empresas que se encontram em uma ou outra situação (por exemplo, lucro ou prejuízo).

No entanto, não é fácil do conjunto depreender, por exemplo, um *ranking* de empresas por excelência ou eficiência. Qual empresa foi mais eficiente na aplicação dos recursos: A empresa que obteve mais lucro? A empresa que criou mais riqueza? Ou aquela empresa que alcançou o maior valor de ativo ou de patrimônio líquido?

Os sistemas de pontuação com ponderação de indicadores solucionam o problema de relacionar as diversas facetas de desempenho.

Porém, estão sujeitos à subjetividade dos pesos e da escolha de indicadores a compor o sistema.

5.4.2.2 Análise de Correlação

O próximo passo da análise é estudar a relação entre as variáveis. As relações podem ter dois significados:

1. causalidade: o comportamento de uma variável influencia o comportamento de outra, no mesmo sentido (correlação positiva) ou em sentido oposto (correlação negativa);
2. redundância: as variáveis têm comportamento próximo, pois se referem ao (explicam o) mesmo aspecto do fenômeno.

A caracterização do relacionamento das variáveis será um dos direcionadores quanto à verificação da adequação das variáveis que comporão o modelo. É necessário estudar o comportamento das variáveis em busca de relações de causa-efeito. É ainda importante por restringir o número de variáveis que comporão o modelo, sem perda de informação. Conforme já discutido, diversos estudos indicam que quanto maior o número de variáveis do modelo, maior a possibilidade de uma unidade alcançar a fronteira de eficiência relativa. Assim, com número menor de variáveis explicativas, aumenta-se o poder discriminatório do modelo.

As variáveis a serem estudadas, derivadas dos indicadores de *Melhores e Maiores*, estão representadas no Quadro 5.1, adaptadas:

- *Outputs:* Vendas, Lucro Líquido Ajustado, Retorno sobre o PL (CM), Valor Adicionado, Valor Adicionado por empregado, Ativo Circulante,[37] Liquidez Corrente, Capital Circulante Líquido, Crescimento de Vendas em percentual, Crescimento de Vendas em

[37] O Ativo Circulante aparece como *output* por espelhar o desdobramento do indicador contábil Liquidez Corrente. Assim, como *output* há o Ativo Circulante e como *input* há o Passivo Circulante. Estudos têm apresentado os itens do Ativo como insumo (SILVA, 2000; CERETTA e NIEDERAUER, 2000; SIMAK, 1997; SIMAK, 2000). No presente estudo, apresenta-se Ativo Circulante como *output* e Ativo Imobilizado como *input*. O Ativo Imobilizado é o denominador do índice Investimento no Imobilizado (%).

dólares, Investimento no Imobilizado em percentual, Aplicações no Imobilizado em dólares;

- *Inputs:* Patrimônio Líquido Ajustado, Passivo Circulante, Ativo Imobilizado – Ano anterior, Número Médio de Empregados.

A análise de correlação será mostrada segregando *inputs* e *outputs*, para os anos em exame. Foi incluído o ano de 1998, sem as variáveis Crescimento de Vendas em US$, Imobilizado – 1997 e Média de Empregados, que dependiam de dados do ano de 1997, não disponíveis. A Média de Empregados foi substituída pelo Número de Empregados em 1998.

Tabela 5.6 – Análise de correlação – 1998

	Vendas	*LL Ajustado*	*Retorno CM*	*Valor Adicionado*	*V. A. por Empregado*	*Ativo Circulante*	*Liquidez corrente*	*CCL*	*Cresc. Vendas*	*Inv. no Imobilizado*	*Apl. no Imobilizado*	*PL Ajustado*	*Passivo Circulante*
LL Ajustado	0,585												
Retorno CM	0,071	0,401											
Valor Adicionado	0,887	0,766	0,193										
V. A. por Empregado	-0,109	-0,112	-0,259	-0,083									
Ativo Circulante	0,855	0,504	0,023	0,716	-0,106								
Liquidez corrente	-0,142	-0,060	0,202	-0,178	-0,248	-0,012							
CCL	-0,517	-0,579	-0,059	-0,644	-0,029	-0,478	0,442						
Cresc. Vendas	-0,208	0,103	0,222	-0,129	0,633	-0,278	-0,129	0,052					
Inv. no Imobilizado	-0,288	-0,092	0,055	-0,245	0,023	-0,282	-0,113	0,042	0,011				
Apl. no Imobilizado	0,601	0,545	0,067	0,581	-0,069	0,678	-0,112	-0,544	-0,149	-0,138			
PL Ajustado	0,590	0,424	0,025	0,565	-0,071	0,717	-0,219	-0,692	-0,138	-0,294	0,916		
Passivo Circulante	0,805	0,628	0,046	0,789	-0,049	0,879	-0,248	-0,839	-0,197	-0,197	0,715	0,821	
No. Empregados 1998	0,741	0,327	0,065	0,718	-0,166	0,495	-0,097	-0,198	-0,205	-0,210	0,503	0,440	0,411

Tabela 5.7 – Análise de correlação – 1999

	Vendas	*LL Ajustado*	*Retorno CM*	*Valor Adicionado*	*V. A. por Empregado*	*Ativo Circulante*	*Liquidez Corrente*	*CCL*	*Cresc. Vendas*	*Cresc. Vendas US$*	*Inv. no Imobilizado*	*Apl. no Imobilizado*	*PL Ajustado*	*Passivo Circulante*	*Imobilizado - 1998*
LL Ajustado	0,312														
Retorno CM	0,169	0,576													
Valor Adicionado	0,817	0,395	0,136												
V. A. por Empregado	-0,104	-0,241	-0,442	-0,032											
Ativo Circulante	0,854	0,317	0,155	0,834	-0,041										
Liquidez Corrente	-0,036	0,054	-0,012	-0,029	0,049	0,126									
CCL	-0,573	0,179	-0,070	-0,471	0,064	-0,463	0,552								
Cresc. Vendas	0,179	-0,252	-0,099	-0,319	-0,621	-0,081	0,082	-0,023							
Cresc. Vendas US$	0,161	-0,267	-0,046	-0,378	-0,673	-0,190	-0,005	-0,023	0,808						
Inv. no Imobilizado	-0,158	-0,317	-0,534	-0,142	0,907	-0,157	-0,021	0,106	0,060	0,101					
Apl. no Imobilizado	0,711	0,129	0,118	0,564	-0,082	0,695	-0,156	-0,591	0,049	0,070	-0,099				
PL Ajustado	0,582	0,146	0,154	0,617	-0,033	0,745	-0,131	-0,682	-0,147	-0,221	-0,179	0,701			
Passivo Circulante	0,853	0,146	0,141	0,796	-0,057	0,918	-0,157	-0,776	-0,047	-0,124	-0,157	0,747	0,834		
Imobilizado - 1998	0,496	0,291	0,178	0,644	-0,049	0,713	-0,162	-0,603	-0,337	-0,437	-0,207	0,656	0,947	0,777	
Média Empregados	0,778	0,137	0,152	0,720	-0,161	0,583	0,016	-0,492	0,174	0,165	-0,191	0,544	0,538	0,634	0,425

Tabela 5.8 – Análise de correlação – 2000

	Vendas	*LL Ajustado*	*Retorno CM*	*Valor Adicionado*	*V. A. por empregado*	*Ativo Circulante*	*Liquidez Corrente*	*CCL*	*Cresc. Vendas*	*Cresc. Vendas US$*	*Inv. no Imobilizado*	*Aplicação no Imobilizado*	*PL Ajustado*	*Passivo Circulante*	*Imobilizado - 1999*
LL Ajustado	0,683														
Retorno CM	0,180	0,400													
Valor Adicionado	0,910	0,593	0,210												
V. A. por Empregado	-0,095	-0,209	0,282	-0,057											
Ativo Circulante	0,932	0,647	0,148	0,799	-0,061										
Liquidez Corrente	-0,081	0,011	0,036	-0,135	0,259	-0,029									
CCL	-0,261	0,149	0,040	-0,291	0,080	-0,305	0,515								
Cresc. Vendas	-0,113	-0,008	0,006	-0,035	0,060	-0,232	0,043	0,371							
Cresc. Vendas US$	0,159	0,101	0,083	0,312	-0,016	-0,036	0,063	0,357	0,780						
Inv. no Imobilizado	-0,136	-0,265	-0,071	-0,099	0,963	-0,111	0,234	0,098	0,110	0,014					
Aplic. no Imobilizado	0,733	0,515	0,105	0,648	-0,123	0,777	-0,201	-0,399	0,134	0,239	-0,128				
PL Ajustado	0,564	0,448	0,047	0,499	-0,061	0,707	-0,123	-0,511	-0,246	-0,230	-0,123	0,740			
Passivo Circulante	0,791	0,374	0,082	0,707	-0,084	0,862	-0,294	-0,745	-0,354	-0,215	-0,130	0,756	0,766		
Imobilizado - 1999	0,527	0,462	0,056	0,484	-0,088	0,693	-0,155	-0,536	-0,305	-0,317	-0,159	0,678	0,963	0,771	
Média Empregados	0,801	0,561	0,097	0,909	-0,154	0,690	-0,065	-0,198	0,029	0,357	-0,170	0,657	0,563	0,588	0,511

As maiores correlações *input* x *output* foram encontradas entre as variáveis Vendas e Passivo Circulante (cerca de 0,8 para os três anos) e Vendas e Média de Empregados (cerca de 0,8 para 1999 e 2000 e 0,7 para 1998); Valor Adicionado e Passivo Circulante (0,7) e Valor Adicionado e Média de Empregados (0,7 em 1998 e 1999, e 0,9 em 2000); Ativo Circulante e Passivo Circulante (cerca de 0,9 nos três anos); CCL e Passivo Circulante (variando entre –0,7 e –0,8); Aplicação no Imobilizado e PL Ajustado (0,7 em 1999 e 2000, e 0,9 em 1998); e Aplicação no Imobilizado e Passivo Circulante (0,7 nos três anos).

É interessante ressaltar que o padrão de correlação de Vendas e Valor Adicionado com as variáveis de *input* é bastante semelhante; a correlação entre as duas variáveis é de 0,910 em 2000, 0,817 em 1999 e 0,887 em 1998.

O mesmo ocorre com as variáveis Ativo Circulante e Passivo Circulante, que mostram um padrão de associação com outras variáveis muito semelhantes e alta correlação entre si (0,862 em 2000, 0,918 em 1999 e 0,879 em 1998). O Passivo Circulante apresenta ainda alta correlação com o PL Ajustado (cerca de 0,8 nos três anos em análise).

Entre *inputs*, deve-se ressaltar ainda a correlação entre PL Ajustado e Imobilizado do ano anterior.

As maiores correlações entre *outputs*, foram nas variáveis Vendas e Valor Adicionado, já comentadas, Vendas e Ativo Circulante, Vendas e Aplicação no Imobilizado, Valor Adicionado e Ativo Circulante, Crescimento de Vendas em percentual e Crescimento de Vendas em dólares.

Algumas conclusões:

- As correlações entre Vendas, Valor Adicionado, Ativo Circulante, Passivo Circulante e PL Ajustado indicam variações de volume nas operações das empresas. Assim, por exemplo, um aumento em Vendas implica aumentos no Ativo Circulante (Bancos ou Clientes), no Passivo Circulante (Fornecedores) e no PL (Receitas). Diminuições apresentariam efeito contrário.

- O Valor Adicionado, por sua vez, é composto por Receita de Vendas, deduzidos os Insumos Adquiridos de Terceiros e as Retenções (Depreciação, amortização e exaustão) e acrescido do Valor Adicionado recebido em Transferência (Resultado de Equivalência Patrimonial de Investimentos e Receitas Financeiras). Assim, apresenta um padrão de variação semelhante ao de Vendas.
- As correlações entre Ativo Circulante, Passivo Circulante e Patrimônio Líquido também explicam-se por variações de volume de atividades das empresas. Pode-se concluir pela validade da substituição das variáveis Ativo Circulante e Passivo Circulante por CCL ou por Liquidez Corrente. E pela manutenção da variável Patrimônio Líquido como *input*.
- A variável Lucro Líquido não apresenta correlações relevantes com variáveis de *input* ou *output*.
- Aplicação no Imobilizado apresentou correlações altas com PL Ajustado, Passivo Circulante, Ativo Circulante e Vendas. Assim, deve-se examinar a possibilidade de sua substituição pelo indicador Investimento no Imobilizado e a exclusão da variável Imobilizado do ano anterior, como *input*. Ressalte-se que, conforme discutido na seção anterior, a variável Investimento no Imobilizado sofre a influência de *outliers*, que deverão receber tratamento.

Finalmente, após a análise de correlação, as variáveis excluídas do modelo são:

- *Outputs*: Ativo Circulante;
- *Inputs*: Passivo Circulante e Ativo Imobilizado – Ano anterior.

Ficam pendentes de definição as opções entre Vendas e Valor Adicionado, Liquidez Corrente e Capital Circulante Líquido, Crescimento de

Vendas em percentual e Crescimento de Vendas em dólares e a exclusão de Aplicações no Imobilizado.

Na próxima etapa, será avaliado o relacionamento entre variáveis de *input* e *output* através de análises gráficas.

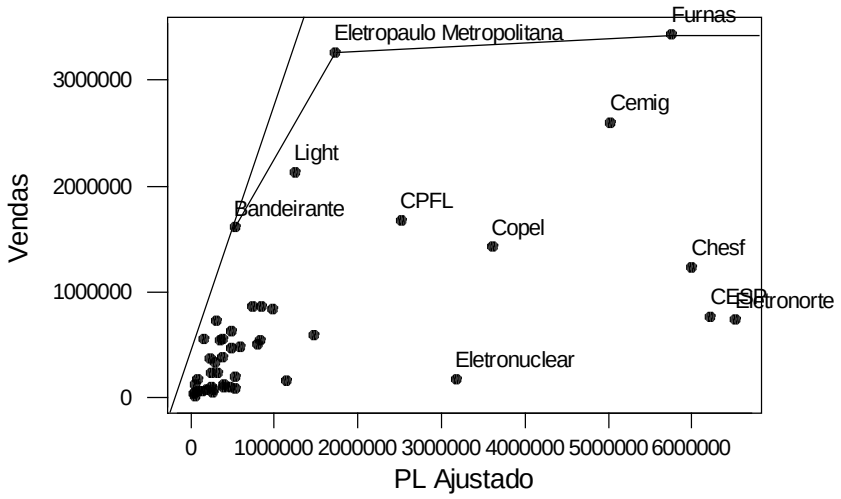
5.4.2.3 Análises Gráficas

A análise gráfica atende a dois objetivos (MEZA, 1998: 39):

- observar o comportamento de cada DMU com respeito às variáveis consideradas;
- verificar se o plano de produção indica retornos constantes ou variáveis à escala.

Os gráficos podem ser construídos com duas variáveis (*X* x *Y*) ou três variáveis (*X1*/*Y* x *X2*/*Y* ou *Y1*/*X* x *Y2*/*X*).

Gráfico 5.11 – Vendas x PL Ajustado – 2000



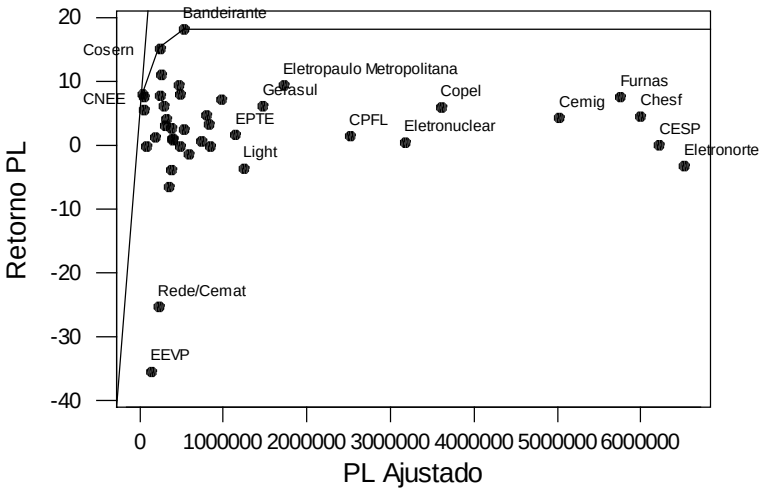
O Gráfico 5.11 apresenta as empresas por Vendas x PL Ajustado. As linhas traçadas representam a fronteira, considerando retornos constantes à escala (CRS – linha que une a origem ao ponto mais extremo do gráfico), ou

retornos variáveis à escala (VRS – linhas que unem os pontos extremos que dominam o plano de produção, sem considerar retornos constantes).

As empresas que dominam o plano de produção são Bandeirante (CRS) ou Bandeirante, Eletropaulo e Furnas (VRS). As variáveis consideradas no gráfico são representativas do porte das empresas. As empresas de menor porte concentraram-se no canto inferior esquerdo do gráfico que indica menores volumes de vendas por patrimônio líquido.

O Gráfico 5.12 confirma essa conclusão. Apresenta como variáveis Retorno sobre Patrimônio Líquido x PL Ajustado; a primeira não sofre influência do porte. Aparecem compondo as fronteiras CRS e VRS as empresas EEVP e Cosern, de menor porte.

Gráfico 5.12 – Retorno x PL Ajustado – 2000

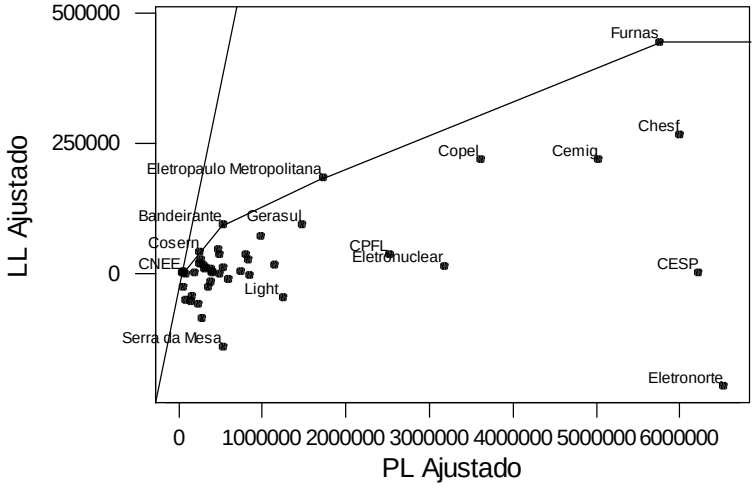


As empresas que dominam o plano de produção são CNEE (CRS) ou CNEE, Cosern e Bandeirante (VRS). Um conjunto de empresas concentra-se agora no canto superior esquerdo do gráfico. As empresas de maior PL Ajustado (grande porte) distribuem-se à direita, com Retornos que variam de –3,3% (Eletronorte) a 7,6% (Furnas).

No Gráfico 5.13, são apresentadas as empresas de acordo com o Lucro Líquido Ajustado e o Patrimônio Líquido. O Resultado Líquido confirma-se igualmente como uma variável menos afetada pelo porte do que Vendas, por exemplo. Empresas de grande porte apresentam prejuízo ou lucro, assim como empresas de pequeno porte, distribuindo-se pelo gráfico no sentido horizontal. O resultado da CNEE, US$ 3.773 mil, é comparável ao da Cesp, US$ 2.493 mil.

As empresas de menor porte estão concentradas no canto esquerdo inferior do gráfico, com Cosern e CNEE compondo a fronteira de eficiência VRS. A fronteira completa-se com Bandeirante, Eletropaulo e Furnas. A fronteira CRS é composta apenas por CNEE.

Gráfico 5.13 – Lucro Líquido x PL Ajustado – 2000

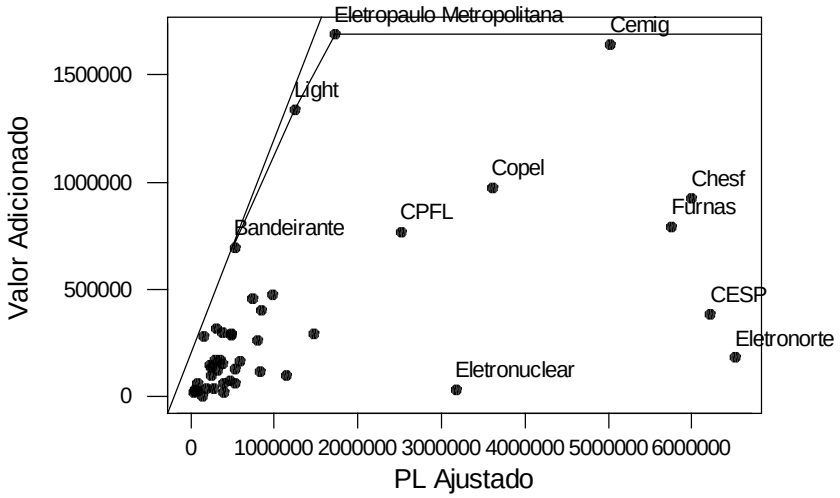


No Gráfico 5.14, as empresas são classificadas por Valor Adicionado e Patrimônio Líquido. A análise de correlação demonstrou forte relacionamento entre Valor Adicionado e Vendas (0,910 em 2000). No entanto, a análise gráfica apresenta resultados diversos: considerando Vendas, compuseram a fronteira as empresas Bandeirante, Eletropaulo e Furnas; utilizando o Valor Adicionado, Bandeirante, Light e Eletropaulo. Furnas aparece distante da fronteira. Assim, fica claro que as variáveis

apresentam informações diferentes, não podendo ser consideradas redundantes.

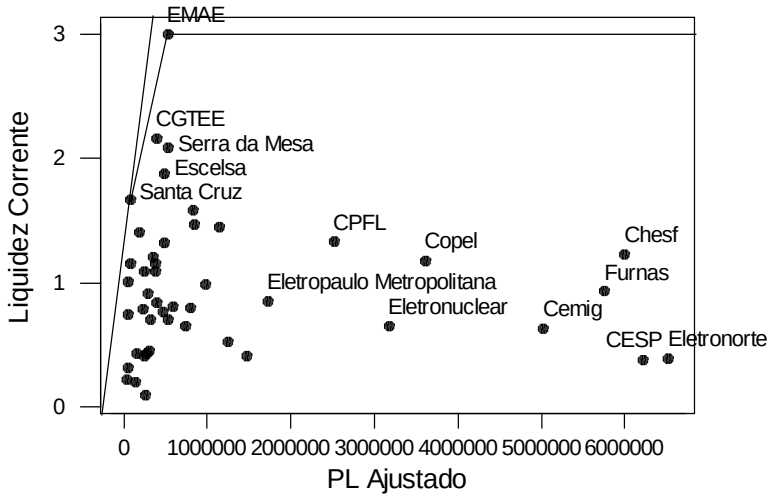
As empresas de menor porte estão concentradas no canto esquerdo inferior do gráfico; nenhuma compõe a fronteira. Portanto, a variável apresenta-se relacionada ao porte.

Gráfico 5.14 – Valor Adicionado x PL Ajustado – 2000



O Gráfico 5.15 mostra as empresas por Liquidez Corrente e Patrimônio Líquido.

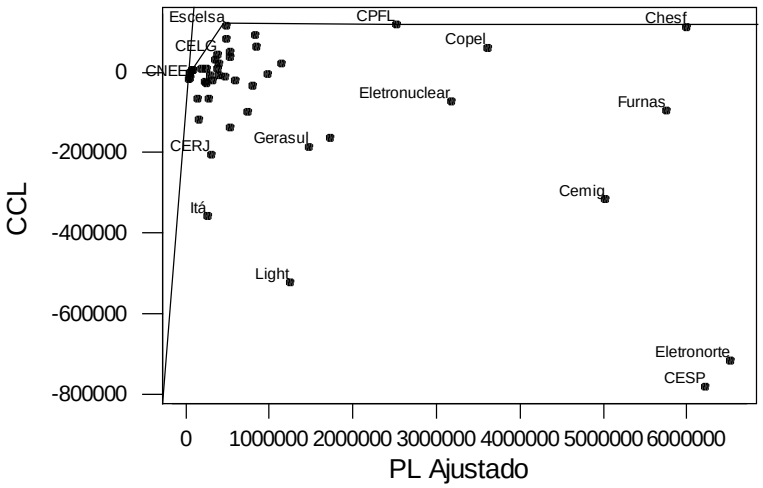
Gráfico 5.15 – Liquidez Corrente x PL Ajustado – 2000



As empresas que compõem a fronteira são Santa Cruz e Emae. Na análise tradicional, Emae já havia sido identificada como *outlier* em Liquidez Corrente, conforme já mostrado no Gráfico 5.8. Resultado do quociente entre Ativo Circulante e Passivo Circulante, a variável apresenta-se normalizada, não sofrendo efeitos do porte de atuação das empresas.

O Capital Circulante Líquido é relacionado ao Patrimônio Líquido no Gráfico 5.16.

Gráfico 5.16 – Capital Circulante Líquido x PL Ajustado – 2000

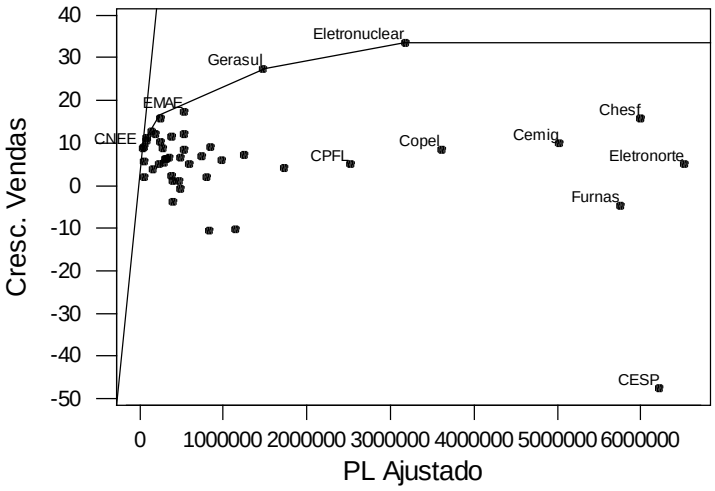


Estão presentes na fronteira as empresas CNEE, CELG, Escelsa, CPFL e Chesf. Os resultados são bastante diferentes da análise, considerando o índice de Liquidez Corrente.

É o gráfico que apresenta as empresas mais dispersas. Há concentração de empresas de pequeno e médio porte no canto superior esquerdo. As empresas de grande porte estão bem distribuídas no quadrante direito do gráfico, com a maioria apresentando CCL negativo.

O Gráfico 5.17 apresenta as empresas conforme o Crescimento de Vendas em porcentagem *versus* PL Ajustado.

Gráfico 5.17 – Crescimento de Vendas (%) x PL Ajustado – 2000

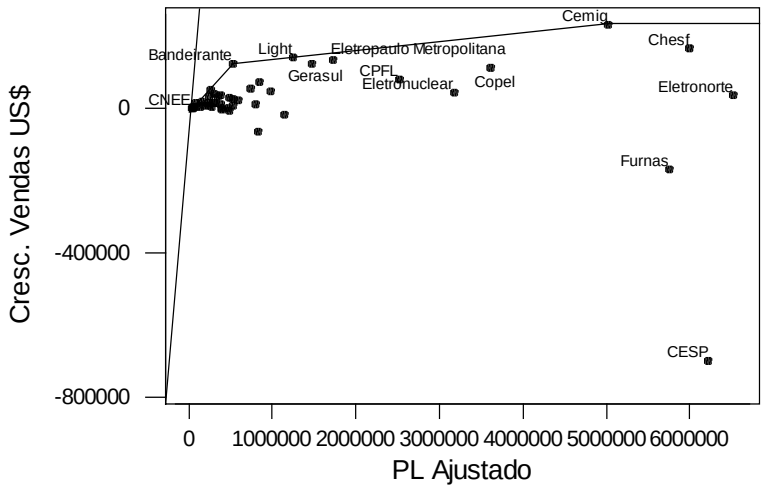


As empresas que compõem a fronteira são CNEE (CRS) e CNEE, Emae, Gerasul e Eletronuclear (VRS). Há uma concentração de empresas no quadrante superior esquerdo do gráfico. As empresas de grande porte continuam dispersas no canto direito com destaque para a Cesp, com maior índice de decrescimento de vendas, -47,6%.

O crescimento de vendas é apresentado ainda em dólares. O Gráfico 5.18 apresenta o Crescimento de Vendas (US$) pelo PL Ajustado. As empresas que aparecem na fronteira são CNEE (CRS) e CNEE,

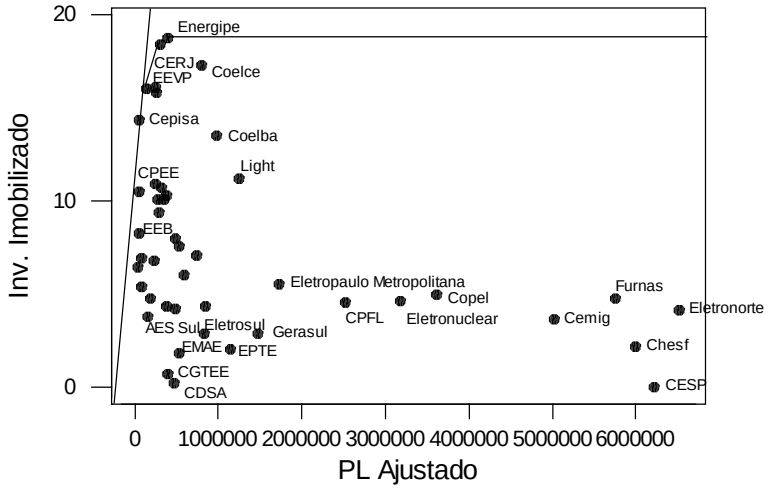
Bandeirante, Light e Cemig (VRS). A concentração de empresas de pequeno porte se mantém no canto esquerdo superior. As empresas de grande porte estão dispersas no quadrante direito, com a Cesp novamente isolada no canto direito inferior do gráfico.

Gráfico 5.18 – Crescimento de Vendas (US$) x PL Ajustado – 2000



O Gráfico 5.19 apresenta o indicador de Investimento no Imobilizado pelo Patrimônio Líquido.

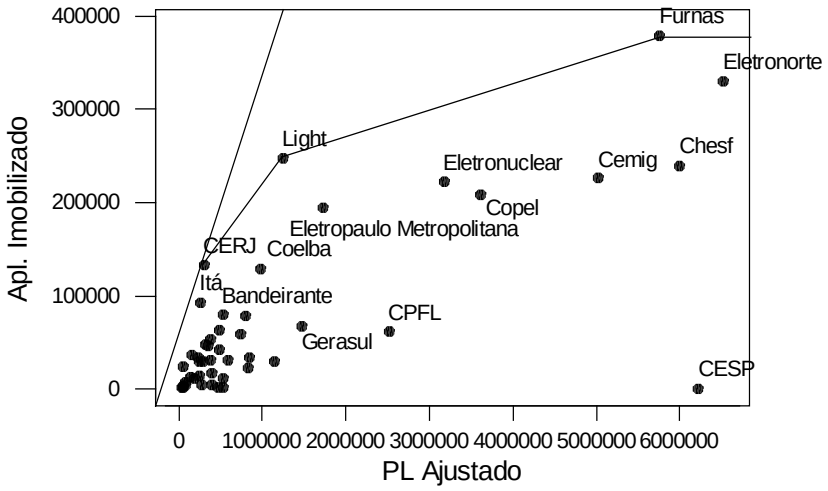
Gráfico 5.19 – Investimento no Imobilizado x PL Ajustado – 2000



As empresas que compõem a fronteira são Cepisa (CRS) e Cepisa, EEVP, Cerj e Energipe. O padrão do gráfico modificou-se com as empresas distribuindo-se nos quadrantes inferior e esquerdo. As empresas pequenas e médias apresentam maiores índices de investimento no Imobilizado que as empresas de grande porte.

O Gráfico 5.20 apresenta a informação da Aplicação no Imobilizado em dólares pelo PL Ajustado.

Gráfico 5.20 – Aplicação no Imobilizado (US$) x PL Ajustado – 2000



O padrão anterior é retomado. As pequenas empresas concentram-se no canto inferior esquerdo do gráfico. As empresas de grande porte estão distribuídas no quadrante direito.

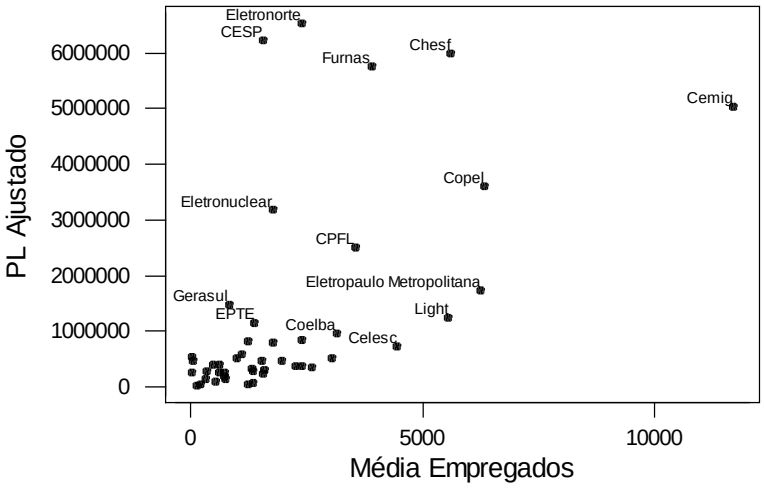
As empresas que formam a fronteira são Cerj (CRS) e Cerj, Light e Furnas (VRS), concentrando-se em empresas de grande porte. As empresas de pequeno porte aparecem em uma nuvem no canto inferior esquerdo.

O conjunto de gráficos apresentado a seguir relaciona os mesmo *outputs* com relação à Média de empregados. Inicialmente, é apresentado o Gráfico 5.21 que relaciona os *inputs* PL Ajustado por Média de empregados. São duas medidas utilizadas como indicadores do porte das empresas. No

entanto, como mostrado no gráfico, o relacionamento entre as variáveis não é diretamente proporcional.

Assim, Eletronorte, Cesp, Furnas e Chesf, as empresas de maiores PL, têm média de empregados de cerca de 5.000. A empresa com maior média de empregados é a Cemig, com 11.698 funcionários. Cemig é uma empresa integrada, que atua em geração, transmissão e distribuição e ainda tem capital estatal.

Gráfico 5.21 – Média de empregados x PL Ajustado – 2000

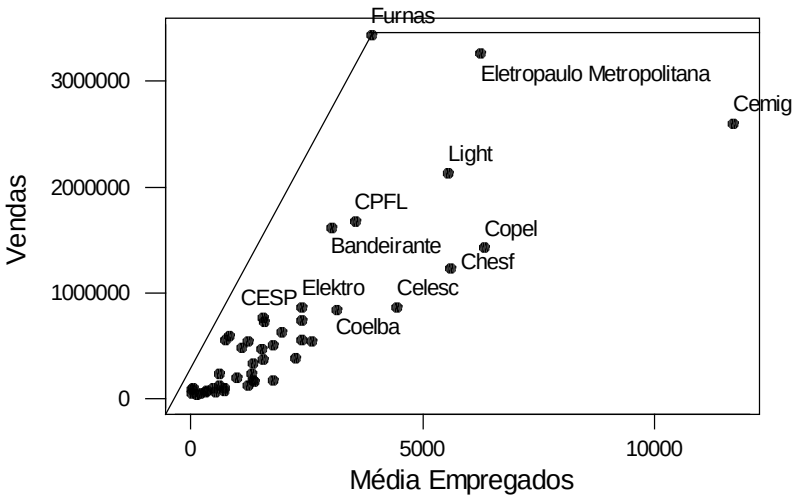


O Gráfico 5.22 apresenta Vendas por Média de empregados. Na análise de correlação, verificou-se que as variáveis são altamente correlacionadas, com índice de 0,801.

A fronteira, tanto com retornos constante quanto considerando retornos variáveis, é formada somente por Furnas. As empresas de pequeno porte concentram-se no quadrante inferior esquerdo do gráfico.

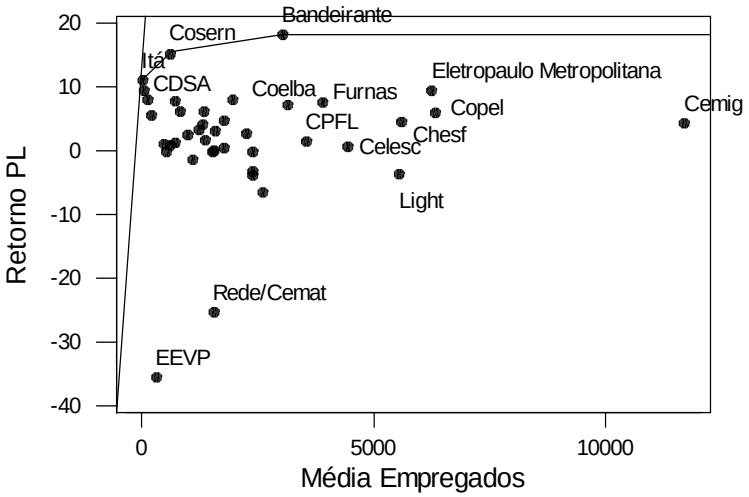
Confirma-se que as variáveis relacionam-se ao porte das empresas; Eletropaulo e Cemig são as empresas mais próximas da fronteira. Nenhuma empresa de médio ou pequeno porte compõe a fronteira.

Gráfico 5.22 –Vendas x Média de Empregados – 2000



O Gráfico 5.23 relaciona as empresas por Retorno e Média de empregados.

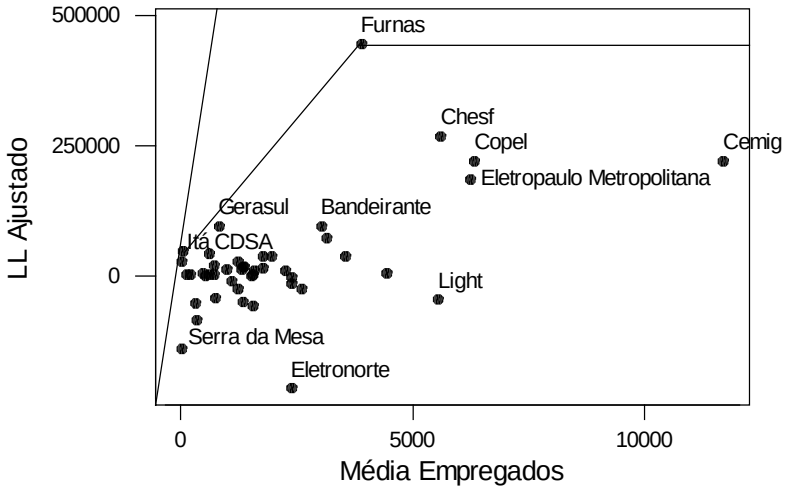
Gráfico 5.23 – Retorno (CM) x Média de Empregados – 2000



As empresas que formam a fronteira de eficiência são Itá (CRS) e Itá, Cosern e Bandeirante (VRS). As empresas de pequeno porte concentram-se no quadrante superior esquerdo do gráfico. Os menores retornos são apresentados por Rede/Cemat e EEVP.

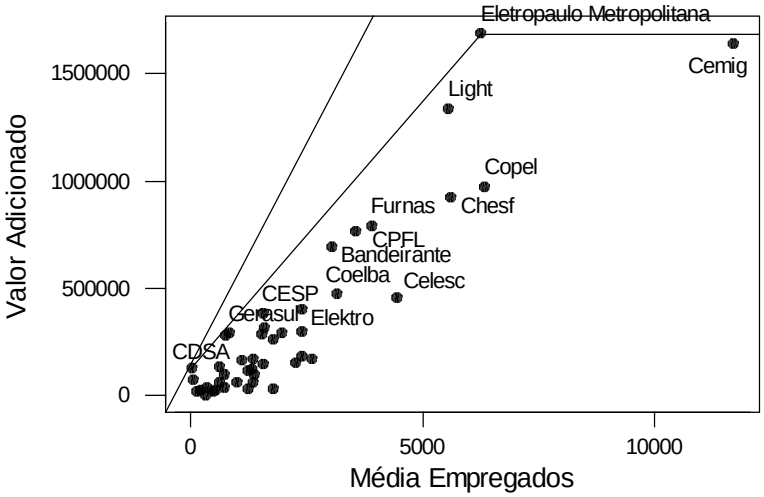
O Gráfico 5.24 apresenta as empresas por Lucro Líquido e PL Ajustado. Compõem a fronteira apenas Itá (CRS) e Itá e Furnas (VRS).

Gráfico 5.24 – Lucro Líquido Ajustado x Média de empregados – 2000



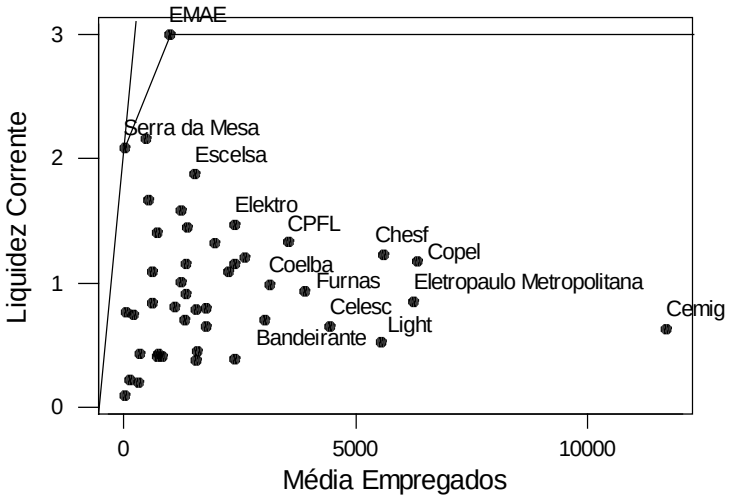
Considerando Valor Adicionado e Média de empregados, a situação altera. O Gráfico 5.25 mostra como eficientes as empresas CDSA (CRS) e CDSA, Gerasul e Eletropaulo (VRS). As empresas de pequeno porte novamente concentram-se no quadrante inferior esquerdo do gráfico. É importante ressaltar, ainda, a alta correlação entre as variáveis, verificada na análise de correlação: 0,909.

Gráfico 5.25 – Valor Adicionado x Média de Empregados – 2000



No Gráfico 5.26, estão relacionadas as empresas considerando Liquidez Corrente *versus* Média de empregados.

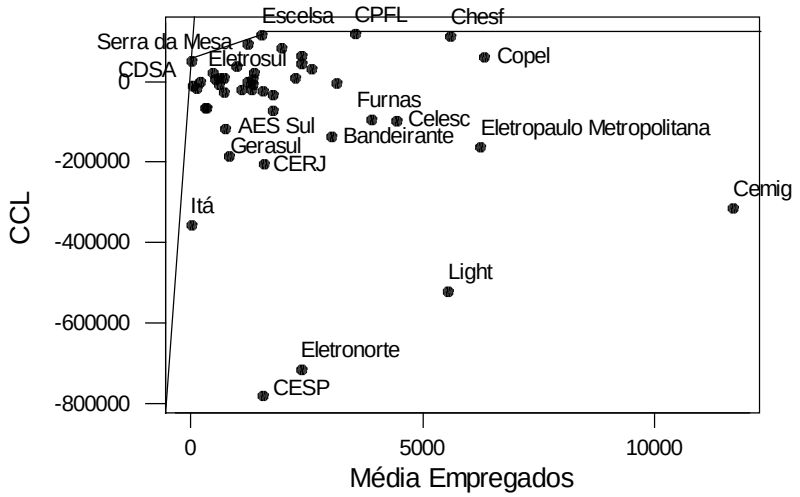
Gráfico 5.26 – Liquidez Corrente x Média de empregados – 2000



As empresas que compõem a fronteira são Serra da Mesa (CRS) e Serra da Mesa e Emae (VRS). Emae confirma sua posição como *outlier* em Liquidez Corrente.

O Gráfico 5.27 considera as variáveis Capital Circulante Líquido (em US$ mil) e Média de Empregados.

Gráfico 5.27 – Capital Circulante Líquido x Média de empregados – 2000

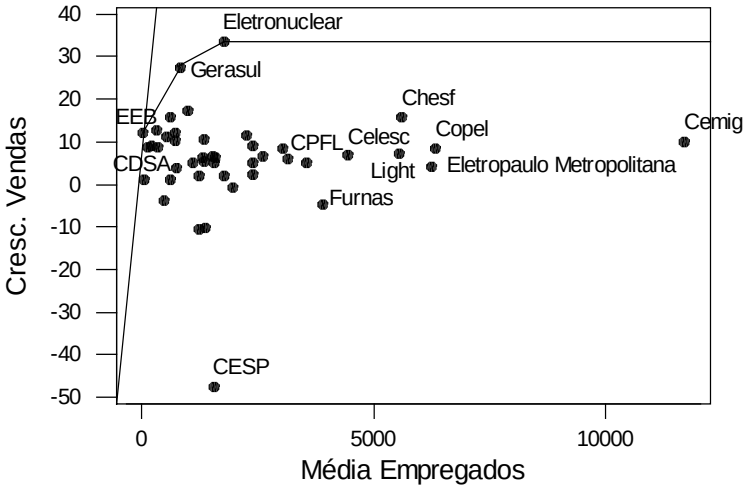


As empresas que compõem a fronteira são CDSA (CRS) e CDSA, Serra da Mesa, Escelsa, CPFL e Chesf.

O Gráfico 5.28 mostra a posição das empresas conforme Crescimento de Vendas em percentual e Média de empregados.

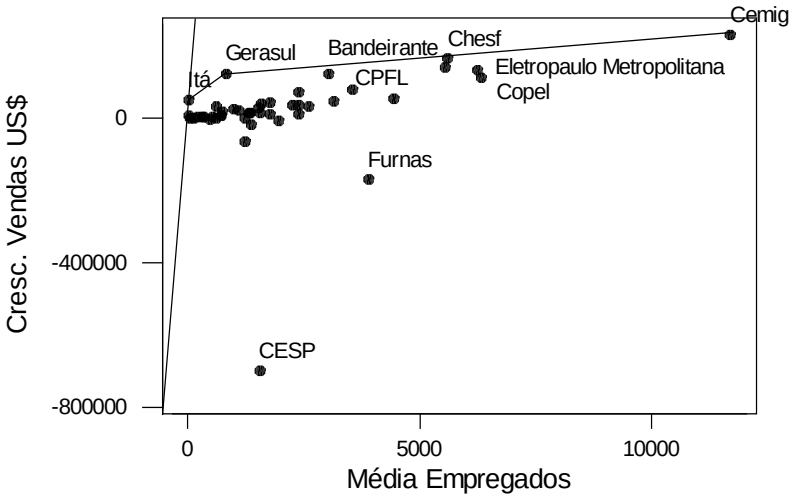
As empresas que se apresentam na fronteira de eficiência são CDSA e EEB (CRS) e CDSA, EEB, Gerasul e Eletronuclear (VRS).

Gráfico 5.28 – Crescimento de Vendas (%) x Média de empregados – 2000



A informação sobre Crescimento de Vendas pode ser apresentada em dólares, conforme apresentado no Gráfico 5.29.

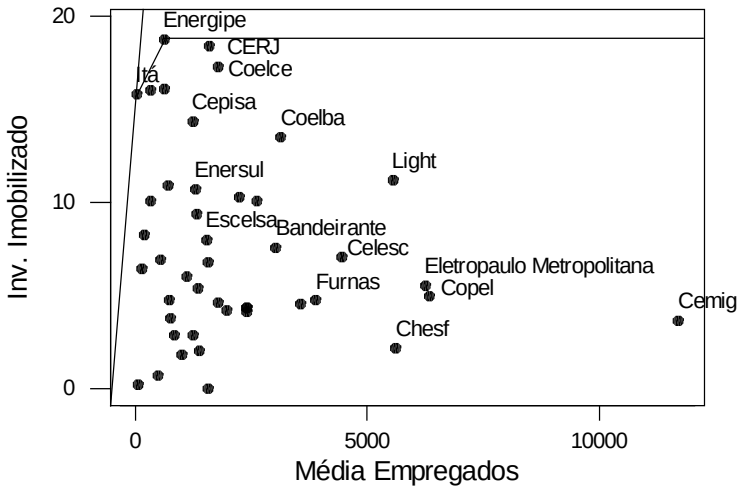
Gráfico 5.29 – Crescimento de Vendas (US$) x Média de empregados – 2000



As empresas que formam a fronteira de eficiência são Itá (CRS) e Itá, Gerasul, Chesf e Cemig. As empresas distribuem-se no quadrante superior esquerdo do gráfico, com apenas Furnas e Cesp bastante distantes da fronteira.

O Gráfico 5.30 apresenta o indicador Investimento no Imobilizado, em percentual, pelo PL Ajustado.

Gráfico 5.30 – Investimento no Imobilizado (%) x Média de empregados – 2000



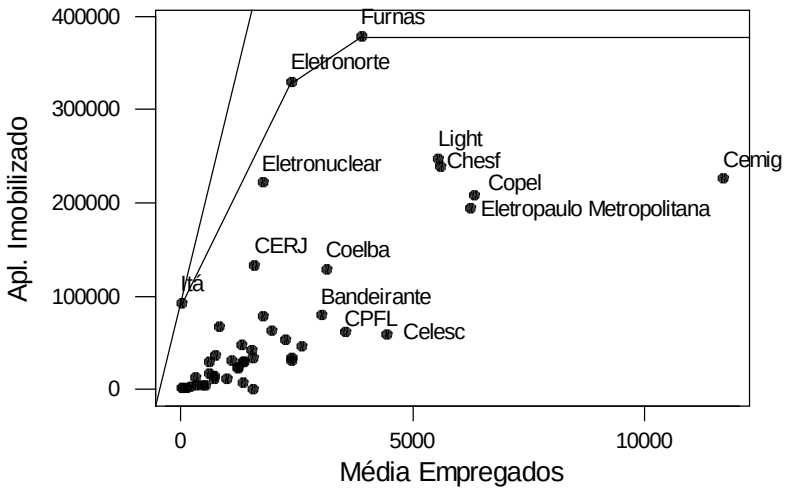
As empresas que participam da fronteira são Itá (CRS) e Itá e Energipe (VRS). As demais empresas aparecem dispersas no gráfico, com exceção do quadrante superior direito.

O Gráfico 5.31 relaciona as empresas por Aplicação no Imobilizado em dólares e Média de empregados.

Itá aparece formando a fronteira CRS. A fronteira VRS é formada por Itá, Eletronorte e Furnas.

O Gráfico repete o padrão anterior com uma concentração de empresas no canto inferior esquerdo.

Gráfico 5.31 – Aplicação no Imobilizado (US$) x Média de empregados – 2000



Os padrões indicados nos gráficos demonstram a adequação de se considerarem retornos variáveis à escala. Confirmou-se ainda que algumas variáveis são influenciadas pelo porte das empresas, resultando em desvantagem para as empresas de pequeno e médio porte, e beneficiando as empresas de grande porte na análise.

A análise gráfica pode ser repetida para o ano de 1999 ou, ainda, englobar análises com três variáveis. Como o objetivo da apresentação do presente tópico era discorrer sobre o procedimento e suas conclusões, os demais gráficos não serão apresentados.

5.4.2.4. Análise de *Cluster*

Os agrupamentos em Análise por Envoltória de Dados têm sido utilizados para obter maior homogeneidade entre as unidades em exame. CERETTA e NIEDERAUER (2000) agruparam os bancos brasileiros segundo porte de acordo com o Patrimônio Líquido. BADIN (1997), ao estudar supermercados, agrupou-os em quatro categorias, definidas pelo faturamento, aplicando a análise DEA para cada categoria, separadamente.

Posteriormente, aplicou Análise de *Cluster* para estudar o agrupamento dos supermercados não eficientes, em cada categoria, do ponto de vista de determinar seu *benchmarking* entre os supermercados eficientes.

No presente estudo, a Análise de *Cluster* será utilizada na determinação da necessidade de agrupamento das empresas em análise, com a vantagem de poder considerar diversas variáveis em conjunto. Segundo Julio César PEREIRA (1999: 110) na Análise de *Cluster*:

> *"as distâncias entre os objetos estudados dentro do espaço multiplano constituído por eixos de todas as medidas realizadas (variáveis) são calculadas e, a seguir, os objetos são agrupados conforme a proximidade entre eles. Primeiro, constituem um grupo inicial os dois objetos mais próximos, em seguida, verifica-se qual o objeto seguinte que se localiza mais próximo ao centro desse primeiro grupo constituído e forma-se um novo grupo e, assim, sucessivamente, até que todos os objetos são reunidos no grupo total de todos os objetos estudados."*

Os objetivos da Análise de *Cluster* são (HAIR; ANDERSON; TATHAM; BLACK, 1998: 481):

- descrição taxionômica: determinar empiricamente a classificação do objeto de estudo;
- simplificação de dados: fornecer uma perspectiva simplificada das observações, agrupá-las e, posteriormente, analisá-las;
- identificação de relações: como um meio de revelar as relações entre as observações que talvez não fosse possível individualmente, mostrando similaridade e diferenças não percebidas anteriormente.

No estudo do setor elétrico, a aplicação de Análise de *Cluster* esclarecerá sobre a necessidade de segregação das empresas em grupos mais homogêneos. Ressalte-se sempre a importância de uma análise custo x benefício: há 46 empresas que compõem a amostra do setor elétrico; a segregação em grupos diminuiria o número de empresas em cada análise; deve-se estar atento ao efeito da diminuição do número de unidades em estudo na análise DEA, conforme já alertado: podem-se obter grupos mais homogêneos sob pena de perder-se capacidade de discriminação do modelo. Os estudos anteriormente citados que utilizaram a segregação em

subgrupos contavam com grande número de empresas em exame: 600 supermercados em BADIN (1997) e 144 bancos em CERETTA e NIEDERAUER (2000), o que diminuía o efeito da criação de subgrupos de análise.

A Análise de *Cluster* utilizará as variáveis definidas até o momento para o estudo. Os dados sobre Valor Adicionado, Crescimento de Vendas e Média de empregados não existem para as empresas CPEE e Itá. A primeira etapa da análise considerará o grupo completo de empresas e excluirá as variáveis Valor Adicionado, Crescimento de Vendas e Média de empregados. Posteriormente, as empresas CPEE e Itá serão excluídas e a análise será efetuada com o conjunto completo de variáveis e o grupo de 46 empresas.

A primeira definição é relativa à medida de similaridade. Como o objetivo da presente análise é a simplificação dos dados por agrupamento, devem ser utilizadas medidas de distância. A medida de distância mais largamente referenciada na literatura é a distância euclidiana, que pode ser simples ou ao quadrado.

A segunda definição é quanto aos algoritmos de *clustering*, que são classificados em duas categorias: hierárquicos e não hierárquicos. A diferença básica entre os algoritmos diz respeito ao esquema de agrupamento. No caso dos algoritmos hierárquicos, é adotado um esquema de árvore em que os elementos são agrupados (ou divididos) em ramos (*clusters*). Os critérios de agrupamento nos algoritmos hierárquicos podem ser simples (baseado na menor distância de qualquer ponto em um *cluster* para qualquer ponto em outro), completo (baseado na distância máxima), média (distância média de todas as observações em um *cluster* a todos os pontos em outro), *Ward* método (soma dos quadrados de todas as observações entre dois *clusters*) e centróide (a distância entre dois *clusters* é a distância entre seus centróides – média das observações no *cluster* em cada variável). Nos algoritmos não hierárquicos, é definido um agrupamento inicial como central e as observações são alocadas de acordo com a

distância máxima pré-especificada. As observações podem ser realocadas entre os *clusters* que forem formados. A escolha dos algoritmos envolve uma série de considerações a respeito dos objetivos da pesquisa e das vantagens e desvantagens de cada método. Existe, ainda, a possibilidade de utilizá-los conjuntamente como instrumento de validação dos resultados da análise (HAIR; ANDERSON; TATHAM; BLACK, 1998: 498).

Outra discussão importante é sobre a padronização das variáveis para evitar o efeito de diferenças de escala. As variáveis no presente estudo são mensuradas em diferentes escalas como, por exemplo, Vendas em dólares e Liquidez Corrente em número-índice. As medidas de distância são muito sensíveis a diferenças em escala ou magnitude entre as variáveis. Variáveis com maior dispersão (maiores desvios-padrão) têm maior impacto no valor final de similaridade (HAIR; ANDERSON; TATHAM; BLACK, 1998: 489). Assim, pode ser indicada a padronização de variáveis, usualmente efetuada pela subtração de cada variável pela média e divisão pelo desvio-padrão. Obtêm-se, assim, distribuições com média 0 e desvio-padrão de 1. Os testes efetuados comprovaram que as variáveis Vendas e PL Ajustado dominam a definição dos agrupamentos. A decisão foi pela utilização de variáveis padronizadas.

Na primeira etapa, todas as empresas serão consideradas e serão utilizados os algoritmos hierárquicos. As variáveis são: Vendas, Lucro Líquido Ajustado, Liquidez Corrente, Investimento no Imobilizado e PL Ajustado. Os relatórios foram obtidos com o uso do programa MINITAB™, cedido à Universidade de São Paulo. Conforme indicação de HAIR, ANDERSON, TATHAM e BLACK (1998: 489) será utilizado o método *Ward*, com a medida de distância euclidiana ao quadrado e variáveis padronizadas.

Foram definidos cinco agrupamentos, com número bastante distinto de empresas (Tabela 5.9). Um dos agrupamentos é composto por apenas uma empresa (Serra da Mesa) o que confirma sua definição como *outlier*. Pela Matriz de Distâncias, percebe-se que é exatamente o agrupamento que mais se distancia dos outros.

***Tabela 5.9 – Resultados da Análise de* Cluster**

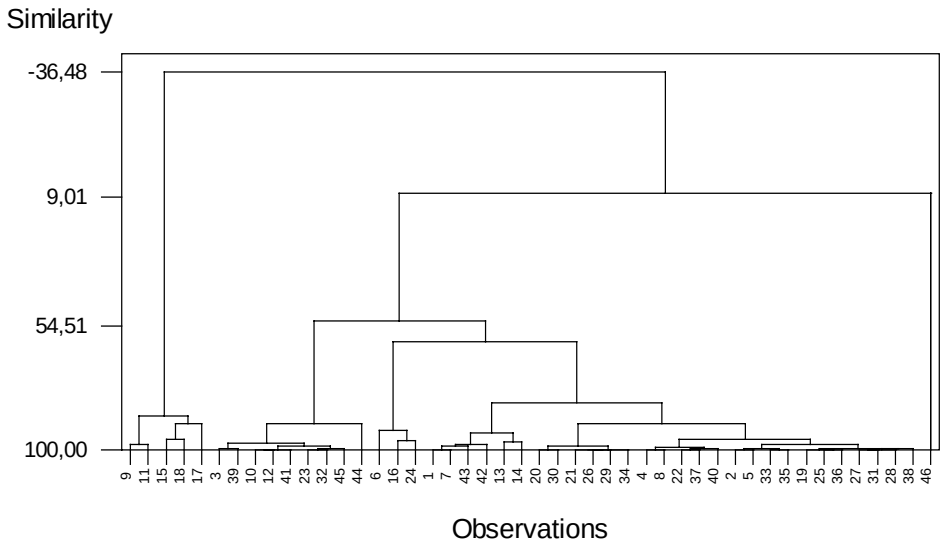
	Number of observations	Within cluster sum of squares	Average distance from centroid	Maximum distance from centroid
Cluster1	28	28,608	0,900	2,150
Cluster2	9	8,188	0,812	2,130
Cluster3	3	5,621	1,331	1,598
Cluster4	5	14,720	1,644	2,252
Cluster5	1	0,000	0,000	0,000

Distances Between Cluster Centroids

	Cluster1	Cluster2	Cluster3	Cluster4	Cluster5
Cluster1	0,0000	1,8315	2,7790	4,0880	7,1826
Cluster2	1,8315	0,0000	3,5297	4,3401	6,9907
Cluster3	2,7790	3,5297	0,0000	4,0277	7,8964
Cluster4	4,0880	4,3401	4,0277	0,0000	8,8226
Cluster5	7,1826	6,9907	7,8964	8,8226	0,0000

O Dendograma é apresentado no Gráfico 5.32. É mostrada a ordem de agrupamento das empresas, indicadas por números no eixo das abscissas, e o grau de similaridade, no eixo das ordenadas. Os últimos agrupamentos a reunirem-se são, pela ordem, o *Cluster* 4 e o *Cluster* 5. O *Cluster* 5 é composto por apenas uma empresa, a Serra da Mesa, identificada como *outlier*. O *Cluster* 4 é composto pelas empresas Chesf, Copel, Cemig, Eletropaulo Metropolitana e Furnas, reunindo empresas de grande porte na geração, na distribuição ou integradas.

Gráfico 5.32 – Dendograma – Análise de* Cluster *– Etapa 1 – 2000



A Tabela 5.10 resume os resultados da Análise de *Cluster* – Etapa 1. Para cada agrupamento, foram calculados média, desvio-padrão e coeficiente de variação para cada indicador.

Podem ser efetuados os testes de diferença de média para confirmar que os agrupamentos são verdadeiramente distintos (HAIR; ANDERSON; TATHAM; BLACK, 1998: 508). O resumo do teste de diferença entre os *clusters* é mostrado na Tabela 5.11. Para cada indicador, foi calculada a *razão F* e feito o teste de significância.

Tabela 5.10 – Resumo* Cluster *– Ward's Method – Squared Euclidean – Standardize Variables – Etapa 1 – 2000

Cluster	No. Empresas	Medida	Vendas	LL Ajustado	Retorno PL	Valor Adicionado	VA por Empregado	Liquidez Corrente	CCL	Cresc. Vendas %	Cresc. Vendas US$	Inv. Imobilizado	Apl. Imobilizado	PL Ajustado	Média Empregados
1	28	Média	481.087	5.169	1,78	256.190	194,6	0,72	(61.308)	7,44	32.860	9,86	48.760	481.516	1.585
		Desvio-padrão	534.975	44.318	11,54	296.328	262,5	0,34	127.982	5,36	40.237	4,97	53.071	533.868	1.400
		Coeficiente de Variação	1,11	8,57	6,47	1,16	1,35	0,47	-2,09	0,72	1,22	0,50	1,09	1,11	0,88
2	9	Média	343.643	10.861	1,83	149.170	97,0	1,77	50.449	3,42	5.837	3,95	24.264	550.572	1.251
		Desvio-padrão	292.476	14.047	2,58	140.931	55,6	0,53	40.753	10,14	37.029	2,40	19.536	337.529	650
		Coeficiente de Variação	0,85	1,29	1,41	0,94	0,57	0,30	0,81	2,96	6,34	0,61	0,81	0,61	0,52
3	3	Média	558.407	(65.860)	-0,93	200.590	114,3	0,47	(522.292)	-3,02	(206.123)	2,92	184.058	5.307.253	1.907
		Desvio-padrão	334.709	129.222	2,06	177.126	119,1	0,15	390.206	41,16	425.520	2,54	168.444	1.851.945	431
		Coeficiente de Variação	0,60	-1,96	-2,21	0,88	1,04	0,32	-0,75	-13,65	-2,06	0,87	0,92	0,35	0,23
4	5	Média	2.388.015	268.049	6,36	1.204.301	186,5	0,96	(79.459)	6,72	95.135	4,20	249.269	4.426.845	6.759
		Desvio-padrão	1.020.161	103.479	2,16	426.523	52,4	0,25	172.778	7,58	154.897	1,32	74.243	1.773.335	2.931
		Coeficiente de Variação	0,43	0,39	0,34	0,35	0,28	0,26	-2,17	1,13	1,63	0,32	0,30	0,40	0,43
5	1	Média	86.556	(139.114)	*	127.298	7274,2	2,09	51.841	11,99	9.264	217,44	1.683	528.996	18

Tabela 5.11 – Teste de significância das diferenças entre* clusters *– Etapa 1 – 2000

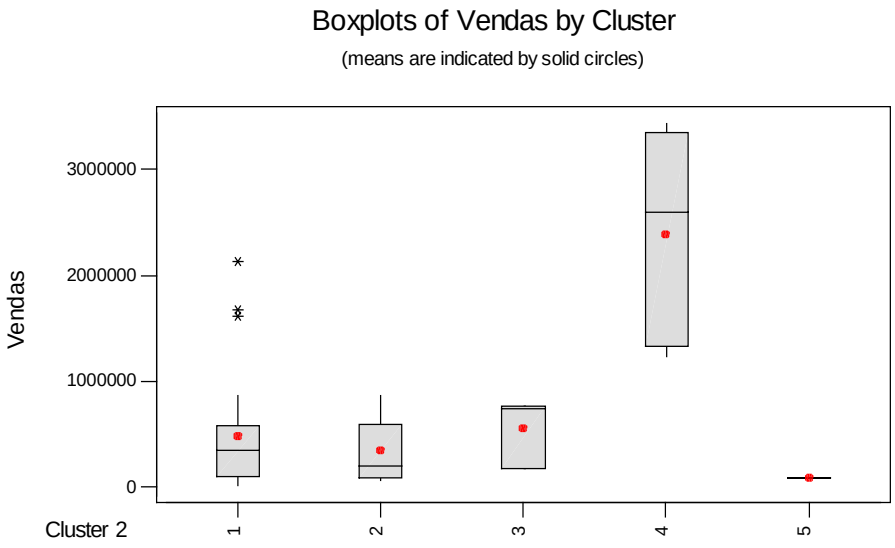
Variáveis	Cluster		Erro		Razão F	Significância
	MS	DF	MS	DF		
Vendas	4,27E+12	4	3,12E+01	41	13,68	0,000
LL Ajustado	8,99E+10	4	3,19E+09	37	28,18	0,000
Retorno PL	40,4	3	84,9	37	0,48	0,701
Valor Adicionado	1,09E+12	4	8,06E+10	39	13,48	0,000
VA por Empregado	12357406	4	45804	39	269,79	0,000
Liquidez Corrente	2,375	4	0,136	41	17,43	0,000
CCL	1,90E+11	4	2,15E+10	41	8,88	0,000
Cresc. Vendas (%)	99	4	130	40	0,77	0,553
Cresc. Vendas (US$)	4,70E+10	4	1,28E+10	40	3,67	0,012
Inv. Imobilizado (%)	10867	4	17,9	41	608,73	0,000
Apl. Imobilizado (US$)	5,88E+10	4	3,85E+09	41	15,27	0,000
PL Ajustado	3,03E+13	4	6,84E+11	41	44,33	0,000
Média Empregados	31655178	4	2226226	40	14,22	0,000

Nota: MS - Mean Square e DF - Degrees of Freedom

As variáveis que não apresentaram diferenças significativas entre os agrupamentos foram Retorno de PL, Crescimento de Vendas em percentual e Crescimento de Vendas em dólares. Vale ressaltar que essas variáveis não participaram da definição dos *clusters*. O teste foi efetuado para 13 variáveis; portanto, 76,9% das variáveis apresentaram diferença significativa entre os agrupamentos.

Outra forma de examinar as diferenças entre os *clusters* para cada variável é apresentada no Gráfico 5.33. É mostrado esquematicamente como se distribuem as empresas nos agrupamentos formados. O ponto representa a média e os asteriscos são os *outliers*, para cada grupo.

Gráfico 5.33 – Distribuição de Vendas para cada agrupamento – Etapa 1 – 2000



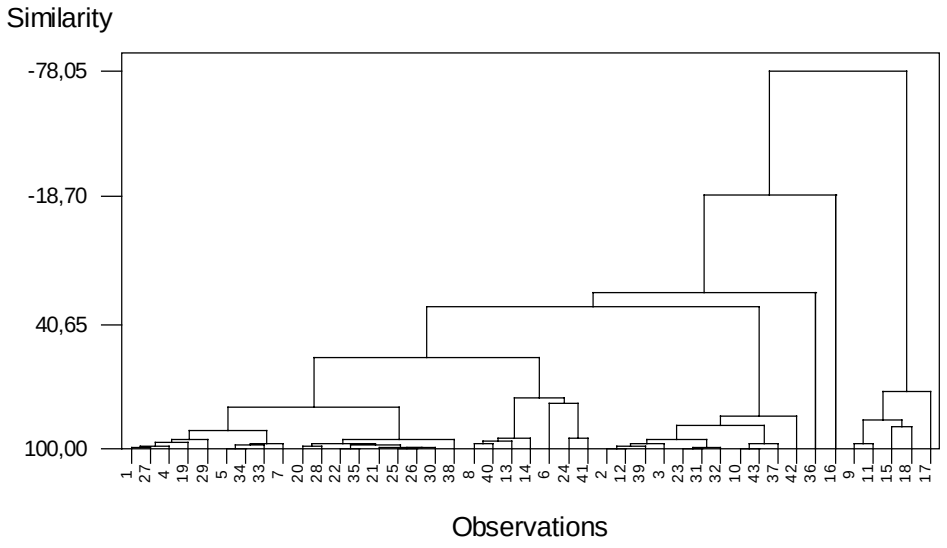
As conclusões da Etapa 1 da Análise de *Cluster* confirmam a posição da empresa Serra da Mesa como *outlier*, o que pode indicar sua exclusão.

As variáveis relacionadas ao Crescimento de Vendas (em percentual e em dólares) não alcançaram diferenças significativas entre os *clusters* formados. Pode-se pensar em excluir a empresas para a qual não existe a informação de Crescimento de Vendas e Média de empregados (Itá e CPEE) para que a Análise de *Cluster* inclua essas variáveis.

A Etapa 2 da Análise de *Cluster*, portanto, exclui as empresas Serra da Mesa, Itá e CPEE, repetindo as demais definições: *Cluster* Hierárquico, Método Ward, Distância euclidiana ao quadrado, variáveis padronizadas. As variáveis consideradas na análise foram Vendas, LL Ajustado, Valor Adicionado por Empregado, Liquidez Corrente, Crescimento de Vendas em percentual, Crescimento de Vendas em dólares, Investimento no Imobilizado, PL Ajustado e Média de empregados.

O Dendograma é mostrado no Gráfico 5.34. Os últimos agrupamentos a reunirem-se são, pela ordem, o *Cluster* 5, *Cluster* 4 e o *Cluster* 3.

Gráfico 5.34 – Dendograma – Análise de* Cluster *– Etapa 2 – 2000



As Tabelas 5.12 e 5.13 apresentam o resumo das informações e os resultados do Teste de Significância das diferenças para cada agrupamento formado.

Tabela 5.12 – Resumo* Cluster *– Ward's Method – Squared Euclidean – Standardize Variables – Etapa 2 – 2000

Cluster	No. Empresas	Medida	Vendas	LL Ajustado	Retorno PL	Valor Adicionado	VA por Empregado	Liquidez Corrente	CCL	Cresc. Vendas %	Cresc. Vendas US$	Inv. Imobilizado	Apl. Imobilizado	PL Ajustado	Média Empregados
1	25	Média	539.691	(2.869)	0,73	257.554	142,94	0,71	(87.079)	8,79	37.405	9,95	71.410	878.441	1.725
		Desvio-padrão	545.638	62.630	11,66	301.246	90,95	0,30	176.042	7,37	40.304	4,77	82.681	1.401.432	1.379
		Coeficiente de Variação	1,01	-21,83	16,04	1,17	0,64	0,43	-2,02	0,84	1,08	0,48	1,16	1,60	0,80
2	11	Média	347.161	3.031	1,26	155.053	95,02	1,66	46.022	3,99	7.451	4,12	23.255	491.031	1.363
		Desvio-padrão	276.133	22.845	3,04	137.430	52,92	0,54	38.708	9,34	33.319	2,19	18.419	336.667	676
		Coeficiente de Variação	0,80	7,54	2,41	0,89	0,56	0,32	0,84	2,34	4,47	0,53	0,79	0,69	0,50
3	5	Média	2.388.015	268.049	6,36	1.204.301	186,48	0,96	(79.459)	6,72	95.135	4,20	249.269	4.426.845	6.759
		Desvio-padrão	1.020.161	103.479	2,16	426.523	52,39	0,25	172.778	7,58	154.897	1,32	74.243	1.773.335	2.931
		Coeficiente de Variação	0,43	0,39	0,34	0,35	0,28	0,26	-2,17	1,13	1,63	0,32	0,30	0,40	0,43
4	1	Média	766.642	2.493	0,00	386.121	247,70	0,38	(779.179)	-47,64	(697.453)	0,00	-	6.219.840	1.559
5	1	Média	92.708	48.148	9,40	74.685	1409,20	0,77	(9.811)	0,98	900	0,20	1.322	465.824	53

Tabela 5.13 - Teste de significância das diferenças entre* clusters *– Etapa 2 – 2000

Variáveis	Cluster		Erro		Razão F	Significância
	MS	DF	MS	DF		
Vendas	4,16E+12	4	3,18E+11	38	13,09	0,000
LL Ajustado	7,98E+10	4	3,74E+09	38	21,34	0,000
Retorno PL	48,3	4	87	34	0,56	0,697
Valor Adicionado	1,09E+12	4	8,14E+10	38	13,37	0,000
VA por Empregado	405730	4	6250	38	64,92	0,000
Liquidez Corrente	1,823	4	0,14	38	12,99	0,000
CCL	1,66E+11	4	2,31E+10	38	7,16	0,000
Cresc. Vendas (%)	785,5	4	63,3	38	12,4	0,000
Cresc. Vendas (US$)	1,38E+11	4	3,84E+09	38	35,94	0,000
Inv. Imobilizado (%)	109,7	4	15,8	38	6,93	0,000
Apl. Imobilizado (US$)	4,82E+10	4	4,99E+09	38	9,65	0,000
PL Ajustado	2,14E+13	4	1,60E+12	38	13,34	0,000
Média Empregados	30562733	4	2225325	38	13,73	0,000

Nota: MS - Mean Square e DF - Degrees of Freedom

Os *clusters* formados apresentaram novamente tamanhos muito distintos. Os *Clusters* 5 e 4 são compostos por apenas uma empresa, CDSA e Cesp, respectivamente. CDSA apresenta o valor máximo em Riqueza por Empregado após a exclusão da empresa Serra da Mesa. A empresa Cesp apresenta os valores mínimos de Crescimento de Vendas em percentual e Crescimento de Vendas em dólares. O *Cluster* 3 é composto pelas empresas Chesf, Copel, Cemig, Eletropaulo Metropolitana e Furnas, exatamente a mesma composição do *Cluster* 4, na etapa anterior.

A formação dos *clusters* confirma a análise da etapa anterior. As grandes empresas de geração, distribuição e integradas reuniram-se em um agrupamento específico. Foram formados dois *clusters* com apenas uma empresa, mas que em testes sucessivos com formação de três e dois *clusters*, reuniram-se ao agrupamento com as empresas de médio e pequeno porte.

O teste de significância das diferenças entre os agrupamentos mostrou-se não relevante para apenas uma variável, Retorno sobre o PL. As diferenças entre as empresas de grande porte e as de pequeno e médio portes foram também confirmadas.

Para o ano de 1999, foram efetuadas as mesmas análises. A análise com o conjunto de empresas e com as variáveis Vendas, LL Ajustado, Liquidez Corrente, Investimento no Imobilizado e PL Ajustado teve que excluir a empresa Itá, para qual não havia informação sobre Vendas. Foram formados cinco *clusters* com tamanhos bastante diversos, respectivamente: 15 empresas; 23 empresas; 1 empresa; 5 empresas; e 1 empresa. Foi confirmada a posição da empresa Serra da Mesa como *outlier* no *Cluster* 5 e a formação de um agrupamento com as empresas de grande porte (*Cluster* 4 – Chesf, Cesp, Cemig, Furnas e Eletropaulo). O teste de significância das diferenças entre os agrupamentos não mostrou relevância para as variáveis Retorno do PL e Crescimento de Vendas em percentual e em dólares.

Para a análise com a inclusão das variáveis Valor Adicionado e Crescimento de Vendas em percentual e em dólares, houve necessidade de

excluir as empresas Itá, CPEE, Serra da Mesa, Coelce, Cepisa, EPTE e Elektro, para as quais não existiam as informações completas. Ao conjunto de 39 empresas resultante foi aplicada a análise e foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 5.14.

***Tabela 5.14 – Resultados da Análise de* Cluster**

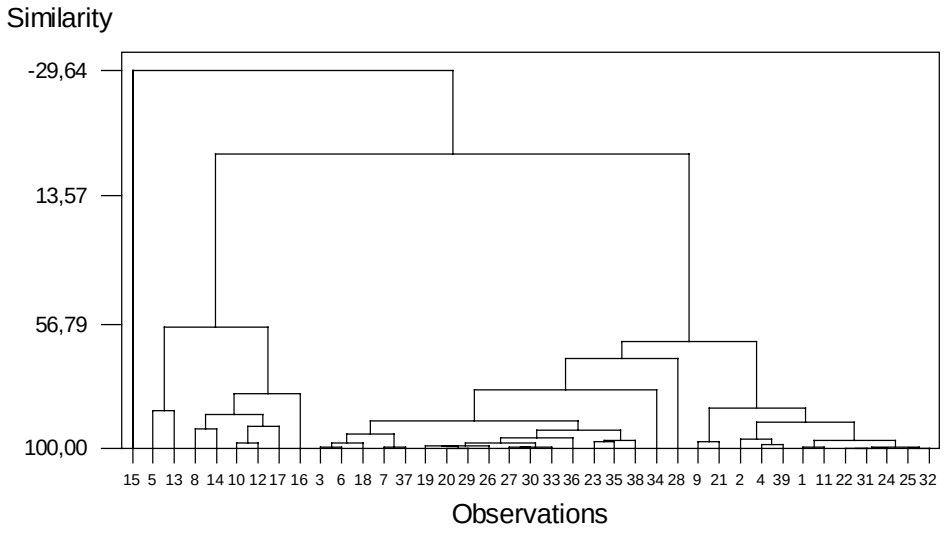
	Number of observations	Within cluster sum of squares	Average distance from centroid	Maximum distance from centroid
Cluster1	12	24,179	1,273	2,256
Cluster2	18	62,426	1,583	4,481
Cluster3	2	9,141	2,138	2,138
Cluster4	6	32,518	2,260	3,318
Cluster5	1	0,000	0,000	0,000

Distances Between Cluster Centroids

	Cluster1	Cluster2	Cluster3	Cluster4	Cluster5
Cluster1	0,0000	1,8831	4,2895	3,8419	9,9737
Cluster2	1,8831	0,0000	3,9465	3,9170	9,5181
Cluster3	4,2895	3,9465	0,0000	4,3878	10,6532
Cluster4	3,8419	3,9170	4,3878	0,0000	9,7068
Cluster5	9,9737	9,5181	10,6532	9,7068	0,0000

O Dendograma, que mostra o padrão de aglomeração entre as empresas, é apresentado no Gráfico 5.35.

Gráfico 5.35 – Dendograma – Análise de* Cluster *– 1999



As empresas são indicadas por números. As últimas a reunirem-se são Cesp (*Cluster* 5), Eletronorte e Light (*Cluster* 3) e Chesf, Cemig, Copel,

CPFL, Eletropaulo e Furnas (*Cluster* 4). Retoma-se assim o padrão encontrado nas análises para o ano de 2000, que segregava as empresas de grande porte das empresas de médio e pequeno porte. As Tabelas 5.15 e 5.16 resumem as informações para cada *cluster*.

Tabela 5.15 – Resumo* Cluster *– Ward's Method – Squared Euclidean – Standardize Variables – 1999

Cluster	No. Empresas	Medida	Vendas	LL Ajustado	Retorno PL	DVA	V. A. por Empregado	Liquidez Corrente	CCL	Cresc. Vendas	Cresc. Vendas US$	Inv. no Imobilizado	Apl. Imobilizado	PL Ajustado	Média Empregados
1	12	Média	361.034	(21.568)	-4,41	173.020	99,73	1,21	22.756	5,08	19.953	7,39	31.803	446.732	1.660
		Desvio-padrão	190.642	52.308	9,26	103.538	47,48	0,34	42.763	10,51	41.023	3,88	18.338	228.055	663
		Coeficiente de Variação	0,53	-2,43	-2,10	0,60	0,48	0,28	1,88	2,07	2,06	0,52	0,58	0,51	0,40
2	18	Média	344.390	(8.525)	-5,37	176.102	196,79	0,56	(55.508)	0,04	3.846	11,18	62.449	634.574	1.247
		Desvio-padrão	391.918	65.963	20,08	177.365	224,39	0,17	57.216	4,56	11.291	9,95	100.682	914.961	1.349
		Coeficiente de Variação	1,14	-7,74	-3,74	1,01	1,14	0,30	-1,03	128,80	2,94	0,89	1,61	1,44	1,08
3	2	Média	1.344.927	(561.112)	-18,05	761.498	132,45	0,49	(486.536)	3,75	34.863	9,79	327.110	4.715.505	4.569
		Desvio-padrão	911.516	216.047	12,80	893.304	120,00	0,07	202.056	3,12	6.399	8,83	32.611	4.539.507	2.605
		Coeficiente de Variação	0,68	-0,39	-0,71	1,17	0,91	0,14	-0,42	0,83	0,18	0,90	0,10	0,96	0,57
4	6	Média	2.176.073	175.299	4,98	1.093.413	171,32	0,82	(199.366)	7,19	170.101	5,67	270.001	4.626.943	6.776
		Desvio-padrão	1.028.806	132.490	5,81	366.602	51,62	0,33	232.872	8,29	255.000	3,41	238.607	2.020.675	2.790
		Coeficiente de Variação	0,47	0,76	1,17	0,34	0,30	0,40	-1,17	1,15	1,50	0,60	0,88	0,44	0,41
5	1	Média	1.464.095	469.628	5,70	2.110.424	1322,30	0,83	(211.635)	-48,93	(1.403.007)	1,97	321.503	8.067.146	1.596

Tabela 5.16 – Teste de significância das diferenças entre* clusters *– 1999

Variáveis	Cluster		Erro		Razão F	Significância
	MS	DF	MS	DF		
Vendas	4,54E+12	4	2,69E+11	34	16,88	0,000
LL Ajustado	2,60E+01	4	7,02E+09	34	37,12	0,000
Retorno PL	252	4	239	34	1,05	0,394
Valor Adicionado	1,90E+12	4	6,24E+10	34	30,4	0,000
VA por Empregado	347341	4	26721	34	13	0,000
Liquidez Corrente	0,8169	4	0,0677	34	12,07	0,000
CCL	1,43E+11	4	1,14E+10	34	12,51	0,000
Cresc. Vendas (%)	734,9	4	56,6	34	12,99	0,000
Cresc. Vendas (US$)	5,37E+11	4	1,02E+10	34	52,83	0,000
Inv. Imobilizado (%)	58,3	4	58,3	34	1	0,422
Apl. Imobilizado (US$)	1,01E+11	4	1,36E+10	34	7,47	0,000
PL Ajustado	3,72E+13	4	1,64E+12	34	22,68	0,000
Média Empregados	38863436	4	2396615	34	16,22	0,000

Nota: MS - Mean Square e DF - Degrees of Freedom

As empresas segregaram-se pelo porte em dois grandes grupos com empresas de médio e pequeno porte e em grupos menores com empresas de grande porte. O teste de significância não foi relevante para apenas duas variáveis, Retorno sobre o PL e Investimento no Imobilizado. A variável Retorno sobre o PL mostrou-se não relevante em todas as análises de significância, mas pode ser substituída pela relação entre LL Ajustado, como *output*, e o PL Ajustado, como *input*.

A análise mostrou que pode ser formado um grupo de análise para os dois anos com as 39 empresas que apresentaram as informações completas para estudo.

As diferenças entre as empresas de grande porte e de médio e pequeno porte que em todas as Análises de *Cluster* formaram agrupamentos distintos indicam a importância da segregação. Formaram-se grupos de tamanho bastante diferenciados, um com cerca de 30 empresas e outro com cerca de 9 empresas.

No entanto, as diferenças de porte podem ser tratadas com a adoção da Análise DEA com retornos variáveis à escala. Ou, em procedimento alternativo, a Análise DEA pode ser efetuada em duas etapas, envolvendo todas as empresas da amostra, e posteriormente tratando apenas das empresas de pequeno e médio porte.

Foi confirmada a necessidade de excluir das amostras nos dois anos a empresa Serra da Mesa, que se apresentou como *outlier*.

5.4.3 Seleção de Variáveis para Aplicação ao Modelo

A seleção de variáveis é um dos pontos mais discutidos em DEA. BOWLIN (1998: 19) identifica-a como *"consideração-chave na utilização da DEA. Escolher* inputs *e* outputs *corretos é importante para a efetividade da interpretação, utilização e aceitação dos resultados da Análise DEA pelos gestores e outras partes afetadas*". Entre os cuidados na seleção de variáveis, cita:

- deve haver alguma base para acreditar que o relacionamento entre *inputs* e *outputs* é tal que um aumento de *inputs* pode causar aumento em um ou mais *outputs*;
- todas as medidas de *inputs* e *outputs* devem ser regularmente reportadas por cada organização e disponível em cada período para cada DMU;
- as variáveis devem ser baseadas em dados correntemente disponíveis ou novas medidas desenvolvidas;
- é desejável que as variáveis estejam próximas do tipo de medidas de *input* e *output* utilizadas para avaliação de *performance*, garantindo que os gestores já estejam familiarizados com essas medidas e as aceitem como informativas;
- preferencialmente, os dados já devem estar sendo coletados; assim, a criação de novos sistemas de coleta de dados é desnecessária;
- os gestores devem ser envolvidos na seleção de *inputs* e *outputs*, pois a omissão de variáveis pertinentes pode limitar a utilidade gerencial da análise;
- os *inputs* e *outputs* devem ser extensivos, isto é, devem medir integralmente as atividades da organização sob avaliação e ser operacionalmente significativos, no sentido de comumente utilizados e familiares aos envolvidos nas atividades de avaliação e controle;
- finalmente, as variáveis devem ser controladas de forma a não poderem ser facilmente manipuladas ou descuidadosamente reportadas, sem uma possibilidade de detecção e correção. Um exemplo seria adotar variáveis que sejam submetidas a processos de revisão e auditoria.

Muitos textos referem-se à importância de as variáveis refletirem a experiência de profissionais e especialistas (SIEMS e BARR, 1998: 15; SIMAK, 2000: 47). Outros autores baseiam-se em variáveis tradicionalmente utilizadas em estudos anteriores (WORTHINGTON, 1998: 103-4; SIMAK,

1997: 30). Outra opção encontrada na literatura é apoiar-se em metodologias adotadas por órgãos de supervisão e fiscalização (SIEMS, 1992: 29).

GOLANY e ROLL (1989) citam outros procedimentos que podem ser utilizados na seleção de variáveis:

- seleção criterial;
- análises quantitativas não DEA;
- análises baseadas na DEA.

O primeiro procedimento envolve a análise subjetiva das variáveis, buscando determinar se: (1) alguns fatores estão repetindo-se em diversas informações; (2) algumas variáveis podem não ser importantes para a análise de eficiência; (3) os dados são confiáveis e seguros para serem implementados no modelo; e (4) existe relação de causa e efeito entre as variáveis.

O segundo procedimento pode utilizar regressões estatísticas e a análise de correlação. BELLONI (2000: 84-5) propõe ainda a utilização da Análise em Componentes Principais, com o objetivo de *"identificação de estruturas nas relações entre variáveis que permitem identificar os principais fatores determinantes das diferenças entre as instituições e estabelecer tipologias entre suas variáveis descritoras"*.

O terceiro procedimento utiliza os resultados da análise DEA para verificar a pertinência da inclusão ou exclusão de determinadas variáveis para compor o modelo.

Entre as ferramentas quantitativas de seleção de variáveis, a análise de correlação está entre as mais citadas e utilizadas. É utilizada no procedimento de seleção de NORMAN e STOKER (1991) e no *Stepwise DEA* apresentado por KITTELSEN (1993).

5.4.3.1 Procedimento de Norman e Stoker

Segundo BELLONI (2000: 57), esse procedimento identifica os recursos e os resultados mais relevantes à mensuração da *performance* por meio da construção de uma seqüência de funções de desempenho. Na primeira etapa, a função compreende um único resultado e um único recurso. São verificadas então as associações entre cada *input* e *output* e o indicador de eficiência para decidir se existem novas variáveis a considerar na função de desempenho. As associações podem indicar a inclusão de um novo recurso, um novo resultado, ou a decomposição de variáveis já presentes no modelo.

O princípio-base do procedimento é: se alguma variável que influencia a eficiência estiver ausente da função de desempenho, o indicador calculado estará enviesado com relação ao fator descrito por essa variável. Deve-se esperar, portanto, associação estatística significativa entre o indicador de eficiência e essa variável. A necessidade de decomposição de variáveis presentes na função de desempenho é verificada por associações inversas entre as parcelas em que se decompõe a variável agregada e o indicador de eficiência.

A regra de inclusão segundo PAIVA (2000: 42-3) é verificar quais variáveis, do conjunto de variáveis relevantes, afetam coerentemente os indicadores de eficiência DEA anteriormente calculados: isso ocorre sempre que a correlação de um produto for negativa ou que a de um insumo, for positiva, visto que, nesse caso, a variável correspondente não está bem representada no indicador DEA construído.[38] O desempate dá-se pelo maior valor absoluto.

---

[38] A lógica da regra de inclusão considera que a correlação dos produtos com o indicador de eficiência deveria ser positiva: um aumento no volume de produtos acarreta um aumento no indicador de eficiência. O raciocínio oposto deveria ser aplicado aos insumos, implicando correlação negativa com o indicador de eficiência: assim, um aumento no volume de insumos, *ceteris paribus*, acarretaria diminuição no indicador de eficiência. Portanto, se a correlação calculada entre o indicador de eficiência e uma variável de *output* for negativa, os efeitos da variável não estão computados no indicador calculado. Determina-se a necessidade de inclusão da variável. O oposto aplica-se aos *inputs*.

O ponto de parada para o procedimento ocorre quando se obtém um indicador que não se altere com a inclusão de novas variáveis, isto é, quando a correlação desse indicador com todos os produtos for positiva e com todos os insumos for negativa. Apesar de não haver evidência desse raciocínio no texto original de NORMAN e STOKER (1991), diversos trabalhos referenciam-se ao procedimento (PAIVA, 2000; SILVA, 2000; SANT'ANNA, 1999).

5.4.3.2 *Stepwise* DEA

O *Stepwise* DEA foi proposto por KITTELSEN, em seu artigo *Stepwise DEA: Choosing variables for measuring technical efficiency in Norwegian electricity distribution*, de 1993. O objetivo é "*usar testes sugeridos na literatura para mensurar a relevância das mudanças nos resultados com a desagregação ou a introdução de variáveis extras*".

O procedimento alia os testes de hipótese com a comparação do efeito da inclusão da variável no modelo. Os testes de significância aplicados são *Teste t, Teste F* e *Kolmogorov-Smirnov.* A aplicação dos testes deve respeitar premissas: (1) em geral, a dependência entre as estimativas de eficiência tende a diminuir o valor dos testes estatísticos; (2) é preferencial utilizar grandes amostras (N>100),[39] que tendem a apresentar menor viés; (3) deve ser observada a dimensionalidade do modelo: modelos com menor dimensionalidade indicam a aplicação do *Teste t*; (4) deve-se verificar ainda se a distribuição de eficiência é densa próxima à fronteira: distribuições mais dispersas indicam a aplicação dos testes *F* e *Kolmogorov-Smirnov.*

O procedimento proposto pelo autor, após a definição do teste a ser aplicado, é: (1) definir um modelo básico que contenha todas as variáveis

---

[39] Apesar das restrições apontadas por KITTELSEN (1993) para aplicação dos testes de hipóteses, diversos autores os têm utilizados em estudos sobre falências bancárias nos Estados Unidos (SIEMS, 1992), em estabelecer *benchmarking* para os bancos americanos (SIEMS, 1998) e na comparação entre modelos financeiros e operacionais baseados em DEA para as empresas produtoras de ouro australianas (WORTHINGTON, 1998). No último estudo, a amostra era de 30 empresas e o autor aplicou a análise de correlação e teste de significância da relação entre os indicadores calculados.

que devam ser consideradas do ponto de vista teórico ou empírico; (2) calcular o indicador de eficiência do modelo; (3) calcular o indicador de eficiência, considerando cada variável candidata a compor o modelo, ou que possa ser decomposta; (4) aplicar os testes estatísticos entre o modelo original e cada um dos modelos modificados pela inclusão de variáveis; (5) repetir os passos de (2) até que não existam mais candidatas relevantes a compor o modelo. Se os resultados dos testes indicarem decisões diferentes, devem-se retomar as características do modelo (tamanho da amostra, dimensionalidade e forma da distribuição de eficiência) para definir o teste a ser priorizado.

Para mensurar o efeito da inclusão, são considerados ainda o desvio-padrão e o número de unidades de referência, antes e depois da inclusão da variável.

Os procedimentos descritos serão aplicados aos modelos desenvolvidos no presente estudo, tendo-se, porém, em mente as limitações impostas aos resultados dado o tamanho da amostra, para cada ano.

5.4.4 CONSTRUÇÃO DO MODELO

Considerando as informações obtidas nas etapas anteriores, há que se fazer algumas considerações:

- para algumas empresas, as informações não estão completas, em todos os anos. Assim, para ter-se maior comparabilidade, serão excluídas das análises as empresas CPEE, Itá, Cepisa, Coelce, EPTE e Elektro;
- a empresa Serra da Mesa foi identificada como *outlier* nas etapas de análise estatística, gráfica e de *cluster*. Dessa forma, será igualmente excluída.

O grupo para exame é composto, portanto, por 39 empresas de energia elétrica, atuando em geração, transmissão, distribuição e integradas.

O Modelo considerou retornos variáveis à escala (BCC), com orientação ao *input*, uma vez que algumas variáveis de *output* tiveram que sofrer a transformação de escala por assumirem valores negativos. Lucro Líquido, Retorno sobre o PL, Capital Circulante Líquido, Crescimento de Vendas em percentual e Crescimento de Vendas em dólares sofreram transformação de escala pela adição do valor mínimo entre empresas do conjunto, somado a 1. A indicação do tratamento e a discussão de seus efeitos foram tratadas no item 5.1.

Como as variáveis Investimento no Imobilizado em percentual e Aplicação no Imobilizado em dólares, para algumas empresas, tinham valor 0, foi utilizada ainda a facilidade do *software* para substituir os zeros por valores decimais que não alteram sua classificação, porém tornam a solução possível (0,01).

Foi aplicada a análise de correlação entre as variáveis consideradas relevantes para o estudo, para definição do par inicial de *input* e *output*. Reproduzimos na Tabela 5.17 as correlações mais significativas entre as variáveis de *input* e *output*. A correlação entre todas as variáveis foi apresentada nas Tabelas 5.6, 5.7 e 5.8, para os anos de 2000, 1999 e 1998, respectivamente.

***Tabela 5.17 – Resumo da correlação entre* input *e* output**

	Lucro	*Valor Adicionado*	*Vendas*
	1998		
PL Ajustado	0,424	0,565	0,590
Nº Empregados	0,327	0,718	0,741
	1999		
PL Ajustado	0,146	0,617	0,582
Média de Empregados	0,147	0,720	0,778
	2000		
PL Ajustado	0,448	0,499	0,564
Média de Empregados	0,561	0,909	0,801

Os Gráficos 5.36 e 5.37 ajudam na visualização das informações da Tabela.

Gráfico 5.36 – Correlações com PL Ajustado

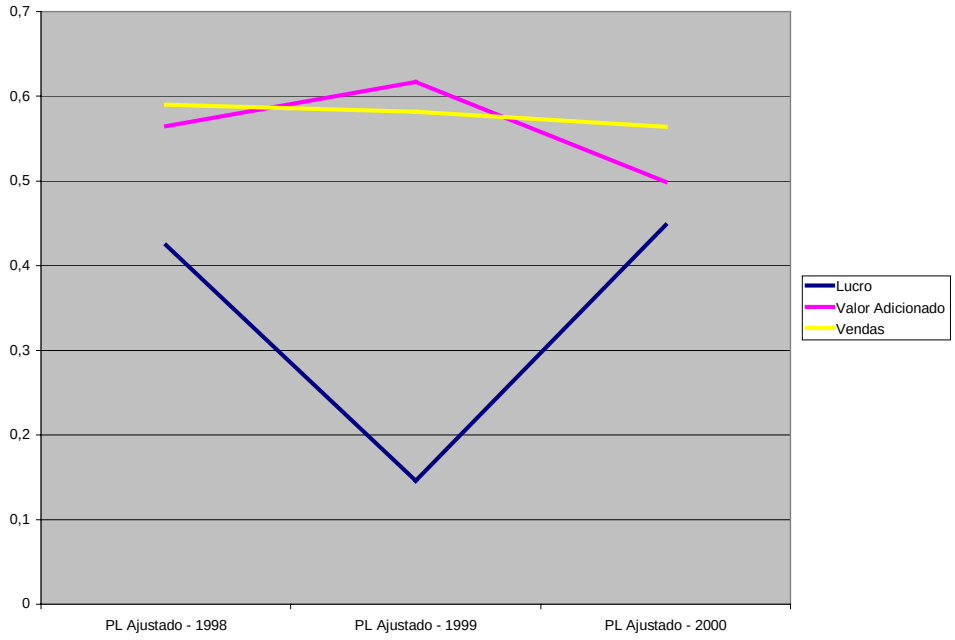
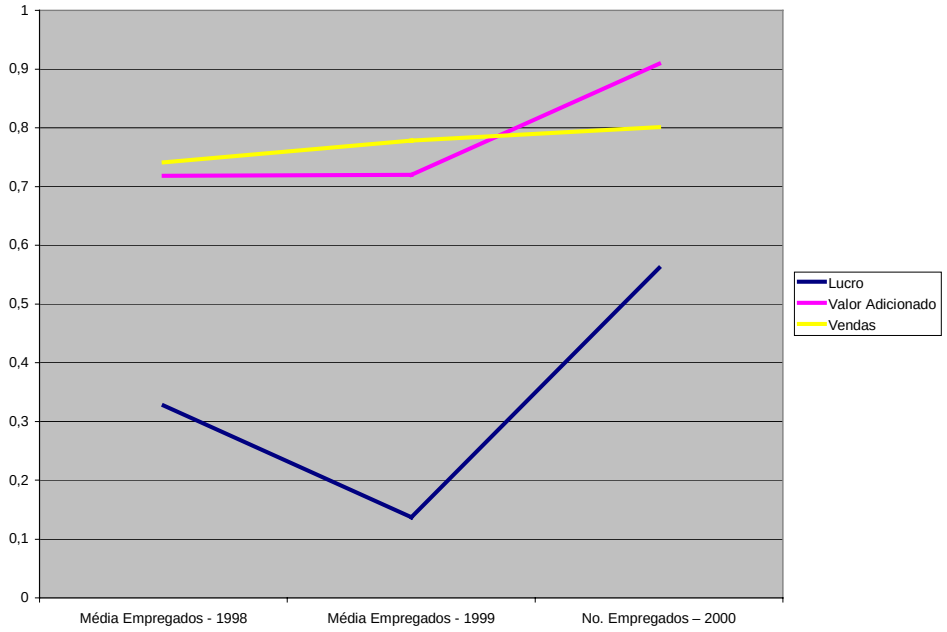


Gráfico 5.37 – Correlações com Média de empregados



As variáveis Vendas e Valor Adicionado estão consistentemente correlacionadas a PL Ajustado e Média de Empregados. A correlação com

Média de Empregados é crescente; para a variável Valor Adicionado, chega a 0,909 em 2000.

A correlação com Lucro não apresenta comportamento consistente, tendo sofrido uma queda em 1999, tanto em relação ao PL Ajustado, quanto em relação à Média de empregados.

A escolha para compor o par inicial de *input* x *output* recai, portanto, sobre Média de Empregados e Valor Adicionado. Em função da ausência de informações para 1998, será aplicada a análise apenas para os anos de 1999 e 2000.

Será aplicado um procedimento que considera as etapas previstas por NORMAN e STOKER (1991) e por KITTELSEN (1993), conjuntamente. Entre os testes de significância de médias propostos por KITTELSEN (1993), será utilizado o *Teste t*, com a fórmula:

$$t = \frac{Média(E_i^1) - Média(E_i^0)}{\sqrt{\frac{N^1 Var(E_i^1) + N^0 Var(E_i^0)}{N^1 + N^0 - 2}\left[\frac{1}{N^1} + \frac{1}{N^0}\right]}}, \qquad (5.1)$$

onde:

E^1 = Indicador de eficiência na Etapa 0
E^2 = Indicador de eficiência na Etapa 1
$i = 1$ *a* N
graus de liberdade = $N^1 + N^0 - 2$

Assim, as etapas serão: (1) determinar o par inicial de *input* e *output* com base na análise de correlação; (2) calcular os indicadores de eficiência para as empresas; (3) efetuar a análise dos critérios para inclusão de variáveis; (4) determinar variável a ser incluída, retomando do passo (2), até que sejam indicadas mais variáveis relevantes para compor o modelo.

Como proposta, e considerando a importância de uma análise cuidadosa de inserção de variáveis, os critérios a serem observados são:

- análise de correlação entre as variáveis de *input* e *output* e o indicador de eficiência calculado na etapa imediatamente anterior;
- o efeito da inclusão de cada variável na média do indicador de eficiência das empresas;

- a variação ocorrida na média do indicador de eficiência entre as etapas;
- o número de empresas com indicador de eficiência igual a 100%;
- o número de empresas com indicador de eficiência menor que 50%;
- os resultados do *Teste t* de significância da diferença entre as médias.

Para cada critério, a base de julgamento se dará por:

- análise de correlação: as variáveis com os maiores índices de correlação com o indicador de eficiência;
- efeito na média: as variáveis cuja inclusão resultar na maior eficiência média;
- variação entre as médias: as variáveis cuja inclusão resultar na maior variação na eficiência média entre as etapas;
- número de empresas com E = 100%: as variáveis cuja inserção implicar o maior número de empresas com indicador de eficiência igual a 100% (são as empresas consideradas relativamente eficientes pelo modelo);
- número de empresas com E < 50%: as variáveis cuja inserção implicar o menor número de empresas com indicador de eficiência menor que 50%;
- *Teste t*: serão consideradas as variáveis cuja comparação entre as médias resultar em diferenças significativas entre as etapas; para tanto, serão considerado o $t_{calculado}$ e o $t_{crítico}$ ou $t_{tabelado}$, considerando os graus de liberdade da formulação 5.1 e o alfa (nível de significância) desejado.

Os critérios podem indicar decisões diversas. Assim, optou-se por admitir que sejam incluídas em cada etapa as variáveis indicadas pela maioria dos critérios.

Os critérios serão aplicados para os dois anos incluídos na análise, 1999 e 2000, simultaneamente.

No modelo inicial, conforme já discutido, foram escolhidas as variáveis Média de Empregados (*input*) e Valor Adicionado (*output*). A Tabela 5.18 mostra os resultados da análise, para os anos de 2000 e 1999.

Tabela 5.18 – Resultados do modelo inicial

	2000	1999
Média	40,6	19,3
Desvio-padrão	30,5	21,8
Coeficiente de Variação	0,8	1,1
Variância	927,4	474,4
Mínimo	3,0	4,3
1º Quartil	16,1	9,4
Mediana	33,8	12,9
3º Quartil	57,4	16,9
Máximo	100,0	100,0
Empresas Eficientes	3	2
Empresas Indicador Eficiência < 50%	25	36

Os resultados das análises para cada ano são bastante diversos, com a análise para o ano de 1999 mostrando eficiência média de 19,3%, para o conjunto de empresas, com apenas 2 empresas eficientes e 36 empresas com indicador de eficiência menor que 50%. A análise para o ano de 2000 é mais benevolente com o conjunto de empresas: eficiência média de 40,6%, 3 empresas eficientes e 25 empresas com indicador inferior a 50%.

A Tabela 5.19 resume as informações para a primeira etapa, em que será escolhida a terceira variável a compor o modelo. Para o *Teste t* foi considerado o valor crítico de 1,6651506, com 76 graus de liberdade e alfa de 0,05. Estão em destaque os critérios para cada variável que indicam sua inclusão no modelo.

Tabela 5.19 – Informações para a primeira etapa de inclusão de variáveis

Análise das Variáveis	***Correlação***		***Média***		***Var. Média***		***E = 100%***		***E < 50%***		***Teste t***	
	2000	***1999***	***2000***	***1999***	***2000***	***1999***	***2000***	***1999***	***2000***	***1999***	***2000***	***1999***
Vendas	0,5919	-0,0375	44,6	***35,5***	4,0	***16,2***	4	4	25	32	0,5726	***2,9265***
Lucro Líquido	***0,4176***	***0,3039***	43,1	19,9	2,5	0,6	6	2	25	36	0,3465	0,1170
Retorno (Correção Monetária)	0,3607	0,0397	43,1	26,2	2,5	6,9	6	***5***	24	33	0,3442	1,1235
Liquidez Corrente	***-0,3042***	***-0,1347***	52,2	33,0	11,6	13,6	5	4	***19***	32	1,6535	***2,2699***
CCL	-0,2913	0,0193	***55,4***	31,6	***14,8***	12,3	***7***	***5***	***17***	32	***2,0801***	***2,0620***
Crescimento de Vendas (%)	***-0,1999***	***-0,5853***	***54,2***	***47,4***	***13,6***	***28,1***	***7***	***8***	***20***	***26***	***1,9295***	***4,4163***
Crescimento de Vendas (US$)	0,0182	-0,5036	45,5	***42,2***	4,9	***22,9***	5	***7***	25	***29***	0,6932	***3,6710***
Investimento no Imobilizado	***-0,2260***	***-0,1466***	***57,0***	26,2	***16,4***	6,9	***9***	3	***17***	34	***2,2709***	1,2198
Aplicação no Imobilizado	0,3004	-0,0209	52,1	31,4	11,5	12,1	***7***	4	21	32	1,6088	***2,1514***
PL Ajustado	***0,2673***	***0,1274***	***53,5***	***53,0***	***12,9***	***33,7***	6	***7***	21	***25***	***1,9459***	***5,7953***

Assim, para a variável PL Ajustado existem 10 indicações. A variável Crescimento de Vendas em percentual recebeu indicações em todos os critérios. No entanto, analisando-se as eficiências médias obtidas com a inclusão de PL Ajustado e de Crescimento de Vendas, percebe-se que o modelo obtido com a inserção da primeira é mais homogêneo para os anos de 2000 e 1999. Assim, deu-se preferência a sua indicação.

Ressalte-se ainda que, se considerado apenas o resultado da análise de correlação para o ano de 2000, a variável a compor o modelo seria Vendas que, no entanto, mostra correlação pequena com o indicador de eficiência calculado para o ano de 1999. E se utilizados apenas os resultados do *Teste t* para o ano de 1999, a escolha recairia entre as variáveis Vendas, Liquidez Corrente, CCL, Crescimento de Vendas em percentual, Crescimento de Vendas em dólares, Aplicação no Imobilizado ou PL Ajustado. Somente CCL, Crescimento de Vendas em percentual e PL Ajustado permanecem significativas com os resultados para o ano de 2000.

Os resultados obtidos com a inclusão de PL Ajustado como *input* são apresentados na Tabela 5.20.

Tabela 5.20 – Resultados do modelo da primeira etapa

	2000	1999
Média	53,5	53,0
Desvio-padrão	27,2	28,4
Coeficiente de Variação	0,5	0,5
Variância	740,9	809,3
Mínimo	6,0	6,9
1º Quartil	34,7	34,7
Mediana	43,4	44,1
3º Quartil	72,5	73,4
Máximo	100	100
Empresas Eficientes	6	7
Empresas Indicador Eficiência < 50%	21	25
Variação da Eficiência Média	12,9	33,7

O modelo torna-se mais homogêneo para os anos em análise, com 6 e 7 empresas eficientes e 21 e 25 empresas com indicador inferior a 50%, para 2000 e 1999, respectivamente.

A Tabela 5.21 resume as informações para a segunda etapa de definição de variáveis.

Tabela 5.21 – Informações para a segunda etapa de inclusão de variáveis

Análise das Variáveis	*Correlação*		*Média*		*Var. Média*		*E = 100%*		*E < 50%*		*Teste t*	
	2000	*1999*	*2000*	*1999*	*2000*	*1999*	*2000*	*1999*	*2000*	*1999*	*2000*	*1999*
Vendas	***0,4074***	***0,1753***	58,5	***61,5***	5,0	***8,5***	7	9	19	***17***	0,8252	1,3364
Lucro Líquido	***0,2821***	***0,1860***	60,1	59,1	6,7	6,2	10	9	17	20	1,0344	0,9353
Retorno (Correção Monetária)	0,3489	-0,0546	58,3	57,8	4,8	4,8	8	9	16	20	0,7727	0,7290
Liquidez Corrente	***-0,3721***	***-0,1241***	***67,2***	***62,2***	***13,7***	***9,2***	***11***	9	***14***	***18***	***2,1908***	1,3996
CCL	-0,2101	0,0252	***72,9***	***60,9***	***19,5***	***7,9***	***13***	9	***9***	***19***	***3,1363***	1,1881
Crescimento de Vendas (%)	***-0,1260***	***-0,3002***	66,0	60,8	***12,5***	7,8	***13***	***11***	***15***	***19***	***1,9624***	1,1740
Crescimento de Vendas (US$)	0,0215	-0,0887	61,4	55,9	7,9	2,9	10	9	19	24	1,2451	0,4446
Investimento no Imobilizado	-0,1206	0,1137	63,1	55,8	9,6	2,8	***11***	***10***	***15***	24	1,4933	0,4125
Aplicação no Imobilizado	0,0640	-0,0870	***66,2***	***66,8***	***12,7***	***13,8***	***12***	***11***	17	***14***	***2,0687***	***2,2376***

A variável com maior número de indicações é Liquidez Corrente, considerada como *output*. A eficiência média para as empresas com sua

inclusão eleva-se a 60% em ambos os anos. Os demais resultados obtidos com sua inclusão são evidenciados na Tabela 5.22.

Tabela 5.22 – Resultados do modelo da segunda etapa

	2000	1999
Média	67,2	62,2
Desvio-padrão	27,5	29,0
Coeficiente de Variação	0,4	0,5
Variância	755,3	842,6
Mínimo	7,1	6,9
1º Quartil	43,9	41,6
Mediana	62,3	60,2
3º Quartil	100,0	95,4
Máximo	100,0	100,0
Empresas Eficientes	11	9
Empresas Indicador Eficiência < 50%	14	18
Variação da Eficiência Média	13,7	9,2

São consideradas eficientes 9 e 11 empresas, para os anos de 2000 e 1999. O número de empresas com indicador de eficiência menor que 50% cai para 14 e 18, respectivamente. A distribuição das empresas entre mínimo, 1º quartil, mediana, 3º quartil e máximo revela resultados homogêneos para os anos de 2000 e 1999. Para definir a próxima variável a compor o modelo, devem ser observadas as informações da Tabela 5.23.

Tabela 5.23 – Informações para a terceira etapa de inclusão de variáveis

Análise das Variáveis	*Correlação*		*Média*		*Var. Média*		*E = 100%*		*E < 50%*		*Teste t*	
	2000	*1999*	*2000*	*1999*	*2000*	*1999*	*2000*	*1999*	*2000*	*1999*	*2000*	*1999*
Vendas	0,1506	0,0437	71,2	***70,6***	3,9	***8,4***	12	11	11	***12***	0,6455	1,2948
Lucro Líquido	0,1677	0,1506	71,9	***69,1***	4,6	***6,9***	15	13	11	***14***	0,7353	1,0335
Retorno (Correção Monetária)	***0,3552***	-0,0633	69,8	68,9	2,6	6,7	13	15	11	16	0,4142	0,9782
CCL	0,0667	0,2718	***75,0***	64,2	7,8	2,0	17	10	8	18	1,2448	0,2929
Crescimento de Vendas (%)	-0,0919	***-0,2757***	***75,1***	***70,1***	***7,8***	***7,9***	***17***	***14***	***10***	***12***	1,2802	1,1962
Crescimento de Vendas (US$)	-0,0005	-0,1145	72,0	66,5	4,8	4,3	15	11	12	16	0,7720	0,6425
Investimento no Imobilizado	***-0,2748***	0,0306	***74,2***	65,0	7,0	2,8	16	12	8	16	1,1381	0,4179
Aplicação no Imobilizado	***-0,2170***	***-0,2369***	***79,3***	***75,6***	***12,0***	***13,4***	***18***	***13***	***4***	***8***	***2,1069***	***2,2245***

A indicação de inclusão da variável Aplicação no Imobilizado é clara: todos os critérios apontam para sua escolha. Os resultados de sua inclusão estão demonstrados na Tabela 5.24.

Tabela 5.24 – Resultados do modelo da terceira etapa

	2000	1999
Média	79,3	75,6
Desvio-padrão	22,0	23,0
Coeficiente de Variação	0,3	0,3
Variância	485,6	527,2
Mínimo	42,9	25,6
1º Quartil	54,6	54,2
Mediana	83,0	73,9
3º Quartil	100,0	100,0
Máximo	100,0	100,0
Empresas Eficientes	18	13
Empresas Indicador Eficiência < 50%	4	8
Variação da Eficiência Média	12,0	13,4

Os resultados para os dois anos alcançam eficiência média acima de 75%, com todas as empresas sendo classificadas como eficientes acima do 3º quartil. São consideradas eficientes 18 e 13 empresas, respectivamente para os anos de 2000 e 1999. O número de empresas com indicador abaixo de 50% cai para 4, em 2000, e 8, em 1999.

Para concluir sobre a necessidade de inclusão de mais alguma variável, foram preparadas as informações da Tabela 5.25.

Tabela 5.25 – Informações para a quarta etapa de inclusão de variáveis

Análise das Variáveis	*Correlação*		*Média*		*Var. Média*		*E = 100%*		*E < 50%*		*Teste t*	
	2000	*1999*	*2000*	*1999*	*2000*	*1999*	*2000*	*1999*	*2000*	*1999*	*2000*	*1999*
Vendas	***0,2603***	***0,1134***	80,9	***79,9***	1,7	***4,3***	18	14	4	***6***	0,3430	0,8435
Lucro Líquido	0,1507	0,1797	80,9	***80,0***	1,6	***4,4***	18	***17***	3	8	0,3300	0,8513
Retorno (Correção Monetária)	0,2649	-0,0333	80,7	***80,3***	1,5	***4,8***	18	***19***	3	7	0,2973	0,9011
CCL	-0,2603	0,1734	***88,8***	77,9	***9,6***	2,3	***26***	***15***	***2***	7	***2,0895***	0,4409
Crescimento de Vendas (%)	0,1584	-0,2741	***81,4***	***81,4***	***2,1***	***5,9***	***20***	***17***	***1***	***4***	0,4284	1,1687
Crescimento de Vendas (US$)	0,1051	-0,0193	***81,0***	78,3	1,7	2,7	***19***	14	3	***6***	0,3404	0,5123
Investimento no Imobilizado	-0,2343	0,2848	***82,3***	75,9	***3,1***	0,3	***21***	14	***2***	8	0,6236	0,0541

A indicação é de inclusão da variável Crescimento de Vendas em percentual como *output*. A eficiência média alcança 81,4% para os dois anos, com 20 e 17 empresas sendo classificadas como eficientes em 2000 e 1999, respectivamente. Outras informações estão resumidas na Tabela 5.26.

Tabela 5.26 – Resultados do modelo da quarta etapa

	2000	1999
Média	81,4	81,4
Desvio-padrão	21,5	20,7
Coeficiente de Variação	0,3	0,3
Variância	461,6	426,5
Mínimo	44,5	31,0
1º Quartil	55,4	67,3
Mediana	100,0	84,1
3º Quartil	100,0	100,0
Máximo	100,0	100,0
Empresas Eficientes	20	17
Empresas Indicador Eficiência < 50%	1	4
Variação da Eficiência Média	2,1	5,9

As informações da Tabela 5.27 mostram que já não há necessidade de inclusão de variáveis.

Tabela 5.27 – Informações para a quinta etapa de inclusão de variáveis

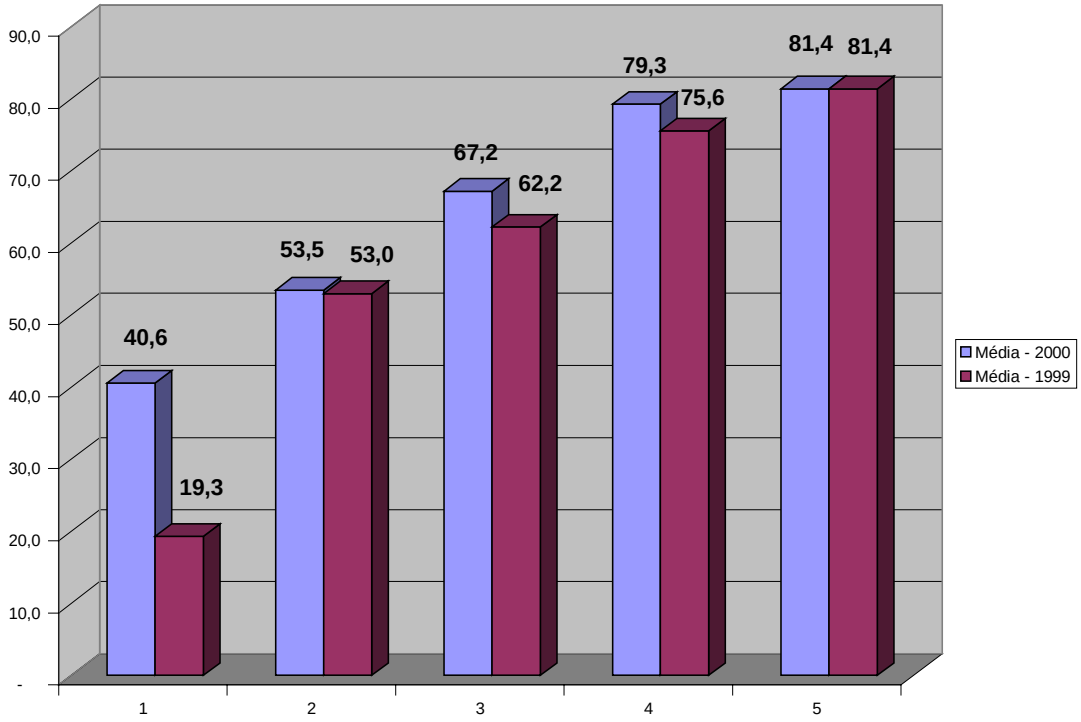
Análise das Variáveis	*Correlação*		*Média*		*Var. Média*		*E = 100%*		*E < 50%*		*Teste t*	
	2000	*1999*	*2000*	*1999*	*2000*	*1999*	*2000*	*1999*	*2000*	*1999*	*2000*	*1999*
Vendas	0,2445	0,0893	83,2	84,0	1,8	2,6	20	18	1	4	0,3751	0,5620
Lucro Líquido	0,1977	0,1543	83,1	85,0	1,7	3,6	20	22	1	4	0,3502	0,7669
Retorno (Correção Monetária)	0,1489	0,0096	82,7	85,4	1,3	4,0	20	22	1	4	0,2650	0,8462
CCL	-0,2207	0,2738	***90,3***	82,9	8,8	1,5	27	18	1	4	***1,9915***	0,3120
Crescimento de Vendas (US$)	0,1459	-0,0470	82,1	82,7	0,7	1,3	20	18	1	4	0,1420	0,2642
Investimento no Imobilizado	-0,1991	0,2035	83,5	81,7	2,1	0,2	22	17	1	4	0,4357	0,0485

Os acréscimos na eficiência média com a inserção das demais variáveis candidatas são pequenos. A análise de correlação igualmente não indica qualquer das variáveis como relevantes. Apenas o *Teste t* indica a inclusão da variável CCL no ano de 2000. No entanto, o CCL relaciona-se

com a situação financeira da empresa, já contemplada pela inclusão da variável Liquidez Corrente no modelo.

O Gráfico 5.38 mostra a evolução da eficiência média entre as etapas para os anos de 2000 e 1999.

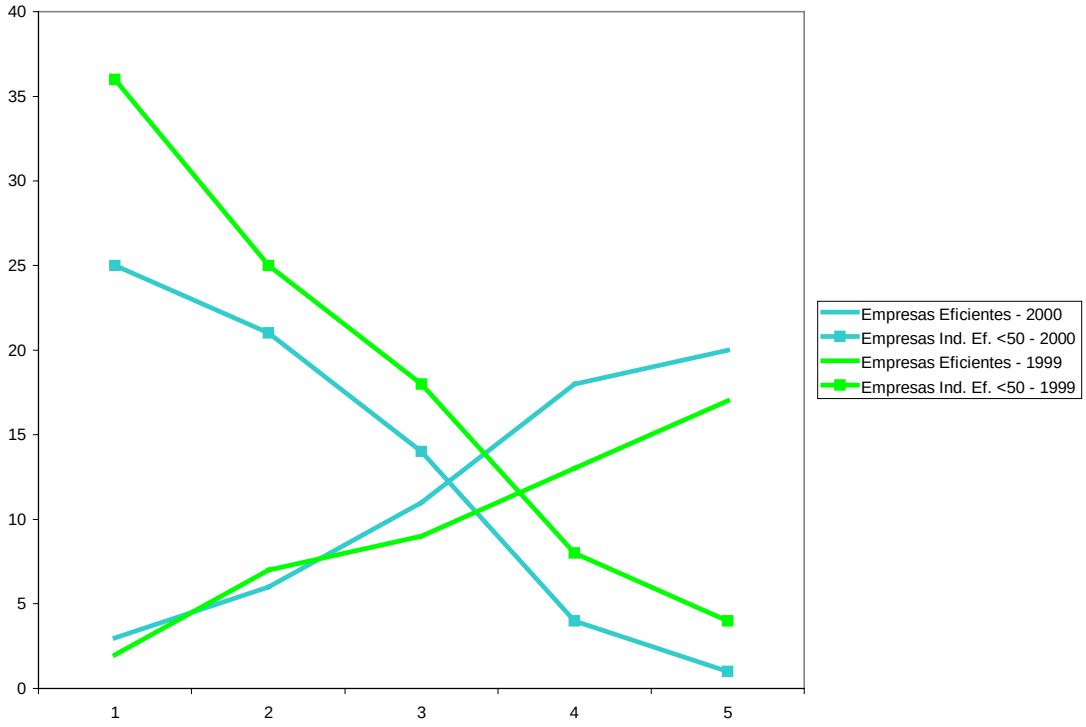
Gráfico 5.38 – Evolução da eficiência média entre etapas – energia elétrica



A inclusão de variáveis causou o aumento da eficiência média do modelo para ambos os anos. Para o ano de 1999, o crescimento foi de 19,3%, na etapa inicial, para 81,4%, na etapa final.

O Gráfico 5.39 espelha a evolução do número de empresas eficientes (*E* = 100%) e do número de empresas com indicador de eficiência inferior a 50% (*E* < 50%). As linhas azuis representam o ano de 1999 e as linhas verdes, o ano de 2000. Percebe-se o crescimento do número de empresas eficientes e o decrescimento do número de empresas com eficiência abaixo de 50%.

Gráfico 5.39 – Evolução do número de empresas* – E = *100% e* E < *50%* – *energia elétrica



5.4.5 PROCESSAMENTO DO MODELO

O modelo final incluiu as variáveis:

Outputs:

- Valor Adicionado.
- Liquidez Corrente.
- Crescimento de Vendas em percentual.
- Aplicação no Imobilizado.

Inputs:

- PL Ajustado.
- Média de empregados.

O Modelo considerou retornos variáveis à escala (BCC) com a transformação de escala para as variáveis que assumiam valores negativos. Como as variáveis Investimento no Imobilizado e Aplicação no Imobilizado, para algumas empresas, tinham valor 0, foi utilizada ainda a facilidade do *software* para substituir os zeros por valores decimais que não alteram sua classificação, porém tornam a solução possível (0,01). Além dessa facilidade, o *software* mostrou-se extremamente amigável, possibilitando a importação de dados de planilhas de cálculo e a exportação de tabelas e gráficos para processadores de texto. A utilização do programa mostrou-se intuitiva, sem necessidade de recorrer-se a manuais de ajuda e orientação. Como restrição, o fato de contemplar apenas os dois modelos DEA originais: CCR e BCC.

5.4.6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados da análise DEA serão explorados comparativamente aos resultados obtidos com a utilização do *ranking* de *Melhores e Maiores*. A disponibilidade de informações para dois anos, 1999 e 2000, permite ainda examinar a evolução da eficiência das empresas no período. Será verificada, igualmente, a possibilidade de elaboração de um *ranking* de empresas do setor elétrico, comparativamente à classificação de *Melhores e Maiores*.

A Tabela 5.28 reúne as informações para as empresas analisadas. Estão demonstrados, para cada ano: (1) variáveis utilizadas na análise, (2) indicadores de eficiência calculados pelo modelo, (3) pontos obtidos pelo critério de *Melhores e Maiores* e (4) conversão dos pontos em uma escala de 0 a 100%. A pontuação efetuada por *Melhores e Maiores* sofre apenas uma alteração: para que todas as empresas recebessem pontos, efetuou-se a classificação por ordem decrescente do indicador, com a primeira empresa recebendo 39 pontos e a última 1. Considerando os pesos atribuídos aos

indicadores, o máximo de pontos é, então, 3.900. Para transformação dos pontos na escala de 0 a 100%, foi considerada como base 100 a empresa que recebeu o máximo de pontos ponderados do grupo.

Tabela 5.28 – Informações para as empresas analisadas – 1999 e 2000 – energia elétrica

Empresa	PL Ajustado		Média Empregados		Valor Adicionado		Liquidez Corrente		Cresc. Vendas (%)		Aplicação no Imobilizado		Retorno sobre Investimento		Indicador de Eficiência		*Excelência Empresarial*		*Excelência Empresarial (%)*	
	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	*2000*	*1999*	*2000*	*1999*
AES Sul	143.069	289.894	755	828	278.784	367.754	0,43	0,57	3,8	4,8	36.616	38.260		-64,7	100,0	100,0	1365	1880	43,3%	62,7%
Bandeirante	523.752	577.145	3.028	3.880	694.745	526.752	0,70	0,44	8,4	-0,1	78.956	83.180	18,1	-1,1	100,0	78,7	2855	1865	90,5%	62,2%
Caiuá	269.759	295.621	331	349	35.261	90.658	0,43	0,35	8,6	-0,1	3.994	5.040		-16,6	51,6	70,9	1340	1710	42,5%	57,0%
Cataguazes-Leopoldina	245.060	258.756	713	699	98.387	50.598	0,41	0,50	10,2	3,6	14.394	15.398	7,8	-19,9	53,7	46,0	2255	1310	71,5%	43,7%
CDSA	465.824	543.298	53	79	74.685	79.062	0,77	0,65	1,0	-8,8	1.322	325	9,4	7,9	100,0	100,0	2040	1990	64,7%	66,3%
CEB	281.889	309.915	1.326	1.368	169.590	160.045	0,91	1,06	5,4	0,6	28.941	23.311	6,1	4,7	51,0	64,3	2230	2225	70,7%	74,2%
CEEE	477.091	659.726	1.962	1.951	290.373	327.720	1,32	1,00	-0,7	-0,7	62.701	32.592	7,9	-19,2	73,4	53,0	2245	1545	71,2%	51,5%
Celesc	731.655	850.388	4.455	4.485	457.290	457.720	0,65	0,65	6,8	2,4	58.552	73.731	0,6	-0,3	44,5	44,9	1780	1855	56,4%	61,8%
CELG	375.664	503.810	2.401	2.431	300.404	310.884	1,16	1,09	2,5	5,0	30.736	30.862	-3,9	-0,3	66,2	70,4	1440	2060	45,6%	68,7%
Celpa	379.378	432.955	2.243	2.139	155.779	170.155	1,09	1,08	11,4	4,2	52.794	64.025	2,7	3,1	54,7	72,4	2125	2415	67,4%	80,5%
Celpe	345.424	458.990	2.610	3.140	172.637	246.597	1,21	1,47	6,7	0,7	46.411	29.455	-6,5	5,0	52,1	79,8	1685	2255	53,4%	75,2%
Celtins	185.625	213.153	723	703	38.867	39.279	1,41	0,73	12,1	4,7	11.328	16.216	1,2	2,0	71,9	64,8	1695	1755	53,7%	58,5%
Cemig	5.033.113	5.666.496	11.698	11.848	1.642.827	1.434.972	0,63	0,47	9,9	4,7	225.867	305.844	4,3	0,2	100,0	51,8	1965	1800	62,3%	60,0%
CERJ	298.880	296.669	1.592	1.840	316.121	396.766	0,45	0,79	6,2	0,6	133.397	101.675	3,1	11,1	100,0	100,0	2390	3000	75,8%	100,0%
CESP	6.219.840	8.067.146	1.559	1.596	386.121	2.110.424	0,38	0,83	-47,6	-48,9	0	321.503	0,0	5,7	75,3	100,0	1315	2415	41,7%	80,5%
CGTEE	392.392	198.056	480	489	17.988	15.117	2,16	0,24	-3,7	-8,1	3.538	20.882	1,0	14,3	100,0	69,8	1170	1250	37,1%	41,7%
Chesf	5.999.137	7.140.856	5.613	6.135	924.332	798.116	1,23	0,52	15,7	1,6	239.678	0	4,5	2,4	100,0	31,0	2350	1795	74,5%	59,8%
CNEE	30.070	48.381	139	134	19.312	17.276	0,22	0,78	8,8	-2,1	1.838	1.463	8,0	4,0	100,0	100,0	1940	1835	61,5%	61,2%
Coelba	970.472	849.487	3.138	3.511	472.242	438.419	0,99	0,69	6,0	0,3	128.349	154.566	7,1	-6,7	70,4	73,9	2700	2150	85,6%	71,7%
Copel	3.610.374	3.561.703	6.342	6.989	974.094	867.577	1,18	1,03	8,5	4,4	208.656	403.748	6,0	4,5	66,3	98,3	2490	2665	78,9%	88,8%
Cosern	246.440	138.768	609	686	135.015	111.195	1,09	0,54	15,9	3,0	29.500	38.125	15,2	14,8	100,0	100,0	3155	2775	100,0%	92,5%
CPFL	2.516.652	2.895.007	3.552	4.299	768.705	926.098	1,33	1,34	5,1	7,3	60.748	79.579	1,4	2,1	83,0	100,0	2255	2745	71,5%	91,5%
EEB	51.876	53.842	201	180	24.836	22.568	0,75	0,64	9,0	3,4	2.595	3.426	5,6	3,6	100,0	100,0	2010	2215	63,7%	73,8%
EEVP	138.380	202.525	320	322	2.897	38.795	0,20	0,30	12,9	-2,1	11.881	26.371	-35,5	-38,6	100,0	100,0	1160	1280	36,8%	42,7%
Eletronorte	6.525.799	7.925.421	2.390	2.727	182.371	129.837	0,39	0,44	5,1	6,0	330.541	304.050	-3,3	-9,0	100,0	63,2	1030	1180	32,6%	39,3%
Eletronuclear	3.176.120	3.964.251	1.772	1.822	33.277	66.561	0,65	0,42	33,5	-6,0	221.634	431.292	0,5	1,3	100,0	100,0	1300	1105	41,2%	36,8%
Eletropaulo Metropolitana	1.727.765	2.175.771	6.249	7.157	1.688.143	1.672.419	0,85	0,80	4,3	1,6	193.740	176.627	9,4	16,4	100,0	100,0	2745	2890	87,0%	96,3%
Eletrosul	830.162	924.467	1.245	1.361	117.675	117.049	1,59	1,35	-10,5	27,8	22.429	37.013	3,2	0,9	51,9	100,0	1595	2145	50,6%	71,5%
EMAE	521.307	599.671	990	1.196	63.981	62.536	3,00	1,61	17,3	-8,6	10.369	8.645	2,4	0,1	100,0	94,6	1730	1335	54,8%	44,5%
Energipe	389.930	262.791	612	602	61.308	59.779	0,84	0,66	1,0	-4,6	17.260	15.014	0,8	-16,4	56,2	48,1	1845	1575	58,5%	52,5%
Enersul	316.755	363.670	1.300	1.325	124.488	109.126	0,70	1,02	6,4	4,8	48.054	47.934	4,0	-5,2	53,0	84,1	1955	1975	62,0%	65,8%
Escelsa	474.813	553.141	1.542	1.576	285.227	303.648	1,88	1,98	6,5	0,5	41.239	59.391	-0,2	-22,9	96,8	100,0	2240	2185	71,0%	72,8%
Furnas	5.763.837	6.321.826	3.893	4.232	792.109	861.296	0,93	0,73	-4,7	23,5	378.402	654.205	7,6	4,3	100,0	100,0	2410	2880	76,4%	96,0%
Gerasul	1.476.145	1.586.773	829	1.028	290.029	234.648	0,41	0,41	27,3	7,5	66.871	59.609	6,2	8,0	100,0	75,7	2275	2295	72,1%	76,5%
Light	1.238.728	1.505.589	5.549	6.411	1.334.921	1.393.159	0,53	0,54	7,1	1,5	248.103	350.169	-3,7	-27,1	100,0	100,0	2215	2185	70,2%	72,8%
Rede/Cemat	230.855	319.556	1.553	1.411	147.140	174.793	0,79	0,67	5,0	24,7	33.067	28.909	-25,3	-11,7	52,4	100,0	1290	1735	40,9%	57,8%
RGE	587.661	792.530	1.092	822	166.546	156.895	0,81	0,68	5,0	2,2	30.129	39.505	-1,5	0,7	50,8	58,7	1670	2215	52,9%	73,8%
Saelpa	70.525	145.100	1.342	1.418	62.645	69.885	1,15	1,08	10,7	0,8	6.697	12.556		0,5	100,0	81,3	1255	1865	39,8%	62,2%
Santa Cruz	81.134	89.779	539	608	27.709	23.802	1,67	1,11	11,1	1,2	4.460	6.941	-0,3	-7,9	100,0	100,0	1640	1645	52,0%	54,8%
Média	1.367.778	1.590.844	2.224	2.404	354.586	395.897	0,96	0,80	6,36	1,62	80.148	105.165	1,77	-3,85	81,4	81,4	1927	2000	61,1%	66,7%
Desvio-padrão	1.947.011	2.321.362	2.323	2.497	437.589	505.612	0,56	0,38	11,74	11,31	99.285	151.095	9,47	15,50	21,5	20,7	520	495	16,5%	16,5%
Coeficiente de Variação	1,42	1,46	1,04	1,04	1,23	1,28	0,59	0,48	1,85	6,97	1,24	1,44	5,34	-4,03	0,26	0,25	0,27	0,25	0,27	0,25
Mínimo	30.070	48.381	53	79	2.897	15.117	0,20	0,24	-47,64	-48,93	0	0	-35,53	-64,67	44,5	31,0	1030	1105	32,6%	36,8%
1 º Quartil	258.100	276.343	718	701	63.313	68.223	0,58	0,53	4,65	-0,13	11.605	15.807	-0,02	-8,47	55,4	67,3	1518	1723	48,1%	57,4%
Mediana	465.824	543.298	1.542	1.418	169.590	170.155	0,84	0,69	6,66	1,55	36.616	38.125	2,94	0,68	100,0	84,1	1955	1975	62,0%	65,8%
3 º Quartil	1.357.437	1.546.181	2.819	3.325	421.706	448.070	1,19	1,05	10,45	4,70	103.653	92.428	6,43	4,37	100,0	100,0	2255	2240	71,5%	74,7%
Máximo	6.525.799	8.067.146	11.698	11.848	1.688.143	2.110.424	3,00	1,98	33,47	27,79	378.402	654.205	18,07	16,45	100,0	100,0	3155	3000	100,0%	100,0%

5.4.6.1 Análise dos resultados da *Data Envelopment Analysis*

Foram eficientes em ambos os anos as empresas: Cerj, Light, Furnas, Eletropaulo, Cosern, Santa Cruz, Eletronuclear, CNEE, EEVP, EEB, CDSA, AES Sul.

Compõem ainda a fronteira de eficiência em 1999: Escelsa, CPFL, Cesp, Rede/Cemat, Eletrosul.

Para 2000, são indicadas como eficientes também: Emae, Saelpa, Bandeirante, Gerasul, CGTEE, Eletronorte, Cemig, Chesf.

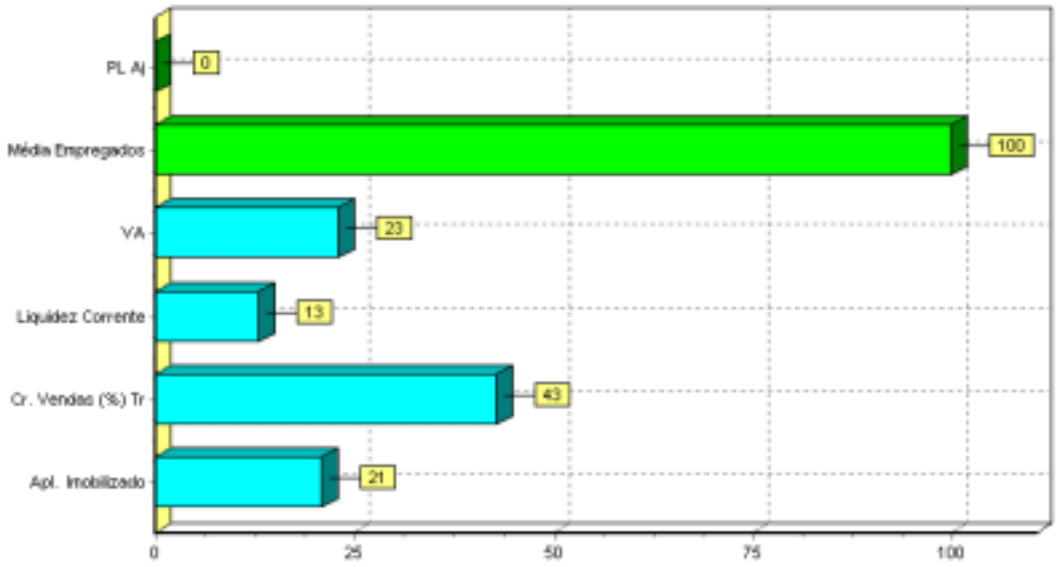
As maiores inversões de classificação ocorreram para as seguintes empresas:

- Cemig: com indicador de 51,79% em 1999, atingiu em 2000 a fronteira de eficiência;
- Chesf: considerada eficiente em 2000, mostrava em 1999 um indicador de 31,03%;
- Rede/Cemat: reduziu seu indicador de 100% em 1999 para 52,43% em 2000;
- Eletrosul: sofreu redução de 100% em 1999 para 51,88% em 2000.

A análise dessas inversões auxilia no entendimento dos resultados da análise DEA.

O exame inicia-se pela Chesf, empresa que teve a maior variação no indicador de eficiência. A variação pode ser explicada pelas reduções ocorridas nos *inputs* PL Ajustado e Média de Empregados e pelos aumentos nos *outputs* Valor Adicionado, Liquidez Corrente, Crescimento de Vendas e Aplicação no Imobilizado. As variações podem ser acompanhadas na Tabela 5.28. O Gráfico 5.40 mostra a importância de cada variável para a eficiência da Chesf.

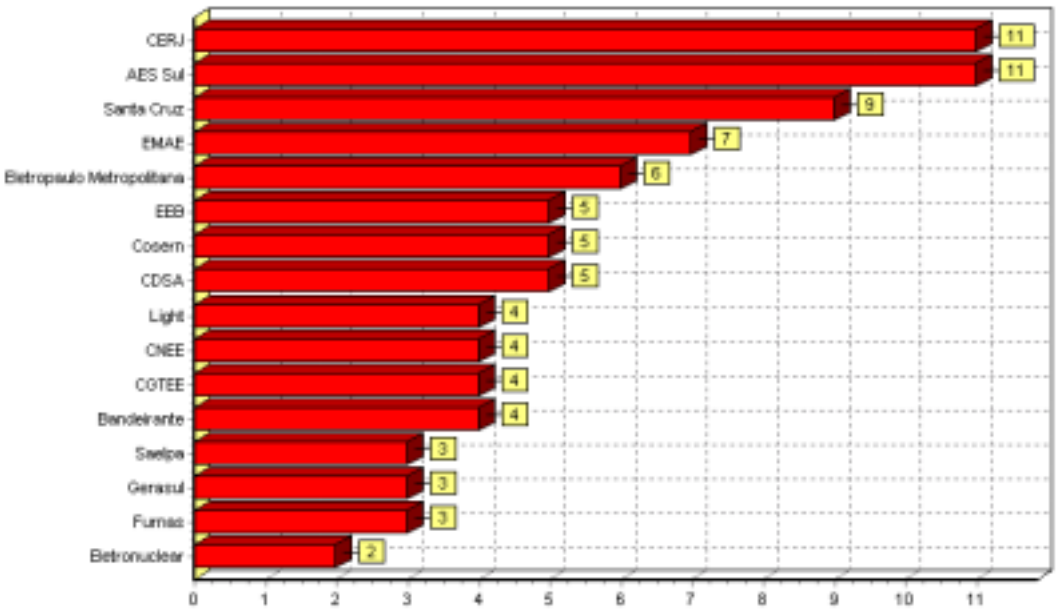
Gráfico 5.40 – Contribuição dos* inputs *e* outputs *– Chesf



O *input* PL Ajustado não participa da definição do indicador de eficiência da Chesf. Explica-se por seu valor, que está entre os maiores das empresas analisadas, superado apenas por Eletronorte e Cesp. A maior contribuição entre os *outputs* é do Crescimento de Vendas em percentual, que evoluiu de 1,6% em 1999 para 15,7% em 2000, estando bastante acima da média do grupo de 6,36% e posicionando-se acima do 3º quartil (10,45%).

Outra informação importante para a análise está disponível no Gráfico 5.41 que apresenta as empresas eficientes pelo número de vezes que servem como referência para a atuação das empresas ineficientes.

Gráfico 5.41 – Empresas de referência em 2000 – energia elétrica



Apesar de estar entre o grupo de empresas eficientes em 2000, a Chesf não participa do grupo de referência para outras empresas. Assim, sua eficiência é alcançada por uma combinação de recursos e produtos que não atende à atuação de nenhuma outra empresa do grupo. É o caso da Cemig, EEVP e Eletronorte, igualmente, para o ano de 2000. Assim, das 20 empresas classificadas como eficientes, 16 compõem o grupo de referência para as demais empresas. É interessante ainda ressaltar que das 4 empresas que não compõem o grupo de referência, apenas EEVP é uma

empresa de pequeno porte. As demais, Chesf, Cemig e Eletronorte, estão entre as maiores empresas do conjunto.

No caso da Cemig, a participação na fronteira, em 2000, pode ser explicada pelos aumentos nos *outputs* Crescimento de Vendas em percentual, de 4,7% para 9,9%, Liquidez Corrente, de 0,47 para 0,63, e Valor Adicionado, com acréscimo de cerca de 14,5%. Houve retração nos *inputs* de –11,2% para PL Ajustado e de –1,3% para Média de empregados. A Tabela 5.29 mostra a participação de cada variável na composição do indicador de eficiência para a Cemig em 2000.

Tabela 5.29 – Contribuição das variáveis – Cemig – 2000

Variável	Contribuição
Valor Adicionado	30%
Liquidez Corrente	4%
Crescimento de Vendas (%)	66%
Aplicação no Imobilizado (US$)	0%
PL Ajustado	100%
Média de empregados	0%

Dessa forma, maior peso foi dado às variáveis que sofreram maior variação: PL Ajustado e Crescimento de Vendas em percentual.

Abordando o caso da empresa Rede/Cemat, que compunha a fronteira eficiente em 1999, e em 2000 retroagiu a um indicador de eficiência de 52,43%, percebe-se a influência dos seguintes fatores: (1) grande retração no Crescimento de Vendas em percentual de 24,7% em 1999 para 5,0% em 2000, que o posiciona pouco acima do 1º quartil das empresas do grupo (4,65%); (2) diminuição do Valor Adicionado de –15,8%; (3) aumento de 10,1% na Média de empregados. Essas variações mais que compensaram os movimentos ocorridos nas demais variáveis, implicando perda de eficiência.

Para a empresa Eletrosul, uma das variáveis de maior efeito na retração do indicador de eficiência foi o Crescimento de Vendas, que em 1999 era de 27,8% e em 2000 foi de –10,5%. Aplicação no Imobilizado

sofreu diminuição de –39,4%, Valor Adicionado permaneceu aproximadamente constante e Liquidez Corrente teve um aumento de 17,8%. A Tabela 5.30 demonstra a contribuição de cada variável para o indicador de eficiência da Eletrosul em 2000.

Tabela 5.30 – Contribuição das variáveis – Cemig – 2000

Variável	Contribuição
Valor Adicionado	27%
Liquidez Corrente	58%
Crescimento de Vendas (%)	0%
Aplicação no Imobilizado (US$)	15%
PL Ajustado	12%
Média de empregados	88%

Apesar de não atribuir peso à variável Crescimento de Vendas (%), que lhe era desfavorável, a Eletrosul não conseguiu atingir um nível de eficiência maior quando comparada às demais empresas. A Tabela 5.31 resume as indicações de melhoria para a empresa em 2000.

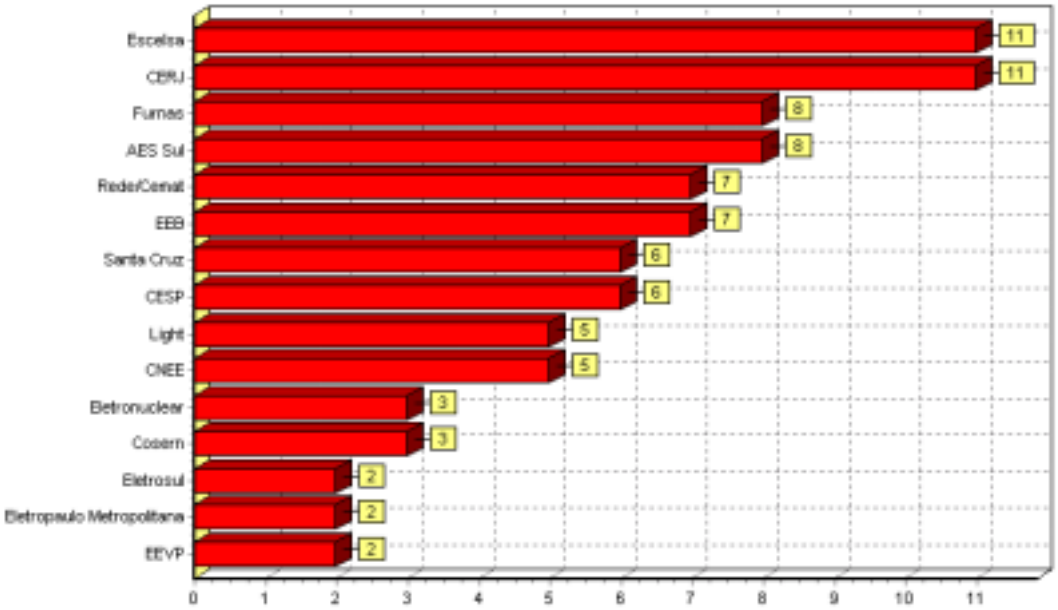
Tabela 5.31 – Contribuição de melhoria – Eletrosul – 2000

Variável	Valor Atual	Valor Meta	Variação
PL Ajustado	830.162	430.722,89	-48,12
Média de empregados	1.245	645,96	-48,12
Valor Adicionado	117.675	117.675	0
Liquidez Corrente	1,59	1,59	0
Crescimento de Vendas (%)	38,1	47,37	24,34
Aplicação no Imobilizado	22.429	22.429	0

As alterações são propostas em função da atuação das empresas identificadas como referência para Eletrosul: AES Sul, Cerj, CGTEE, Emae e Furnas. Vale lembrar que o valor de Crescimento de Vendas em percentual sofreu transformação de escala: assim, o valor mostrado na Tabela 5.28, –10,5%, foi acrescido do valor mínimo para as empresas, –47,64%, mais 1, resultando em 38,1%.

Finalmente, o Gráfico 5.42 mostra as empresas eficientes que compõem o grupo de referência para 1999, indicando quantas vezes cada uma serviu como referência para o desempenho das demais empresas. As empresas CDSA e CPFL, embora classificadas como relativamente eficientes, não atuam como referência para as demais empresas.

Gráfico 5.42 – Empresas de referência em 1999 – energia elétrica



5.4.6.2 Comparação entre critérios de avaliação: DEA *versus Melhores e Maiores*

As avaliações obtidas pelo indicador de Excelência Empresarial de *Melhores e Maiores* e pelo modelo DEA são contrapostas no Gráfico 5.43 para o ano de 2000.

A divisão do gráfico em quadrantes tem por finalidade diferenciar os pontos de concordância e de discordância entre as avaliações. Foram traçados como limites 90% para o indicador DEA e 70% para o indicador de Excelência Empresarial de *Melhores e Maiores*. Com o limite em 70%, segregam-se as melhores empresas, seguindo o critério adotado por *Melhores e Maiores* para a escolha da melhor empresa de cada setor. Essa definição considerou, ainda, as diferenças entre os indicadores: enquanto

pode ser atribuído o indicador de eficiência DEA igual a 100% para mais de uma empresa, o indicador de Excelência Empresarial foi calculado proporcionalmente, tendo como base 100 o máximo de pontos atribuídos às empresas do grupo. Assim, apenas uma empresa pode ter o indicador de Excelência Empresarial igual a 100%, em cada ano.

No gráfico, os quadrantes indicados por II e IV são aqueles em que os indicadores diferem. Nos quadrantes I e III, as avaliações dos indicadores aproximam-se. O Gráfico 5.44 mostra as mesmas informações para 1999.

No canto superior direito, em ambos os gráficos, o ponto extremo é representado pelas empresas que receberam indicador 100% nas duas análises: Cerj, em 1999, e Cosern, em 2000.

Gráfico 5.43 – Indicador DEA x Excelência Empresarial – 2000 – energia elétrica

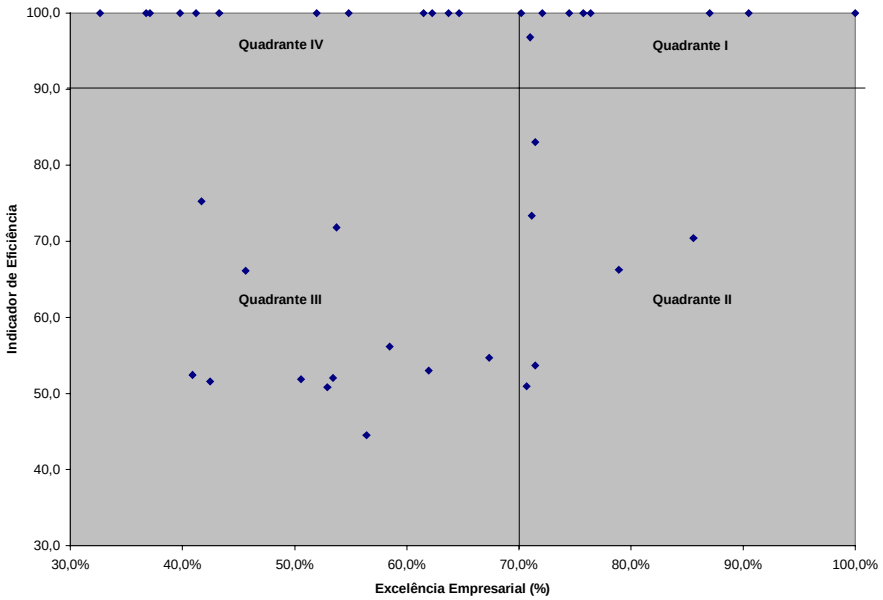
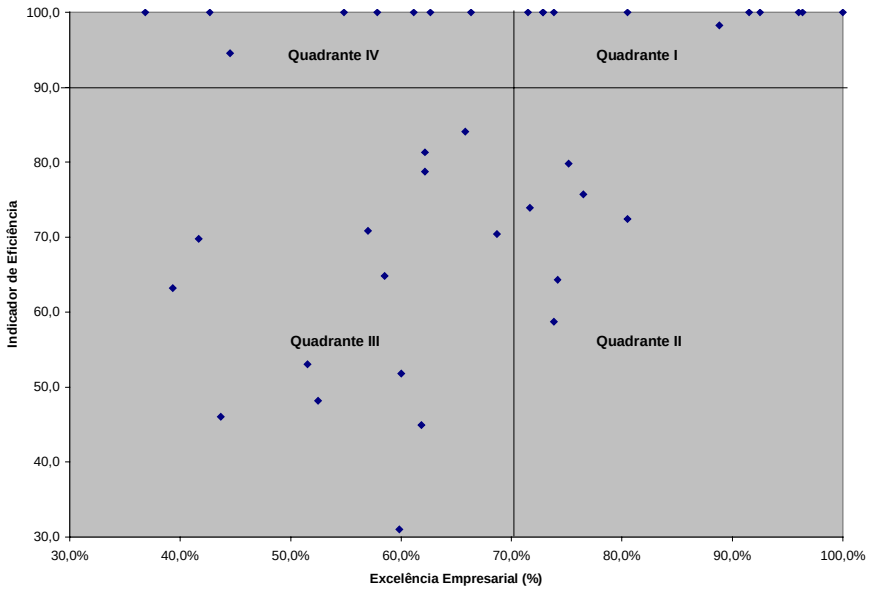


Gráfico 5.44 – Indicador DEA x Excelência Empresarial – 1999 – energia elétrica



A Tabela 5.32 mostra a distribuição das empresas entre os quadrantes.

Tabela 5.32 – Distribuição das empresas em quadrantes – energia elétrica

	Número de Empresas		**% de Empresas**	
	2000	1999	2000	1999
Quadrante I	9	11	23%	28%
Quadrante II	6	6	15%	15%
Quadrante III	12	14	31%	36%
Quadrante IV	12	8	31%	21%
Total	**39**	**39**	**100%**	**100%**

A preocupação é explorar os quadrantes II e IV que apresentam divergências entre as avaliações para cada um dos critérios. No total, são 18 empresas em 2000 (46%) e 14 empresas em 1999 (36%).

No quadrante II, empresas classificadas como eficientes pelo critério de Excelência Empresarial recebem indicador de eficiência menor que 90% pela Análise DEA. No quadrante IV, empresas com indicador de eficiência

acima de 90% pelo Modelo DEA recebem indicador de Excelência Empresarial menor que 70%.

Como exemplo das divergências entre as análises, pode-se citar a empresa Eletronuclear, classificada como eficiente nos dois anos pela DEA, com indicador de Excelência Empresarial de 41,2% em 2000 e 36,8% em 1999.

Sua classificação como eficiente corresponde a sua atuação relativa ao grupo. Em 2000, com PL Ajustado de US$ 3.176.120 mil, sua atuação aproxima-a da Copel (PL Ajustado de US$ 3.610.374 mil). No entanto, alcança seus resultados com 1.772 funcionários, enquanto a Copel tem 6.342 colaboradores. Para atingir a fronteira de eficiência, atribuiu maior peso (79%) ao *output* Crescimento de Vendas em percentual, que foi o máximo do grupo para o ano. A Copel teve, no mesmo período, 8,5% de Crescimento de Vendas. No indicador de Excelência Empresarial, atinge o máximo de pontos apenas em Crescimento de Vendas em percentual. Nos demais indicadores, aparece posicionada em torno de 10, com exceção de Valor Adicionado, em que aparece com apenas 2, em penúltimo lugar, portanto.

Outra diferença entre as avaliações pode ser ressaltada pela análise da empresa CNEE. Com o valor mínimo do grupo em PL Ajustado (US$ 30.070 mil em 2000) e apenas 139 funcionários, foi classificada como eficiente nos dois anos pela Análise DEA, atribuindo maior peso ao Valor Adicionado em 2000 (99,99%). Em 1999, distribuiu os pesos aos *outputs* Liquidez Corrente (48%), Valor Adicionado (25%) e Aplicação no Imobilizado (25%).[40] Em relação ao indicador de Excelência Empresarial, teve pontuação mínima em Liderança de Mercado e foi penúltima colocada em Liquidez Corrente. Em Riqueza Criada e Investimento no Imobilizado, obteve

---

[40] Essa é uma das características da Análise DEA. Cada uma das DMUs é avaliada individualmente e recebe para *inputs* e *outputs* os pesos que mais valorizam sua posição relativa ao grupo. Assim, “é colocada sob a melhor luz” (SMITH, 1990: p. 133). Se necessário, podem ser atribuídos pesos máximos e mínimos, através de critérios de restrições aos pesos, como em NIEDERAUER (1998).

o 21º lugar. Em Crescimento de Vendas, ficou com na 26ª posição. Sua melhor colocação foi em Retorno do Investimento: 32º lugar. Somou ao todo, em 2000, após a ponderação, 1.940 pontos; o máximo de pontos foi de 3.155, o que dá a CNEE 61% de indicador de Excelência Empresarial.

Em 1999, a empresa EEB, uma das menores empresas do setor atingiu 73,8% de indicador de Excelência Empresarial, participando do grupo de melhores empresas pelo critério de corte adotado (70%). Mas, analisando os casos das empresas de menor porte, abre-se uma questão: o indicador de Excelência Empresarial privilegia as empresas de maior porte?

Os Gráficos 5.45, 5.46, 5.47 e 5.48 mostram o espectro de variação do Patrimônio Líquido para as empresas consideradas eficientes, considerando a Análise DEA e o indicador de Excelência Empresarial, em 2000 e 1999.

A variação do PL Ajustado em 2000, para as empresas eficientes pela Excelência Empresarial, é de US$ 245.060 mil a US$ 5.999.137 mil. Segundo a Análise DEA, a variação mostrada pelo Gráfico 5.46 é de US$ 30.070 mil a US$ 6.525.799 mil. Será uma indicação de que as empresas de menor porte têm maior probabilidade de participar do grupo de empresas eficientes pela Análise DEA?

Gráfico 5.45 – Empresas eficientes (Excelência Empresarial) por PL Ajustado – 2000 – energia elétrica

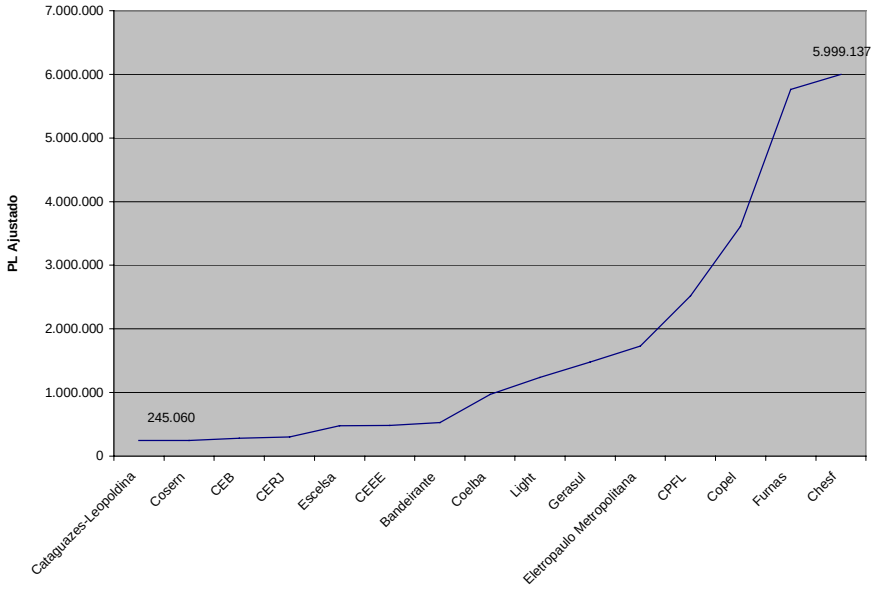
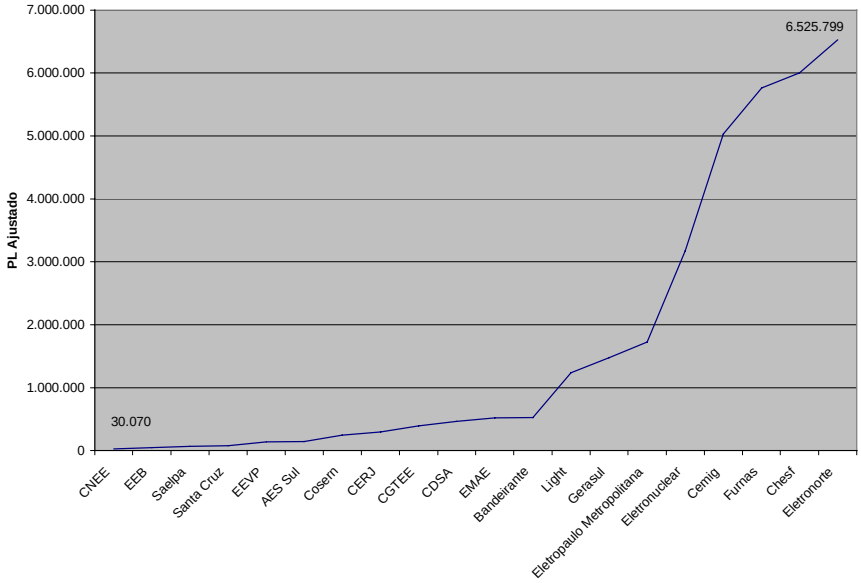
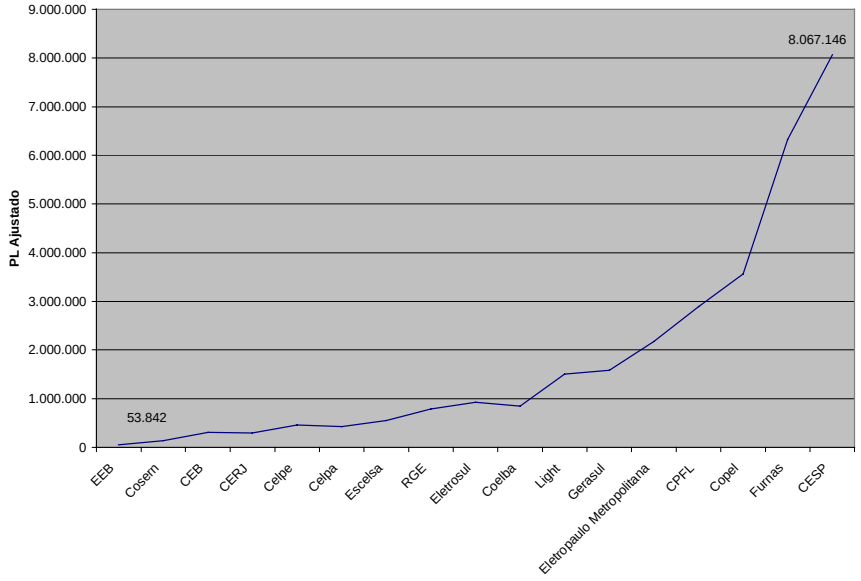


Gráfico 5.46 – Empresas eficientes (Análise DEA) por PL Ajustado – 2000 – energia elétrica



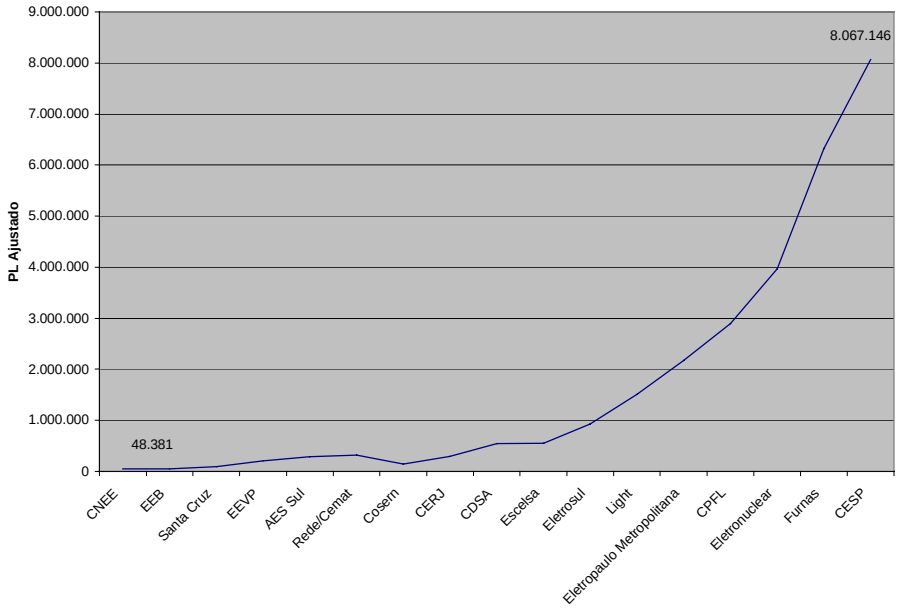
Os Gráficos 5.47 e 5.48 mostram a variação do Patrimônio Líquido para as empresas eficientes no ano de 1999. As melhores empresas pela Excelência Empresarial tiveram o PL Ajustado variando entre US$ 53.842 mil e US$ 8.067.146 mil.

Gráfico 5.47 – Empresas eficientes (Excelência Empresarial) por PL Ajustado – 1999 – energia elétrica



Para a Análise DEA, em 1999 (Gráfico 5.48), o conjunto de empresas eficientes inclui igualmente a empresa de menor PL Ajustado, a CNEE. Novamente há a indicação de que as empresas de menor porte estão mais presentes na Análise DEA.

Gráfico 5.48 – Empresas eficientes (Análise DEA) por PL Ajustado – 1999 – energia elétrica



Os indicadores que são incluídos na ponderação da Excelência Empresarial são influenciados pelo porte? Um dos indicadores, a Liderança de Mercado, sem dúvida. E esse indicador tem peso 10 na ponderação. E os demais indicadores? Rentabilidade, Crescimento de Vendas em percentual, Investimento no Imobilizado em percentual e Riqueza criada por empregados estão "normalizados" pelos denominadores, respectivamente, PL Ajustado, Vendas, Ativo Imobilizado e Número de Empregados. Não são influenciados, portanto, pelo porte. Liquidez Corrente é o quociente entre Ativo Circulante e Passivo Circulante, resultando em um número-índice, também isento da influência do porte da empresa. Assim, conclui-se que as empresas de maior porte estão em vantagem em relação a um indicador considerado, Liderança de Mercado, que contribui com peso 10 na composição do indicador de Excelência Empresarial.

Já a Análise DEA permite à empresa individualmente determinar os pesos a serem atribuídos a cada indicador, de forma a maximizar seu indicador de eficiência. Além disso, podem ser considerados os retornos à escala que melhor atenderem à configuração da atuação do setor.

5.4.6.3 Comparação entre critérios de avaliação: DEA *versus* Retorno sobre o Patrimônio Líquido

Finalmente, para concluir, é apresentada a comparação do indicador de eficiência com o Retorno sobre o Patrimônio Líquido, indicador contábil tradicional e entre os mais citados do sucesso empresarial.[41] Os Gráficos 5.49 e 5.50 mostram a contraposição entre indicador de eficiência calculado pela Análise DEA e o Retorno sobre o PL obtido pelas empresas do setor energia elétrica.

---

[41] O Retorno sobre o Patrimônio Líquido recebe o maior peso na composição do indicador de Excelência Empresarial.

Gráfico 5.49 – Retorno* versus *Indicador de Eficiência – 2000 – energia elétrica

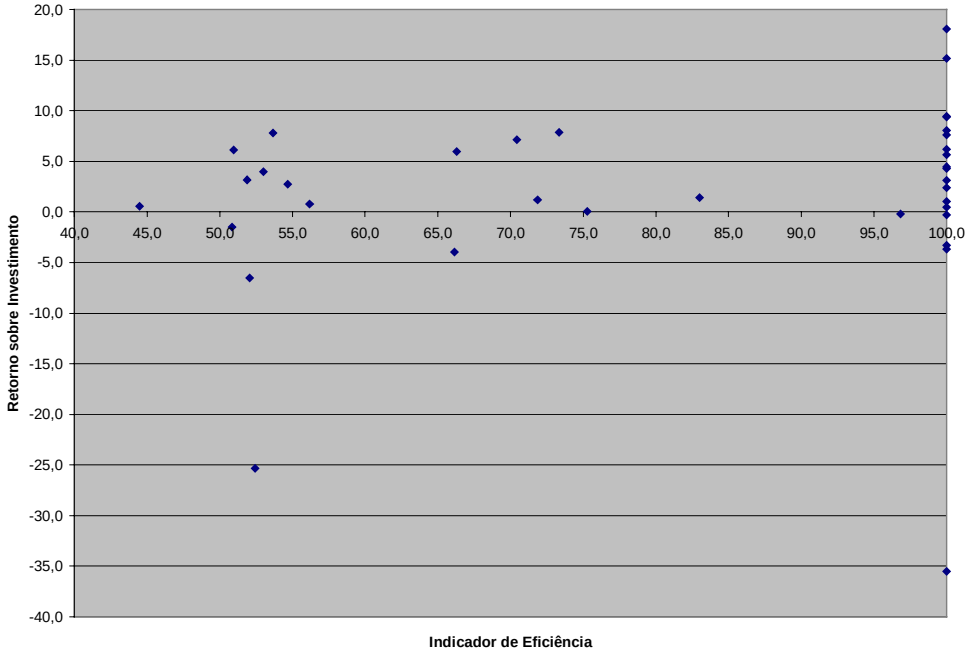
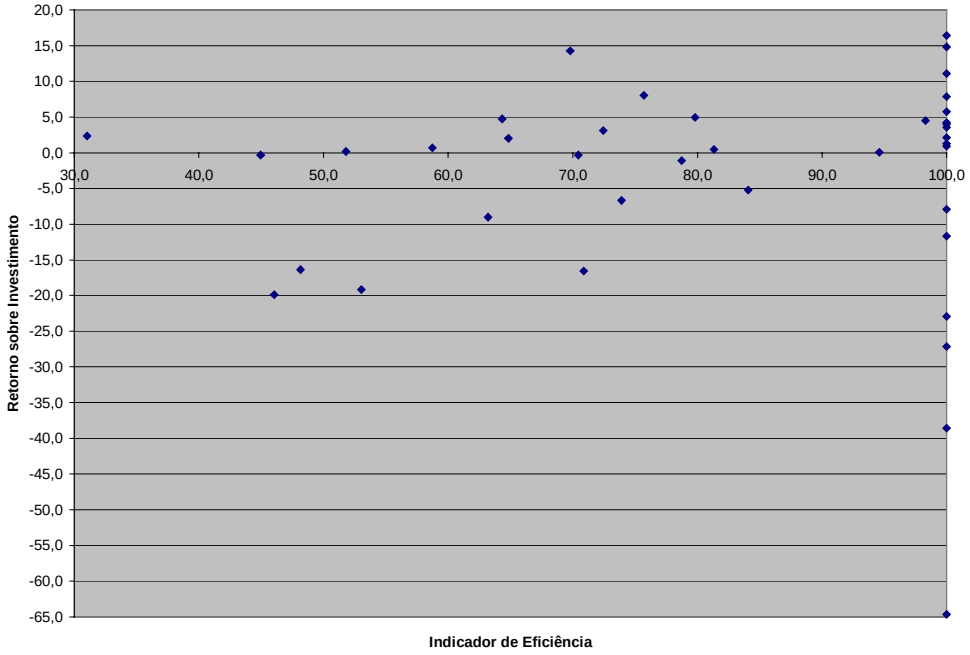


Gráfico 5.50 – Retorno* versus *Indicador de Eficiência – 1999 – energia elétrica



Para o ano de 2000, as empresas eficientes distribuem-se no lado direito com retornos entre 18,1% e –35,5%. Para 1999, a variação é ainda maior: entre 16,4% e –64,6%. Escolhido por muitos especialistas como o principal indicador do desempenho empresarial, o Retorno sobre o Patrimônio Líquido apresenta uma das facetas da atuação empresarial. A DEA possibilita análise multidimensional do desempenho empresarial, incluindo as diversas facetas consideradas relevantes para a determinação da eficiência relativa de cada empresa que compõe o grupo.

5.4.6.4 Possibilidade de elaboração do *ranking DEA*

A técnica DEA indica as empresas eficientes em um conjunto de empresas sob análise. A discussão sobre a possibilidade de elaboração de um *ranking* é bastante discutida e controvertida na literatura, havendo autores que afirmam não ser possível utilizar a DEA para classificação de empresas e propondo a conjugação com outras técnicas estatísticas para atingir esse propósito (ZILLA e FRIEDMAN, 1998: 472; NIEDERAUER, 1998: Cap. 3, 4).

Para obter-se um *ranking* a estratégia adotada nesse estudo foi tentar a redução do número de empresas definidas como eficientes nos modelos DEA originais de duas formas:

1. Estratégia do funil: em etapas sucessivas as empresas não eficientes são excluídas e o modelo é reaplicado buscando definir as empresas “mais eficientes” entre as eficientes;
2. Estratégia dos pesos: são atribuídos pesos às variáveis do modelo para restringir o número de empresas eficientes.

A primeira alternativa mostrou-se pouco efetiva: as empresas já na segunda etapa foram todas classificadas como eficientes, não sendo possível, portanto, nenhuma redução no número de empresas eficientes, nos dois anos em estudo.

Para atribuição de pesos utilizou-se uma facilidade do programa Frontier Analyst que permite definir o peso mínimo a ser atribuído a uma

dada variável. Por problemas computacionais, a atribuição de pesos pôde ser feita a apenas poucas variáveis ou a solução do programa linear tornava-se inviável.

Utilizando-se da definição de pesos aos indicadores do indicador de Excelência Empresarial de *Melhores e Maiores* – Fipecafi-*Exame* foram construídos modelos segundo duas alternativas: (1) atribuindo-se peso 20 à variável Valor Adicionado; (2) atribuindo-se peso 20 à variável Valor Adicionado e peso 25 à variável Patrimônio Líquido.

A redução obtida está resumida na Tabela 5.33 e não possibilitou a derivação de um *ranking* de empresas. As empresas eficientes têm uma combinação de recursos e produtos diversa, estando apenas limitadas a atribuir um peso mínimo às variáveis, conforme anteriormente especificado.

Tabela 5.33 – Resultados da atribuição de pesos – energia elétrica

	Número de empresas eficientes			
	Alternativa 1		**Alternativa 2**	
	2000	1999	2000	1999
1ª. Etapa	20	17	20	17
2ª. Etapa	13	12	13	10

Assim, conclui-se pela não possibilidade de elaboração de um *ranking* com base no Modelo DEA de análise de balanços proposto. Vale, no entanto, ressaltar que, nos dois anos em estudo, as empresas com melhor classificação segundo o indicador de Excelência Empresarial de *Melhores e Maiores* – Fipecafi-*Exame,* foram consideradas eficientes no Modelo DEA.

CAPÍTULO 6
GENERALIZAÇÃO DO MODELO: APLICAÇÃO AO SETOR DE ALIMENTOS

6.1 CARACTERIZAÇÃO DO SETOR EM ESTUDO

Para confirmação do modelo proposto, foi escolhido o setor de alimentos. A amostra selecionada é composta por 58 empresas, distribuídas em diversas regiões do Brasil, com controle acionário sobretudo brasileiro (87,9%), em 2000, 67,2% delas tinham auditores e 31,0% eram auditadas pelas *Big Five*.

Para as empresas do conjunto, estão disponíveis informações para os anos de 1999 e 2000. Da amostra selecionada, 21 empresas participam do grupo de 500 Maiores Empresas Privadas de 2001 e 11 empresas estão entre as Melhores do Setor.

6.2 APLICAÇÃO DO MODELO

A metodologia proposta, evidenciada no capítulo anterior, será aplicada ao setor de alimentos, nas seguintes etapas: (1) planejamento da pesquisa; (2) análise de variáveis; (3) seleção de variáveis; (4) construção do Modelo; (5) análise de resultados.

6.2.1 PLANEJAMENTO DA PESQUISA

As variáveis em estudo são as mesmas apresentadas anteriormente para o setor de energia elétrica, conforme Quadro 5.2, para possibilitar a comparação com o levantamento *Melhores e Maiores*. Elas são consideradas na etapa de análise de variáveis para posterior seleção.

6.2.2 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS

6.2.2.1 Exame das variáveis e análise estatística

Para simplificar a análise, são reproduzidas nas Tabelas 6.1 e 6.2 as variáveis utilizadas no estudo de caso para os anos de 2000 e 1999. Para cada variável, são calculados: média, desvio-padrão, coeficiente de variação, mínimo, 2º quartil, mediana, 3º quartil e máximo.

***Tabela 6.1 – Resumo das variáveis em estudo – alimentos* – outputs**

Empresa	Vendas		Liderança		LL Ajustado		Retorno CM		Valor Adicionado		V. A. por Empregado		Ativo Circulante		Liquidez Corrente		CCL		Cresc. Vendas (%)		Cresc. Vendas (US$)		Inv. no Imobilizado (%)		Aplicações Imobilizado (US$)	
	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999
Abc Inco	134.842	235.538	1,1	1,8	-214	428	-1,0	1,8	17.814	20.379	99,5	115,8	35.644	29.160	1,11	0,79	3.587	-7.649	-42,8	105,6	-100.696	120.964	2,5	15,4	388	2.239
Açúcar União	7.144	271.809	0,1	2,1	-10.132	-25.619	-13,1	-27,5	15.326	76.635	17,7	41,9	7.789	68.311	0,28	2,24	-19.611	37.865	-97,4	-60,0	-264.665	-407.335	2,4	3,9	2.215	2.807
Agrícola Fraiburgo	13.308	22.073	0,1	0,2	-3.261	4.286	-21,9	27,7	7.569	15.269	6,6	17,5	6.828	7.607	1,05	0,91	312	-708	-39,7	210,8	-8.765	14.970	16,8	63,5	2.655	6.937
Aurora	409.794	394.630	3,2	3,0	1.053	9.826	1,5	12,4	49.223	58.356	8,4	10,5	66.476	56.732	1,37	1,22	17.903	10.047	3,8	4,4	15.164	16.647	16,5	15,4	11.525	11.016
Baldo	35.744	45.058	0,3	0,3	4.585	5.797	17,9	24,3	12.857	17.856	30,5	31,3	15.089	12.156	2,27	2,46	10.753	8.948	-20,7	9,5	-9.314	3.895	12,3	11,5	1.560	1.429
Batavo	206.125	285.941	1,6	2,2	-5.265	-24.153	-11,1	-42,2	26.981	65.089	13,6	22,0	36.625	46.603	1,46	1,08	11.467	3.627	-27,9		-79.816		5,3	36,3	3.219	20.044
Bunge	1.961.877	1.778.009	15,5	13,4	-53.888	-20.975	-12,6	-5,2	357.481	712.690	59,6	200,8	833.193	657.453	1,13	0,82	97.931	-146.241	10,3	-15,1	183.868	-315.416	8,6	11,9	39.654	50.183
C.C.L.	286.779	337.163	2,3	2,5	35.790	-5.283	54,2	-13,4	120.615	70.254	72,5	29,2	105.876	39.581	1,86	0,59	49.071	-27.758	-14,9	-24,9	-50.384	-112.057	1,3	11,8	919	8.248
Cacique	140.688	233.505	1,1	1,8	5.927	3.751	9,7	6,1	49.123	224.738	42,6	190,8	77.735	127.304	1,03	1,31	2.251	30.383	-39,7	6,3	-92.817	13.925	10,3	99,6	4.815	20.001
Camil	131.400	179.940	1,0	1,4	-2.952	-16.796	-12,5	-57,3	10.353	43.076	16,9	69,3	25.382	30.125	0,94	0,96	-1.751	-1.256	-27,0	-11,1	-48.540	-22.372	27,1	50,5	4.035	5.951
Caramuru Alimentos	338.269	253.799	2,7	1,9	-1.553	3.819	-3,9	8,3	59.850	49.157	69,8	119,7	122.129	75.743	1,03	1,13	3.909	8.647	33,3	26,0	84.470	52.408	26,4	10,5	12.735	4.977
Cia Iguaçu	52.131	63.407	0,4	0,5	1.038	3.122	1,8	5,1	13.660	29.913	30,4	69,9	32.966	31.870	1,84	1,89	17.705	18.382	-17,8	-5,4	-11.276	-3.591	17,9	29,6	3.022	5.037
Cirol Royal	16.878	19.111	0,1	0,1	-614	457	-9,8	5,8	2.825	5.191	10,4	17,8	2.985	2.881	0,98	1,54	-66	1.013	-11,7	-10,1	-2.233	-2.144	8,9	2,1	591	155
Cocam	26.921	35.052	0,2	0,3	-1.561	1.960	-12,8	12,4	3.968	11.756	9,5	27,0	7.457	9.424	0,97	1,51	-209	3.167	-23,2	5,6	-8.131	1.855	8,3	20,0	1.318	2.978
Copacol	189.777	213.306	1,5	1,6	1.851	2.669	6,2	8,5	21.773	25.635	9,1	11,6	40.162	36.478	1,27	1,14	8.555	4.601	-11,0	12,2	-23.529	23.118	15,8	20,1	3.593	4.622
Coprodal	129.518	138.252	1,0	1,0	10.575	9.539	9,3	7,2	46.274	47.967	179,0	168,9	29.296	33.924	2,04	2,45	14.958	20.081	-6,3	-10,3	-8.734	-15.822	1,9	1,8	522	585
Damasco	41.147	34.141	0,3	0,3	-195	-2.745	-2,6	-30,2	12.477	5.689	53,0	32,6	6.577	9.442	1,48	2,84	2.143	6.117	20,5	-6,6	7.006	-2.403	5,5	5,4	501	515
Ducôco	41.564	47.755	0,3	0,4	-1.942	3.211	-11,3	15,9	15.147	23.836	11,8	21,5	9.862	10.820	0,99	1,26	-77	2.265	-13,0	0,5	-6.191	255	6,5	39,2	480	2.500
Elegê	311.887	302.428	2,5	2,3	15.052	10.301	12,2	7,4	68.907	66.043	49,1	50,0	96.594	83.609	1,66	1,88	38.358	39.135	3,1	23,0	9.459	56.469	32,1	6,7	27.891	6.363
Embaré	53.501	46.875	0,4	0,4	163	-78	2,1	-0,8	13.262	11.802	21,1	18,9	9.159	8.544	1,09	1,57	773	3.088	14,1	10,6	6.626	4.499	219,6	20,6	15.678	1.568
Fábrica Fortaleza	265.219	265.800	2,1	2,0	58.711	48.807	15,8	15,7	153.024	197.765	41,8	60,4	198.943	167.812	2.883,23	1.422,14	198.874	167.694	-0,2	53,8	-581	92.952	18,8	12,2	24.357	12.464
Frisa	62.295	59.578	0,5	0,4	-55	996	-0,3	5,4	12.833	15.456	8,3	10,3	18.252	19.196	2,40	2,58	10.634	11.766	4,6	14,1	2.717	7.362	17,4	26,7	1.361	1.788
Frutop	8.552	12.022	0,1	0,1	26	4.317	0,2	22,9	3.220	8.443	10,6	43,9	1.441	2.853	0,77	1,11	-432	273	-28,9		-3.470		0,7	1,0	111	144
Granfino	29.548	30.871	0,2	0,2	-1.398	9		0,2	8.017	9.597	16,3	19,8	5.643	6.143	2,20	2,81	3.082	3.960	-4,3	2,4	-1.323	737	6,9	22,9	148	456
Itambé	388.152	422.749	3,1	3,2	-1.581	2.571	-1,7	1,9	63.287	72.071	20,3	21,3	101.475	95.052	1,49	1,54	33.371	33.189	-8,2	3,8	-34.597	15.305	6,2	9,9	7.395	12.659
Itasa	146.914	146.594	1,2	1,1	13.929	16.506	8,8	9,0	53.419	61.103	242,8	229,7	22.639	20.743	1,84	1,76	10.359	8.971	0,2	-9,2	320	-14.921	2,9	3,5	744	1.168
J. Marino	14.138	16.715	0,1	0,1	-933	-799	-4,8	-3,6	3.944	3.948	11,4	10,3	3.693	3.744	2,42	1,36	2.166	984	-15,4	-15,3	-2.577	-3.028	7,7	6,1	624	561
Josapar	164.188	249.066	1,3	1,9	-14.521	-9.293	-36,6	-16,0	54.228	67.142	46,0	55,1	59.653	67.652	0,82	0,94	-13.518	-4.315	-34,1	-7,8	-84.878	-20.977	14,3	54,8	8.549	25.646
Kowalski	41.810	44.482	0,3	0,3	261	1.341	4,1	18,4	8.242	10.157	26,6	33,1	11.912	13.912	1,27	1,47	2.527	4.467	-6,0	17,0	-2.672	6.474	27,4	26,2	1.343	1.158
Kraft Lacta	513.276	585.827	4,0	4,4	1.928	15.373	1,1		164.067	193.065	42,9	49,2	119.707	130.511	1,06	1,47	6.364	41.999	-12,4	-0,4	-72.551	-2.561	58,9	7,4	61.829	8.941
Leco	51.075	106.900	0,4	0,8	-1.531	-4.549	-2,4	-6,3	7.174	22.027	17,1	43,1	16.448	19.321	1,66	1,45	6.545	6.038	-52,2	-25,5	-55.825	-36.562	1,6	9,3	1.005	5.998
Leitbom	59.579	51.949	0,5	0,4	601	57	2,6	0,2	14.548	13.185	20,1	20,2	8.169	10.530	1,09	1,24	1.013	2.739	14,7	-2,1	7.630	-1.139	14,2	34,7	3.797	6.257
Macsol Ltda	16.535	16.285	0,1	0,1	2.027	1.941	17,7	18,9	4.219	7.308	45,4	76,1	12.253	6.744	1,82	2,67	6.884	4.845	1,5	0,5	250	77	6,1	4,0	328	267
Maeda	104.555	118.642	0,8	0,9	3.102	7.092	9,4	17,9	32.783	47.616	29,8	46,1	47.151	44.480	1,14	1,27	5.756	9.510	-11,9	25,4	-14.087	24.067	13,2	17,6	7.691	9.487
Mococa	85.158	86.238	0,7	0,7	-2.673	-3.214		-77,1	14.215	15.905	31,0	33,8	16.200	15.912	1,07	1,12	1.197	1.724	-1,3	-31,2	-1.080	-39.066	30,8	5,9	3.483	796
Mocrusul	336.238	212.259	2,6	1,6	-1.021	-3.687	-2,9	-9,2	42.625	55.243	11,8	27,8	70.249	75.763	0,76	0,80	-22.205	-19.074	58,4	78,7	123.979	93.473	28,4	218,5	11.140	31.357
Moinho do Nordeste	28.957	30.958	0,2	0,2	512	161	4,9	1,5	7.580	15.949	45,8	118,6	11.556	9.066	1,87	2,59	5.392	5.572	-6,5	18,6	-2.001	4.860	10,0	30,3	495	1.470
Nestlé-SP	2.574.782	2.649.902	20,3	20,0	107.698	150.520	23,2	27,4	838.905	1.201.098	67,7	98,7	507.210	520.426	1,22	1,44	90.133	159.885	-2,8	-1,9	-75.120	-52.291	14,7	14,6	54.260	58.139
Nova América	117.969	83.408	0,9	0,6	5.258	-3.962	4,7	-3,4	35.541	37.711	45,3	45,6	57.307	46.230	1,37	1,66	15.358	18.442	41,4	-30,4	34.561	-36.444	39,4	22,8	5.955	4.200
Nutril	101.535	106.063	0,8	0,8	1.235	788	8,6	5,4	11.979	10.585	23,9	26,7	17.759	15.103	1,81	2,21	7.957	8.650	-4,3	-7,8	-4.528	-9.000	15,5	20,5	1.475	1.821
Perdigão Agroindustrial	1.037.893	1.097.322	8,2	8,3	27.469	39.173	8,4	11,1	295.325	294.914	17,3	18,5	571.276	406.025	1,27	1,04	120.624	16.072	-5,4	15,8	-59.429	149.877	19,6	27,3	93.703	109.738
Plus Vita	84.261	86.917	0,7	0,7	-12.483	-19.055		-174,8	24.437	28.125	18,0	17,0	14.091	14.924	1,09	0,20	1.171	-59.965	-3,1	-23,5	-2.656	-26.701	3,0	2,6	1.786	1.763
Quaker	272.536	283.198	2,1	2,1	-1.384	-39.988	-1,9	-48,1	60.466	87.106	30,3	39,1	42.184	40.879	2,03	2,15	21.419	21.827	-3,8	-26,1	-10.662	-100.245				
Quero	100.343	99.217	0,8	0,7	1.069	2.602	5,8	16,9	22.999	36.039	18,2	28,2	25.988	26.227	1,98	1,55	12.844	9.288	1,1	22,3	1.126	18.111	27,0	85,8	2.723	5.417
Refinaria Piedade	22.218	33.391	0,2	0,3	-4.523	-9.930	-8,7	-34,0	5.283	30.916	17,1	58,6	13.149	29.146	3,08	8,17	8.880	25.578	-33,5	-86,3	-11.173	-209.972	169,9	1,7	30.381	357
Santa Elisa	152.206	178.326	1,2	1,3	-4.916	-20.845	-6,0	-22,0	36.686	72.717	39,6	43,1	52.804	54.159	0,81	0,50	-12.511	-54.775	-14,6		-26.120		1,0	17,5	1.485	23.057
Seara	496.046	524.413	3,9	4,0	2.855	-20.849	2,2	-14,2	113.945	160.454	13,2	18,3	146.751	145.360	1,36	1,49	38.598	47.991	-5,4		-28.367		8,9	3,5	17.092	7.611
Sudcoop	137.157	120.766	1,1	0,9	1.334	-1.244	7,3	-6,7	23.039	22.995	15,2	15,8	23.410	23.528	1,07	0,88	1.545	-3.312	13,6	5,7	16.391	6.512	8,3	6,5	1.946	1.621
Total Alimentos	83.830	62.182	0,7	0,5	2.248	1.668	29,1	32,8	10.670	21.127	16,4	44,3	8.192	5.237	0,87	0,68	-1.245	-2.455	34,8		21.648		54,5	82,0	5.847	5.355
Usina Batatais	49.540	36.325	0,4	0,3	-2.096	-2.483	-8,5	-8,3	12.674	8.279	52,2	36,3	11.134	16.232	1,06	1,01	592	132	36,4	-21,9	13.215	-10.161	10,4	16,1	3.105	3.150
Usina Caete	141.655	83.151	1,1	0,6	15.546	-19.852	8,8	-11,9	75.048	38.067	11,1	9,8	115.553	94.700	1,74	2,89	49.032	61.897	70,4	11,0	58.504	8.214	29,3	19,0	21.602	10.822
Usina Colombo	79.760	73.643	0,6	0,6	10.209	329	39,7	1,8	34.293	20.061	97,6	56,7	39.871	27.909	2,64	2,82	24.740	18.017	8,3	23,9	6.117	14.218	21,8	23,4	4.684	4.754
Usina Coruripe	107.939	101.195	0,9	0,8	8.060	-14.020	2,9	-5,9	64.888	131.906	21,3	41,2	87.371	68.006	2,17	2,48	47.194	40.615	6,7	-15,1	6.744	-18.020	41,9	12,4	22.193	6.976
Usina Ester	40.104	41.496	0,3	0,3	680	-20.681	1,3	-35,6	22.517	36.439	17,8	22,7	24.334	25.732	0,66	0,74	-12.314	-9.275	-3,4	-13,2	-1.392	-6.286	2,8	7,1	1.961	1.728
Usina Maracaí	65.705	36.901	0,5	0,3	3.553	-1.248	18,6	-6,6	15.885	15.090	35,1	28,8	25.487	16.458	0,77	0,60	-7.514	-11.153	78,1	-33,6	28.804	-18.681	8,9	7,1	2.314	2.052
Usina Petribú	17.165	23.835	0,1	0,2	-1.127	-3.511	-8,1	-19,4	7.282	8.931	4,3	6,5	7.193	8.394	0,95	0,65	-371	-4.481	-28,0	-30,5	-6.670	-10.444	16,8	11,3	3.041	2.215
Usina São José	20.264	23.570	0,2	0,2	-2.211	-5.107	-14,0	-24,0	7.926	5.831	3,6	3,9	6.943	7.304	1,02	0,95	146	-369	-14,0	-10,4	-3.306	-2.734	12,9	8,0	3.270	2.204
Vigor	148.030	112.718	1,2	0,9	-8.513	-8.766	-6,1	-5,4	57.899	53.066	40,0	41,4	63.146	76.602	1,97	2,17	31.029	41.348	31,3	10,7	35.312	10.885	4,3	11,1	6.640	16.887
Média	218.904	228.494	1,7	1,7	3.479	770	2,3	-6,3	57.769	81.358	35,9	49,4	71.627	64.755	51,10	26,11	16.436	10.656	-3,5	3,4	-9.590	-13.929	21,4	24,0	9.775	9.625
Desvio-padrão	430.399	427.331	3,4	3,2	19.211	24.338	14,4	31,3	122.718	182.661	40,2	48,8	143.261	117.844	378,40	186,53	35.769	41.156	28,8	41,2	57.467	87.188	36,0	33,7	17.106	17.559
Coeficiente de variação	1,97	1,87	2,0	1,9	5,52	31,59	6,3	-5,0	2,12	2,25	1,1	1,0	2,00	1,82	7,41	7,14	2,18	3,86	-8,1	12,0	-5,99	-6,26	1,7	1,4	1,75	1,82
Mínimo	7.144	12.022	0,1	0,1	-53.888	-39.988	-36,6	-174,8	2.825	3.948	3,6	3,9	1.441	2.853	0,28	0,20	-22.205	-146.241	-97,4	-86,3	-264.665	-407.335	0,7	1,0	111	144
1 º Quartil	183.380	245.684	1,4	1,9	3.040	3.189	8,7	9,0	54.026	65.805	44,7	53,8	65.644	67.918	1,84	2,17	17.118	18.427	6,1	12,2	6.715	13.925	21,8	26,2	8.549	8.941
Mediana	100.939	100.206	0,8	0,8	212	109	1,5	0,2	22.145	30.415	21,2	33,5	25.435	28.528	1,27	1,45	5.574	5.209	-4,8	-0,4	-2.664	-1.139	12,9	14,6	3.105	4.622
3 º Quartil	183.380	245.684	1,4	1,9	3.040	3.189	8,7	9,0	54.026	65.805	44,7	53,8	65.644	67.918	1,84	2,17	17.118	18.427	6,1	12,2	6.715	13.925	21,8	26,2	8.549	8.941
Máximo	2.574.782	2.649.902	20,3	20,0	107.698	150.520	54,2	32,8	838.905	1.201.098	242,8	229,7	833.193	657.453	2.883,23	1.422,14	198.874	167.694	78,1	210,8	183.868	149.877	219,6	218,5	93.703	109.738

***Tabela 6.2 – Resumo das variáveis em estudo – alimentos* – inputs**

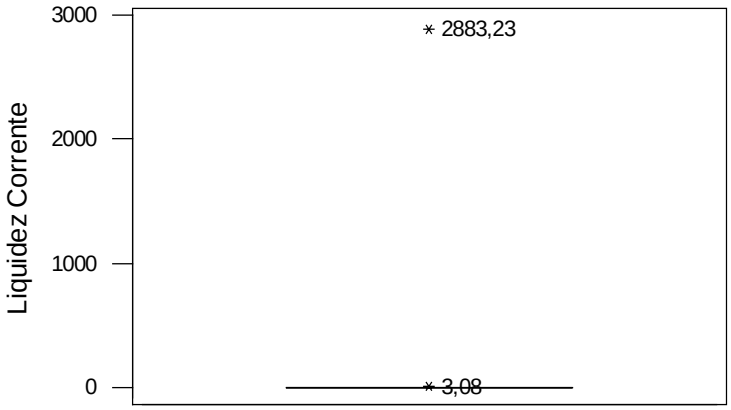
Empresa	PL Ajustado		Passivo Circulante		Imobilizado - Ano Anterior		Média Empregados	
	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999
Abc Inco	21.831	24.151	32.057	36.809	15.622	14.539	179	176
Açúcar União	77.356	93.318	27.400	30.446	92.880	71.174	866	1.830
Agrícola Fraiburgo	14.175	14.626	6.516	8.315	15.837	10.921	1.154	874
Aurora	69.405	77.877	48.573	46.685	70.011	71.745	5.894	5.567
Baldo	24.241	22.618	4.336	3.208	12.651	12.421	422	570
Batavo	47.606	57.194	25.158	42.976	60.624	55.268	1.990	2.965
Bunge	427.746	398.238	735.262	803.694	462.857	420.337	6.000	3.550
C.C.L.	65.800	39.299	56.805	67.339	71.132	70.092	1.664	2.410
Cacique	59.588	60.032	75.484	96.921	46.973	20.077	1.153	1.178
Camil	23.581	29.312	27.133	31.381	14.895	11.775	611	622
Caramuru Alimentos	40.059	45.834	118.220	67.096	48.270	47.265	857	411
Cia Iguaçu	54.384	58.122	15.261	13.488	16.878	17.044	449	428
Cirol Royal	6.241	7.898	3.051	1.868	6.649	7.278	273	291
Cocam	12.184	15.861	7.666	6.257	15.793	14.862	418	436
Copacol	28.295	30.925	31.607	31.877	22.766	22.975	2.393	2.205
Coprodal	100.600	107.055	14.338	13.843	26.902	32.997	259	284
Damasco	7.495	9.079	4.434	3.325	9.122	9.494	236	175
Ducôco	17.022	19.132	9.939	8.555	7.336	6.383	1.285	1.109
Elegê	109.682	117.018	58.236	44.474	86.869	94.685	1.403	1.322
Embaré	7.685	9.349	8.386	5.456	7.139	7.605	629	624
Fábrica Fortaleza	354.518	305.533	69	118	129.459	102.426	3.660	3.276
Frisa	16.995	18.135	7.618	7.430	7.824	6.697	1.554	1.504
Frutop	13.248	14.692	1.873	2.580	14.813	14.737	303	193
Granfino	3.211	4.895	2.561	2.183	2.140	1.992	492	485
Itambé	92.397	134.024	68.104	61.863	118.849	127.523	3.124	3.391
Itasa	138.508	144.688	12.280	11.772	25.430	33.263	220	266
J. Marino	19.444	22.225	1.527	2.760	8.068	9.193	346	384
Josapar	38.292	57.328	73.171	71.967	59.604	46.776	1.178	1.219
Kowalski	6.220	6.730	9.385	9.445	4.898	4.422	310	307
Kraft Lacta	178.846	5.151	113.343	88.512	105.040	120.580	3.825	3.925
Leco	63.369	71.792	9.903	13.283	64.645	64.572	420	511
Leitbom	23.123	26.136	7.156	7.791	26.800	18.014	722	653
Macsol Ltda	11.471	10.244	5.369	1.899	5.403	6.641	93	96
Maeda	33.105	39.592	41.395	34.970	58.484	53.969	1.099	1.033
Mococa	10.406	4.168	15.003	14.188	11.315	13.430	459	471
Mocrusul	34.819	40.051	92.454	94.837	39.256	14.352	3.601	1.985
Moinho do Nordeste	10.136	10.529	6.164	3.494	4.926	4.846	166	135
Nestlé-SP	365.287	427.953	417.077	360.541	368.369	399.154	12.393	12.168
Nova América	98.821	103.672	41.949	27.788	15.098	18.398	784	827
Nutril	13.447	14.382	9.802	6.453	9.512	8.894	501	397
Perdigão Agroindustrial	316.239	344.630	450.652	389.953	478.942	401.884	17.109	15.921
Plus Vita	53.672	10.902	12.920	74.889	58.822	68.522	1.356	1.655
Quaker	72.060	83.160	20.765	19.052	64.057	97.534	1.999	2.228
Quero	18.310	15.391	13.144	16.939	10.099	6.310	1.267	1.276
Refinaria Piedade	52.043	29.219	4.269	3.568	17.885	21.037	309	528
Santa Elisa	82.523	94.821	65.315	108.934	145.820	131.804	928	1.687
Seara	128.532	146.769	108.153	97.369	191.022	214.859	8.609	8.755
Sudcoop	18.168	18.538	21.865	26.840	23.528	25.074	1.520	1.452
Total Alimentos	7.339	4.854	9.437	7.692	10.720	6.528	650	477
Usina Batatais	24.602	29.940	10.542	16.100	29.940	19.609	243	228
Usina Caete	175.802	166.365	66.521	32.803	73.749	56.849	6.741	3.871
Usina Colombo	24.120	18.651	15.131	9.892	21.470	20.309	352	354
Usina Coruripe	122.538	123.296	40.177	27.391	52.962	56.036	3.050	3.201
Usina Ester	53.861	57.898	36.648	35.007	70.439	24.174	1.266	1.604
Usina Maracaí	17.541	18.943	33.001	27.611	26.023	29.047	453	524
Usina Petribú	13.394	17.099	7.564	12.875	18.079	19.637	1.709	1.378
Usina São José	15.766	20.686	6.797	7.673	25.307	27.466	2.196	1.515
Vigor	138.748	161.615	32.117	35.254	153.070	152.273	1.449	1.281
Média	70.274	70.028	55.191	54.099	63.156	59.789	1.975	1.865
Desvio-padrão	92.772	94.074	121.215	122.132	98.060	92.529	3.027	2.802
Coeficiente de variação	1,32	1,34	2,20	2,26	1,55	1,55	1,53	1,50
Mínimo	3.211	4.168	69	118	2.140	1.992	93	96
1 º Quartil	81.231	90.779	46.917	44.100	68.670	67.535	1.919	1.946
Mediana	33.962	29.626	15.196	17.996	25.727	22.006	1.013	1.071
3 º Quartil	81.231	90.779	46.917	44.100	68.670	67.535	1.919	1.946
Máximo	427.746	427.953	735.262	803.694	478.942	420.337	17.109	15.921

Algumas informações podem ser destacadas:

- as maiores empresas, considerando Vendas, Valor Adicionado e Patrimônio Líquido, são Nestlé-SP, Bunge e Perdigão Agroindustrial;
- em Patrimônio Líquido, destaca-se também a Fábrica Fortaleza;
- a empresa Fábrica Fortaleza ressalta-se pela Liquidez Corrente nos dois anos: 2.883,23, em 2000, e 1.422,14, em 1999;
- Usina Maracaí e Agrícola Fraiburgo alcançaram Crescimento de Vendas de 78,1% e 210,8% em 2000 e 1999, respectivamente, enquanto as médias do grupo para os anos foram de –3,5% e 3,4%;
- a empresa Embaré teve Investimento no Imobilizado de 219,9% em 2000;
- Perdigão Agroindustrial e Nestlé-SP são as maiores empregadoras do setor, em ambos os anos.

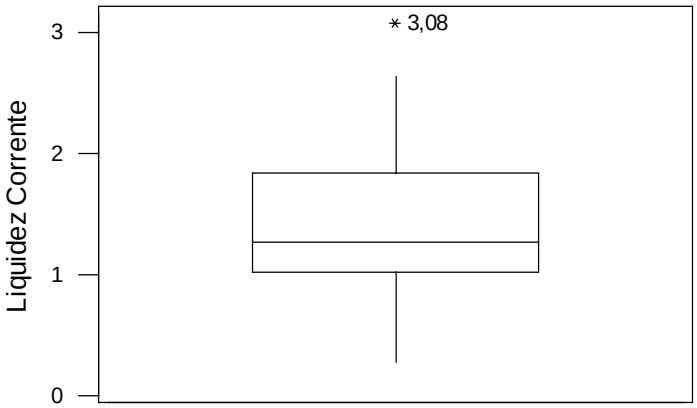
O Gráfico 6.1 mostra a posição das empresas com relação à Liquidez Corrente, confirmando a classificação da Fábrica Fortaleza como *outlier*. A empresa aparece bastante distanciada do conjunto das demais empresas. Se excluída a Fábrica Fortaleza, o máximo passa a ser a empresa Refinaria Piedade, com Liquidez Corrente igual a 3,08.

Gráfico 6.1 – Liquidez Corrente – 2000



A remoção da empresa do grupo tem o efeito apresentado no Gráfico 6.2.

Gráfico 6.2 - Liquidez Corrente – 2000 (excluídos* outliers*)



6.2.2.2 Análise de Correlação

Para avançar no entendimento do relacionamento entre as variáveis, foram efetuadas as análises de correlação para os anos de 1998, 1999 e 2000. Os resultados são apresentados nas Tabelas 6.3, 6.4 e 6.5, respectivamente.

Tabela 6.3 – Análise de correlação – 1998

	Vendas	*LL Ajustado*	*Retorno CM*	*Valor Adicionado*	*V. A. por Empregado*	*Ativo Circulante*	*Liquidez Corrente*	*CCL*	*Cresc. Vendas (%)*	*Inv. no Imobilizado (%)*	*Aplicações Imobilizado (US$)*	*PL Ajustado*	*Passivo Circulante*	*Imobilizado 1998*
Vendas	1,0000													
LL Ajustado	0,6797	1,0000												
Retorno CM	0,0504	0,4318	1,0000											
Valor Adicionado	***0,9818***	***0,7476***	0,1104	1,0000										
V. A. por Empregado	0,0996	0,4709	0,3098	0,1513	1,0000									
Ativo Circulante	0,8823	0,5900	0,0611	***0,8318***	-0,0286	1,0000								
Liquidez Corrente	-0,0198	0,2930	0,0783	0,0399	-0,0181	0,0536	1,0000							
CCL	-0,2520	-0,0017	0,1396	-0,0554	-0,1497	-0,0899	0,4738	1,0000						
Cresc. Vendas (%)	0,1981	0,0547	0,3579	0,1539	0,1029	0,2459	0,0222	0,0495	1,0000					
Inv. no Imobilizado (%)	-0,0476	-0,0407	0,3048	0,0962	-0,3057	-0,0074	-0,0788	0,0757	0,1665	1,0000				
Aplicações Imobilizado (US$)	0,7955	0,5865	-0,0080	0,7702	-0,0677	0,8531	-0,0045	-0,0678	0,2169	0,1413	1,0000			
PL Ajustado	***0,7792***	***0,7873***	0,0730	***0,7383***	0,1986	0,8331	0,3106	0,0815	0,0693	-0,0676	***0,8059***	1,0000		
Passivo Circulante	***0,8969***	0,5571	0,0242	***0,8682***	0,0190	0,9706	-0,0637	-0,3271	0,2199	-0,0253	***0,8208***	0,7662	1,0000	
Imobilizado 1998	***0,8795***	0,5688	-0,0405	***0,8160***	-0,0407	0,9146	0,0604	-0,0770	0,2063	-0,0205	***0,9415***	0,8705	***0,8864***	1,0000
Empregados 1998	***0,7102***	0,5038	-0,0016	***0,7605***	-0,1520	0,7121	0,0533	0,1216	0,1909	0,0940	***0,9012***	0,6988	0,6462	0,8360

Tabela 6.4 – Análise de correlação – 1999

	Vendas	*LL Ajustado*	*Retorno CM*	*Valor Adicionado*	*V. A. por Empregado*	*Ativo Circulante*	*Liquidez Corrente*	*CCL*	*Cresc. Vendas (%)*	*Cresc. Vendas (US$)*	*Inv. no Imobilizado (%)*	*Aplicações Imobilizado (US$)*	*PL Ajustado*	*Passivo Circulante*
Vendas	1,0000													
LL Ajustado	0,6353	1,0000												
Retorno CM	0,1210	0,4167	1,0000											
Valor Adicionado	***0,9679***	0,6804	0,1362	1,0000										
V. A. por Empregado	0,3148	0,1780	0,1577	0,3695	1,0000									
Ativo Circulante	***0,9247***	0,4666	0,1228	***0,8961***	0,3712	1,0000								
Liquidez Corrente	0,0109	0,2635	0,0953	0,0846	0,0304	0,1162	1,0000							
CCL	0,1877	0,6090	0,2902	0,2683	-0,0678	0,0685	0,5114	1,0000						
Cresc. Vendas (%)	-0,0300	0,1747	0,3889	-0,0395	-0,0006	-0,0167	0,1645	0,0698	1,0000					
Cresc. Vendas (US$)	-0,1115	0,1230	0,1712	-0,1465	-0,1939	-0,1252	0,1170	0,2600	0,5222	1,0000				
Inv. no Imobilizado (%)	-0,0414	-0,0254	0,1291	-0,0203	0,0118	-0,0108	-0,0484	-0,0895	0,4378	0,1359	1,0000			
Aplicações Imobilizado (US$)	0,7254	0,4303	0,1120	0,6482	0,1316	0,8002	0,0207	0,0555	0,0828	0,0482	0,2110	1,0000		
PL Ajustado	***0,8138***	***0,5045***	0,1502	***0,8074***	0,3480	***0,8889***	0,3342	0,3218	-0,0285	-0,0428	-0,1155	0,7433	1,0000	
Passivo Circulante	***0,8290***	0,2450	0,0209	***0,7742***	0,3810	***0,9418***	-0,0602	-0,2708	-0,0395	-0,2084	0,0197	0,7537	0,7493	1,0000
Imobilizado 1998	***0,8885***	0,4187	0,0356	***0,8214***	0,2186	***0,9305***	0,0608	0,0956	-0,0698	-0,0044	-0,1479	0,8295	0,8856	0,8656
Média Empregados	***0,7348***	***0,5012***	0,0709	***0,6524***	-0,0806	***0,7103***	0,0666	0,3444	0,0068	0,2813	-0,0293	0,8198	0,7242	0,5693

Tabela 6.5 – Análise de correlação – 2000

	Vendas	*LL Ajustado*	*Retorno CM*	*Valor Adicionado*	*V. A. por Empregado*	*Ativo Circulante*	*Liquidez Corrente*	*CCL*	*Cresc. Vendas (%)*	*Cresc. Vendas (US$)*	*Inv. no Imobilizado (%)*	*Aplicações Imobilizado (US$)*	*PL Ajustado*	*Passivo Circulante*
Vendas	1,0000													
LL Ajustado	0,4036	1,0000												
Retorno CM	0,1231	0,5427	1,0000											
Valor Adicionado	***0,9543***	0,6259	0,2187	1,0000										
V. A. por Empregado	0,1338	0,1959	0,2871	0,1636	1,0000									
Ativo Circulante	***0,8951***	0,1948	0,0770	***0,8017***	0,0968	1,0000								
Liquidez Corrente	0,0142	0,3843	0,1293	0,1036	0,0198	0,1186	1,0000							
CCL	0,5599	0,5226	0,3096	0,6018	0,1017	0,6938	0,6818	1,0000						
Cresc. Vendas (%)	0,0861	0,0771	0,3022	0,0629	0,0611	0,1061	0,0155	0,1152	1,0000					
Cresc. Vendas (US$)	0,1200	-0,2327	0,0616	-0,0160	0,0141	0,2254	0,0212	0,1260	0,7364	1,0000				
Inv. no Imobilizado (%)	-0,0544	-0,0169	-0,0126	-0,0449	-0,1303	-0,0565	-0,0096	-0,0283	0,1027	0,0956	1,0000			
Aplicações Imobilizado (US$)	0,6775	0,3551	0,0810	0,6871	-0,0215	0,7492	0,1149	0,6107	0,0872	-0,0026	0,2616	1,0000		
PL Ajustado	***0,7980***	***0,3930***	0,1220	***0,7933***	0,2176	0,8751	0,4094	0,8421	0,0943	0,1053	-0,0500	0,7502	1,0000	
Passivo Circulante	***0,8927***	0,0760	-0,0004	***0,7699***	0,0844	0,9772	-0,0610	0,5249	0,0914	0,2292	-0,0584	0,7055	0,7858	1,0000
Imobilizado 1999	***0,8515***	0,2326	0,0342	***0,7917***	0,0421	0,9374	0,0901	0,6619	0,0189	0,0457	-0,1077	0,7793	0,8700	***0,9126***
Média Empregados	***0,7345***	***0,4469***	0,1117	***0,7418***	-0,1105	0,7573	0,0742	0,6286	0,1233	-0,0124	-0,0381	0,8225	0,7277	0,7095

As maiores correlações *input* x *output* confirmam-se entre as variáveis Vendas e PL Ajustado, Vendas e Média de Empregados, Valor Adicionado e PL Ajustado e Valor Adicionado e Média de Empregados.

As altas correlações entre Ativo e Passivo Circulantes e todas as variáveis de *input* novamente indicam a necessidade de sua exclusão, com a substituição por Liquidez Corrente e CCL, que trazem a mesma informação.

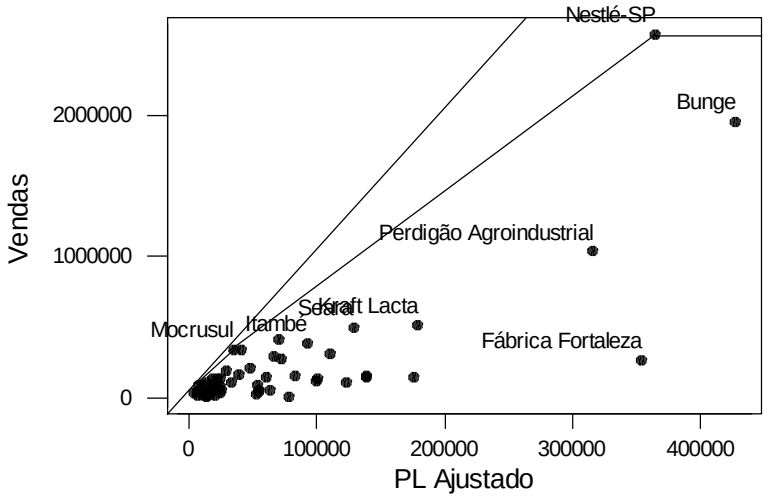
A correlação entre PL Ajustado e Ativo Imobilizado – Ano Anterior indica a possibilidade de sua exclusão e substituição por Investimento no Imobilizado. No entanto, a variável Investimento no Imobilizado está sujeita à influência de *outliers* que serão examinados nas Análises Gráfica e de *Cluster*.

Assim, as variáveis a serem excluídas coincidem com o estudo de caso do setor de energia: Ativo Circulante, Passivo Circulante e Imobilizado – Ano Anterior.

6.2.2.3 Análises Gráficas

As análises gráficas se restringirão às variáveis em que foram constatadas diferenças relevantes de porte ou presença de *outliers*. O objetivo principal é a identificação de retornos constantes ou variáveis à escala.

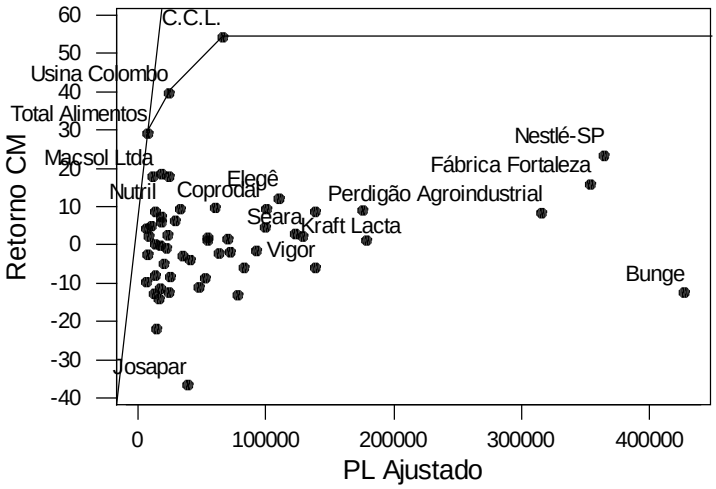
Gráfico 6.3 – Vendas x PL Ajustado – 2000



O Gráfico 6.3 é afetado pelas diferenças de porte das empresas do setor alimentício. As empresas de maior porte aparecem dispersas no lado direito do gráfico. As empresas de pequeno porte concentram-se no canto inferior esquerdo, formando uma nuvem de empresas. A fronteira CRS aponta para a empresa Total Alimentos. Se considerados retornos variáveis à escala, são incluídas na fronteira eficiente as empresas Mocrusul e Nestlé-SP.

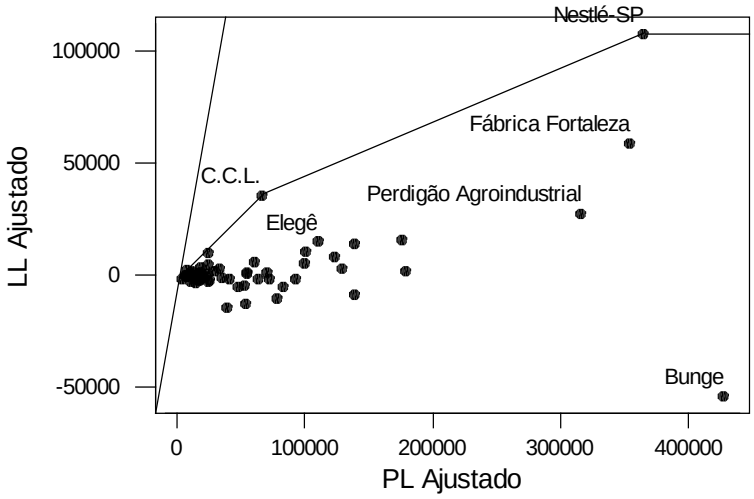
O Gráfico 6.4 mostra a relação PL Ajustado e Retorno.

Gráfico 6.4 – Retorno x PL Ajustado – 2000



Novamente, a empresa Total Alimentos aparece compondo a fronteira CRS. Na fronteira VRS, são incluídas as empresas Usina Colombo e C.C.L. As empresas de grande porte não participam da fronteira eficiente, aparecendo dispersas no lado direito do gráfico.

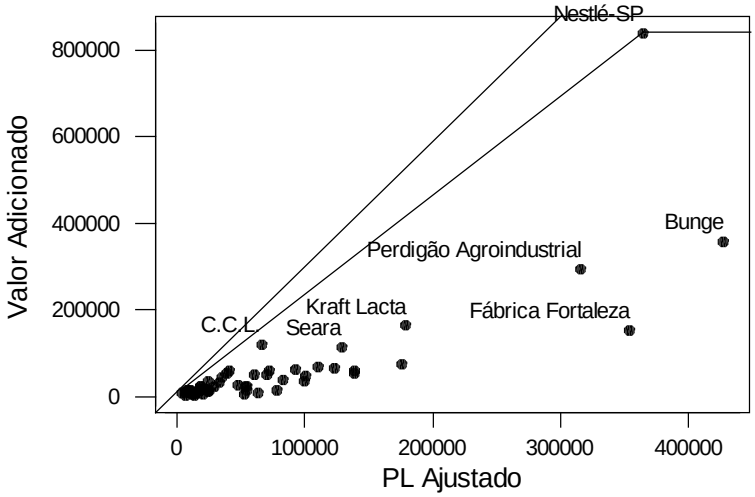
Gráfico 6.5 – LL Ajustado x PL Ajustado – 2000



A empresa Granfino define a fronteira CRS. Na fronteira VRS, participam ainda as empresas Usina Colombo, C.C.L. e Nestlé-SP. A variável Lucro Ajustado tem maior relação com o porte, com as empresas de pequeno porte formando uma aglomeração no canto esquerdo do gráfico e as empresas de grande porte dispersas no lado direito.

O Gráfico 6.6 apresenta a confrontação entre Valor Adicionado e PL Ajustado.

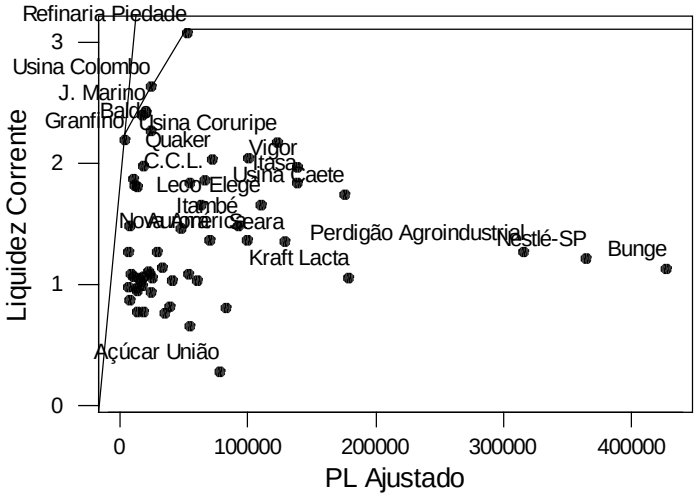
Gráfico 6.6 – Valor Adicionado x PL Ajustado – 2000



Considerando essas variáveis, a fronteira CRS é formada pela empresa Granfino. À fronteira VRS une-se apenas a empresa Nestlé-SP. A distribuição das empresas no gráfico mostra as pequenas empresas concentradas no canto esquerdo.

O Gráfico 6.7 demonstra a relação entre Liquidez Corrente e PL Ajustado.

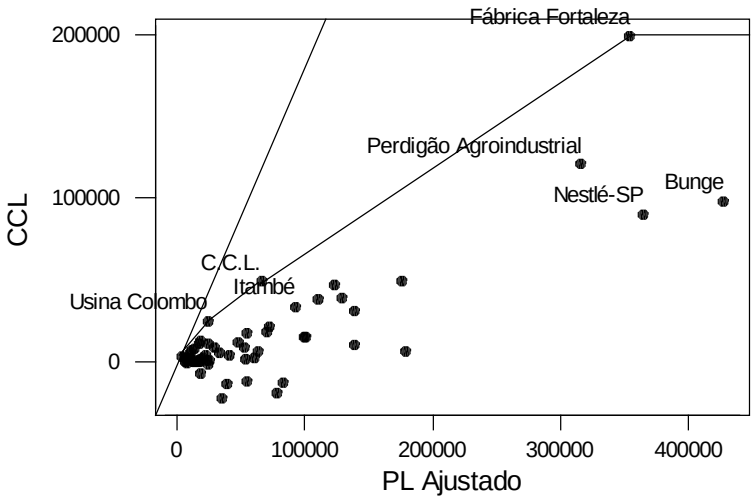
Gráfico 6.7 – Liquidez Corrente x PL Ajustado – 2000 (excluído* outlier*)



O Gráfico 6.7 foi construído com a exclusão da empresa Fábrica Fortaleza. Se considerada, com sua liquidez corrente de 2.883,23, torna as demais empresas uma nuvem de pontos concentradas na lateral inferior. Com sua exclusão, participam da fronteira as empresas Granfino (CRS) e Granfino, Usina Colombo e Refinaria Piedade (VRS). A necessidade de exclusão será confirmada pela Análise de *Cluster*.

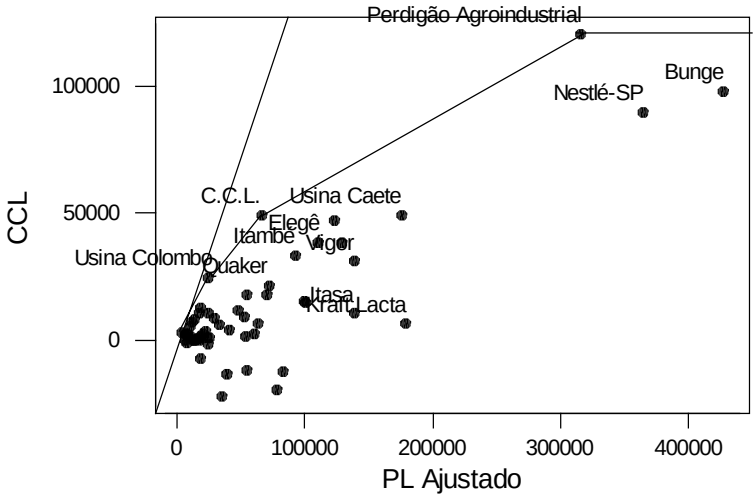
O Gráfico 6.8 confronta Capital Circulante Líquido e PL Ajustado.

Gráfico 6.8 – CCL x PL Ajustado - 2000



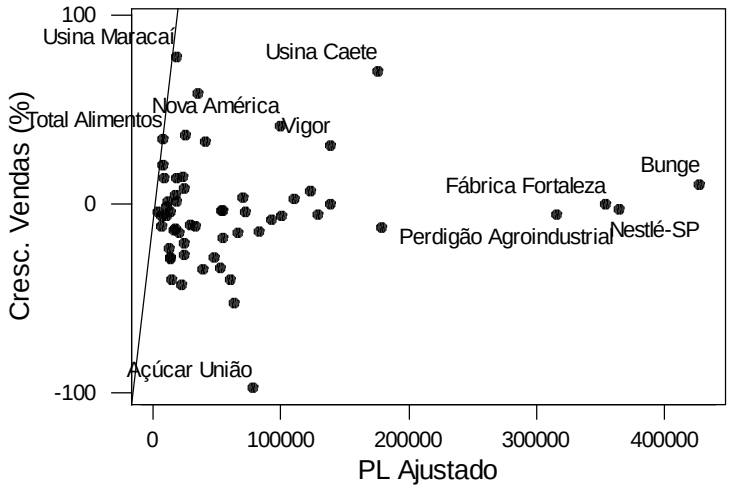
O Gráfico 6.8 mostra a variável CCL como menos influenciada por *outlier* (Fábrica Fortaleza). As empresas de pequeno e médio porte, porém, ficam novamente concentradas no canto inferior esquerdo. Participam, no entanto, da formação da fronteira CRS. Se considerados retornos variáveis, compõem a fronteira ainda Usina Colombo, C.C.L. e Fábrica Fortaleza. Com a exclusão da empresa Fábrica Fortaleza, Perdigão passa a compor a fronteira VRS, conforme mostrado no Gráfico 6.9.

Gráfico 6.9 – CCL x PL Ajustado – 2000 (excluídos* outliers*)



O Gráfico 6.10 mostra as empresas com relação a Crescimento de Vendas em percentual e PL Ajustado.

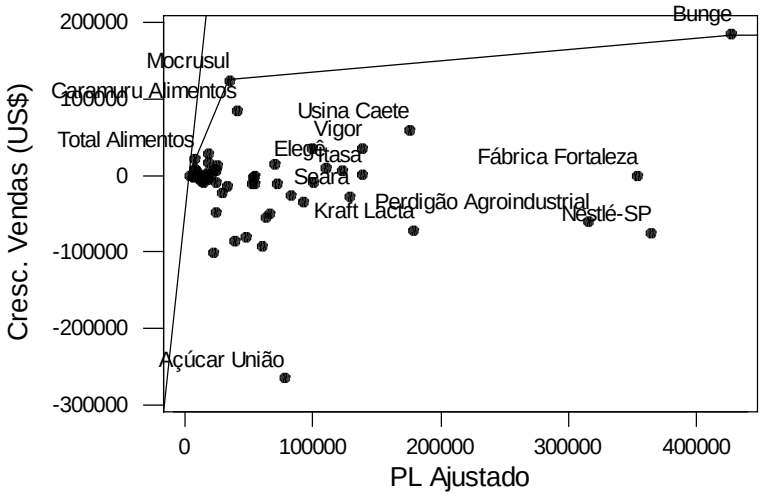
Gráfico 6.10 – Crescimento de Vendas (%) x PL Ajustado – 2000



Forma-se apenas a fronteira com retornos constantes composta pelas empresas Granfino, Total Alimentos e Usina Maracaí.

O Gráfico 6.11 mostra a distribuição das empresas, considerando o Crescimento de Vendas em dólares.

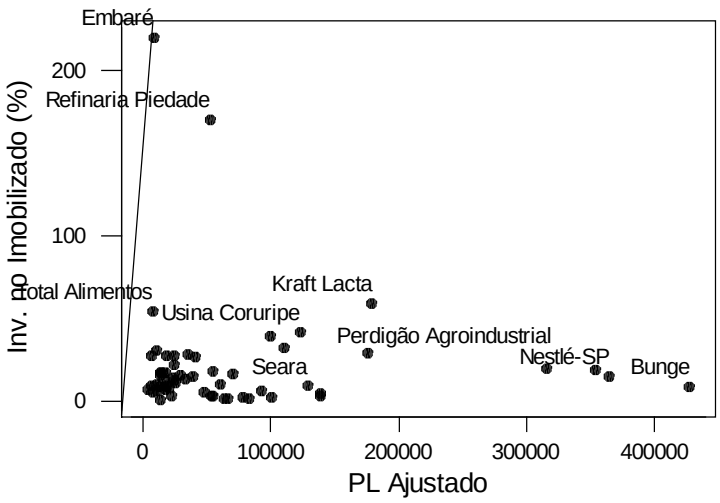
Gráfico 6.11 – Crescimento de Vendas (US$) x PL Ajustado – 2000



A fronteira passa a ser formadas pelas empresas Granfino (CRS) e Granfino, Mocrusul e Bunge (VRS).

O Gráfico 6.12 relaciona o PL Ajustado ao Investimento no Imobilizado das empresas do setor alimentício.

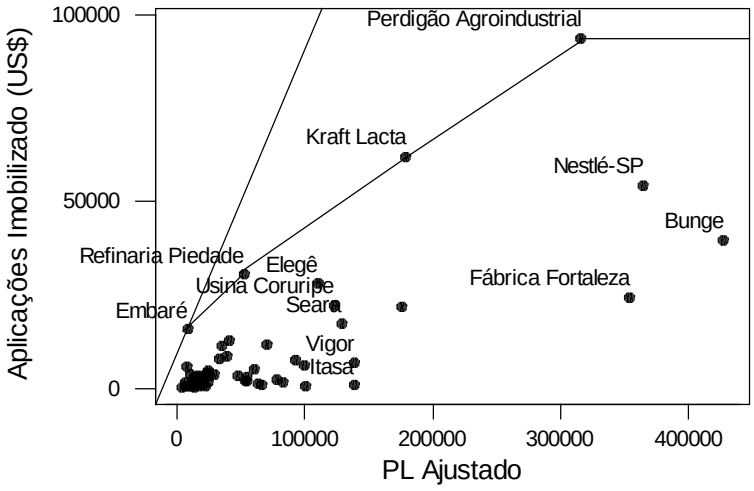
Gráfico 6.12 – Investimento no Imobilizado (%) x PL Ajustado – 2000



Forma-se apenas a fronteira CRS composta por uma única empresa: Embaré. A empresa tem o valor máximo do grupo em Investimento no Imobilizado (219,6%).

O Gráfico 6.13 mostra a variável Aplicação no Imobilizado (US$) confrontada com o PL Ajustado.

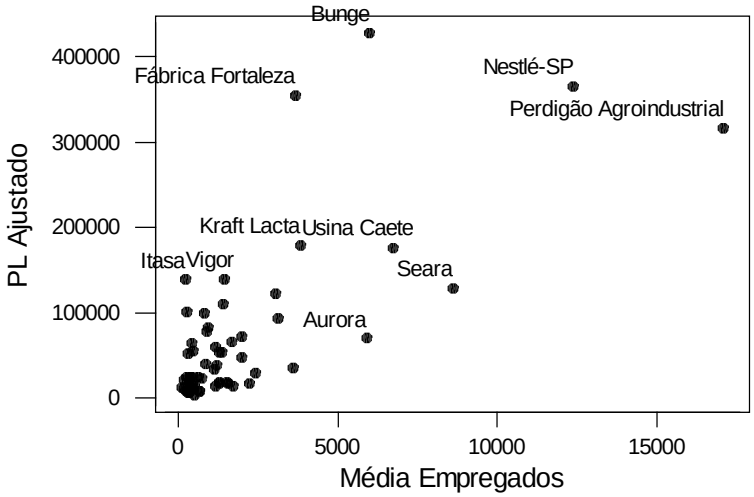
Gráfico 6.13 – Aplicação no Imobilizado x PL Ajustado – 2000



As fronteiras são definidas pelas empresas Embaré (CRS) e Embaré, Kraft Lacta e Perdigão Agroindustrial (CRS). As empresas de menor porte aparecem concentradas no canto inferior esquerdo. As empresas de maior porte estão dispersas no lado direito.

O Gráfico 6.14 apresenta o cruzamento das variáveis de *input*: PL Ajustado e Média de empregados.

Gráfico 6.14 – PL Ajustado x Média de empregados – 2000



Pela análise de correlação, as variáveis têm, no ano de 2000, uma correlação de 0,728. As maiores empresas em PL Ajustado mostram igualmente as maiores médias de empregados, com apenas Bunge e Fábrica Fortaleza fugindo ao padrão e mostrando altos valores de PL Ajustado para volumes intermediários de número médio de empregados. Um agrupamento com as empresas de pequeno e médio porte concentra-se na parte esquerda inferior do gráfico. As diferenças de atuação das empresas são investigadas na Análise de *Cluster*, para confirmar a presença de *outliers* e investigar a necessidade de segregação em grupos menores.

6.2.2.4 Análise de *Cluster*

Os critérios para Análise de *Cluster* serão os mesmos adotados no capítulo anterior, para o estudo de caso do setor de energia elétrica. Assim, serão considerados: *Cluster* Hierárquico, Distância euclidiana ao Quadrado, Ward Método, padronização de variáveis. As variáveis consideradas são: Vendas, Lucro Líquido Ajustado, Valor Adicionado por Empregado, Liquidez Corrente, Crescimento de Vendas em percentual, Crescimento de Vendas em dólares, PL Ajustado e Média de empregados. Investimento no Imobilizado não será incluído por inexistir a informação para a empresa Quaker.

Para o ano de 2000, os resultados da análise estão resumidos na Tabela 6.6.

Tabela 6.6 – Resultados da Análise de Cluster – 2000 – alimentos

	Number of observations	Within cluster sum of squares	Average distance from centroid	Maximum distance from centroid
Cluster1	1	0,000	0,000	0,000
Cluster2	40	87,971	1,226	5,082
Cluster3	14	64,240	1,800	4,873
Cluster4	1	0,000	0,000	0,000
Cluster5	2	17,277	2,939	2,939

Distances Between Cluster Centroids

	Cluster1	Cluster2	Cluster3	Cluster4	Cluster5
Cluster1	0,0000	8,9230	8,8851	10,9434	9,2656
Cluster2	8,9230	0,0000	2,0867	7,7727	7,6057
Cluster3	8,8851	2,0867	0,0000	7,2522	7,7444
Cluster4	10,9434	7,7727	7,2522	0,0000	8,2994
Cluster5	9,2656	7,6057	7,7444	8,2994	0,0000

Confirma-se a posição de *outlier* da empresa Fábrica Fortaleza, única a compor o *Cluster* 1, que apresenta grandes distâncias dos demais agrupamentos.

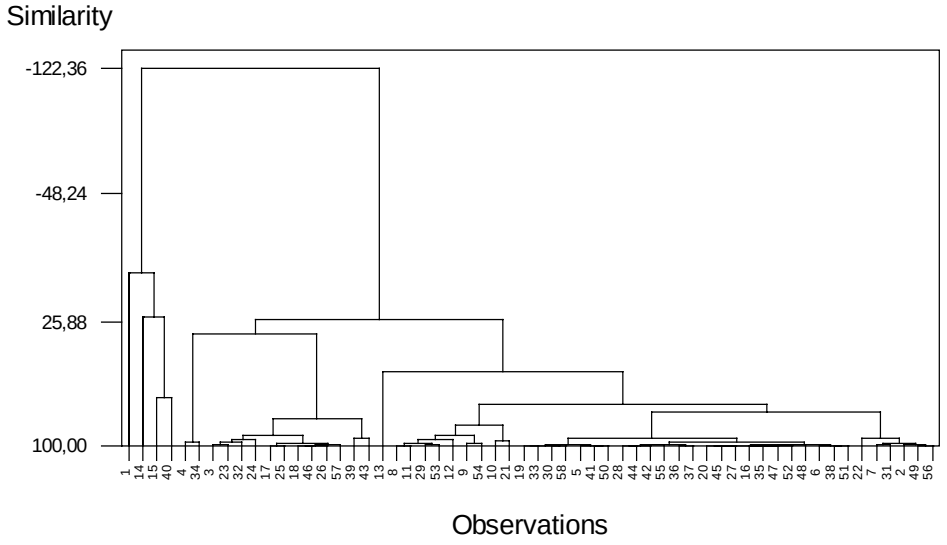
As diferenças de porte também são confirmadas com Bunge isolada no *Cluster* 4 e Nestlé-SP e Perdigão Agroindustrial, formando o *Cluster* 5. Podem-se isolar as empresas, retirando-as da Análise DEA ou considerando retornos variáveis à escala.

Finalmente, *Cluster* 2 e 3 mostram maior similaridade, o que pode ser evidenciado pela menor distância entre os dois agrupamentos. Assim, há como conclusão da análise:

- confirmação da empresa Fábrica Fortaleza como *outlier*, indicando sua exclusão;
- verificação de diferenças de porte e atuação que podem indicar a necessidade de segregação ou de utilização de retornos variáveis à escala;
- possibilidade de considerar-se na Análise DEA o conjunto formado pelos *Clusters* 2 e 3, com 54 empresas.

O Gráfico 6.15 apresenta o padrão de agrupamento das empresas por similaridade.

Gráfico 6.15 – Dendograma* – Análise de *Cluster– 2000 – alimentos



As informações de cada *cluster* e o teste de significância estão apresentados nas Tabelas 6.7 e 6.8.

Tabela 6.7 – Resumo* Cluster *– Ward's Method – Squared Euclidean – Standardize Variables – 2000 – alimentos

Cluster	No. Empresas	Medida	Vendas	LL Ajustado	Retorno PL	Valor Adicionado	VA por Empregado	Liquidez Corrente	CCL	Cresc. Vendas %	Cresc. Vendas US$	Inv. Imobilizado	Apl. Imobilizado	PL Ajustado
1	1	Média	265.219	58.711	15,75	153.024	41,8	2883,23	198.874	-0,22	(581)	18,81	24.357	354.518
2	40	Média	125.190	550	0,63	30.816	27,1	1,47	8.649	-16,21	(25.868)	18,12	6.479	44.470
		Desvio-padrão	136.138	7.756	15,58	35.645	22,4	0,62	15.422	19,85	48.961	27,77	11.652	39.814
		Coeficiente de Variação	1,09	14,11	24,73	1,16	0,83	0,42	1,78	-1,22	-1,89	1,53	1,80	0,90
3	14	Média	132.075	2.845	4,81	33.801	58,1	1,30	7.125	31,49	30.695	32,43	6.609	59.522
		Desvio-padrão	95.369	6.575	10,15	21.922	68,3	0,44	17.094	24,77	36.320	56,10	6.417	58.436
		Coeficiente de Variação	0,72	2,31	2,11	0,65	1,18	0,34	2,40	0,79	1,18	1,73	0,97	0,98
4	1	Média	1.961.877	(53.888)	-12,60	357.481	59,6	1,13	97.931	10,34	183.868	8,57	39.654	427.746
5	2	Média	1.806.338	67.584	15,83	567.115	42,5	1,25	105.379	-4,13	(67.275)	17,15	73.982	340.763
		Desvio-padrão	1.086.745	56.730	10,45	384.369	35,7	0,04	21.560	1,83	11.095	3,42	27.890	34.682
		Coeficiente de Variação	0,60	0,84	0,66	0,68	0,84	0,03	0,20	(0,44)	(0,16)	0,20	0,38	0,10

Tabela 6.8 – Teste de significância das diferenças entre* clusters *– 2000 – alimentos

Variáveis	Cluster		Erro		Razão F	Significância
	MS	DF	MS	DF		
Vendas	2,13E+12	4	3,82E+10	53	55,94	0,000
LL Ajustado	3,73E+09	4	1,16E+08	53	32,25	0,000
Retorno PL	240	4	204	50	1,18	0,332
Valor Adicionado	1,64E+11	4	3,84E+09	53	42,63	0,000
VA por Empregado	2662	4	1539	53	1,73	0,157
Liquidez Corrente	2040422	4	0	53	6,20E+06	0,000
CCL	1,49E+10	4	2,55E+08	53	58,12	0,000
Cresc. Vendas (%)	5953	4	440	53	13,52	0,000
Cresc. Vendas (US$)	1,94E+10	4	2,09E+09	53	9,27	0,000
Inv. Imobilizado (%)	583	4	1350	52	0,43	0,785
Apl. Imobilizado (US$)	2,48E+09	4	1,24E+08	52	19,91	0,000
PL Ajustado	9,58E+10	4	4,91E+11	53	47,26	0,000
Média Empregados	90923058	4	2994975	53	30,36	0,000

Nota: MS - Mean Square e DF - Degrees of Freedom

O teste de significância não apresentou diferença relevante para as variáveis Retorno sobre PL, Valor Adicionado por Empregado e Investimento no Imobilizado em percentual.

Para o ano de 1999, foram utilizados os mesmos critérios. As variáveis consideradas são: Vendas, LL Ajustado, Valor Adicionado por Empregado, Liquidez Corrente, PL Ajustado e Média de Empregados. Crescimento de Vendas em percentual e Crescimento de Vendas em dólares não foram considerados por não existirem as informações para a empresa Seara.

Os resultados são apresentados na Tabela 6.9.

Tabela 6.9 – Resultados da Análise de* Cluster *– 1999 – alimentos

	Number of observations	Within cluster sum of squares	Average distance from centroid	Maximum distance from centroid
Cluster1	1	0,000	0,000	0,000
Cluster2	51	55,974	0,916	3,086
Cluster3	3	1,440	0,681	0,860
Cluster4	1	0,000	0,000	0,000
Cluster5	2	19,704	3,139	3,139

Distances Between Cluster Centroids

	Cluster1	Cluster2	Cluster3	Cluster4	Cluster5
Cluster1	0,0000	8,4355	8,5945	9,3838	9,5538
Cluster2	8,4355	0,0000	3,3843	6,4181	8,1708
Cluster3	8,5945	3,3843	0,0000	5,1619	8,2526
Cluster4	9,3838	6,4181	5,1619	0,0000	6,7249
Cluster5	9,5538	8,1708	8,2526	6,7249	0,0000

A posição da empresa Fábrica Fortaleza como *outlier* confirma-se com sua segregação no *Cluster* 1. As diferenças de porte são verificadas com a formação dos *Cluster* 4 (Bunge) e 5 (Nestlé-SP e Perdigão Agroindustrial).

As Tabelas 6.10 e 6.11 resumem as diferenças entre os clusters formados, mostrando média, desvio-padrão e coeficiente de variação e teste de significância de cada variável em estudo.

Tabela 6.10 – Resumo* Cluster *– Ward's Method – Squared Euclidean – Standardize Variables – 1999 – alimentos

Cluster	No. Empresas	Medida	Vendas	LL Ajustado	Retorno PL	Valor Adicionado	VA por Empregado	Liquidez Corrente	CCL	Cresc. Vendas %	Cresc. Vendas US$	Inv. Imobilizado	Apl. Imobilizado	PL Ajustado
1	1	Média	265.800	48.807	15,72	197.765	60,4	1422,14	167.694	53,78	92.952	12,17	12.464	305.533
2	51	Média	136.143	(3.973)	-8,60	38.794	37,2	1,63	7.083	3,78	(12.075)	23,93	5.927	44.579
		Desvio-padrão	137.007	10.585	32,58	38.928	26,5	1,17	21.835	42,35	73.573	33,94	6.839	44.196
		Coeficiente de Variação	1,01	-2,66	-3,79	1,00	0,71	0,72	3,08	11,20	-6,09	1,42	1,15	0,99
3	3	Média	172.784	9.932	7,42	111.269	196,5	1,84	19.812	-4,39	(5.606)	34,97	7.251	103.925
		Desvio-padrão	52.751	6.387	1,46	98.486	30,8	0,57	10.709	9,31	16.920	56,00	11.045	42.415
		Coeficiente de Variação	0,31	0,64	0,20	0,89	0,16	0,31	0,54	-2,12	-3,02	1,60	1,52	0,41
4	1	Média	1.778.009	(20.975)	-5,17	712.690	200,8	0,82	(146.241)	-15,07	(315.416)	11,94	50.183	398.238
5	2	Média	1.873.612	94.847	19,26	748.006	58,6	1,24	87.979	6,94	48.793	20,94	83.939	386.292
		Desvio-padrão	1.097.840	78.734	11,53	640.769	56,7	0,28	101.691	12,56	142.954	9,01	36.486	58.918
		Coeficiente de Variação	0,59	0,83	0,60	0,86	0,97	0,23	1,16	1,81	2,93	0,43	0,43	0,15

Tabela 6.11 – Teste de significância das diferenças entre* clusters *– 1999 – alimentos

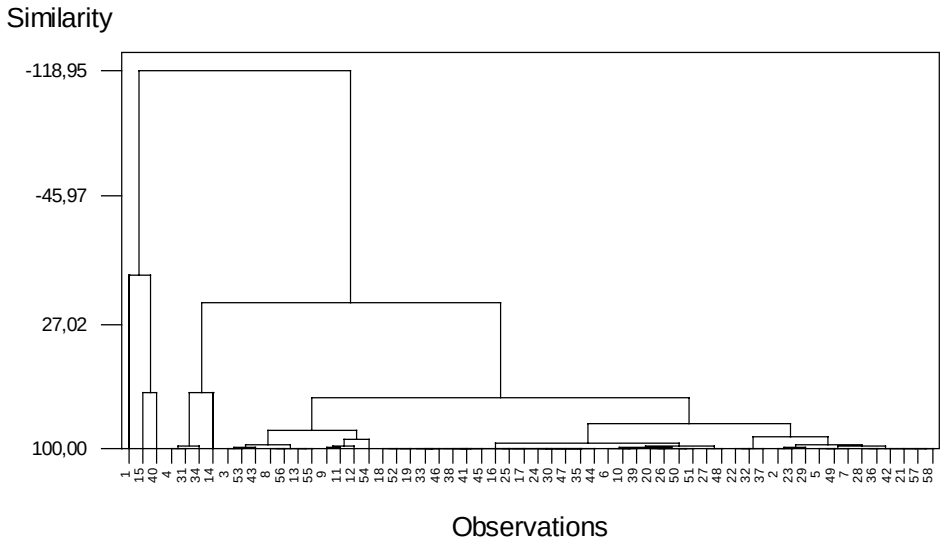
Variáveis	Cluster		Erro		Razão F	Significância
	MS	DF	MS	DF		
Vendas	2,07E+12	4	4,06E+10	53	50,92	0,000
LL Ajustado	5,47E+09	4	2,24E+08	53	24,4	0,000
Retorno PL	655	4	1003	52	0,65	0,627
Valor Adicionado	3,49E+11	4	9,54E+09	53	36,57	0,000
VA por Empregado	23910	4	759	53	31,48	0,000
Liquidez Corrente	495775	4	1	53	3,80E+05	0,000
CCL	1,55E+10	4	6,49E+08	53	23,93	0,000
Cresc. Vendas (%)	768	4	1696	52	0,45	0,770
Cresc. Vendas (US$)	2,76E+10	4	5,51E+09	52	5,02	0,002
Inv. Imobilizado (%)	166	4	1208	52	0,14	0,968
Apl. Imobilizado (US$)	3,35E+09	4	7,44E+07	52	45,04	0,000
PL Ajustado	9,99E+10	4	1,98E+09	53	50,57	0,000
Média Empregados	79343262	4	2453665	53	32,34	0,000

Nota: MS - Mean Square e DF - Degrees of Freedom

As variáveis Retorno sobre o PL, Crescimento de Vendas em percentual e Investimento no Imobilizado em percentual não alcançaram diferenças significativas entre *clusters*.

O Gráfico 6.16 mostra o agrupamento entre as empresas para formação dos cinco clusters.

Gráfico 6.16 – Dendograma* – Análise de *Cluster* – *1999 – alimentos



As conclusões que consideram os resultados da Análise de *Cluster* para os dois anos são:

- indicação da necessidade de exclusão da empresa Fábrica Fortaleza, identificada como *outlier* nos dois anos;
- a possibilidade de segregação das empresas Bunge, Perdigão Agroindustrial e Nestlé-SP, de atuação e porte muito distintos das demais empresas do grupo. O grupo seria reduzido para 54 empresas;
- considerar o Modelo DEA – BCC que supõe retornos variáveis à escala e trabalhar com o grupo de 57 empresas, apenas excluindo a Fábrica Fortaleza.

6.2.3 Seleção de Variáveis e Construção do Modelo

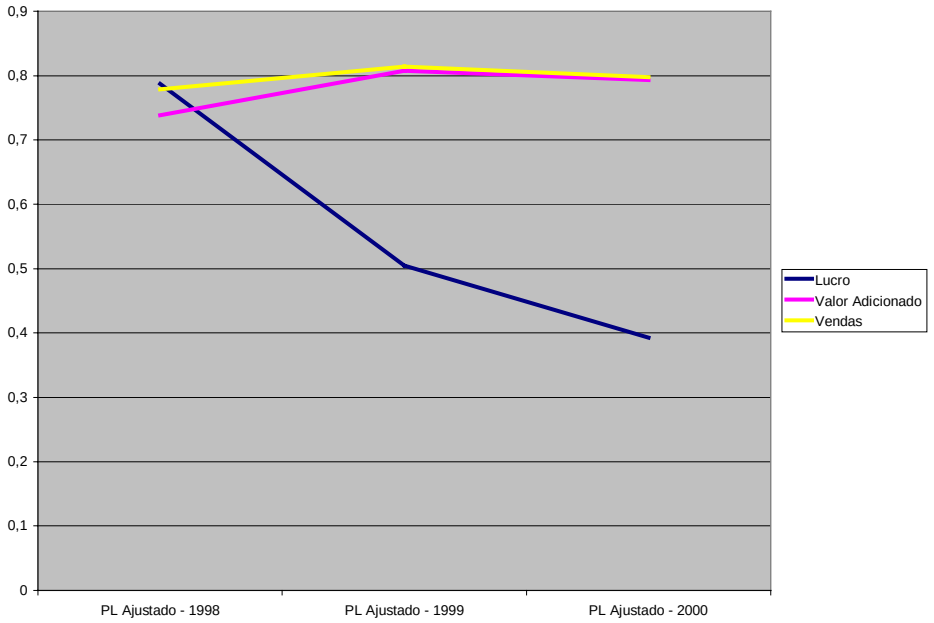
Para a seleção de variáveis, será utilizado o procedimento conjunto de NORMAN e STOKER (1991) e KITTELSEN (1993), englobando os dois anos em estudo. Assim, inicia-se com o par *input* e *output* de maior correlação. A Tabela 6.12 apresenta as correlações entre as variáveis Lucro Líquido Ajustado, Valor Adicionado e Vendas com Patrimônio Líquido e Média de empregados.

Tabela 6.12 – Resumo da correlação entre* input *e* output *– alimentos

	Lucro	*Valor Adicionado*	*Vendas*
1998			
PL Ajustado	0,7873	0,7383	0,7792
Nº de empregados	0,5038	0,7605	0,7102
1999			
PL Ajustado	0,5045	0,8074	0,8138
Média de empregados	0,5012	0,6524	0,7348
2000			
PL Ajustado	0,3930	0,7933	0,7980
Média de empregados	0,4469	0,7413	0,7345

Para facilitar a visualização da correlação entre as variáveis, foram preparados os Gráficos 6.17 e 6.18.

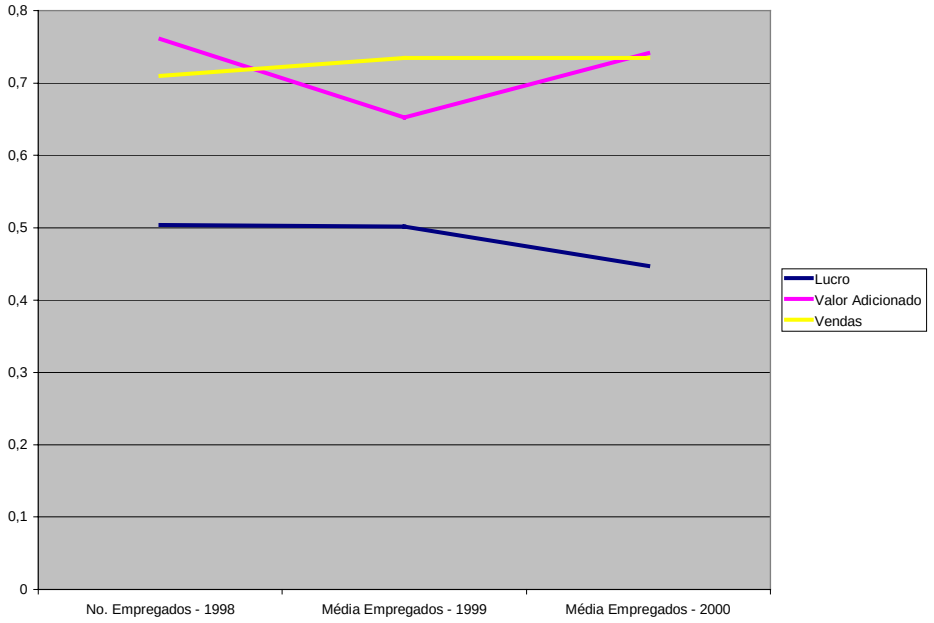
Gráfico 6.17 – Correlações com PL Ajustado – alimentos



No gráfico, a correlação de Valor Adicionado e Vendas com PL Ajustado mostrou comportamento muito próximo no período de 1998 e 2000, permanecendo entre 0,7 e 0,8.

O Gráfico 6.18 apresenta as correlações com Número de empregados.

Gráfico 6.18 – Correlações com Média de empregados – alimentos



As correlações entre Média de empregados e Valor Adicionado e Vendas superaram novamente a correlação entre Média de Empregados e Lucro Ajustado, ficando em torno de 0,7 e 0,8.

Diferentemente do resultado do estudo de caso do setor elétrico, para as empresas do setor de alimentos, o par escolhido foi Vendas e PL Ajustado. Inicia-se, então, o procedimento de cálculo do indicador de eficiência e verificação da necessidade de inclusão de variáveis ao modelo, conforme descrito no Item 5.4.4.

O modelo considera retornos variáveis e orientação ao *input* para poder ser aplicada a transformação de escala para variáveis de *output* que assumem valores negativos. Será, portanto, o Modelo BCC – orientação ao *input*.

Os resultados da etapa inicial são demonstrados na Tabela 6.13, para os anos de 2000 e 1999.

Tabela 6.13 – Resultados do modelo inicial – alimentos

	2000	1999
Média	38,9	25,5
Desvio-padrão	26,9	26,2
Coeficiente de Variação	0,7	1,0
Variância	722,9	687,0
Mínimo	4,2	2,5
1º Quartil	17,9	7,2
Mediana	31,7	18,4
3º Quartil	54,6	29,3
Máximo	100,0	100,0
Empresas Eficientes	4	3
Empresas Indicador Eficiência < 50%	40	49

No modelo inicial, considerando apenas um *input*, PL Ajustado, e um *output*, Vendas, as eficiências médias foram de 38,9% para 2000, e 25,5% para 1999. O modelo é menos benevolente com a análise das empresas em 1999. Somente 3 são classificadas como eficiente e 49 têm indicador de eficiência inferior a 50%.

A Tabela 6.14 relaciona as informações para a primeira etapa, a fim de verificar a conveniência de inclusão de mais alguma variável. O $t_{crítico}$ é igual a 1,6586 (alfa = 0,05).

Tabela 6.14 – Informações para a primeira etapa de inclusão de variáveis – alimentos

Análise das Variáveis	***Correlação***		***Média***		***Var. Média***		**E = *100%***		**E < *50%***		***Teste t***	
	2000	***1999***	***2000***	***1999***	***2000***	***1999***	***2000***	***1999***	***2000***	***1999***	***2000***	***1999***
Lucro Líquido	***0,1756***	***0,4290***	44,81	26,29	5,94	0,80	5	3	35	49	1,1444	0,1606
Retorno (Correção Monetária)	0,1666	0,0169	45,39	***36,53***	6,51	***11,04***	6	4	36	***44***	1,2241	***2,1539***
Valor Adicionado	***0,3123***	***0,3824***	44,29	25,97	5,42	0,48	4	3	36	49	1,0699	0,0974
V. A. por empregado	-0,0989	0,0018	***47,71***	***34,54***	***8,83***	***9,06***	***8***	***7***	33	***43***	1,6110	1,6129
Liquidez Corrente	-0,2046	-0,0563	45,74	28,20	6,86	2,72	6	5	***32***	47	1,2873	0,5218
CCL	0,0952	0,0325	***52,12***	26,84	***13,25***	1,35	***9***	3	***27***	49	***2,4305***	0,2741
Crescimento de Vendas (%)	***0,2575***	0,0634	40,87	28,42	2,00	2,93	5	5	39	48	0,3834	0,5620
Crescimento de Vendas (US$)	***0,2251***	-0,0321	40,13	31,16	1,26	5,68	5	***6***	39	46	0,2428	1,0590
Investimento no Imobilizado	0,0952	-0,0338	39,75	28,38	0,88	2,89	5	5	40	48	0,1702	0,5581
Aplicação no Imobilizado	0,1429	0,1254	44,98	31,88	6,11	6,40	***8***	5	36	46	1,1344	1,2179
Média Empregados	***0,2240***	***0,1326***	***57,19***	***49,14***	***18,32***	***23,66***	***11***	***8***	***26***	***36***	***3,4217***	***4,5474***

A indicação é de inclusão da variável Média de empregados como *input*. Todos os critérios apontaram sua inclusão. A Tabela 6.15 mostra os resultados do modelo com sua adição.

Tabela 6.15 – Resultados do modelo da primeira etapa – alimentos

	2000	**1999**
Média	57,2	49,1
Desvio-padrão	29,7	28,8
Coeficiente de Variação	0,5	0,6
Variância	882,0	828,9
Mínimo	9,1	6,4
1º Quartil	32,6	29,8
Mediana	50,7	38,1
3º Quartil	92,5	60,4
Máximo	100,0	100,0
Empresas Eficientes	11	8
Empresas Indicador Eficiência < 50%	26	36
Variação da Eficiência Média	18,3	23,7

O número de empresas eficientes sobe para 11 em 2000 e 8 em 1999. A variação da eficiência média foi de 18,3% e 23,7%, respectivamente. O modelo ainda é mais benevolente com a análise das

empresas para o ano de 2000, que alcançou eficiência média de 57,2% contra 49,1% para 1999.

Para estudar a necessidade de inclusão de variáveis, foi preparada a Tabela 6.16.

Tabela 6.16 – Informações para a segunda etapa de inclusão de variáveis – alimentos

Análise das Variáveis	***Correlação***		***Média***		***Var. Média***		**E = *100%***		**E < *50%***		***Teste t***	
	2000	***1999***	***2000***	***1999***	***2000***	***1999***	***2000***	***1999***	***2000***	***1999***	***2000***	***1999***
Lucro Líquido	0,0849	***0,3266***	61,17	54,75	3,97	5,61	14	11	25	***31***	0,7011	1,0018
Retorno (Correção Monetária)	0,1843	0,1426	60,00	53,42	2,81	4,27	14	10	26	34	0,4941	0,7722
Valor Adicionado	***0,1705***	***0,2510***	***63,67***	***55,97***	***6,48***	***6,83***	13	***12***	24	34	1,1892	1,2661
V. A. por empregado	***0,3168***	***0,3036***	58,12	51,76	0,92	2,62	12	***12***	26	34	0,1633	0,4661
Liquidez Corrente	-0,0654	-0,0127	***63,79***	52,29	***6,59***	3,14	***16***	10	***21***	34	1,1599	0,5705
CCL	-0,0009	-0,0918	***67,47***	***64,54***	***10,28***	***15,39***	***17***	***16***	***18***	***25***	***1,8580***	***2,8084***
Crescimento de Vendas (%)	0,1978	0,1403	60,16	50,62	2,97	1,47	14	11	25	35	0,5261	0,2662
Crescimento de Vendas (US$)	***0,2667***	-0,0021	59,96	50,98	2,76	1,84	12	10	25	35	0,4936	0,3332
Investimento no Imobilizado	0,0051	-0,0777	59,35	52,60	2,16	3,45	13	11	25	***31***	0,3815	0,6255
Aplicação no Imobilizado	-0,0351	-0,0144	63,14	***61,83***	5,95	***12,69***	***15***	***13***	***23***	***23***	1,0581	***2,3529***

A inclusão da variável CCL como *output* é indicada por todos os critérios com exceção da correlação, cujos valores são pequenos e negativos. Optou-se por sua adição ao modelo, com os resultados mostrados na Tabela 6.17.

Tabela 6.17 – Resultados do modelo da segunda etapa – alimentos

	2000	1999
Média	67,5	64,5
Desvio-padrão	28,9	29,2
Coeficiente de Variação	0,4	0,5
Variância	833,4	853,3
Mínimo	13,8	14,1
1º Quartil	41,3	39,1
Mediana	64,3	53,7
3º Quartil	100,0	100,0
Máximo	100,0	100,0
Empresas Eficientes	17	16
Empresas Indicador Eficiência < 50%	18	25
Variação da Eficiência Média	10,3	15,4

Houve um aumento na eficiência média superando 60% nos dois anos. Com o aumento da eficiência média, 25% das empresas do conjunto tornaram-se eficientes. Os resultados do modelo para os anos em análise atingiram maior homogeneidade do que nas etapas anteriores. A conveniência da adição de variáveis pode ser concluída pelas informações da Tabela 6.18.

Tabela 6.18 – Informações para a terceira etapa de inclusão de variáveis – alimentos

Análise das Variáveis	*Correlação*		*Média*		*Var. Média*		*E = 100%*		*E < 50%*		*Teste t*	
	2000	*1999*	*2000*	*1999*	*2000*	*1999*	*2000*	*1999*	*2000*	*1999*	*2000*	*1999*
Lucro Líquido	0,2198	0,2147	68,22	67,53	0,74	2,99	17	20	18	21	0,1368	0,5424
Retorno (Correção Monetária)	***0,4297***	***0,1718***	68,09	***70,42***	0,61	***5,89***	17	***22***	18	***18***	0,1136	1,0780
Valor Adicionado	0,2290	0,2047	69,84	66,47	2,37	1,93	17	19	***15***	23	0,4498	0,3551
V. A. por empregado	***0,3770***	***0,5089***	67,48	65,01	0,01	0,47	17	19	18	25	0,0016	0,0845
Liquidez Corrente	0,2148	0,4386	70,49	64,57	3,02	0,03	***19***	16	16	25	0,5521	0,0051
Crescimento de Vendas (%)	***0,2803***	0,0041	***72,80***	66,09	***5,33***	1,55	***22***	18	***15***	23	0,9709	0,2796
Crescimento de Vendas (US$)	***0,2838***	-0,1524	***71,20***	66,62	***3,73***	2,08	17	19	***15***	22	0,6909	0,3779
Investimento no Imobilizado	-0,0073	-0,1379	70,00	***68,12***	2,52	***3,58***	***19***	***21***	17	***20***	0,4627	0,6470
Aplicação no Imobilizado	0,1179	-0,0832	***72,06***	***73,37***	***4,58***	***8,83***	***21***	***21***	***14***	***14***	0,8489	***1,6828***

A indicação é de inclusão da variável Aplicação no Imobilizado. Novamente, a análise de correlação não participa dessa indicação. O *Teste t* só aponta diferença significativa nas médias para o ano de 1999. Após sua adição ao modelo, os resultados obtidos são os demonstrados na Tabela 6.19.

Tabela 6.19 – Resultados do modelo da terceira etapa – alimentos

	2000	1999
Média	72,1	73,4
Desvio-padrão	28,3	26,3
Coeficiente de Variação	0,4	0,4
Variância	799,5	689,9
Mínimo	15,8	14,7
1º Quartil	50,3	51,1
Mediana	72,2	74,6
3º Quartil	100,0	100,0
Máximo	100,0	100,0
Empresas Eficientes	21	21
Empresas Indicador Eficiência < 50%	14	14
Variação da Eficiência Média	4,6	8,8

A eficiência média supera 70% nos dois anos e 21 empresas passam a ser classificadas como eficientes. Apenas 14 empresas apresentaram indicador de eficiência inferior a 50%. O modelo atingiu maior homogeneidade para a análise dos dois anos, o que pode ser demonstrado pela proximidade entre médias, medianas e observando-se a distribuição em quartis. Para verificar-se a possibilidade de inclusão de mais alguma variável ao modelo foram preparadas as informações que constam na Tabela 6.20.

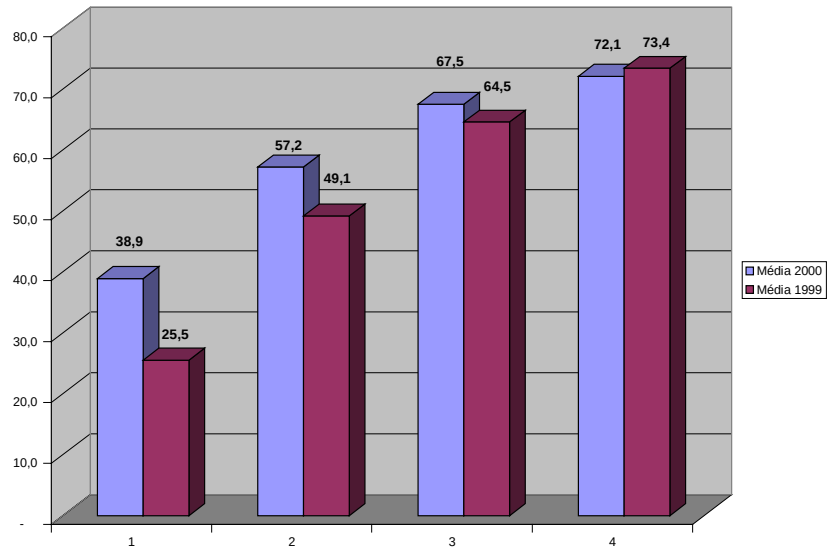
Tabela 6.20 – Informações para a última etapa de inclusão de variáveis – alimentos

Análise das Variáveis	***Correlação***		***Média***		***Var. Média***		**E = *100%***		**E < *50%***		***Teste t***	
	2000	***1999***	***2000***	***1999***	***2000***	***1999***	***2000***	***1999***	***2000***	***1999***	***2000***	***1999***
Lucro Líquido	***0,2197***	***0,2337***	72,64	***76,42***	0,58	***3,05***	21	***24***	14	13	0,1097	0,6174
Retorno (Correção Monetária)	***0,4021***	0,1884	72,51	***77,99***	0,45	***4,62***	21	***25***	14	***9***	0,0848	0,9570
Valor Adicionado	***0,2412***	***0,2233***	***73,95***	74,06	***1,89***	0,69	21	22	***12***	13	0,3670	0,1406
V. A. por empregado	***0,3487***	***0,4744***	72,06	73,69	0,01	0,32	21	22	14	14	0,0010	0,0643
Liquidez Corrente	***0,3203***	***0,3040***	73,58	73,40	1,53	0,03	***23***	21	***13***	14	0,2851	0,0053
Crescimento de Vendas (%)	***0,2885***	0,1267	***76,33***	74,23	***4,28***	0,86	***26***	22	***13***	14	0,7956	0,1733
Crescimento de Vendas (US$)	***0,2732***	-0,0127	***74,77***	73,65	***2,71***	0,28	21	21	***13***	13	0,5106	0,0569
Investimento no Imobilizado	0,2816	0,1805	72,26	***74,30***	0,21	***0,93***	21	***23***	14	13	0,0385	0,1857

As indicações estão dispersas entre os critérios. Os acréscimos à eficiência média com a inclusão das demais variáveis, com poucas exceções, são superiores a dois pontos percentuais. O *Teste t* não apresenta diferenças significativas para nenhumas das variáveis. Poderia ser estudada a conveniência da inclusão de Retorno sobre o Patrimônio Líquido ou Crescimento de Vendas em percentual. A decisão, porém, dependeria mais do exercício de julgamento do analista do que de qualquer indicação dos critérios propostos.

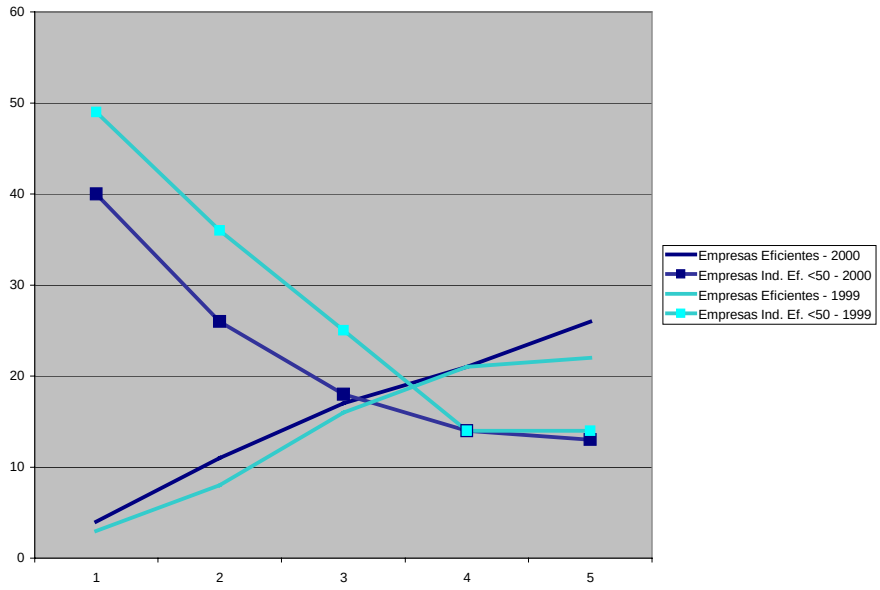
O Gráfico 6.19 apresenta a evolução da eficiência média entre as etapas da análise.

Gráfico 6.19 – Evolução da eficiência média entre as etapas



Para avaliar o efeito da inclusão de variáveis no número de empresas eficientes e no número de empresas com indicador de eficiência inferior a 50%, para os anos de 2000 e 1999, recorre-se ao Gráfico 6.20. Percebe-se o crescimento no número de empresas eficientes (*E* = 100%) e o decrescimento no número de empresas com indicador de eficiência inferior a 50% (*E* < 50%).

Gráfico 6.20 – Evolução do número de empresas* – E = *100% e* E < *50%



6.2.4 PROCESSAMENTO DO MODELO

O modelo final considerou as variáveis:

Outputs:

- Vendas.
- Capital Circulante Líquido.
- Aplicação no Imobilizado.

Inputs:

- Patrimônio Líquido.
- Média de empregados.

O Modelo considerou retornos variáveis à escala (BCC) com orientação do *input* e transformação de escala para as variáveis que assumiam valores negativos (CCL). Foi utilizada ainda a facilidade para substituição de valores iguais a zero por decimais, disponível no *software Frontier Analyst*®.

6.2.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A Tabela 6.21 resume os resultados da análise, apresentado-os comparativamente aos resultados obtidos com a utilização dos critérios de *Melhores e Maiores* e com o Retorno sobre o Patrimônio Líquido, tradicional nas análises financeiras.

Tabela 6.21 – Informações para as empresas analisadas – 1999 e 2000 – alimentos

Empresa	PL Ajustado		Média Empregados		Vendas		CCL		Aplicação no Imobilizado		Retorno sobre Investimento		Indicador de Eficiência		*Excelência Empresarial*		*Excelência Empresarial (%)*	
	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	*2000*	*1999*	*2000*	*1999*
Abc Inco	21.831	24.151	179	176	134.842	235.538	3.587	-7.649	388	2.239	-1,0	1,8	100,0	100,0	2600	3570	53,6%	81,2%
Açúcar União	77.356	93.318	866	1.830	7.144	271.809	-19.611	37.865	2.215	2.807	-13,1	-27,5	15,8	82,2	715	2265	14,7%	51,5%
Agrícola Fraiburgo	14.175	14.626	1.154	874	13.308	22.073	312	-708	2.655	6.937	-21,9	27,7	36,4	63,1	1185	3460	24,4%	78,7%
Aurora	69.405	77.877	5.894	5.567	409.794	394.630	17.903	10.047	11.525	11.016	1,5	12,4	83,6	35,6	2980	3085	61,4%	70,2%
Baldo	24.241	22.618	422	570	35.744	45.058	10.753	8.948	1.560	1.429	17,9	24,3	54,8	47,7	3585	3650	73,9%	83,0%
Batavo	47.606	57.194	1.990	2.965	206.125	285.941	11.467	3.627	3.219	20.044	-11,1	-42,2	59,6	61,6	1840	2505	37,9%	57,0%
Bunge	427.746	398.238	6.000	3.550	1.961.877	1.778.009	97.931	-146.241	39.654	50.183	-12,6	-5,2	100,0	100,0	3010	3120	62,1%	71,0%
C.C.L.	65.800	39.299	1.664	2.410	286.779	337.163	49.071	-27.758	919	8.248	54,2	-13,4	100,0	60,2	3830	2040	79,0%	46,4%
Cacique	59.588	60.032	1.153	1.178	140.688	233.505	2.251	30.383	4.815	20.001	9,7	6,1	33,5	100,0	3155	4395	65,1%	100,0%
Camil	23.581	29.312	611	622	131.400	179.940	-1.751	-1.256	4.035	5.951	-12,5	-57,3	72,2	74,6	2070	2830	42,7%	64,4%
Caramuru Alimentos	40.059	45.834	857	411	338.269	253.799	3.909	8.647	12.735	4.977	-3,9	8,3	100,0	100,0	3635	3810	74,9%	86,7%
Cia Iguaçu	54.384	58.122	449	428	52.131	63.407	17.705	18.382	3.022	5.037	1,8	5,1	55,7	86,9	3210	3860	66,2%	87,8%
Cirol Royal	6.241	7.898	273	291	16.878	19.111	-66	1.013	591	155	-9,8	5,8	100,0	92,9	1310	1995	27,0%	45,4%
Cocam	12.184	15.861	418	436	26.921	35.052	-209	3.167	1.318	2.978	-12,8	12,4	61,0	58,8	1050	3275	21,6%	74,5%
Copacol	28.295	30.925	2.393	2.205	189.777	213.306	8.555	4.601	3.593	4.622	6,2	8,5	87,0	41,9	2905	3100	59,9%	70,5%
Coprodal	100.600	107.055	259	284	129.518	138.252	14.958	20.081	522	585	9,3	7,2	100,0	100,0	3690	3380	76,1%	76,9%
Damasco	7.495	9.079	236	175	41.147	34.141	2.143	6.117	501	515	-2,6	-30,2	100,0	100,0	2925	2135	60,3%	48,6%
Ducôco	17.022	19.132	1.285	1.109	41.564	47.755	-77	2.265	480	2.500	-11,3	15,9	31,3	32,3	1305	3435	26,9%	78,2%
Elegê	109.682	117.018	1.403	1.322	311.887	302.428	38.358	39.135	27.891	6.363	12,2	7,4	100,0	100,0	4625	3745	95,4%	85,2%
Embaré	7.685	9.349	629	624	53.501	46.875	773	3.088	15.678	1.568	2,1	-0,8	100,0	62,0	3520	2885	72,6%	65,6%
Frisa	16.995	18.135	1.554	1.504	62.295	59.578	10.634	11.766	1.361	1.788	-0,3	5,4	70,0	48,6	2930	3280	60,4%	74,6%
Frutop	13.248	14.692	303	193	8.552	12.022	-432	273	111	144	0,2	22,9	64,3	66,2	985	2720	20,3%	61,9%
Granfino	3.211	4.895	492	485	29.548	30.871	3.082	3.960	148	456		0,2	100,0	100,0	1880	3025	38,8%	68,8%
Itambé	92.397	134.024	3.124	3.391	388.152	422.749	33.371	33.189	7.395	12.659	-1,7	1,9	71,7	54,2	2725	2960	56,2%	67,3%
Itasa	138.508	144.688	220	266	146.914	146.594	10.359	8.971	744	1.168	8,8	9,0	100,0	83,1	3830	3525	79,0%	80,2%
J. Marino	19.444	22.225	346	384	14.138	16.715	2.166	984	624	561	-4,8	-3,6	48,5	41,4	1995	1515	41,1%	34,5%
Josapar	38.292	57.328	1.178	1.219	164.188	249.066	-13.518	-4.315	8.549	25.646	-36,6	-16,0	51,8	100,0	2200	3100	45,4%	70,5%
Kowalski	6.220	6.730	310	307	41.810	44.482	2.527	4.467	1.343	1.158	4,1	18,4	100,0	100,0	3320	3800	68,5%	86,5%
Kraft Lacta	178.846	5.151	3.825	3.925	513.276	585.827	6.364	41.999	61.829	8.941	1,1		100,0	100,0	3630	2500	74,8%	56,9%
Leco	63.369	71.792	420	511	51.075	106.900	6.545	6.038	1.005	5.998	-2,4	-6,3	30,3	70,8	1795	2495	37,0%	56,8%
Leitbom	23.123	26.136	722	653	59.579	51.949	1.013	2.739	3.797	6.257	2,6	0,2	43,1	61,7	3000	2835	61,9%	64,5%
Macsol Ltda	11.471	10.244	93	96	16.535	16.285	6.884	4.845	328	267	17,7	18,9	100,0	100,0	3485	3580	71,9%	81,5%
Maeda	33.105	39.592	1.099	1.033	104.555	118.642	5.756	9.510	7.691	9.487	9,4	17,9	46,4	60,9	3310	3990	68,2%	90,8%
Mococa	10.406	4.168	459	471	85.158	86.238	1.197	1.724	3.483	796		-77,1	98,8	100,0	2680	1480	55,3%	33,7%
Mocrusul	34.819	40.051	3.601	1.985	336.238	212.259	-22.205	-19.074	11.140	31.357	-2,9	-9,2	100,0	100,0	2775	3110	57,2%	70,8%
Moinho do Nordeste	10.136	10.529	166	135	28.957	30.958	5.392	5.572	495	1.470	4,9	1,5	99,5	100,0	3370	4075	69,5%	92,7%
Nestlé-SP	365.287	427.953	12.393	12.168	2.574.782	2.649.902	90.133	159.885	54.260	58.139	23,2	27,4	100,0	100,0	4350	4270	89,7%	97,2%
Nova América	98.821	103.672	784	827	117.969	83.408	15.358	18.442	5.955	4.200	4,7	-3,4	42,7	42,1	4170	3155	86,0%	71,8%
Nutril	13.447	14.382	501	397	101.535	106.063	7.957	8.650	1.475	1.821	8,6	5,4	100,0	99,4	3550	3250	73,2%	73,9%
Perdigão Agroindustrial	316.239	344.630	17.109	15.921	1.037.893	1.097.322	120.624	16.072	93.703	109.738	8,4	11,1	100,0	100,0	3555	3525	73,3%	80,2%
Plus Vita	53.672	10.902	1.356	1.655	84.261	86.917	1.171	-59.965	1.786	1.763		-174,8	23,0	39,5	1655	700	34,1%	15,9%
Quaker	72.060	83.160	1.999	2.228	272.536	283.198	21.419	21.827			-1,9	-48,1	61,0	51,1	3890	1935	80,2%	44,0%
Quero	18.310	15.391	1.267	1.276	100.343	99.217	12.844	9.288	2.723	5.417	5,8	16,9	94,0	62,2	3745	4130	77,2%	94,0%
Refinaria Piedade	52.043	29.219	309	528	22.218	33.391	8.880	25.578	30.381	357	-8,7	-34,0	100,0	100,0	2810	2100	57,9%	47,8%
Santa Elisa	82.523	94.821	928	1.687	152.206	178.326	-12.511	-54.775	1.485	23.057	-6,0	-22,0	27,9	65,4	1875	2295	38,7%	52,2%
Seara	128.532	146.769	8.609	8.755	496.046	524.413	38.598	47.991	17.092	7.611	2,2	-14,2	69,4	39,8	2845	1765	58,7%	40,2%
Sudcoop	18.168	18.538	1.520	1.452	137.157	120.766	1.545	-3.312	1.946	1.621	7,3	-6,7	82,2	37,5	2830	1780	58,4%	40,5%
Total Alimentos	7.339	4.854	650	477	83.830	62.182	-1.245	-2.455	5.847	5.355	29,1	32,8	100,0	100,0	3675	4135	75,8%	94,1%
Usina Batatais	24.602	29.940	243	228	49.540	36.325	592	132	3.105	3.150	-8,5	-8,3	66,4	92,0	2825	2190	58,2%	49,8%
Usina Caete	175.802	166.365	6.741	3.871	141.655	83.151	49.032	61.897	21.602	10.822	8,8	-11,9	54,1	91,7	3815	2670	78,7%	60,8%
Usina Colombo	24.120	18.651	352	354	79.760	73.643	24.740	18.017	4.684	4.754	39,7	1,8	100,0	100,0	4850	4065	100,0%	92,5%
Usina Coruripe	122.538	123.296	3.050	3.201	107.939	101.195	47.194	40.615	22.193	6.976	2,9	-5,9	85,3	58,7	4010	2935	82,7%	66,8%
Usina Ester	53.861	57.898	1.266	1.604	40.104	41.496	-12.314	-9.275	1.961	1.728	1,3	-35,6	17,9	14,7	1815	1275	37,4%	29,0%
Usina Maracaí	17.541	18.943	453	524	65.705	36.901	-7.514	-11.153	2.314	2.052	18,6	-6,6	61,6	44,6	3390	1530	69,9%	34,8%
Usina Petribú	13.394	17.099	1.709	1.378	17.165	23.835	-371	-4.481	3.041	2.215	-8,1	-19,4	30,2	30,4	1435	995	29,6%	22,6%
Usina São José	15.766	20.686	2.196	1.515	20.264	23.570	146	-369	3.270	2.204	-14,0	-24,0	26,1	26,5	1145	1070	23,6%	24,3%
Vigor	138.748	161.615	1448,5	1280,5	148.030	112.718	31.029	41.348	6640	16887	-6,1332	-5,424	50,32	100	2995	3095	61,8%	70,4%
Média	63.976	64.187	1.955	1.850	219.342	229.896	12.917	7.304	9.567	9.442	2,18	-6,71	72,45	72,90	2844,5	2862,5	58,6%	65,1%
Desvio-padrão	85.586	89.308	3.073	2.845	438.006	434.719	26.538	35.755	17.300	17.849	14,47	31,70	28,38	26,25	1005,7	918,8	20,7%	20,9%
Coeficiente de Variação	1,34	1,39	1,57	1,54	2,00	1,89	2,05	4,90	1,81	1,89	6,62	-4,72	0,39	0,36	0,35	0,32	0,35	0,32
Mínimo	3.211	4.168	93	96	7.144	12.022	-22.205	-146.241	111	144	-36,65	-174,78	15,84	14,65	715,0	700,0	14,7%	15,9%
1 º Quartil	15.368	15.216	419	424	40.886	40.347	271	-454	1.331	1.595	-5,96	-13,82	50,98	50,44	1966,3	2176,3	40,5%	49,5%
Mediana	30.700	29.266	897	953	92.751	93.067	4.651	4.723	3.041	4.200	1,51	0,22	77,19	72,70	2955,0	3055,0	60,9%	69,5%
3 º Quartil	73.384	79.198	1.779	1.868	170.585	238.920	15.058	18.108	8.120	7.930	8,63	8,72	100,00	100,00	3596,3	3536,3	74,1%	80,5%
Máximo	427.746	427.953	17.109	15.921	2.574.782	2.649.902	120.624	159.885	93.703	109.738	54,15	32,83	100,00	100,00	4850,0	4395,0	100,0%	100,0%

6.2.5.1 Análise dos Resultados da *Data Envelopment Analysis*

A Análise DEA de períodos permite a verificação da evolução da eficiência relativa das empresas do grupo no tempo. Foram eficientes em ambos os anos as empresas: ABC Inco, Bunge, Caramuru Alimentos, Coprodal, Damasco, Elegê, Granfino, Kowalski, Kraft Lacta, Macsol Ltda., Mocrusul, Nestlé-SP, Perdigão Agroindustrial, Refinaria Piedade, Total Alimentos e Usina Colombo. As empresas de grande porte estão incluídas entre as empresas eficientes nos dois anos.

Em 1999, foram consideradas eficientes também: Cacique, Josapar, Mococa, Moinho do Nordeste e Vigor.

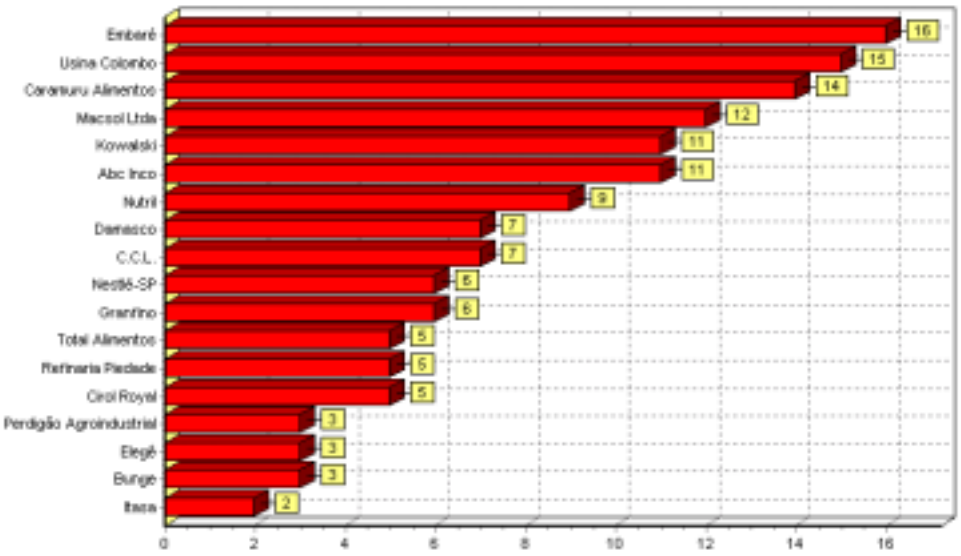
Para 2000, o grupo de empresas eficientes ainda inclui: C.C.L., Cirol Royal, Embaré, Itasa e Nutril.

A maior inversão de indicador de eficiência ocorreu com a empresa Cacique que, em 1999, era considerada eficiente e, em 2000, teve atribuído o indicador de 33,5%. As explicações podem ser encontradas na Tabela 6.21, com as quedas nos *outputs* Aplicação no Imobilizado (–75,63%), CCL (–92,59%) e Vendas (–39,75%). Os *inputs* Patrimônio Líquido e Média de Empregados mantiveram-se praticamente inalterados, causando assim a queda na eficiência.

A maior evolução ocorreu com a empresa Embaré que, de um indicador de 62,0% em 1999, alcançou em 2000 a fronteira de eficiência. As causas, identificadas na Tabela 6.21, foram o grande aumento em Aplicações no Imobilizado (899,97%), Vendas (14,14%) e a redução em PL Ajustado (–17,80%). A variável Média de Empregados manteve-se praticamente constante, e o CCL sofreu queda de 74,97%, mais do que compensada pelos aumentos nos demais *outputs*.

As empresas do grupo de referência para o ano de 2000 são mostradas no Gráfico 6.21.

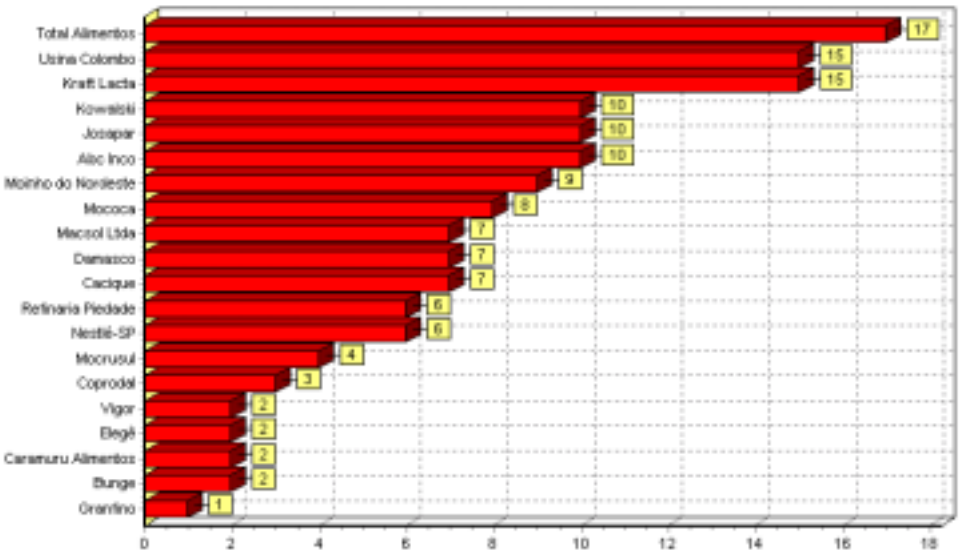
Gráfico 6.21 – Empresas de referência em 2000 – alimentos



Do grupo de empresas eficientes em 2000, as empresas Coprodal, Kraft Lacta e Mocrusul não participam do conjunto de referência, indicação de que alcançaram a fronteira com uma composição de recursos e resultados que não atende a mais nenhuma empresa. As empresas de grande porte (Nestlé-SP, Perdigão e Bunge) foram incluídas no conjunto de referência sempre com mais de uma indicação (6, 3 e 3, respectivamente). Assim, parece que a adoção dos retornos variáveis à escala contornou as diferenças de porte identificadas na Análise de *Cluster*.

O Gráfico 6.22 apresenta as empresas do grupo de referência para o ano de 1999.

Gráfico 6.22 – Empresas de referência em 1999 – alimentos



Apenas a empresa Perdigão Agroindustrial não participa do grupo de referência entre as empresas eficientes.

6.2.5.2 Comparação com critérios de avaliação: DEA *versus* Melhores e Maiores

A comparação com os critérios de Melhores e Maiores será feita novamente com a divisão das empresas em quadrantes. Os Gráficos 6.23 e 6.24 mostram a distribuição das empresas nos anos de 2000 e 1999, que contrapõe o indicador de eficiência da Análise DEA com a Excelência Empresarial de *Melhores e Maiores*, convertido em percentagem.

Gráfico 6.23 – Indicador DEA x Excelência Empresarial – 2000 – alimentos

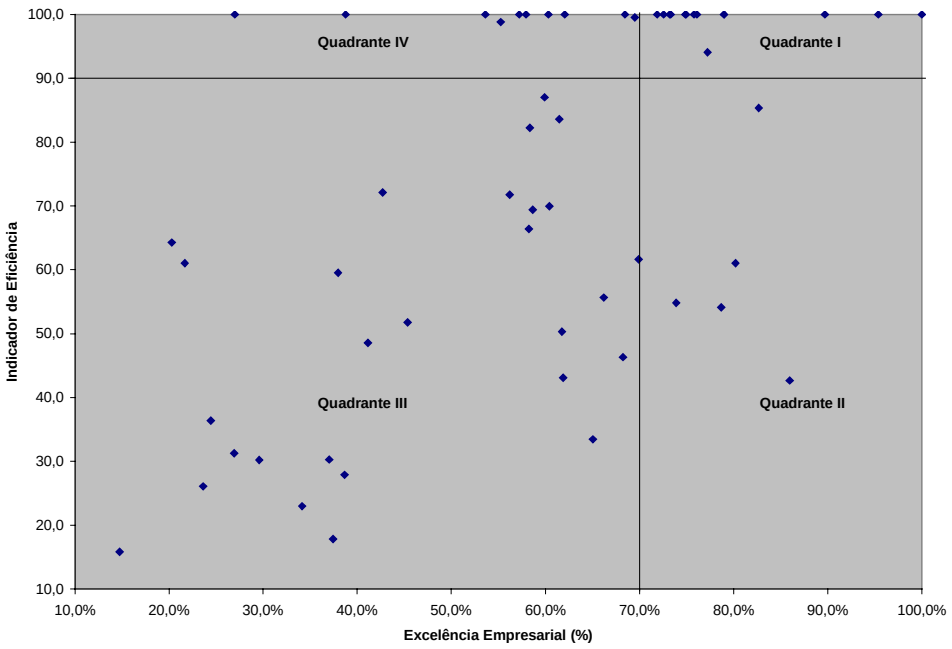
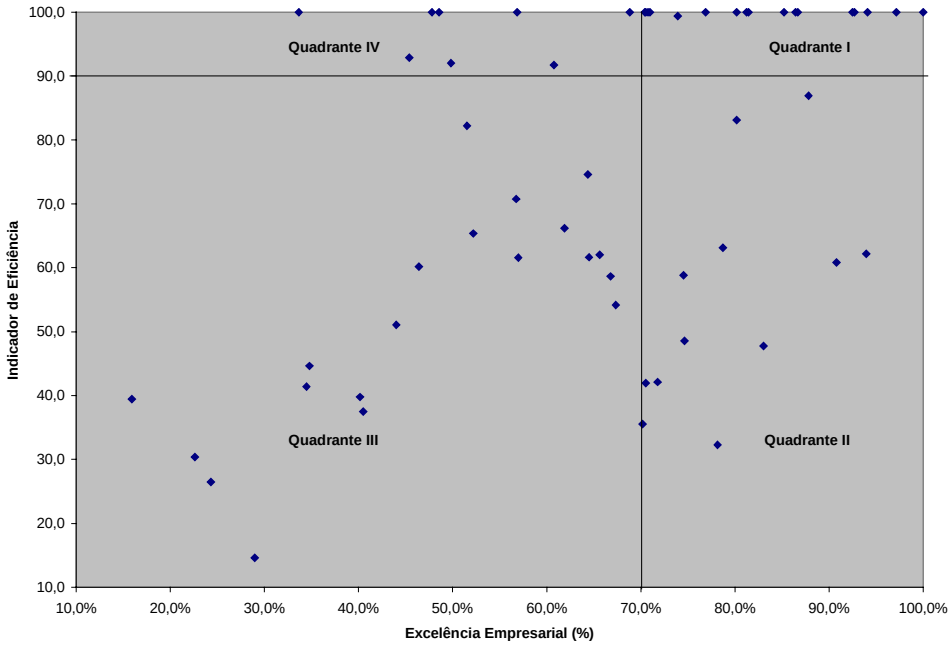


Gráfico 6.24 – Indicador DEA x Excelência Empresarial – 1999 – alimentos



As empresas que apresentam divergência entre os indicadores são apresentadas nos quadrantes II e IV. No quadrante II temos empresas com indicador de Excelência Empresarial acima de 70,0% mas com indicador DEA inferior a 90,0%. No quadrante IV temos a situação inversa. A Tabela 6.22 apresenta o número de empresas em cada quadrante para os dois anos em exame.

Tabela 6.22 – Distribuição de empresas em quadrantes – alimentos

	Número de Empresas		**% de Empresas**	
	2000	1999	2000	1999
Quadrante I	14	17	25%	30%
Quadrante II	5	12	9%	21%
Quadrante III	28	20	49%	35%
Quadrante IV	10	8	18%	14%
Total	**57**	**57**	**100%**	**100%**

As empresas que os indicadores coincidiram (quadrantes I e III) somam 74% em 2000 e 65% em 1999.

Para analisar as razões das divergências, selecionou-se a empresa Cirol Royal, que recebeu indicador de eficiência DEA de 92,9% em 1999 e 100,0% em 2000. No entanto, o indicador de Excelência Empresarial foi de 45,4% e 27,0%, em 2000 e 1999, respectivamente. Com PL Ajustado de U$ 6.241 mil e média de 273 empregados, está entre as empresas de pequeno porte do grupo. Entre outras empresas de mesmo porte estão Damasco, Embaré, Kowalski e Total Alimentos. As empresas de referência para sua atuação em 1999 são Kowalski e Macsol. Para analisar detalhadamente a atuação das empresas, foram preparadas as Tabelas 6.23 e 6.24. As duas primeiras colunas representam os *inputs* PL Ajustado e Média de empregados, e as três últimas, os *outputs* Vendas, CCL e Aplicação no Imobilizado. Entre parênteses são apresentados os pesos percentuais distribuídos entre *outputs* e *inputs* para cada empresa.

Tabela 6.23 – Comparativo das empresas de pequeno porte e suas referências – 2000 – alimentos

	Média			Aplicação		
Empresa	PL Ajustado	Empregados	Vendas	CCL	Imobilizado	E
Cirol Royal	6.241 (43)	273 (57)	16.878 (0)	-66 (0)	591 (100)	100,0
Damasco	7.495 (62)	236 (37)	41.147 (100)	2.143 (0)	501 (0)	100,0
Embaré	7.685 (48)	629 (52)	53.501 (15)	773 (0)	15.678 (85)	100,0
Granfino	3.211 (100)	492 (0)	29.548 (0)	3.082 (100)	148 (0)	100,0
Kowalski	6.220 (52)	310 (48)	41.810 (91)	2.527 (0)	1.343 (9)	100,0
Macsol	11.471 (71)	93 (29)	16.535 (84)	6.884 (0)	328 (16)	100,0
Mococa	10.496 (62)	459 (38)	85.158 (100)	1.197 (0)	3.483 (0)	98,8
Total Alimentos	7.339 (100)	650 (0)	83.830 (53)	-1.245 (47)	5.847 (0)	100,0

Tabela 6.24 – Comparativo das empresas de pequeno porte e suas referências – 1999 – alimentos

	Média			Aplicação		
Empresa	PL Ajustado	Empregados	Vendas	CCL	Imobilizado	E
Cirol Royal	7.898 (62)	291 (38)	19.111 (1)	1.013 (98)	155 (0)	92,9
Damasco	9.079 (76)	175 (24)	34.141 (0)	6.117 (100)	515 (0)	100,0
Embaré	9.349 (69)	624 (31)	46.875 (0)	3.088 (99)	1.568 (0)	62,0
Granfino	4.895 (55)	485 (45)	30.871 (0)	3.960 (100)	456 (0)	100,0
Kowalski	6.730 (58)	307 (42)	44.482 (0)	4.467 (99)	1.158 (1)	100,0
Macsol	10.244 (0)	96 (100)	16.285 (1)	4.485 (98)	267 (0)	100,0
Mococa	4.168 (100)	471 (0)	86.238 (6)	1.724 (92)	796 (1)	100,0
Total Alimentos	4.854 (40)	477 (60)	62.182 (62)	-2.455 (0)	5.355 (38)	100,0

As empresas foram classificadas como de pequeno porte, considerando PL Ajustado, Média de empregados e Vendas. Percebe-se, por exemplo, empresas como a Macsol que têm o PL superior ao das demais empresas, porém têm a menor média de empregados do grupo. Assim, em 1999, foi considerada referência para a atuação da empresa Cirol Royal, juntamente com a Kowalski.

A explicação para a classificação da empresa Cirol Royal como eficiente pela análise DEA é a possibilidade de comparação de seu desempenho com os da empresas de porte e atuação semelhantes e a liberdade de atribuição de pesos aos *inputs* e *outputs*. Em 2000, quando compôs a fronteira de eficiência, distribuiu os pesos dos *inputs* entre PL e Média de Empregados, porém concentrou o peso dos *outputs* em Aplicação no Imobilizado. Esse *output* colocava-a em situação favorável quando comparada às empresas Granfino e Macsol.[42]

[42] Ressalte-se que a empresa tinha CCL negativo de –U$ 66 mil em 2000 e, em função da flexibilidade de atribuição de pesos aos *outputs*, pôde atingir eficiência relativa de 100%.

Em 1999, a empresa Cirol Royal não compunha mais a fronteira de eficiência, com um indicador de eficiência de 92,9%. A análise das empresas de referência oferece as indicações das causas de sua ineficiência relativa:

- Kowalski tem o PL inferior e a Média de empregados pouco superior e apresenta valores de outputs bastante superiores.
- Macsol, embora apresente o PL Ajustado superior, tem a Média de empregados muito inferior (–67,01%) e valores dos *outputs* Vendas e CCL muito próximos, porém concentra peso na variável CCL, cujo valor é 378,38% superior ao apresentado pela Cirol Royal.

Ao considerar os critérios de atribuição de pontos de *Melhores e Maiores*, elenca-se as empresas em ordem decrescente de determinado indicador e multiplica sua posição pelo peso dado à esse indicador. A melhor colocação em 2000 foi nos indicadores Crescimento de Vendas e Investimento no Imobilizado. Nos demais indicadores, a melhor colocação é 12º lugar em Liquidez Corrente. Em 1999, a melhor colocação foi nos indicadores Retorno sobre PL e Liquidez Corrente (37º e 36º lugares). Participa, assim, do “pelotão intermediário” das empresas em relação ao indicador de Excelência Empresarial, o que explica os percentuais de 27,0% e 45,4%, em 2000 e 1999, respectivamente.

6.2.5.3 Comparação com critérios de avaliação: DEA *versus* Retorno sobre o Patrimônio Líquido

Apresenta-se, finalmente, a comparação do indicador de eficiência DEA com o Retorno sobre o Patrimônio Líquido. Os Gráficos 6.25 e 6.26 contrapõem o indicador de eficiência com o Retorno, para as empresas do setor de alimentos, nos anos de 2000 e 1999.

Gráfico 6.25 – Retorno* versus *Indicador de Eficiência – 2000 – alimentos

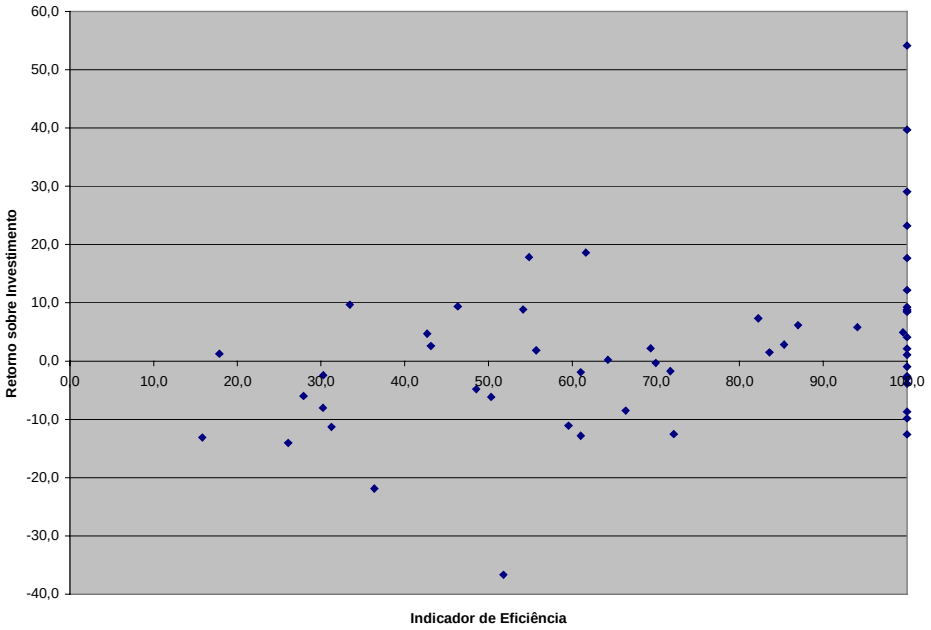
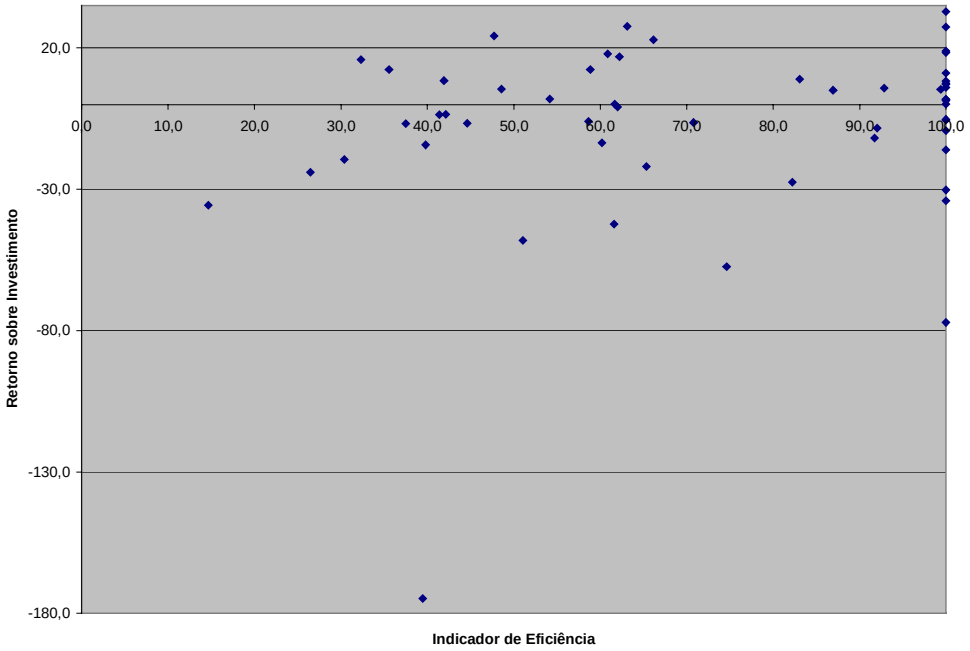


Gráfico 6.26 – Retorno* versus *Indicador de Eficiência – 1999 – alimentos



As empresas do setor de alimentos apresentam-se novamente dispersas nos gráficos. As empresas consideradas eficientes pela análise DEA distribuem-se no lado direito com Retornos de –77,1% a 32,8% para

1999 e de –12,6% a 54,2% para 2000. Essa dispersão de resultados mostra novamente a perspectiva multifacetada de eficiência obtida com a utilização da análise DEA.

6.2.5.4 Possibilidade de elaboração do *ranking DEA*

Novamente foram utilizadas duas estratégias para tentar-se obter um *ranking* das empresas do setor de alimentos pela redução do número de empresas eficientes indicados pelos modelos originais:

1. Estratégia do funil: em etapas sucessivas as empresas não eficientes são excluídas e o modelo é reaplicado buscando definir as empresas "mais eficientes" entre as eficientes;
2. Estratégia dos pesos: são atribuídos pesos às variáveis do modelo para restringir o número de empresas eficientes.

Na primeira alternativa todas as empresas foram classificadas como eficientes já na segunda etapa, não sendo possível, portanto, nenhuma redução no número de empresas eficientes, nos dois anos em estudo. Esse resultado é idêntico ao obtido para as empresas do setor elétrico.

Os resultados da atribuição de pesos, segunda das duas alternativas apresentadas no item 5.4.6.4, estão resumidos na Tabela 6.25 e não possibilitaram a derivação de um *ranking* de empresas para o setor de alimentos. As empresas eficientes têm uma combinação de recursos e produtos diversa, estando apenas limitadas a atribuir um peso mínimo às variáveis, conforme anteriormente especificado.

Tabela 6.25 – Resultados da atribuição de pesos – alimentos

	Número de empresas eficientes			
	Alternativa 1		**Alternativa 2**	
	2000	1999	2000	1999
1ª. Etapa	20	17	20	17
2ª. Etapa	14	14	14	14

Assim, confirma-se a impossibilidade de elaboração de um *ranking* com base no Modelo DEA de análise de balanços proposto. No entanto, nos dois anos em estudo, as empresas com melhor classificação segundo o indicador de Excelência Empresarial de *Melhores e Maiores* – Fipecafi-*Exame* foram consideradas eficientes no Modelo DEA. Esse resultado coincide com o obtido para as empresas do setor elétrico.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A proposta do presente estudo foi apresentar uma metodologia de utilização de Análise por Envoltória de Dados (DEA) para aplicação ao processo de Análise de Balanços.

Para embasar a proposta, foi efetuada uma revisão bibliográfica detalhada de Análise de Balanços e DEA. No levantamento dos estudos, percebeu-se que o estudo do relacionamento entre DEA e Análise de Balanços é ainda incipiente com poucos artigos e teses no exterior. No Brasil, foi identificado apenas um artigo relacionando os temas. Esse é, portanto, um campo fértil para estudos na área contábil.

A revisão teve por finalidade também identificar pontos já levantados em outros estudos sobre DEA que fossem importantes para sua aplicação à análise de balanços. Esses pontos foram relacionados e as sugestões para sua solução apresentadas por meio da proposição de uma metodologia e sua aplicação ao setor de energia elétrica brasileiro. Os resultados da análise foram confrontados com análises tradicionais do desempenho de empresas: o indicador de Excelência Empresarial de *Melhores e Maiores* e o Retorno sobre o Patrimônio Líquido. As vantagens e as limitações de cada método foram discutidas. Para generalização da metodologia, o processo foi repetido com a aplicação ao setor de alimentos.

Os pontos identificados em Análise DEA e relacionados na metodologia proposta com base na revisão bibliográfica efetuada foram:

- Transformação de escala para incluir na análise variáveis que assumam valores negativos.
- Utilização conjunta de diversos critérios para estudar a inclusão de variáveis.
- Aplicação da Análise de *Cluster* para análise de diferenças de porte e atuação entre as empresas.

Por intermédio da confrontação dos resultados DEA com indicadores tradicionais de análise de balanços tradicional foram exploradas as vantagens e limitações de cada método de avaliação de empresas. Entre as vantagens da Análise DEA estão:

- Prescinde de atribuição prévia de atribuição de pesos às variáveis consideradas no estudo.
- A eficiência de cada empresa é definida de forma individualizada, considerando a atuação das demais empresas em estudo, porém permitindo que a alocação de pesos aos fatores seja efetuada de forma a maximizar sua eficiência relativa.
- As diferenças de porte podem ser tratadas com a adoção de modelos que prevejam retornos variáveis à escala, sem prejuízo às empresas de pequeno porte.
- Diferentemente dos sistemas de atribuição de pontos, mais de uma empresa pode ser classificada como eficiente, compondo a fronteira de eficiência relativa e servindo como referência para a atuação das demais empresas.
- Para as empresas consideradas ineficientes, são apresentadas contribuições de melhoria, com o estabelecimento de metas de atuação.
- Pode ser aplicada a diversos períodos, possibilitando a verificação da evolução da eficiência das empresas e o estudo dos fatores que contribuíram para seu crescimento ou decrescimento.
- Fornece uma visão multifacetada da eficiência, permitindo a análise dos fatores que mais contribuem para seu atingimento.
- O indicador obtido mostrou-se de fácil interpretação, conforme explorado pela contraposição com indicadores contábeis tradicionais.
- O programa de computação aplicado no estudo mostrou-se extremamente amigável para o usuário e de utilização intuitiva.

As limitações identificadas na aplicação da Análise DEA são:

- É uma técnica ainda recente, quase que restrita às áreas de pesquisa operacional e engenharia, e necessita de ambientação dos usuários leigos para utilização em outras áreas do conhecimento.
- Por ser uma técnica não paramétrica, não permite a extrapolação de suas conclusões, que estão restritas às empresas e às variáveis em análise.
- Não foi possível derivar um *ranking* de empresas com base no modelo DEA de análise de balanços proposto.

São diversas as possibilidades de aprofundamentos ao presente estudo. Entre as questões técnicas de análise DEA que não foram exploradas estão:

- Estudo da aplicação de restrições aos pesos e seus efeitos na atribuição dos indicadores de eficiência.
- Utilização de uma pesquisa entre especialistas (painel de especialistas) ou profissionais para definição de variáveis a comporem o modelo e confrontação com o modelo definido por outros critérios de inclusão de variáveis.

O estudo pode ainda ser expandido nas seguintes direções:

- Estudo da aplicação a outros setores e contraposição com os resultados do presente estudo.
- Verificação da possibilidade de aplicação em análises multi-setoriais, assunto ainda controverso na literatura sobre DEA.
- Utilização em estudos de eficiência de empresas nas fases pré e pós-privatização.
- Exploração de séries temporais de dados, com acompanhamento da evolução da eficiência entre períodos.

Finalmente, um comentário deve ser feito em favor da complementaridade dos métodos. As metodologias de avaliação do desempenho empresarial estão em constante evolução e, apesar de ondas e modismos, nenhuma sobrepôs-se às demais no decorrer do tempo. Ressalta-se a consideração de utilizá-las complementarmente explorando as divergências entre os métodos como forma de expandir a compreensão dos fatores que influenciam a eficiência empresarial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, Agha Iqbal; SEIFORD, Lawrence M. Translation invariance in Data Envelopment Analysis*. Operations Research Letters*, 9, p. 403-405, 1990.

ALMEIDA, Fernando C. *L´Evaluation des risques de défaillance des entreprises à partir des réseaux de neurones insérés dans les systèmes d´aide à la décision.* 1993. Thèse (Doctorat) – Ecole Supérieure des Affaires de l´Université Pierre Mendès France de Grenoble. Grenoble (França): Université Pierre Mendès France de Grenoble.

ALTMAN, Edward L. Financial rates, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *Journal of Finance*, v. 23, n. 4, 1968.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. http://www.aneel.gov.br. 20 nov. 2000. (Atualizado para www.aneel.gov.br em 9 ago. 2002).

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. *Participação das Empresas no Mercado de Distribuição – Versão Preliminar – Exercício 1999.* http://www.aneel.gov.br/mercado/. 20 nov. 2000. (Atualizado para www.aneel.gov.br em 9 ago. 2002).

ASSAF Neto, Alexandre. *Estrutura e análise de balanços:* um enfoque econômico-financeiro*.* 5. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

BADIN, Neiva Teresinha. *Avaliação da produtividade de supermercados e seu* Benchmarking*.* 1997. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC.

BALANÇO Anual 2000*. Gazeta Mercantil*, São Paulo, jul. 2000.

BALANÇO Anual 2001. *Gazeta Mercantil*, São Paulo, jul. 2001.

BEDARD, J. C. *Use of data envelopment analysis in accounting applications: evaluation and illustration by prospective hospital reimburse.* 1985. Thesis (Doctor of Philosophy) – Graduate School of Business, University of Wisconsin. Wisconsin (EUA): University of Wisconsin.

BELLONI, José Ângelo. *Comunicação pessoal.* E-mail enviado em 8 nov. 2000a.

BELLONI, José Ângelo. *Uma metodologia de avaliação da eficiência produtiva de Universidade Federais Brasileiras.* 2000. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianápolis: UFSC.

BERGER, Allen N.; HUMPHREY, David B. Efficiency of financial institutions: international survey and directions for future research. *European Journal of Operational Resarch*, 98, p. 175-212, 1997.

BERNSTEIN, Peter L. *O desafio aos deuses:* a fascinante história do risco. Tradução de Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

BIO, Sérgio Rodrigues. *Sistemas de Informação:* um enfoque gerencial. São Paulo: Atlas, 1991.

BOWLIN, William F. Measuring performance: an introduction to Data Envelopment Analysis. *The Journal of Cost Analysis*, Fall 1998. www.sceaonline.net/Journ_Fall98_BOWLIN.pdf. Fev. 2002. (Atualizado para www.sceaonline.net em 9 ago. 2002).

BRAGA, Roberto. *Fundamentos e técnicas de administração financeira.* São Paulo: Atlas, 1989.

BRAGA, Roberto. *Indicador da Saúde Econômico-Financeira das Empresas – ISEF.* São Paulo: Fipecafi-EAC-FEA-USP, 1999.

BRAGA, Roberto. *Material de aula.* São Paulo: FEA-USP, 2000.

BRAGA, Roberto. Uma visão integral dos fluxos contábeis das empresas. *Revista Brasileira de Contabilidade*, Brasília, v. 24, n. 95, set./out. 1995.

BRASIL em Exame. *Os Melhores e os Maiores.* São Paulo, *Exame*, set./1974.

BRUNI, Adriano Leal. *Risco, Retorno e Equilíbrio:* uma análise do modelo de precificação de ativos financeiros na avaliação de ações negociadas na BOVESPA (1988-1996). 1998. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Administração, da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, da Universidade de São Paulo. São Paulo: FEA-USP.

BUSSAB, Wilton O.; MORETTIN, Pedro A. *Estatística básica.* 4. ed. São Paulo: Atual, 1987.

CARNEIRO, Guido Antônio da Silva. *Balanço social:* histórico, evolução e análise de algumas experiências selecionadas. 1994. Dissertação (Mestrado) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo – Fundação Getúlio Vargas. São Paulo: EAESP-FGV.

CARTACapital. *Carta Editorial*, São Paulo, 27 set. 2000.

CATELLI, Armando (Coord.). *Controladoria:* uma abordagem da gestão econômica – GECON*. São Paulo: Atlas, 1999.*

CERETTA, Paulo Sergio; NIEDERAUER, Carlos A. P. *Rentabilidade do setor bancário brasileiro.* 24º Encontro Nacional da ANPAD – Associação Nacional de Programas de Pós-Graduação em Administração. Florianópolis, 10-13 set. 2000.

CHARNES, Abraham; COOPER, William W.; LEWIN, Arie Y.; SEIFORD, Lawrence M. *Data Envelopment Analysis:* theory, methodology, and application. Massachusetts (EUA): Kluwer, 1997.

CMTE. *What is DEA?* Performance Analysis Research Program. Toronto (Canada): University of Toronto, 1997.

http://www.ie.toronto.ca/CMTE/research/dea.html *Apud* NIEDERAUER, Carlos Alberto Pittaluga. *Avaliação dos bolsistas de produtividade em Pesquisa da Engenharia da Produção utilizando* Data Envelopment Analysis*.* 1998. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC. (Atualizado para http://cmte.chem-eng.utoronto.ca/research/dea.shtml em 9 ago. 2002).

CONJUNTURA ECONÔMICA. *As 500 maiores empresas do Brasil.* Rio de Janeiro: FGV, v. 52, n. 8, ago. 1998.

COOPER, William W.; SEIFORD, Lawrence M.; TONE, Kaoru. *Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references, and DEA-Solver software*. Boston: Kluwer, 2000.

COPELAND, Tom; KOLLER, Tim; MURRIN, Jack. Mckinsey & Company Inc. Valuation: measuring and managing the value of companies*.* 2. ed. New York: John Wiley, 1995. *Apud* MARQUES, José Augusto Veiga da Costa. *Medidas e modelos integrados de avaliação do desempenho empresarial: uma investigação de seus fundamentos e critérios de classificação operacional.* 2000. Estudo (Pós-Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Controladoria e Contabilidade, da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, da Universidade de São Paulo. São Paulo: FEA-USP.

CORRAR, Luiz João. *Indicadores de desempenho de empresas de saneamento básico.* 1981. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo: FEA-USP.

DE LUCA, Márcia Martins Mendes. *A contribuição da demonstração do valor adicionado no processo de mensuração do PIB e em algumas análises macroeconômicas*. 1996. Tese (Doutorado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo: FEA-USP.

DEBREU, Gerard. *Theory of value:* an axiomatic analysis of economic equilibrium. New Haven: Yale University Press, 1959.

DICIONÁRIO AURÉLIO Eletrônico século XXI. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. Versão 3.0 – nov. 1999.

DORFMAN, Roberto; SAMUELSON, Paul A.; SOLOW, Robert M. *Linear programming and economic analysis.* New York: McGraw-Hill, 1958.

DYSON, R. G.; ALLEN, R; CAMANHO, A. S.; PODINOVSKI, V. V.; SARRICO, C. S.; SHALE, E. A. Pitfalls and protocols in DEA. *European Journal of Operational Research*, 132, p. 245-259, 2001.

EFRON, B.; TIBSHIRANI, R. J. An Introduction to the bootstrap. New York: Chapman and Hall, 1993 *Apud* FRANCISCO, Henrique Meirelles. *Simulação de performance em fronteiras de produtividade.* 2000. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia,

da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ.

ELIZABETSKY, Roberto. *Um Modelo matemático para a decisão no banco comercial.* Trabalho de Formatura – Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo: POLI-USP, 1976. Apud PEREIRA DA SILVA, José. *Gestão e análise de risco de crédito.* São Paulo: Atlas, 1997.

EXAME. Os Melhores e os maiores – Brasil em Exame. *Exame*, São Paulo, set. 1974.

EXAME. As 100 Melhores empresas para você trabalhar*. Exame*, São Paulo, ed. 721, 2000a.

EXAME. As Melhores empresas para você trabalhar. *Exame*, São Paulo, ed.

695, 27 ago. 1999.

EXAME. Guia de boa cidadania corporativa. *Exame*, São Paulo, ed. 728, 2000b.

EXAME. Melhores e Maiores. *Exame*, São Paulo, jul. 2001.

FERNANDEZ-CASTRO, A.; SMITH, P. Towards a general non-parametric model of corporate performance. *Omega – International Journal of Management Science*, 22, 3, p. 237-249, 1994.

FERREIRA, Ademir Antonio; REIS, Ana Carla Fonseca; PEREIRA, Maria Isabel. *Gestão empresarial:* de Taylor aos nossos dias – evolução e tendências da moderna administração de empresas. São Paulo: Pioneira, 1997.

FITZSIMMONS, James A.; FITZSIMMONS, Mona J. *Administração de serviços:* operações, estratégias e tecnologia de informação. Tradução de *Service Management: operations, strategy, and information technology.* 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.

FLEURIET, Michel; KEHDY, R.; BLANC, G. A Dinâmica financeira das empresas. Fundação Dom Cabral, 2. ed, 1980. *Apud* MARQUES, José Augusto Veiga da Costa. *Medidas e modelos integrados de avaliação do desempenho empresarial:* uma investigação de seus fundamentos e critérios de classificação operacional. 2000. Estudo (Pós-Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Controladoria e Contabilidade, da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, da Universidade de São Paulo. São Paulo: FEA-USP.

FORBES Brasil. Forbes 200 Platinum List: as melhores empresas do ano. *Forbes*, São Paulo, v. 2, n. 18, 6 jun. 2001.

FØRSUND, Finn R.; KITTELSEN, Sverre A. C. *Productivity development of Norwegian electricity distribution utilities.* Resource and Energy Economics, 20, p. 207-224, 1998.

FRANCISCO, Henrique Meirelles. *Simulação de performance em fronteiras de produtividade.* 2000. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-

Graduação em Engenharia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ.

FUNDAÇÃO Getúlio Vargas. *Site* em www.fgv.br. 20 nov. 2001.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1989. *Apud* SILVA, Paulo Roberto da. *Contribuição para o entendimento dos indicadores de valor baseados no mercado:* uma proposta alternativa para o *Market Value Added (MVA®)*. 2001. Tese (Doutorado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo: FEA-USP.

GOLANY, B.; ROLL, Y. An Application procedure for DEA. *Omega – International Journal of Management Science*, 17, 3, p. 237-250, 1989.

GUERREIRO, Reinaldo. *A meta da empresa:* seu alcance sem mistérios. São Paulo: Atlas, 1996.

HAIR Jr., Joseph F.; ANDERSON, Rolph E.; TATHAM, Ronald L.; BLACK, William C. *Multivariate data analysis.* 5. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1998.

HUMES Jr., Carlos. *Comunicação pessoal.* São Paulo, 22 fev. 2001.

IUDÍCIBUS, Sérgio de. *Análise de balanços.* 7. ed. São Paulo: Atlas, 1998.

IUDÍCIBUS, Sérgio de. Conhecimento, ciência, metodologias científicas e contabilidade. *Revista Brasileira de Contabilidade*, Brasília: Conselho Federal de Contabilidade, ano 26, nº 104, 1997.

IUDÍCIBUS, Sérgio de. *Teoria da Contabilidade.* 6. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

JOHNSON, Richard A.; WICHERN, Dean W. *Applied multivariate statiscal analysis.* 4. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1998.

KANITZ, Stephen Charles. Como prever falências. *Exame*, São Paulo: Abril, dez. 1974.

KANITZ, Stephen Charles. *Como prever falências.* São Paulo: McGraw-Hill, 1978.

KASSAI, José Roberto; KASSAI, Silvia; SANTOS, Ariovaldo dos; ASSAF NETO, Alexandre Assaf. *Retorno de investimento:* abordagem matemática e contábil do lucro empresarial. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

KASSAI, Silvia. *As empresas de pequeno porte e a contabilidade.* 1996. Dissertação (Mestrado). São Paulo: FEA-USP.

KASSAI, Silvia; KASSAI, José Roberto; NOSSA, Valcemiro. *Pequenas empresas* – Como é difícil "levantar dinheiro"!. Anais do XVII Congresso Brasileiro de Custos, Recife, 2-4 ago. 2000.

KASSAI, José Roberto. *Aspectos observados na conciliação do valor presente líquido (VPL) com o economic value added (EVA).* 2001. Tese (Doutorado).ntado à FEA/USP.

KERLINGER, Fred Nichols. *Metodologia da pesquisa em ciências sociais:* um tratamento conceitual. Tradução de Helena Mendes Rotundo. Revisão Técnica de José Roberto Malufe. 6. Reimpressão. São Paulo: EPU, ©1979.

KITTELSEN, Sverre A. C. *Stepwise DEA:* choosing variables for measuring technical efficiency in Norwegian electricity distribution. *Memorandum Nº 6/93 from Department of Economics*, University of Oslo, 1993.

KOOPMANS, Tjalling C. (Ed.) *Activity analysis of production and allocation.* New York: John Wiley, 1951.

LEITE, Hélio de Paula. *Introdução à administração financeira.* 2. ed. São Paulo: Atlas, 1994.

LOVELL, C. A. Knox; PASTOR, Jesús T. Units invariant and translation invariant DEA models. *Operations Research Letters*, 18, p. 147-151, 1995.

MARQUES, José Augusto Veiga da Costa. *Medidas e modelos integrados de avaliação do desempenho empresarial: uma investigação de seus fundamentos e critérios de classificação operacional.* 2000. Estudo (Pós-Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Controladoria e Contabilidade, da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, da Universidade de São Paulo. São Paulo: FEA-USP.

MARTINS, Eliseu*. Análise de balanços*. São Paulo: FEA-USP, 2º semestre de 1997. (Anotações de aula. Programa de Pós-Graduação em Controladoria e Contabilidade).

MARTINS, Eliseu. *De Luca Paciolo à volta à contabilidade gerencial.* Temática Contábil e de Balanços. São Paulo: IOB - Informações Objetivas, Boletim nº 34, 1991.

MARTINS, Eliseu. *Que sorte:* a contabilidade **não é** uma ciência exata*.* Temática Contábil e de Balanços. São Paulo: IOB - Informações Objetivas, Boletim nº 11, 1994.

MARTINS, Eliseu; ASSAF Neto, Alexandre. *Administração financeira:* as finanças das empresas sob condições inflacionárias. São Paulo: Atlas, 1996.

MARTINS, Gilberto de Andrade. *Manual para elaboração de Monografias e Dissertações.* São Paulo: Atlas, 1994.

MARTINS, Gilberto de Andrade. Pesquisas sobre Administração: abordagens metodológicas. Trabalho não publicado, apresentado a Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo: FEA-USP, 1995. *Apud* BRUNI, Adriano Leal. *Risco, Retorno e Equilíbrio:* uma análise do modelo de precificação de ativos financeiros na avaliação de ações negociadas na BOVESPA (1988-1996). 1998. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade – Universidade de São Paulo. São Paulo: FEA-USP.

MATARAZZO, Dante Carmine. *Análise financeira de balanços:* abordagem básica e gerencial. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

MATIAS, Alberto Borges. *Contribuição às técnicas de análise financeira:* um modelo de concessão de crédito. Trabalho de Formatura – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. São Paulo: FEA-USP, 1978.

MATIAS, Alberto Borges. *Indicadores contábeis e financeiros de previsão de insolvência: a experiência da pequena e média empresa.* 1976. Tese (Livre-Docência) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo: FEA-USP.

MATIAS, Alberto Borges. *Insucesso de grandes bancos privados brasileiros de varejo.* 1999. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. São Paulo: FEA-USP.

MATIAS, Alberto Borges. *O instituto jurídico da concordata no Brasil como instrumento de recuperação econômica e financeira das empresas.* 1992. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Administração, da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, da Universidade de São Paulo. São Paulo: FEA-USP.

MATIAS, Alberto Borges; SIQUEIRA, José de Oliveira. *Risco bancário:* modelo de previsão de insolvência de bancos no Brasil. *Revista de Administração da USP*, 31(2): 19-28, abr./jun. 1996.

MATTAR, Fauze Najib. *Pesquisa de Marketing: metodologia, planejamento, execução e análise.* São Paulo: Atlas, 1994. v. 1.

MELLO, João Carlos Correia Baptista Soares de et al. *Avaliação de turmas de Cálculo I, usando DEA.* XXXII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Viçosa, 18-20 out. 2000.

MEZA, Lidia Angulo. Data Envelopment Analysis (DEA) *na determinação da eficiência dos programas de pós-graduação da COPPE/UFRJ.* 1998. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ.

MIGON, Marcio Nobre. *Eficiência da indústria de transporte aéreo no Brasil: uma aplicação de Análise de Envoltória de Dados (DEA)*. 2000. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ.

NIEDERAUER, Carlos Alberto Pittaluga. *Avaliação dos bolsistas de Produtividade em Pesquisa da Engenharia da Produção utilizando* Data Envelopment Analysis*.* 1998. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC.

NORMAN, Michel; STOKER, Barry. *Data Envelopment Analysis:* the assessment of performance. Chichester: Jonh Wiley, 1991.

NOVAES, Luiz Fernando de Lyra. *Função fronteira de produção aplicada para avaliação de eficiência entre plataformas de petróleo* – Data Envelopment Analysis – (D.E.A.). 1998. Disseração (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ.

OLINQUEVITCH, José Leônidas. *Análise econômico-financeira de empresas através de indicadores extraídos da Demonstração de Origens e Aplicações de Recursos.* 1988. Tese (Doutorado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo: FEA-USP.

OLIVEIRA, Adilson de. *Reforma do setor elétrico:* que podemos aprender com a experiência alheia? (versão preliminar para discussão). Rio de Janeiro: Instituto de Economia – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1997.

PAIVA, Francisco Canindé de. *Eficiência produtiva de programas de ensino de pós-graduação em engenharias: uma aplicação do método Análise Envoltória de Dados – DEA.* 2000. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC.

PARADI, J. C. et al. Applications of DEA to measure the efficiency of software production at two large Canadians banks. *Annals of Operations Research*, v. 73, p. 91-115, 1997.

PASTOR, J. T. Translation invariance in data envelopment analysis: a generalization. *Annals of Operations Research*, v. 66, p. 93-112, 1996

PEREIRA DA SILVA, José. *Gestão e análise de risco de crédito.* São Paulo: Atlas, 1997.

PEREIRA DA SILVA. Modelos para classificação de empresas com vistas a concessão de crédito. 1982. Dissertação (Mestrado) – Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas. São Paulo: EAESP-FGV. *Apud* PEREIRA DA SILVA, José. *Gestão e análise de risco de crédito.* São Paulo: Atlas, 1997.

PEREIRA, Julio César R. *Análise de dados qualitativos:* estratégias metodológicas para as ciências da saúde, humanas e sociais. 2. ed. São Paulo: Edusp, 1999.

PEREIRA, Marcelo Farid. *Evolução da fronteira tecnológica múltipla e da produtividade total dos fatores do setor agropecuário brasileiro de 1970 a 1996.* 1999. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC.

PILLE, Peter; PARADI, Joseph C. Financial performance analysis of Ontário (Canadá) Credit Unions: an application of DEA in the regulatory environment. *European Journal of Operational Research*, 139, p. 339-350, 2002.

PINHEIRO, Daniela; OINEGUE, Eduardo. Está quase tudo no banco. *Veja*, São Paulo: Abril, nº 1.650, 24 maio 2000. http://www2.uol.com.br/veja/240500/p_042.html.

RAGSDALE, Cliff T. *Spreadsheet modeling and decision analysis: a practical introduction to management science.* 3rd ed. Cincinnati: South-Western, 2001.

REIS, Solange Garcia dos. Ciência e contabilidade. *Revista de Contabilidade do CRC – SP*, São Paulo, ano I, nº 3, dez. 1997.

ROSA, Luiz P., TOLMASQUIM, Maurício T.; D´ARAUJO, Roberto. *O Brasil e o risco de déficit de energia.* Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2000.

SANDRONI, Paulo. *Dicionário de administração e finanças.* São Paulo: Best Seller, 1996.

SANT'ANNA, Leonardo Augusto da Fonseca Parracho. *Análise Envoltória de Dados aplicada à avaliação de performance no Sistema Elétrico Brasileiro.* 1999. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ.

SANTOS, Ariovaldo dos. *Demonstração do valor adicionado – DVA:* um instrumento para medição da geração e distribuição da riqueza das empresas. 1999. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo: FEA-USP.

SANTOS, Ariovaldo dos; BARBIERI, Geraldo. *Fim da correção monetária de balanços e início da TJLP sobre o capital próprio:* alguns de seus principais efeitos. Temática Contábil e de Balanços. São Paulo: IOB - Informações Objetivas, 1995.

SANTOS, Nivaldo João dos. *Análise do uso da informação contábil para fins gerenciais:* o caso da avaliação econômico-financeira da Gerasul. 1999. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC.

SCHRICKEL, Wolfgang Kurt. *Demonstrações financeiras:* abrindo a caixa-preta: como interpretar balanços para a concessão de empréstimos. São Paulo: Atlas, 1997.

SHAFER, Scott M.; BYRD, Terry A. A framework for measuring the efficiency of organizational investments in information technology using data envelopment analysis. *Omega – The International Journal of Management Science*, 28, p. 125-141, 1999.

SIEMS, Thomas F. Quantifying management's role in bank survival. *Federal Reserve Bank of Dallas – Economic Review*, p. 29-41, jan. 1992.

SIEMS, Thomas F.; BARR, Richard S. Benchmarking the productive efficiency of U. S. banks. *Federal Reserve Bank of Dallas – Financial Industry Studies*, p. 11-24, dec. 1998.

SIEMS, Thomas F.; CLARK, Jeffrey. Rethinking bank efficiency and regulation: how off-balance-sheet activities make a difference. *Federal Reserve Bank of Dallas – Financial Industry Studies*, p. 1-12, dec. 1997.

SILBIGER, Steven. *MBA em 10 lições:* as mais importantes lições das melhores Faculdades de Administração americanas. Rio de Janeiro: Campus, 1996.

SILVA, Antônio Carlos Magalhães da. *Análise da eficiência das instituições financeiras brasileiras, segundo a metodologia do* Data Envelopment Analysis (DEA). 2000. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pós-Graduação em Administração, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: COPPEAD/UFRJ.

SIMAK, Paul C. *DEA based analysis of corporate failure.* 1997. Thesis (Masters of Applied Science) – Graduate Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Toronto. Toronto (Canadá): University of Toronto.

SIMAK, Paul C. *Inverse and Negative DEA and their application to credit risk evaluation.* 2000. Thesis (Doctor of Philosophy) – Graduate Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Toronto. Toronto (Canadá): University of Toronto.

SINUANY-STERN, Zilla; FRIEDMAN, Lea. DEA and the discriminant analysis of ratios for ranking units. *European Journal of Operational Research*, 111, p. 470-478, 1998.

SIQUEIRA, José Ricardo Maia de; GOMES, Josir Simeone. *A análise das demonstrações financeiras em economias hiperinflacionárias:* um estudo do caso brasileiro no período de 1988 a 1991. Anais do 24º Encontro da ANPAD – Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração. Florianópolis, 10-13 set. 2000, CCG – 581 (Em CD-ROM).

SMITH, P. Data Envelopment Analysis applied to financial statements. *Omega – International Journal of Management Science*, 18, 2, p. 131-138, 1990.

SOTERIOU, Andreas C.; ZENIOS, Stravos A. Using data envelopment analysis for costing bank products. *European Journal of Operational Research*, 114, p. 234-248, 1999.

SOUZA, Herbert de. Balanço social nas empresas públicas. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, 6 maio 1997. Reproduzido em www.ibase.org.br, 2000. 3 out. 2000. (Atualizado para www.balancosocial.org.br em 9 ago. 2002).

STEVENSON, William J. *Estatística aplicada à administração.* São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1981.

STEWART III, G. B. The quest for value: the EVA management guide. Harper Business, 1991. *Apud* MARQUES, José Augusto Veiga da Costa. *Medidas e modelos integrados de avaliação do desempenho*

empresarial: uma investigação de seus fundamentos e critérios de classificação operacional. 2000. Estudo (Pós-Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Controladoria e Contabilidade, da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, da Universidade de São Paulo. São Paulo: FEA-USP.

SUCUPIRA, João. *A responsabilidade social das empresas.* www.ibase.org.br, 2000. 3 out. 2000. (Atualizado para www.balancosocial.org.br em 9 ago. 2002).

THORE, Stern; KOZMETSKY, George; PHILLIPS, Fred. DEA of financial statements data: the U. S. computer industry. *The Journal of Productivity Analysis*, 5, p. 229-248, 1994.

TORRES, Ciro. *Responsabilidade social e transparência*. www.ibase.org.br, 2000b. 3 out. 2000. (Atualizado para www.balancosocial.org.br em 9 ago. 2002).

TORRES, Ciro. *Um pouco da história do balanço social.* www.ibase.org.br, 2000[a]. 3 out. 2000. (Atualizado para www.balancosocial.org.br em 9 ago. 2002).

VALLE, Maurício Ribeiro do. *O Custo de captação nos mercados americanos de* Bonds *e internacional de* Eurobonds: uma análise das maiores empresas do setor de papel & celulose. 2000. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Controladoria e Contabilidade, da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, da Universidade de São Paulo. São Paulo: FEA-USP.

VAN CAILLIE, Didier. *Apports de l´analyse factorielle des correspondance multiples à l´étude de la santé financière des petites ou moyennes entreprises (dans une perspective de détection de signes annonciateurs de faillite).* 1991-1992. Thése doctorale – Faculté d´Economie, de Gestion et de Sciences Sociales de l´Université de Liège. Liége (Belgique): Université de Liège.

VASCONCELOS, Frederico. Promiscuidade entre empresas de auditoria e clientes fica impune. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, 6 out. 1997.

VASSALO, Claudia. Empresas que vêem mais longe. São Paulo: *Exame* – Guia de boa cidadania corporativa. São Paulo: Abril, nº 728, 2000.

WEYMAN-JONES, G. T. Productive efficiency in regulated industry: the area electricity boards of England and Wales. *Energy Economics*, 3, p. 116-122, 1991. *Apud* YUNOS, Jamaluddin Mohd e HAWDON, David. The Efficiency of the National Electricity Board in Malaysia: an intercountry comparison using DEA. *Energy Economics*, 19, p. 255-269, 1997.

WILLIAN, W.C.; LAWRENCE, M.S.; KAORU, Tone. *DEA – Data Envelopment, Analysis – A comprehensive text with models, applications, references and DEA- Solver Software.* Boston: Kluwer Academic Publishers, 2000.

WORTHINGON, Andrew C. The application of mathematical programming techniques to financial statements analysis: australian gold production and exploration. *Australian Journal of Management*, 23, 1, p. 97-114, june 1998.

WORTHINGTON, Andrew C. Cost efficiency in australian non-bank financial institutions: a non-parametric approach. *Accounting and Finance*, 40, p. 75-97, 2000.

XVI ENCONSEL – Encontro Nacional dos Contadores de Concessionários do Serviço Público de Energia Elétrica. SEVERINE, Marcos. *Tendências do Setor Elétrico*, Curitiba, 5-8 dez. 2000.

YUNOS, Jamaluddin Mohd e HAWDON, David. The Efficiency of the National Electricity Board in Malaysia: an intercountry comparison using DEA. *Energy Economics*, 19, p. 255-269, 1997.

ZHU, Joe. Multi-factor performance measure model with an application to Fortune 500 companies. *European Journal of Operational Research*, 123*,* p. 105-124, 2000.