

ABEL, L. **Avaliação Cruzada da Produtividade dos Departamentos Acadêmicos da UFSC Utilizando DEA (Data Envelopment Analysis)**. Dissertação de M.S. em Engenharia de Produção. Florianópolis: UFSC, 2000.

ABICALIL, M. T. Entrevista concedida a Carlos Eduardo Tavares de Castro. Rio de Janeiro, 18 fev. 2003.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **A Agência**. Disponível na internet em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em: 05 de agosto de 2002.

AIDA, K.; COOPER W. W.; PASTOR, J. T.; SUEYOSHI, T. Evaluating Water Supply Services in Japan with RAM: a Range-adjusted Measure of Inefficiency. **Omega, International Journal of Management Science**. V. 26, n. 2, pp. 207-232, 1998.

ARAÚJO, F. A. **Métodos de Gestão Aplicáveis em Empresas Operadoras de Serviços de Água e Esgoto**. Dissertação de M.S. em Engenharia Civil/Produção Civil. Niterói: UFF, 2000.

ARAÚJO, P. M. Q. **Avaliação da Eficiência de Agências Bancárias uma Aplicação de Data Envelopment Analysis - DEA**. Dissertação de M.S. em Administração. Recife: UFPE, 2000.

AVKIRAN, N. K. An Application Reference for Data Envelopment Analysis in Branch Banking: Helping the Novice Researcher. **International Journal of Bank Marketing**. V.17, n. 5, pp. 206-220, 1999.

BADIN, N. T. **Avaliação da Produtividade de Supermercados e seu Benchmarking**. Dissertação de M. S. em Engenharia de Produção. Florianópolis: UFSC, 1997.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**. V. 30, n. 9, pp. 1078-1092, 1984.

BIANCHI, R. A.; GUZZO, F. J. M.; SARMENTO, R.; SERAFIM, A. J. **Indicadores de Desempenho para os Setores de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 20º. 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, 1999, pp. 3185-3191.

CARDOSO, L. C.; FAÇANHA, L. O.; MARINHO, A. **Avaliação de Programas Sociais (PNAE, PLANFOR, PROGER): Eficiência Relativa e Esquemas de Incentivo**. Rio de Janeiro: IPEA, jan. 2002 (Texto para Discussão, 859).

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units. **European Journal of Operational Research**. V. 2, pp. 429-444, 1978.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; GOLANY, B.; SEIFORD, L. M.; LAWRENCE, M.; STUTZ, J. Foundations of Data Envelopment Analysis for Pareto-Koopmans Efficient Empirical Production Functions. **Journal of Econometrics**. V. 30 (1/2), pp. 91-107, 1985.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; LEWIN, A. Y.; SEIFORD, L. M. **Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications**. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 1994.

CUBBIN, J.; TZANIDAKIS, G. Regression versus Data Envelopment Analysis for Efficiency Measurement: an Application to the England and Wales Regulated Water Industry. **Utilities Policy**. V. 7, pp. 75-85, 1998.

CUNHA, P. F. F. **Potencial dos Indicadores de Desempenho no Setor Saneamento Básico – Estudo de Caso**. Dissertação de M.S. em Engenharia Civil/Produção Civil. Niterói: UFF, 2001.

DEA TUTORIAL. Disponível na internet em: <<http://www.deazone.com/tutorial/graphical.htm>>. Acesso em 20 de agosto de 2002.

ESTELLITA LINS, M. P.; MEZA, L. **Análise Envoltória de Dados e Perspectivas de Integração no Ambiente do Apoio à Decisão**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2000.

FAÇANHA, L. O.; MARINHO, A. **Programas Sociais: Efetividade, Eficiência e Eficácia como Dimensões Operacionais da Avaliação**. Rio de Janeiro: IPEA, abr. 2001 (Texto para Discussão, 787).

GOLANY, B.; ROLL, Y. An application Procedure for DEA. **Omega International Journal of Management Science**. V. 17, n. 3, pp. 237-250, 1989.

GOLANY, B.; YU, G. Estimating Returns to Scale in DEA. **European Journal of Operational Research**. V. 103, pp. 28-37, 1997.

MYLES, H; WOLFE, D. A. **Nonparametric Statistical Methods**. New York: John Wiley & Sons, 1973.

LAYARD, P. R. G.; WALTERS, A. A. **Microeconomic Theory**. Singapura: McGraw-Hill, 1978.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO (MPO). Secretaria de Política Urbana/IPEA. **Diagnóstico do setor saneamento**: estudo econômico-financeiro. Brasília, 1995a.

_____. Secretaria de Política Urbana/IPEA. **Novo modelo de financiamento para o setor saneamento**. Brasília, 1995b.

MOITA, M. H. V. **Medindo a Eficiência Relativa de Escolas Municipais da Cidade do Rio Grande (RS) Usando a Abordagem DEA (Data Envelopment Analysis)**. Dissertação de M.S. em Engenharia de Produção. Florianópolis: UFSC, 1995.

NOVAES, A. G. N. Rapid-transit Efficiency Analysis with Assurance-region DEA Method. **Pesquisa Operacional**. V. 21, n. 2, pp. 179-197, 2001.

PINE II, J. B. **Mass Customization – The New Frontier in Business Competition**. Harvard Business School Press, 1993.

RAMOS, F. S.; SAMPAIO, L. M. B.; SAMPAIO, Y. S. B. **Eficiência das Usinas Hidrelétricas Brasileiras: uma Abordagem Utilizando o Método DEA**. In: Fórum Banco do Nordeste de Desenvolvimento/Encontro Regional de Economia, 7º. 2002, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Banco do Nordeste/ANPEC, 2002, 16 p.

SAS. **User's Guide: Statistics**. Version 5 Ed. Cary, North Carolina: Sas, Institute Inc, 1985

SECRETARIA ESPECIAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO (SEDU). Presidência da República. Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada – IPEA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos**. 6 ed. Brasília, 2001.

SILVA, A. C. M. **Análise da Eficiência das Instituições Financeiras Brasileiras, segundo a Metodologia do Data Envelopment Analysis (DEA)**. Dissertação de M.S. em Administração. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPEAD, 2000.

TAVARES, G. A Bibliography of Data Envelopment Analysis (1978-2001). **RUTCOR Research Report**. Rutgers Center for Operations Research, Rutgers University. V. 01, pp. 1-183, 2002.

THANASSOULIS, E. A Data Envelopment Analysis Approach to Clustering Operating Units for Resource Allocation Purposes. **Omega International Journal of Management Science**. V. 24 (4), pp. 463-476, 1996.

THANASSOULIS, E. The Use of Data Envelopment Analysis in the Regulation of UK Water Utilities: Water distribution. **European Journal of Operational Research**. V. 126, pp. 436-453, 2000a.

THANASSOULIS, E. DEA and its Use in the Regulation of Water Companies. **European Journal of Operational Research**. V. 127, pp. 1-13, 2000b.

TUTORIAL IN DEA. Disponível na internet em:
<<http://members.tripod.com/moezh/DEAtutorial/DEAtutorial.html#3>>. Acesso
em 25 de agosto de 2002.

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. São Paulo: Ed. Atlas, 1997.

Apêndice I – Relação das Empresas Analisadas

TIPO	MUNICÍPIO ou CIA	UF	Qtde de Ligs Ativas de Água	TIPO	MUNICÍPIO ou CIA	UF	Qtde de Ligs Ativas de Água
CRAE	SABESP	SP	5.027.716	CMAE	Limeira	SP	71.781
CRAE	COPASA	MG	2.492.847	CMAE	Uberaba	MG	67.033
CRAE	SANEPAR	PR	1.913.973	SMAE	Volta Redonda	RJ	61.585
CRAE	CEDAE	RJ	1.486.488	SMAE	Blumenau	SC	60.962
CRAE	CORSAN	RS	1.434.020	SMAE	São Carlos	SP	60.579
CRAE	EMBASA	BA	1.429.833	CMAE	Campos dos Goytacazes	RJ	60.500
CRAE	COMPESA	PE	1.051.949	CRAE	CAER	RR	60.435
CRAE	SANEAGO	GO	919.231	SMAE	Marília	SP	59.277
CRAE	CASAN	SC	839.104	SMAE	Araraquara	SP	58.399
CRAE	CAGECE	CE	766.133	SMAE	Rio Claro	SP	57.132
CRAE	CAGEPA	PB	512.442	SMAE	Americana	SP	55.996
CRAE	CAERN	RN	418.139	SMAE	Governador Valadares	MG	55.069
CRAE	CESAN	ES	392.082	SMAE	Araçatuba	SP	54.391
CRAE	CAEMA	MA	388.536	CMAE	Niterói	RJ	53.191
CRAE	AGESPISA	PI	377.861	SMAE	Jacareí	SP	50.580
CRAE	COSANPA	PA	335.796	SMAE	Sumaré	SP	49.560
CRAE	CAESB	DF	324.799	SMAE	Sete Lagoas	MG	49.211
CRAE	DESO	SE	301.207	CRAE	CAESA	AP	46.941
CRAE	SANESUL	MS	254.039	SMAE	Santa Bárbara D'Oeste	SP	46.239
CRAE	CASAL	AL	248.081	SMAE	São Leopoldo	RS	46.174
SMAE	Porto Alegre	RS	244.600	SMAE	Várzea Grande	MT	40.894
SMAE	Guarulhos	SP	232.028	CMAE	Itabuna	BA	39.474
CMAE	Campinas	SP	205.257	SMAE	Moji-Guaçu	SP	37.751
SMAE	Santo André	SP	149.395	SMAE	Poços de Caldas	MG	37.740
SMAE	São Bernardo do Campo	SP	144.217	SMAE	Rondonópolis	MT	37.702
SMAE	Sorocaba	SP	139.899	SMAE	Itu	SP	36.998
SMAE	Uberlândia	MG	122.112	CMAE	Cachoeiro de Itapemirim	ES	35.126
SMAE	Cuiabá	MT	111.402	CMAE	Nova Friburgo	RJ	34.939
SMAE	Bauru	SP	101.157	SMAE	Catanduba	SP	34.222
SMAE	Piracicaba	SP	97.261	CMAE	Petrópolis	RJ	33.024
CMAE	Juiz de Fora	MG	87.092	SMAE	Barra Mansa	RJ	32.089
SMAE	Moji das Cruzes	SP	85.413	SMAE	Barretos	SP	31.806
SMAE	Mauá	SP	83.231	CMAE	Paranaguá	PR	31.191
SMAE	Caxias do Sul	RS	80.855	SMAE	Araras	SP	30.638
CMAE	Diadema	SP	76.366	SMAE	Araguari	MG	30.196
CMAE	Jundiaí	SP	74.724				

Quadro 8 - Empresas Selecionadas

CRAE: Companhias Regionais de Água e Esgoto; CMAE: Companhias Municipais de Água e Esgoto; SMAE: Serviços Municipais de Água e Esgoto.

Apêndice II – Descrição das Variáveis Utilizadas

Tipo	Variável	Descrição	Unidade
Output	Quantidade de Ligações Ativas de Água	Quantidade de ligações ativas de água à rede pública, providas ou não de aparelho de medição (hidrômetro), que contribuíram para o faturamento no último mês do ano.	Ligações
Output	Volume de Água Consumido	Volume de água consumido por todos os usuários, compreendendo o volume micromedido, o volume estimado para as ligações desprovidas de aparelho de medição (hidrômetro) e o volume de água tratada exportado.	1.000m ³ /ano
Output	Extensão da Rede de Água	Comprimento total da malha de distribuição de água, incluindo adutoras, subadutoras e redes distribuidoras e excluindo ramais prediais, operada pelo prestador de serviços no último mês do ano.	Km
Output	Quantidade de Ligações Ativas de Esgoto	Quantidade de ligações ativas de esgoto à rede pública que contribuíram para o faturamento no último mês do ano	Ligações
Input	Despesas de Exploração (DEX)	Valor anual das despesas realizadas para a exploração dos serviços, compreendendo Despesas com Pessoal, com Produtos Químicos, com Energia Elétrica, com Serviços de Terceiros, com Água Importada, Despesas Fiscais ou Tributárias Incidentes na DEX, além do item Outras Despesas de Exploração.	R\$/ano

Quadro 9 - Variáveis Selecionadas

Apêndice III - Quadros de Correlações e Regressões

Modelo Utilizado por Aida et al. (1998).

- Correlações

	INPUT	INPUT	INPUT	INPUT	INPUT	OUTPUT	OUTPUT	
	Quantidade Equivalente de Pessoal Total	Desp Explo Total (DEX) R\$/ano	Ativo Total	Pop Total Municípios Atendidos c/ Água	Extensão Rede de Água Km	Volume Água Consumido 1000 m3/ano	Receita Oper. Direta Água	
INPUT	Quantidade Equivalente de Pessoal Total	1	0,973247	0,071581	0,956236	0,922572	0,956232	0,967202
INPUT	Desp Explo Total (DEX) R\$/ano		1	0,042586	0,938019	0,877960	0,992010	0,990680
INPUT	Ativo Total			1	0,013718	0,011450	0,052681	0,050927
INPUT	Pop Total Municípios Atendidos c/ Água				1	0,923834	0,922616	0,918893
INPUT	Extensão Rede de Água Km					1	0,845688	0,890292
OUTPUT	Volume Água Consumido 1000m3/ano						1	0,981874
OUTPUT	Receita Operacional Direta Água							1

Quadro 10 - Correlações do Modelo Aida et al. (1998)

- Regressão Múltipla para variável dependente Volume Água Consumido

	Coeficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores
Interseção	-26630,397	11939,953	-2,2303602	0,03533327	-51273,2437	-1987,5497
Quantidade Equivalente de Pessoal Total	27,16720315	10,469574	2,5948719	0,01588746	5,55906923	48,77533706
Desp Explo Total (DEX) R\$/ano	0,000856755	0,0001461	5,8632628	0,00000477	0,000555173	0,001158337
Ativo Total Pop Total Municípios	-0,00010453	0,0003376	-0,3096203	0,75952201	-0,0008013	0,000592254
Atendidos c/ Água	-0,0057522	0,00687489	-0,8366940	0,41101855	-0,0199413	0,008436893
Extensão Rede de Água Km	-1,6091633	2,2928586	-0,7018153	0,48954493	-6,3413900	3,123063371

Quadro 11 - Regressão Múltipla do Modelo Aida et al. (1998) para Vol Água Consumido

- Regressão Múltipla para variável dependente Volume Água Consumido – constante zero

	Coeficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores
Interseção	0	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D
Quantidade Equivalente de Pessoal Total	27,69559427	11,268233	2,457847194	0,021256091	4,488250739	50,90293779
Desp Explo Total (DEX) R\$/ano	0,000902046	0,0001558	5,79039181	4,90274E-06	0,000581205	0,001222887
Ativo Total Pop Total Municípios	-0,0002657	0,0003550	-0,7483540	0,461229477	-0,0009969	0,00046551
Atendidos c/ Água	-0,0103917	0,0070543	-1,47311024	0,153201349	-0,0249203	0,004136827
Extensão Rede de Água Km	-1,9335369	2,4634281	-0,7848968	0,439889093	-7,0070584	3,139984665

Quadro 12 - Regressão Múltipla do Modelo Aida et al. (2001) para Vol Água Consumido com Constante Zero

- Regressão Múltipla para variável dependente Receita Operacional Água

	Coeficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores
Interseção	-23960041,9	10368556,2	-2,310837	0,029747558	-45359685,8	-2560398,10
Quantidade Equivalente de Pessoal Total	266,223	9091,69103	0,029282	0,976881837	-18498,10	19030,55
Desp Explo Total (DEX) R\$/ano	1,303	0,126891631	10,265360	0,000000003	1,04	1,56
Ativo Total Pop Total Municípios	0,060	0,293174011	0,206000	0,838528708	-0,54	0,67
Atendidos c/ Água	-17,734	5,970097233	-2,970532	0,006655087	-30,06	-5,41
Extensão Rede de Água Km	6111,041	1991,099426	3,069179	0,005262102	2001,62	10220,47

Quadro 13 - Regressão Múltipla do Modelo Aida et al. (1998) para Receita Operacional Água

- Regressão Múltipla para variável dependente Receita Operacional Água – constante zero

	Coeficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores
Interseção	0	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D
Quantidade Equivalente De Pessoal Total	741,6296197	9846,75786	0,0753171	0,940561854	-19538,13	21021,393
Desp Explo Total (DEX) R\$/ano	1,343337627	0,1361313	9,867952491	4,19018E-10	1,0629701	1,623705
Ativo Total Pop Total Municípios	-0,084605069	0,3102439	-0,2727051	0,787319877	-0,7235638	0,5543537
Atendidos c/ Água	-21,90870539	6,1644016	-3,5540685	0,001541259	-34,604519	-9,2128915
Extensão Rede de Água Km	5819,194353	2152,6694	2,7032457	0,012166465	1385,6919	10252,697

Quadro 14 - Regressão Múltipla do Modelo Aida et al. (2001) para Receita Operacional Água com Constante Zero

Apêndice IV – *Ranking* de Eficiência para DEA-CCR

O Quadro 15 abaixo é apenas para ilustrar as diferenças entre a abordagem CCR e a BCC.

Pos = posição, Cia = companhia, Efic. = percentual de eficiência.

Pos	Cia	Efic.	Pos	Cia	Efic.	Pos	Cia	Efic.	Pos	Cia	Efic.
1	C65	100,00	19	C45	52,08	37	C15	43,06	55	C50	35,10
1	C48	100,00	20	C19	51,80	38	C6	41,78	56	C31	35,02
1	C61	100,00	21	C38	51,31	39	C26	41,77	57	C67	34,58
1	C27	100,00	22	C43	50,97	40	C1	41,47	58	C4	33,23
1	C57	100,00	23	C53	50,61	41	C56	41,21	59	C33	32,84
6	C71	99,44	24	C7	50,39	42	C30	41,07	60	C54	32,35
7	C69	91,26	25	C41	47,97	43	C13	40,40	61	C20	32,00
8	C59	75,48	26	C46	47,42	44	C18	40,27	62	C62	31,09
9	C68	71,27	27	C2	47,27	45	C12	40,05	63	C25	30,71
10	C40	62,72	28	C8	47,19	46	C9	39,88	64	C21	29,06
11	C70	60,81	29	C47	46,90	47	C44	39,76	65	C14	28,06
12	C37	60,45	30	C60	45,84	48	C16	39,62	66	C24	27,97
13	C53	55,18	31	C64	45,56	49	C34	38,60	67	C36	26,06
14	C3	55,01	32	C66	44,93	50	C32	38,26	68	C22	25,20
15	C28	54,82	33	C11	44,63	51	C63	37,93	69	C23	21,70
16	C10	54,44	34	C51	44,06	52	C5	37,07	70	C35	19,50
17	C29	53,94	35	C58	43,72	53	C49	36,06	71	C17	18,64
18	C42	52,62	36	C55	43,51	54	C39	35,44			

Quadro 15 - *Ranking* de Eficiência – DEA-CCR Orientação para *Output*