



## Eficiência econômica dos quinze maiores bancos no Brasil, por Análise Envoltória de Dados - DEA<sup>1</sup>

*Economic Efficiency of the Fifteen Largest Banks in Brazil Using Data Envelopment Analysis (DEA)*

*Eficiencia económica de los quince mayores bancos en Brasil, mediante Análisis Envolvente de Datos (DEA)*

**Mara Regina Dos Santos REINEHR**

Universidade de Brasília (UnB), Brasil.

[mrreinehr@gmail.com](mailto:mrreinehr@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1112-8555>

**Pedro Lucas Santos ALVES**

Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Brasil.

[pedrolucas.santosalves@gmail.com](mailto:pedrolucas.santosalves@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1112-8555>

### RESUMO

Este trabalho verificou a eficiência econômica dos quinze maiores bancos no Brasil, considerando seu ativo total no período compreendido entre 2016 a 2019, através da Análise Envoltória de Dados, criando um "ranking" de eficiência. Foram utilizados dados das demonstrações contábeis da amostra contidos nos bancos de dados do Banco Central do Brasil e dos próprios bancos, definindo as variáveis inseridas no modelo. O modelo utilizado para análise foi o CCR, com a utilização das variáveis Índice de Eficiência, Custo Operacional e Nível de Depósitos para Input, e as variáveis Retorno Médio de Operações de Crédito, Retorno sobre o Patrimônio Líquido e Liquidez Imediata para Output. O resultado demonstrou que o banco mais eficiente para o período analisado, levando em consideração a média das eficiências de todos os períodos foi o Banco Safra, que apresentou maior índice de eficiência segundo o modelo DEA. Por outro lado, os bancos que se apresentaram ineficientes apresentaram menor índice de eficiência, ocupando assim as últimas posições do "Ranking", dentre os quais se apresentam Bnp Paribas, Abc Brasil, Banrisul, J. P. Morgan e Banco Do Brasil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Eficiência. Bancos. DEA.

### SUMMARY

This work verified the economic efficiency of the fifteen largest banks in Brazil, considering their total assets in the period between 2016 and 2019, through Data Envelopment Analysis, creating a "ranking" of efficiency. There were used data from the financial statements of the sample contained in the databases of the Central Bank of Brazil and the banks themselves,

<sup>1</sup> DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14902777> • Histórico do artigo: • Recepção: 2º semestre de 2023 • Aprovação: 1º semestre 2024 • Publicado: 1º semestre 2025.

defining the variables inserted in the model. The model used for analysis was the CCR, using the various Efficiency Index, Operating Cost and Deposit Level for Input, and the variables Average Return on Credit Operations, Return on Equity and Immediate Liquidity for Output. The result showed that the most efficient bank for the period analyzed, taking into account the average of the efficiencies of all periods was the Banco Safra, which presented higher efficiency index according to the DEA model. On the other hand, the banks that were inefficient had a lower efficiency index, thus occupying the last positions of the "Ranking", among which are Bnp Paribas, Abc Brasil, Banrisul, J. P. Morgan and Banco Do Brasil.

**KEYWORDS:** Efficiency. Banks. DEA.

## RESUMEN

Este trabajo verificó la eficiencia económica de los quince mayores bancos de Brasil, considerando sus activos totales en el período comprendido entre 2016 y 2019, a través del Análisis Envolvente de Datos, creando un "ranking" de eficiencia. Foram utilizó datos de los estados financieros de la muestra contenidos en las bases de datos del Banco Central de Brasil y de los propios bancos, definiendo las variables insertadas en el modelo. El modelo utilizado para el análisis fue el CCR, utilizando los diversos Índice de Eficiencia, Costo Operativo y Nivel de Depósito para Insumos, y las variables Retorno Promedio de Operaciones de Crédito, Retorno sobre Fondos Propios y Liquidez Inmediata para Producción. El resultado mostró que el banco más eficiente para el período analizado, teniendo en cuenta el promedio de las eficiencias de todos los períodos fue el Banco Safra, que presentao mayor índice de eficiencia según el modelo DEA. Por otro lado, los bancos que eran ineficientes tenían un índice de eficiencia más bajo, ocupando así las últimas posiciones del "Ranking", entre las que se encuentran Bnp Paribas, Abc Brasil, Banrisul, J. P. Morgan y Banco Do Brasil.

**PALABRAS CLAVE:** Eficiencia. Bancos. DEA.

## 1. INTRODUÇÃO

A indústria financeira tem um papel importante para a economia do Brasil, pois tem sua função instituída através da intermediação financeira que são indispensáveis para diversos agentes econômicos. O banco, é concebido como uma instituição financeira com finalidade de lucros, em que tem como objetivo central, duas funções principais: a promoção de mecanismos de pagamentos dentro de uma sociedade, e a recepção de recursos financeiros dos agentes econômicos superavitários para transferência aos agentes carentes de liquidez, pois captam os recursos de poupadore e aplicadores e os repassam para tomadores de empréstimos e financiamentos, de forma a visar o lucro (ASSAF NETO, 2012).

A análise de demonstrações contábeis descreve a atual posição econômico-financeira de uma organização, assim como os eventos que determinarão sua evolução como as projeções e tendências futuras, tendo como base as informações fornecidas. Estas informações atendem as necessidades e os objetivos dos usuários da contabilidade, como: empregados, credores, investidores, concorrentes, governo, entre outros, sendo possível utilizá-las para tomada de decisão (ASSAF NETO, 2012).

A análise de eficiência é utilizada para verificar se as atividades de uma determinada organização estão apresentando os resultados esperados dentro do planejado, e o objetivo, no

momento da utilização desse método, segundo Nascimento e Reginato (2007), é a garantia de que os recursos não estão sendo desperdiçados com atividades que não se relacionam com os objetivos organizacionais, comprometendo o alcance dos resultados planejados.

Assim, realizar uma análise utilizando-se de distintas técnicas, com a utilização de mecanismos que sejam capazes de mensurar a eficiência através de indicadores, torna o processo analítico mais assertivo, no sentido de que são realizadas para prever o desempenho de uma organização evidenciando tendências futuras (LOPES, 2002).

A utilização do modelo DEA com indicadores econômico-financeiros pode ser vista em alguns trabalhos científicos, como o de Doumpos e Cohen (2014), que buscou analisar a eficiência na administração do setor público de um grupo de municípios gregos, baseando-se em indicadores econômico-financeiros, obtendo as estimativas de eficientes e analisando posteriormente um modelo de regressão.

O estudo apresentado por Périco e Rebelatto (2008), analisaram a eficiência dos maiores bancos através da Análise Envoltória de Dados, em que se apresentou a eficiência dos maiores bancos comerciais instalados no país.

Neste sentido, o objetivo desta pesquisa é verificar a eficiência econômica dos quinze maiores bancos no Brasil, considerando seu ativo total no período compreendido entre 2016 a 2019, através da Análise Envoltória de Dados, criando um “ranking” de eficiência.

A Análise Envoltória de Dados – DEA baseia-se em uma abordagem de programação linear que busca medir o grau de eficiência produtiva, denominadas unidades tomadoras de decisão “Decision Making Units” – DMU’s, considerando os recursos de que se dispõe inputs com os resultados alcançados outputs (CHARNES et al., 1994). Essa metodologia é utilizada quando se tem o objetivo de hierarquizar as empresas analisadas, levando em consideração o melhor desempenho dentro do grupo (DOUMPOS; COHEN, 2014).

## **2. ASPECTOS METODOLÓGICOS**

Este trabalho trata-se de uma pesquisa aplicada, de natureza quantitativa e documental, pois realiza exames de documentos públicos disponíveis e de fácil acesso. Este trabalho utilizou-se de dados das demonstrações contábeis dos Bancos contidos no site do Banco Central do Brasil e dos próprios bancos que contemplam a amostra da pesquisa. Quanto aos fins, é descritiva já que caracteriza algo em que o conhecimento prévio já é definido, podendo ser pré planejada e estruturada (GIL, 2002).

Segundo o Banco Central do Brasil (2020), o Sistema Financeiro Nacional [SFN] conta com bancos cadastrados no sistema, e os dividem em subsistemas normativos e de intermediação. O subsistema normativo determina as regras gerais para o bom funcionamento do SFN e é parte integrante deste subsistema o CMN [Conselho Monetário Nacional]. Já o subsistema de intermediação é compreendido por sistemas operadores e supervisores, que trabalham para que integrantes do sistema financeiro e cidadãos sigam as regras definidas pelos órgãos normativos e lidam direto com o público, realizando o papel de intermediário financeiro (BCB, 2020).

Os critérios adotados para seleção da amostra e melhor aderência ao modelo DEA foram os bancos que atuam no mesmo segmento e possuem os maiores valores de ativos. Assim, caracterizando a amostra tem-se a lista dos 15 maiores bancos do Brasil considerando o valor total do Ativo, conforme demonstra a Tabela 1.

**Tabela 1 – Os 15 maiores bancos no Brasil em Ativos Totais**

Número	Banco	Nomeação para DMU	Origem	Ativo Total (Em milhões)
1	ITAÚ-UNIBANCO	Banco 1	Brasil	1.649.613,4
2	BANCO DO BRASIL	Banco 2	Brasil	1.417.143,7
3	BRADESCO	Banco 3	Brasil	1.287.292,1
4	CAIXA	Banco 4	Brasil	1.264.055,1
5	SANTANDER	Banco 5	Brasil	805.819,3
6	SAFRA	Banco 6	Brasil	182.166,9
7	BTG PACTUAL	Banco 7	Brasil	137.646,4
8	VOTORANTIM	Banco 8	Brasil	101.821,4
9	BANRISUL	Banco 9	Brasil	77.427,9
10	CITIBANK	Banco 10	EUA	74.707,9
11	BANCO DO NORDESTE	Banco 11	Brasil	58.629,0
12	J. P. MORGAN	Banco 12	EUA	49.949,3
13	BNP PARIBAS	Banco 13	França	43.936,7
14	ABC BRASIL	Banco 14	Bahrain	32.728,8
15	SOCIÉTÉ GÉNÉRALE BRASIL	Banco 15	França	31.062,0

Fonte: Resultados originais da pesquisa

É entendido que as ferramentas utilizadas para análise são uma junção de informações relevantes em que se destacam pontos fortes e fracos da determinada organização. Neste sentido, o modelo DEA (Análise Envoltória de Dados) tem como objetivo medir a eficiência de uma DMU.

O método utilizado para o cálculo de eficiência baseia-se em uma abordagem de programação linear que busca medir o grau de eficiência produtiva entre várias empresas, denominadas unidades tomadoras de decisão – “Decision Making Units” –

DMU's, considerando os recursos de que se dispõe "inputs" com os resultados alcançados "outputs" (RAY, 2004).

O modelo DEA utiliza-se de vários indicadores para análise de desempenho de empresas. A seleção de variáveis introduzidas deve ser orientada pelo seguinte critério: conter informações necessárias e que não tenha sido incluída em outras variáveis; possuir relação com pelo menos um dos objetivos da aplicação; possuir dados confiáveis e, por fim, se explica a eficiência da DMU (CHARNES et al., 1994).

Quando se trata de eficiência, o conceito de produtividade está intrinsecamente relacionado. Para o entendimento de como os ganhos de escala diferenciam os modelos de DEA, se faz necessário esclarecer os conceitos de eficiência empregados. De acordo com Mariano (2008) há diversos tipos de eficiência de uma DMU, definidos como eficiência econômica, produtiva, alocativa, de escala, e técnica, conforme a definição a seguir:

(i) Eficiência produtiva: se refere à habilidade de evitar desperdícios produzindo tantos resultados quanto os recursos utilizados permitirem ou utilizando o mínimo de recursos possíveis para aquela produção;

(ii) Eficiência de escala: é o componente da eficiência produtiva associado às variações de produtividade decorrentes das mudanças na escala de operação;

(iii) Eficiência técnica: é o componente da eficiência produtiva que resulta quando são isolados os efeitos da eficiência de escala. A ineficiência técnica está associada à habilidade gerencial dos gestores;

(iv) Eficiência econômica: capacidade de uma DMU de evitar a escassez e ao mesmo tempo maximizar a satisfação humana.

(v) Eficiência alocativa: capacidade de uma DMU alocar seus recursos

Após definição do modelo e orientação, foram encontradas as aplicações de técnica DEA, ou seja, a relação entre quantidade de variáveis e quantidade de DMUs, que foram os indicadores de desempenho desta pesquisa. Com a definição da população amostra, tornou-se necessário determinar o modelo DEA a ser utilizado, bem como os outputs e inputs.

Quanto a classificação dos modelos DEA segundo sua orientação, modelos orientados para a minimização de input (insumo) a eficiência é calculada através da máxima redução de input para uma mesma produção de output (produtos); já para modelos orientados para a maximização de output (produtos), o índice é calculado através da máxima expansão do output

(produtos) dado uma quantidade de input (insumo) utilizada (BELLONI, 2000).

O que difere os modelos CCR e modelos BCC são as variáveis “v” para orientação a input e “u” para orientações a output. Essas duas variáveis representam os retornos variáveis de escala, podendo assumir valores negativos ou positivos. Dito isso, os indicadores calculados pelos modelos BCC e CCR, podem ser analisados considerando as seguintes características:

O indicador de eficiência do Modelo BCC equivale a uma medida de eficiência técnica (ET), visto que está depurado dos efeitos de escala de produção;

O indicador de eficiência do Modelo CCR sugere uma medida de produtividade global, denominada de indicador de eficiência produtiva (EP) (KASSAI, 2002).

A eficiência produtiva, segundo Mariano (2008), tem relação direta com a habilidade de evitar desperdícios, devendo-se considerar o maior número de outputs possíveis com a utilização do mínimo de inputs. Os motivos podem ser de causa técnica ou de escala. Assim, a eficiência produtiva é o produto da eficiência técnica pela eficiência de escala.

O modelo definido para a utilização das variáveis foi o modelo CRS (Constant Returns to Scale), também conhecido como CCR em referência aos três autores do trabalho seminal: Charnes, Cooper e Rhodes em 1978. Este modelo trabalha com retornos constantes de escala, em que qualquer variação nos insumos leva a uma variação proporcional nos produtos. O motivo central deste modelo ser escolhido se dá pelo fato de buscar a eficiência a partir de alterações (reduções) nos níveis de input (insumos), mantendo constante o nível de produto output, considerando o retorno constante de escala. Deste modo, este modelo permite uma avaliação objetiva da eficiência global, identificando fontes e a estimativa de montantes das ineficiências identificadas na análise, assumindo proporcionalidade entre inputs e outputs (PÉRICO; REBELLATO; SANTANA, 2008).

### **3. ESCOLHA DAS VARIÁVEIS DE INPUT E OUTPUT**

Os indicadores econômicos e financeiros demonstram a situação da empresa de forma detalhada em determinado momento, possibilitando que a administração tome decisões voltadas às necessidades da organização, pois ao ser realizado acompanhamento destes indicadores, é possível identificar as alterações patrimoniais da organização, possibilitando a tomada de decisão de forma assertiva e adequada, devendo estes serem disponibilizados de forma clara e de fácil entendimento (PADOVEZE, 2014).

Para este trabalho, foram utilizados como variáveis de input, o Índice de Eficiência (IE), Custo Operacional (CO) e Nível

de Depósitos (ND). Para Outputs, foram utilizados o Retorno Médio de Operações de Crédito (RMOC), o Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE) e a Liquidez Imediata (LI).

Como todo negócio, o banco tem por objetivo maximizar a riqueza de seus proprietários pelo estabelecimento de uma adequada relação risco/retorno. Os principais índices de análise de rentabilidade adaptados à atividade bancária são os apresentados pelos índices básicos (Retorno sobre o Patrimônio Líquido, Retorno sobre o Investimento total e Margem Líquida). Os índices de rentabilidade, envolvem relações entre o ROA, ROE e ROI (ASSAF NETO, 2015).

Quando se trata de índices de rentabilidade, entende-se que sua função é medir o lucro que está sendo alcançado por meio dos investimentos realizados na organização (REIS, 2003). Os índices de lucratividade analisam o lucro que a empresa apresenta em determinado período confrontando as vendas e os ativos da organização ou os investimentos realizados pelos seus sócios (GITMAN, 2008).

Segundo Assaf Neto (2015), uma determinada instituição financeira é considerada solvente quando o valor de seus ativos ultrapassa o valor dos passivos de diferentes naturezas, compondo um patrimônio líquido definido como excedente. A liquidez dos bancos mostra a capacidade que a instituição financeira tem de realizar atendimento imediato às demandas de recursos de caixa, mostrando a habilidade de gerar caixa de forma que atenda de modo adequado suas obrigações. Os índices de liquidez são classificados como: Liquidez Corrente, Liquidez Seca, Liquidez Imediata e Liquidez Geral.

Encerrada a apresentação dos índices utilizados para essa pesquisa, a definição das variáveis para compor o modelo foram feitas segundo os conceitos e as recomendações levantadas. Os índices utilizados para inserção no modelo DEA foram selecionados a partir deste pressuposto e apresentam-se, nas Tabelas a seguir.

**Tabela 2 – Índices utilizados para Inputs**

BANCO	INPUTS											
	ÍNDICE DE EFICIÊNCIA [IE]				CUSTO OPERACIONAL [CO]				NÍVEL DE DEPÓSITOS [ND]			
	201 6	201 7	201 8	201 9	201 6	201 7	201 8	201 9	201 6	201 7	201 8	201 9
ITAÚ-	5,6	3,3	0,1	0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,08	0,1	0,1
UNIBANCO	502	117	350	708	112	146	129	016	780	62	866	922
BANCO DO	0,1	0,0	0,0	0,1	0,02	2,01	1,86	0,02	0,2	22,3	0,3	0,3
BRASIL	063	985	912	554	751	188	301	455	816	866	121	157
BRADESCO	0,1	0,1	0,1	0,4	0,02	0,03	0,03	0,02	0,1	0,13	0,1	0,1
	590	593	735	208	646	326	184	975	752	80	657	650
CAIXA	0,1	0,1	0,1	0,2	0,00	0,27	0,25	0,02	0,0	3,27	0,0	0,0
	048	244	735	163	806	211	636	551	977	38	573	444
SANTANDER	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,02	0,02	0,02	0,2	0,12	0,1	0,1
	003	094	150	152	230	497	609	223	774	29	368	302
SAFRA	0,1	0,1	0,1	0,2	0,01	0,01	0,01	0,02	0,0	0,07	0,0	0,0
	459	821	906	515	496	753	873	289	569	04	008	015
BTG PACTUAL	0,0	0,0	0,1	0,1	0,00	0,01	0,00	0,00	0,0	0,10	0,1	0,1
	217	084	775	249	613	694	518	621	998	22	451	263
VOTORANTIM	0,3	0,3	0,1	0,1	0,01	0,01	0,02	0,02	0,0	0,00	0,0	0,1
	618	233	298	616	842	846	540	695	033	02	966	469
BANRISUL	0,2	0,2	0,2	0,2	0,04	0,04	0,05	0,01	0,2	0,19	0,2	0,6
	292	278	634	776	609	811	031	127	061	83	388	627
CITIBANK	0,2	0,2	0,1	0,0	0,03	0,04	0,02	0,01	0,1	0,18	0,2	0,2
	371	627	301	520	923	344	607	567	682	33	368	186
BANCO DO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,05	0,05	0,05	0,05	0,3	0,40	0,1	0,1
NORDESTE	878	258	535	123	951	423	470	141	570	03	150	001
J. P. MORGAN	0,3	0,1	0,1	0,0	0,03	0,02	0,02	0,02	0,3	0,15	0,0	0,0
	284	247	168	628	188	222	659	217	141	09	707	775
BNP PARIBAS	0,0	0,0	0,1	0,1	0,00	0,01	0,01	0,01	0,1	0,15	0,0	0,1
	432	786	057	430	954	191	484	072	178	14	887	016
ABC BRASIL	0,2	0,2	0,0	0,0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,2	0,19	0,1	0,1
	007	011	095	358	175	202	202	061	374	65	795	437
SOCIÉTÉ GÉNÉRALE	0,1	0,1	0,2	0,0	0,01	0,00	0,01	0,03	0,0	0,02	0,0	0,0
BRASIL	108	991	681	059	627	935	329	818	311	92	296	138

Fonte: Dados Originais da Pesquisa

**Tabela 3 – Índices utilizados para Output**

BANCOS	ÍNDICE DE RETORNO MÉDIO DAS OP. DE CRÉDITO (RMOC)				ÍNDICE DE RETORNO SOBRE O PL (ROE)				ÍNDICE DE LIQUIDEZ IMEDIATA (LI)			
	201 6	201 7	2018	2019	201 6	201 7	201 8	201 9	201 6	201 7	201 8	201 9
ITAÚ-UNIBANCO	0,3 212	0,30 49	0,274 4	0,261 7	0,1 872	0,1 888	0,17 33	0,18 61	0,02 472	0,0 236	0,0 412	0,0 315
BANCO DO BRASIL	0,5 827	0,46 54	0,465 9	0,685 3	0,0 921	0,1 115	0,12 58	0,16 73	0,01 275	0,0 134	0,0 131	0,0 131
BRADESCO	0,3 727	0,40 73	0,511 4	0,489 2	0,1 166	0,0 985	0,15 76	0,16 89	0,01 695	0,0 204	0,0 238	0,0 223
CAIXA	2,1 169	0,68 13	0,664 5	0,627 0	0,0 650	0,1 755	0,12 86	0,26 11	0,01 606	0,1 684	0,0 136	0,0 182
SANTANDER	0,2 646	0,11 61	0,549 5	0,494 8	0,0 514	0,0 307	0,18 65	0,20 32	0,83 254	0,0 248	0,0 214	0,0 165
SAFRA	0,2 044	0,17 35	0,219 5	0,233 9	0,1 786	0,1 960	0,18 20	0,18 61	0,00 446	0,0 051	0,0 060	0,0 113
BTG PACTUAL	0,3 790	0,24 73	0,172 8	0,169 6	0,1 929	0,1 119	0,06 80	0,17 59	0,00 274	0,0 1	0,0 8	0,0 1
VOTORANTIM	0,3 455	0,37 98	0,395 9	0,381 7	0,0 300	0,0 594	0,11 32	0,13 86	0,00 284	0,0 7	0,0 9	0,0 9
BANRISUL	0,7 155	0,65 69	0,630 9	0,053 3	0,1 024	0,1 497	0,14 41	0,04 11	0,03 476	0,0 6	0,0 5	0,0 8
CITIBANK	0,2 697	0,31 70	0,244 3	0,249 0	0,1 139	0,0 963	0,18 79	0,19 92	0,01 630	0,0 3	0,1 6	0,0 3
BANCO DO NORDESTE	0,4 305	0,47 81	0,443 6	0,531 6	0,2 177	0,1 925	0,17 49	0,32 00	0,01 116	0,0 7	0,0 0	0,0 5
J. P. MORGAN	0,2 106	0,23 94	0,109 8	0,111 9	0,0 906	0,0 597	0,05 39	0,11 56	0,03 782	0,0 5	0,0 8	0,0 3
BNP PARIBAS	0,0 801	0,12 62	0,332 3	0,079 0	0,0 869	0,1 233	0,13 04	0,06 03	0,00 159	0,0 0	0,0 4	0,0 5
ABC BRASIL	0,2 317	0,21 16	0,211 6	0,184 7	0,1 405	0,1 275	0,11 41	0,13 08	0,00 057	0,0 5	0,0 2	0,0 0
SOCIÉTÉ GÉNÉRAL E BRASIL	4,8 861	0,23 07	0,109 9	0,498 3	0,0 168	0,0 296	0,02 36	0,07 65	0,00 549	0,0 5	0,0 3	0,0 0

Fonte: Dados Originais da Pesquisa

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de dados, após a definição das variáveis de input e output, seguindo os critérios de leitura do software SIAD, apresentados na seção anterior, os resultados obtidos valendo-se da Análise Envoltória de Dados - DEA, com orientação CCR para input, foi apresentado pelo software uma fronteira de eficiência que segundo Ferreira e Gomes (2009), é uma técnica de programação matemática com o objetivo de medir a eficiência em termos de distância de cada DMU da fronteira de eficiência.

A distância da fronteira é entendida como meta de melhoria para cada DMU ineficiente analisada, mostrando quanto ela precisa atingir para melhorar seus resultados e chegar à eficiência. Deste modo, a fronteira de eficiência nos anos que compreendem de 2016 a 2019 e que contemplará esta seção, estão apresentados na Tabela 4.

DMU'S	Escore de Eficiência Padrão nos anos de 2016 a 2019			
	2016	2017	2018	2019
ITAU-				
UNIBANCO	100%	100%	100%	100%
BANCO DO				
BRASIL	48%	16%	33%	91%
BRADESCO	39%	80%	76%	55%
CAIXA	51%	26%	100%	100%
SANTANDER	100%	50%	100%	100%
SAFRA	100%	100%	100%	100%
BTG				
PACTUAL	100%	100%	63%	100%
VOTORANTIM	100%	100%	84%	55%
BANRISUL	51%	90%	62%	18%
CITIBANK	33%	44%	100%	100%
BANCO DO				
NORDESTE	32%	63%	89%	100%
J. P. MORGAN	17%	63%	27%	61%
BNP PARIBAS	37%	100%	100%	32%
ABC BRASIL	38%	100%	100%	98%
SOCIÉTÉ				
GÉNÉRALE				
BRASIL	100%	100%	53%	100%
Eficientes	6	7	7	8
Ineficientes	9	8	8	7

Tabela 4 – Fronteira de Eficiência Padrão no período de 2016 a 2019

Fonte: Dados originais da pesquisa

A tabela de eficiência da fronteira padrão mostra quais instituições foram eficientes no período analisado, onde se percebe que do total de instituições analisadas, em 2016 apenas 6 foram eficientes, sendo eles os bancos Itaú, Santander, Safra,

BTG Pactual, Votorantim e Générale Brasil. Em 2017 e 2018 foram eficientes os bancos Itaú, Safra, BTG, Votorantim, BNP Paribás, ABC Brasil, e Société Générale Brasil. Para 2019 o total de DMU's eficientes subiu para 8, descritos na mesma tabela. Neste período, o destaque se dá para as DMU's definidas pelos Bancos Itaú e Safra se mostraram eficientes nos 4 períodos analisados.

Deste modo, é possível sugerir que de todos os bancos analisados, estes dois foram eficientes ao conseguirem minimizar os consumos de insumos, pois atingiram 100% de eficiência e desta forma se tornaram benchmarking para os demais. Entretanto, não é possível ainda sugerir uma única DMU eficiente, pois ainda existem outras formas de análise.

Assim, uma forma de observância diferenciada dos dados obtidos, é através da fronteira invertida, que segundo Almeida et al. (2007), surgiu a partir da necessidade de definição de um modelo que calculasse qual DMU seria mais eficiente entre as consideradas eficientes pela fronteira padrão.

Outro estudo apresentado, Mello et al. (2005), sugerem a utilização da fronteira de eficiência invertida para divergir DMU's que se apresentaram em primeira análise como eficientes, mas que podem apresentar uma falsa eficiência. Neste sentido, apresenta-se a seguir a Tabela 5 com a eficiência invertida das DMU's no período analisado.

**Tabela 5 – Eficiência Invertida no período de 2016 a 2019**

DMU	Escore de Eficiência Invertida nos anos de 2016 a 2019			
	2016	2017	2018	2019
ITAU-UNIBANCO	100%	100%	79%	30%
BANCO DO BRASIL	100%	100%	100%	88%
BRADESCO	72%	16%	47%	89%
CAIXA	51%	100%	24%	41%
SANTANDER	100%	22%	33%	39%
SAFRA	58%	29%	37%	67%
BTG PACTUAL	29%	9%	100%	17%
VOTORANTIM	100%	43%	51%	86%
BANRISUL	94%	15%	73%	100%
CITIBANK	100%	30%	100%	31%
BANCO DO NORDESTE	100%	31%	31%	69%
J. P. MORGAN	100%	32%	100%	100%
BNP PARIBAS	100%	41%	32%	100%
ABC BRASIL	100%	100%	100%	44%
SOCIÉTÉ GÉNÉRALE BRASIL	100%	46%	100%	100%
<hr/>				
Eficientes	10	3	6	4

Ineficientes	5	12	9	11
--------------	---	----	---	----

Fonte: Dados Originais da pesquisa

Levando em consideração o mesmo raciocínio da análise anterior, observou-se que na fronteira invertida o resultado modificou-se, apresentando então no ano de 2016 como eficientes as DMU's representadas pelos Banco Itaú, Banco do Brasil, Santander, Votorantim, citibank, Banco do Nordeste, J.P. Morgan, BNP Paribás, ABC Brasil e Société Générale Brasil. No ano de 2017 as DMU's representadas pelos Bancos Itaú, Banco do Brasil e ABC Brasil. Para o ano de Brasil, BTG Pactual, Citibank, J.P. Morgan, ABC Brasil e Société Générale Brasil. E, no ano de 2019, foram eficientes os Bancos Banrisul, J.P. Morgan, BNP Paribás e Société Générale Brasil. Ao contrário da análise anterior, nenhuma DMU se apresentou eficiente nos quatro anos, contrariando o resultado apresentado na Tabela 5. O software SIAD.v.3 permite, pelas suas análises, identificar as DMU's que desempenharam otimização eficiente. O índice de eficiência composta é uma forma de auferir a eficiência das DMU's considerando a fronteira invertida com a eficiência padrão (Angulo-Meza et al., 2005). A Tabela 6, traz a eficiência das DMU's de acordo com a fronteira composta.

**Tabela 6** – Eficiência Composta no período de 2016 a 2019

DMU	Escore de Eficiência Composta nos anos de 2016 a 2019			
	2016	2017	2018	2019
ITAÚ-UNIBANCO	50%	50%	61%	85%
BANCO DO BRASIL	24%	8%	17%	51%
BRADESCO	34%	82%	65%	33%
CAIXA	50%	13%	88%	80%
SANTANDER	50%	64%	84%	80%
SAFRA	71%	86%	82%	67%
BTG PACTUAL	85%	96%	32%	91%
VOTORANTIM	50%	78%	67%	35%
BANRISUL	28%	88%	45%	9%
CITIBANK	16%	57%	50%	84%
BANCO DO NORDESTE	16%	66%	79%	65%
J. P. MORGAN	9%	66%	13%	30%
BNP PARIBAS	18%	80%	84%	16%
ABC BRASIL	19%	50%	50%	77%
SOCIÉTÉ GÉNÉRALE BRASIL	50%	77%	26%	50%
<hr/>				
Eficientes	0	0	0	0
Ineficientes	15	15	15	15

Fonte: Dados originais da pesquisa

Um dos objetivos deste trabalho é apresentar uma classificação de eficiência para as instituições analisadas. Neste sentido, para que se apresentasse um ranking de eficiência que atendesse aos critérios propostos pelo objetivo deste estudo, e aliasse aos dados de todo o período para um único resultado, foi necessário apresentar uma média de eficiência das DMU's, de todo o período analisado. Uma das formas de se elaborar um ranking de eficiência a partir da média é avaliando a eficiência normalizada, cuja será singular para cada empresa (MEZA et al., 2005).

A fronteira normalizada permite estabelecer entre todas as DMUs uma única DMU considerada a mais eficiente de todas, sendo possível então, definir entre os quinze bancos analisados, qual deles é o mais eficiente, de forma que esta fronteira dispõe desta informação por intermédio de cálculos mais elaborados (NEVES JÚNIOR et al., 2012). A Tabela 7 apresenta a eficiência normalizada do período compreendido pela análise.

**Tabela 7 – Eficiência Normalizada no período de 2016 a 2019**

DMU	Escore de Eficiência Normalizada nos anos de 2016 a 2019			
	2016	2017	2018	2019
ITAU-UNIBANCO	59%	52%	69%	93%
BANCO DO BRASIL	28%	8%	19%	56%
BRADESCO	40%	86%	74%	36%
CAIXA	59%	14%	100%	87%
SANTANDER	59%	67%	95%	88%
SAFRA	83%	90%	93%	73%
BTG PACTUAL	100%	100%	36%	100%
VOTORANTIM	59%	82%	76%	38%
BANRISUL	33%	92%	51%	10%
CITIBANK	19%	60%	57%	92%
BANCO DO NORDESTE	19%	69%	90%	72%
J. P. MORGAN	10%	69%	15%	33%
BNP PARIBAS	22%	83%	96%	17%
ABC BRASIL	22%	52%	57%	84%
SOCIÉTÉ GÉNÉRALE				
BRASIL	59%	81%	30%	55%
Eficientes	1	1	1	1
Ineficientes	14	14	14	14

Fonte: Dados originais da pesquisa

Com esta análise, pode-se observar que os resultados modificaram-se de forma surpreendente, pois apenas uma instituição para cada ano demonstrou-se eficiente. Deste modo, estes resultados possibilitaram identificar as DMU's que desempenharam otimização eficiente. De acordo com a Tabela 7 a DMU representada pelo banco BTG Pactual apresentou

eficiência nos anos de 2016, 2017 e 2019, deixando apenas o ano de 2018 para o banco Caixa.

No entanto, para elaborar um ranking de eficiência, utilizou-se a média nos anos analisados para efetuar um meio de desempate entre as consideradas eficientes. A Tabela 8 apresenta a média de eficiência.

**Tabela 8** – Média da Eficiência

DMU	Escore de Eficiência Normalizada nos anos de 2016 a 2019				MÉDIA
	2016	2017	2018	2019	
ITAÚ-					
UNIBANCO	59%	52%	69%	93%	68%
BANCO DO					
BRASIL	28%	8%	19%	56%	28%
BRADESCO	40%	86%	74%	36%	59%
CAIXA	59%	14%	<b>100%</b>	87%	65%
SANTANDER	59%	67%	95%	88%	77%
SAFRA	83%	90%	93%	73%	85%
BTG PACTUAL	<b>100%</b>	<b>100%</b>	36%	<b>100%</b>	84%
VOTORANTIM	59%	82%	76%	38%	64%
BANRISUL	33%	92%	51%	10%	47%
CITIBANK	19%	60%	57%	92%	57%
BANCO DO					
NORDESTE	19%	69%	90%	72%	62%
J. P. MORGAN	10%	69%	15%	33%	32%
BNP PARIBAS	22%	83%	96%	17%	54%
ABC BRASIL	22%	52%	57%	84%	54%
SOCIÉTÉ					
GÉNÉRALE					
BRASIL	59%	81%	30%	55%	56%
Eficientes	1	1	1	1	0
Ineficientes	14	14	14	14	0

Fonte: Dados Originais da pesquisa

A partir da Tabela 8 foi possível elaborar então o ranking de eficiência das DMU's analisadas no período de 2016 a 2019. A utilização do modelo DEA contribuiu para esta análise, no sentido de que ao se incorporar julgamentos de valores de decisão aos modelos, obtém-se resultados que podem ser comparáveis aos encontrados por outros meios de análise tradicional. A vantagem na utilização do DEA, é que o modelo requer menos informações, provendo avaliação mais assertiva de análise. O ranking é apresentado na Tabela 9.

**Tabela 9 – Ranking de Eficiência nos anos de 2016 a 2019**

		2016		2017		2018		2019		MÉDIA
1 °	BTG PACTU AL	10 0%	BTG PACTU AL	10 0%	CAIXA BNP PARIBAS	100 %	BTG PACTUAL ITAU UNIBANCO	100 %	SAFRA BTG PACTUAL	85 %
2 °	SAFRA ITAU	83 %	BANRI SUL	92 %	BNP PARIBAS	96 %	ITAU UNIBANCO	93 %	BTG PACTUAL	84 %
3 °	UNIBA NCO	59 %	SAFRA BRADE	90 %	SANTAN DER	95 %	CITIBANK SANTANDER	92 %	SANTANDER ITAU UNIBANCO	77 %
4 °	CAIXA	59 %	SCO	86 %	SAFRA BANCO DO	93 %	SANTANDER	88 %	ITAU UNIBANCO	68 %
5 °	SANTA NDER VOTO	59 %	PARIB AS	83 %	NORDES TE	90 %	CAIXA	87 %	CAIXA	65 %
6 °	RANTI M SOCIE TÉ GÉNÉ RALE	59 %	RANTI M	82 %	VOTORA NTIM	76 %	ABC BRASIL	84 %	VOTORANT IM	64 %
7 °	BRASI L	59 %	RALE BRASIL BANCO	81 %	BRADES CO	74 %	SAFRA	73 %	BANCO DO NORDESTE	62 %
8 °	BRADE SCO	40 %	NORD ESTE J. P.	69 %	UNIBAN CO	69 %	BANCO DO NORDEST E	72 %	BRADESCO	59 %
9 °	BANRI SUL BANCO	33 %	MORG AN	69 %	CITIBAN K	57 %	BANCO DO BRASIL	56 %	CITIBANK	57 %
10 °	DO BRASI L	28 %	SANTA NDER	67 %	ABC BRASIL	57 %	SOCIETÉ GÉNÉRAL E BRASIL	55 %	GÉNÉRALE BRASIL	56 %
11 °	ABC	22 %	CITIBA NK	60 %	BANRISU L	51 %	VOTORANTIM	38 %	BNP PARIBAS	54 %
12 °	BRASI L	22 %	ITAU	52 %	PACTUA L	36 %	BRADESCO	36 %	ABC BRASIL	54 %
13 °	PARIB AS	19 %	UNIBA NCO	52 %	SOCIETÉ GÉNÉRA					
14 °	CITIBA NK BANCO	19 %	ABC BRASIL	52 %	LE BRASIL	30 %	J. P. MORGAN	33 %	BANRISUL	47 %
15 °	DO NORD ESTE	19 %	CAIXA BANCO	14 %	BANCO DO BRASIL	19 %	BNP PARIBAS	17 %	J. P. MORGAN	32 %
16 °	J. P. MORG AN	10 %	DO BRASIL	8%	MORGAN	15 %	BANRISUL	10 %	BANCO DO BRASIL	28 %

Fonte: Dados originais da pesquisa

De acordo com os dados apresentados no ranking, percebe-se que o banco mais eficiente no ano de 2016 foi o representado pelo banco BTG Pactual com 100%, a segunda posição ficou para o banco Safra com 83% sendo estes os dois bancos mais eficientes do ano, demonstrando que os mesmos conseguiram minimizar seus custos e maximizar seus resultados.

Na sequência tem-se novamente o destaque para o banco BTG Pactual, seguido do banco Banrisul com 92%. Percebe-se que o banco BTG liderou por dois anos seguidos a posição de mais eficiente. No ano de 2018, o banco que liderou a lista foi o banco Caixa, sendo em 2019 foi o banco BTG novamente o primeiro mais eficiente.

Quando se analisa a média dos bancos, o resultado apresentado na Tabela 8, demonstra que o banco 6 liderou a posição 1 da análise. No entanto, não apresentou 100% da composição exigida. Isso ocorreu pelo fato de, no período analisado, o banco não ter apresentado resultados suficientes para ser eficiente em sua totalidade, sugerindo que deve ajustar seus resultados.

Ao avaliar a Tabela 4 da Eficiência Padrão, este mesmo banco mostrou-se eficiente nos quatro períodos analisados. Sugere-se então que esta posição no ranking seja considerada viável e assertiva para o resultado da análise.

Outro ponto a ser destacado neste estudo, é sobre as metas de melhorias. Uma vez que o modelo matemático é utilizado com o objetivo de medir a eficiência em termos de distância entre cada DMU da fronteira apresentada. A meta de melhoria pode ser entendida como quanto cada empresa precisa para atingir os resultados apontados pelas empresas consideradas benchmark na fronteira eficiente (FERRREIRA E GOMES, 2009).

Quando analisada as metas de melhorias apresentadas pelo software SIAD, através do modelo DEA, percebe-se que ao bancos considerados eficientes apresentaram como meta de melhoria o mesmo resultado.

Neste sentido, pode-se entender que a DMU atingiu a eficiência e neste caso não necessita reduzir seu input. No ano de 2016, dos quinze bancos analisados, 9 deles não atingiram a eficiência que foram os bancos representados pelas dmu's 2, 3, 4, 9, 10, 11, 12, 13 e 14, que representam respectivamente o Banco do Brasil, Bradesco, Caixa, Banrisul, Citibank, Banco do Nordeste, J.P. Morgan, BNP Paribás e ABC Brasil.

Estes bancos quando analisados de modo geral, apresentaram necessidade de ajustes em seus índices de forma a reduzir seus custos e melhorar seus resultados. O destaque maior para esta análise se dá para o banco Banrisul que precisa reduzir o valor de seu IE em 12% para alcançar a eficiência deste índice. O percentual se mantém aproximado nos demais índices.

Para o ano de 2017, percebeu-se que dos quinze bancos que foram analisados, oito deles apresentaram ineficiência na utilização de seus inputs. Foi possível perceber que os bancos que foram ineficientes no ano de 2017, estão representados pelas dmu's 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11, e 12 que representam os bancos Banco do Brasil, Bradesco, Caixa, Santander, Banrisul, Citibank, Banco do Nordeste e J.P. Morgan.

Verificando as metas de melhorias para o ano de 2018, pode-se perceber que o banco com maior percentual de ajuste é o banco Banrisul, o que coorobora com a análise anterior. Quando

comparado com a análise realizada por Coelho (2016), sugere-se que este banco precisa diminuir no seu custo operacional 2% e no nível de depósitos 9%.

Evidenciando os resultados apresentados, o destaque se dá para o banco Bradesco que apresenta em seu Índice de Eficiência a necessidade de redução de 22%. Já o banco Banrisul, necessita reduzir em seu índice de Nível de Depósitos aproximadamente 61%.

Cabe ressaltar que este trabalho não apresentará a forma de como os bancos deverão reduzir seus inputs, ficando a critério de cada organização a verificação da melhor forma para aplicar a solução aos resultados apresentados.

## 5. CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo analisar a eficiência dos quinze maiores bancos no Brasil, no período de 2016 a 2019, através da Análise Envoltória de Dados – DEA e apresentar um ranking de eficiência, que demonstrou qual banco foi mais eficiente frente aos índices analisados.

A utilização do DEA permitiu que diversos indicadores auferidos fosse considerados simultaneamente e de acordo com os resultados obtidos foi possível determinar um ranking de eficiência entre as DMU's analisadas quanto à sua eficiência no período compreendido pela análise.

Como contribuição teórica, o estudo possibilitou expandir a percepção e a discussão da importância de avaliar o desempenho utilizando-se ferramentas estatísticas, e que estas ferramentas auxiliam no processo de análise tornando os resultados mais assertivos. Considera-se que com este tipo de investigação, evidencia-se dados que gerem e enriqueçam discussões teóricas desta abordagem.

A vantagem de se realizar estudos com essa ferramenta consiste na forma em que o modelo DEA utiliza a eficiência relativa, sem prejuízo às unidades, podendo ainda classificá-las como eficiente pela composição da fronteira e apresentar uma referência para as demais unidades.

De acordo com os dados analisados, obteu-se como resultado que o banco mais eficiente foi o banco representado pela DMU 6 (Banco Safra), sendo o cálculo realizado pela média das eficiências. Cabe lembrar que segundo a Forbes, o banqueiro proprietário do Banco Safra é detentor da posição de dono maior patrimônio do mundo.

Desta amostra, os bancos representados pelos números 2 (Banco do Brasil), 9 (Banrisul) e 12 (J. P. Morgan) a partir da

média, foram os que apresentaram-se como mais ineficientes, sendo destacados que dentre eles, dois deles são bancos públicos. Os bancos 6 (Safra), 7 (BTG Pactual) e 5 (Santander), foram os que se mostraram mais eficientes, pois apresentaram mais de 70% de eficiência.

De modo aditivo, esta pesquisa auxilia quando demonstra se há eficiência entre as instituições analisadas e apresentando metas de melhorias, tornando os resultados da pesquisa bastante relevantes no sentido de gerar informação aos componentes da amostra analisada.

Como limitação da pesquisa, pode-se inferir que os eboços calculados de eficiência pelo modelo DEA são relativos aos conjuntos de DMU's e que se forem alterados pode haver interferência no resultado final, o que sugere que não é possível a extração das conclusões.

Como sugestão para estudos futuros há a opção de aumentar a quantidade de DMU's, e período temporal analisado, além da adoção de variáveis diferentes das utilizadas neste, demonstrando a eficiência vista por outra ótica ou apenas complementação desta.

## REFERÊNCIAS

- ASSAF NETO, A. **Finanças Corporativas e Valor.** 3ed. Editora Atlas, São Paulo, SP, Brasil. 2009.
- ASSAF NETO, A.; LIMA, F.G. **Curso de administração financeira.** 2ed. Editora Atlas, São Paulo, SP, Brasil. 2011.
- ASSAF NETO, A. **Finanças Corporativas e Valor.** 6ed. Editora Atlas, São Paulo, SP, Brasil. 2012.
- ASSAF NETO, A. **Estrutura e Análise de Balanços: um enfoque econômico-financeiro.** 10ed. Editora Atlas, São Paulo, SP, Brasil. 2012.
- ASSAF NETO, A. **Estrutura e análise de balanços.** 11. ed. São Paulo: Atlas. 2015.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Sistema Financeiro Nacional.** Disponível em: <http://www4.bcb.gov.br/fis/cosif/rest/buscar-instituicoes>. Acesso em: 16 Ago. 2020.
- BELLONI, J. A. **Uma Metodologia De Avaliação Da Eficiência Produtiva De Universidades Federais Brasileiras.** Florianópolis, SC, Brasil: Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.
- CHARNES, A.; COOPER, W.W.; LEWIN, A.Y. **Data Envelopment Analysis: theory, methodology, and applications.** 1ed. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA, EUA. 1994.
- DOUMPOS, M.; COHEN, S. **Applying data envelopment analysis on accounting data to assess and optimize the efficiency of Greek local governments.** Omega International Journal of Management Science. 2014.

- GIL, A.C. **Como Elaborar Projetos De Pesquisa.** 4ed. Editora Atlas, São Paulo, SP, Brasil. 2002.
- GITMAN, L.J. **Princípios da administração financeira.** 10ed. Editora Atlas, São Paulo, SP, Brasil. 2004.
- IUDÍCIBUS, S. de. **Análise de Balanços.** 10. ed. São Paulo: Atlas, São Paulo, SP, Brasil. 2010.
- KASSAI, S. **Utilização da análise por envoltória de dados (DEA) na análise de demonstrações contábeis.** Tese de Doutorado em Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. 2002.
- LOPES, A.B. **A informação contábil e o mercado de capitais.** 1ed. Editora Pioneira Thomson Learning, São Paulo, SP, Brasil. 2002.
- MARIANO, E.B. **Sistematização e Comparação de Técnicas, Modelos e Perspectivas não paramétricas de análise de Eficiência Produtiva São Carlos.** Dissertação (Mestrado) -Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 2008.
- MARION, J.C. **Análise das Demonstrações Contábeis.** 7ed. Editora Atlas, São Paulo, SP, Brasil. 2012.
- MATARAZZO, D.C. **Análise financeira de balanços: abordagem gerencial.** 6ed. Editora Atlas, São Paulo, SP, Brasil. 2010.
- NASCIMENTO, A.M.; REGINATO, L. **Controladoria: um enfoque na eficácia organizacional.** 1ed. Editora Atlas, São Paulo, SP, Brasil. 2007.
- NUNES, T.; MENEZES, G.; DIAS JR, P. **Reavaliação da rentabilidade do setor bancário brasileiro: uma abordagem em dados em painel.** In: Encontro de Economia da Região Sul, Anais, Curitiba, PR. 2013.
- OLIVEIRA, V. H. DE, MACEDO, M. A. S., CORRAR, L.J. **Estudo do desempenho dos maiores bancos de varejo no Brasil por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA).** Revista de Informação Contábil. Belo Horizonte, MG. 2011.
- PADOVEZE, C.L. **Análise das demonstrações financeiras.** 3ed. Editora Cengage Learning, São Paulo, SP, Brasil. 2014.
- PADOVEZE, C.L. **Contabilidade Gerencial: um enfoque em sistema de informação contábil.** 6ed. Editora Atlas, São Paulo, SP, Brasil. 2009.
- PÉRICO, A. E.; REBELATTO, D. A. N.; SANTANA, N. B. **Eficiência bancária: os maiores bancos são os mais eficientes? Uma análise envoltória de dados.** Gestão e Produção, São Carlos, v. 15, nº2, pág 421-43. 2008.
- RAY, S. C. **Data envelopment analysis: theory and techniques for economics and operations research.** [S.P.]: University of Cambridge, 2004.
- REIS, A.C.D.E R. **Demonstrações contábeis: estrutura e análise.** 1ed. Editora Saraiva, São Paulo, SP, Brasil. 2003.

**RIOS, L. R. Medindo a eficiência relativa das operações dos terminais de contêineres do MERCOSUL.** Porto Alegre. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Administração – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2005.

**ZHU, J. Multi-factor performance measure model with an application to Fortune 500 companies.** European Journal of Operational Research, 123 (1), 105-124. 2000.