

INDICADORES FINANCEIROS NA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO: PORQUE E COMO SE PODE APLICAR *DATA ENVELOPMENT ANALYSIS*

Moacir Manoel Rodrigues Junior
Universidade Regional de Blumenau
Universidade Federal do Paraná
moacir_ro@hotmail.com

Nelson Hein
Universidade Regional de Blumenau
hein@furb.br

Volmir Eugênio Wilhelm
Universidade Federal do Paraná
volmirw@gmail.com

Adriana Kroenke
Universidade Regional de Blumenau
Universidade Federal do Paraná
didlen@terra.com.br

Fernanda Kreuzberg
Universidade Regional de Blumenau
fernandakreuzberg@gmail.com

Resumo

Este estudo objetiva verificar a configuração que se insere a aplicação DEA para informações financeiras e propor uma reflexão voltada para a utilização destas informações. O estudo leva em consideração a forma de construção dos indicadores, confrontados com a forma de construção do modelo DEA. Este confronto foi assistido pela teoria da contabilidade que corrobora e dá alicerce para esta aplicação. Os resultados da análise empírica realizada em empresas do setor de Bens Industriais confirmaram as pressuposições estabelecidas na elaboração do objetivo de pesquisa quando analisado o desempenho das empresas para cada um dos 23 indicadores investigados. Foi-se obtido por resultado do desempenho *scores* satisfatórios e coerentes para maior parte dos indicadores. Conclui-se que o modelo DEA atendeu as expectativas tanto da aplicação dos indicadores como informações de entrada e saída.

Palavras Chave: Análise Envolvória de Dados. Desempenho Financeiro. Indicadores Financeiros

Abstract

This study aims to verify the configuration that fits the DEA application for financial information and propose a reflection focused on the use of this information. The study takes into account the shape of the indicators construction, faced with the form of construction of the DEA. This confrontation was witnessed by accounting theory which supports and provides the foundation for this application. The results of the empirical analysis realizada companies in the Industrial Goods sector confirmed the assumptions set out in preparing the research objective when analyzing business performance for each of the 23 indicators investigated. It is the result obtained by performing satisfactory and consistent scores for most indicators. It is concluded that the DEA has met the expectations of both the application of indicators as the input and output information.

Keywords: Data Envelopment Analysis. Financial Performance. Financial Index.

1 INTRODUÇÃO

Mensurar o desempenho é o primeiro passo para a construção de um julgamento dentro do processo de avaliação do desempenho em alguma atividade. O desempenho pressupõe um sistema compreendido de entrada(s) e saída(s), ou seja, necessita do emprego de algum recurso que gera retorno na forma de um produto final. Medir o desempenho de um processo produtivo ou de alguma atividade é primordial para se estabelecer um melhor gerenciamento, para qualquer que seja a natureza. O primeiro passo no processo de avaliação, e também o mais objetivo é sua mensuração. O julgamento do desempenho se constitui como uma etapa mais subjetiva do que a primeira, mas também corresponde a um processo de fundamental importância (CATELLI, 2000).

A discussão sobre os sistemas de mensuração é mais evidente em trabalhos voltados a produção ou a Engenharia da Produção, como é o caso dos trabalhos de Farrel (1957), Banker e Maindiratta (1988) e Färer, Grosskopf e Lovell (1994) que discutem os elementos inerentes à produção e ao conceito de Eficiência Técnica, que está diretamente ligada à visão do sistema de produtivo. Os conceitos abordados nestes estudos tange um arcabouço mais teórico, entretanto é fácil encontrar trabalhos que discutam e inferem sobre modelos aplicados, seja em sistemas produtivos como na análise financeira. Dentro deste rol de conceitos e visões, no que se refere à mensuração, principalmente no âmbito das técnicas de mensuração do desempenho, Dyson et al (2001) e Brown (2006) destacam que a Análise Envoltória de Dados (DEA) se tornou o método mais aplicado e também o mais estudado.

Entretanto, a crítica feita tanto por Dyson et al (2001) quanto por Brown (2006), coloca em questão a forma que o modelo DEA é aplicado em problemas que utilizam informações de cunho financeiro. A justificativa dos autores retrata uma preocupação com a adaptação do modelo para este tipo de dados, já que quando Charnes, Cooper e Rhodes (1978) apresentaram o modelo e depois Banker, Charnes e Cooper (1984) o reformularam, seu pensamento foi voltado a um sistema de produção, em que temos uma configuração de variáveis e no sistema financeiro as variáveis analisadas costumam ser na forma de indicadores.

O objetivo deste artigo, considerando esta discussão, é dado por verificar a configuração que se insere a aplicação DEA para informações financeiras e propor uma reflexão voltada para a utilização destas informações. Este objetivo é norteado pela questão de pesquisa conceituada em: Existe forma mais apropriada de aplicar informações financeiras no modelo DEA e quais seriam as principais implicações da utilização destas informações?

A justificativa deste estudo pode ser fundamentada no elevado número de trabalhos que estão sendo publicados em periódicos e anais de eventos voltados a área de Ciências Contábeis e Administração. Em pesquisa bibliográfica é possível verificar que do ano de 2000 a início de 2012 foram publicados 46 artigos em periódicos Qualis/Capes com aplicações, na sua maioria aplicações diretas, do modelo de DEA. Este volume de trabalho foi impulsionado no Brasil pelo trabalho de Casa Nova (2002) que fez uma primeira explanação do que seria a aplicação do DEA em dados contábeis e financeiros.

Aplicações do DEA em trabalhos de contabilidade são vistas desde Vassiloglou e Giokas (1990), bem como Zhu (1996), Camanho e Dyson (1999), Zhu (2000), Portela, Thassoulis e Simpson (2004), Camanho e Dyson (2005), Deville (2009) dentre outros. Nestas construções empíricas os autores apresentaram grande preocupação para com a utilização de variáveis financeiras, principalmente com o que considerar *Input* e o que considerar *Output*, para que o modelo represente a efetiva eficiência de cada DMU analisada. Considerando o ambiente de aplicação, e utilizando das constatações sugeridas pelos autores que trabalham com Modelagem Matemática, se faz necessário o estudo do ambiente de aplicação, do que, efetivamente, a técnica a ser aplicada.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Os conceitos que permeiam a mensuração e a avaliação de desempenho econômico-financeiro de uma empresa devem considerar que o processo de avaliação é subjetivo por

natureza e dependente da *expertise* do tomador de decisão. Esta verificação se fundamenta em Catelli (2000) quando descreve que avaliar o desempenho é a frutificação de um julgamento com base em informações. Desta maneira, o primeiro passo seria gerar as informações por meio da mensuração do desempenho, que se dedica em tratar a informação de modo que ela se apresente correta, coerente e não trivial. Considera-se necessária que a informação não seja onerosa, o que torna informações financeiras mais viáveis do que as não – financeiras. Para Altman (1971) as informações financeiras estão contidas nos balanços e demonstrações contábeis, o que torna sua obtenção menos onerosa para a empresa. Neste trabalho Altman defendeu o uso de instrumentos que conseguisse englobar o maior volume de informações possíveis em um único valor numérico e instigou para tanto a utilização de modelos quantitativos que efetuassem esta redução ou tratamento destes dados.

Por sua vez o modelo mais utilizado, tanto em pesquisas acadêmicas como no cotidiano das empresas, são os indicadores econômico-financeiros. Horrigan (1968) destaca em seu trabalho que o fato do indicador ser o quociente de duas grandezas monetárias, possibilitaria tanto a comparação transversal do desempenho, a empresa se comparando com suas concorrentes, como reduziria muito o efeito das variações temporais em análise longitudinal. Considerando este contexto desde o início do século XX os indicadores são a principal ferramenta para mensuração do desempenho das organizações.

Surge em meados do Século XX a discussão de como poderia ser mensurado o desempenho tanto operacional como financeiro de uma empresa, considerando a complexidade que estas passaram a apresentar. Ápice desta discussão converge para a elaboração do modelo apresentado em Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e melhorado por Bharnes, Charnes e Cooper (1984) que se denomina *Data Envelopment Analysis* (DEA) ou Análise Envoltória de Dados. Este modelo resgata o pensamento da proporcionalidade, existente quando da criação dos indicadores. É possível estabelecer que a aplicação do modelo DEA em informações financeiras pode resgatar as características intrínsecas dos modelos para uma aplicação coerente.

2.1 Data Envelopment Analysis

A técnica de Análise Envoltória de Dados ou *Data Envelopment Analysis* (DEA) consiste numa forma de mensuração da Eficiência de diferentes Unidades Tomadoras de Decisão, ou *Decision Making Units* (DMUs), considerando todo seu conjunto.

Para tanto os modelos DEA gerados ao longo de sua evolução pressupõe que o que se mede é de certa maneira um sistema produtivo, isto implica que as variáveis analisadas poderão admitir a mensuração de entradas ou insumos de produção (*inputs*). Bem como a mensuração de saídas do sistema de produção, ou produtos (*outputs*). Estabelecer estes parâmetros permite descrever que quanto maior for à entrada de insumos, maior será também a entrada de produtos e que a DMU que possuir a maior razão entre *outputs/inputs* pode ser considerada eficiente.

Entende-se, baseado em Cooper, Seiford e Tone (2007), que existe diferença no conceito de Eficácia e Eficiência. De acordo com os autores supracitados, eficácia descreve o cumprimento de um objetivo, ou seja, quando uma empresa consegue estabelecer um produto final dentro de seu sistema produtivo. Desta maneira todas as empresas em atividade são consideradas eficazes. Por sua vez, os autores estabelecem que Eficiência é um conceito mais fino, pois além de ser eficaz a empresa precisa ter a maior quantidade de Outputs com a menor quantidade de Inputs quanto for possível. Este é o conceito de eficiência adotado anteriormente nos trabalhos de Charnes, Cooper e Rhodes (1978) bem como Bharnes, Charnes e Cooper (1984), que será seguido neste trabalho também.

Os modelos de mensuração da eficiência de produção já foram estudados por muitos pesquisadores desde o início do século XX. Entretanto o trabalho de Charnes, Cooper e Rhodes (1978) foi diferente dos demais, pois além de intencionar uma análise por meio de uma fronteira de pontos eficientes, estabeleceu um modelo genérico para qualquer outra solução. O modelo apresentado no trabalho citado acima descreve que uma DMU com um

determinado nível de Insumo possui um nível de Produtos, se outra DMU possuir o dobro de Insumos deverá, para ser eficiente, possuir o dobro de Produtos da primeira.

Este modelo foi denominado então de modelo DEA de retornos constantes de escala (CRS) ou DEA – CCR, em homenagem aos três autores. Este modelo pode ser escrito por meio do seguinte Problema de Programação Linear:

$$\begin{aligned} \max \theta & \sum_{i=1}^s v_i y_{i0} \\ \text{Sujeito a:} & \sum_{j=1}^r u_j x_{j0} = 1 \\ & \sum_{i=1}^s v_i y_{i\mu} \leq \sum_{j=1}^r u_j x_{j\mu} \quad (\mu = 1, \dots, m) \\ & u_j, v_i \geq 0 \end{aligned}$$

Sendo x *inputs* e y *outputs*, u, v o peso dos respectivos *inputs* e *outputs*, μ cada uma das DMUs e θ refere-se ao coeficiente de eficiência presente no modelo. Define-se que para uma DMU ser CCR – Eficiente tem-se que $\theta^* = 1$ e (u^*, v^*) , com $u^* > 0$ e $v^* > 0$. Caso contrário a DMU é dita CCR – Não Eficiente.

A discrição de uma fronteira cujo retorno de escala seja constante, fere um princípio a muito adotado pelos teóricos da mensuração do desempenho produtivo. Farrel (1957) já apresentou o conceito de Isoquanta Poliangular Convexa como curva de desempenho produtivo, este foi fundamentado nos trabalhos de Debreu (1951) e Koopmans (1951). Esta pressuposição torna visível a perspectiva da eficiência técnica de produção, em quanto que o conceito do modelo DEA – CCR dá parte da eficiência alocativa.

Sobre estes conceitos, Banker, Charnes e Cooper (1984) propõem o modelo DEA que analisa a situação tomando que o retorno de escala é variável, ou seja, quanto maior for a quantidade de insumos o retorno tende a não obedecer a proporção estabelecida pelas DMU's com menor quantidade de insumos. Esta relação implica que DMUs maiores tendem a ter um retorno menor do que uma projeção proporcional às demais DMUs menores.

Desta maneira a modificação proposta pelos autores foi o acréscimo de um fator de desvio que pertence ao produto, ou coeficiente que permite uma DMU estabelecer um padrão menor de outputs sem que esta deixe de ser parte da fronteira de eficiência. O modelo pode ser descrito da seguinte forma:

$$\begin{aligned} \max \theta & \sum_{i=1}^s v_i y_{i0} + v_0 \\ \text{Sujeito a:} & \sum_{j=1}^r u_j x_{j0} = 1 \\ & \sum_{i=1}^s v_i y_{i\mu} + v_0 \leq \sum_{j=1}^r u_j x_{j\mu} \quad (\mu = 1, \dots, m) \\ & u_j, v_i \geq 0 \end{aligned}$$

Sobre este modelo, já posto na forma de um Problema de Programação Linear com orientação aos *outputs*, define-se como uma DMU BCC – Eficiente aquela que obtiver o valor de $\theta^* = 1$, sendo que $(u^*, v^*) > 0$ bem como $v_0^* \geq 0$. Dado situação contrária esta DMU é dita BCC – Não Eficiente.

Há modelos desenvolvidos para casos especiais em que consideram alguma limitação dos dois modelos acima apresentados, como é o caso do modelo Aditivo, que considera a penalização da DMU por esta possuir folgas ou excessos. Modelos que utilizam *inputs* ou *outputs* em escalas cuja métrica não é euclidiana, como na utilização de variáveis *dummys*, estas também conhecidas como variáveis Não – Radiais. Estes modelos podem ser obtidos em obras como Cooper, Seiford e Tone (2007) ou ainda Ferreira e Gomes (2009).

Destaca-se para a sequência do trabalho que a utilização principal do DEA para a construção do trabalho tange a alçada conceitual. Isto implica no conceito de um sistema de produção onde eu possuo entradas (*inputs*, insumos, matéria prima, capital investido) e estas

geram saídas (*outputs*, produtos, receita, lucro). Assim é possível fazer um forte paralelo com a teoria contábil e pode fundamentar a utilização do DEA para com informações de indicadores.

2.2 Teoria da Contabilidade versus DEA

De forma conceitual a definição de indicadores econômico-financeiros trazida por Horrigan (1968), é a de uma razão entre duas grandezas financeiras. A ideia de fração, ou de razão, sempre leva a consideração de Isaac Newton de que uma fração é sempre dada por uma ação (divisor, denominador) para com uma reação (dividendo, numerador), isto implicaria que todo indicador é formado por uma ação financeira, “investimento”, que gera uma reação que seria o “retorno”. Estas considerações corroboram com a descrição do modelo DEA, apresentado de início, de que é dado por um problema de Programação Fracionária em que se faz necessário considerar um sistema de entradas e saídas, ação e reação.

O método preconizado aqui utiliza o cálculo do *score* de eficiência admitindo como *Output*, todas as informações financeiras contidas nos numeradores dos indicadores e como *Input* as informações contidas no denominador do índice. No caso dos indicadores analisados, quanto menor, melhor, a disposição de *Input* e *Output* será inversa. Desta maneira a eficiência mensurada pelo modelo DEA é específica do indicador. Supondo como exemplo o indicador de Liquidez Corrente, a forma que poderia ser efetuado o cálculo é apresentada no esquema da Figura 1.

Liquidez Corrente = $\frac{\text{Ativo Circulante}}{\text{Passivo Circulante}}$	Modelo DEA	<i>Output</i> : Ativo Circulante <i>Input</i> : Passivo Circulante
---	------------	---

Figura 1 – Método de análise dos Indicadores.

Fonte: elaboração própria.

É complexa a afirmação de que os indicadores financeiros pressupõe um sistema de produção, para tanto se utilizou das definições presentes na Teoria da Contabilidade para se estabelecer este paralelo e por fim considerar factível a aplicação do modelo. Esta aplicação está na conceituação de alguns elementos contábeis presentes nas demonstrações financeiras. Ao admitir os indicadores de Liquidez e Endividamento, é percebida a preocupação com a relação entre ativo comparado com passivo e patrimônio líquido. Niyama e Silva (2011, p.188) descrevem a origem dos recursos da seguinte forma: “[...] quando analisado sob a ótica de origem de recursos, ou é próprio (patrimônio líquido) ou não é próprio (passivo ou de terceiros)”. Desta maneira esta afirmativa justifica os elementos como *inputs* dos modelos, pois, as contas pertencentes a passivo e patrimônio líquido são origem financeira do sistema produtivo, da empresa. No que tange os ativos como *outputs* dos modelos, Lustosa (2009, p.87) destaca que ativos são: “o potencial de benefícios que se espera obter de um agente”. Ou seja, os ativos são *outputs* do sistema de gestão de uma empresa quando comparados com o passivo e o patrimônio líquido. Desta maneira o modelo DEA para os indicadores de Liquidez e Endividamento se justifica diante dos conceitos elementares da contabilidade.

Nos indicadores de rentabilidade, bem como os de atividade das empresas, fundamentasse a comparabilidade dos mesmos com o modelo proposto neste trabalho por meio das definições de receita, ou de forma geral dos elementos dispostos na Demonstração de Resultado do Exercício. Iudícibus (2010) destaca a definição de receita como a mensuração do valor de troca dos produtos, sejam eles bens ou serviços, dentro de um período de tempo. Para se gerar estes serviços se faz necessária a aplicação de recursos, como por exemplo, o maquinário de uma empresa, que está presente em seu ativo, ou quando comparado com o investimento dos proprietários (patrimônio líquido) deve-se levar em consideração que este recurso entrou no sistema de produção. Desta maneira, há grosso modo, destacam-se os *Inputs* do sistema de produção os elementos mensurados no Balanço Patrimonial da empresa, e como *Outputs* do sistema, os elementos mensurados na Demonstração de Resultado do Exercício da empresa.

Dentro do conjunto de indicadores de resultado destacam-se as margens de contribuição nas suas diferentes formas. Esta relação de *Input* para as receitas e *Outputs* como os Lucros, Hendriksen e Van Breda (1999, p. 224) destacam que “receita é um aumento de

lucro”. Desta forma o lucro é fruto de uma receita deduzido uma despesa, relacionando fundamentalmente lucro e receita.

Por fim os indicadores de Mercado são justificados levando em consideração o direito de propriedade destacado por Hendriksen e Van Breda (1999), Iudícibus (2010) entre outros quando se conceitua o patrimônio líquido. A relação dos indicadores de mercado se fundamenta nos *Inputs*, capital investido em ações dos proprietários e *Outputs*, retorno dados aos proprietários, como dividendos distribuídos, valorização do preço da ação entre outros.

Desta maneira o trabalho pretende mensurar de forma completa a relação entre os elementos contábeis das empresas, para que ao final se obtenha um *score* de eficiência das empresas. Este processo de conceituação dos elementos, em *inputs* e *outputs* leva em consideração as peculiaridades da contabilidade junto aos seus elementos financeiros, atrelando-os à conceituação do modelo DEA.

Esta visualização e junção dos conceitos de Análise Envoltória de Dados e os elementos utilizados para o cálculo do desempenho por meio de indicadores, contribuiu para a complementação do sentido das pesquisas que utilizam desta metodologia, como é o caso de Casa Nova (2002). É importante para tanto perceber que esta abordagem dá um sentido mais claro para a informação utilizada, do que foi apresentado em pesquisas que destacam como *inputs* indicadores quanto menor melhor e como *outputs* indicadores quanto maior melhor. A composição entre a Teoria da Contabilidade e a caracterização da técnica DEA, deixa evidente as semelhanças que devem ser observadas para futuras pesquisas.

3 MÉTODOS DA PESQUISA

Este trabalho que intenciona verificar a configuração que se insere a aplicação DEA para informações financeiras e propor uma reflexão voltada para a utilização destas informações, possui como abordagem metodológica o processo de Modelagem Matemática. Os dados foram coletados junto à demonstração contábil de 2009 elaborada já de acordo com as IFRS, o que foi chamado de *full IFRS*. Foi selecionado o setor de Bens Industriais da BM&FBovespa como população que total de 37 empresas e obtendo amostra acidental de 26 empresas, o que corresponde a uma representatividade de aproximadamente 70%. Este setor foi escolhido por possuir maior impacto na economia nacional juntamente com a representatividade da amostra sendo consideravelmente consistente.

Utilizando a literatura existente no que tange a Administração Financeira, Análise de Balanços, bem como o estudo dos indicadores, destaca-se a seleção de cinco grupos de indicadores, Liquidez, Endividamento, Rentabilidade, Atividade e Mercado foram selecionados 23 defendidos por autores clássicos como Ross, Westerfield e Jaffe (1995), Iudícibus (1998), Brigham e Houston (1999), Gitman (2005), Groppeli e Nikbakht (2006). Os indicadores bem como sua fórmula são descritos no Quadro 1.

Variável	Subvariável	Variável	Subvariável
Liquidez	Liquidez Geral	Rentabilidade	Retorno sobre Patrimônio Líquido
	Liquidez Corrente		Retorno sobre Investimento
	Liquidez Imediata		Retorno sobre Ativo Total
	Liquidez Seca		Margem de Lucro Bruto
Endividamento	Endividamento Geral		Margem de Lucro Operacional
	Imobilização do Patrimônio Líquido		Margem de Lucro Líquido
	Índice de Recursos Próprios em Giro		Margem EBITDA
	Índice de Captação		Lucro por Ação
	Cobertura de Juros		Atividade
Mercado	Preço da Ação por Lucro		
	Preço da Ação por Venda	Prazo Médio de Recebimento	
		Prazo Médio de Pagamento	

Quadro 1 – Indicadores Utilizados

Fonte: pesquisa bibliográfica

Para não se incorrer em nenhum viés na pesquisa, no que diz respeito a orientação do modelo DEA, foi utilizado o modelo de segunda ordem que consiste na generalização de um modelo que pode tanto atender a demanda das orientações, como não adotar nenhuma

orientação específica. Este modelo pode ser encontrado em Seiford e Zhu (1999) e é descrito por.

$$\begin{aligned} \text{Min } \theta &= \frac{1-w^l\alpha}{1-w^o\beta} \\ \text{Sujeito a: } &\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = (1-\alpha)x_{ik} \text{ se } w^l > 0 \\ &\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{ik} \text{ se } w^l = 0 \\ &\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} + s_r^+ = (1-\beta)y_{rk} \text{ se } w^o > 0 \\ &\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} + s_r^+ = y_{rk} \text{ se } w^o = 0 \\ &\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \text{ (VRS)} \\ &\lambda_j \geq 0; s_j^- \geq 0; s_r^+ \geq 0 \\ &j = 1, 2, \dots, n; i = 1, 2, \dots, m; r = 1, 2, \dots, p \end{aligned}$$

Neste PPF w^l e w^o são números não negativos e pelo menos um dos dois devem ser diferente de zero. A super-eficiência do modelo é definida por $(1-\alpha)/(1+\beta)$. w^l e w^o são utilizados como coeficientes de sinalização da orientação do modelo. Para a orientação *input* deve-se admitir $w^l = 1$ e $w^o = 0$. Para a orientação *output*, o modelo admite $w^l = 0$ e $w^o = 1$. Para o caso de não existir nenhuma orientação, admi-ti-se $w^l = 1$ e $w^o = 1$, o que geral um problema de programação fracionária que é resolvido admitindo um escalar t que seja não negativo e diferente de zero, tem-se $t = 1/(1+w^o\beta)$, assim se pode verificar: Função Objetivo: $\min t - w^l t \alpha$.

Isso implica em considerar $t + w^o t \beta = 1$; bem como definindo $A = t\alpha$; $B = t\beta$; $\Lambda = t\lambda$; $S^- = ts^-$, $S^+ = ts^+$ o problema pode ser obtido na forma linear como:

$$\begin{aligned} \text{Min } \theta &= t - w^l t \alpha \\ \text{Sujeito a: } &t + w^o t \beta = 1 \\ &\sum_{j=1}^n \Lambda_j x_{ij} + S_i^- = (t-A)x_{ik} \text{ se } w^l > 0 \\ &\sum_{j=1}^n \Lambda_j x_{ij} + S_i^- = x_{ik} t \text{ se } w^l = 0 \\ &\sum_{j=1}^n \Lambda_j y_{rj} + S_r^+ = (t-B)y_{rk} \text{ se } w^o > 0 \\ &\sum_{j=1}^n \Lambda_j y_{rj} + S_r^+ = y_{rk} t \text{ se } w^o = 0 \\ &\sum_{j=1}^n \Lambda_j = t \text{ (VRS)} \\ &t > 0; \Lambda_j \geq 0; S_j^- \geq 0; S_r^+ \geq 0 \\ &j = 1, 2, \dots, n; i = 1, 2, \dots, m; r = 1, 2, \dots, p \end{aligned}$$

Uma vez que t é um escalar positivo, a transformação é reversível, e a solução ótima torna-se: $\alpha^* = A^*/t$; $\beta^* = B^*/t$; $\lambda^* = \Lambda^*/t$; $s_j^{-*} = S_j^-/t$, $s_r^{+*} = S_r^+/t$. Este é o modelo utilizado para o cálculo da eficiência das empresas quanto aos seus indicadores econômicos e financeiros. Sua utilização se deu considerando $w^l, w^o = 1$, o que representa o modelo sem orientação.

A análise dos resultados por sua vez consiste na descrição dos resultados do setor de Bens Industriais da BM&FBovespa considerado o conjunto total de indicadores. Por fim foram selecionados os indicadores que mais se destacaram, utilizando para tanto a Análise de Componentes Principais, adotando como critério os indicadores que possuíram peso maior do que 0,5 na primeira componente. Feita esta análise finalizou-se a pesquisa obtendo o desempenho das empresas por conjunto de indicadores e por fim o desempenho geral.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O objetivo de uma pesquisa empírica neste estudo está ligado a aplicação do modelo DEA sobre os componentes geradores de uma medida de desempenho econômico e financeiro. O primeiro tratamento de dados, calculou o desempenho indicador a indicador, considerando para tanto as informações no numerador como outputs e no denominador do indicador como input. Tal efeito só não ocorreu quando comparado os indicadores de Endividamento, pois estes possuem característica inversamente proporcional às demais indicadores, assim calculou-se o modelo DEA de forma invertida ao padrão. Os resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise da eficiência das empresas de Bens Industrias por indicador

	Membros da Fronteira	Média de Eficiência	Mediana	Desvio-Padrão
Liquidez Geral	9	0,907	0,932	0,100
Liquidez Corrente	3	0,655	0,637	0,212
Liquidez Imediata	2	0,728	0,764	0,225

Liquidez Seca	4	0,839	0,864	0,146
Endividamento Geral	3	0,705	0,710	0,154
Imobilização do Patrimônio	3	0,771	0,789	0,184
Recursos Próprios em Giro	4	0,824	0,846	0,166
Índice de Captação	3	0,491	0,423	0,234
Cobertura dos Juros	3	0,670	0,628	0,137
Rentabilidade do Patrimônio Líquido	4	0,758	0,756	0,141
Retorno dos Investimentos	3	0,412	0,346	0,390
Retorno do Ativo	3	0,739	0,770	0,189
Margem Bruta	4	0,817	0,829	0,127
Margem Operacional	5	0,797	0,806	0,181
Margem Líquida	5	0,821	0,807	0,147
Margem do EBITDA	6	0,815	0,820	0,165
Lucro por Ação	2	0,134	0,043	0,262
Giro do Ativo	3	0,675	0,640	0,188
Giro dos Estoques	2	0,525	0,476	0,174
Prazo Médio de Recebimento	4	0,633	0,634	0,253
Prazo Médio de Pagamento	3	0,635	0,641	0,239
Preço da Ação por Lucro	2	0,399	0,325	0,241
Preço da Ação por Venda	2	0,434	0,360	0,250

Fonte: resultados da pesquisa.

Os resultados apontados pelos indicadores destacam que o modelo DEA calculado indicador a indicador, gera um resultado mais discriminante, visto que o número de membros da fronteira de eficiência está na faixa de 5 DMUs e a amostra trabalhada na pesquisa consiste de 26 DMUs. Por sua vez, a média e a mediana, medidas de tendência central, destacam eficiência moderada junto ao grupo de indicadores. O mesmo admite uma análise coesa do desvio-padrão dos escores de eficiência, haja vista que na maioria os valores estiveram entre 0,10 e 0,20.

É propício destacar que uma escala com maior discriminação de valores gera maior poder discriminante e melhora o desempenho na tomada de decisão. Esta dispersão da eficiência é causada, pois o conjunto de soluções para o sistema é extremamente amplo, dado que se utilizou para a análise 26 DMUs e para cada modelo de 2 a 5. Esta maior de discriminação pode ser uma das respostas para os questionamentos de Dyson et al (2001) e Brown (2006), quando criticam de forma veemente as aplicações do DEA em finanças.

Para sequência da análise dos dados, ou para se atribuir resultados gerais dentro do conjunto de indicadores, bem como o desempenho econômico e financeiro admitido de maneira geral, utilizaram-se da Análise de Componentes principais como forma de seleção das principais variáveis. Utilizou-se para tanto os resultados do desempenho estabelecido anteriormente pelo modelo DEA e foram feitos seis testes, uma para cada conjunto de indicadores, e um para o conjunto geral de indicadores. Os resultados estão discriminados na Tabela 2.

Tabela 2 – Seleção dos Indicadores por meio da ACP

GERAL	Seleção por Indicador		Seleção Geral	
	KMO	0,28635	Bartlett	0,00000
LIQUIDEZ	KMO	0,78877	Bartlett	0,00000
Liquidez Geral	0,6086	X	0,4692	
Liquidez Corrente	0,9482	X	0,8681	X
Liquidez Imediata	0,9473	X	0,7933	X
Liquidez Seca	0,9256	X	0,7720	X
ENDIVIDAMENTO	KMO	0,78877	Bartlett	0,00000
Endividamento Geral	0,8493	X	0,8170	X
Imobilização do Patrimônio	0,7694	X	0,4939	
Recursos Próprios em Giro	0,8866	X	0,5273	X
Índice de Captação	-0,6702	X	-0,5643	X
Cobertura dos Juros	-0,3635		-0,2732	
RENTABILIDADE	KMO	0,70240	Bartlett	0,00000
Rentabilidade do PL	0,4066		0,0222	
Retorno dos Investimentos	0,0959		0,0366	
Retorno do Ativo	0,8298	X	0,7117	X
Margem Bruta	0,7648	X	0,7031	X
Margem Operacional	0,9440	X	0,8294	X

Margem Líquida	0,9236	X	0,7845	X
Margem do EBITDA	0,9035	X	0,8220	X
Lucro por Ação	0,4793		0,4110	
ATIVIDADE	KMO	0,43237	Bartlett	0,40151
Giro do Ativo	0,7677	X	0,4560	
Giro dos Estoques	0,6894	X	-0,1221	
Prazo Médio de Recebimento	0,5589	X	-0,0289	
Prazo Médio de Pagamento	0,0044		0,5662	X
MERCADO	KMO	0,50000	Bartlett	0,00000
Preço da Ação por Lucro	0,9985	X	-0,3643	
Preço da Ação por Venda	0,9985	X	-0,3670	

Fonte: resultados da pesquisa.

Admitindo os resultados estabelecidos para a seleção dos indicadores, e sabendo que apenas os indicadores de Atividade não obtiveram nível satisfatório para os testes de esfericidade, deu-se sequencia para a análise considerando o conjunto total dos indicadores estabelecidos pela ACP. A junção destas informações foi realizada admitindo as informações de numerador e denominador, conforme já apresentado anteriormente. Os resultados da Tabela 3 destacam os resultados das empresas por indicador bem como o desempenho geral.

Tabela 3 – Desempenho das empresas do setor de Bens Industriais

	Liquidez	Endividamento	Rentabilidade	Atividade	Mercado	Geral
AUTOMETAL	0,936	0,906	0,979	1,000	0,249	1,000
BARDELLA	1,000	0,928	0,709	1,000	0,193	1,000
BAUMER	1,000	1,000	1,000	1,000	0,209	1,000
CONTAX	1,000	0,871	1,000	1,000	0,707	1,000
D H B	0,926	0,896	0,888	1,000	1,000	1,000
EMBRAER	1,000	1,000	0,703	1,000	0,459	1,000
FORJA TAURUS	1,000	0,970	1,000	1,000	0,327	1,000
FRAS-LE	0,936	0,939	0,962	1,000	0,306	0,990
INSD ROMI	0,869	1,000	0,896	1,000	0,497	1,000
INEPAR	0,948	1,000	0,728	1,000	0,383	0,957
IOCHP-MAXION	0,940	0,744	0,700	1,000	0,518	0,904
KEPLER WEBER	1,000	0,915	0,911	1,000	0,257	1,000
LUPATECH	1,000	0,990	0,882	1,000	0,902	1,000
MARCOPOLO	0,742	1,000	0,725	1,000	0,313	1,000
METAL LEVE	0,925	0,834	0,798	1,000	0,225	0,980
METALFRIO	0,917	1,000	0,858	1,000	0,454	1,000
METISA	1,000	1,000	1,000	1,000	0,048	1,000
PLASCAR PART	1,000	0,817	0,802	1,000	0,307	0,947
RANDON PART	0,824	0,916	0,788	1,000	0,444	1,000
RECRUSUL	0,978	0,919	1,000	1,000	0,375	1,000
SCHULZ	0,913	0,943	1,000	1,000	0,346	1,000
TUPY	0,900	0,808	1,000	1,000	0,249	1,000
VALID	1,000	0,960	1,000	1,000	0,627	1,000
WEG	0,885	0,998	1,000	1,000	0,666	1,000
WETZEL S/A	1,000	0,861	0,935	1,000	0,248	1,000
WLM IND COM	1,000	1,000	0,835	1,000	1,000	1,000
Membros da Fronteira	12	8	9	26	2	20
Média de Eficiência	0,948	0,931	0,888	1,000	0,435	0,992
Mediana	0,963	0,941	0,904	1,000	0,360	1,000
Desvio-Padrão	0,065	0,073	0,112	0,000	0,249	0,022

Fonte: resultados da pesquisa.

Os resultados auferidos pelo modelo DEA quanto da análise do desempenho econômico e financeiro das empresas do setor de Bens Industriais confirma novamente a suposição de que quanto menor o número de informações utilizadas na análise de desempenho maior é a dispersão gerada por conta da amplitude do espaço de soluções factíveis admitidos pelo modelo. Destaca-se o indicador de Atividade que possuiu todas as empresas pertencentes a fronteira de eficiência, o que é possível considerando a configuração dos dados junto a disparidade das empresas. O desempenho Geral obtido mostra que por terem sido analisados um conjunto amplo de dados, com um número reduzido de DMUs (para a quantidade de variáveis), o desempenho concentrou todas as empresas em um patamar de alto desempenho. Liquidez, Endividamento, Rentabilidade e Mercado possuíram destaque pelo reduzido

número de membros da fronteira de eficiência. O desempenho em Mercado foi satisfatório apenas para duas empresas que foi gerado pela disparidade entre as empresas.

Observa-se que o modelo DEA possui limitações, como já provado por teorema, de que se uma DMU é máxima em output ou mínima em input esta é eficiente, a demonstração está presente em Cooper, Seiford e Tone (2007). Este foi o fato que ocasionou a existência dos eficientes para o desempenho de Mercado. Assim se justifica a utilização da seleção de outliers antes da análise DEA. Por outro lado o excesso de informação, acompanhado com o número reduzido de DMUs observadas reduz o poder discriminatório do modelo, o que ocorreu com o desempenho Geral.

Por sua vez nota-se que para o desempenho em Liquidez, Endividamento e Rentabilidade o modelo DEA foi satisfatório nos resultados, apontando de forma coerente as empresas que foram eficientes. Estes resultados mostram que quando bem dimensionado o modelo DEA, adotando a distribuição dos indicadores, pode proporcionar resultados relevantes. O mesmo acontece com a discricção dos resultados na determinação da disparidade entre DMUs que foi o ocorrido com os indicadores de Atividade.

Desta maneira, podem ser destacadas algumas contribuições fundamentais para o modelo apresentado neste trabalho. De forma primeira as preocupações de Vassiloglou e Giokas (1990), bem como Zhu (1996), Camanho e Dyson (1999), Zhu (2000), Portela, Thassoulis e Simpson (2004), Camanho e Dyson (2005), Deville (2009), todos estes destacados por possuir a discussão de como devem ser selecionadas as variáveis, podem ser satisfeitas visto que os indicadores já são confirmados a muito, conforme destacam trabalhos como Horrigan (1968) e Altman (1971). Esta relação facilita a defesa de variáveis, e este fato se confirmou pela análise dos indicadores realizada de forma individual.

É importante este repensar, pois da forma com que Casa Nova (2002) descreve em seu trabalho, que é uma prática já descrita em outras pesquisas, à aplicação dos indicadores fere a construção do modelo DEA. Este fundamentado no principio da fronteira de produção, linha defendida por Debreu (1951), Koopmans (1951), Farrel (1957). Esta metodologia está baseada no modelo, mais principalmente no ambiente da aplicação, possivelmente a questão resaltada por Dyson et al (2001) e Brown (2006) destaca-se pela limitação presente nas pesquisa no que tange a percepção do ambiente em que se propõem o modelo matemática. Esta então seria uma saída, visto que os resultados empíricos obtidos pelo modelo podem ser visualizados como coerentes e que destacam o que já se apresenta como virtude e como limitação da aplicação do DEA em sistemas produtivos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As proposições deste estudo que tangem a aplicação do modelo DEA para com indicadores econômicos e financeiros vislumbram tanto a construção e justificativa para a aplicação do modelo, apresentando assim os conceitos que levam a esta construção do modelo, bem como avaliar o processo de aplicação por meio de pesquisa empírica. Desta maneira o estudo se destacou por apresentar de forma completa os processos de formulação de um modelo matemático dado sua amplitude de investigação.

O processo de modelagem matemática descreve a averiguação do ambiente bem como quais fatores levariam a aplicação coerente do modelo. Desta forma faz-se necessário o estudo detalhado tanto do modelo como da própria teoria que se faz presente na sua aplicação. Desta maneira o modelo DEA foi pensado, e a construção epistemológica leva a tal, para a mensuração do desempenho dentro de um sistema produtivo, levando por sua vez a comparação com outras DMUs que tenham sistema produtivo equivalente. Desta maneira o ambiente de aplicação deve ser comparado com um sistema produtivo, o que justificaria pensar o indicador como o quociente entre um produto e um insumo medidos de forma financeira, haja vista que o indicador não é em si um produto. Esta consideração levada a luz da teoria da contabilidade gera a constatação de veracidade da afirmação, pois as relações entre as contas contábeis em Ativo, Patrimônio Líquido, Passivo e Resultados geram o sistema de produção obtido em âmbito financeiro. De forma teórica o modelo proposto

mostrou-se consistente e equilibrado em sua proposta, contemplando a pressuposição da modelagem matemática de verificação entre ambiente de aplicação e método.

Com base na construção teórica do modelo se efetuou uma pesquisa empírica que culmina em atribuir e verificar quais são as maiores virtudes do modelo bem como as maiores limitações. Para tanto foram analisadas um total de 26 empresas que fazem parte do setor de bens Industriais da BM&FBovespa. Foram coletadas destas empresas as informações necessárias para o cálculo de 23 indicadores divididos em cinco grupos, Liquidez, Endividamento, Rentabilidade, Atividade e Mercado. Analisou-se inicialmente o desempenho de cada uma das empresas para cada um dos indicadores, e seguida selecionou-se os principais indicadores e foram verificadas as eficiências para cada conjunto de indicadores em separado bem como o resultado geral.

Destaca-se como resultados o bom desempenho do modelo para com os cálculos da eficiência das empresas por indicador. O modelo se mostrou claro nos resultados e destacou as principais virtudes das empresas no que tange ao desempenho. Os resultados contemplando o conjunto completo de indicadores levam a consideração de que a disparidade das empresas no que tange os indicadores de Atividade leva a julgamento forçado das eficiências, haja vista que todas as empresas foram destacadas como eficientes no que tange os indicadores deste grupo. Na comparação das informações que formam os indicadores mais significativos do ponto de vista informacional, a análise do desempenho geral mostrou que quando se aumenta o espaço das soluções do modelo DEA, a possibilidade de uma solução ótima ser eficiente aumenta também, o que presume que espaços com número amplo de variáveis devem ser amplos no número de DMUs observadas. No restante das análises o modelo proposto nesta pesquisa apresentou resultados satisfatórios e coerentes para que a aplicação do modelo possa ser realizada da maneira aqui destacada.

Considerando o ambiente de aplicação, conclui-se que o modelo DEA para os indicadores fortalece o rol de aplicações e possibilita com maior facilidade a utilização destes indicadores quando de uma análise de desempenho das empresas. Esta forma de análise permite comparar as empresas de forma transversal e destacar principalmente os principais fatores que levam a um estado de Não – Eficiência. Por sua vez a contribuição do modelo está principalmente no equilíbrio entre os conceitos que fundamentam o modelo DEA e que também permeiam a construção dos indicadores econômicos e financeiros.

REFERÊNCIAS

ALTMAN, E. I. Railroad bankruptcy propensity, **The Journal of Finance**, v. 26 n. 2, p. 333 – 345, 1971.

BANKER, R.D.; MAINDIRATTA, A. Nonparametric analysis of technical and allocative efficiencies in production. **Econometrica**, Vol. 56 n.6, p.1315-1332, 1988.

BANKER, R.D.; CHARNES, A.; COOPER, W.W. Some models for estimating technical scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, v. 30, n.9, p. 1078-1092, 1984.

BRIGHAM, E. F; HOUSTON, J. F. **Fundamentos da moderna administração financeira**. Rio de Janeiro : Campus, 1999.

BROWN, R.. Mismanagement or mismeasurement? Pitfalls and protocols for DEA studies in the financial services sector. **European Journal of Operational Research**, v. 174 n. 1, p. 1100 – 1116, 2006.

CAMANHO, A. S.; DYSON, R. G.. Efficiency, size, benchmarks and targets for bank branches: an application of data envelopment analysis. **The Journal of the Operational Research Society**, v. 50 n. 9, p. 903 – 915, 1999.

CASA NOVA, S.. **Utilização da Análise por Envoltória de Dados (DEA) na Análise de Demonstrações Contábeis**. Tese (Doutorado em Contabilidade e Controladoria) Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2002.

- CATELLI, A. **Controladoria: uma abordagem da gestão econômica - GECON**. 2. ed. São Paulo : Atlas, 2000.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision-marking units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, p. 429-444, 1978.
- COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. **Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software**. Springer. New York, 2007.
- DEBREU, G. The coefficient of resource utilization. **Econometrica**, vol. 19 n.3, p 273 – 292, 1951.
- DEVILLE, A. Branch banking network assessment using DEA: A benchmarking analysis – A note. **Management Accounting Research**, v. 20, 2009 p. 252 – 261.
- 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**, v. 132 n.1, 2001, p. 245 – 259.
- FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 120 n, 3, p 253 – 290, 1957.
- GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 10. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil: Addison Wesley, 2005.
- GROPPELLI, A. A; NIKBAKHT, E. **Administração Financeira**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.
- HENDRIKSEN, E.S.; VAN BREDA, M. F. **Teoria da contabilidade**. São Paulo: Atlas, 1999. 550p, il.
- HORRIGAN, J. O. A Short History of Financial Ratio Analysis. **The Accounting Review**, v.43, n.2, p.284-294, 1968,.
- IUDÍCIBUS, S.. **Análise de balanços**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 1998.
- IUDÍCIBUS, S. **Teoria da contabilidade**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- KOOPMANS, T. Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities. In KOOPMANS, T. **Activity Analysis of production and Allocation**. Cowles Commission for Research in Economics, Chicago, 1951, p 33 – 97.
- LUSTOSA, P. R. B. Ativo e sua Avaliação. In: RIBEIRO FILHO, A. F.; PEDERNEIRAS, J. L. M.. (Org.). **Estudando Teoria da Contabilidade**. 1ª ed. São Paulo - SP: Atlas, 2009
- NIYAMA, J. K.; SILVA, C. A. T. **Teoria da contabilidade**. 2. ed. São Paulo : Atlas, 2011
- PORTELA, M. C. A. S.; THANASSOULIS, E.; SIMPSON, G.. Negative data in DEA: a directional distance approach applied to bank branches. **The Journal of the Operational Research Society**, v.55 n.10, p.1111 – 1121, 2004.
- ROSS, S. A; WESTERFIELD, R. W; JAFFE, J. F. **Administração financeira: Corporate finance**. São Paulo: Atlas, 1995.
- SEIFORD, L.; ZHU, J. Profitability and Marketability of the Top 55 U.S. Commercial Banks, Management Science, **INFORMS**, v. 45 n. 9, 1999, p. 1270-1288.
- VASSILOGLOU, M.; GIOKAS, D. A study of the relative efficiency of bank branches: an applications of data envelopment analysis. **The Journal of the Operational Research Society**, v.41 n.7, p. 591 – 597, 1990.
- ZHU, J. Data Envelopment Analysis with Preference Structure. **The Journal of the Operational Research Society**. v.47 n. 1, 1996, p. 136-150.
- ZHU, J. Multi-Factor performance measure model with an application to Fortune 500 companies. **European Journal of Operational Research**. n 123, p. 105-124, 2000.