

ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: UMA ANÁLISE APOIADA EM DEA PARA OS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

SUSTAINABLE DEVELOPMENT INDEX: AN ANALYSIS SUPPORTED BY DEA FOR THE MUNICIPALITIES OF THE STATE OF RIO DE JANEIRO

Marcelo Alvaro da Silva Macedo

Professor do Programa de Mestrado em Ciências Contábeis da UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Recebido em: 24/01/2011

Aceito em: 23/09/2011

Cláudia Ferreira da Cruz

Mestre em Ciências Contábeis pela FACC/UFRJ e Doutoranda em Controladoria e Contabilidade (FEA/USP)

Aracéli Cristina de Sousa Ferreira

Professora titular da UFRJ- Universidade Federal do Rio de Janeiro e Diretora da Faculdade de Administração e Ciências Contábeis (FACC-UFRJ).

RESUMO

Este artigo tem como objetivo propor e discutir a criação de um índice de desenvolvimento sustentável para os municípios do Estado do Rio de Janeiro, com a aplicação de um ferramental desenvolvido com base em um método de apoio multicritério à decisão (AMD): a análise envoltória de dados (DEA), levando em conta vetores de desempenho de naturezas distintas, relacionados a questões econômicas (capacidade de investimento e PIB), sociais (educação, saúde, segurança e transporte) e ambientais (saneamento básico), obtidos a partir das variáveis utilizadas no IQM – índice de qualidade dos municípios da Cide (Fundação Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro). Os resultados mostram o nível de desenvolvimento sustentável de cada município do Estado do Rio de Janeiro, o que pode levar ao estabelecimento de políticas públicas que visem à melhoria do nível de sustentabilidade dos municípios e, por conseguinte, do próprio Estado do Rio de Janeiro.

Palavras-chave: desenvolvimento sustentável; DEA; gestão pública.

ABSTRACT

This article aims to propose and discuss the creation of a sustainable development index for the municipalities of Rio de Janeiro, with the implementation of a tool developed based on a Multi-criteria Decision Support MCDS method: Data Envelopment Analysis (DEA), with different kinds of performance drivers, related to economic issues (capacity investment and GDP), social issues (education, health, safety and transportation) and environmental issues (sanitation), obtained from the variables used in the IQM - Quality Index of Cities of the CIDE (Fundação Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro). The results show the level of sustainable development in each municipality of Rio de Janeiro, which can lead to the establishment of public policies aimed at improving the level of sustainability of municipalities and therefore the level of the state of Rio de Janeiro.

Keywords: sustainable development; DEA; public management.

Endereços dos autores:

Marcelo Alvaro da Silva Macedo
malvaro.facc.ufrj@gmail.com

Aracéli Cristina de Sousa Ferreira
araceli@facc.ufrj.br

Cláudia Ferreira da Cruz
claudiacruzba@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável, que, segundo a WCED (1987), é aquele que atende às necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade de atendimento das necessidades das gerações futuras, deve estar inserido, de acordo com Costanza (1991), num contexto de relação entre as dinâmicas econômica, social e ambiental, onde se tem a constante busca pela eficiência econômica, a justiça social e a qualidade ambiental.

Neste sentido, consoante o pensamento de Ruthes & Nascimento (2006), regiões sustentáveis são aquelas que conseguem promover, de forma equilibrada e harmônica, crescimento econômico, qualidade de vida e respeito ao meio ambiente. Assim sendo, como destacou Jacobi (1994), a busca pela sustentabilidade envolve, simultaneamente, resolver de forma inter-relacionada questões complexas, tais como crescimento econômico, exploração de recursos naturais, pobreza e distribuição de renda, que têm natureza no que Sachs (2007) denominou de ecossocioeconomia.

No âmbito na atuação governamental, mais precisamente nas competências da esfera municipal, considera-se que os municípios possuem potencialidades para, nos limites dos recursos que lhes são disponibilizados, atuar na promoção de ações e políticas públicas que visem a favorecer o desenvolvimento local de forma sustentável e equilibrada. A atuação da gestão pública municipal na promoção do desenvolvimento sustentável se manifesta por meio de políticas públicas que objetivem melhorar as condições sociais e econômicas da população e também do meio ambiente, considerando que melhorias nessas áreas podem contribuir para tornar o município mais sustentável.

Neste sentido, o problema de pesquisa se constitui em responder à seguinte questão: qual o nível de sustentabilidade de cada município do Estado do Rio de Janeiro diante de múltiplas dimensões da sustentabilidade?

Sendo assim, o objetivo do artigo é verificar o nível de sustentabilidade de cada município do Estado do Rio de Janeiro, de forma comparativa e multicriterial, com a aplicação da análise envoltória de dados (DEA), levando-se em conta vetores de sustentabilidade de naturezas distintas, no caso econômico, social e ambiental, que formam as perspectivas do *triple bottom line* (TBL).

2. GESTÃO PÚBLICA: O PAPEL DO ESTADO

Nos últimos anos, diversos países, tanto desenvolvidos quanto em desenvolvimento, têm reavaliado o papel do governo na sociedade. Essas reavaliações têm origem nas crises de legitimidade por que passaram alguns desses países (TIMMERS, 2000) e também na cobrança, por parte da sociedade, de uma maior responsabilidade dos gestores públicos em relação ao uso dos recursos públicos (BARRET, 2001).

O Estado (em suas diversas esferas de governo), segundo Dallari (2003), “é uma ordem jurídica soberana que tem por fim o bem comum de um povo situado em determinado território”. Dessa definição, destaca-se a finalidade precípua do surgimento do Estado: o bem comum. De um modo geral, as pessoas costumam acreditar que o Estado existe para promover o bem comum, para garantir que as todas as pessoas tenham acesso a direitos básicos definidos na constituição de cada território, para assegurar ainda que interesses privados não se sobreponham ao interesse público. Botelho (2004: 36) confirmou essa ideia ao afirmar que “o Estado moderno ao longo da história assumiu funções específicas, enfatizando aspectos distintos de sua ação na esfera social e econômica”. Assim, as diferentes fases que caracterizam a história das civilizações influenciaram a ação do Estado quanto à sua finalidade e abrangência. Garcez (2007) acrescentou que as funções estatais se apresentam sempre crescentes em relação às demandas e necessidades sociais.

Dentre as funções clássicas do Estado definidas por Musgrave & Musgrave (1980), as quais definem finalidades da atuação do Estado – funções alocativa, distributiva e estabilizadora –, a função alocativa é direcionada ao provimento dos bens e serviços à coletividade, os quais constituem competências das esferas governamentais. No exercício da função alocativa, o ente estatal parte das suas competências constitucionais e legais, de forma a atender às demandas da sociedade de modo eficaz e eficiente.

O Preâmbulo da Constituição Federal de 1988 estabelece que o Estado brasileiro tem por finalidades precípua assegurar o exercício dos direitos sociais e individuais, a liberdade, a segurança, o bem-estar, o desenvolvimento, a igualdade e a justiça, enfatizando-os como valores supremos da sociedade. No entanto, conforme afirmou Botelho (2004: 36), “a ação do Es-

tado para o suprimento das demandas da coletividade está condicionada à disponibilidade de recursos públicos”. O instrumento utilizado para definir a quantidade e a destinação dos recursos arrecadados pelos entes estatais é o orçamento público. De acordo com o autor referenciado, para um melhor aproveitamento e gestão dos recursos disponíveis em face da magnitude das necessidades existentes, o Estado utiliza instrumentos de planejamento.

No Brasil, os instrumentos de planejamento governamental estão previstos na Constituição e também em legislação complementar e ordinária, e são de curto e médio prazos: Plano Plurianual, Lei de Diretrizes Orçamentárias e Lei Orçamentária Anual. O objetivo maior dos instrumentos de planejamento é auxiliar os gestores públicos no uso racional, eficiente, eficaz, equilibrado e econômico dos recursos públicos, os quais se concretizam por meio das políticas públicas e dos diversos serviços prestados à população em todas as suas áreas de competência.

Na configuração do Estado brasileiro, a atuação estatal está hierarquicamente distribuída nas esferas federal, estadual e municipal. De acordo com o IBGE¹, o Brasil possui 5.564 municípios, os quais representam a menor escala da ação estatal, porém estão presentes na totalidade do território brasileiro. Esse estudo assume que o município é o ente federativo

mais próximo dos cidadãos e ao qual esses recorrem para suprir as principais demandas sociais. A partir dessa premissa, considera-se também que as ações de iniciativa do município são as mais facilmente percebidas pelos cidadãos. Portanto, apesar de uma menor gama de competências ser atribuída aos municípios em relação aos demais entes federados, a gestão municipal pode contribuir com ações em diversas áreas na promoção de ações que visem ao bem-estar da população.

Dentre as áreas de atuação do município, destacam-se aquelas que contribuem para o desenvolvimento do município sob diversas perspectivas, entre as quais se destaca a perspectiva da sustentabilidade. Segundo Botelho (2004), no Brasil o modelo de desenvolvimento sustentável está inserido nas principais discussões sobre políticas públicas em todas as esferas de governos e em diversos segmentos da sociedade. Assim, a esfera municipal, que é a mais próxima dos cidadãos, tem a potencialidade de desenvolver políticas públicas que contribuam para a gestão e o crescimento sustentável dos municípios.

Conforme esclareceu Montibeller-Filho (2001) *apud* Botelho (2004), o desenvolvimento sustentável possui cinco dimensões: social, econômica, ecológica, espacial/geográfica e cultural. O Quadro 1 apresenta as cinco dimensões do desenvolvimento sustentável, os componentes típicos e objetivos de cada dimensão.

Quadro 1: As cinco dimensões do desenvolvimento sustentável

Dimensão	Componentes	Objetivos
Social	- Criação de postos de trabalho que permitam a obtenção de renda individual adequada (à melhor condição de vida; à maior qualificação profissional). - Produção de bens dirigida prioritariamente às necessidades básicas sociais.	Redução das desigualdades
Econômica	- Fluxo permanente de investimentos públicos e privados (estes últimos com destaque para o cooperativismo). - Manejo eficiente de recursos. - Absorção, pela empresa, dos custos ambientais. - Endogeneização: contar com suas próprias forças.	Aumento da produção e da riqueza social sem dependência externa
Ecológica/Ambiental	- Produzir respeitando os ciclos ecológicos dos ecossistemas. - Prudência no uso de recursos naturais não renováveis. - Prioridade à produção de biomassa e à industrialização de insumos naturais renováveis. - Redução da intensidade energética e aumento da conservação de energia. - Tecnologia e processos produtivos de baixo índice de resíduos. - Cuidados ambientais.	Melhoria da qualidade do meio ambiente e preservação das fontes de recursos energéticos e naturais para as próximas gerações
Espacial/Geográfica	- Desconcentração espacial (de atividades, de poluição). - Desconcentração/democratização do poder local e regional. - Relação cidade/campo equilibrada (benefícios centrípetos)	Evitar excessos de aglomerações
Cultural	- Soluções adaptadas a cada ecossistema. - Respeito à formação cultural comunitária.	Evitar conflitos culturais com potencial regressivo

Fonte: Montibeller-Filho (2001) *apud* Botelho (2004: 36).

¹ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

A partir dos componentes e dos objetivos de cada dimensão do desenvolvimento sustentável descritos no Quadro 1, considera-se que, entre as competências típicas de atuação municipal, esses entes podem atuar no sentido de promover ações e políticas que contribuam para o desenvolvimento sustentável do município.

3. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: ASPECTOS GERAIS

Aligleri, Aligleri & Kruglianskas (2009) afirmaram que a preocupação com posturas socialmente corretas, ambientalmente sustentáveis e economicamente viáveis está cada vez mais presente entre os temas de gestão. Neste sentido, a sustentabilidade pode ser percebida como um dos temas mais debatidos e propagados na gestão.

Macedo, Cípola & Ferreira (2010) asseveraram que a sustentabilidade ganhou notoriedade e passou a fazer parte da agenda global de preocupações a partir da constatação, na passagem do século XX para o século XXI, de que os padrões de produção e consumo não poderiam permanecer nos patamares elevados em que se encontravam, considerando-se os recursos à disposição. A realidade de então mostrava que a manutenção dos patamares de consumo, exploração dos recursos naturais e uso de energia geraria degradações socioambientais de altas proporções e irreversíveis, ocasionando incertezas até em relação ao futuro da humanidade.

Diante deste cenário, as discussões passaram a se centrar na questão do desenvolvimento sustentável, desenvolvimento este baseado no tripé econômico, social e ambiental, provendo melhores condições de vida para todos. Macedo & Cípola (2009) comentaram que o reconhecimento dos problemas econômicos, sociais e ambientais não tratados foi o terreno fértil para a inserção da discussão sobre sustentabilidade.

Para Vellani & Ribeiro (2006), estas dimensões – econômica, social e ambiental – se referem ao chamado *triple bottom line* (TBL) da sustentabilidade. Macedo (2009) afirmou que o TBL reflete a atuação equilibrada no *bottom line* econômico, no *bottom line* social e no *bottom line* ambiental. Isto posto, se mantém a sustentabilidade econômica ao gerar

riqueza; a sustentabilidade social ao estimular a educação, cultura, lazer e justiça social; e a sustentabilidade ambiental ao manter ecossistemas vivos, com diversidade e vida (VELLANI & RIBEIRO, 2006).

Macedo (2009) comentou que a amplitude e a importância do conceito de desenvolvimento sustentável fazem com que se torne necessário o desenvolvimento de sistemas de informação para apoiar o processo de gestão do mesmo, através da elaboração de metodologias para mensuração do nível de sustentabilidade.

Todos os elementos discutidos evidenciam a complexidade e a importância do conceito de desenvolvimento sustentável. Neste sentido, percebe-se a necessidade de construir mais ferramentas que mensurem o nível de sustentabilidade do processo de desenvolvimento de uma região (país, município etc.), ou seja, que auxiliem no acompanhamento e na avaliação dos avanços e/ou retrocessos do desenvolvimento sustentável, por meio da utilização de um conjunto de indicadores relacionados à sustentabilidade, tornando-a mensurável e, assim, mais facilmente operacionalizada.

É exatamente neste contexto que se propõe este trabalho, pois se procura, através da aplicação da DEA, verificar o nível de sustentabilidade, de modo relativo e multicriterial, através do cálculo do índice consolidado de desenvolvimento sustentável (ICDS), que envolve as perspectivas ambiental, social e econômica dos municípios do Estado do Rio de Janeiro.

4. METODOLOGIA

Esta pesquisa pode ser caracterizada, de acordo com Vergara (2009), como sendo descritiva e quantitativa, pois se procura, através da aplicação da análise envoltória de dados (DEA) às informações dos municípios do Estado do Rio de Janeiro, expor características a respeito de seus níveis de sustentabilidade.

Foram obtidas informações sobre os 92 municípios do Estado do Rio de Janeiro. Porém, em função da indisponibilidade de dados, o Município de São Fidélis foi retirado da análise, restando, então, 91 municípios.

Os dados utilizados são secundários e extraídos da base de dados do IQM – índice de qualidade dos

municípios da fundação Cide (Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro) para o ano de 2005.

As variáveis que serão utilizadas no estudo são de três dimensões distintas da sustentabilidade: econômica, social e ambiental. A seguir, descrevem-se as variáveis utilizadas.

• Dimensão econômica

- FMU – Capacidade de investimento. Relação entre as despesas de capital com investimentos e a população
- PIB – Estimativa do PIB² *per capita* (renda *per capita*) do município

• Dimensão social

- LEI – Leitos nas especialidades básicas em hospitais credenciados pelo SUS³, para cada grupo de mil habitantes
- ALF – Taxa de alfabetização da população de 15 anos ou mais
- ENS – Matrículas no ensino básico em relação à população residente em idade escolar
- SEG – Policiais civis e militares para cada grupo de 10 mil habitantes
- ONI – Linhas intermunicipais que servem ao município, dividido pela raiz da população e multiplicado por cem

• Dimensão ambiental

- DOM – Percentual médio de domicílios com abastecimento de água adequado, com esgotamento sanitário adequado e com coleta de lixo

Logo, a análise que será conduzida neste trabalho utiliza *proxies* das três principais dimensões da sustentabilidade, segundo o *triple bottom line* (TBL). Sendo assim, a lógica para a análise é que um município será melhor, em termos de nível de sustentabilidade, quão melhores forem seus resultados para as variáveis consideradas nestes três vetores do desenvolvimento sustentável. O Quadro 2, a seguir, mostra um resumo das informações utilizadas.

Neste artigo, para consolidar o nível de sustentabilidade num índice denominado índice consolidado de desenvolvimento sustentável (ICDS), utiliza-se uma ferramenta de análise multicritério: a análise envoltória de dados (DEA). Com esta é possível avaliar o nível de sustentabilidade de cada município do Estado do Rio de Janeiro de modo multicriterial, ou seja, considerando-se de maneira integrada todos os vetores do desenvolvimento sustentável apresentados (variáveis das dimensões ambiental, social e econômica).

De acordo com Charnes, Cooper & Rhodes (1994) e Coelli, Rao & Battese (1998), a análise envoltória de dados (DEA) mostra o quão uma unidade é eficiente, no tratamento de seus *inputs* e *outputs* em relação às outras, numa análise que fornece um indicador que varia de 0 a 1 ou de 0% a 100%. Somente as unidades que obtêm índice de eficiência igual a um é que fazem parte da fronteira eficiente.

Segundo Cooper, Seiford & Zhu (2004), a metodologia DEA tem sua origem com o trabalho de Farrell (1957), que propôs uma abordagem de análise que pudesse ser mais adequada à gestão de qualquer

Quadro 2: Resumo das informações utilizadas

Informações	ALF	ENS	LEI	SEG	ONI	FMU	DOM	PIB
Média	88,3	106,5	2,2	7,3	14,1	196,6	64,1	7317,1
DP	4,4	14,8	1,9	5,1	8,8	299,4	17,0	9429,1
Mediana	89,3	107,7	1,9	6,0	12,6	114,0	65,6	4650,0
Maior Valor	96,4	149,9	10,0	21,0	44,3	1960,1	96,6	82817,9
Menor Valor	75,0	74,2	0,0	1,5	2,5	7,2	19,7	2378,8
Quartil Superior	91,7	114,6	2,7	10,1	20,3	223,0	77,2	7070,9
Quartil Inferior	85,9	97,0	1,1	3,3	7,0	64,9	52,7	3934,1

² Produto interno bruto.

³ Sistema Único de Saúde.

organização produtiva. Já os modelos DEA, propriamente ditos, tiveram seu início em 1978 com a tese de Ph.D de Edward Rhodes sob a orientação de William W. Cooper. Em seu trabalho, Rhodes ampliou o trabalho de Farrell, analisando unidades que possuíam mais de um *input* e/ou *output*.

A metodologia DEA foi inicialmente desenvolvida no modelo de retornos constantes de escala (CRS – *constant returns to scale*), também conhecido por CCR (CHARNES, COOPER & RHODES, 1978). Este modelo determina uma fronteira CRS, a qual indica que crescimento proporcional dos *inputs* produzirá crescimento proporcional dos *outputs*. Este modelo tem como propriedades a convexidade, o cálculo da ineficiência e o raio ilimitado (que presume a proporcionalidade entre *inputs* e *outputs*).

Depois, em 1984, foi desenvolvido o modelo BCC (BANKER, CHARNES & COOPER, 1984) ou VRS (*variable returns to scale*), que assume rendimentos crescentes e decrescentes de escala na fronteira de eficiência. Este modelo surgiu como resultante da partição da eficiência do modelo CCR em duas componentes: a eficiência técnica (VRS) e a eficiência de escala (CRS/VRS).

No caso das formulações da DEA, além da escolha entre CRS e VRS, existe a necessidade de fixação da ótica de análise (orientação *input* ou orientação *output*). Macedo, Cípola & Ferreira (2008) disseram que a abordagem DEA baseada nas entradas (*inputs*) busca maximizar as quantidades de produtos, isto é, maximizar uma combinação linear das quantidades dos vários produtos da unidade sob análise. Já para uma abordagem baseada nas saídas (*outputs*), busca-se minimizar as quantidades de insumos, isto é, minimizar uma combinação linear das quantidades dos vários insumos.

A análise envoltória de dados (DEA), segundo Lins & Meza (2000) e Soares de Mello *et al.* (2005), apresenta-se como uma metodologia matemática não paramétrica, baseada em programação linear, que fornece uma medida de desempenho capaz de comparar a eficiência de várias unidades similares e homogêneas, as DMUs (*decision making units*), mediante a consideração explícita do uso de suas múltiplas entradas para a produção de múltiplas saídas. Desta forma, esta metodologia faz com que a decisão fique orientada por um único indicador, construído a partir de várias abordagens de desem-

penho diferentes, através da relação ponderada entre *inputs* e *outputs*.

Cabe ressaltar, de acordo com Macedo & Cípola (2009), que a modelagem aplicada tem o objetivo não só de identificar o nível de sustentabilidade de cada município, mas também encontrar os pontos ótimos que cada um deveria atingir em relação a cada variável. Isso é o que se denomina “análise de *benchmarking*”, pois se procura, com base no que as unidades eficientes já conseguem atingir em termos de sustentabilidade, propor valores ideais para os indicadores dos municípios tidos como não eficientes.

Apesar de originalmente ser uma metodologia proposta em um ambiente de produção (transformação de insumos em produtos), salientaram Macedo, Cípola & Ferreira (2008), a DEA pode ser utilizada como um método multicritério, quando se utilizam indicadores do tipo “quanto menor, melhor” no lugar dos *inputs* (ex.: risco, custo, endividamento etc.) e do tipo “quanto maior, melhor” no lugar dos *outputs* (ex.: lucratividade, retorno, liquidez etc.). Isso transforma a DEA em um método de apoio multicritério à decisão (AMD), aplicado com o intuito de consolidar várias perspectivas (critérios) de desempenhos diferentes.

Lins & Meza (2000) ressaltaram que um caminho intuitivo para introduzir a DEA é por meio de forma de razão. Para cada DMU, procura-se obter uma medida de razão de todos os *outputs* sobre todos os *inputs*. Ou seja, a modelagem procura encontrar os pesos ótimos u_j e v_i para a resolução do seguinte problema de programação matemática:

$$\begin{aligned}
 \text{Max } E_c &= \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jc}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ic}} \\
 \text{S.a.: } &\frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \leq 1, \quad k = 1, 2, \dots, c, \dots, n \\
 &u_j \geq 0, \quad \forall j, \\
 &v_i \geq 0, \quad \forall i
 \end{aligned}$$

Neste estudo, foi utilizado o modelo DEA-VRS-I. A escolha do modelo VRS se deu pelo fato de existirem

unidades de tamanhos muito diferentes, o que recomenda uma modelagem com retornos variáveis de escala. Já a orientação *input* se deu pelo objetivo de aumentar (maximizar) os indicadores de educação, saúde, segurança, transporte, saneamento e investimento, mantendo-se constante o PIB. Isso traz a ideia de que melhorias nestes indicadores trariam melhorias naturais no PIB do município, como uma resposta natural aos melhoramentos em seu nível de sustentabilidade.

Em termos práticos, de acordo com Santos & Casa Nova (2005), o modelo procura identificar a eficiência de uma unidade, comparando-a com os melhores desempenhos observados, através da resolução do seguinte problema de programação linear (PPL), que já considera a proposta de Charnes & Cooper (1962) para linearizar a relação apresentada anteriormente, que era um problema de programação fracionária:

$$\begin{aligned}
 \text{Max } E_c &= \sum_{j=1}^s u_j y_{jc} + u' \\
 \text{S.a.:} & \sum_{i=1}^m v_i x_{ic} = 1 \\
 & \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} + u' \leq 0, \quad k = 1, 2, \dots, c, \dots, n \\
 & u_j, v_i \geq 0, \quad \forall i, j.
 \end{aligned}$$

De acordo com Macedo & Cípola (2009), neste modelo, “c” é a unidade (DMU – *decision making units*) que está sendo avaliada e u' é uma variável irrestrita, que responde pela questão dos retornos variáveis de escala. O problema acima envolve a procura de valores para u_j e v_i , que são os pesos, de modo que se maximize a soma ponderada dos *outputs* (y_j) da DMU em estudo, sujeita às restrições de que a soma ponderada dos *inputs* (x_i), desta mesma DMU, seja igual a um e a diferença entre a soma ponderada dos *outputs* (y_j) e a soma ponderada dos *inputs* (x_i) seja menor ou igual a zero, para todas as DMUs. Esta última restrição faz com que, quando o mesmo conjunto de coeficientes de entrada e saída (os vários u_j e v_i) for aplicado a todas as outras unidades que estão sendo comparadas, nenhuma unidade excederá 100% de eficiência.

Cabe ressaltar que, nesta análise, diferentemente do que é necessário, todos os indicadores são do tipo

“quanto maior, melhor”. Ou seja, para aplicar a DEA, faltaria a composição de pelos menos um indicador do tipo “quanto menor, melhor”. Para solucionar este problema, foram utilizados os seguintes artifícios:

- para as variáveis ALF e DOM, que representam percentuais, utilizou-se o complemento a 100%;
- para as variáveis ENS, LEI, SEG, ONI e FMU, utilizou-se o inverso da medida original.

Porém, em ambos os casos, a análise final foi feita com as variáveis originais, ou seja, após o modelo, reverteu-se o artifício matemático utilizado para viabilizar a aplicação da DEA.

Cabe ressaltar ainda que, na modelagem de análise, utilizou-se uma restrição aos pesos dos *inputs* para serem obtidas importâncias balanceadas/equilibradas entre as três dimensões ($v_i = 33,33\%$). Ou seja, utilizou-se o artifício matemático de limitar ou restringir a atribuição de pesos pelo modelo, de modo que cada dimensão ficasse no final com o mesmo peso/participação no índice consolidado de desempenho sustentável (ICDS). Com isso, as variáveis tiveram pesos diferentes, mas as dimensões, pesos iguais, já que as dimensões não possuíam o mesmo número de variáveis. As variáveis DOM e FMU, por serem os únicos *inputs* das dimensões ambiental e econômica, respectivamente, ficaram cada uma com um peso de 33,33%. Já as variáveis ONI, LEI e SEG, por serem perspectivas diferentes dentro da dimensão social, ficaram com 8,33% de peso. Por outro lado, as variáveis ALF e ENS por representarem a mesma perspectiva dentro da dimensão social, ficaram com 4,17% de peso cada uma.

Para ter índice máximo (ICDS = 100%), o município terá que possuir uma relação entre sustentabilidade ambiental, social e econômica ótima. Não adianta ter destaque em apenas um dos aspectos, isso no máximo vai dar destaque para o município em uma das dimensões. A ideia é ter uma conjugação equilibrada, que mostre desenvolvimento econômico, com igualdade social e equilíbrio com o meio ambiente.

Uma das características da DEA, segundo Macedo & Cípola (2009), é ser uma medida relativa de desempenho, ou seja, os scores verificados em determinada função somente valem para a amostra em estudo. Caso haja alteração na amostra com inclusão ou exclusão de novas DMUs ou alteração nas variáveis

veis, torna-se necessário calcular novos scores de eficiência. Em síntese, os resultados de eficiência de determinada amostra não são comparáveis com os resultados de amostras diferentes nem da população. É importante ressaltar, de acordo com Macedo, Cípolo & Ferreira (2010), que esta é uma característica não paramétrica da metodologia DEA, em que os parâmetros de desempenhos são reais e estabelecidos dentro da amostra, levando em conta as variáveis sob análise.

Por fim, o modelo de análise foi executado em um software específico de DEA, denominado *Frontier Analyst da Banxia Software*.

Depois de obtido os índices consolidados de desenvolvimento sustentável (ICDS) de cada município, resultado da consolidação feita através da DEA, procedeu-se a análises complementares do desempenho dos mesmos. Estas análises envolveram a aplicação de teste não paramétrico de diferença de médias e de análise de regressão, com o intuito de verificar a relação entre o desempenho sustentável e duas variáveis de controle de cada município: tamanho da população e volume de arrecadação. As informações sobre a população foram obtidas junto ao levantamento de 2007 do IBGE, enquanto as informações sobre a arrecadação são do Sistema de Coleta de Dados Contábeis de Estados e Municípios (SISTN) da Secretaria do Tesouro Nacional (STN), do Ministério da Fazenda, para o ano de 2008.

O teste aplicado foi o de Mann-Whitney, ao nível de 5% de significância, com o objetivo de verificar a existência de diferença estatisticamente significativa entre o desempenho dos 20 maiores e dos 20 menores municípios (considerando, numa análise, o tamanho da população e, numa outra análise, o volume de arrecadação como *proxies* de tamanho). Segundo Siegel & Castellan Jr. (2006), este teste é uma boa alternativa ao teste paramétrico *t*, quando se deseja evitar as suposições do mesmo, como a necessidade de distribuição normal (já que existem poucos dados).

Além disso, para analisar a relação entre estas variáveis e o desempenho sustentável, fez-se uma análise de regressão, que, de acordo com Corrar, Paulo & Dias Filho (2007), consiste basicamente em determinar uma função que descreva ou explique o comportamento da variável dependente com base nos valores de uma (regressão simples) ou mais

(regressão múltipla) variáveis independentes. Para estimar esta função, complementou Gujarati (2006), podem ser utilizados diversos métodos, sendo o mais comum, que é utilizado no presente estudo, o dos mínimos quadrados ordinários (MQO).

Cabe ressaltar que, para a análise de regressão, as variáveis “tamanho da população” e “volume de arrecadação” foram tomadas por seu logaritmo natural (Ln). O modelo econométrico utilizado na análise pode ser visto a seguir:

$$ICDS_i = \alpha_0 + \alpha_1 LnARREC_i + \alpha_2 LnPOP_i + \varepsilon_i$$

Eq. 1

Porém, segundo Fávero *et al.* (2009), para se aceitar a função estimada faz-se necessário testar o coeficiente de determinação da regressão (R^2) e os coeficientes das variáveis independentes. A fim de testar o modelo como um todo, ressaltaram Gujarati (2006) e Corrar, Paulo & Dias Filho (2007), faz-se um teste F, que tem como hipótese nula (H_0) que o R^2 é igual a zero. Para que a regressão possa ser aceita, tem-se que rejeitar este H_0 . Já para testar os coeficientes das variáveis independentes, complementaram Gujarati (2006) e Corrar, Paulo & Dias Filho (2007), faz-se um teste *t*, que tem como hipótese nula (H_0) que os coeficientes são nulos (iguais a zero). Do mesmo modo que o teste anterior, para que uma variável possa ser incluída no modelo que descreve ou explica o comportamento da variável independente, tem-se que rejeitar este H_0 . Em ambos os casos, o *p-value* do teste precisa ser inferior ao nível de significância, que, para o presente estudo, é de 5%.

Além dos testes F e *t*, para se fazer uma análise de regressão, destacaram Fávero *et al.* (2009), Corrar, Paulo & Dias Filho (2007) e Gujarati (2006), é necessário testar seus pressupostos, que são os seguintes: normalidade dos resíduos, homocedasticidade dos resíduos, autocorrelação dos resíduos e multicolinearidade das variáveis. Em outras palavras, para que um modelo de regressão seja aceito, é necessário que os resíduos sejam normalmente distribuídos, que sua variância seja constante e que eles não estejam correlacionados. Além disso, é necessário que as variáveis independentes (regressores) não sejam correlacionadas. Neste trabalho, os testes de todos os pressupostos foram feitos para todas as regressões. A seguir, tem-se a descrição dos testes utilizados.

Para testar a normalidade, utilizou-se o teste de Jarque-Bera (JB), que, segundo Gujarati (2006), consiste num teste da hipótese conjunta de assimetria ($S = 0$) e curtose ($K = 3$) da distribuição dos resíduos da regressão. Já para a homocedasticidade, utilizou-se o teste de Breusch-Pagan-Godfrey, que, de acordo com Gujarati (2006), consiste em testar a hipótese de que as variâncias dos erros (resíduos) são iguais. Para a multicolinearidade (aplicável apenas aos casos de regressões múltiplas), foi utilizada estatística FIV (*variance inflation factor*), que, consoante Fávero *et al.* (2009), é uma medida de quanto a variância de cada coeficiente de regressão estimado aumenta devido à multicolinearidade. Para que a regressão seja aceitável, é necessário que o FIV seja menor que dez.

Por fim, para a autocorrelação, cabe ressaltar que, conforme expressaram Fávero *et al.* (2009), não faz sentido se falar em autocorrelação quando os dados estão em *cross-section*, como no caso da presente pesquisa.

Todos os testes, à exceção do FIV, que foi rodado no SPSS 16.0, foram executados no Eviews 6.0, onde também foram feitas as análises de regressão. Ainda cabe salientar que, para os casos em que se encontre problema de heterocedasticidade, pode ser utilizada a correção de Newey-West, que, segundo Gujarati (2006), corrige os erros padrão dos coeficientes, tornando-os consistentes para heterocedasticidade.

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

De posse das informações de cada um dos municípios do Estado do Rio de Janeiro, no que diz respeito às variáveis das dimensões ambiental, social e econômica da sustentabilidade, procedeu-se à aplicação de um modelo DEA-VRS-I. O Quadro 3 mostra os resultados do índice consolidado de desenvolvimento sustentável (ICDS) para cada município.

Quadro 3: Resultado do ICDS para os municípios sob análise

Município	ICDS	Município	ICDS	Município	ICDS
Porto Real (28)	100	Resende	71,5	Valença	56,5
Cordeiro (18)	100	Rio Claro	71,4	Barra do Piraí	56,1
Piraí (17)	100	Mendes	71,3	Duque de Caxias	55,3
Rio das Flores (16)	100	Campos dos Goytacazes	71,2	Cachoeiras de Macacu	54,3
Volta Redonda (12)	100	Comendador Levy Gasparian	71,1	Japeri	54,3
Casimiro de Abreu (5)	100	São Pedro da Aldeia	70,6	Rio Bonito	54,1
Macuco (5)	100	Armação dos Búzios	69,2	Parati	54,1
Quissamã (2)	100	Aperibé	69,2	Seropédica	53,8
Italva (1)	100	Niterói	67,7	Mesquita	53,6
Rio das Ostras (1)	100	Santa Maria Madalena	65,7	São Gonçalo	53,5
Vassouras (1)	100	Areal	65,4	Itaocara	53,4
Macaé	98,4	Pinheiral	65,2	São João da Barra	52,8
Iguaba Grande	95,9	Nova Friburgo	64,2	Sapucaia	52,8
Três Rios	94,2	Cantagalo	63,9	São José de Ubá	52,7
Rio de Janeiro	84,6	Engenheiro Paulo de Frontin	63,9	Itaguaí	52,7
Bom Jesus do Itabapoana	83,7	Saquarema	63,2	Belford Roxo	49,6
Carapebus	83,6	São Sebastião do Alto	62,8	Magé	49,1
Miracema	82,1	Porciúncula	62,8	Nova Iguaçu	48,8
Paracambi	82,0	São João de Meriti	62,7	Paty do Alferes	48,8
Paraíba do Sul	77,2	Cardoso Moreira	62,6	Maricá	48,6
Quatis	76,8	Itaperuna	62,1	Araruama	48,5
Itatiaia	76,5	Arraial do Cabo	60,7	Barra Mansa	46,4
Laje do Muriaé	75,9	Cambuci	60,6	Teresópolis	45,8
Angra dos Reis	75,6	Guapimirim	59,9	São José do Vale do Rio Preto	45,7
Duas Barras	75,6	Petrópolis	59,6	Itaboraí	45,1
Cabo Frio	75,4	Trajano de Moraes	58,8	Tanguá	44,7
Mangaratiba	74,7	Carmo	58,2	Sumidouro	43,4
Conceição de Macabu	73,9	Bom Jardim	58,1	São Francisco de Itabapoana	42,9
Nilópolis	73,4	Queimados	58,1	Varre-Sai	41,3
Santo Antônio de Pádua	72,0	Silva Jardim	57,7		
Natividade	71,6	Miguel Pereira	57,2		

Numa análise dos resultados do Quadro 3, que mostra o ICDS para os municípios estudados, pode-se perceber que os municípios com maior nível de sustentabilidade são Porto Real, Cordeiro, Piraí, Rio das Flores, Volta Redonda, Casimiro de Abreu, Macuco, Quissamã, Italva, Rio das Ostras e Vassouras.

O resultado mostra uma posição de superioridade para esses municípios, o que os coloca num patamar de destaque em termos de desenvolvimento sustentável. Isso quer dizer que estes municípios, considerando-se as variáveis do modelo, são os de melhor nível de desenvolvimento sustentável na consolidação de todas as perspectivas combinadas: ambiental, social e econômica. Estes municípios são os que melhor conjugam os indicadores considerados, minimizando *inputs* e maximizando *outputs*. Assim sendo, pode-se dizer que esses municípios possuem um equilíbrio, em termos ambiental, social e econômico, que os coloca numa posição de destaque em termos de sustentabilidade.

Porém, para discriminar esses municípios que atingiram o valor máximo de desempenho (100%), utilizou-se o número de vezes que cada município aparece como referência (*benchmark*) para os outros municípios (valor entre parênteses no Quadro 3). Assim sendo, pode destacar o Município de Porto Real, que

tem seus indicadores como parâmetros de referência para melhoria dos indicadores de 28 municípios que não atingiram desempenho máximo.

Como destaque negativo, em relação às variáveis do modelo, ficaram os municípios de Varre-Sai, São Francisco de Itabapoana, Sumidouro, Tanguá, Itaboraí, São José do Vale do Rio Preto, Teresópolis, Barra Mansa, Araruama, Maricá, Paty do Alferes, Nova Iguaçu, Magé e Belford Roxo, todos com indicador inferior a 50%. Estes são os municípios com indicadores problemáticos nas perspectivas social, ambiental e econômica, fato que indica que tais cidades, de maneira geral, precisam de maiores mudanças (incremento nas variáveis do modelo) para se tornarem eficientes em termos de desenvolvimento sustentável.

Neste sentido, os quadros 4 e 5 mostram um resumo dos valores ótimos e dos percentuais de mudança para as variáveis estudadas, considerando-se constante o PIB. Ou seja, esses quadros mostram o nível de mudança geral necessária para as outras variáveis estudadas.

Numa comparação entre os quadros 1 e 4, pode-se perceber o nível de mudança necessário em cada variável. Com a ajuda do Quadro 5, observa-se que as variáveis FMU e SEG são as que necessitam de

Quadro 4: Resumo dos valores ótimos das variáveis sob análise

Informações	ALF	ENS	LEI	SEG	ONI	FMU	DOM
Média	90,3	120,9	2,6	10,9	20,0	460,0	78,4
DP	2,6	17,4	1,7	4,5	10,7	415,1	11,5
Mediana	89,9	112,0	2,2	11,1	16,0	335,6	79,2
Maior Valor	96,4	149,9	10,0	21,0	44,3	1960,1	96,6
Menor Valor	83,7	96,2	0,0	1,5	7,9	79,0	33,3
Quartil Superior	91,8	145,8	2,8	13,7	31,9	450,5	89,1
Quartil Inferior	89,2	109,5	1,8	9,7	9,8	110,3	69,2

Quadro 5: Resumo dos percentuais de melhoria nos valores das variáveis sob análise

Informações	ALF	ENS	LEI	SEG	ONI	FMU	DOM
Média	2,4%	15,0%	Não Aplicável	111,7%	71,7%	263,9%	30,2%
DP	3,6%	19,2%	Não Aplicável	182,2%	120,8%	405,9%	41,3%
Mediana	0,0%	5,0%	Não Aplicável	23,8%	35,2%	169,9%	21,0%
Maior Valor	19,3%	74,4%	Não Aplicável	822,2%	885,7%	3389,1%	301,5%
Menor Valor	0,0%	0,0%	Não Aplicável	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Quartil Superior	4,5%	25,6%	Não Aplicável	151,2%	98,3%	334,9%	38,4%
Quartil Inferior	0,0%	0,0%	Não Aplicável	0,0%	0,0%	61,1%	5,6%

maiores mudanças em média. Por outro lado, a variável ALF é a que se apresenta com valores mais próximos dos ideais.

De posse dos resultados de desempenho sustentável (ICDS) de cada município, procedeu-se a uma comparação entre o nível de sustentabilidade (ICDS) dos 20 maiores e dos 20 menores municípios em termos de tamanho da população e volume de arrecadação. Para ambos os casos, percebeu-se que não existe diferença estatisticamente significativa entre os ICDS dos grupos (*p*-valores de 0,165 e 0,289, respectivamente). Ou seja, não há diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% para o desempenho sustentável de municípios maiores e menores, considerando-se a população e a arrecadação. Isso quer dizer que existem outros elementos que explicam o desempenho sustentável que não seja o tamanho da população e o volume de arrecadação.

Isso é corroborado pelos resultados da análise de regressão (Quadro 6), que apresenta um R² significativo a 5% de apenas 0,2475. Ou seja, existem outras variáveis que explicam mais de 75% da variação do ICDS.

Mesmo assim, percebe-se que, na regressão, tem-se significância para ambas as variáveis independentes, pois os dois *p-values* do teste *t* são menores que 5%. Também pode-se observar que a regressão não apresenta problemas de normalidade (*p-value* do teste de Jarque-Bera > 5%) nem de heterocedasticidade (*p-value* do teste de Breusch-Pagan-Godfrey > 5%). Por outro lado, não se observam problemas de colinearidade entre as variáveis LnARREC e LnPOP, pois o FIV é inferior a 10,0000. Com base em todas estas informações, pode-se dizer que o tamanho da

população e o volume de arrecadação são informações relevantes para explicar o nível de desempenho sustentável dos municípios estudados, apesar do baixo poder de explicação (cerca de 25%).

Outra informação que chama atenção nesta análise são os sinais dos coeficientes das variáveis independentes. Percebe-se que a variável LnARREC tem sinal positivo, enquanto o LnPOP tem sinal positivo. Isso quer dizer que o volume de arrecadação está diretamente relacionado com o nível de desempenho sustentável, enquanto que o tamanho da população tem relação inversa com a sustentabilidade. Em outras palavras, quanto maior a arrecadação e/ou quanto menor a população, maior o ICDS.

6. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo verificar o nível de sustentabilidade de cada município do Estado do Rio de Janeiro. A estudo analítico, para alcançar este objetivo, se deu pela aplicação da análise envoltória de dados (DEA), como uma ferramenta de apoio multicritério, que consolidou as diversas variáveis das múltiplas perspectivas do desenvolvimento sustentável (ambiental, social e econômica) em um único indicador. Cabe ressaltar que isso facilita o processo de análise/avaliação, pois, ao invés de considerar vários índices para concluir a respeito da sustentabilidade, utiliza-se apenas da medida agregada de eficiência da DEA.

Os resultados desse estudo como um todo propõem uma nova percepção sobre o nível de sustentabilidade de localidades, que não se encontra disponível através de nenhuma das outras técnicas de análise do desenvolvimento sustentável. Isto porque apresenta um único indicador, que conjuga todas as perspectivas relevantes, de modo multicriterial e relativo. Ou seja, a partir de informações que não estariam disponíveis pelas técnicas listadas anteriormente, os resultados da análise envoltória de dados (DEA) podem proporcionar melhores condições de análise/avaliação da sustentabilidade.

Quadro 6: Resumo dos resultados da regressão

Variável Explicativa ou Independente	Coefficiente	Erro Padrão	t	p-value
C	-65,34	34,95	-1,8695	0,0652
LnARREC	15,70	3,24	4,8406	0,0000
LnPOP	-14,39	2,80	-5,1353	0,0000
Inf. Adicionais	Valores	Inf. Adicionais		Valores
R ²	0,2475	F (estat.)		13,3184
R ² ajustado	0,2289	F (p-value)		0,0000
Jarque-Bera (estat.)	2,7395	Breusch-Pagan-Godfrey (estat. F)		1,0102
Jarque-Bera (p-value)	0,2542	Breusch-Pagan-Godfrey (p-value)		0,3687
FIV (LnARREC e LnPOP)	5,1960			

Cabe ressaltar a importância de ferramentas como esta num contexto de preocupação mundial com o desenvolvimento sustentável, em que os governantes e a sociedade como um todo são cobrados, permanentemente, a ter atitudes positivas em relação ao desenvolvimento econômico concomitante com justiça social e respeito ao meio ambiente.

De maneira geral, os resultados mostram que 11 dos 91 municípios sob análise atingiram nível de desempenho sustentável máximo. Estes municípios podem ser considerados os de melhores níveis de desenvolvimento sustentável, em todas as perspectivas conjugadas: ambiental, social e econômica. Também cabe salientar que o comportamento destes municípios em relação às variáveis analisadas serve de *benchmark* para que os outros municípios que obtiveram índice menor que 100% possam melhorar seu desempenho. Do outro lado do *ranking* de sustentabilidade, aparecem 14 municípios com ICDS inferior

a 50%, o que mostra que estes são municípios problemáticos sob as perspectivas do desenvolvimento sustentável consideradas.

Além disso, percebe-se que o desempenho está positivamente relacionado com o volume de arrecadação e negativamente relacionado com o tamanho da população. Apesar disso, não se observou diferença estatisticamente significativa, em nível de 5%, entre as médias do ICDS dos grupos maiores e menores municípios, considerando-se ambas as variáveis.

Por fim, cabe ressaltar que este estudo é apenas uma tentativa de aplicar a DEA para análise de sustentabilidade de regiões (países, municípios etc.). A pesquisa deve ter continuidade procurando-se, por exemplo, melhorar a qualidade informacional das variáveis utilizadas. Isso pode trazer luz para outras questões que não foram consideradas na presente análise.

REFERÊNCIAS

ALIGLERI, Lílian; ALIGLERI, Luiz Antônio & KRUGLIANSKAS, Isak. *Gestão socioambiental: responsabilidade e sustentabilidade do negócio*. São Paulo: Atlas, 2009.

BANKER, Rajiv D.; CHARNES, Abraham & COOPER, William W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, v. 30, n. 9, p. 1.078-1.092. September, 1984.

BARRET, Patrick J. Corporate governance – more than good management. In: CPA SOUTH AUSTRALIA ANNUAL CONGRESS. Melbourne: Australian National Audit Office, 2001. Disponível em: <http://anao.gov.au/uploads/documents/Corporate_Governance_More_than_Good_Management.pdf>.

BOTELHO, Eduardo César. *A contribuição das funções de governo dos municípios catarinenses para o desenvolvimento sustentável*. 2004. 120f. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC.

CHARNES, Abraham & COOPER, William W. Programming with linear fractional functionals. *Naval Research Logistic Quarterly*, v. 9, n. 3-4, p. 181-186, September/December, 1962.

CHARNES, Abraham; COOPER, William W.; LEWIN, Arie Y. & SEIFORD, Lawrence M. *Data envelopment analysis*. 2. ed. Boston: KAP, 1994.

CHARNES, Abraham; COOPER, William W. & RHODES, Edward. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, v. 2, n. 6, p. 429-444, November, 1978.

COELLI, Timothy J.; RAO, Dodla S. Prasada & BATTESE, George E. *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Boston: KAP, 1998.

COOPER, William W.; SEIFORD, Lawrence M. & ZHU, Joe. *Handbook on data envelopment analysis*. Boston: KAP, 2004.

CORRAR, Luiz J.; PAULO, Edílson & DIAS FILHO, José Maria (coords.). *Análise multivariada para cursos de Administração, Ciências Contábeis e Economia*. São Paulo: Atlas, 2007.

COSTANZA, Robert. *Ecological economics: the science and management of sustainability*. New York: Columbia Press, 1991.

DALLARI, Dalmo de Abreu. *Elementos de teoria geral do estado*. 24. ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

REFERÊNCIAS

- FARRELL, Michael J. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, v. 120, series A, n. 3, p. 253-290, 1957.
- FÁVERO, Luiz Paulo L.; BELFIORE, Patrícia P.; SILVA, Fabiana L. da & CHAN, Betty Lilian. *Análise de dados – modelagem multivariada para tomada de decisões*. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, 2009.
- GARCEZ, Catherine Aliana G. O Protocolo de Quioto e o papel do Estado: os casos do Canadá e do Brasil. *Interfaces Brasil/Canadá*, v. 7, p. 137-147, Rio Grande, 2007.
- GUJARATI, Damodar. *Econometria básica*. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, 2006.
- JACOBI, Pedro Roberto. *O complexo desafio da sustentabilidade: desenvolvimento e meio ambiente*. São Paulo: Nobel, 1994.
- LINS, Marcos Pereira E. & MEZA, Lídia A. *Análise envoltória de dados e perspectiva de integração no ambiente de apoio à decisão*. Rio de Janeiro: Coppe/UFRJ, 2000.
- MACEDO, Marcelo Álvaro da S. Análise do nível de sustentabilidade: um estudo apoiado em Análise Envoltória de Dados (DEA). In: XII SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS – SIMPOI. *Anais...* São Paulo: FGV/Eaes, 2009. 1 CD-ROM.
- MACEDO, Marcelo Álvaro da S. & CÍPOLA, Fabrício C. Análise do desempenho socioambiental no setor siderúrgico brasileiro. *Revista de Contabilidade e Organizações (RCO)*, v. 3, n. 7, p. 58-75, Ribeirão Preto, 2009.
- MACEDO, Marcelo Álvaro da S.; CÍPOLA, Fabrício C. & FERREIRA, Antônio Francisco R. Análise do desempenho organizacional sob as perspectivas socioambiental e de imagem corporativa: um estudo apoiado em DEA sobre os seis maiores bancos no Brasil. *Rege – Revista de Gestão USP*, v. 15, n. especial, p. 1-16, São Paulo, 2008.
- _____. Desempenho social no agronegócio brasileiro: aplicando DEA no segmento de usinas de processamento de cana-de-açúcar. *RESR – Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 48, n. 1, p. 223-243, Brasília, janeiro/março, 2010.
- MUSGRAVE, Richard A. & MUSGRAVE, Peggy B. *Finanças públicas: teoria e prática*. Rio de Janeiro: Campus; São Paulo: Universidade de São Paulo, 1980.
- NASCIMENTO, Luís Felipe. O insustentável sustentável. In: XXXII ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO – ENANPAD. *Anais...* Rio de Janeiro: Anpad, 2008. 1 CD-ROM.
- RUTHES, Sidarta & NASCIMENTO, Décio Estevão do. Desenvolvimento sustentável e os arranjos produtivos locais. In: IX SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS – SIMPOI. *Anais...* São Paulo: FGV/Eaes, 2006. 1 CD-ROM.
- SACHS, Ignacy. *Rumo à ecossocioeconomia: teoria e prática do desenvolvimento*. São Paulo: Cortez, 2007.
- SANTOS, Arioaldo dos & CASA NOVA, Sílvia P. de C. Proposta de um modelo estruturado de análise de demonstrações contábeis. *RAE-eletrônica*, v. 4, n. 1, art. 8, janeiro/julho, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/raeel/v4n1/v4n1a04.pdf>>. Acesso em: 13 de janeiro de 2008.
- SIEGEL, Sidney & CASTELLAN JR., N. John. *Estatística não paramétrica para ciências do comportamento*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- SOARES DE MELLO, João Carlos C. B.; ÂNGULO MEZA, Lídia.; GOMES, Eliane G. & BIONDI NETO, Luiz. Curso de Análise Envoltória de Dados. In: XXXVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL – SBPO. *Anais...* Gramado: Sobrapo, 2005. CD-ROM.
- TIMMERS, Hans. Government Governance: Corporate governance in the public sector, why and how? In: 9th FEE PUBLIC SECTOR CONFERENCE. The Hague: The Netherlands Ministry of Finance, 2000. Disponível em: <http://www.ecgi.org/codes/documents/public_sector.pdf>.
- VELLANI, Cássio Luiz & RIBEIRO, Maysa de S. A sustentabilidade e a contabilidade. In: IX SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS – SIMPOI. *Anais...* São Paulo: FGV/Eaes, 2006. 1 CD-ROM.
- VERGARA, Sylvia C. *Projetos e relatórios de pesquisa em Administração*. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT – WCED. *Our common future*. Oxford and New York: Oxford University Press, 1987.