

EFICIÊNCIA DA REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS SOB AS PERSPECTIVAS AMBIENTAL, ECONÔMICA E SOCIAL

EFFICIENCY OF THE METROPOLITAN REGION OF CAMPINAS UNDER THE ENVIRONMENTAL, ECONOMIC AND SOCIAL PERSPECTIVES

EFICIENCIA DE LA REGIÓN METROPOLITANA DE CAMPINAS BAJO LAS PERSPECTIVAS AMBIENTAL, ECONOMICA Y SOCIAL

Denise Helena Lombardo Ferreira ¹
Ingrid Metzner Moraes ²

Resumo: É necessário cada vez mais pensar em soluções para que as cidades atendam ao contexto da sustentabilidade. Nesse sentido o objetivo desta pesquisa é verificar a eficiência dos municípios que compõem a Região Metropolitana de Campinas sob a perspectiva ambiental, econômica e social. Para isso fez-se uso da ferramenta Análise Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis – DEA) com a aplicação dos modelos CCR e BBC com orientação a inputs disponíveis no Programa Microsoft Excel – DEA Frontier. Os resultados obtidos com o uso dos modelos CCR apontam que as cidades Jaguariúna e Paulínia mostraram ser as mais eficientes nas três perspectivas, enquanto no modelo VRS, as cidades foram Jaguariúna, Paulínia, Valinhos e Vinhedo.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Análise Envoltória de Dados. Região Metropolitana de Campinas.

Abstract: It is increasingly necessary to think of solutions so that cities meet the context of sustainability. In this sense, the objective of this research is to verify the efficiency of the municipalities that compose the Metropolitan Region of Campinas from the environmental, economic and social perspectives. For this purpose, the Data Envelopment Analysis (DEA) tool was applied using the CCR and BBC input-oriented models available in the Microsoft Excel - DEA Frontier Program. The results obtained with the use of the CCR models indicate that the cities Jaguariúna and Paulínia were the most efficient in the three perspectives, while in the VRS model, the cities were Jaguariúna, Paulínia, Valinhos and Vinhedo.

Keywords: Sustainability. Data Envelopment Analysis. Metropolitan Region of Campinas.

Resumen: Es necesario cada vez más pensar en soluciones para que las ciudades atiendan al contexto de la sostenibilidad. En ese sentido el objetivo de esta investigación es verificar la eficiencia de los municipios que componen la Región Metropolitana de Campinas bajo la perspectiva ambiental, económica y social. Para ello se

¹ Doutora em Educação Matemática, Unesp – Rio Claro, Professora e Membro do Mestrado em Sustentabilidade da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, CEATEC. E-mail: lombardo@puc-campinas.edu.br.

² Estudante de graduação da Engenharia de Produção. Pontifícia Universidade Católica de Campinas, CEATEC. E-mail: ingridmetzner@outlook.com.



hizo uso de la herramienta Análisis Envoltorio de Datos (Data Envelopment Analysis - DEA) con la aplicación de los modelos CCR y BBC con orientación a inputs disponibles en el Programa Microsoft Excel - DEA Frontier. Los resultados obtenidos con el uso de los modelos CCR apuntan que las ciudades Jaguariúna y Paulínia mostraron ser las más eficientes en las tres perspectivas, mientras que en el modelo VRS, las ciudades fueron Jaguariúna, Paulínia, Valinhos y Vinhedo.

Palabras-clave: Sostenibilidad. Análisis Envoltorio de Datos. Región Metropolitana de Campinas.

Envio 09/02/2019

Revisão 09/03/2019

Aceite 09/03/2019

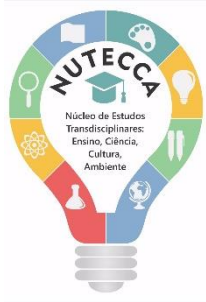
Introdução

O meio ambiente está sujeito a constantes alterações, sejam elas provenientes dos fenômenos naturais ou da ação do homem. As diversas transformações que vêm ocorrendo, muitas delas provocadas pela ação do ser humano, fazem com que os apelos sejam cada vez mais frequentes para que a sociedade use os recursos existentes de forma consciente.

Como destacam Silva Júnior, Ferreira e Lewinsohn (2015), todas as formas de vida têm a potencialidade de crescimento exponencial, mas encontram limitação nas diferentes formas de competição entre espécies ou dentro de uma mesma espécie, colocando em xeque a capacidade de suporte dos sistemas ecológicos, manejados ou não. Nessa linha, surge o conceito de sustentabilidade, derivado recentemente de debates internacionais. Para Boff (2012) este conceito significa respeito às limitações de cada bioma e às necessidades das gerações presentes e futuras.

A sustentabilidade pode ser visualizada como oito dimensões, sendo elas: social, econômica, ecológica, ambiental, cultural, territorial e política nacional e internacional (Sachs, 2000). Dentre as diferentes definições da sustentabilidade, as dimensões econômica, ambiental e social são vistas como consenso pelos autores.

Para Sachs (2000), a dimensão econômica diz respeito à efetividade das ações, pois as soluções ambientais devem ter sustentabilidade econômica para sua aceitabilidade e inclui a noção de liberdade e autonomia para a pesquisa científica e inovações. A dimensão ambiental indica que o meio ambiente é imprescindível à sobrevivência da humanidade e de todas as espécies, sendo necessária a preservação de sua capacidade de resiliência. A dimensão social traz a percepção de que a desigualdade é uma das causadoras dos problemas ambientais, sendo a justiça social o ideal a ser perseguido para o alcance da sustentabilidade.



É comum em vários momentos da vida a necessidade de se tomar decisões, que em alguns casos demandam a confecção de um modelo. Os modelos matemáticos usam relações matemáticas para descrever ou representar um objeto ou problema de decisão e podem em seu processo de criação auxiliar no entendimento do problema e como consequência melhorar a análise de decisão. Segundo Lisboa (2013), um modelo é a representação simplificada de um sistema real, podendo ser um projeto já existente ou um projeto futuro.

A aplicação de modelos matemáticos e estatísticos para auxiliar na tomada de decisão quanto a alocação mais adequada dos recursos disponíveis vem sendo cada vez mais difundida e utilizada, permitindo analisar, prever, compreender e interpretar problemas diversos, além de proporcionar a aplicação e contextualização de conteúdos matemáticos e estatísticos.

Neste contexto, o trabalho busca aplicar a Análise Envoltória dos Dados (DEA – *Data Envelopment Analysis*) para analisar a eficiência das cidades que compõem a Região Metropolitana de Campinas, segundo as perspectivas econômica, ambiental e social.

Metodologia

Objeto de Estudo

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, classifica Campinas como capital regional, cidade “Com capacidade de gestão no nível imediatamente inferior ao das metrópoles, têm área de influência de âmbito regional, sendo referidas como destino, para um conjunto de atividades, por grande número de municípios” (IBGE, 2007, p.11). Localizada a menos de 100 km da capital do Estado de São Paulo, tem população estimada de mais de 1,1 milhão de pessoas em 2015, com Produto Interno Bruto (PIB) de R\$51.347.711 em 2013 (representando o 13º PIB do Brasil). É centro industrial e tecnológico, sede de muitas empresas, universidades e centros de pesquisa, com grande extensão territorial, com 796,4 km² (Prefeitura Municipal de Campinas, 2016).

As cidades que fazem parte de Região Metropolitana de Campinas (RMC) são: Americana, Artur Nogueira, Campinas, Cosmópolis, Engenheiro Coelho, Holambra, Hortolândia, Indaiatuba, Itatiba, Jaguariúna, Monte Mor, Morungaba, Nova Odessa, Paulínia, Pedreira, Santo Antônio de Posse, Santa Bárbara d’Oeste, Sumaré, Valinhos e Vinhedo.



Ferramenta DEA

Buscando otimizar cada vez mais o resultado final, a Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*) é uma ferramenta da estatística não paramétrica, que avalia a eficiência de unidades tomadoras de decisão, comparando entidades que realizam tarefas similares e se diferenciam pela quantidade de recursos (*inputs* ou insumos) e de bens (*outputs* ou produtos) envolvidos (Milioni; Alves, 2013). As unidades avaliadas são denominadas por DMUs (*Decision Making Units*).

Há dois modelos clássicos da ferramenta DEA: CRS e BCC. O modelo CRS (*Constant Returns to Scale*) aborda como hipótese retornos constantes à escala (Charnes; Cooper; Rhodes, 1978). Em sua formulação matemática cada DMU ($k = 1,2,3,4\dots$) é considerada como uma unidade de produção que utiliza n *inputs* x_{ik} ($i = 1,2,3,4,\dots,n$) para gerar m *outputs* y_{jk} ($j = 1,2,3,4,\dots,m$).

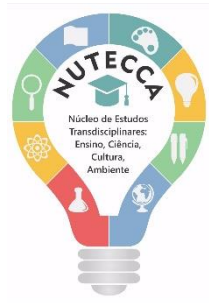
O modelo CRS maximiza o quociente entre a combinação linear dos *outputs* e a combinação linear dos *inputs*, com a restrição de que para qualquer DMU esse quociente não pode ser maior que 1. Este problema de programação fracionária, mediante alguns artifícios matemáticos, pode ser linearizado e transformado em um Problema de Programação Linear mostrado em (1).

$$\text{Max } h_o = \sum_{j=1}^m u_j y_{jo}$$

sujeito a

$$\sum_{i=1}^n v_i x_{io} = 1 \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^m u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ik} \leq 0, \quad k=1,2,3,4,\dots,n$$



$$u_j, v_i \geq 0 \quad \forall i, j$$

Onde: h_o é a eficiência da DMU o em análise; x_{i0} e y_{j0} são os *inputs* e *outputs* da DMU o , eles são também os pesos calculados pelo modelo para *inputs* e *outputs*, respectivamente.

O modelo BCC (Banker; Charnes; Cooper, 1984), também conhecido como VRS (*Variable Returns to Scale*), (retorno variáveis à escala, isto é, substitui o axioma da proporcionalidade pelo axioma da convexidade), leva em conta situações de eficiência de produção com variação de escala e não admite proporcionalidade entre *inputs* e *outputs*. São possíveis duas orientações radiais para esses modelos na busca da fronteira de eficiência: orientação a *inputs* e orientação a *outputs* (Gomes *et. al.*, 2009). O modelo em questão é apresentado em (2).

$$\text{Max } h_o = \sum_{j=1}^s u_j y_{j0} - u_*$$

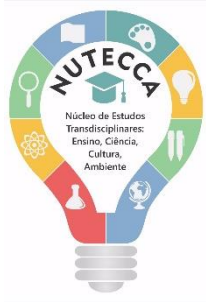
sujeito a

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1 \tag{2}$$

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} - u_*, \quad k=1,2,3,4\dots n$$

$$u_j, v_i \geq 0 \quad \forall i, j$$

$$u_* \in \mathbb{R}$$



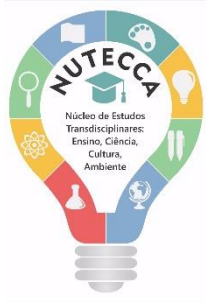
No modelo BCC, a eficiência é dada por h_o e x_{ik} representa o *input* i da DMU k ; y_{jk} representa o *output* j da DMU k ; v_i e u_j , representam os pesos dados aos *inputs* i e aos *outputs* j , respectivamente; u_* é um fator de escala, quando positivo indica que a DMU está em região de retornos decrescentes de escala; se negativo os retornos de escala são crescentes. Caso h_* é igual a 1, a DMU o em análise é considerada eficiente. No PPL as variáveis de decisão são v_i , u_j e h_* . No modelo BCC uma DMU é eficiente se, na escala em que opera, é a que melhor aproveita os *inputs* de que dispõe. Já no modelo CCR, uma DMU é eficiente quando apresenta o melhor quociente de *outputs* com relação aos *inputs*, ou seja, aproveita melhor os *inputs* sem considerar a escala de operação da DMU.

A Análise Envoltória dos Dados tem sido usada no estudo da eficiência relativa das unidades e pode ser aplicada nas mais diversas áreas, como educação, administração, engenharias. Essa ferramenta permite avaliar vários fatores: técnico, social, econômico e ambiental, portanto realizar uma análise integrada. Modelos DEA têm como objetivo calcular a eficiência das unidades produtivas, denominadas DMUs, conhecendo-se os níveis de recursos empregados e de resultados obtidos. DEA otimiza cada observação individual, de modo a estimar uma fronteira eficiente (linear por partes), composta das unidades que apresentam as melhores práticas dentro da amostra em avaliação (unidades Pareto-Koopmans eficientes). Essas unidades servem como referência ou *benchmarking* para as unidades ineficientes (Gomes *et al.*, 2009).

O cálculo da eficiência de unidades organizacionais tem sido um tema importante na administração, mas difícil de resolver, sobretudo quando são considerados múltiplos *inputs* (recursos) e múltiplos *outputs* (serviços, produtos) associados às unidades de interesse (DMUs).

Além das eficiências padrões, originadas dos modelos CRS ou VRS, é possível também analisar os chamados *benchmarking* e Fronteira Invertida, que são alguns dos recursos mais avançados de análise.

A função de *benchmarking* é dada pela projeção das unidades ineficientes na fronteira de eficiência. Pode ser feita com a orientação tanto a *inputs* como a *outputs*. Na orientação a



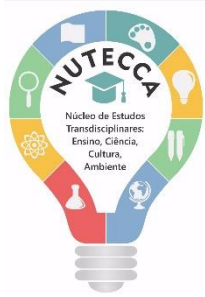
input há uma redução equiproporcional de *inputs*, enquanto os *outputs* se mantêm constantes, afim de atingir a eficiência; já na orientação a *output*, há o objetivo de melhorar os resultados, porém sem reduzir os recursos dados.

A Fronteira Invertida é considerada uma avaliação pessimista das DMUs já que há uma troca dos *inputs* com os *outputs* dados originalmente. Essa ferramenta analisa os dados sob uma ótica oposta, uma vez que os modelos são extremamente benevolentes com as unidades avaliadas, ou seja, determinado modelo pode utilizar as variáveis dadas de modo a gerar a melhor eficiência, e isso causa uma dificuldade em definir qual das unidades com 100% de eficiência é realmente a melhor. Essa baixa discriminação entre as DMUs pode ser resolvida, ou melhorada, pelo método de Leta *et al.* (2005), que se baseia no cálculo da média aritmética das eficiências pela ótica otimista e pessimista.

Resultados e discussão

A presente seção tem como finalidade apresentar a eficiência das cidades da Região Metropolitana de Campinas em relação às três principais dimensões da sustentabilidade – econômica, ambiental e social. Tendo em vista o PIB – Produto Interno Bruto de 2013 (IBGE, 2013) para a perspectiva econômica, a porcentagem de gastos ambientais de 2014 (GESTÃO AMBIENTAL, 2017) para a perspectiva ambiental e o IDH – Índice de Desenvolvimento Humano de 2010 (PNUD, 2010) para a perspectiva social. O PIB representa a soma de todos os bens e serviços produzidos em uma determinada região, em valores monetários. O IDH é uma medida para avaliar a qualidade de vida e o desenvolvimento econômico de uma população.

Para a aplicação do DEA considerou-se como DMUs as cidades da Região Metropolitana de Campinas. Vale destacar que os *inputs* correspondem às variáveis a serem minimizadas e os *outputs* às variáveis a serem maximizadas. Decidiu-se empregar três rodadas, a primeira com enfoque na perspectiva ambiental, o *input* foi a porcentagem de gastos ambientais e os *outputs* foram PIB e IDH. A segunda rodada, com enfoque na perspectiva econômica, o *input* foi PIB e os *outputs* foram gastos ambientais e IDH. A terceira rodada, com enfoque na perspectiva social, o *input* foi IDH e os *outputs* foram gastos ambientais e PIB.



Tendo em vista que os inputs correspondem às variáveis a serem minimizadas e o intuito é maximizar os parâmetros: porcentagem de gastos ambientais, PIB e IDH, conforme Macedo (2009) foram feitas perturbações nos parâmetros, isto é, na perspectiva ambiental, o *input* considerado foi (100 - %gastos ambientais), na perspectiva econômica o *input* foi 1/PIB e na perspectiva social o *input* foi (1-IDH).

Os períodos considerados para os parâmetros da pesquisa são diferentes devido à falta de dados em tais períodos. A Tabela 1 resume algumas estatísticas dos parâmetros que foram considerados nesta pesquisa.

Tabela 1 – Estatísticas dos parâmetros usados nas rodadas.

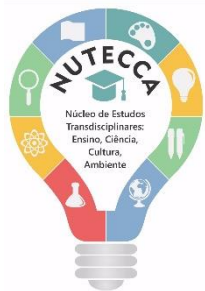
	PIB (reais)	gastos ambientais (%)	IDH
Mínimo	16494 (Artur Nogueira)	0 (Valinhos)	0,702 (Santo Antonio de Posse)
Máximo	131151 (Paulínia)	4,724 (Jaguariúna)	0,819 (Valinhos)
Média	48737	0,901	0,773
Desvio Padrão	32585	1,240	0,033

Fonte: Elaboração própria, 2018.

As eficiências técnicas foram obtidas pela aplicação do *Microsoft Excel DEA Frontier*, orientadas pelos valores de *inputs* (versão gratuita) com os dois modelos: CRS e VRS. A Tabela 2 apresenta tais eficiências para as três dimensões (ambiental, econômica e social) com o Modelo CRS.

Tabela 2 – Eficiências técnicas obtidas pelo Modelo CRS.

DMU	Eficiências CRS		
	Ambiental	Econômica	Social
Americana	0,988	0,342	0,366
Artur Nogueira	0,910	0,118	0,103
Campinas	0,979	0,346	0,360
Cosmópolis	0,940	0,141	0,141
Engenheiro Coelho	0,906	0,143	0,304
Holambra	0,980	0,367	0,393
Hortolândia	0,926	0,321	0,295
Indaiatuba	0,958	0,351	0,342
Itatiba	0,977	0,318	0,670



Revista Hipótese



ISSN: 2446-7154

Jaguariúna	1,000	1,000	1,000
Monte Mor	0,891	0,364	0,304
Morungaba	0,873	0,221	0,182
Nova Odessa	0,961	0,330	0,326
Paulínia	1,000	1,000	1,000
Pedreira	0,949	0,159	0,293
St. Antônio de Posse	0,855	0,210	0,166
St. Bárbara d'Oeste	0,965	0,208	0,354
Sumaré	0,930	0,320	0,293
Valinhos	0,995	0,335	0,369
Vinhedo	0,996	0,800	0,873

Fonte: Elaboração própria, 2018.

619

A Tabela 3 apresenta as eficiências obtidas para as três dimensões com o Modelo VRS.

Tabela 3 – Eficiências técnicas obtidas pelo Modelo VRS.

DMU	Eficiências VRS		
	Ambiental	Econômica	Social
Americana	0,991	0,405	0,964
Artur Nogueira	0,953	0,126	0,721
Campinas	0,981	0,386	0,929
Cosmópolis	0,958	0,146	0,801
Engenheiro Coelho	0,970	0,154	0,724
Holambra	0,981	0,372	0,931
Hortolândia	0,960	0,337	0,765
Indaiatuba	0,959	0,354	0,856
Itatiba	0,985	0,322	0,923
Jaguariúna	1,000	1,000	1,000
Monte Mor	0,953	0,395	0,679
Morungaba	0,957	0,245	0,645
Nova Odessa	0,962	0,331	0,866
Paulínia	1,000	1,000	1,000
Pedreira	0,967	0,163	0,830
St. Antônio de Posse	0,955	0,238	0,612
St. Bárbara d'Oeste	0,969	0,211	0,883
Sumaré	0,957	0,334	0,772
Valinhos	1,000	1,000	1,000
Vinhedo	1,000	1,000	1,000

Fonte: Elaboração própria, 2018.



Na perspectiva ambiental, as cidades Jaguariúna e Paulínia tiveram eficiência 100% no modelo CRS, enquanto as cidades com menores eficiências foram Morungaba (87,3%) e Santo Antônio de Posse (85,5%) (Tabela 2). Já no modelo VRS, pode-se dizer que em geral todas as cidades foram eficientes, com destaque para Jaguariúna, Paulínia, Valinhos e Vinhedo com eficiência 100%, Artur Nogueira (95,3%) foi a cidade com menor eficiência (Tabela 3).

Na perspectiva econômica, as cidades Jaguariúna e Paulínia tiveram eficiência 100%, Vinhedo (80%) no modelo CRS, as demais cidades tiveram baixa eficiência, sendo que as cidades com menores eficiências foram Cosmópolis (14,1%) e Artur Nogueira (11,8%) (Tabela 2). Já no modelo VRS, as cidades Jaguariúna, Paulínia, Valinhos e Vinhedo tiveram eficiência 100% e assim como no modelo CRS, as demais cidades apresentaram baixa eficiência e as cidades Cosmópolis (14,6%) e Artur Nogueira (12,6%) tiveram as menores eficiências (Tabela 3).

Na perspectiva social, as cidades Jaguariúna e Paulínia tiveram eficiência 100%, Vinhedo (87,3%), Itatiba (67%) no modelo CRS, as demais cidades tiveram baixa eficiência, sendo que as cidades com menores eficiências foram Cosmópolis (14,1%) e Artur Nogueira (10,3%) (Tabela 2). Já no modelo VRS, as cidades Jaguariúna, Paulínia, Valinhos e Vinhedo tiveram eficiência 100% e as cidades com menores eficiências foram Morungaba (64,5%) e Santo Antônio de Posse (61,2%) (Tabela 3).

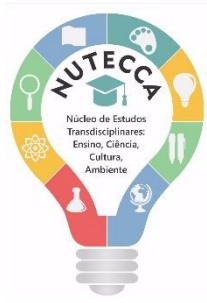
Os resultados permitem concluir que os municípios de Jaguariúna e Paulínia apresentam eficiência de 100% para o modelo CRS em todas as perspectivas - ambiental, econômica e social. Para o modelo VRS as cidades Jaguariúna, Paulínia, Valinhos e Vinhedo mostram ter eficiência de 100% em todas as perspectivas - ambiental, econômica e social.

A Tabela 4 destaca algumas estatísticas sobre as eficiências obtidas.

Tabela 4 – Estatísticas das eficiências obtidas nos modelos CRS e VRS.

	Ambiental		Econômica		Social	
	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS
Mínimo	0,85	0,95	0,12	0,12	0,10	0,61
Média	0,95	0,97	0,37	0,43	0,41	0,85
Desvio Padrão	0,04	0,01	0,25	0,30	0,26	0,12

Fonte: Elaboração própria, 2018.

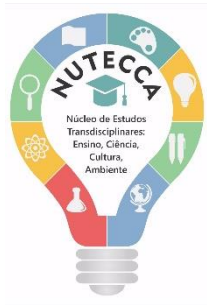


Tendo em vista que no modelo CRS as cidades com eficiência 100% foram Jaguariúna e Paulínia, essas cidades servem como referência para as cidades ineficientes como mostra a Tabela 5 para a perspectiva ambiental. Com o intuito de alcançar a eficiência 100%, os novos valores dos dados das cidades ineficientes devem ser obtidos com base nos valores da Tabela 5, por exemplo, os dados da cidade de Americana devem ser modificados pelo seguinte cálculo: o coeficiente 1,034 (primeira linha da Tabela 5) deve ser multiplicado pelos dados da cidade de Jaguariúna.

Tabela 5 – Benchmarking obtidos pelo Microsoft Excel – DEA Frontier no modelo CRS.

Cidades	Benchmarks CRS	
Americana	1,034	Jaguariúna
Artur Nogueira	0,955	Jaguariúna
Campinas	1,027	Jaguariúna
Cosmópolis	0,981	Jaguariúna
Engenheiro Coelho	0,934	Jaguariúna
Holambra	1,011	Jaguariúna
Hortolândia	0,964	Jaguariúna
Indaiatuba	1,005	Jaguariúna
Itatiba	0,992	Jaguariúna
Jaguariúna	1,000	Jaguariúna
Monte Mor	0,935	Jaguariúna
Morungaba	0,912	Jaguariúna
Nova Odessa	1,009	Jaguariúna
Paulínia	1,000	Paulínia
Pedreira	0,981	Jaguariúna
St. Antônio de Posse	0,895	Jaguariúna
St. Bárbara d'Oeste	0,996	Jaguariúna
Sumaré	0,972	Jaguariúna
Valinhos	1,045	Jaguariúna
Vinhedo	1,042	Jaguariúna

Fonte: Elaboração própria, 2018.



No modelo VRS as cidades que ficaram com eficiência 100% foram Jaguariúna, Paulínia, Valinhos e Vinhedo, essas cidades servem como referência para as cidades ineficientes como mostra a Tabela 6 para a perspectiva ambiental. Com a finalidade de alcançar a eficiência 100%, os novos valores dos dados das cidades ineficientes devem ser obtidos com base nos valores da Tabela 6, por exemplo, os dados da cidade de Americana devem ser modificados pelo seguinte cálculo: o coeficiente 0,818 deve ser multiplicado pelos dados da cidade de Vinhedo + o coeficiente 0,182 multiplicado pelos dados da cidade de Jaguariúna (primeira linha da Tabela 6).

Tabela 6 – Benchmarking obtidos pelo *Microsoft Excel – DEA Frontier* no modelo VRS.

Cidades	Benchmarks VRS			
Americana	0,818	Vinhedo	0,182	Jaguariúna
Artur Nogueira	0,818	Vinhedo	0,182	Jaguariúna
Campinas	0,636	Vinhedo	0,364	Jaguariúna
Cosmópolis	1,000	Jaguariúna		
Engenheiro Coelho	1,000	Jaguariúna		
Holambra	0,273	Vinhedo	0,727	Jaguariúna
Hortolândia	1,000	Jaguariúna		
Indaiatuba	0,121	Vinhedo	0,879	Jaguariúna
Itatiba	1,000	Jaguariúna		
Jaguariúna	1,000	Jaguariúna		
Monte Mor	1,000	Jaguariúna		
Morungaba	1,000	Jaguariúna		
Nova Odessa	0,212	Vinhedo	0,788	Jaguariúna
Paulínia	1,000	Paulínia		
Pedreira	1,000	Jaguariúna		
St. Antônio de Posse	1,000	Jaguariúna		
St. Bárbara d'Oeste	1,000	Jaguariúna		



Revista Hipótese

ISSN: 2446-7154

Sumaré	1,000	Jaguariúna		
Valinhos	1,000	Valinhos		
Vinhedo	1,000	Vinhedo		

Fonte: Elaboração própria, 2018.

623

Considerações finais

A preocupação com a capacidade de regeneração do meio ambiente tem se tornado cada vez mais frequente, embora poucas ações estão sendo concretizadas. Torna-se cada vez mais necessário que a sociedade pratique ações que caminhem para um ambiente mais equilibrado do ponto de vista ambiental, econômico e social. Esta pesquisa buscou verificar a eficiência das cidades da Região Metropolitana de Campinas sob a ótica das perspectivas ambiental, econômica e social.

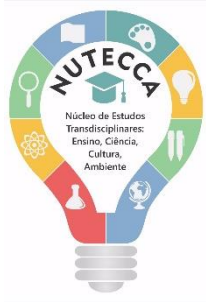
A obtenção das eficiências dos municípios foi feita a partir da ferramenta Análise Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis – DEA) com a aplicação dos modelos CCR e BBC com orientação a *inputs* disponíveis no *Programa Microsoft Excel – DEA Frontier*. Para a perspectiva ambiental o parâmetro utilizado como *input* foi a porcentagem dos gastos ambientais dos municípios, para a perspectiva econômica foi o PIB e para a perspectiva social foi o IDH. Os resultados obtidos com a aplicação dos modelos CCR apontam que as cidades Jaguariúna e Paulínia da Região Metropolitana de Campinas são as mais eficientes de todas nas três perspectivas. Já no modelo VRS, as cidades Jaguariúna, Paulínia, Valinhos e Vinhedo mostram ser as mais eficientes.

Vale destacar que a grande dificuldade no desenvolvimento desse trabalho está relacionada com a obtenção dos dados dos municípios abordados, uma vez que não existem muitos dados disponíveis a respeito dos municípios brasileiros, e quando existem, os períodos são diferentes entre si.

Referências

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.

BOFF, L. **Sustentabilidade: o que é, o que não é**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.



Revista Hipótese



ISSN: 2446-7154

CHARNES, A.; COOPER W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision-making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, p. 429-444, 1978.

624

GESTAO AMBIENTAL. Gastos Ambientais, 2014. Disponível em: <<http://www.deepask.com/goes?page=campinas/SP-Gestao-ambiental:-Veja-despesas-por-cidade-do-Brasil>>. Acesso em: 08 fev. 2017.

GOMES, E. G.; SOARES de. MELLO, J. C. C.; SOUZA, G. D. S.; ÂNGULO MEZA, L.; MANGABEIRA, J. A. D. C. Efficiency and sustainability assessment for a group of farms in the Brazilian Amazon. **Annals of Operations Research**, v. 169, n. 1, p. 167-181, 2009.

IBGE. **Região de Influência das Cidades 2007 (Regic 2007)**, 2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/regic.shtm?c=6>> Acesso em: 18. Set. 2016.

IBGE. **Informações sobre os municípios brasileiros – Produto Interno Bruto**, 2013. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 03 out. 2016.

LETA, F. R.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; GOMES, E. G.; ANGULO MEZA, L. Métodos de melhora de ordenação em DEA aplicados à avaliação estática de tornos mecânicos. **Investigação Operacional**, v. 25, p. 229-242, 2005.

LISBOA, E. F. A. **Pesquisa Operacional**. Disponível em: <<http://www.ericolisboa.eng.br/cursos/apostilas/po/cap1.pdf>>. Acesso em: 18 de dez 2015.

MACEDO, M. A. S. Análise do nível de sustentabilidade: um estudo apoiado em Análise Envoltória de Dados (DEA). **Anais do XII SIMPOI – Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais**, 2009.

MILIONI; A. Z.; ALVES, L. B. Ten years of research parametric data envelopment analysis, **Pesquisa Operacional**, v. 33, n. 1, p. 89-104, 2013.

PNUD. Ranking IDHM Municípios 2010, **2010**. Disponível em: <<http://www.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/rankings/idhm-municipios-2010.html>>. Acesso em: 03 set. 2016.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Garamond: Rio de Janeiro. 2000.

SILVA JÚNIOR, R. D.; FERREIRA, L. C.; LEWINSOHN, T. M. Entre hibrismos e polissemias: para uma análise sociológica das sustentabilidades. **Ambiente&Sociedade**, v. 18, p. 35-54, 2015.