

08 a 11 de Outubro de 2018
Instituto Federal Fluminense
Búzios - RJ

MÉTODO DE ANÁLISE POR ENVOLTÓRIA DE DADOS PARA AVALIAÇÃO DE UM NICHO DE TELEVISORES NO MERCADO NACIONAL

Mariane Rangel de Matos¹ – mariane.rmatos@gmail.com

Henrique Rego Monteiro da Hora¹ – dahora@gmail.com

Cristine Nunes Ferreira¹ – crisnfer@iff.edu.br

¹Instituto Federal Fluminense, IFF – Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

Resumo. No período de 2011 à 2016 houve um aumento de 17,2% de unidades de habitação destinadas ao setor de turismo necessitando de uma modernização constante nos serviços oferecidos. Desta forma, é recomendado a aquisição de aparelhos de televisão com tecnologia no mínimo DTV. Aplicou-se o modelo de análise envoltória de dados, Data Envelopment Analysis (DEA), para avaliar a eficiência na aquisição de aparelhos de televisão. Foram avaliados dezesseis aparelhos de várias marcas que estão disponíveis no mercado nacional. As variáveis consideradas foram a potência e o preço como inputs e o tamanho da tela como output. Dentre os modelos DEA, optou-se pelos modelos CCR e BCC. Um dos resultados alcançados com esse método foi a possibilidade de distinguir os aparelhos eficientes dos ineficientes, encontrando dois tipos de aparelhos eficientes auxiliando na aquisição das mercadorias. Outro resultado interessante foi a possibilidade de otimizar o mercado buscando meios para mudança nos produtos oferecidos visando atender a demandas como menores preços e menor consumo de energia. Essa otimização foi feita usando o método BCC onde foi encontrado quatro aparelhos eficientes. O trabalho mostra a viabilidade da aplicação do DEA para ajudar na tomada de decisão e promover a melhoria nos produtos ofertados.

Palavras-chave: Análise envoltória de dados, Avaliação de aparelhos, Eficiência

1. INTRODUÇÃO

Em pesquisa do IBGE (2017), realizada no ano de 2016, foi constatado a presença de 1,01 milhão de novas unidades habitacionais, distribuídas em 31.299 estabelecimentos habitacionais. Essa demanda surgiu após megaeventos no país tais como: Copa das Confederações 2013, Copa do Mundo de Futebol 2014, Olimpíadas no Rio de Janeiro 2016. Nesta pesquisa também foi citado que houve um aumento de 17,2% na quantidade de unidades habitacionais entre os anos de 2011 e 2016.

Estes números expõem a grande importância que o turismo tem para a economia do país. Desta forma, os estabelecimentos de hospedagem devem estar adequados para proporcionar um melhor custo-benefício aos clientes que necessitam desse tipo de serviço. O turista busca encontrar serviços que reproduzam no mínimo o mesmo padrão de conforto e comodidade de sua residência. No caso dos eletrodomésticos, o turista espera encontrar, por exemplo visando o seu lazer, aparelhos de televisão que tenham uma boa qualidade de som e imagem.

Desta forma, deve-se adquirir aparelhos de televisão, para as unidades habitacionais, com as tecnologias mais modernas disponíveis no mercado brasileiro ou no mínimo que possuam tecnologia digital, conhecida como DTV. Esta funcionalidade é importante tanto para estabelecimentos que possuam sistema fechado de TV, quanto para os que não o possuam, pois o sinal analógico será desativado ao final do ano de 2018 (Brasil. 2015).

Com base nesses dados, as organizações precisam gerenciar seus processos de forma sistemática com foco na eficiência e no aumento de sua capacidade competitiva (Oliveira *et al.*, 2016). Diante desse cenário buscam-se ferramentas e métodos para o apoio à tomada de decisão, que possibilitem comparar e classificar os itens que estão em processo de avaliação e aquisição dos aparelhos.

De acordo com Salomon (2002), a aplicação de métodos de análise de decisão multicritério (MCDA), em processos de compras, tem apresentado bons resultados. O MCDA proporciona ao processo de avaliação algumas vantagens: objetividade, transparência e neutralidade dentre as alternativas a serem definidas. Dentre esses métodos, o que mais se destacou, segundo a avaliação de fornecedores relatada em Ho *et al.* (2010) foi o método da Análise por Envoltória de Dados conhecido como DEA do Inglês *Data Envelopment Analysis*. Para a avaliação na aquisição de produtos, tem-se na literatura o uso de DEA para ar-condicionado de Oliveira *et al.* (2016) e para aquisição de um imóvel de Oliveira *et al.* (2008).

Este artigo tem por objetivo auxiliar na escolha do melhor custo benefício dos aparelhos de televisão com tecnologia DTV de determinado nicho disponíveis no mercado nacional, propondo uma modelagem computacional capaz de avaliar a eficiência para esta aquisição, utilizando de análise envoltória de dados para atender a demanda de novas unidades habitacionais dos estabelecimentos de hospedagem.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Foram encontradas algumas definições na literatura de fontes diferentes para o DEA, dentre elas, Bezerra (2015) diz que o *Data Envelopment Analysis (DEA)* é uma técnica de programação matemática que busca analisar o desempenho, em termos de eficiência relativa, de diferentes unidades tomadoras de decisão (DMUs – *Decision Making Units*), a partir de um conjunto de *inputs* e *outputs*. As DMUs localizadas na fronteira de eficiência servirão de *benchmark* para as demais.

Para Wen *et al.* (2003), a Análise por Envoltória de Dados (DEA), proposta preliminarmente por Charnes *et al.* (1978), funciona como uma metodologia para análise de performance, baseada em Programação Linear, onde várias unidades homogêneas, DMUs têm suas relações *outputs/inputs* comparadas.

Segundo da Hora *et al.* (2015), a Análise Envoltória de Dados (DEA) consiste numa técnica não paramétrica utilizada na medição da eficiência das Unidades Tomadoras de Decisão, semelhantes e independentes. A comparação entre as unidades avaliadas é comumente dificultada pelas múltiplas entradas e saídas (também denominados insumos e produtos ou ainda *inputs* e *outputs*). Essa técnica permite trabalhar simultaneamente com um número grande de *inputs* e *outputs* para várias DMUs ao mesmo tempo, sendo mandatório que as medições sejam feitas para cada variável na mesma unidade.

O modelo mais utilizado é o CCR de Charnes, Cooper e Rhodes (1978) ou *Constant Returns to Scale*, CRS que trabalha com retornos constantes de escala e diz que há uma relação de proporcionalidade entre os *inputs* e *outputs* para as DMUs eficientes. Para este modelo existem duas formulações matemáticas CCR orientado ao *input* e CCR orientado ao *output*.

O outro modelo largamente utilizado é o BCC de Banker, Charnes e Cooper, (Banker *et al.*, 1984) também conhecido como *Variable Returns to Scale*, (VRS) que considera retornos variáveis de escala. Macedo *et al.* (2005) informa que este modelo utiliza uma formulação que permite a projeção de cada DMU ineficiente sobre a superfície de fronteira determinada pelas DMUs eficientes de tamanho compatível.

Para Lins & Angulo-Meza (2000) alguns analistas tendem a selecionar modelos com orientação *input* porque em muitos casos tem-se *outputs* estabelecidos para se alcançar e, portanto, as “quantidades” de *inputs* apresentam-se como variáveis de decisão primária. Conforme Zhu (2000), a Análise Envoltória de Dados representa uma das mais adequadas ferramentas para avaliar a eficiência em comparação com ferramentas convencionais.

O DEA utiliza de Programação Linear na busca por uma fronteira linear por partes que representa as melhores práticas e, por conseguinte, é formada pelas DMUs eficientes, ou seja, aquelas que apresentam indicador de performance igual a 1 ou 100%, (Macedo *et al.* 2005).

Para a implementação do DEA são necessárias três etapas: definição e seleção de DMUs; seleção das variáveis e escolha e aplicação do modelo. Na primeira etapa deve-se definir e selecionar o conjunto de DMUs adotando-se o mesmo uso das entradas e saídas, devendo variar na intensidade. Em relação à seleção das variáveis que devem ser relevantes para determinação da eficiência das DMUs, utiliza-se uma lista de possibilidades. Oliveira *et al.* (2008) orienta que deve-se procurar um ponto de equilíbrio na quantidade de variáveis e DMUs escolhidas, visando aumentar o poder discriminatório da análise DEA. Por fim a escolha e aplicação do modelo, para sua definição deve-se considerar que a eficiência pode ser orientada aos insumos, objetivando a sua redução, ou aos produtos, objetivando a sua maximização, chegando-se então a DMU eficiente.

No modelo do envelope, a projeção espacial das unidades ineficientes na fronteira está delimitada por um conjunto de referência de unidades eficientes (daí o termo técnico benchmark). Entretanto, o poder analítico da técnica pode ser ampliado pelo modelo dos multiplicadores no qual, para cada DMU a ser analisada, formula-se um problema de otimização. O objetivo foi determinar quais os valores que esta DMU atribui aos multiplicadores \mathbf{u} e \mathbf{v} (pesos) de modo a ter a maior eficiência possível.

3. METODOLOGIA

Com este breve histórico de bom desempenho definiu-se que o método a ser utilizado neste trabalho foi o DEA por comparar uma eficiência otimizada com a eficiência das unidades analisadas, estabelecendo um indicador de avaliação da eficiência da relação entre insumos e produtos para essas unidades. Visando estabelecer a eficiência relativa, foram utilizados os dados da avaliação dos gestores sobre um determinado produto para estabelecer os dados de eficiência.

O índice de eficiência (ou score em inglês) foi calculado utilizando Eq. (1), onde \mathbf{u} e \mathbf{v} são pesos ou multiplicadores e, por convenção temos os vínculos Eq. (2) o que gera um índice de eficiência entre 0 e 1 para cada DMU.

$$\text{Índice de Eficiência} = \frac{\sum_j u_j Y_{jk}}{\sum_i v_i X_{ik}} = \frac{\mathbf{u} \mathbf{Y}_k}{\mathbf{v} \mathbf{X}_k}, \quad (1)$$

$$\frac{\mathbf{uY}_k}{\mathbf{vX}_k} \leq 1, \quad (2)$$

Uma vez que a produção é um processo no qual os insumos (\mathbf{X}_k) são utilizados para gerar produtos (\mathbf{Y}_k), a fronteira de produtividade pode ser definida como a máxima quantidade de *outputs* obtida a partir dos *inputs* utilizados. A eficiência de cada DMU é a soma ponderada das saídas dividida pela soma ponderada das entradas, a distribuição dos pesos ocorrendo sem qualquer interferência do decisor, como mostra a Eq. (1).

Para utilizar o recurso de retroalimentação de dados, utilizou-se o modelo BCC, de Banker *et al.* (1984), devido ao fato deste considerar o retorno das variáveis de escala de modo a substituir o axioma da proporcionalidade entre *inputs* e *outputs* pelo axioma da convexidade. Ao obrigar que a fronteira seja convexa, o modelo DEA BCC permite que as DMUs que operam com baixos valores *de inputs* tenham retornos crescentes de escala. Matematicamente, a convexidade da fronteira equivale a uma restrição adicional de orientação dos *inputs* e *outputs* Eq. (3) e (4):

$$\begin{aligned} &\text{Min. inputs} \\ &h_o x_{io} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall i \\ &-y_{jo} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k \geq 0, \forall j \quad \text{Eff}_o = \sum_{i=1}^r v_i x_{io} + v_* \quad \sum_{j=1}^s u_j y_{jo} = 1 \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} &\text{Max. outputs} \\ &x_{io} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall i \\ &-h_o y_{jo} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k \geq 0, \forall j \quad \text{Eff}_o = \sum_{j=1}^s u_j y_{jo} + u_* \quad \sum_{i=1}^r v_i x_{io} = 1 \end{aligned} \quad (4)$$

$$\text{com } \sum_{k=1}^n \lambda_k = 1 \quad \lambda_k \geq 0, \forall k$$

Para a realização desta pesquisa foram definidos os critérios preço e potência dos televisores como *inputs* e como *output* o tamanho da tela. Para se analisar a evolução do método primeiramente foi considerado o cálculo da eficiência usando a Eq. (1) onde foi calculado os pesos e se obteve a primeira relação de eficiência das DMUs. A partir de então aplicou-se as condições BCC usando as Eqs. (3) e (4) no programa, calculando os novos pesos para os *inputs* e *outputs*. A eficiência dos *inputs* e *outputs* foi calculada pela média ponderada das Eqs. (3) e (4) que faz com que tanto a entradas como as saídas sejam ordenadas, isso nos dá a condição de *inputs* mínimos, para *outputs* máximos.

Foram selecionados os aparelhos de televisão, DMUs, considerando como critérios de seleção possuir no mínimo a tecnologia digital, DTV, ser LED e HD e com tamanhos a serem considerados neste estudo de 24", 28" e 32", por considerar estes tamanhos mais adequados para a maioria das unidades habitacionais.

A busca para a seleção das DMUs foi feita em diversos sites especializados em compras e com as características acima apresentadas. Foi possível considerar dezesseis alternativas, como mostra a tabela 1 que demonstra os dados levantados. Nestes sites são apresentados, além dos preços, a descrição dos aparelhos, dessa forma, os valores das potências também foram obtidos nos sites.

Tabela 1 - Dados dos aparelhos de televisão

DMU	Preço (R\$)	Tamanho (“)	Potência (W)
1	649,90	24	30,0
2	764,90	24	28,0
3	685,02	24	30,0
4	682,90	24	33,0
5	676,00	24	30,0
6	754,90	28	34,0
7	841,40	28	30,4
8	891,70	28	45,0
9	890,90	32	46,0
10	879,00	32	27,0
11	899,00	32	45,0
12	879,00	32	39,0
13	768,90	32	55,0
14	860,30	32	58,0
15	1059,00	32	40,0
16	999,00	32	60,0

Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Esse quantitativo de dezesseis foi distribuído em cinco fabricantes de 24”, três de 28” e oito de 32”. Para tamanhos intermediários aos que foram selecionados, existia apenas um fabricante e por serem menores que 24” foram desconsiderados por não proporcionar conforto à visão dos clientes ao exibir canais com legenda.

Os aparelhos maiores que 32” aumentam consideravelmente de preço, e também foi verificado que as tecnologias incorporadas para estes aparelhos são cada vez melhores e mais diversificadas, o que ficaria muito além do mínimo considerado neste estudo.

O método gera fronteiras empíricas de eficiência relativa, a partir de um conjunto de variáveis classificadas como insumo ou produto. A partir de então, o método define a curva de eficiência (ou máxima produtividade), considerando a relação ótima insumo/produto.

Visando efetuar o cálculo para obter as DMUs mais eficientes, para este estudo de caso os pesos foram calculados utilizando o software Max Dea 7 Basic, que é disponibilizado no endereço: <http://maxdea.com/MaxDEA.htm>. Com os pesos calculados obteve-se as DMU’s mais eficientes com este mesmo software. Para visualizar a região ótima dentre as unidades foi gerado um gráfico em 3D utilizando o software IDEAL.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aplicação do DEA foi feita definindo as variáveis de entrada (*inputs*) e de saída (*outputs*) a serem inseridas no modelo escolhido e os aparelhos de televisão que foram comparados pelo cálculo da eficiência relativa. Primeiramente foi calculado a eficiência utilizando o DEA pelo método CCR utilizando a Eq. (1), com o uso da tabela 1. Os pesos de cada variável foram calculados utilizando o programa MaxDea 7 Basic, que utiliza a relação de desigualdade da Eq. (2) para obter os resultados mostrados na tabela 2.

Por considerar tamanhos de 24”, 28” e 32” não foram contempladas todas as marcas ou fabricantes que fornecem ao mercado brasileiro. Para manter sigilo neste estudo, os aparelhos

foram numerados como DMU 1 a 16. Com o uso da Eq. (1) obteve-se o primeiro resultado de eficiência dado pela tabela 2.

Tabela 2 - Pesos calculados pelo software MaxDea 7 Basic e o cálculo da eficiência utilizando o método CCR

DMU	Peso (Preço) $\times 10^{-4}$	Peso (Potência) $\times 10^{-4}$	Peso (Tamanho) $\times 10^{-2}$	Eficiência
1	-13,02	-51,21	4,01	96%
2	-11,43	-44,94	3,52	84%
3	-12,45	-48,97	3,83	92%
4	-12,30	-48,39	3,79	91%
5	-12,60	-49,52	3,88	93%
6	-11,25	-44,25	3,46	97%
7	-10,41	-40,92	3,20	89%
8	-9,36	-36,80	2,88	81%
9	-9,33	-36,70	2,87	92%
10	0,00	-37,04	3,12	100%
11	-9,29	-36,55	2,86	92%
12	-9,69	-38,09	2,98	95%
13	-13,01	0,00	3,12	100%
14	-9,19	-36,13	2,83	90%
15	-8,22	-32,33	2,53	81%
16	-8,10	-31,84	2,49	80%

Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Pode ser analisado na tabela 2, que temos dois aparelhos de TV mais eficientes: DMU 10 e DMU 13. Ao observar os pesos atribuídos para a DMU 10, pode-se verificar que a escolha ótima, foi justamente a que atribuiu peso zero para o preço mostrando que a economia da energia a longo prazo com uma maximização do tamanho do aparelho, supera a economia no investimento inicial. Nessa possibilidade a DMU é eficiente, pois possibilita uma economia de energia a longo prazo aliado a um aparelho com mais tecnologia, como falado anteriormente que os aparelhos maiores se apresentam mais modernizados. Analisando a DMU 13 verifica-se que a outra possibilidade atribui peso zero para a potência, que é adequado para aqueles compradores que querem gastar menos no investimento inicial, mas mantendo ainda uma qualidade tecnológica com um tamanho maximizado da TV, neste caso o cliente prefere a compra de aparelhos mais baratos. O importante aqui é salientar que este modelo foi capaz de separar duas DMUs eficientes que leva em conta duas possibilidades, uma para aqueles que procuram um aparelho que propicie uma economia a longo prazo, e o outro que priorize um menor investimento inicial.

O interessante deste método é que esse resultado pode ser usado para orientar outras DMUs a se tornar eficientes, como mostra na tabela 3. Calculando os Benchmarks (lambdas) para cada DMU, Eqs. (3) e (4). Pode ser visto que as projeções eficientes das DMUs não eficientes podem ser calculadas de forma minimizada usando os valores das eficientes e nos fornecendo os resultados da tabela 3.

Tabela 3 - Valores dos Benchmark (lambda) e as correções dos *inputs* eficientes

DMU	Benchmark (Lambda)	Movimento proporcional (Valor)	Projeção (Valor)	Movimento proporcional (Potência)	Projeção (Potência)
1	DMU10(0,44); DMU13(0,31)	-24,54	625,36	-1,13	28,87
2	DMU10(0,63); DMU13(0,12)	-119,00	645,90	-4,36	23,64
3	DMU10(0,49); DMU13(0,26)	-54,69	630,33	-2,40	27,60
4	DMU10(0,40); DMU13(0,35)	-62,00	620,90	-3,00	30,00
5	DMU10(0,48); DMU13(0,27)	-46,90	629,10	-2,08	27,92
6	DMU10(0,54); DMU13(0,33)	-22,57	732,33	-1,02	32,98
7	DMU10(0,74); DMU13(0,13)	-86,61	754,79	-3,13	27,27
8	DMU10(0,42); DMU13(0,45)	-172,41	719,29	-8,70	36,30
9	DMU10(0,45); DMU13(0,54)	-71,99	818,91	-3,72	42,28
10	DMU10(1,00);	0,00	879,00	0,00	27,00
11	DMU10(0,46); DMU13(0,51)	-75,85	823,15	-3,80	41,20
12	DMU10(0,63); DMU13(0,36)	-40,18	838,82	-1,78	37,22
13	DMU13(1,00)	0,00	768,90	0,00	55,00
14	DMU10(0,09); DMU13(0,91)	-81,57	778,78	-5,50	52,50
15	DMU10(0,81); DMU13(0,19)	-201,23	857,77	-7,60	32,40
16	DMU10(0,25); DMU13(0,74)	202,04	796,96	-12,14	47,86

Fonte: Autores, 2018

A Eq. (3) gera os modelos BCC dos multiplicadores orientados a *inputs* e a *outputs* apresentados nas Eqs. (3) e (4) onde u e v , são variáveis duais associadas a condição $\sum_k \lambda_k = 1$ e são interpretados como fatores de escala. Retroalimentando os dados temos novos pesos para *inputs* e *outputs*, o que nos fornece novos preços, potências e eficiência com o objetivo de obter um modelo com mais possibilidades de compra e tornando DMUs ineficientes em eficientes.

Os pesos nesse caso também foram simulados pelo software MaxDea 7 Basic com o uso das Eqs. (3) e (4), encontramos os resultados da tabela 4.

Tabela 4 - Resultado com DEA BCC *inputs*, *output* e eficiência

DMU	Peso (Preço) x 10 ⁻⁴	Peso (Potência) x 10 ⁻³	Peso (Tamanho) x 10 ⁻³	u*	Eficiência
1	-15,39	0,00	0,00	1,00	100%
2	-4,21	-24,21	0,00	1,00	100%
3	-4,15	-23,86	0,00	0,98	98%
4	-1,46	0,00	0,00	0,95	95%
5	-4,16	-23,95	0,00	0,99	99%
6	-11,25	-4,42	31,00	0,13	99%
7	-3,86	-22,21	2,73	0,85	93%
8	-9,36	-3,68	25,42	0,11	82%
9	-9,33	-3,67	25,34	0,11	92%
10	-10,15	-3,99	31,25	0,00	100%
11	-9,29	-3,66	25,25	0,11	92%
12	-9,69	-3,81	26,31	0,11	95%
13	-13,00	0,00	31,25	0,00	100%
14	-9,19	-3,61	24,96	0,11	90%
15	-8,22	-3,23	25,31	0,00	81%
16	-8,10	-3,18	22,00	0,09	80%

Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Observa-se que foram identificados quatro aparelhos mais eficientes: DMU 1, DMU 2, DMU 10 e o DMU 13, os dois primeiros com tamanho de tela de 24”, enquanto os outros possuem tamanho de tela 32”.

Neste caso pode ser visto na tabela 4 que as DMU 10 e 13, adquirem pesos não nulos, mas com ajustes de preços e potências como mostra na tabela 3, isso é proporcionado pelo fato de no método BCC tanto *inputs* como *outputs* podem ser orientados buscando valores mínimos para os *inputs* e máximos para os *outputs*. Verifica-se também que todas as DMUs são otimizadas, resultando em duas novas possibilidades de se obter DMUs eficientes dando novas alternativas para o cliente, essas DMUs apresentam, no caso da DMU 1 a necessidade de um investimento inicial maior no entanto otimizado em relação ao primeiro caso da tabela 2, agora para o caso do tamanho da TV ser de 24 polegadas. No caso da DMU 2 encontrou-se a possibilidade com preços mais baixos e potências mais baixas de se obter uma DMU eficiente com pesos diferentes de zero.

Durante a pesquisa para aquisição de informações relativas aos tamanhos das telas dos aparelhos de televisão, verificou-se certa dificuldade na aquisição de dados referentes a tamanhos menores que 32”, a quantidade ofertada é relativamente baixa, no entanto o modelo BCC apresentou essa possibilidade.

Ao se gerar o gráfico obteve-se a fig.1 em que é possível identificar a fronteira de eficiência no plano azul, em que estão as DMUs 1, 2, 10 e 13.

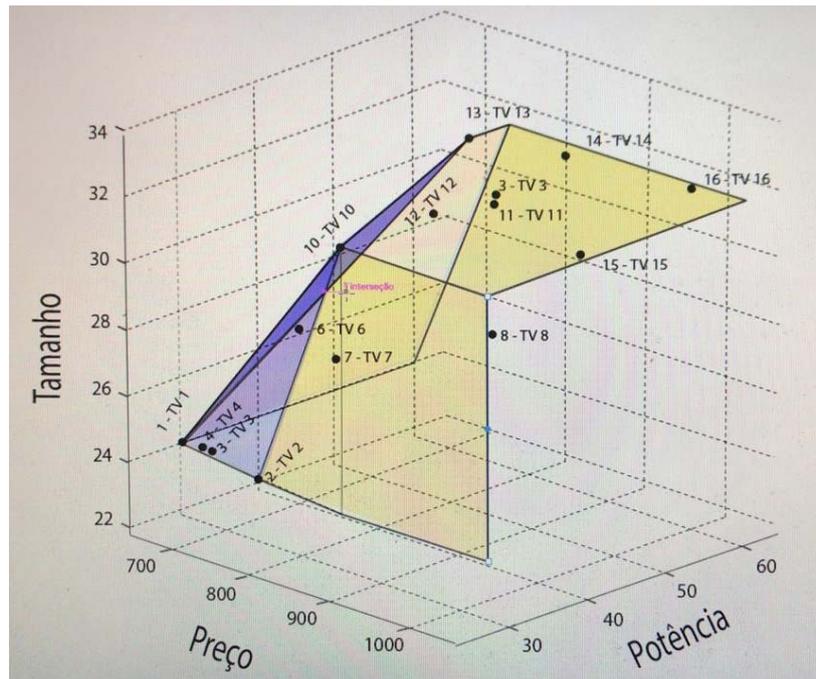


Figura 1. Gráfico plotado com as fronteiras de eficiência em azul.
Fonte: Elaborado pelos autores, 2018

Nesse gráfico pode-se analisar claramente as projeções ótimas nesta região azul. Essas projeções nos fornecem as retas 2-1,1-10, 1-13, 2-10 e 10-13, que formam a região côncava.

5. CONCLUSÃO

Foi apresentado neste trabalho a aplicação de um método de análise para a solução de um dos itens de expansão da rede de hospedagem, na fase de mobiliar suas unidades habitacionais, que é a aquisição de aparelhos de televisão de som e imagem com qualidade no mínima digital. A Análise Envoltória de Dados verificou o desempenho em termos de eficiência relativa das diferentes unidades tomadoras de decisão (DMU), e após a sua aplicação não chegou-se a apenas um resultado mais adequado, mas em quatro, DMU 1, DMU 2, DMU 10 e DMU 13, com o método BCC possibilitando a oferta de várias opções de DMUs eficientes comparando com os dados de mercado. O método se mostrou promissor tanto para quem compra os equipamentos, como para os setores de venda que estão mais em contato com o produtor. Em geral esses equipamentos podem adquirir o selo de qualidade, como no caso de geladeiras, que já vem com códigos de consumo de energia. Desta forma o método pode propiciar uma orientação nas especificações de mercado, dependendo do crescimento do setor de turismo. Através do resultado também foi possível verificar que as DMUs 8, 15 e 16 apresentaram as piores pontuações, sendo ineficientes, devendo ser evitados para uma futura aquisição.

O DEA se mostrou um recurso de grande auxílio na tomada de decisão rápida que envolve o processo de aquisição. Pode-se dizer que permite uma análise agrupada das variáveis utilizadas para a avaliação, não devendo uma variável de decisão de compra ser analisado de forma isolada, mas sim em conjunto para se evitar escolhas erradas.

6. REFERÊNCIAS

Banker, R., Charnes, A. W., & Cooper, W. W. (1984). *Some Models for Estimating Technical and Scale Efficiency in Data Envelopment Analysis* (Vol. 30). <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>

- Bezerra, P. R. C. (2015). A análise envoltória de dados (DEA – Data Envelopment Analysis) como ferramenta de avaliação da eficiência das MPES da cadeia produtiva do petróleo e gás do RN, 21. Brasil. (2015). TV Digital [Governamental]. Recuperado 24 de julho de 2018, de <http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/textogeral/TV-Digital.html>
- Charnes, A. W., Cooper, W. W., & L. Rhodes, E. (1978). *Measuring The Efficiency of Decision Making Units* (Vol. 2). [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- da Hora, A. L. B., Shimoda, E., da Hora, H., & Costa, H. (2015). *Análise da eficiência dos serviços de saneamento básico nos municípios do estado do Rio de Janeiro* (Vol. 7).
- Ho, W., Xu, X., & Dey, P. K. (2010). Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 202(1), 16–24. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.05.009>
- IBGE (2017). *Pesquisa de serviços de hospedagem, 2016*. Rio de Janeiro: IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- Lins, M. P. S., & Angulo-Meza, L. (2000). Análise envoltória de dados e perspectivas de integração no ambiente do apoio à decisão. *COOPE/UFRJ*, 37–52.
- Macedo, M. A. da S., Santos, R. dos, & Benac, M. A. (2005). Análise e avaliação de desempenho de empresas de comércio eletrônico: uma proposta metodológica apoiada em análise envoltória de dados (DEA). *Anais do Simpósio de Pesquisa Operacional da Marinha - SPOLM*, 571–584.
- Oliveira, L. S. M., Domingues, T. C. V., & Baptista, J. C. C. (2008). Métodos multicritério de auxílio à decisão aplicados a avaliação e aquisição de imóveis, 8(04), 9.
- Oliveira, V. A. R., Salomon, V. A. P., Soares, L. da S., Monticeli, F. M., & Atilio, I. (2016). ANÁLISE MULTICRITÉRIO COM DEA E AHP DA SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE AR-CONDICIONADO. *XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 9.
- Salomon, V. A. P. (2002). Auxílio à decisão para a adoção de políticas de compras. *Produto & Produção*, 6(1). Recuperado de <http://seer.ufrgs.br/index.php/ProdutoProducao/article/view/1442>
- Wen, H. J., Lim, B., & Lisa Huang, H. (2003). Measuring e-commerce efficiency: a data envelopment analysis (DEA) approach. *Industrial Management & Data Systems*, 103(9), 703–710. <https://doi.org/10.1108/02635570310506124>
- Zhu, J. (2000). Multi-factor performance measure model with an application to Fortune 500 companies. *European Journal of Operational Research*, 123(1), 105–124. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00096-X](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00096-X)

METHOD OF DATA ENVELOPMENT ANALYSIS FOR ASSESSMENT OF A NICHE OF TELEVISIONS ON THE NATIONAL MARKET

Abstract. *In the period from 2011 to 2016 there was a 17.2% of increase in housing units destined to the tourism sector, requiring a constant modernization of the services offered. Thus, it is recommended to purchase television sets with technology at least DTV. Data Envelopment Analysis (DEA) model was applied to evaluate the efficiency in the acquisition of television sets. Sixteen appliances of various brands were evaluated, which are available in the national market. The variables considered were power and price as inputs and screen size as output. Among the DEA models, we chose the CCR and BCC models. One of the results obtained with this method was the possibility of distinguishing the efficient apparatuses from the inefficient ones, finding two types of efficient apparatuses helping in the acquisition of the goods. Another interesting result was the possibility of optimizing the market by seeking ways to change the products offered in order to meet demands such as lower prices and lower energy consumption. This optimization was done using the BCC method where four efficient appliances were found. The work shows the feasibility of applying the DEA to assist in decision making and promote improvement in the products offered.*

Keywords: *Data envelopment analysis, Selection of devices, Efficiency*