

Análise de eficiência de refinarias de petróleo brasileiras

Rafael Lopes Turino (UTFPR – FB) raturino@gmail.com
Maiquiel Schmidt de Oliveira (UTFPR - FB) maiquiel1988@gmail.com
Vilmar Steffen (UTFPR - FB) vilmars@utfpr.edu.br
Flavio Trojan (UTFPR - PG) trojan@utfpr.edu.br

Resumo:

Este estudo visa analisar a eficiência de 13 refinarias de petróleo brasileiras através da metodologia denominada Análise Envoltória de Dados. A exploração de petróleo no Brasil tem tido um aumento considerável nos últimos anos com a descoberta de novas bacias. Desse modo, é importante verificar se as principais refinarias de petróleo estão operando em condições ideais. Para determinar os insumos e o produto para compor o índice de eficiência foi usada a técnica de correlação, que indicou como insumos “número de acessos” e “capacidade anual de produção” e como produto “produção”. Com isso, determinou-se que 4 refinarias de petróleo brasileiras foram consideradas eficientes e serviram de *benchmarking* para as demais refinarias ineficientes.

Palavras chave: Análise Envoltória de Dados, Eficiência, Refinarias de Petróleo Brasileiras.

Analysis of efficiency of Brazilian oil refineries

Abstract

This study aims to analyze the efficiency of 13 Brazilian oil refineries through the methodology called Data Envelopment Analysis. Oil exploration in Brazil has seen a considerable increase in recent years with the discovery of new basins. Thus, it is important to check whether the major oil refineries are operating under ideal conditions. To determine the inputs and the product to compose the efficiency index, the correlation technique was used, which indicated as inputs "number of accesses" and "annual production capacity" and as "production" product. Thus, it was determined that 4 Brazilian oil refineries were considered efficient and served as benchmarking for other inefficient refineries.

Key-words: Data Envelopment Analysis, Efficiency, Brazilian Oil Refineries.

1. Introdução

O Brasil ocupa atualmente o nono lugar dentre os maiores produtores de petróleo do mundo, sendo dentre os países que não fazem parte da OPEP, o que, no ano de 2016, obteve o maior crescimento de produção, 3,2%. Em 2016, o parque de refino Brasileiro contava com uma capacidade de produção de 2,4 milhões de barris por dia, sendo processados aproximadamente 1,83 milhões de barris por dia, dos quais 83,1% eram de origem nacional, o que representa grande parte do produto Interno Bruto brasileiro. O crescimento do setor petroquímico é considerável no Brasil, visto que em 2000 este setor representava cerca de 3% das riquezas do país, e em 2014 representava aproximadamente 13% do PIB nacional, correspondendo a R\$ 717,8 bilhões de reais (IBGE, 2015).

No âmbito da Indústria de Processos Químicos, um dos segmentos que possui um sistema produtivo e gestão da cadeia de suprimentos mais complexos é o petrolífero, por envolver esquemas complexos de refino, variadas qualidades de matéria-prima (dependendo de sua origem os petróleos podem ter composições bastante diferentes), grande quantidade de produtos os quais devem atender a restrições ambientais, que se tornam cada vez mais rígidas. Além disso, é necessário fazer o transporte, tanto do óleo bruto como dos produtos finais, exigindo assim a gestão das operações de transporte segundo diferentes modais (marítimo, fluvial, rodoviário, dutoviário) entre plataformas, terminais, refinarias, e centros de distribuição (JOLY, 2012).

Existem diversas maneiras de se classificar o petróleo, entre elas tem-se a de óleo leve ou pesado, a qual se baseia na densidade. O petróleo leve possui propriedades capazes de produzir derivados de maior valor agregado, enquanto que o pesado é utilizado na produção de produtos menos nobres.

Em seu estado natural, o qual é extraído, pode ser apenas utilizado como fornecedor de energia através da combustão, contudo indústrias especializadas e sofisticadas empregam o petróleo como matéria prima para produção de diversos derivados utilizados na sociedade atual (BRASIL, ARAÚJO e SOUSA, 2014).

A indústria responsável pelo processamento do petróleo é a refinaria, que transformam o óleo bruto em derivados que possuam valor comercial, como gasolina, gás liquefeito de petróleo (GLP), diesel, querosene, asfalto e outros produtos. Esta transformação ocorre por meio de etapas físicas e químicas de separação, onde após estes processos se tem grandes frações que passam por outra série de técnicas de separação e também de conversão, afim de fornecer os derivados finais (MARIANO, 2001). Além dessa transformação do óleo em derivados a operação das refinarias, bem como seus produtos, precisam atender algumas normas, entre elas ambientais e de segurança (ANP, 2018).

As refinarias são constituídas de unidades de refino, unidades de tratamento de efluentes, tanques de armazenamento de petróleo, tanques para armazenamento de derivados e contam também com diversos acessos, tanto para o escoamento de derivados quanto para receber óleo bruto.

Entre as principais unidades de refino encontram-se as unidades de separação, como destilação atmosférica e a vácuo, desasfaltação a propano; unidades de conversão como reforma catalítica, craqueamento catalítico, alquilação catalítica, hidrocrackeamento, coqueamento retardado; unidades de tratamento, como tratamento Cáustico Regenerativo, tratamento com Mono-Etanol-Amina; e unidades auxiliares como geração de hidrogênio (CORRÊA, 2009).

Além dos terminais externos, próprios ao armazenamento de petróleo e derivados, as refinarias possuem uma determinada capacidade de armazenamento interno. Somando-se as capacidades de armazenamento de todas as refinarias do Brasil, tem-se cerca de 5,5 milhões de metros cúbicos de petróleo e 12 milhões de metros cúbicos de derivados. Contudo, o Brasil nos últimos anos tem ultrapassado a marca de 100 milhões de metros cúbicos processados por ano. Portanto as refinarias possuem uma capacidade de armazenamento significativamente inferior à produção, o que implica em uma necessidade de transporte e distribuição eficientes (ANP, 2018).

O escoamento do óleo bruto e derivados, no Brasil, ocorre principalmente através de quatro modais, o rodoviário, ferroviário, hidroviário e dutoviário. Segundo Ribeiro (2002), seu custo varia de 4% a 25% do faturamento bruto, em alguns casos superando até o lucro operacional da

empresa. No Brasil o modal rodoviário é o mais utilizado (65 a 75% do transporte), contudo trata-se do segundo mais caro, estando atrás apenas do aéreo, o que reflete diretamente no gasto logístico da empresa. Desta forma, uma boa distribuição dos acessos em uma refinaria é de grande importância, uma vez que pode influenciar diretamente no lucro da empresa.

Levando em consideração a representativa participação do setor petroquímico no PIB do Brasil, o complexo sistema de produção, a extensão territorial do Brasil, e a predominância excessiva do modal rodoviário no transporte dos insumos e produtos deste setor, é necessário que este setor passe constantemente por análise de eficiência.

O presente estudo possui como objetivo identificar por meio da técnica de Análise Envoltória de Dados (DEA) quais refinarias inseridas no cenário nacional são eficientes para servir de referência para as demais refinarias. Tal modelo permite avaliar como as refinarias ineficientes podem atingir a fronteira da eficiência, tornando este setor da indústria brasileira ainda mais forte em um contexto nacional e até mesmo internacional, proporcionando maior PIB ao país e buscando a autossuficiência de petróleo e derivados no Brasil.

2. Referencial teórico

Uma das formas de se avaliar uma empresa é por meio da sua capacidade de transformar insumos em produtos, conceito esse definido como produtividade (OLIVEIRA, 2013).

Segundo Coelli et. al. (1997) a produtividade pode ser definida como a relação entre a quantidade de insumos necessários para produzir uma determinada quantidade de produtos, conforme a Equação (1):

$$Produtividade = \frac{Produtos}{Insumos} \quad (1)$$

Segundo Oliveira (2013), para uma boa análise de produtividade e para a comparação entre a produtividade de empresas, é necessário verificar se as mesmas dispõem de insumos e produtos semelhantes.

A eficiência de um objeto de análise é dada pela razão entre a produtividade alcançada pela produtividade máxima possível, assumindo assim um valor máximo de um (FERREIRA e GOMES, 2009). Esse conceito é descrito pela equação (2):

$$Eficiência = \frac{P}{P_{max}} \quad (2)$$

A eficiência de produção é decomposta em duas, a eficiência alocativa e a eficiência técnica. A eficiência técnica é obtida quando se utiliza a mínima quantidade de insumos para atingir determinado nível de produção, em outras palavras, quando se atinge a produção máxima para uma determinada quantidade de insumos. A eficiência alocativa é obtida quando se tem sucesso na escolha das proporções de insumos que maximizem o lucro (PEARSON, 1993).

Quando se trabalha com insumos variáveis em uma empresa, onde esses são aumentados em proporções iguais, podem ocorrer três situações em relação ao produto (MANSFIELD, 1980). Pode-se ter retornos constantes, decrescentes e crescentes de escala.

Existem diversos métodos de se determinar a eficiência, entre estes se encontram as técnicas paramétricas, na qual se faz a comparação a partir da média das eficiências. Para aplicar estas técnicas é necessário saber como os insumos e produtos se relacionam, para a partir deles se estimar um modelo funcional do problema.

As técnicas não paramétricas realizam o cálculo da eficiência por meio de programação linear, estabelecendo uma fronteira de melhor prática, esta que é criada a partir de todas as combinações convexas das unidades existentes, sendo as unidades situadas abaixo da fronteira consideradas ineficientes (ACOSTA, 2008).

Os métodos não paramétricos surgiram com o objetivo de calcular a eficiência de uma unidade por meio da comparação entre essas e a fronteira de produção, a partir dos pontos gerados da combinação de insumos e produtos estabelece-se uma medida de eficiência através da distância entre este ponto e a sua projeção na fronteira (PORTELA et al., 2002).

Dentre as técnicas não paramétricas têm-se a Análise Envoltória de Dados (DEA). Método que surgiu em 1978, proposto por Charnes et al. (1978), é um método não paramétrico de análise de eficiência, baseado em programação linear, definindo a eficiência de uma unidade em relação as melhores unidades observadas (VASCONCELOS et al, 2006).

A Análise Envoltória de Dados, faz uma análise comparativa entre as DMU's (Unidade de tomada de decisão) a serem analisadas, onde as DMU's são o objeto de análise, podendo ser um determinado produto, segmento de empresas, departamentos, divisões, entre outros.

Essa técnica permite ainda que insumos e produtos tenham unidades diferentes, ou seja, não é necessário estabelecer relações funcionais entre os insumos e produtos (FERREIRA e GOMES, 2009). Entretanto, a principal desvantagem do método é que este não permite avaliar se o índice de eficiência de uma DMU específica é estatisticamente significativo, pois sua eficiência resulta de uma programação linear e não de um modelo estatístico (ACOSTA, 2008).

As melhores unidades são aquelas que exibem os maiores *outputs* (valores dos produtos) em relação as outras DMU's em um dado número de *inputs* (valores dos insumos) ou aquelas que utilizam um menor montante de *inputs* para atingir um determinado número de *outputs*, sendo o primeiro dito orientado ao produto e o segundo dito orientado ao insumo.

Existem dois modelos que são frequentemente usados, o CCR e o BCC, onde o modelo CCR é utilizado para retornos constantes de escala e o modelo BCC é uma extensão do modelo CCR para que se possa utilizar retornos crescentes, constantes e decrescentes de escala. Devido a essa característica esse modelo permite comparar unidades de portes distintos (MOURA, 2014).

O modelo BCC possui como título as iniciais de seus fundadores, sendo eles Banker, Charnes e Cooper, tendo como principal diferença para o modelo CCR, permitir a retornos variáveis de escala. Devido a esta característica o modelo BCC possibilita uma variação da produtividade máxima em função da escala de produção, ou seja, possibilita a comparação de unidades com portes distintos (KASSAI, 2002). Ferreira e Gomes (2009) definem o modelo, quando orientado a produto como:

$$\text{Minimizar } E_{f_0} = \sum_{i=1}^r v_i x_{i_0} \quad (3)$$

(μ, v)

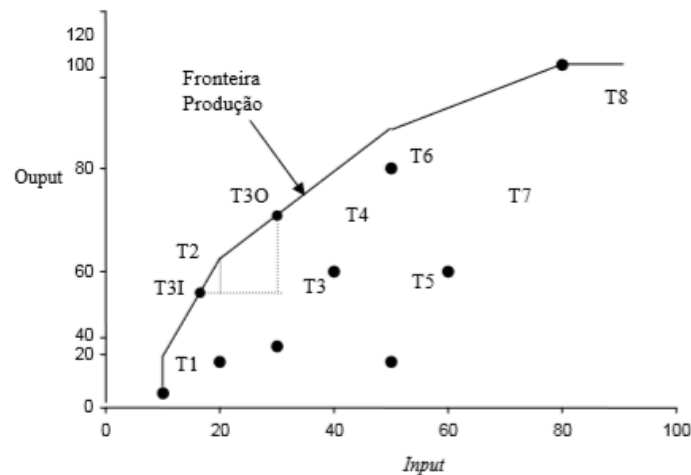
Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^s \mu_j y_{j_0} = 1 \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^s \mu_j y_{j_k} - \sum_{i=1}^r v_i x_{i_k} \leq 0, \forall k \quad (5)$$

$$\mu_j, v_i \geq 0, \forall i, j$$

A Figura 01 representa o modelo BCC quando este é orientado ao produto.



Fonte: Rios (2005).

Figura 01: Modelo BCC orientado a output.

O modelo orientado para produto tem como diferencial a adição de uma constante de convexidade. Para que nenhuma unidade produtiva tenha peso zero, em muitos casos é necessário a imposição de restrições aos pesos das variáveis.

Um dos métodos que impõe restrições aos pesos atribuídos pelos modelos para os insumos e produtos, por meio de uma relação entre os pesos obtidos é chamado de *cone ratio*, a qual é definida por Cooper et al. (2000, apud NOVAES, 2001, apud ACOSTA 2011) conforme a Equação (6):

$$L_{1,2} \leq \frac{v_j}{v_i} \leq U_{1,2} \quad (6)$$

Em que, $L_{1,2}$ é o limite inferior, $U_{1,2}$ é o limite superior, v_i e v_j são os pesos dos insumos i e j , respectivamente.

Sendo os limites definidos por meio da variação entre os pesos atribuídos pelas DMUs e sendo estes restringidos gradativamente até que se atinja uma variação razoável para as variáveis analisadas. Outro critério que pode ser utilizado é a verificação da relação média entre os pesos das variáveis, insumos ou produtos, definindo seus limites por meio de um determinado valor de desvios padrões distantes dessa média (ACOSTA, 2011).

3. Resultados

A análise de eficiência técnica das refinarias de petróleo brasileiras foi feita por meio do modelo BCC de Análise Envoltória de Dados, orientado a produto.

A análise foi feita acerca da capacidade de produção das 13 maiores refinarias atualmente em operação no Brasil. Sendo elas: Refinaria de Paulínia (Replan – SP), Refinaria Landulpho Alves (Rlam – BA), Refinaria Henrique Lage (Revap – SP), Refinaria Duque de Caxias (Reduc – RJ), Refinaria Presidente Getúlio Vargas (Repar – PR), Refinaria Alberto Pasqualini S.A. (Refap – RS), Refinaria Presidente Bernardes (RPBC – SP), Refinaria Gabriel Passos (Regap – MG), Refinaria de Capuava (Recap – SP), Refinaria Isaac Sabbá (Reman – AM), Refinaria Abreu e Lima (Rnest – PE), Lubrificantes e Derivados de Petróleo do Nordeste (Lubnor – CE) e Refinaria de Petróleo Riograndense S.A. (Riograndense – RS), sendo a última particular e as demais pertencentes a Petrobras. Não foram utilizadas no presente trabalho as refinarias Dax Oil Refino S.A. (Dax Oil – BA) e Univen Refinaria de Petróleo Ltda. (Univen – SP) devido à falta de alguns dados e a suas capacidades de produção serem demasiadamente inferiores quando comparados a maior refinaria considerada neste estudo (Replan), aproximadamente 2% e 0,5%, respectivamente. Além destas, foram retiradas da análise a Refinaria de Petróleos Manguinhos S.A. (Manguinhos – RJ) que está fora de operação devido a problemas judiciais e a Refina Potiguar Clara Camarão (RPCC – RN) que não está em operação.

Para elaboração do modelo a ser utilizado é necessário a seleção de duas a três variáveis de entradas dentre as disponíveis. A escolha dessas, no presente estudo, foi feita de acordo com a correlação linear entre os insumos e os produtos, visando sempre uma alta correlação, e a correlação técnica não mensurável da variável, uma vez que a correlação linear avalia apenas dados matemáticos, sem considerar quaisquer outros aspectos. Primeiramente foi calculado a correlação linear entre todas as variáveis do processo, conforme mostra a Tabela 0101:

Variável							
	Área	Capacidade de Produção anual	Número de Acessos	Unidades Produtivas	Capacidade de Armazenamento de Petróleo	Capacidade de Armazenamento de Derivados	Produção
Área	1	0,51	0,41	0,55	0,57	0,65	0,59
Capacidade de Produção anual	0,51	1,00	0,68	0,63	0,83	0,85	0,98

Número de Acessos	0,41	0,68	1,00	0,64	0,62	0,75	0,69
Unidades Produtivas	0,55	0,63	0,64	1,00	0,63	0,68	0,61
Capacidade de Armazenamento de Petróleo	0,57	0,83	0,62	0,63	1,00	0,94	0,88
Capacidade de Armazenamento de Derivados	0,65	0,85	0,75	0,68	0,94	1,00	0,91
Produção	0,59	0,98	0,69	0,61	0,88	0,91	1,00

Fonte: Os autores, 2018.

Tabela 01: Correlação entre todas as variáveis do processo

A partir dos valores de correlação realizou-se a escolha de um insumo e um produto para elaboração do primeiro escore de eficiência. No estudo utilizou-se o valor de Capacidade de Produção de cada refinaria como insumo e a produção como produto, gerando assim o primeiro quociente de produtividade, a partir do qual foi feita a eficiência. Considerando valores acima de 0,5 como um bom valor de correlação e, devido à grande extensão territorial do Brasil, ao complexo sistema de gestão da cadeia de suprimentos e ao déficit observados em alguns setores do transporte brasileiro, selecionou-se o número de acessos como o insumo a ser avaliado na análise de eficiência das refinarias. Com isso, o modelo de eficiência gerado é descrito pela equação 07:

$$\text{Índice de eficiência} = \frac{\text{Produção}}{\text{Capacidade de produção anual} + \text{número de acessos}} \quad (7)$$

A partir desse modelo foram gerados os escores de eficiência das refinarias de petróleo brasileiras, sendo que algumas foram consideradas eficientes atribuindo peso zero para um dos insumos. Segundo Ferreira e Gomes (2009) este problema (peso zero) não pode ser aceito como pertinente ao segmento em análise. É nesse sentido que surgem métodos de restrições que visam impedir que as variáveis assumam pesos nulos.

Com isso, atribui-se restrição ao peso dos insumos, conforme a equação 08:

$$1,95 \cdot 10^{-13} \leq \frac{\text{Capacidade de produção}}{\text{Número de acessos}} \leq 4,03 \quad (8)$$

Com a restrição de pesos descrita anteriormente, a qual foi inserida no modelo por meio técnica conhecida como *Assurance Region Method* – AR, obtendo os resultados de eficiência descritos na Tabela 02:

Refinaria	Eficiência	Ranking
Replan (SP)	1,00	1
Revap (SP)	1,00	1
Regap (MG)	1,00	1
Lubnor (CE)	1,00	1
Rlam (BA)	0,94	5
RPBC (SP)	0,84	6
Recap (SP)	0,80	7
Reduc (RJ)	0,80	8
Repar (PR)	0,78	9
Refap (RS)	0,77	10

Remam (AM)	0,75	11
Rnest (PE)	0,74	12
Riograndense (RS)	0,54	13
Eficiência média	0,84	-

Fonte: Os autores (2018)

Tabela 02: Ranking de eficiência das refinarias

Os resultados apresentados na Tabela 02 mostram que a eficiência média entre as refinarias analisadas é de 0,84, sendo que 4 refinarias foram consideradas eficientes: Replan (SP), Revap (SP), Regap (MG) e Lubnor (CE). A refinaria que teve o pior escore de eficiência foi a Riograndense (RS). As refinarias ineficientes devem usar como referência as eficientes para buscar atingir a fronteira de eficiência. A Tabela 03 representa quantas vezes cada refinaria eficiente foi referência para alguma refinaria ineficiente:

Refinaria	Frequência
Regap (MG)	8
Revap (SP)	6
Lubnor (CE)	5
Replan (SP)	3

Fonte: Os autores (2018)

Tabela 03: Frequência com que as refinarias eficientes foram referência para as ineficientes.

Ao analisar a tabela 03 é possível observar que a refinaria Replan (SP) mesmo sendo a maior refinaria brasileira em produção, é pouco referenciada, fato que pode ser devido a mesma possuir valores de capacidade de produção e produção muito superiores aos das outras refinarias, sendo a Regap (MG) a refinaria que mais serviu de referência para as demais, aparecendo oito vezes.

Cada refinaria pode ter até duas outras refinarias como referência, cada uma delas com uma contribuição percentual (λ), o qual é demonstrado na Tabela 04:

Refinaria	Referência ₁	λ_1	Referência ₂	λ_2
Rlam (BA)	Replan (SP)	0,2500	Revap (SP)	0,7500
Reduc (RJ)	Replan (SP)	0,2075	Revap (SP)	0,7925
Repar (PR)	Revap (SP)	0,9802	Regap (MG)	0,0198
Refap (RS)	Revap (SP)	0,6774	Regap (MG)	0,3226
RPBC (SP)	Revap (SP)	0,2836	Regap (MG)	0,7164
Recap (SP)	Regap (MG)	0,4141	Lubnor (CE)	0,5859
Remam (AM)	Regap (MG)	0,2283	Lubnor (CE)	0,7717
Rnest (PE)	Regap (MG)	0,7488	Lubnor (CE)	0,2512
Riograndense (RS)	Regap (MG)	0,1193	Lubnor (CE)	0,8807

Fonte: Os autores (2018)

Tabela 04: Percentual de contribuição das refinarias eficientes para as refinarias ineficientes.

Pode-se perceber que a refinaria Rlam (BA) precisa se basear 25% na refinaria Replan (SP) e 75% na refinaria Revap (SP) para atingir a fronteira de eficiência. A interpretação dos dados de contribuição percentual pode ser analisada como a quantidade que uma refinaria ineficiente precisa aumentar a sua produção, mantendo constante seus insumos, para atingir a fronteira de

eficiência, ou seja, um refinaria para se tornar eficiente precisa ter uma produção conforme a descrita pela Equação (9):

$$\text{Produção} = \lambda_1 \cdot \text{Produção de referência 1} + \lambda_2 \cdot \text{Produção de referência 2} \quad (9)$$

As refinarias também respondem de formas diferentes a oscilações em seus insumos e produtos, o que gera retornos de escalas decrescentes, constantes ou crescentes, a Tabela 05 informa a região de retorno de escala na qual as refinarias estão operando:

Refinaria	Eficientes	Ineficientes
Replan (SP)	Decrescente	
Revap (SP)	Constante	
Regap (MG)	Constante	
Lubnor (CE)	Crescente	
Rlam (BA)		Decrescente
RPBC (SP)		Constante
Recap (SP)		Crescente
Reduc (RJ)		Decrescente
Repar (PR)		Constante
Refap (RS)		Constante
Remam (AM)		Crescente
Rnest (PE)		Crescente
Riograndense (RS)		Crescente

Fonte: Os autores, 2018.

Tabela 05 - Retorno de escala para cada uma das refinarias analisadas.

Segundo Ferreira e Gomes (2009) uma unidade produtiva eficiente com retornos constantes de escala se encontrada na melhor situação possível. As refinarias que se encontram nas melhores condições como a Revap (SP) e Regap (MG). Algumas refinarias, embora eficientes possuem problemas quanto aos retornos de escala, como a Replan (SP) e a Lubnor (CE). Constatou-se que as demais refinarias apresentaram problemas tanto quanto a eficiência técnica, sendo ineficientes, quanto ao retorno de escala, necessitando assim para atingirem as condições ideais de operação resolverem estes dois problemas.

4. Considerações finais

A técnica Análise Envoltória de Dados permitiu construir um modelo para avaliar a eficiência de 13 refinarias brasileiras. Para a análise foram utilizados dois insumos, Número de Acessos e Capacidade de Produção, e um produto, Produção (barris de petróleo processados por dia). Após a construção do escore de eficiência foram apontadas quatro refinarias eficientes, Replan (SP), Revap (SP), Regap (MG) e Lubnor (CE), e sendo a refinaria de eficiência mais baixa a Riograndense.

O insumo capacidade de produção, na maior parte das refinarias apresentou uma indicação de aumentos percentuais, sendo necessário aumento em sete das refinarias estudadas e possuindo folga em apenas uma das refinarias, as demais se encontram em condições ótimas de capacidade de produção. O que indica que a maior parte das refinarias estão abaixo da capacidade de produção necessária, fato que pode ser decorrente da maior parte das refinarias terem sido construídas nas décadas de 30 a 60, o que dificulta atender as normas ambientais, cada vez mais restritas, necessitando, portanto, de reformas, a exemplo das refinarias Regap (MG) e Revap

(SP), as quais passaram por cerca de cinco processos de ampliação e modernização nos últimos 30 anos.

Por fim quanto a produção, todas as refinarias, exceto as que foram consideradas eficientes, precisam aumentar sua produção para atingirem a fronteira da eficiência, desde uma proporção de 6% até 80%, sendo a refinaria Rlam (BA) a que menos necessita de aumento e a Riograndense (RS) a que mais precisa, contudo a maior parte das refinarias necessitam de um aumento entre 20-30%.

O presente trabalho possui como principal colaboração uma análise diferenciada da eficiência das refinarias de petróleo, as quais geralmente são avaliadas apenas pelo seu processo de produção, eficiência de equipamentos, conversão de derivados, eficiência energéticas, deixando em segundo plano dados como acessos, logísticas e potencial de produção, que são responsáveis por grande parte do lucro na maioria das indústrias, variáveis inclusas no presente estudo.

Referências

ACOSTA, Cristina M. M. *Uma proposta para análise de eficiência em portos brasileiros: A técnica de Análise Envoltória de Dados (DEA)*. 2008. 130p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica). Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2008.

ACOSTA, C. M. M.; SILVA, A. M. V. de A. da; LIMA, M. L. P. de. *Aplicação de análise envoltória de dados (DEA) para medir eficiência em portos brasileiros*. Revista de Literatura dos Transportes. v. 5, n. 4, p. 88-102. 2011.

ANP - Agência Nacional Do Petróleo, Gás Natural E Biocombustíveis. <<http://www.anp.gov.br/>> Acessado em abril de 2018.

BRASIL, N. I. do; ARAÚJO, M. A. S.; SOUSA, E. C. M. de. *Processamento de petróleo e gás*. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

COELLI, T. J., RAO, D. S.P. e BATTESE, G. E. *An introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. 3ª edição. London: Kluwer Academic Publishers, 1997.

CORRÊA, J. S. *Parque Industrial de Refino no Brasil – Características atuais e perspectivas futuras*. 2009. 180p. Tese (Mestrado em Ciências). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química. Rio de Janeiro. 2009.

FERREIRA, C. M. de C.; GOMES, A. P. *Introdução à Análise Envoltória de Dados: Teoria, Modelos e Aplicações*. Editora UFV.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. <<https://www.ibge.gov.br/>> . Acessado em junho de 2018.

KASSAI, S. *Utilização da Análise por Envoltória de Dados (DEA) na Análise de Demonstrações Contábeis*. 2002. 350p. Tese (Doutorado em Contabilidade e Controladoria). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade – Universidade de São Paulo. São Paulo. 2002.

JOLY, M. *Refinery production planning and scheduling: The refining core business*. Brazilian Journal of Chemical Engineering. v. 29, n. 2, p. 371–384, 2012.

MANSFIELD, E. *Microeconomia: teoria e aplicações*. 466p. São Paulo: Campus Ltda., 2ª edição, 1980.

MARIANO, J. B. *Impactos ambientais do refino de petróleo*. Tese (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2001.

MOURA, A. L. de; SANTOS, B. M. F. dos; ANDRADE, E. P. de; MELLO, J. C. C. B. S. de. *Modelagem DEA para avaliação de eficiência de terminais aquaviários de transferência e estocagem de petróleo*. Relatórios de pesquisa em Engenharia de Produção. v. 14, n. C2, p. 11-22. 2014

OLIVEIRA, M. S. de. *Aplicação de uma metodologia para análise de eficiência em terminais de contêineres brasileiros*. 2013. 123p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica). Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2013.

PEARSON, K. *Data envelopment analysis: an explanation*. Bureaus of Industry Economics. n. 83, p.1-44, 1993.



VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ponta Grossa, PR, Brasil, 05 a 07 de dezembro de 2018

PORTELA, M.C.A.S.; BORGES, P.C.; THANASSOULIS, E. *Closest targets in non-oriented DEA models. Working Paper RP0205*, Aston Business School, 34p, 2002.

RIBEIRO, P. C. C.; FERREIRA, K. A. *Logística e transportes: Uma discussão sobre os modais de transporte e o panorama brasileiro*. Ln: XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba. 2002.

VASCONCELLOS, V. A.; CANEN, A. G.; LINS, M. P. E. *Identificando as melhores práticas operacionais através da associação Benchmarking-DEA: O caso das refinarias de petróleo*. Pesquisa Operacional. v. 26, n. 1, p. 51-67. 2006. Jan a Abril. 2006.