



ESTUDO DE EFICIÊNCIA POR MEIO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA): ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DO SETOR TÊXTIL

Adriana Cavalcante Marques

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)
Av. Sen. Salgado Filho, 3000 - Lagoa Nova, Natal - RN, 59078-970, Brasil
adrianac.m@hotmail.com

Mariana Rodrigues de Almeida

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)
Av. Sen. Salgado Filho, 3000 - Lagoa Nova, Natal - RN, 59078-970, Brasil
almeidamariana@yahoo.com.br

RESUMO

O objetivo do artigo é analisar a eficiência de uma unidade produtiva do setor de confecções, com o intuito de tornar as unidades de costura mais eficientes, de forma a aumentar a produtividade e reduzir os atrasos nos prazos de entrega. Quanto ao método de pesquisa utilizado, o artigo é um estudo de caso e caracteriza-se como uma pesquisa exploratória, longitudinal. Para a análise DEA, foram utilizados o Excel e o *software Frontier Analyst*, em uma amostra de 10 facções de costura, durante o período de outubro a dezembro de 2013, constituindo 40 DMUs, e aplicados os modelos CCR e Supereficiência orientado para output. Como resultados foram encontradas as unidades eficientes, seus benchmarks e propostas melhorias para alcançar o aumento na produtividade. Além disso, percebeu-se que a localização das facções não interfere no nível de eficiência e que a exclusividade da unidade para a empresa influencia positivamente na sua eficiência.

PALAVRAS CHAVE. Análise Envoltória de Dados, Setor Têxtil, Eficiência.

DEA – Análise Envoltória de Dados.

ABSTRACT

The objective of this paper is to analyze the efficiency of a production unit of the garment sector, aiming to make the sewing units more efficient in order to increase productivity and reduce delays in delivery. Regarding the research methodology, the article is a case study and is characterized as an exploratory, longitudinal research. For the DEA analysis, Excel and Frontier Analyst software was used in a sample of 10 factions sewing during the period October-December 2013, constituting 40 DMUs, and applied the CCR and Superefficiency models oriented output. As a result, the efficient units, their benchmarks and proposed improvements to achieve increased productivity were found. Furthermore, it was noted that the location of the factions do not interfere in terms of efficiency and the exclusivity of the unit to the company positively influences the efficiency.

KEYWORDS. Data Envelopment Analysis. Textile Sector. Efficiency.

DEA – Data Envelopment Analysis.

1. Introdução

No final do século XX, com a queda do socialismo na União Soviética e no leste europeu, teve início o processo de busca pela ampliação das relações internacionais para alcançar os objetivos econômicos das nações, aumentando os mercados e os negócios. Esse processo foi acelerado pelo desenvolvimento tecnológico dos meios de produção e dos meios de comunicação, os quais são elementos chave para aumentar a competitividade das empresas no mercado.

Nesse contexto, as indústrias tradicionais, em particular a Indústria Têxtil, foram bastante afetadas por essas mudanças a partir da década de 90. Além disso, a Indústria Têxtil e de Confeções está em constante atualização, exigindo que as empresas busquem diferenciais, como inovação nos produtos e processos, e investimento em tecnologias, para que assim possam acompanhar o ritmo do mercado, sobretudo mundialmente muito competitivo.

À luz da importância do segmento têxtil inserido no mercado brasileiro e mundial, identifica-se a necessidade de mensurar a eficiência da indústria e conhecer o nível de produtividade no qual as empresas estão operando. Para isso, a técnica Análise Envoltória dos Dados (DEA – *Data Envelopment Analysis*) auxiliará nessa análise, a qual apesar de ser uma metodologia recente está sendo bastante difundida em diferentes áreas de pesquisa, sendo de grande utilidade para medir a eficiência de Unidades Tomadoras de Decisão (DMU – *Decision Making Units*) que possuam inputs e outputs homogêneos (variáveis de entrada e de saída) (DYSON *et al.*, 2001).

Com isso, o artigo objetiva analisar a eficiência de uma unidade produtiva do setor de confeções, com o intuito de alcançar maior competitividade no mercado, e assim tornar as unidades de costura mais eficientes, de forma a aumentar a produtividade e reduzir os atrasos nos prazos de entrega.

Neste crivo, surgem dois questionamentos, o primeiro sendo “Será possível melhorar os resultados das facções de uma empresa utilizando a metodologia da Análise Envoltória de Dados?” e o segundo, “Quais fatores impactam na eficiência da unidade produtiva?”. Visando responder ao segundo problema, dois pressupostos são identificados: P1) a localização da unidade produtiva interfere na produtividade da facção; a qual parte do pressuposto que, quanto mais afastada estiver a facção da empresa A, menor a flexibilidade de entregas e menos produtiva será a unidade. Como também, pode-se analisar de acordo com as regiões, em que determinadas regiões por possuir melhores condições climáticas e maiores recursos, melhor será a eficiência da unidade, o que ocasionaria clusters por proximidade.

Por fim, o P2) a exclusividade da facção de costura para a empresa A influencia positivamente na eficiência; de forma que, considerando que a unidade produtiva trabalha exclusivamente para a empresa A, melhor será seu rendimento para a mesma, diferentemente em casos que a facção preste serviço para outras empresas do ramo.

O presente artigo está estruturado em cinco tópicos. O tópico 1, em questão, encontra-se a introdução, seguido do tópico 2 em que é feita uma análise bibliográfica acerca do tema estudado, na terceira etapa do trabalho é composta pelo método de pesquisa utilizado para o seu desenvolvimento, após isso, é apresentado o estudo de caso (tópico 4) seguido dos resultados encontrados (tópico 5), finalizando com as considerações finais dos autores (tópico 6).

2. Referencial Teórico

2.1. Setor Têxtil e de Confeções

De acordo com Hiratuka *et al.* (2008), a indústria têxtil e de confecção é bastante ampla e é composta por várias etapas produtivas inter-relacionadas. Basicamente, podem ser destacadas 4 etapas: 1) fiação: produção de fios ou filamentos que serão preparados para a etapa da tecelagem; 2) tecelagem: fabricação de tecidos planos ou tecidos de malha (malharia) e de tecnologia de não-tecidos; 3) acabamento: operações que conferem ao produto conforto, durabilidade e propriedades específicas; 4) confecção: desenho, confecção de moldes, gradeamento, encaixe, corte e costura. O produto final de cada uma dessas fases é a matéria-prima da fase seguinte, o que denota à cadeia têxtil e de confecção um caráter bastante diversificado, sendo cada setor composto por grande número de segmentos diferenciados, com dinâmicas, estruturas físicas e players próprios.

Com tanta diversidade e descontinuidade do processo e produtos, e a grande possibilidade de utilização e combinação de matérias-primas, ocasiona diferentes oportunidades quanto ao processo técnico a ser utilizado, como também as formas de organização da produção, variando de acordo com o interesse da empresa e a velocidade de mudança do mercado.

Do ponto de vista tecnológico, em grande medida, o setor absorve as inovações tecnológicas desenvolvidas no setor de máquinas têxteis e no setor de fibras químicas, afirma Hiratuka (2008). No entanto, as diferentes aplicações finais e as possibilidades de segmentação de mercado no elo final da cadeia colocam como elemento fundamental de competitividade a capacidade de diferenciar produtos e de atender de maneira flexível às mudanças nos padrões de preferência dos consumidores.

Analisando o histórico da indústria têxtil no Brasil, é possível observar que até a década de 80 houve períodos de crescimento bem como de estabilidade ou retração, porém a partir da década de 90, com a abertura do mercado à internacionalização, foi necessário focar na modernização do parque industrial, dos insumos, processos e produtos, como também ajustar os preços para enfrentar a concorrência dos artigos importados.

De acordo com Costa (2009), o processo de liberação do comércio na cadeia Têxtil e Confecções, com o conseqüente acirramento da concorrência internacional, redefiniu as estratégias competitivas das empresas.

Dessa forma, a possibilidade de fragmentar o processo produtivo em etapas resultou em uma cadeia produtiva integrada internacionalmente e comandada por grandes empresas especializadas na gestão da marca e da comercialização, ou nas próprias empresas de varejo comandando a transferência de etapas mais intensivas em mão-de-obra para países em desenvolvimento com baixos custos salariais. O acirramento da concorrência internacional obrigou os produtores dos países centrais a uma intensa reestruturação nas suas formas de inserção no mercado e nas estratégias de organização da produção (HIRATUKA, 2008).

O setor de confecção nacional, de acordo com dados do Instituto de Estudos e Marketing Industrial (IEMI, 2007), constituía-se no ano passado de 21.898 unidades fabris e empregava diretamente 1.193.918 pessoas. Segundo a Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção, no Rio Grande do Norte, a indústria têxtil e de confecção são as atividades industriais que mais empregam - cerca de 50 mil pessoas - reunindo perto de 60 empresas, sendo dez de médio e grande porte, incluindo quatro filiais das maiores empresas têxteis do país.

Atualmente, o Brasil continua enfrentando algumas barreiras, destacando-se a concorrência de produtos chineses, que apresentam preços muito baixos, tornando a indústria nacional pouco competitiva no quesito custo. Enquanto a China é o maior produtor mundial, o Brasil, que já foi um dos maiores produtores, está em sétimo lugar no ranking (ABIT, 2007).

2.2 Análise Envoltória de Dados (DEA)

A Análise Envoltória de Dados (DEA – *Data Envelopment Analysis*) é uma importante ferramenta, que foi construída a partir do trabalho de Farrell (1957), para a medição da eficiência relativa de unidades tomadoras de decisões (DMUs – *Decision Making Units*), por atender os princípios de homogeneidade, ou características semelhantes, para que possa ser realizada a comparação.

Além disso, a metodologia DEA é desenvolvida inserindo os dados de inputs (insumos/recursos) e outputs (produto/serviço) de cada unidade para obter a solução ótima por meio da programação linear. Um dos fatores que fazem com que essa metodologia seja bastante empregada atualmente é a sua capacidade de utilizar múltiplas variáveis de input com múltiplas variáveis de output. Como afirma Cook *et al* (2004), uma das vantagens do uso do modelo DEA é ter a flexibilidade de lidar com tecnologias de produção com múltiplas entradas e múltiplas saídas, sem a necessidade de especificar previamente a forma funcional para a função produção.

A abordagem DEA vem sendo comumente utilizada e estudada nas últimas três décadas, desde o seu surgimento, quando Charnes *et al* (1978) propuseram o seu primeiro modelo, conhecido como CCR, devido ao nome dos seus criadores (Charnes - Cooper - Rhodes), o qual considera os retornos de escala constantes, onde qualquer variação nas entradas (inputs) produz variação proporcional nas saídas (outputs), assumindo que as unidades operam em escala ótima,

com maximização da utilização dos insumos. Gomes *et al* (2003) relatam que este modelo determina a eficiência pela divisão entre a soma ponderada das saídas e a soma ponderada das entradas.

A partir desse modelo clássico, vários modelos de DEA vem sendo desenvolvidos, como modelo BCC (BANKER *et al*, 1984), Aditivo (CHARNES *et al*, 1985), Malmquist (FARE *et al*, 1994), Fronteira Invertida (YAMADA, 1994); e amplamente aplicados em diferentes áreas, como Turismo (HWANG *et al*, 2003; BARROS, 2005), Bancos (SATHYE, 2003), Educação e ensino (AVKIRAN, 2001; CHAPPLE *et al*, 2005), Energia (BOYD *et al*, 2000), Portos (CULLINANE *et al*, 2005), Hospital (O'NEILL *et al*, 2008), e Telecomunicações (MAJUMDAR, 1998); para a medição da performance e *benchmarking* (WU *et al*, 2011).

Os modelos clássicos do DEA objetivam encontrar a eficiência relativa de uma DMU, em relação a um conjunto formado por todas as DMUs da amostra, incluindo a DMU em análise, porém, não permite classificar as unidades eficientes resultantes, entre si. Nesse contexto, Banker *et al* (1989) e Andersen e Petersen (1993) recomendam uma versão modificada para DEA a fim de discriminar o desempenho entre DMUs eficientes.

A ideia básica do modelo de supereficiência é comparar a unidade que é avaliada com uma combinação linear de todas as outras unidades da amostra, sendo que a unidade de referência é excluída. Assim, dado que a unidade que em avaliação é retirada do conjunto das unidades de comparação, a eficiência obtida pode ser maior que 100%. Como este modelo permite que as DMUs obtenham eficiências superiores a 100%, ele consegue desempatar as unidades eficientes (LETA *et al*, 2005).

Segundo Cook e Seiford (2009), o modelo de supereficiência, em resumo, envolve a execução dos modelos padrões da DEA (CCR ou BCC), mas sob o pressuposto de que a DMU que está sendo analisada seja excluída do conjunto de referência.

Dessa forma, os modelos de DEA estão sendo ultimamente aplicados no setor têxtil e de confecções em todo o mundo, como na Turquia (SARICAM *et al*, 2012; YENILMEZ *et al*, 2012), Espanha (PLA FERRANDO *et al*, 2012), Irã (SAEIDI, 2013), Paquistão (KHALIL, 2011), e Índia (JOSHI *et al*, 2010), seja objetivando reduzir defeitos no processo, ou comparar a performance das empresas do setor, analisar outputs desejáveis e indesejáveis, avaliar o nível de eficiência ou de produtividade.

3. Método de Pesquisa

O artigo se caracteriza, quanto aos fins, como explicativa, sendo um estudo de caso longitudinal, e quanto a abordagem do problema é tanto qualitativa como quantitativa, sendo realizada uma pesquisa bibliográfica inicialmente para o desenvolvimento do trabalho. A segunda etapa da pesquisa consiste na coleta de dados no setor de costura da Empresa A, localizada no município de Parnamirim no Rio Grande do Norte, em uma amostra de 10 facções de costura, no período de setembro a dezembro de 2013, constituindo assim, 40 DMU's. Para a análise DEA, foi utilizado o Excel e também o *software Frontier Analyst*.

Para o desenvolvimento do artigo foi seguido o fluxo apresentado na Figura 1. Uma vez já definida a amostra e selecionadas as DMU's, foram selecionadas as variáveis de *input*, sendo: consumo de energia, mão de obra utilizada e custo com a mão de obra; e *output*: volume produzido, peças de segunda qualidade e faturamento. Os modelos DEA utilizados foram o CCR e o de supereficiência, orientados para output, um vez que tem-se por objetivo do trabalho aumentar a produtividade das facções e consequentemente da empresa A.

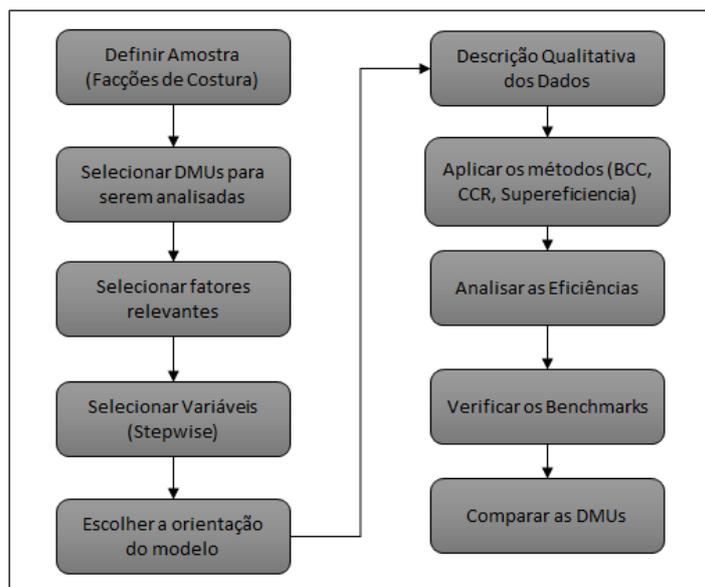


Figura 1 - Fluxo de Implementação do DEA.

4. Estudo de Caso

Para ser possível comparar as unidades de facção de costura da empresa e aumentar a produtividade dessas, foi necessário a aplicação de determinados modelos da Análise Envoltória de Dados. Primeiramente, se faz necessário realizar uma análise quantitativa dos dados obtidos das respectivas variáveis e facções.

Como pode ser observado na Tabela 1, existe um alto desvio padrão nos dados da quantidade de peças de segunda qualidade, o que se justifica-se devido à grande variedade de pedidos, como também de tecidos trabalhados, o que gera em alguns casos muitas falhas porém em outros poucas.

Análise Quantitativa	Consumo Energia (KW/h)	Mão-de-Obra (Pessoas)	Custo Mão-de-Obra (R\$)	Faturamento (R\$)	Volume Produzido (Peças)	Peças de 2ª Qualidade (1/nº Peças)
Máximo	6.303	94	85.200	139.295	19.134	0,0435
Mínimo	1.341	35	28.011	4.765	586	0,0013
Média	3.366	55	48.219	49.366	7.392	0,0097
Mediana	2.825	49	44.307	41.028	6.862	0,0062
Desvio Padrão	1.312	18	17.895	31.350	4.527	0,0090

Tabela 1 – Descrição Quantitativa das variáveis do modelo.

O próximo passo na análise dos dados é a aplicação dos modelos, O modelo CCR, na sua forma Dual, foi aplicado de modo a identificar os *benchmarks*. Nesta análise obteve-se um número de 8 DMUs eficientes, dentre essas permanecem eficientes em diferentes meses as facções UTI e Confecção Seridó (Tabela 2).

DMU	Facções	Eficiência
37	Arremate Nov	100%
18	Conf Seridó Nov	100%
15	UTI Out	100%
14	UTI Nov	100%
24	Costura Interna Dez	100%
23	GDS Set	100%
22	Conf Seridó Set	100%
36	Arremate Out	100%
13	Moda Atual Set	94%
27	Aguia Set	93%
28	Aguia Dez	92%
10	UTI Dez	91%
16	AGS Dez	87%
26	Costura Interna Nov	87%
19	Moda Atual Out	87%
9	GDS Nov	85%
11	Alvorada Dez	81%
39	Arremate Dez	81%
1	Alvorada Nov	78%
17	UTI Set	76%

Tabela 2 – Ranking de Eficiência do Modelo CCR Dual.

Além disso, foi possível encontrar quais facções serão *benchmark* para outras, servindo assim como modelo para alcançar também a eficiência. Como apresentado na Tabela 3, a unidade que é modelo para a maior quantidade de facções é a UTI no mês de outubro, seguida pela AGS também no mês de outubro.

DMU	Facção	Benchmark
14	UTI Out	23
22	AGS Out	20
23	AGS Nov	12
16	UTI Dez	11
18	GDS Out	8
36	A. Elizabeth Dez	7
15	UTI Nov	3
21	AGS Set	2

Tabela 3 – Quantidade de *Benchmarks* das unidades eficientes.

Contudo, verificou-se que foram encontradas muitas unidades eficientes, para que possa ser identificadas as facções que realmente são eficientes, utilizou-se o modelo de supereficiência. Primeiramente, para o modelo de supereficiência, como ilustra na Tabela 4, observa-se que a unidade que realmente é eficiente é a facção UTI (com os dados do mês de outubro), além disso, a A. Elizabeth (mês de Dezembro) e a AGS (mês de outubro) que eram eficientes no modelo CCR, encontram-se na segunda e terceira posição do ranking de supereficiência, respectivamente, o que mostra que essas podem ser também consideradas como unidades modelos.

DMU	Facção	Eficiência
14	UTI Out	104%
36	A. Elizabeth Dez	97%
22	AGS Out	95%
27	Moda Atual Nov	94%
10	Conf Seridó Out	87%
9	Conf Seridó Set	85%
25	Moda Atual Set	84%
26	Moda Atual Out	81%
4	Costura Interna Dez	77%
11	Conf Seridó Nov	74%

Tabela 4 – Resultados das eficiências através do modelo de Supereficiência.

5. Análise dos Resultados

Como mostrado, as DMUs que realmente foram consideradas eficientes na análise foram as facções UTI (mês de outubro), AGS (mês de outubro) e A. Elizabeth (mês de dezembro), dessa forma, suas práticas e formas de produção devem ser levadas para as demais facções, de modo a todas alcançarem a eficiência objetivada.

Para conseguir aumentar a produtividade das facções menos eficientes, estabeleceu metas a partir das variáveis de folga obtidas através do modelo CCR no modo Dual, e assim pode-se verificar por meio da Tabela 5 quantos por cento de cada variável pode ser aumentado, diminuído ou mantido, de forma que alcance 100% da sua respectiva eficiência.

DMUs	Facções	Consumo Energia (KW/h)	Custo Mão-de-Obra (R\$)	Faturamento (R\$)	Volume Produzido	Peças de 2ª Qualidade
7	Águia Nov	Igual	57,64% a mais	83,81% a mais	72,65% a mais	84,35% a menos
29	Arremate Set	39,54% a mais	71,41% a mais	95,07% a mais	93,52% a mais	22,07% a menos
31	Arremate Nov	Igual	76,6% a mais	90,59% a mais	97,46% a mais	54,79% a menos
32	Arremate Dez	45,01% a mais	76,63% a mais	96,87% a mais	95,18% a mais	50,36% a menos

Tabela 5 – Meta para as unidades mais ineficientes.

Observa-se que essas unidades ineficientes, poderiam reduzir o consumo de energia e manter os custos com a mão-de-obra e ainda alcançar 90% a mais de produtividade, o que remete ao ponto que faltam incentivos para que os funcionários operem com maior eficiência.

Outros aspectos importantes em analisar é o comparativo das eficiências entre as DMUs e entre os meses analisados. Pode-se observar no Figura 2, que as facções UTI e AGS mantiveram a eficiência alta no decorrer do tempo em comparativo com as demais unidades estudadas. Além disso, percebe-se que a facção Arremate está muito abaixo da eficiência média das demais DMUs, como também verifica-se um aumento brusco na eficiência da unidade A. Elizabeth entre os meses de novembro e dezembro, fator este devido a antecipação de OPs dos meses de janeiro e fevereiro para fabricação no mês de dezembro.

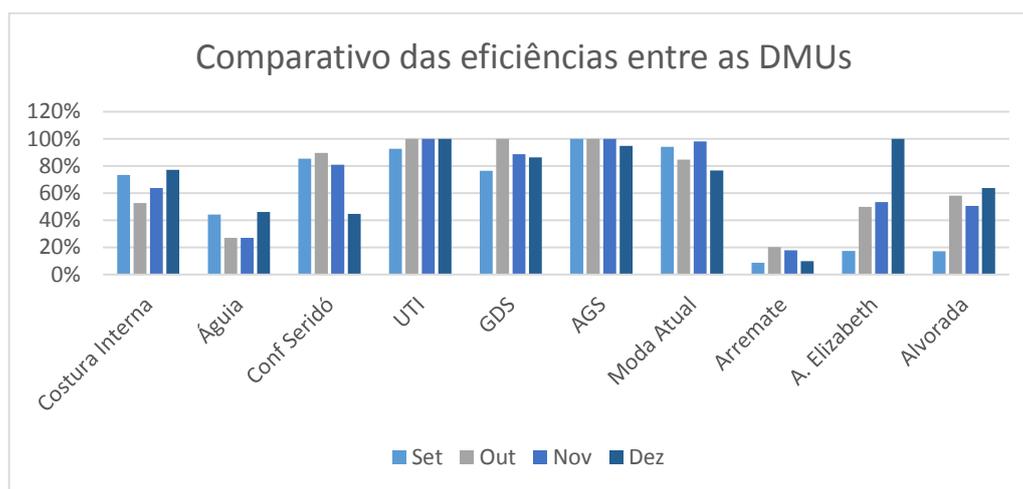


Figura 2 – Comparativo das eficiências entre as DMUs.

Ainda, vê-se um crescente na eficiência da facção Alvorada com o passar do tempo, como também que no mês de outubro houve uma queda na eficiência no geral. É visível também que praticamente metade das facções atuam acima de 70% de eficiência quanto a outra metade trabalha abaixo de 60% de eficiência.

Dessa forma, verifica uma grande quantidade de produtividade ociosa nas facções de costura, de modo que 50% dessas trabalham abaixo da média, a qual é 67% de eficiência, como pode-se analisar no Figura 3.

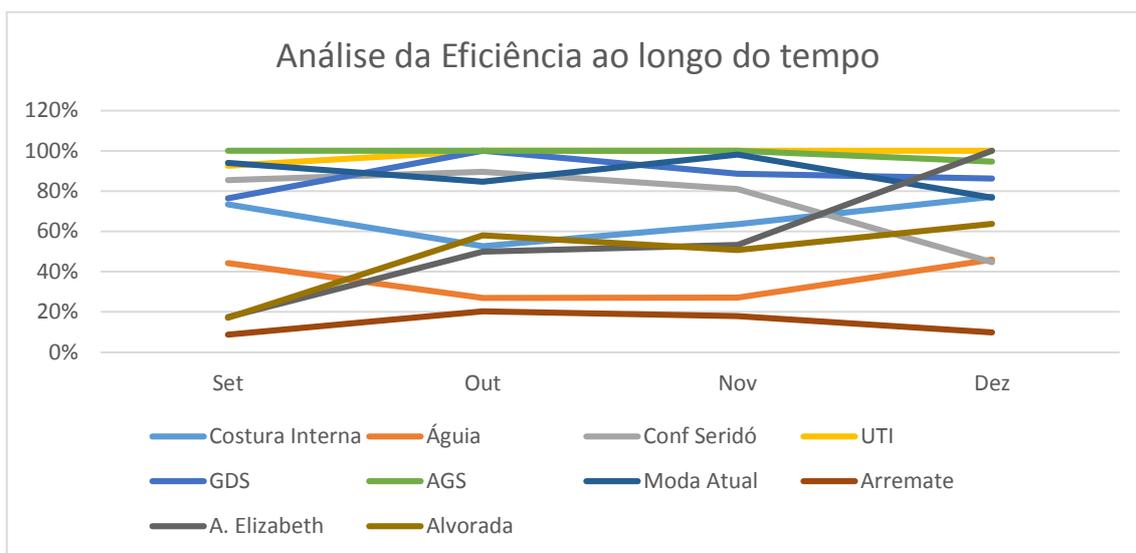


Figura 3 – Análise da Eficiência ao longo do tempo.

Analisando os dados das variáveis para cada unidade ineficiente e em comparativo com a facção UTI que pode ser considerada como a mais eficiente, obtém-se que, cada caso tem sua característica específica, de forma que, tem-se:

- **Águia:** a facção trabalha com um custo de mão-de-obra muito alto, analisando através da verificação qualitativa das variáveis é o máximo de custo atuado entre todas as outras facções;
- **Arremate:** a facção atua com um consumo de energia elevado em comparação com seus outros valores, e ainda apresenta um baixo faturamento;
- **Elizabeth:** a facção apresenta um faturamento muito baixo, chegando a ser menor que o custo com a mão-de-obra;
- **Alvorada:** a facção apresenta valores medianos em todas as variáveis do modelo, e acaba por apresentar também uma eficiência mediana;
- **UTI:** a facção modelo trabalha com um alto nível de produtividade, de forma que o volume produzido é bastante elevado e conseqüentemente o seu faturamento também.

Com relação ao problema de pesquisa “*Será possível melhorar os resultados das facções de uma empresa utilizando a metodologia da Análise Envoltória de Dados?*”, foi possível concluir que é possível sim melhorar os resultados das facções, uma vez que através da utilização da metodologia da DEA foram identificados quais as unidades e quais variáveis das unidades estão carentes de otimização, como também foi possível identificar as unidades modelos, que servirão de *benchmark* para as demais.

Por fim, respondendo ao outro problema de pesquisa “*Quais fatores impactam na eficiência da unidade produtiva?*”, foram sugeridos dois pressupostos, que foram verificados, de modo que obteve-se como resultados:

P1 (Pressuposto 1): A localização da unidade produtiva interfere na produtividade da facção.

O primeiro pressuposto de certa perspectiva pode ser confirmado, porém de modo geral não é, uma vez que, como pode-se observar por meio da Figura 4, em que os círculos verdes representam a localização das unidades eficientes, sendo 1 a cidade Ielmo Marinho onde está localizada a facção UTI e 2 a cidade de Poço Branco onde se encontra a AGS; já os círculos vermelhos representam a localização das unidades ineficientes, sendo 6, São José do Mipibu, onde se encontram as unidades Alvorada e Moda Atual; 7 o município de Monte Alegre onde se encontra a Arremate e 8 o município de São José do Seridó, onde estão localizadas as facções Águia e Confecção Seridó; por fim, os círculos amarelos representam as unidades com eficiência média, de modo que o 3 representa o município de Parnamirim, onde está localizada a Empresa A como também a facção de Costura Interna, o 4 é a cidade de Vera Cruz, onde se encontra a facção A. Elizabeth, e o 5 representa o município de Santa Cruz, onde está localizada a facção GDS.

Supõe-se que as unidades eficientes formam um cluster, uma vez que se encontram próximas entre si e ainda encontram-se a relativamente perto da Empresa A, observa-se também que o círculo 8 que apresenta unidades ineficientes encontra-se distante na empresa, o que concorda com o pressuposto da pesquisa, uma vez que considerou que unidades mais longe seriam mais difíceis de controlar sua produção e apresentam menor flexibilidade de entrega, porém existem unidades ineficientes muito próximas da empresa A, o que contradiz a suposição do pressuposto P1.

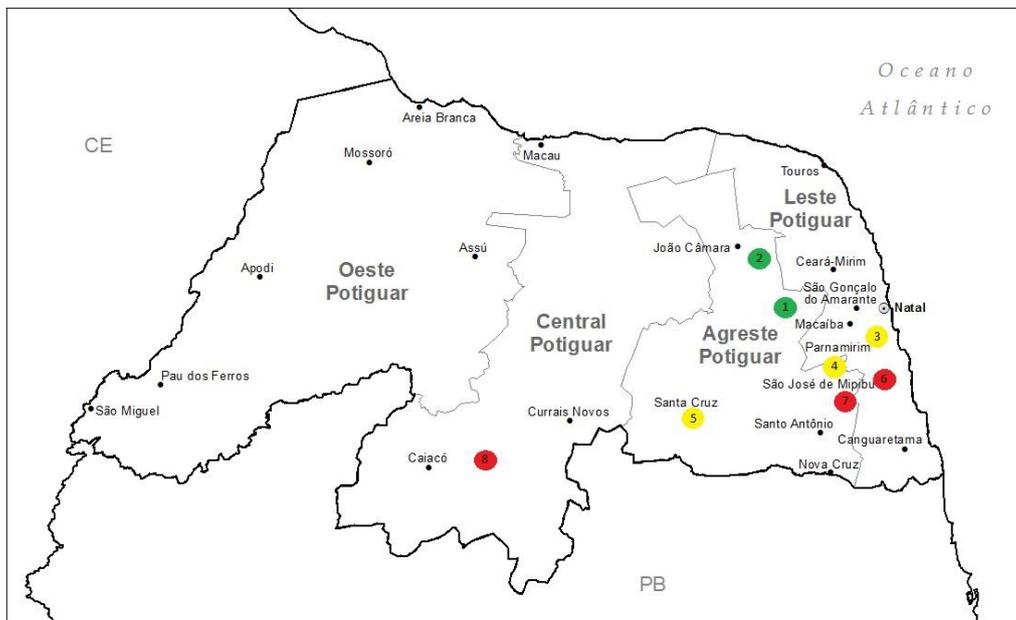


Figura 4 – Mapa com a representação e localização das unidades eficientes e ineficientes.

P2 (Pressuposto 2): A exclusividade da facção de costura para empresa A influencia na sua eficiência.

Para a análise foram escolhidas as unidades que apresentavam maiores volume de produção e que apresentassem homogeneidade entre si, com isso algumas facções que entraram no modelo não trabalham exclusivamente para a empresa A. Assim, observando na Tabela 6, o pressuposto P2 é confirmado, de modo que, dentre as quatro unidades mais ineficientes encontradas na análise, as quais são Arremate, Alvorada, Águia e A. Elizabeth, duas dessas não são exclusivas. Na Tabela 6, na coluna de exclusividade, foi adotado 1 para quando a unidade é exclusiva e 2 para em caso que não seja exclusiva. Com isso, percebe-se que as unidades que não são exclusivas, não dedicam totalmente de sua capacidade para a fabricação da empresa A, o que influencia e justifica a sua baixa eficiência.

DMU	Facções	Eficiência	Exclusividade	Distância
1	Costura Interna Set	78%	1	5
2	Costura Interna Out	61%	1	5
3	Costura Interna Nov	65%	1	5
4	Costura Interna Dez	61%	1	5
5	Águia Set	33%	2	244
6	Águia Out	36%	2	244
7	Águia Nov	39%	2	244
8	Águia Dez	45%	2	244
9	Conf Seridó Set	85%	1	244
10	Conf Seridó Out	91%	1	244
11	Conf Seridó Nov	81%	1	244
12	Conf Seridó Dez	53%	1	244
13	UTI Set	94%	1	42
14	UTI Out	100%	1	42
15	UTI Nov	100%	1	42
16	UTI Dez	87%	1	42
17	GDS Set	76%	1	108
18	GDS Out	100%	1	108
19	GDS Nov	87%	1	108
20	GDS Dez	53%	1	108
21	AGS Set	69%	1	77
22	AGS Out	100%	1	77
23	AGS Nov	100%	1	77
24	AGS Dez	100%	1	77
25	Moda Atual Set	72%	1	20
26	Moda Atual Out	87%	1	20
27	Moda Atual Nov	93%	1	20
28	Moda Atual Dez	92%	1	20
29	Arremate Set	41%	2	22
30	Arremate Out	63%	2	22
31	Arremate Nov	32%	2	22
32	Arremate Dez	31%	2	22
33	A. Elizabeth Set	50%	1	36
34	A. Elizabeth Out	68%	1	36
35	A. Elizabeth Nov	61%	1	36
36	A. Elizabeth Dez	100%	1	36
37	Alvorada Set	100%	1	20
38	Alvorada Out	71%	1	20
39	Alvorada Nov	81%	1	20
40	Alvorada Dez	59%	1	20

Tabela 6 – Relação entre Eficiência, Exclusividade e Proximidade das unidades.

6. Considerações Finais

Para a realização da análise, ou seja no processo de costura da empresa, como já dito, foi aplicado os modelos da DEA, para isso, adotou-se a orientação para output, já que tem-se como objetivo aumentar a produtividade, auxiliando na tomada de decisões. Os resultados obtidos foram que as DMUs eficientes consistem nas facções UTI, AGS e o mês de dezembro da A. Elizabeth.

Além disso, verificou-se que algumas unidades são mais eficientes que outras devido a algumas características específicas em suas variáveis, de modo que algumas apresentam um faturamento e volume de produção muito alto, mantendo suas variáveis de input com valores medianos, o que leva à alta eficiência. Da mesma forma, que as facções mais ineficientes analisadas apresentam suas devidas deficiências, o que deve ser melhorado de modo que alcance a sua meta.

Para que seja alcançadas a meta das unidades ineficientes, propõe-se como medidas de melhoria que seja analisados a forma com que as facções UTI e AGS (eficientes) trabalham, de modo a realizar um *benchmarking* para as demais facções de costura, copiando assim, as boas práticas utilizadas. Pode-se também desenvolver um POP (Procedimento Operacional Padrão) dos processos, objetivando a padronização dos processos desenvolvidos nas unidades, de modo a garantir e manter a qualidade do serviço prestado.

Além disso, outra proposta de melhoria seria a realização do balanceamento da distribuição do volume de produção entre as facções de costura, uma vez que atualmente o critério de seleção da facção que as determinadas OPs serão enviadas é feito de forma aleatória, o que pode gerar uma sobrecarga para algumas facções como também ociosidade e conseqüentemente baixa eficiência para outras unidades.

Como recomendações para futuros trabalhos, recomenda-se a aplicação do método de DEA em redes no sistema como um todo da empresa A, analisando assim todos os processos, desde o recebimento do pedido do cliente até a sua entrega. Em outras palavras, pode-se utilizar modelo de redes na cadeia de suprimentos da empresa.

Referências

- ABIT, Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção.** Disponível em <www.abit.org.br>. Acesso em 03 de Janeiro de 2014.
- ANDERSEN, P., PETERSEN, N.C.** (1993). A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. *Management Science* 39, 1261–1264.
- AVKIRAN, N. K.** (2001). Investigating technical and scale efficiencies of Australian universities through data envelopment analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, vol. 35, pag. 57-80.
- BANKER, R., DAS, S., DATAR, S.** (1989). Analysis of cost variances for management control in hospitals. *Research in Governmental and Nonprofit Accounting* 5, 268–291.
- BANKER, R.D., CHARNES, A., COOPER, W.W.** (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science* 30, 1078–1092.
- BARROS, C. P.** (2005). Measuring efficiency in the hotel sector. *Annals of Tourism Research*, vol. 32, pag. 456-477.
- BOYD, G. A.; PANG, J. K.** (2000). Estimating the linkage between energy efficiency and productivity. *Energy Policy*, vol. 28, pag. 289-296.
- CHAPPLE, W.; LOCKETT, A.; SIEGEL, D.; WRIGHT, M.** (2005). Assessing the relative performance of U.K. university technology transfer offices: Parametric and non-parametric evidence. *Research Policy*, vol. 34, pag. 369-384.
- CHARNES, A., COOPER, W.W., GOLANY, B., SEIFORD, L., STUTZ, J.** (1985). Foundations of data envelopment analysis for Pareto–Koopmans efficient empirical production functions. *Journal of Econometrics* 30, 91–107.
- CHARNES, A., COOPER, W.W., RHODES, E.** (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research* 2, 429–444.
- COOK, W.D.; SEIFORD, L.M.; ZHU, J.** (2004). Models for performance benchmarking: measuring the effect of e-business activities on banking performance. *Omega* 32(4), 313-322.
- COOK, Wade D.; SEIFORD, Larry M.** (2009). Data envelopment analysis (DEA) - Thirty years on. *European Journal of Operational Research* 192: 1- 17.
- COSTA, Ana Cristina Rodrigues da Costa; ROCHA, Érico Rial Pinto da.** (2009). Panorama da Cadeia Produtiva Têxtil e de Confecções e a Questão da Inovação. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n.29, p. 159-202.
- CULLINANE, K.; JI, P.; WANG, T.-F.** (2005). The relationship between privatization and DEA estimates of efficiency in the container port industry. *Journal of Economics and Business*, vol. 57, pag. 433-462.
- DYSON, R.G., ALLEN, R., CAMANHO, A.S., PODINOVSKI, V.V., SARRICO, C.S., SHALE, E.A.** (2001). Pitfalls and protocols in DEA. *European Journal of Operational Research* vol. 132, pag. 245–259.
- FÄRE, R. et al** (1994). “Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries”, *American Economic Review*, 84, pp. 66-83.
- FARREL, M.J.** (1957). The measurement of productivity efficiency. *Journal of Royal Statistical Society Series A* 120, 253–290.
- GOMES, E.G.; SOARES DE MELLO, J.C.C.B.; ASSIS, A.S.; MORAIS, D.; CARDOSO DE OLIVEIRA, N.A.** (2003). Uma Medida de Eficiência em Segurança Pública. *Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção*, v.3 (7).
- HIRATUKA, C. et al.** (2008) Relatório de Acompanhamento Setorial Têxtil e Confecção. Volume I. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e UNICAMP.
- HWANG, S. N.; CHANG, T.-Y.** (2003). Using data envelopment analysis to measure hotel managerial efficiency change in Taiwan. *Tourism Management*, vol. 24, pag. 357-369.
- IEMI - Instituto de Estudos e Marketing Industrial.** Relatório Setorial da Indústria Têxtil Brasileira. São Paulo, 2007. Disponível em <www.abit.org.br/content/area/Documento.asp?nCodPublicacao=1706>. Acesso em: 03 de Janeiro de 2014.
- JOSHI, R. N.; SINGH, S. P.** (2010). Estimation of total factor productivity in the Indian garment industry. *Journal of Fashion Marketing and Management*, vol. 14, p. 145-160.
- KHALIL, S.** (2011). Relative efficiency of decision making units producing both desirable and undesirable outputs: A case of textile processing units in Pakistan. *Pakistan Development Review*, vol. 50, p. 685-698.
- LETA, Fabiana R.; GOMES, Eliane G.; MELLO, João Carlos C.B.S. de; MEZA, Lidia A.** (2005). Métodos de melhora de ordenação em DEA aplicados à avaliação estática de tornos mecânicos. *Associação Portuguesa de Investigação Operacional*, 25: 229-242.
- MAJUMDAR, S. K.** (1998). On the utilization of resources: Perspectives from de U.S. telecommunications industry. *Strategic Management Journal*, vol. 19, pag. 809-831.



- O'NEILL, L.; RAUNER, M.; HEIDENBERGER, K.; KRAUS, M.** (2008). A cross-national comparison and taxonomy of DEA-based hospital efficiency studies. *Socio-Economic Planning Sciences*, vol. 42, pag. 158-189.
- PLA FERRANDO, L.; PÉREZ CANTO, J. C.; CASASÚS ESTELLES, T.** (2012). El sector textil en la zona del Alcoià. Un análisis fuzzy de eficiencia. *Recta*, vol. 13, pag. 57-74.
- SAEIDI, R. G.; AMIN, G. R.; RAISSI, S.; GATTOUFI, S.** (2013). An efficient DEA method for ranking woven fabric defects in textile manufacturing. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 68, pag. 349-354.
- SARICAM, C.; ERDUMLU, N.** (2012). Evaluating efficiency levels comparatively: Data envelopment analysis application for Turkish textile and apparel industry. *Journal of Industrial Engineering and Management*, vol. 5, p. 518-531.
- SATHYE, M.** (2003). Efficiency of banks in a developing economy: The case of India. *European Journal of Operational Research*, vol. 148, pag. 662-671.
- WU, Wei- Wen; LAN, Lawrence W.; LEE, Yu- Ting.** (2011). Exploring causal relationships and critical factors affecting a country's ICT global competitiveness. *Progress in Business Innovation & Technology Management* 001, 001- 012.
- YAMANDA, Y.; MATUI, T.; SUGIYAMA, M.** (1994). New analysis of efficiency base on DEA. *Journal of the Operations Research Society of Japan*, v.37, n.2, p.158-167.
- YENILMEZ, F; GIRGINER, N.** (2012). Assessing export performance of textile companies in Eskisehir organized industrial zone by use of data envelopment analysis (DEA). *Tekstil ve Konfeksiyon*, vol. 22, p. 12-17.