

A APLICAÇÃO DA DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA) PARA ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE NA ATIVIDADE DE PICKING EM UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO

Rafael Mozart Silva (UFRGS) rafmozart@terra.com.br
Guilherme Bergmann Borges Vieira (UFRGS) gbvieira@hotmail.com
Eliana Terezinha Pereira Senna (UNIVATES) lsennas@terra.com.br
Luiz Afonso Santos Senna (UFRGS) lsenna@producao.ufrgs.br

Resumo: Atualmente busca-se atender aos pedidos dos clientes com a máxima eficiência e eficácia e para isto os processos que influenciam no sistema de atendimento dos pedidos devem estar alinhados e nesse sentido torna-se relevante realizar o monitoramento da produtividade na atividade de *picking* nos ambientes de armazenagem. A Análise Envoltória de Dados (DEA) é uma ferramenta que pode ser utilizada para analisar a produtividade, pois o DEA está fundamentado em programação matemática e possibilita análises comparativas entre diversas unidades produtivas, inclusive com significativas diferenças em termos de fatores de produção. A presente pesquisa teve como objetivo geral analisar a produtividade da atividade de *picking* de um grupo de colaboradores de um centro de distribuição (CD) de produtos acabados através da aplicação e utilização do DEA. Para atingir ao objetivo proposto, foi realizado um estudo de caso, com uma abordagem qualitativa exploratória. Como resultado da pesquisa identificou-se que a variável ordem de serviço é um *input* importante a ser considerado no processo de *picking* e que atualmente um grupo reduzido de colaboradores podem ser considerados eficientes tendo como base a aplicação do DEA. Os resultados deste estudo podem ser utilizados como novas observações e aplicações do conhecimento em relação a aplicação de DEA para mensuração de produtividade em ambientes de armazenagem.

Palavras-chave: picking; DEA; armazenagem; separação de pedidos.

APPLYING DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA) TO EVALUATE THE PRODUCTIVITY IN PICKING ACTIVITY AT A DISTRIBUTION CENTER

Abstract: Currently we seek to meet customer requests with maximum efficiency and effectiveness; where the processes that influence the order of the service system must be aligned. With this, it is relevant to carry out the monitoring of productivity in picking activity in storage environments. The data envelopment analysis (DEA) is a tool that can be used to analyze productivity, because the DEA is based on mathematical programming and allows comparative analysis of different production units; even with significant differences in terms of production factors. This study aimed to analyze the productivity of picking activity of a group of employees of a distribution center (DC) in finished products; through the application and use of the DEA. To achieve the proposed objective, a case study was carried out with an exploratory qualitative approach. As a result it was found that the variable service order is an important input to be considered in picking process. Similarly to this only a small group of employees can be considered efficient based on the application of the DEA. The results of this study can be used as a new observations and applications of knowledge regarding the application of DEA to productivity measurement in storage environments.

Keywords: picking; DEA; storage; order picking.

1. INTRODUÇÃO

Em razão da busca de uma maior competitividade, o grau de complexidade operacional logística tem aumentado o que pode ser observado pelo comportamento de algumas

variáveis estratégicas, tais como: aumento da variedade de produtos; intensidade no fluxo de entregas tornando-as cada vez mais frequentes, redução do tempo de atendimento do pedido, intolerância a erros de separação de pedidos e pressões para redução dos níveis de estoque (ROUWENHORSTA et al., 2000; PERONA; MIRAGLIOTTA, 2004; SASSI, 2006).

Em resposta a estes desafios, algumas empresas têm reestruturado suas operações de armazenagem para atender ao aumento do número de pedidos, resultantes de uma maior frequência de entrega, maior variedade de itens (devido ao mix de produtos) e menor tempo de resposta de atendimento do pedido devido ao encurtamento do prazo de entrega (KOSTER, LE-DUC e ROODBERGEN, 2007).

Dentro deste contexto, a atividade de separação de pedidos ou *picking* no ambiente de armazenagem, que já era considerada relevante, torna-se ainda mais importante fazendo com que novos investimentos em tecnologia sejam realizados com objetivo de se obter uma maior eficiência nas operações (LIMA, 2006). A atividade de *picking* refere-se à separação ou preparação de pedidos, composto por certos produtos (podendo ser diferentes em categoria e quantidades), em face de pedido de um ou mais clientes. (RODRIGUES, 1999).

Algumas novas situações, como o aumento da variabilidade de itens, não somente pelo lançamento de novos produtos, mas como também de novos modelos, cores e embalagens, podem refletir a velocidade com que as mudanças vêm ocorrendo, fazendo com que a busca por uma eficiência na forma de armazenar e disponibilizar o produto tenha uma resposta rápida a estes novos e permanentes desafios (ROUWENHORSTA et al., 2000; LIMA, 2000).

Conciliar estas novas variáveis entrantes no ambiente de armazenagem e, ao mesmo tempo, buscar uma maior eficiência no atendimento do pedido do cliente, entregando-lhe em um menor tempo com qualidade, atendendo e superando suas expectativas com relação ao serviço prestado, pode se tornar um desafio para as empresas que competem e buscam a permanência neste mercado.

Nesse sentido, torna-se relevante realizar o monitoramento da produtividade na atividade de *picking* nos ambientes de armazenagem. A Análise Envoltória de Dados (DEA) é uma ferramenta que pode ser utilizada para analisar a produtividade, pois segundo Lima Jr (2004) o DEA esta fundamentada em programação matemática e possibilita análises comparativas entre diversas unidades produtivas, inclusive com significativas diferenças em termos de fatores de produção. A técnica é baseada na construção de fronteiras de produção e possibilita a análise comparativa de escalas diferentes com o auxílio da fronteira de produção, possibilitando inclusive elaborar um *ranking* segundo um critério de desempenho previamente definido.

Esta pesquisa teve como objetivo analisar a produtividade da atividade de *picking* de um grupo de colaboradores de um centro de distribuição (CD) de produtos acabados através da aplicação e utilização do DEA. Além da contribuição acadêmica para a logística de distribuição, os avanços nesta área de pesquisa podem contribuir para a prática da atividade de *picking*, fornecendo elementos para que as organizações possam aprimorar ainda mais as suas operações. Este estudo esta dividido em seis seções. Na Seção 1 deste trabalho é apresentada uma breve contextualização do tema abordado. Na Seção 2, apresenta-se os principais aspectos relacionados à atividade de separação de pedidos (*picking*) e análise envoltória de dados – DEA. A metodologia de pesquisa é apresentada na Seção 3. Na Seção 4, apresenta-se a aplicação do estudo de caso, contendo a aplicação do DEA. A análise e discussões dos resultados são apresentadas na Seção 5. Por fim, são apresentadas as conclusões da pesquisa.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Nesta seção apresenta-se os conceitos e características relevantes para a compreensão sobre os aspectos relacionados à atividade de separação de pedidos (*picking*) e análise envoltória de dados – DEA.

2.1 Atividade de separação de pedidos (*picking*)

A atividade de separação de pedidos é a atividade do armazém onde as cargas menores e unitizadas são separadas e combinadas com objetivo de atender ao pedido de um cliente. A separação de pedidos pode ser realizada de diferentes maneiras, desde por indivíduos a pé, até os sistemas totalmente automatizados (MOURA, 1989).

A separação de pedidos é o processo de retirada de itens do estoque para atendimento de um ou mais pedidos e pode ser considerado um serviço básico oferecido pelo centro de distribuição aos seus clientes e é a função no qual a maioria dos projetos de armazenagem está baseada. A finalidade da separação de pedidos é fornecer o pedido ao cliente nas especificações que foram compradas. A separação ou seleção de pedido de um cliente refere-se ao processo de retirada do produto do estoque e que estão relacionados a um ou mais pedidos. (FRAZELLE; GOELZER, 1999; PETERSEN, 2000).

Segundo Rodrigues (1999), a separação de pedidos é a coleta do mix correto de produtos, em suas quantidades corretas, da área de armazenagem, para atender as necessidades do consumidor. A estratégia desta atividade compreende a forma como é organizado o processo de separação de pedidos, realizando o planejamento e dimensionamento dos recursos necessários para atender determinada demanda de pedidos.

As atividades de armazenagem e separação de pedidos (*picking*), em diversos setores, sofrem atualmente pressões motivadas, entre outros motivos: pela proliferação do número de SKUs (*stock keeping unit* - unidade de manutenção de estoques), aumento no número de pedidos e entregas com prazos cada vez mais reduzidos. Desse modo, a atividade de *picking* deve ser flexível para atender as necessidades determinadas pelos clientes (RODRIGUES, 1999).

Segundo Sakaguti (2007), em uma pesquisa realizada com profissionais da área de armazenagem identificou-se que a atividade de *picking* ou separação de pedidos é considerada uma das atividades mais importantes e que tem grande impacto na produtividade do armazém. De acordo com Sakaguti (2007), existem vários motivos para esta preocupação como; i) a atividade de *picking* tem um custo elevado, representando aproximadamente mais 40% dos custos totais operacionais de um armazém; ii) a gestão da atividade de separação torna-se cada vez mais difícil de gerir, em função das novas exigências como a redução do ciclo do pedido e uma resposta mais rápida a demanda e outros aspectos; iii) a redução das avarias nos produtos, tempo de separação e a separação do pedido com qualidade e sem erros. As respostas a estes problemas poderiam ser contratação de mão-de-obra mais qualificada e os investimentos em equipamentos automatizados.

De acordo com Won e Olafsson (2005), deve ser levado em consideração, na estratégia de separação de pedidos, o *trade-off* entre a eficiência do armazém e a urgência em atender ao pedido do cliente, pois a solução pode estar em formar lotes adequados que não sejam muito grandes, de forma que possam reduzir o tempo de separação fazendo o maior número de seleções de produtos, realizando desta forma a separação em menor tempo. Para Ling-feng e Lihui (2006), um bom sistema de

armazenagem deve garantir fácil e eficiente acesso de mercadorias, utilizar adequadamente o local de armazenamento para encontrar o caminho mais curto e, finalmente, entregar a mercadoria em um razoável tempo.

De acordo com Alegre (2005), parte do tempo gasto pelos operadores na separação de pedidos está na movimentação para a coleta e colocação de produtos na linha de separação, ou seja, um objetivo fundamental para uma boa produtividade de um sistema de separação de pedidos é a minimização dos tempos de deslocamento ou movimentação. A forma como se organiza a estratégia de *picking* está relacionada diretamente com o tempo de movimentação. Associa-se ao custo, questões relativas ao tempo de *picking* que influenciam de maneira substancial no tempo de ciclo do pedido, ou seja, o tempo entre a recepção de um pedido do cliente e a entrega correta dos produtos.

2.2 Análise Envoltória de Dados (DEA)

O método de Análise Envoltória de Dados - DEA é uma ferramenta analítica, não paramétrica, utilizada para medir a eficiência de unidades produtivas chamadas *Decision Making Units* – DMU (CHARNES et al., 1978; CARVALHO, 2010). Trata-se de uma técnica que utiliza a programação linear para calcular um índice de eficiência para cada DMU e gera uma fronteira de eficiência empírica, composta das unidades que apresentam as melhores práticas (*Benchmarks*) específicas para as amostras pesquisadas (CARVALHO, 2010; GOMES, et. al., 2009; SHARMA et al., 1999).

Conforme Emrouznejad (2005) e Jubran (2006), o DEA possibilita a comparação entre unidades produtivas que utilizam múltiplas entradas (insumos) e múltiplas saídas (produtos). Para os autores, as unidades produtivas comparadas entre si devem ser homogêneas e pertencentes ao mesmo segmento.

De acordo com Jubran (2006), a produtividade por ser definida como a relação existente entre a quantidade e ou valor produzido (saídas - *outputs*) e a quantidade de insumos aplicados a determinada produção (entradas - *inputs*). Nesse sentido, a eficiência pode ser compreendida como a característica de uma unidade produtiva para alcançar um melhor rendimento com o mínimo de erros, dispêndios de recursos, tempo e ou dinheiro.

O índice de eficiência pode ser calculado em função da forma de projeção das ineficientes na fronteira. O DEA utiliza-se de diversos *inputs* (entradas, recursos, insumos ou fatores de produção) e *outputs* (saídas ou produtos). A eficiência de uma DMU é a razão entre a sua própria produtividade e a produtividade da DMU mais eficiente no conjunto (ARZUBI E BERBEL, 2002; FIGUEIREDO, et. al, 2009; CARVALHO, 2010).

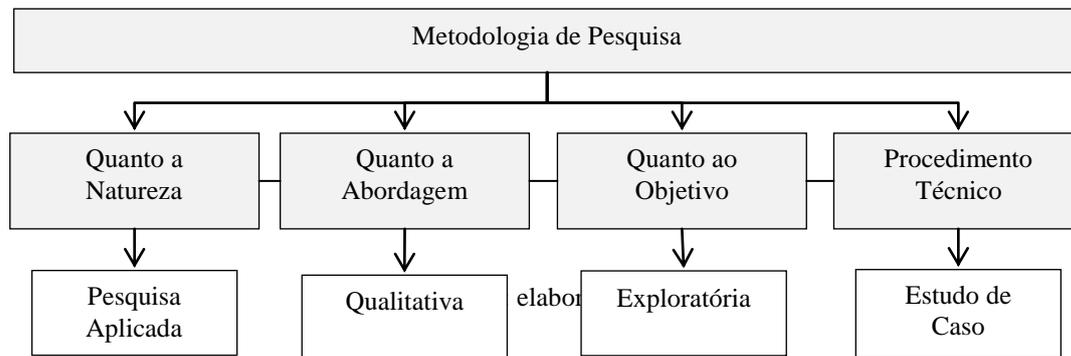
Conforme Gomes et al., (2009), o DEA é um método orientado para as fronteiras, ao invés de uma tendência central, pois a utilização da técnica gera uma fronteira eficiente empírica composta de unidades com melhores práticas (*benchmarks*), específico para as amostras estudadas. O método DEA apresenta dois modelos o CCR (*Constant Return to Scale-CRS*) proposto por Charnes et al. (1978) e o BCC (*Variable Return to Scale-VRS*), proposto por Banker et al. 1984 (FIGUEIREDO; MELLO, 2009).

Na presente pesquisa utilizou-se o modelo CCR (*Constant Return to Scale-CRS*) em razão das características do ambiente estudado. O modelo CCR constrói uma superfície linear por partes, não paramétrica, envolvendo os dados. O modelo baseado no CCR trabalha com retornos constantes de escala, isto é, qualquer variação nas entradas (*inputs*) produz uma variação proporcional nas saídas (*outputs*).

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

A pesquisa pode ser entendida como um procedimento formal, com método de pensamento reflexivo que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para que se conheça a realidade ou se descubra verdades parciais (MARCONI e LAKATOS, 2010). Na Figura 1 apresenta-se a estrutura metodológica utilizada para o desenvolvimento e aplicação desta pesquisa:

Figura 1: Estrutura da metodologia de pesquisa



Com base no exposto por Silva e Menezes (2005), afirma-se que, quanto à natureza, este trabalho se classifica como uma pesquisa aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais.

No que se refere à forma de abordagem, esta pesquisa classifica-se como qualitativa. Segundo Creswell (2007), pesquisas com abordagem qualitativa têm como enfoque os estudos em que as variáveis ainda são desconhecidas, pois é um método em que a quantidade é substituída pela intensidade, mediante a análise de diferentes fontes que possam ser cruzadas.

De acordo com as classificações de Gil (2010), quanto ao objetivo, classificou-se esta pesquisa como exploratória, uma vez que busca-se uma maior familiaridade com o problema e torná-lo mais explícito. Para Collins e Hussey (2005), a pesquisa exploratória objetiva encontrar padrões, ideias ou hipóteses, pois utiliza-se um método mais aberto, onde o foco está em reunir dados e impressões amplas sobre o fenômeno estudado.

O procedimento técnico utilizado neste trabalho foi o estudo de caso. Segundo Yin (2005), o estudo de caso é uma forma de pesquisa que busca investigar um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto e de uma realidade, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos.

4. APLICAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

A empresa pesquisada é uma distribuidora com abrangência de atendimento na região Sul do país, mais especificamente os Estados de Santa Catarina e o Rio Grande do Sul (RS). A unidade analisada foi fundada em 2004 na região Metropolitana de Porto Alegre no Estado do Rio Grande do Sul. Atualmente a empresa atende os clientes localizados no Rio Grande do Sul com frota própria e veículos de terceiros.

A unidade distribuidora possui um centro de distribuição de 8.000 m², com uma estrutura porta paletes para verticalização de 95% da área e pé direito de 12 metros de altura. A empresa dispõe de um mix com mais de 7.000 itens dos gêneros alimentícios e de limpeza.

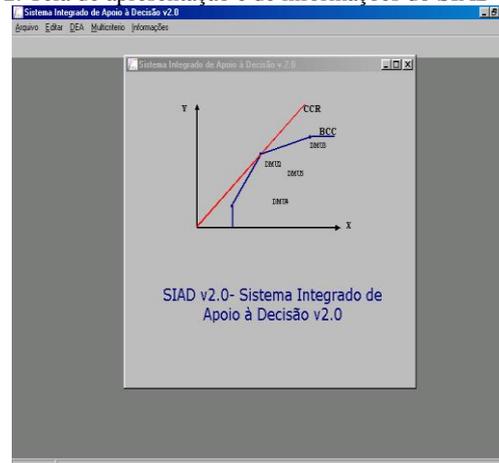
O processamento dos pedidos (*picking*) na empresa analisada, é realizado a partir das 18:00 hs do mesmo dia, seguindo as seguintes etapas:

- Etapa 1: Análise de crédito dos pedidos pela área financeira;
- Etapa 2: Liberação dos pedidos para a atividade de separação/*picking* no ambiente de armazenagem, subdivididas em;
 - a. Etapa 2.1 – Separação e coleta dos pedidos;
 - b. Etapa 2.2 – Consolidação dos pedidos;
 - c. Etapa 2.3 – Conferência e embalagem dos pedidos;
- Etapa 3: Expedição dos pedidos.

O objeto de análise da presente pesquisa foi a produtividade da atividade de *picking* de um grupo de colaboradores do centro de distribuição (CD). Para realizar a análise de produtividade aplicando o DEA foi utilizado o software SIAD v.2.0 – Sistema Integrado de Apoio à Decisão. O SIAD foi desenvolvido em Delphi 7.0 e permite trabalhar com até 100 DMUs e 20 variáveis, entre *inputs* e *outputs* (MELLO et al, 2005).

De acordo com Mello et al, (2005), o software foi desenvolvido para permitir a entrada de dados de duas formas: diretamente no programa, utilizando uma grade de entrada vazia (com a prévia indicação da quantidade de variáveis e DMUs), e por meio de um arquivo (em formato “txt”) com os dados já incorporados. Na Figura 2 demonstra-se a tela de apresentação e de informações do software.

Figura 2. Tela de apresentação e de informações do SIAD 2.0.



Fonte: Adaptado de Mello et al., (2005)

O software SIAD encontra-se disponível no endereço <http://www.uff.br/decisao>.

4.1 Análise da produtividade através da correlação e da distribuição normal

Atualmente busca-se atender aos pedidos dos clientes com a máxima eficiência e eficácia e para isto os processos que influenciam no sistema de atendimento dos pedidos devem estar alinhados. As atividades logísticas realizadas no ambiente de armazenagem influenciam de forma significativa o atendimento do pedido, pois as informações de estoque, a armazenagem do produto e o próprio processamento do pedido também são realizados neste ambiente. Neste contexto, a adequada mensuração do desempenho das atividades logísticas torna-se necessária.

O objetivo básico de um processo de medição de desempenho é o planejamento e controle organizacional, pois não se administra sem intervir no sistema e para isso é necessário medir e controlar suas variáveis (LIMA JR., 2004). Mensurar o desempenho

pressupõe identificar os elementos relevantes a serem avaliados, seus atributos e variáveis bem como a forma de quantificá-los. Para a realização de uma efetiva avaliação de desempenho é necessário desenvolver um bom processo de medição do desempenho (NEELY; GREGORY; PLATTS, 1995; LIMA Jr., 2004; LIMA Jr. et al., 2010).

A partir da planilha (Quadro 1) de produtividade da atividade de separação de pedidos (*picking*) do período de 01/04/15 a 30/04/15 que continha as variáveis de análise: i) Gênero (H-Homem e M-Mulher); Quantidade de Ordens de Serviços (Pedidos de Clientes); Quantidade de Itens (Itens constantes nos pedidos dos clientes); Peso Bruto (Peso bruto dos itens) e Número de Apanha (Quantidade de vezes que o separador de pedidos realiza a apanha do pedido ou coleta do mesmo). Foi utilizada a análise de produtividade da separação de pedidos como objeto de análise, por considerar essa: uma atividade complexa; emprega um elevado nº de colaboradores; pode ser considerada como *input* para outras atividades e representa um elevado custo logístico dentre outros aspectos.

Quadro 1: Produtividade de Separação de Pedidos – Abril/15

Mat. Func.	Nº Func.	Gênero	Qt. de Ordem de Serviços	Qt. Itens	Peso Bruto	Nº Apanha
1694	1	H	647	176.546	178.050	7.054
1706	2	H	533	146.475	169.293	4.432
1665	3	H	669	191.073	105.950	5.014
1724	4	M	779	105.224	50.398	9.902
1676	5	M	645	98.575	43.520	9.750
1686	6	H	663	98.444	43.250	9.695
1640	7	H	633	98.575	43.460	9.685
794	8	H	388	126.492	149.998	3.028
1683	9	M	677	100.265	67.330	4.793
1678	10	M	610	121.752	66.342	4.064
1740	11	M	656	73.995	37.388	6.583
1673	12	H	454	88.655	78.455	2.965
1767	13	H	460	89.217	58.773	3.611
1186	14	H	390	9.992	120.307	3.270
1737	15	M	660	50.173	27.283	4.787
1567	16	M	643	38.210	18.182	4.383
1750	17	M	638	38.635	19.680	4.183
1755	18	M	364	54.328	35.395	3.419
1772	19	H	338	68.657	3.014	4.548
1753	20	H	558	124.085	121.746	4.193
1716	21	H	427	99.663	122.032	3.484
1764	22	H	370	72.086	49.203	3.004
1684	23	M	478	60.349	33.012	5.009
1713	24	H	557	45.371	24.896	3.838
1169	25	M	587	32.620	14.394	3.176

Fonte: elaborada pelos autores

Ao se analisar as variáveis do Quadro 1, verificasse a importância em se conhecer se as mesmas variáveis tem algum relacionamento entre si, isto é, se valores altos - baixos de uma das variáveis implicam em valores altos - baixos da outra variável. A análise de correlação fornece um número que resume o grau de relacionamento linear entre as duas variáveis e esta medida pode ser denominada de coeficiente de correlação.

O coeficiente de correlação pode variar de $-1,00$ a $+1,00$, com um coeficiente de $+1$, indicando uma correlação linear positiva perfeita. Um coeficiente de correlação de -1 , demonstra correlação linear perfeita negativa, com os escores padronizados

exatamente iguais em valores absolutos, diferindo apenas no sinal. Uma correlação de +1 ou -1 é raramente observado. O mais comum é que o coeficiente fique situado no intervalo entre estes dois valores. Um coeficiente de correlação “0” significa que não existe um relacionamento linear entre as duas variáveis (Figura 3).

Figura 3: Correlação entre variáveis para avaliação do desempenho

	Qt. OS (ordem serviço)	Qt. Itens	Peso Bruto	Nº Apanha
Qt. OS (Ordem de Serviço)	1			
Qt. Itens	0,256	1		
Peso Bruto	- 0,128	0,665	1	
Nº Apanha	0,645	0,271	- 0,127	1

Fonte: elaborada pelos autores

De uma forma geral, pode se afirmar que existe uma correlação positiva moderada entre quantidade de itens e peso bruto (0,665), ou seja, quem pega muitos itens também trabalha com peso bruto. Outra correlação positiva moderada ocorre entre a Qt. de OS (ordem serviço) e Nº Apanha (0,645). Isso significa que quem realiza atividades com muitas OS também realiza muitas apanhas no *picking*. As demais correlações podem ser consideradas fracas.

Após calcular a distribuição normal das variáveis (Qt. OS (ordem serviço); Qt. Itens; Peso Bruto e Nº Apanha) com base na média e distribuição de cada um de indicadores (Quadro 2), foi possível constatar que os colaboradores possuem perfis de trabalho diferentes. Esses perfis ficam mais evidentes quando se verifica a distribuição de probabilidade para cada funcionário, isso é enfatizado pelas cores que variam de verde (melhor desempenho) a vermelho (pior desempenho).

Quadro 2: Distribuição normal de probabilidade da produtividade

Nº Func	Matrícula Func.	Qt. OS (ordem serviço)	Qt. Itens	Peso Bruto	Nº Apanha	Qt. OS	Qt. Itens	Peso Bruto	Nº Apanha
1	1694	78%	98%	99%	81%	7	2	1	5
2	1706	43%	91%	98%	38%	16	3	2	12
3	1665	83%	99%	78%	48%	3	1	7	7
4	1724	97%	65%	37%	98%	1	7	12	1
5	1676	78%	59%	31%	98%	8	10	14	2
6	1686	82%	59%	31%	98%	4	12	16	3
7	1640	75%	59%	31%	98%	11	10	15	4
8	794	9%	81%	95%	18%	22	4	3	23
9	1683	85%	61%	50%	44%	2	8	9	9
10	1678	68%	78%	49%	32%	12	6	10	16
11	1740	80%	37%	27%	74%	6	15	17	6
12	1673	21%	50%	59%	17%	19	14	8	25
13	1767	22%	51%	43%	25%	18	13	11	18
14	1186	9%	3%	86%	21%	21	25	6	21
15	1737	81%	19%	21%	44%	5	20	20	10
16	1567	77%	12%	16%	37%	9	23	23	13
17	1750	76%	13%	17%	34%	10	22	22	15
18	1755	6%	22%	26%	23%	24	19	18	20
19	1772	4%	32%	10%	40%	25	17	25	11
20	1753	52%	80%	87%	34%	14	5	5	14
21	1716	15%	60%	87%	23%	20	9	4	19
22	1764	7%	35%	36%	17%	23	16	13	24
23	1684	27%	26%	24%	48%	17	18	19	8
24	1713	51%	16%	19%	29%	15	21	21	17
25	1169	61%	10%	14%	19%	13	24	24	22

Fonte: elaborada pelos autores

Constata-se que o grupo formado pelos funcionários 1, 2 e 3 (Grupo A) apresenta um bom desempenho em praticamente todos as variáveis analisadas. Outro grupo é composto pelos funcionários 4, 5, 6 e 7 (Grupo B) que focam as suas atividades em apanha e não carregam muito peso e contribuem muito com as ordens de serviço.

O funcionário 8 apresenta uma exceção, pois embora possua poucas OS ele apresenta um bom desempenho na quantidade de itens e no peso bruto. Os funcionários 20 e 21 enquadram-se nesse perfil. O funcionário 14 também apresenta perfil semelhante, apesar de performar bem somente em peso bruto. Esses funcionários compõem o Grupo C. Esse grupo de funcionários pode ser muito valioso para momentos em que as OS estiverem em baixa, pois eles assumirão funções que o grupo B não assume. (Grupo C: 8, 20, 21 e 14).

Pode-se identificar outro perfil, formado pelos funcionários 9, 10, 11, 15, 16 e 17 (Grupo D) que focam-se nas OS. Os demais funcionários poderiam formar outros grupos, mas de uma forma geral, por apresentarem um desempenho inferior a média em 2 ou mais indicadores, podem ser classificados como Grupo E, generalista com baixo desempenho.

4.2 Aplicação do DEA na análise da atividade de *picking*

O modelo *Data Envelopment Analysis* - DEA é uma ferramenta matemática, não paramétrica, usada para medir a eficiência de unidades de produtivas chamadas *Decision Making Units* – DMU. O modelo utiliza a programação linear para calcular um índice de eficiência para cada DMU e gera uma fronteira de eficiência empírica, composta das unidades que apresentam as melhores práticas (*Benchmarks*) específicas para as amostras pesquisadas. As unidades da fronteira são classificadas como eficientes e as outras como ineficientes. O índice de eficiência é calculado em função da forma de projeção das ineficientes na fronteira.

Quadro 3: Aplicação da Envolvória de Dados (DEA) na atividade de *picking*

DMUs	Resultado de Eficiência	%
DMU1	1,000000	100,00%
DMU7	1,000000	100,00%
DMU8	1,000000	100,00%
DMU19	0,996921	99,69%
DMU5	0,987982	98,80%
DMU6	0,955737	95,57%
DMU2	0,924164	92,42%
DMU14	0,914200	91,42%
DMU3	0,900608	90,06%
DMU21	0,868046	86,80%
DMU4	0,840906	84,09%
DMU20	0,763827	76,38%
DMU22	0,729814	72,98%
DMU23	0,719688	71,97%
DMU13	0,715540	71,55%

Fonte: elaborada pelos autores

O modelo DEA é capaz de incorporar diversos *inputs* (entradas, recursos, insumos ou fatores de produção) e *outputs* (saídas ou produtos). A eficiência de uma DMU é a razão entre sua própria produtividade e a produtividade da DMU mais eficiente no conjunto.

Baseado na maximização de *output* (itens, peso bruto e apanha) e no *input* (OS), a aplicação do DEA está orientado para verificar quem gera mais *output* com base no *input*, considerando uma escala de ganho constante (CCR), ou seja, a cada uma unidade de *input* pode-se gerar uma unidade *output*. A partir da utilização do DEA buscou-se identificar qual o funcionário consegue ter o melhor desempenho a partir da QT de OS produzidas. No Quadro 3, demonstra-se o grau e % de eficiência do grupo de separadores de pedidos a partir da análise via DEA, sem atribuir o grau de importância em relação as variáveis de saída - Qt. Itens, Peso Bruto e N° Apanha.

Quadro 3: Aplicação da Envoltória de Dados (DEA) na atividade de *picking* (continuação)

DMUs	Resultado de Eficiência	%
DMU18	0,709151	70,92%
DMU10	0,682510	68,25%
DMU11	0,674803	67,48%
DMU12	0,668217	66,82%
DMU9	0,597722	59,77%
DMU15	0,485216	48,52%
DMU24	0,470457	47,05%
DMU16	0,445517	44,55%
DMU17	0,430331	43,03%
DMU25	0,354518	35,45%

Fonte: elaborada pelos autores

Observa-se que o funcionário 1 (DMU1) apresentou o melhor desempenho. Porém empatado com ele aparece os funcionários 7 e 8 (DMU7 e DMU 8), que possuem desempenho máximo. De forma simplificada, pode-se dizer, que os 3 colaboradores a partir da quantidade de OS disponibilizadas, foram os mais eficientes. O DEA considera as variáveis de forma conjunta.

Lembrando que eficiência significa fazer mais *outputs* (quantidade de itens, peso bruto e número de apanhas) com determinada quantidade de *inputs* (quantidade de OS). Assim, conclui-se que a DMU 1 conseguiu obter um desempenho máximo em quantidade de itens e no peso bruto, um alto desempenho em número de apanha ao mesmo tempo que obteve isso sem possuir o máximo de OS. A DMU 7, teve um comportamento muito semelhante aos DMUs 4, 5 e 6, onde focavam esforços em número de apanha, porém a DMU 7 se destacou por conseguir isso ao consumir poucas OS. A DMU 8 possui a relação de *output/input* bastante acentuada, pois possui o um alto desempenho em peso bruto e quantidade de itens, ao mesmo tempo que utiliza poucas OS. O fato de considerar a utilização de OS é importante, pois enfatiza o desempenho dos funcionários que trabalham melhor mesmo a níveis de OS mais baixos.

Os demais funcionários possuem desempenho que fica abaixo do máximo (1). Para que eles tenham um melhor desempenho, devem se espelhar no desempenho dos *benchmarks* (DMU1, 7 e 8) que coincide com os grupos A, B e C, respectivamente. O *benchmark* serve para orientar cada funcionário na buscar melhor desempenho. No Quadro 4, demonstra-se qual o colaborador (DMU) considerado eficiente e que pode servir como referência para aquele colaborador “ineficiente, dados os recursos analisados”. O % representa o grau de aderência entre as DMUs analisadas.

Quadro 4: Identificação de *Benchmark* das DMUs

DMU	DMU1	DMU7	DMU8
DMU1	1	-	-
DMU2	0,32	-	0,84
DMU3	0,17	-	1,44
DMU4	0,05	1,18	-
DMU5	-	1,02	-
DMU6	-	1,05	-
DMU7	-	1	-

Quadro 4: Identificação de *Benchmark* das DMUs (continuação)

DMU	DMU1	DMU7	DMU8
DMU8	-	-	1
DMU9	0,82	0,23	-
DMU10	0,6	-	0,58
DMU11	0,1	0,94	-
DMU12	0,45	-	0,43
DMU13	0,7	0,01	-
DMU14	0,27	-	0,56
DMU15	0,08	0,96	-
DMU16	-	1,02	-
DMU17	0,01	0,99	-
DMU18	0,26	0,31	-
DMU19	0,21	0,32	-
DMU20	0,57	-	0,49
DMU21	0,34	-	0,53
DMU22	0,54	0,03	-
DMU23	0,12	0,63	-
DMU24	0,13	0,75	-
DMU25	0,01	0,92	-

Os itens grifados em azul são considerados os *benchmarks* e os itens grifados em verde representam a referência para aquele colaborador (DMU), considerado ineficiente, ou seja, em quem “ele deve se espelhar”.

5. ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Considerando que a planilha de produtividade serve de base para remuneração dos colaboradores envolvidos na atividade de *picking*, entende-se como uma oportunidade e contribuição a aplicação do DEA na busca de um adequado entendimento do que de fato esta se remunerando e quais os pontos de melhoria podem ser incorporados ao modelo utilizado.

Um aspecto importante a ser abordado, trata-se de uma questão de abordagem ou mesmo o enfoque do que se quer remunerar na operação. Pelo que se observa, os colaboradores podem ser remunerados por todas as variáveis, mesmo que algumas sejam consequências ou estão atreladas a outras. Essa situação fica comprovada, quando realiza-se um teste de correlação entre as variáveis, conforme demonstrado

anteriormente. As correlações, consideradas estatisticamente – média para forte são as; i) Qt. OS (ordem serviço) & N° de Apanha, e ii) - Qt. Itens & Peso Bruto.

Nesse sentido, sugere-se remunerar baseado nas relações existentes entre as variáveis. Inclusive, sob o ponto de vista operacional e levando em consideração a prática do mercado e também respeitando as características da operação atual, as variáveis mais utilizadas são a QT de OS (ordem de serviço) e QT de Apanhas. A QT de OS, deve ser gerenciada de forma automática, não permitindo ao colaborador escolher ou mesmo determinar em que momento vai estar disponível para receber tal demanda. Quanto a QT de Apanhas, entende-se que o princípio básico na operação de armazenagem é prover um layout que permita um ganho de produtividade e escala na realização da separação dos pedidos, ou seja, fazer com que o colaborador faça o maior número de apanhas com baixo deslocamento.

Quando realizou-se uma análise através da distribuição normal e probabilidade, foi constatado uma heterogeneidade no comportamento dos resultados produzidos pelos diversos colaboradores em relação as variáveis.

Ao analisar a variável OS, constata-se que 10 do total de 25 colaboradores, ou seja, 40% tem um resultado em QT de OS produzidas inferior a 50% (<) em relação ao 100% que poderia ser realizado, e mesmo assim são remunerados. Constata-se também que ao analisar a variável QT de Itens, 11 do total de 25 colaboradores, ou seja, 44% tem um resultado em QT de OS produzidas inferior a 50% (<) em relação ao 100% que poderia ser realizado e mesmo assim são remunerados.

Em relação a variável Peso Bruto, constata-se que 16 do total de 25 colaboradores, ou seja, 64% tem um resultado em QT de OS produzidas inferior a 50% (<) em relação ao 100% que poderia ser realizado, e também são remunerados. Quanto ao número de apanhas, constata-se que 19 do total de 25 colaboradores, ou seja, 76% tem um resultado em QT de OS produzidas inferior a 50% (<) em relação ao 100% que poderia ser realizado.

De forma geral verifica-se que pelo modelo atual de remuneração sobre a produtividade, estão sendo recompensados colaboradores que obtém uma baixa performance, quando comparados a produtividade do grupo (média e desvio padrão).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao utilizar uma ferramenta de modelagem (DEA) como instrumento complementar para a análise da produção, verifica-se que a variável OS é a responsável por desencadear a ocorrência das demais atividades e apenas 3 colaboradores se mostram eficientes, ou seja, 12% deveria ser remunerado se o critério utilizado fosse premiar a eficiência operacional.

Neste contexto, sugere-se que sejam observados e trabalhados aspectos voltados a planilha de produtividade, a qual é apresentada em uma planilha de excel, sem a referência ou mesmo um documento complementar (via sistema) que comprove os resultados que constam na referida planilha. A planilha de produtividade, a qual deveria representar os resultados operacionais deve ser passível de auditoria.

As variáveis de performance utilizadas para remunerar a produtividade, refletem apenas o exercício do trabalho do colaborador, mas não a qualidade ou mesmo a eficiência com que foram utilizados os recursos. Nesse sentido, pode-se afirmar que a empresa estudada pode remunerar as pessoas da operação mesmo tendo um desempenho operacional inadequado ou distante do que foi desejado pela direção da empresa.

Sugere-se que seja utilizado na operação um painel de gestão a vista, onde os resultados e metas possam ser acompanhados pelos colaboradores e discutidos com a equipe de gestão. A mensuração dos resultados operacionais deve ser realizada diariamente pela equipe de gestão, ou seja, em tempo hábil para correção e ajustes da “rota do desempenho”.

Entende-se que além de indicadores relacionados a produção, possam ser avaliados ou mesmo inseridos outros atributos que reflitam a qualidade do trabalho realizado, pois nada adianta produzir elevados volumes com baixa qualidade ou erros, os quais podem refletir no nível de serviço junto ao cliente dentre outros aspectos.

As análises e considerações realizadas ao longo desta pesquisa tiveram como foco elucidar e fornecer informações sob o ponto de vista acadêmico sobre a planilha de produtividade utilizada atualmente pela empresa de distribuição para a remuneração da produtividade para um grupo de colaboradores. Sugere-se ainda para futuras pesquisas, o desenvolvimento de trabalhos que possam ser aplicados ainda no ambiente de armazenagem em atividades como a conferência de pedidos, expedição e ou carregamento dos mesmos. Também podem ser desenvolvidas pesquisas voltadas aos indicadores de desempenho logístico que possam ser utilizados na atividade de *picking* e no ambiente de armazenagem.

REFERÊNCIAS

- ALEGRE, A. (2005) Método Heurístico para Escolha do Sistema de Picking de um Operador Logístico: um Estudo de Caso. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo.
- ARZUBI, A.; BERBEL, J. (2002) Determinación de índices de eficiência mediante DEA em explotaciones lecheras de Buenos Aires. Investigaciones Agrárias: Producción y Sanidad Animales, v.17, p.103-123.
- CARVALHO, C. C. (2010) Análise de benchmarking para projeto de plataforma logística: caso da plataforma logística de Campinas / Carolina Corrêa de Arvalho. --Campinas, SP.
- CHARNES, A., COOPER, W., W. E RHODES, E. (1978), Measuring the Efficiency of Making Units. European Journal of Operational Research, 429-444.
- COLLINS, J.; HUSSEY, R. (2005); Pesquisa em administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação. Trad. Lucia Simonini. 2. ed. Porto Alegre: Bookman.
- CRESWELL, J. (2007) Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.
- EMROUZNEJAD, A. (2005). Measurement efficiency and productivity in SAS/OR. Computers & Operations Research, 32(7), 1665-1683
- FIGUEIREDO, D.S.; SOARES DE MELLO, J.C.C.B. (2009) Índice híbrido de eficácia e eficiência para lojas de varejo. Gestão e Produção, v. 16 (2), p. 286-300.
- FRAZELLE, E.; GOELZER, P. (1999) Distribuição de Classe Mundial. São Paulo: IMAM.
- GIL, A. (2010) Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas.
- GOMES, E. G.; GREGO, C. R.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; VALLADARES, G. S.; MANGABEIRA, J.A.C.; MIRANDA, E. E. (2009) Dependência espacial da eficiência do uso da terra em assentamento rural na Amazônia. Produção, Vol. 19, n. 2, p. 417- 432.
- JUBRAN, A. J. (2006) Modelo de análise de eficiência na administração pública: estudo aplicado às prefeituras brasileiras usando a análise envoltória de dados. Tese de Doutorado em Engenharia de Sistemas Eletrônicos - Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo.

KOSTER, R.; LE-DUC, T.; ROODBERGEN, K. (2007) Design and control of warehouse order picking: a literature review. *European Journal of Operational Research*, v.182, n.2, p.481-501.

LIMA, M. (2000) Custos logísticos: uma visão gerencial. In: FLEURY, P.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. *Logística empresarial: a perspectiva brasileira*, São Paulo: Atlas.

LIMA, M. (2006) Armazenagem: Considerações sobre a Atividade de Picking. IN: FLEURY, P.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planejamento do Fluxo de Produtos e Recursos*; São Paulo; SP; Coleção COPPEAD de Administração; Atlas.

LIMA, JR., O. F. L. (2004) Desempenho em Serviços de Transportes: conceitos, métodos e práticas. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, UNICAMP, Campinas

LING-FENG, H.; LIHUI. (2006) T. The optimum design of a warehouse system on order picking efficiency. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v.28, n.5/6, p.626-637.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. (2010) *Fundamentos de metodologia científica*. 7. ed. São Paulo: Atlas.

MELLO, J. C. C. B. S.; MEZA, L. A.; GOMES, E. G.; NETO, L. B. (2005) Curso de Análise de Envoltória de Dados. In: *Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, 37. Gramado. Anais: Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional, 2520-2547.

MOURA, R. (1989) *Logística: suprimentos, armazenagem e distribuição física*. São Paulo: IMAM.

NEELY, A., GREGORY, M. e PLATTS, K. Performance measurement system design - A literature review and research agenda. *International Journal of Operations & Production Management*, Bradford, v. 15, n. 4, pp. 80-116, 1995.

PERONA, M.; MIRAGLIOTTA, G. (2004) Complexity management and supply chain performance assessment: A field study and a conceptual framework. *International Journal of Production Economics*, v.90, n.1, p.103-115.

PETERSEN, C. G. (2000) An evaluation of order picking policies for mail order companies. *Production and operations management*, v.9, n.4.

RODRIGUES, A. (1999) *Estratégias de picking na armazenagem*. Instituto de Logística e Supply Chain. Disponível em: <[http:// www.ilos.com.br](http://www.ilos.com.br)>. Acesso em 13 de outubro de 2015.

ROUWENHORSTA, B.; REUTERB, B.; STOCKRAHMB, V.; VAN HOUTUMC, G. J.; MANTELA, R. J.; ZIJMC, W. H. M. (2000) Warehouse design and control: Framework and literature review, *European journal of operational research*, 122, 515-533.

SAKAGUTI, F. (2007) Otimização do processo de picking de um centro de distribuição através da programação dinâmica. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia, Setores de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.

SASSI, S. (2006) The role of ICT in solving logistic complexity: an economic point of view. In: Bleckerb, T. e Kersten, W. (orgs.). *Complexity Management in Supply Chains: Concepts, Tools and Methods*. Berlin: Erich Smith Verlag GmbH.

SHARMA, K. R.; LEUNG, P. S.; CHEN, H.; PETERSON, A. (1999) Economic efficiency and optimum stocking densities in fish polyculture: an application of data envelopment analysis to Chinese fish farms. *Aquaculture*, v. 180, p. 207-221.

SILVA, L.; MENEZES, E. (2001) Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.

WON, J.; OLAFSON, S. (2005) Joint order batching and order picking in warehouse operations. *International Journal of Production Research*, v.43, n.7, p.1427-1442

YIN, R. (2001) Estudo de caso: planejamento e método. Porto Alegre: Bookmann.