

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA

**FACULDADE DE ENGENHARIA ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ANÁLISE POR ENVOLTÓRIA DE DADOS DA EFICIÊNCIA
OPERACIONAL EM TERMINAIS RODOVIÁRIOS DE PASSAGEIROS**

ANA CLAUDIA DOS SANTOS DA SILVA

ORIENTADORA: PROF. DRA. MARIA RITA PONTES ASSUMPÇÃO

SANTA BÁRBARA D'OESTE

2016

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA

FACULDADE DE ENGENHARIA ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ANÁLISE POR ENVOLTÓRIA DE DADOS DA EFICIÊNCIA
OPERACIONAL EM TERMINAIS RODOVIÁRIOS DE PASSAGEIROS**

ANA CLAUDIA DOS SANTOS DA SILVA

ORIENTADORA: PROF. DRA. MARIA RITA PONTES ASSUMPÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

SANTA BÁRBARA D'OESTE

2016

Este trabalho é dedicado à minha família, em especial ao meu companheiro que me inspirou e conduziu neste caminho de aprendizado e descobertas, ao meu pai e minha mãe que sempre foram minha base e me incentivaram muito para minha formação, à minha irmã pela sua atenção, carinho e apoio e aos meus afilhados Kiara e Pedro, que fazem a minha alegria e que desejo inspirar ao longo da vida.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente e acima de tudo a Deus, ao meu amado companheiro Manoel, com quem compartilho a minha vida, aos meus pais, Aparecido e Neide, que me mostraram o caminho correto a seguir, a minha irmã Anamélia e meus afilhados, Kiara e Pedro, pelo enorme carinho.

Agradeço especialmente a professora e grande orientadora, Dra. Maria Rita Pontes Assumpção pelos ensinamentos, compreensão e incentivo dispensado ao desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço também a todos aqueles que contribuíram com esta pesquisa, principalmente aos meus colegas de trabalho que me permitiram aprender e juntos compartilhamos na prática da vida profissional este aprendizado, a todos os professores do PPEGP que foram importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento desta pesquisa e autores aqui referenciados.

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil.

"[...] É preciso escolher um caminho que não tenha fim e, ainda assim,
caminhar sempre na expectativa de encontrá-lo."

(William Shakespeare)

Análise por Envoltória de Dados da Eficiência Operacional em Terminais Rodoviários de Passageiros. 2016. 77f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d’Oeste.

RESUMO

O transporte rodoviário de passageiros é um importante fator na economia nacional, bem como é o principal meio de deslocamento utilizado pela coletividade. Esta dissertação tem como objetivo medir a eficiência relativa das operações de terminais rodoviários de passageiros, que representa elemento integrador no sistema de transporte. Os terminais rodoviários de passageiros analisados estão localizados em diferentes Estados Brasileiros. Nesta análise foi utilizada a técnica Análise por Envoltória de Dados (DEA). Para tanto, desenvolve-se um modelo para sistematizar esta análise no contexto de terminais rodoviários de passageiros administrados por empresa privada, a partir de uma amostra intencional de nove terminais, com dados referentes ao ano de 2015. As variáveis empregadas nessa avaliação foram dois *inputs* (área construída e número de funcionários) e um *output* (fluxo de passageiros mensal). Utilizou-se o DEA-BCC orientado para o *output* para identificar quais terminais apresentaram ineficiência técnica, bem como as possíveis melhorias para que estes terminais tornem-se eficientes, tendo como *benchmarks* os terminais eficientes, visando converter uma boa infraestrutura em bom nível de serviços e atendimentos. A partir dos resultados obtidos foi possível verificar que a decisão para mudança da infraestrutura, quando indicado excesso, é sobre horizonte de longo prazo e demanda investimentos. Assim, sugere-se o aproveitamento do espaço com atividades que aumentem o conforto e conveniência ao passageiro.

PALAVRAS-CHAVE: Análise por Envoltória de Dados, Terminal Rodoviário de Passageiros, *Benchmark*s, Saturação da Infraestrutura, Análise de Eficiência

SILVA, Ana Claudia dos Santos da. **Analysis of Operational Efficiency Data envelopment in Road Passenger Terminals**. 2016. 77f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste.

ABSTRACT

Road passenger transport is an important factor in the national economy, and is the primary means of travel used by the community. This research aims to measure the relative efficiency of operations of road passenger terminals, which is an integrating element in the transport system. The bus terminals analyzed passengers are located in different Brazilian states. This analysis will be used technique data envelopment analysis (DEA). To this end, we developed a model to systematize this analysis in the context of road passenger terminals managed by a private company, from a purposive sample of nine terminals, with data for the year 2015. The variables used in this evaluation were two inputs (building area and number of employees) and one output (monthly passenger flow). We used the DEA BCC oriented output to identify terminals presented technical inefficiency as well as the possible improvements to these terminals become effective, having as benchmarks efficient terminals, aiming to convert a good infrastructure good level of service and calls. From the results it was possible to see that the decision to change the infrastructure, when indicated excess, is on long-term horizon and demand investments. Thus, it suggests the use of space with activities that enhance the comfort and convenience to passengers.

KEYWORDS: Data Envelopment Analysis, Passenger Bus Terminal, Benchmarcks, Saturation Infrastructure, Efficiency Analysis

SUMÁRIO

RESUMO	VI
ABSTRACT	VII
LISTA DE FIGURAS	I
LISTA DE GRÁFICOS	II
LISTA DE TABELAS	III
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	IV
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. OBJETIVO	2
1.2. JUSTIFICATIVA	3
1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO	4
1.4. VINCULAÇÃO À LINHA DE PESQUISA DO PPGEP	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1. TERMINAIS RODOVIÁRIOS DE PASSAGEIROS	6
2.1.1. CARACTERIZAÇÃO DE TERMINAIS RODOVIÁRIOS DE PASSAGEIROS	8
2.2. EFICIÊNCIA EM TERMINAIS DE PASSAGEIROS	12
2.2.1. EFICIÊNCIA, NÍVEL DE SATURAÇÃO E CONGESTIONAMENTO DA INFRAESTRUTURA NO TRANSPORTE COLETIVO DE PASSAGEIROS	13
2.2.2. ANÁLISE DA EFICIÊNCIA E PRODUTIVIDADE	14
2.3. ANÁLISE POR ENVOLTÓRIA DE DADOS	17
2.3.1. POTENCIAIS DE MELHORIA E SATURAÇÃO DA CAPACIDADE	23
2.3.2. APLICAÇÕES DE DEA EM TERMINAIS DE PASSAGEIROS	23
3. MÉTODO	38
3.1. CARACTERÍSTICAS E PASSOS DA PESQUISA	38
3.2. DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO	40
3.2.2. COLETA DOS DADOS E INSTRUMENTO UTILIZADO PARA ANÁLISE	42
3.2.3. ESCOLHA DAS VARIÁVEIS (<i>INPUTS E OUTPUT</i>)	42
3.2.4. ESCOLHA DO MODELO DEA	46
3.2.5. ELABORAÇÃO DO MODELO PARA ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE TRP'S	47
4. RESULTADOS DA APLICAÇÃO DOS MODELOS DEA EM TERMINAIS RODOVIÁRIOS DE PASSAGEIROS	48
4.1. EFICIÊNCIA OPERACIONAL EM TRP'S	48
4.2. ANÁLISE DA SATURAÇÃO DA INFRAESTRUTURA EM TRP'S	54
4.3. ANÁLISE DOS POTENCIAIS DE MELHORIA E CAUSAS DE INEFICIÊNCIA	55
5. CONCLUSÕES	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ELEMENTOS PRINCIPAIS DE TERMINAL.....	10
FIGURA 2 – CAMPOS DE APLICAÇÕES DO DEA.	18
FIGURA 3 – REPRESENTAÇÃO DE UMA DMU.....	19
FIGURA 4 – PASSOS DA PESQUISA.....	39

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - RETORNOS DE ESCALA (CCR x BCC)	21
GRÁFICO 2 – FRONTEIRA EFICIÊNCIA	22
GRÁFICO 3 – SATURAÇÃO DA CAPACIDADE	54

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – PROTOCOLO DE PESQUISA	24
TABELA 2 - SÍNTESE DA LITERATURA	31
TABELA 3 –VARIÁVEIS INPUTS	42
TABELA 4 – VARIÁVEIS OUTPUTS	43
TABELA 5 – CORRELAÇÃO (1ª ANÁLISE)	45
TABELA 6 – CORRELAÇÃO (2ª ANÁLISE)	46
TABELA 7– VARIÁVEIS E DADOS	49
TABELA 8 – EFICIÊNCIA DOS TRP'S	51
TABELA 9 – RECOMENDAÇÕES	52
TABELA 11– TIPO DE RETORNO À ESCALA	53
TABELA 10 – METAS E POTENCIAIS DE MELHORIA DEA BCC	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC – Área Construída

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres

BCC – Banker, Charnes e Cooper

CCR – Charnes, Cooper e Rhodes

DEA – Data Envelopment Analysis

DMU - Decision Making Units

FP – Fluxo de Passageiros

M2 – Metros quadrados

NF – Número de Funcionários

NP – Número de Plataformas

PIB – Produto Interno Bruto

PO – Pesquisa Operacional

PPGEP – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

PPP – Parceria Público-Privada

RSL – Revisão Sistemática da Literatura

SETPESP – Sindicato das Empresas de Transportes de Passageiros do
Estado de São Paulo

TRP – Terminal Rodoviário de Passageiro (*Passenger Bus Terminals*)

UTH – Unidade de Carga de Trabalho

1. INTRODUÇÃO

O terminal rodoviário de passageiros – TRP serve como ponto de transição nas viagens por ônibus, ou entre outros modais, especialmente para integração com o modal aéreo. Essas viagens podem ser de curta, média ou longa distância, nas categorias intermunicipais, interestaduais e internacionais (SOARES, 2006).

Um TRP garante a integração do sistema de transporte coletivo, apoiando a gestão das linhas de transporte de diferentes empresas, ligando várias origens e destinos (GOUVÊA, 1980). A gestão operacional de um TRP é complexa e deve atender a padrões de qualidade estabelecidos para este serviço. A gestão do TRP pode ser concedida a empresa especializada por meio de Concessão ou Parceria Público-Privada (PPP) (ABIKO, 2011).

A decisão política para concessão de serviços públicos é baseada na expectativa de que a atuação da empresa especializada na operação dos TRP's, leve os terminais a operações eficientes e eficazes, atendendo a padrões de qualidade para satisfação dos clientes. Por outro lado, as empresas concessionárias que firmam esta parceria para implantação e operação de TRP's, esperam maximizar o retorno do investimento realizado e atingir o lucro esperado (ABIKO, 2011; SOCICAM, 2014).

No Brasil, a atividade de transporte rodoviário é tem importante papel na economia nacional, onde representa 3,5% do PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro. Estima-se que 95% dos brasileiros utilizam o transporte coletivo rodoviário, ou seja, transporte por meio de ônibus e não individual (automóvel) (SETPESP, 2014), sendo assim o principal meio de deslocamento utilizado pela coletividade.

No entanto, nos últimos anos o número de passageiros que utilizam viagens aéreas tem ampliado. Entre 2005 e 2013, aproximadamente 7,1 milhões de usuários optaram por viajar de avião, em detrimento ao uso de ônibus

(SAMPAIO, 2014). Devido a essa migração de passageiros, as empresas de transporte rodoviário de passageiros devem envidar esforços para fortalecer sua vantagem competitiva frente à aviação civil.

Para Gillen (2011), ocorreu uma evolução com relação à governança mundial em terminais de passageiros. A tendência mundial é transformá-los em centros de negócios, baseado em uma visão empresarial. Os terminais de passageiros possuem operações, capazes de gerar renda por meio de exploração de diversas atividades comerciais e empresariais. Assim, a tendência é proporcionar aos terminais de passageiros um foco mais comercial para aumento da competitividade e lucratividade. Esse raciocínio pode ser transposto para terminais rodoviários.

A tendência de mudança na estrutura de governança dos terminais de passageiros tem levado a questionar se a melhoria de eficiência operacional e da infraestrutura de terminais de passageiros aumenta a competitividade do modal rodoviário no transporte coletivo.

Para isto realizar-se-á a análise comparativa de nove terminais, levantando diferenciais no desempenho entre os mesmos e indicando potenciais melhorias. Esta análise é baseada em resultados da aplicação de um modelo de medição da eficiência e em indicadores de desempenho que permite analisar, dimensionar e comparar a eficiência dos terminais de passageiros.

1.1. OBJETIVO

Esta pesquisa tem por objetivo medir a eficiência relativa das operações de distintos terminais rodoviários de passageiros brasileiros, fazendo uso da técnica Análise por Envoltória de Dados (DEA - *Data Envelopment Analysis*).

Além de desenvolver um modelo para sistematizar esta análise no contexto de TRP's administrados por empresa privada, a partir de uma amostra intencional

de terminais gerenciados por mesma empresa, contemplando dados referentes ao ano de 2015.

Para atingir esse objetivo faz-se necessário que se atinjam os seguintes objetivos secundários:

- Organizar conceitos e variáveis apresentadas na literatura para possibilitar o entendimento e utilização no modelo proposto;
- Construir o escore de eficiência relativa das operações de TRP's, a partir de *inputs* e *outputs* considerados importantes no processo de processamento de passageiros.
- Identificar por meio da análise quantitativa da eficiência, os TRP's que apresentaram melhor desempenho, isto é, aqueles que otimizam o uso de seus recursos para o processamento de passageiros (*benchmarkings*).
- Analisar o aproveitamento da infraestrutura instalada, verificando o nível de saturação dos terminais com base na eficiência relativa de suas operações.

A pesquisa base para este trabalho foi norteada pela questão: **Como medir e avaliar a eficiência relativa das operações dos Terminais Rodoviários de Passageiros do Brasil?**

1.2. JUSTIFICATIVA

O presente estudo contribui para as pesquisas que abordam a eficiência operacional de Terminais de Passageiros. A pesquisa está direcionada para um campo de conhecimento específico, mas de impacto para a sociedade, discorrendo sobre um elemento essencial no sistema de Transporte Rodoviário: o Terminal de Passageiros.

O estudo pode ser referência para avaliar a eficiência de serviço público oferecido por concessionária sob concessão ou parceria público-privada, podendo orientar novos contratos de concessão ou definir diretrizes para monitorar o desempenho dos existentes.

A mensuração do desempenho dos TRP's não somente pode ser visto como uma poderosa ferramenta de gestão para empresas gestoras destes terminais, mas também constitui uma das importantes fontes de informações para o planejamento de políticas públicas regionais e nacionais.

Apesar da relevância do tema para o contexto econômico nacional, devido a intensidade de utilização do transporte coletivo rodoviário, poucas pesquisas com finalidade acadêmica foram localizadas sobre TRP's, tanto no Brasil, quanto no âmbito internacional. As pesquisas nacionais e internacionais identificadas concentram-se nas operações de Aeroportos (DUNHAM, 2008).

O uso da Análise por Envoltória de Dados (DEA - *Data Envelopment Analysis*) é cada vez mais frequente em diversas áreas do conhecimento (LAI *et al.*, 2012). Como a Análise por Envoltória de Dados, avalia a eficiência relativa de unidades com operações similares, pela razão entre *inputs* e *outputs*, comparando o desempenho de uma unidade com relação ao grupo de unidades que são semelhantes (ARAÚJO *et al.*, 2008; FERREIRA, GOMES, 2009), esta técnica torna-se adequada para utilização no contexto proposto nesta pesquisa.

1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente estudo está dividido em 5 capítulos. A estrutura segue uma sequência para facilitar a compreensão do tema e articulação dos constructos da pesquisa. O **Capítulo 1**, chamado Introdução traz a contextualização do estudo, a definição dos objetivos, assim como a justificativa desta pesquisa, mostrando a relevância do tema e sua contribuição acadêmica e prática.

O **Capítulo 2** - Revisão Bibliográfica, apresenta a fundamentação teórica utilizada para a análise empreendida na dissertação. Os assuntos tratados são: Terminais Rodoviários de Passageiros, Análise de Eficiência e Produtividade; Eficiência em Terminais de Passageiros; Nível de Saturação em Terminais de Passageiros. O método DEA é apresentado, com seus modelos clássicos.

O **Capítulo 3** – Método, apresenta os passos realizados para aplicação da DEA: seleção das DMU's, das variáveis e dos modelos DEA, e como foi realizada a coleta de dados e a escolha do sistema computacional para análise e tratativa dos dados.

O **Capítulo 4** - Resultados da Aplicação dos Modelos DEA em Terminais Rodoviários de Passageiros, apresenta a aplicação do método Análise por Envoltória dos Dados, bem como os resultados da pesquisa.

No **Capítulo 5** - Conclusões, são tecidas as considerações finais. Ao final, são descritas as referencias utilizadas.

1.4. VINCULAÇÃO À LINHA DE PESQUISA DO PPGE

O trabalho poderá servir de subsidio para futuras pesquisas na área de operações em Terminais de Passageiros, bem como estudos que farão uso da técnica quantitativa DEA para análise da eficiência relativa de operações. O foco desta dissertação medir a eficiencia das operações terminais rodoviários brasileiros, por meio de um modelo que permitiu sistematizar a análise do desempenho destes terminais.

Desse modo, a pesquisa é caracterizada como da área de Gestão e Estratégias, na linha: Gestão Estratégica de Operações do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção – PPGE da Universidade Metodista de Piracicaba UNIMEP.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo serve de base para o desenvolvimento do estudo e encontra-se dividido em três seções. Na primeira seção é abordada uma visão geral do conceito de terminais rodoviários de passageiros, bem como é discorrido sobre a caracterização destes terminais. Na segunda seção, são apresentados os seguintes conceitos: eficiência e produtividade, eficiência em terminais de passageiros e eficiência considerando o nível de saturação da infraestrutura de terminais de passageiros, conforme seu uso na análise do problema da dissertação.

A terceira seção apresenta o tema Análise por Envoltória de Dados. Nesta seção são abordados: a técnica DEA, os modelos clássicos DEA-CCR e DEA-BCC e potenciais de melhorias no aproveitamento da infraestrutura. Também são apresentados estudos que aplicaram a técnica DEA em terminais.

2.1. TERMINAIS RODOVIÁRIOS DE PASSAGEIROS

O transporte rodoviário é o principal meio de locomoção de passageiros no território brasileiro. O transporte coletivo rodoviário representa 92% de viagens realizadas diariamente (SETPESP, 2014). O sistema de transportes rodoviário de passageiros integra a malha rodoviária, de aproximadamente 1,7 milhões de quilômetros no Brasil (ANTT, 2014).

Bárbara (2003) discorreu sobre a origem de terminais rodoviários de passageiros. Ela estudou o crescimento urbano no fim do século XIX, nos Estados do Rio de Janeiro e de São Paulo. Na época, os sistemas de transportes urbanos e intermunicipais respondiam ao alto crescimento populacional, com conseqüente aumento da frota para transporte coletivo e no número de viagens urbanas e intermunicipais. Este crescimento fez surgir áreas de concentração de tráfego, decorrentes de viagens recorrentes das periferias para os centros e vice versa. Estas áreas de concentração tornaram-

se pontos de referência de origem e destino de viagens, possibilitando a definição de linhas e itinerários para as viagens. Um terminal é o lugar onde se inicia e termina uma viagem, assim como hoje é entendido. É um serviço público que, até o século passado, era gerenciado pelos governos das cidades em que se localizavam.

A gestão do TRP pode ser concedida a empresa especializada por meio de concessão ou parceria público-privada (PPP) (ABIKO, 2011; GONÇALVES, BALBINOTTO NETO, 2008). Com isso, espera-se que tenham operações eficientes e eficazes, atendendo a padrões de qualidade para satisfação dos usuários, conforme expectativa do contratante. Por outro lado, as empresas concessionárias buscam maximizar o retorno do investimento realizado e atingir o lucro esperado (ABIKO, 2011; SOCICAM, 2014).

A PPP é regulamentada pela Lei Federal nº 11.079 de 30 de dezembro de 2004. Numa PPP a iniciativa privada realiza investimentos para melhoria em serviços e infraestrutura, recebendo como remuneração as tarifas pagas pelos usuários referentes aos serviços prestados (contraprestação pecuniária) (ABIKO 2011).

Na PPP, ao Estado compete garantir a amortização dos investimentos, ao longo do período contratual. No Brasil, esse período pode variar de 5 a 35 anos. Assim, o Estado exige que o parceiro privado atinja padrões de qualidade do serviço que são estabelecidos em contrato (ALVARENGA, 2005).

Segundo os contratos de concessão PPP's, a empresa especializada em operação de TRP tem como premissa básica desenvolver soluções para atender as exigências do poder concedente (órgão público) e as necessidades dos usuários. Isto significa prestação de serviço de qualidade à sociedade, pelo apoio eficiente a todo sistema de transporte rodoviário na integração dos modais e oferta de conforto e segurança no deslocamento de passageiros (ABIKO, 2011; SOCICAM, 2014).

A concessão do TRP segue a tendência na oferta de serviços em terminais – como apontado por Gillen (2011), no contexto de aeroportos. Os terminais de passageiros possuem operações para oferta de serviços que gerem renda pela exploração de atividades comerciais, além das atividades tradicionais dos terminais de passageiros. A tendência mundial é transformar os terminais de passageiros em centros de negócios, sob visão empresarial, fortalecendo sua competitividade, visando à lucratividade e a melhoria de serviço aos usuários.

No Brasil isto é relevante pela concorrência que o serviço de transporte rodoviário sofre do transporte aeroviário de passageiros. Analisando dados do período entre 2005 e 2013, Sampaio (2014) observou aumento no número de passageiros que utilizaram viagens aéreas. Segundo este autor, aproximadamente 7,1 milhões de usuários optaram por viajar de avião, neste período, em detrimento ao uso de ônibus.

Devido essa migração de passageiros, as empresas associadas ao transporte rodoviário procuram envidar esforços para fortalecer sua vantagem competitiva frente à aviação civil. Assim, além da busca por melhoria do nível de serviço aos passageiros, deve-se atender a demanda de outros usuários dos TRP's: transeuntes, comerciantes ali alocados e viagens.

A pesquisa bibliográfica realizada até o momento deste trabalho verificou que existem poucos estudos científicos sobre terminais rodoviários de passageiros. A maioria das referências localizadas analisa os terminais, sob a ótica da integração do modal ou é focada no modo de transporte de maior capacidade, como por exemplo, aeroportos; ou ainda estão focados na questão da regulação dos terminais (ABIKO, 2011; DUNHAM, 2008).

2.1.1. CARACTERIZAÇÃO DE TERMINAIS RODOVIÁRIOS DE PASSAGEIROS

O TRP é constituído por áreas que oferecem diferentes serviços. Estes serviços garantem as interações e conexões entre pessoas e cargas (GONÇALVES; BALBINOTO NETO, 2008). Um TRP serve como ponto final de

uma viagem e/ou ponto intermediário para transição entre modais durante uma viagem (GOUVÊA, 1980).

Soares (2006) destaca que o TRP é formado por estrutura física e operacional. A estrutura física representa a infraestrutura que compõe os terminais e a estrutura operacional representa toda a gestão envolvida no processamento de passageiros e cargas. Segundo Dunham (2008), os TRP's devem atender as necessidades dos agentes envolvidos em sua operação e utilização. Esses agentes podem ser os funcionários, empresas operadoras de transporte, comerciantes, prestadores de serviços e usuários.

Assim, a operação em terminais serve a mais de um cliente. São clientes dos terminais: i) Poder público (que firma a PPP ou concede a licitação); ii) Empresas de ônibus que operam no terminal; iii) Locatários (área comercial); iv) Usuários (passageiros que utilizam o terminal para viagens, pessoas, que utilizam serviços do terminal ou transeuntes que utilizam a infraestrutura do terminal em algum momento).

É importante a segmentação de seus usuários para a consideração das dimensões do serviço oferecido nos terminais rodoviários de passageiros (DUNHAM, 2008). As empresas concessionárias consideram outros fatores nos projetos dos TRP's sob sua gestão.

O *layout* de um terminal, por exemplo, além de ter seu dimensionamento dependente da demanda por viagens na região, considera os serviços a serem oferecidos por um centro de concentração de pessoas e de negócios. As instalações internas do terminal, que serve à locação para atividades comerciais e outros serviços, devem atender padrões mínimos para conforto e conveniência de seus usuários.

Deverão ser disponibilizados: banheiros, guarda volumes, praça de comércio, área de embarque e desembarque, vigilância e segurança, instalações administrativas, sinalização interna e externa, área de circulação e espera, área

de manobras interna e externa, área de venda de passagens (bilheterias) e estacionamento. Estes são elementos básicos do TRP (DUNHAM, 2008).

A infraestrutura básica do TRP consiste em um saguão principal, com sala de espera, áreas de circulação e baias para embarque e desembarque. As áreas de circulação servem aos passageiros e demais usuários. Nestas áreas estão localizados os serviços institucionais, de fiscalização e emergencial e os boxes para vendas de passagens. Estas áreas também abrigam lojas em diferentes segmentos de comércio varejista para conveniência dos usuários (SOARES, 2006).

As baias para embarque e desembarque são compostas por corredores e portões de acesso para uso dos passageiros. As pistas internas e plataformas para embarque, desembarque e estacionamento dos ônibus são disponibilizadas às empresas de ônibus. Além das áreas de circulação, embarque e desembarque, o TRP possui áreas destinadas a estacionamento de veículos dos usuários e instalações administrativas e operacionais (SOARES, 2006).

A Figura 1 de Dunham (2008), apresenta os elementos principais e suas dependências, de um terminal rodoviário.

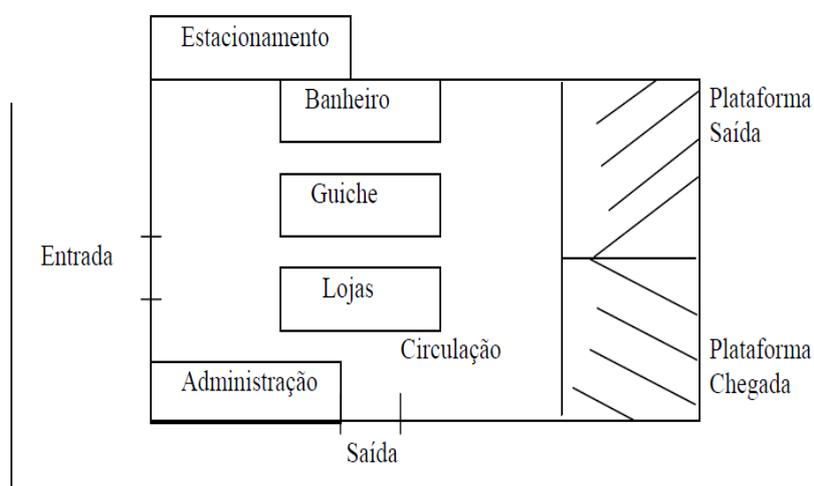


FIGURA 1 - ELEMENTOS PRINCIPAIS DE TERMINAL - FONTE: DUNHAM (2008, P.9).

Os terminais realizam importante papel como integrador do sistema de transportes, principalmente nas regiões metropolitanas das capitais dos Estados Brasileiros (DUNHAM, 2008). Wright e Ashford (1989) listam as funções relacionadas a seguir como básicas para operações de terminais de passageiros.

Estas funções refletem os diferentes serviços oferecidos em um terminal de passageiros: concentração de tráfego; processamento de passageiros; classificação e ordenamento de passageiros; embarque e desembarque de passageiros; armazenamento de cargas; transbordo (conexões); disponibilidade de serviços de apoio ao passageiro; manutenção e assistência técnica (WRIGHT; ASHFORD, 1989).

Segundo Dunham (2008) e pesquisa realizada em sítios dos órgãos públicos e informações disponíveis por empresas administradoras e construtoras de terminais, pode-se inferir que não existem padrões e nem critérios para construção de terminais rodoviários em um sistema de transporte. Os custos de construção de terminais rodoviários, seu porte e características do empreendimento são condicionados pelo porte da cidade qual será instalado, seu desenho urbano e necessidade por transporte.

Os meios de transporte urbano podem ser classificados, segundo Reck, suas: i) características operacionais, envolvendo o transporte individual e público, a via própria individualizada ou a via compartilhada e a forma de tração, e; ii) características geográficas, observando o seu deslocamento num mesmo local, a nível municipal ou além dele.

A formulação de uma rede de transporte público para atender uma região em estudo, considera as formas de transporte segundo suas principais características, em especial quanto: aos tipos de serviços, às linhas, às viagens (RECK).

As linhas que atendem os serviços regulares devem contemplar tanto os horários normais de operação (em dias úteis e nos finais de semana), como os

atendimentos de caráter social (horários noturnos e dias feriados) de acordo com a demanda de transporte da região a ser atendida (RECK).

A demanda pelo serviço de um terminal rodoviário de passageiros é voltada para atender ao descolamento de pessoas para diferentes estados e países. Já o terminal urbano de passageiros tem sua demanda direcionada a atender o deslocamento de pessoas para municípios e bairros dentro de uma mesma localidade (GONÇALVES; BALBINOTO NETO, 2008). O presente estudo aborda a eficiência operacional em terminais rodoviários de passageiros.

2.2. EFICIÊNCIA EM TERMINAIS DE PASSAGEIROS

A prestação de serviço da empresa especializada em operação de TRP contribui para segurança no transporte coletivo e aumento da demanda de passageiros. A gestão eficiente do TRP também é desenvolvida, com a implantação de tecnologia que proporciona rapidez nas ações, conforto e segurança tanto aos passageiros e usuários que utilizam o TRP, quanto para os locatários que possuem estabelecimentos instalados no TRP (SOCICAM, 2014).

Operações eficientes no TRP proporcionam melhoria no desempenho das funções básicas do terminal, apresentadas por Wright e Ashford (1989): processamento de passageiros; embarque e desembarque de passageiros; transbordo (conexões); disponibilidade do serviço (exemplo: conveniência); manutenção e assistência técnica. Assim, o TRP garante que a integração do sistema de transporte seja contínua e eficaz e o nível de serviço oferecido tenha melhor desempenho.

Uma maneira de verificar se o TRP realiza bem suas funções básicas é por meio de análise da eficiência operacional de TRP's, considerando sua capacidade. Esta avaliação levará ao entendimento do nível de saturação da infraestrutura dos TRP's.

2.2.1. EFICIÊNCIA, NÍVEL DE SATURAÇÃO E CONGESTIONAMENTO DA INFRAESTRUTURA NO TRANSPORTE COLETIVO DE PASSAGEIROS

Segundo Dias (2014), a saturação da infraestrutura aeroportuária pode ser interpretada como tendo-se as dimensões da infraestrutura de atendimento aos passageiros abaixo da necessária para suportar a demanda atual e/ou potencial. Assim, um aeroporto com infraestrutura saturada fica suscetível a impactos negativos no nível de serviço aos usuários, como por exemplo, a ocorrência de atrasos nos planos de voos.

No caso de aeroportos a população de usuários pode aumentar como decorrência de condições meteorológicas adversas (condição não controlável). Nessa situação a capacidade instalada dos terminais pode ser saturada. Os atrasos geram congestionamento do aeroporto que opera em nível de saturação (DIAS, 2014).

No trabalho de Dias (2014), os conceitos - nível de saturação e congestionamento da infraestrutura aeroportuária estão contextualizados como “maximização da produção aeroportuária”. Nesta situação a movimentação de aeronaves e o processamento de passageiros e de carga aérea são adequados ao “nível da capacidade de infraestrutura” e atende ao nível de serviços ao usuário/passageiro.

O cenário abordado por Dias (2014) e contextualizado em aeroportos é passível de ser replicado no contexto de terminais rodoviários de passageiros (TRP's), pois ambos possuem semelhança em suas operações.

Dias (2014) considera, na avaliação do nível saturação da infraestrutura aeroportuária, os seguintes aspectos: área do terminal de passageiros, área de pista para pousos e decolagens, área de estacionamento para aeronaves. Por analogia, este trabalho considerará para avaliar o nível de saturação de TRP's, variáveis como: área do terminal e número de funcionários que realizam as operações para oferta dos serviços disponibilizados no terminal. A demanda

em um TRP é relativa à movimentação de passageiros para embarque, desembarque e transeuntes.

O movimento nos TRP's sofre - embora não tanto quanto nos aeroportos, com alterações meteorológicas adversas. Além das condições climáticas, o movimento nos TRP's é dependente das características de seus transeuntes e das razões deles transitarem pelo terminal. Se as viagens são eventuais e de grandes distâncias ou se é apenas transbordo entre percursos curtos e rotineiros. Se os terminais servem a transbordo entre modais em grandes centros urbanos para percursos curtos (transporte coletivo urbano: metro e ônibus municipal ou metropolitano) eles apresentam características diferenciadas de terminal que serve a transbordo entre viagens eventuais, não rotineiras, de maiores distâncias. No primeiro caso, há maior movimento em horários de pico, todos os dias. No segundo caso a demanda potencial aumenta no início e término de feriados prolongados e finais de semana.

Compreende-se que terminais de passageiros que possuem infraestrutura condizente com sua demanda (atual e potencial) poderão oferecer níveis mais altos de serviço, evitando possíveis congestionamentos. A demanda potencial da capacidade de um TRP é influenciada pelo maior movimento nos finais de semana (sexta-feira a domingo); início da semana (domingo e segunda-feira) e feriados (datas comemorativas) ou nos horários de pico durante a semana, dependendo da característica dos percursos de seus passageiros.

Os TRP's têm capacidade saturada em sua infraestrutura quando há picos de demanda, decorrentes dessa demanda potencial. Este impacto pode prejudicar a percepção da qualidade do serviço do usuário.

2.2.2. ANÁLISE DA EFICIÊNCIA E PRODUTIVIDADE

A excelência em desempenho é foco da estratégia das organizações. Assim, entender os motivos que levaram as empresas a alcançarem o sucesso e gerarem vantagens competitivas sustentáveis passou a ser um campo de

pesquisa de importância para os estudos da estratégia empresarial (SOUZA *et al.*, 2010).

Para Neely (1998), mensurar o desempenho de uma organização é torná-la mais efetiva. Para o autor avaliações comparativas, mostram o posicionamento da empresa em relação aos seus concorrentes e demais empresas referências (*benchmarks*).

Wang *et al.* (2002) abordam a eficiência e a produtividade como dois conceitos principais na medição do desempenho de uma organização. A estimativa da eficiência das operações de uma organização auxilia as decisões referentes à melhoria em seu desempenho atual. A reflexão sobre oportunidades de melhorias pode indicar a introdução de novas tecnologias e ou métodos de gestão para aumentar a produtividade nos processos da empresa (KALIRAJAN, 1990).

A eficiência na ótica dos sistemas produtivos é denominada eficiência produtiva. A eficiência produtiva pode ser definida pela relação entre os *inputs* utilizados e os *outputs* produzidos por um sistema (MARIANO, 2007). Já produtividade pode ser entendida como um indicador para medir a quantidade de *output* que uma unidade produtiva consegue gerar com um mesmo *input*. Assim, quanto maior a produtividade de um sistema produtivo, mais eficiente ele será (MARIANO, 2007).

A produtividade e a eficiência são indicadores usados pelas empresas para avaliar e mensurar o seu desempenho (LOVELL, 1993). Segundo Mariano (2007), a principal diferença entre eficiência e produtividade, consiste em que a produtividade refere-se a um índice que pode agregar diferentes unidades de medidas, podendo assumir um valor real qualquer. Já a eficiência é um valor adimensional que varia entre 0 e 1.

Maximiliano (2012) mostra a relação entre eficiência e produtividade ao considerar a maneira como uma organização pode apresentar o desempenho

que atenda as expectativas de seus *stakeholders*. Este autor destaca que a eficiência pode ser indicada pela produtividade de seus recursos.

Para análise da eficiência é interessante entender o conceito de curvas de produção que visam definir a relação entre insumos e produtos. As curvas de produção constituem base da análise de eficiência, pois as considerações em torno das mesmas visam definir relações entre *outputs* e *inputs*. Kassai (2002) apresenta as alternativas para retorno de escala, considerando esta relação:

- Retornos crescentes de escala: ocorre quando há acréscimos no consumo de recursos. Isso implicará em um aumento mais que proporcional na quantidade de produtos gerados.
- Retornos constantes de escala: quando o crescimento no consumo de recursos leva a aumentos proporcionais na quantidade de produtos obtidos.
- Retornos decrescentes de escala: ocorre quando o acréscimo no insumo resulta em aumento menos que proporcional na geração de produtos.

A eficiência total ou também denominada eficiência produtiva pode ser definida como capacidade de uma unidade em transformar *inputs* em *outputs* de forma adequada, evitando desperdícios. Também pode ser considerada como índice combinado das eficiências técnicas e de escala (MARIANO, 2008).

Existem duas causas que podem fazer uma empresa não ser produtivamente eficiente. As causas podem ser problemas puramente técnicos ou relacionados à escala de produção (MARIANO, 2008):

- Eficiência técnica: é a proporção da eficiência total de uma empresa que está relacionada a fatores técnicos ou de engenharia;
- Eficiência de escala: é a proporção da eficiência total de empresa que está relacionada com fatores econômicos ou de escala, ou seja, relacionado com o nível de operação de uma empresa (operando abaixo ou acima de sua escala ótima de produção).

Algumas abordagens são utilizadas para avaliar a eficiência em Terminais de Passageiros. Como por exemplo, em Aeroportos, existem trabalhos que utilizam abordagens quantitativas: Análise Multicritério (*Multicriteria Analysis*); Análise de Fronteira (*Frontier Analysis*); Análise de Fronteira Estocástica (*Stochastic Frontier Analysis*); Produtividade Total dos Fatores (*Total Factor Productivity*) (LAI *et al.*, 2012).

O conceito de eficiência utilizado neste estudo é oriundo da Análise por Envoltório de Dados, direcionada a maximizar *outputs*, por meio de uma relação ponderada entre produtos e insumos. Alguns indicadores de desempenho apresentados por Dias (2014) e utilizados no contexto de terminais de passageiros, auxiliaram no desenvolvimento deste estudo, tais como: Passageiros por empregado; Passageiros por metro quadrado do terminal; Trafego/movimentos por empregado; Receita operacional por empregado.

A comparação do desempenho das unidades com base nas mais eficientes permite identificar determinantes para ações de melhorias naquelas unidades menos eficientes. Deste modo, este trabalho poderá auxiliar na gestão de operações dos TRP's.

2.3. ANÁLISE POR ENVOLTÓRIA DE DADOS

A Análise por Envoltória de Dados (DEA – *Data Envelopment Analysis*), também conhecida como análise de fronteiras, pode ser aplicada em vários contextos (SOUZA *et al.*, 2010). Pode ser utilizada em situações que possuam diversas unidades que apresentem semelhanças em suas operações (LAI *et al.*, 2012).

Mariano *et al.* (2006) apresenta resultados de Campos Jr. sobre as aplicações da técnica DEA, mostradas na figura 2. Dentre os campos mapeados, destaque para Transporte Rodoviário, que é o campo objeto de pesquisa deste estudo.

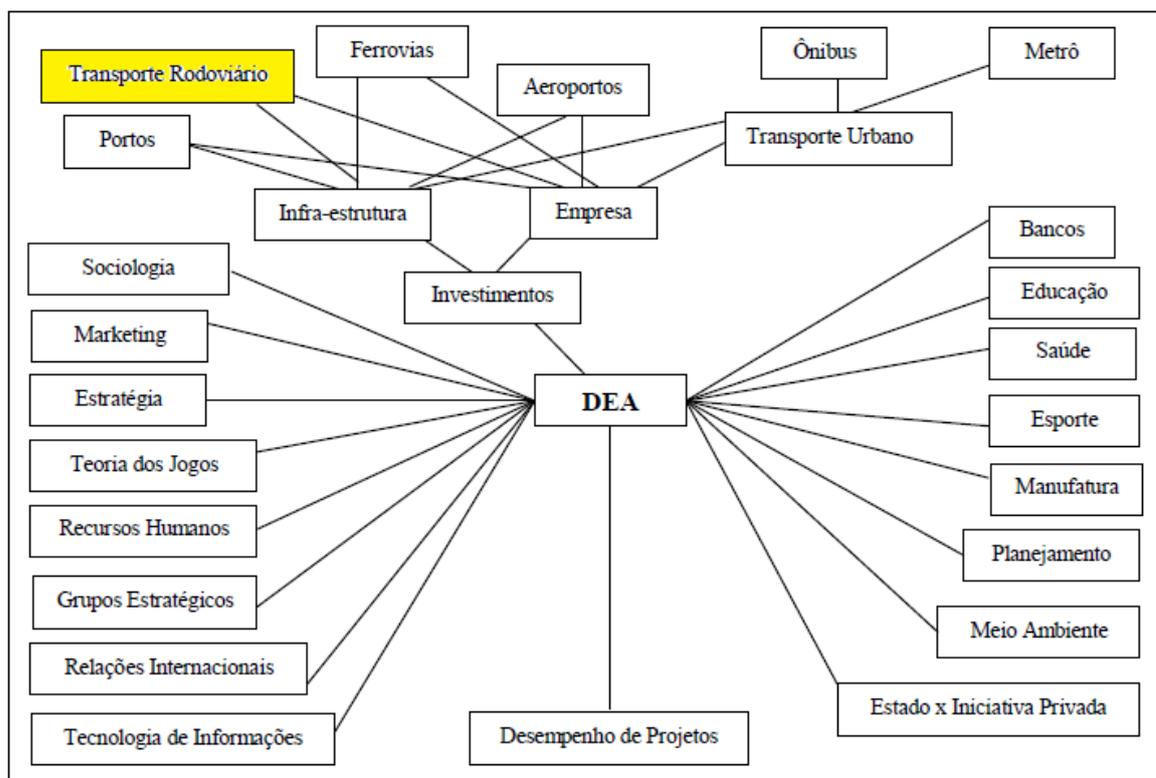


FIGURA 2 – CAMPOS DE APLICAÇÕES DO DEA - FONTE: CAMPOS JR. APUD MARIANO ET AL. (2006, P.3).

A DEA teve origem nos estudos desenvolvidos por Farrel, em 1957, por meio do artigo clássico sobre a mensuração da eficiência de unidades que possuíam operações similares e que tinham os mesmos *inputs* e produziam *outputs* iguais (SILVEIRA, 2009). É uma técnica de Pesquisa Operacional. Busca comparar a eficiência relativa de unidades de produção com relação aos seus processos de conversão de insumos em produtos. DEA estabelece a fronteira de eficiência relativa das unidades analisadas (COOPER *et al.*, 2004).

Senra *et al.* (2007) definem a DEA como um método não paramétrico, utilizado no cálculo da eficiência por meio de programação linear, que realiza a comparação de unidades de produção. Estas unidades, por terem autonomia na gestão de seus recursos, são denominadas Unidades de Tomada de decisão DMU's – (*Decision Making Units*).

A DEA tem o objetivo de avaliar a eficiência relativa de um determinado conjunto de DMU's. As DMU's são organizações diversas (como por exemplo: lojas, hospitais e outras) ou áreas isoladas dentro de uma mesma empresa. Estas unidades devem possuir autonomia para tomada de decisão e apresentar semelhantes *inputs* e *outputs* (BERTOLOTO; MELLO, 2011).

A eficiência de cada DMU pode ser compreendida como a razão da soma ponderada dos produtos gerados (*outputs*), pela soma ponderada dos recursos necessários para produzi-los (*inputs*) (Figura 3). Com a aplicação da técnica DEA, estas variáveis são utilizadas com o intuito de obter a maximização da eficiência de cada DMU em relação ao conjunto de unidades analisadas (SENRA *et al.*, 2007; THANASSOULIS, 1996). Com isso, tem-se a eficiência relativa da DMU em função deste conjunto.

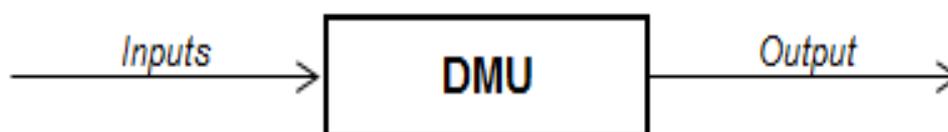


FIGURA 3 – REPRESENTAÇÃO DE UMA DMU - FONTE: MARIANO ET AL. (2006), APUD MARIANO (2008, P. 19).

Os modelos DEA buscam maximizar o quociente entre a soma ponderada das saídas e a soma ponderada das entradas de cada DMU (BATISTA, 2009). Em 1978, Charnes, Cooper e Rhodes, desenvolveram o modelo que mensura múltiplos *inputs* e *outputs* em uma medida de eficiência relativa, com uso da programação linear. Este modelo ficou conhecido como modelo CCR, em homenagem aos autores.

Na sequência, em 1984, Banker, Charnes e Cooper apresentaram outras contribuições para medir a eficiência, ampliando a abordagem do modelo (SILVEIRA, 2009). Este modelo ficou conhecido também pelas iniciais de seus autores – BCC.

São dois os modelos clássicos DEA: CCR com retorno constante de escala ou BCC, cujos retornos variam com a escala. Estes modelos analisam a eficiência em duas componentes: a eficiência técnica e a eficiência de escala. Esta análise é realizada pelo envelopamento dos dados, cuja interpretação geométrica corresponde a uma fronteira linear (para o modelo CCR) ou segmentos lineares (modelo BCC).

A DEA estabelece uma fronteira de eficiência, por meio do levantamento das DMU's eficientes (pertencentes à fronteira). As DMU's ineficientes estão fora dessa fronteira. DEA avalia a eficiência das DMU's e identifica as unidades que são eficientes. As unidades mais eficientes servem de referência ou *benchmark* para as unidades ineficientes (CAMELO *et al.*, 2010).

A fronteira de eficiência é determinada pelas unidades que são Pareto eficientes. Uma unidade é Pareto eficiente, somente se ela não conseguir melhorar alguma de suas características, sem piorar as demais (MAC DOWELL, 2007).

A projeção das DMU's ineficientes até a fronteira pode ser medida sob duas orientações (FERREIRA; GOMES, 2009):

- Modelos orientados para a maximização de *outputs* (produtos): o escore de eficiência é calculado por meio da máxima expansão do *output* (produtos) em detrimento a quantidade de *input* (insumo) utilizado.
- Modelos orientados para a minimização de *input* (insumos): a distância é calculada por meio da máxima redução de *input* para um mesmo volume de produção de *outputs* (produtos).

No Gráfico 1 é possível verificar as fronteiras CCR e BCC para um modelo DEA bidimensional (1 *input*, 1 *output*) (DIAS, 2014).

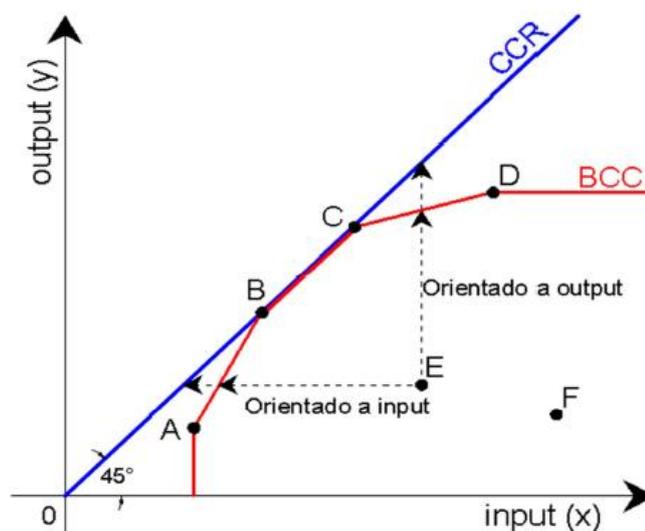


GRÁFICO 1 - RETORNOS DE ESCALA (CCR x BCC) - FONTE: DIAS (2014, p.26).

O modelo DEA-CCR, também conhecido como CRS (*Constant Returns to Scale*), ou seja, Retorno Constante de Escala significa que qualquer variação nos insumos (*inputs*), resulta em uma variação proporcional nos produtos (*outputs*). (CHARNES *et al.* 1978).

No modelo CCR, a fronteira de eficiência engloba os retornos constantes de escala. A eficiência total ou também chamada produtiva mensura a capacidade da DMU de transformar produtos, utilizando insumos nas dimensões adequadas (MARIANO, 2008).

As unidades situadas na fronteira são eficientes e as unidades localizadas abaixo da fronteira de eficiência são as DMU's ineficientes. Os modelos fazem a projeção de cada DMU eficiente sobre a fronteira de eficiência. A eficiência do modelo CCR identifica a utilização eficiente dos recursos independente de considerar a escala de sua operação frente às demais. Já no modelo DEA-BCC ou VRS (*Variable Returns to Scale*) tem-se a eficiência relativizada a DMUs com mesma escala (MARIANO, 2008; BELLONI, 2000).

A eficiência do modelo BCC corresponde à medida de eficiência técnica (ET), uma vez que está depurado dos efeitos de escala de produção. A projeção da DMU ineficiente na fronteira será a combinação convexa de DMUs observadas,

pelo modelo BCC. A eficiência do modelo CCR indica uma medida de produtividade global, denominada de indicador de eficiência produtiva (EP). (MARIANO, 2008; BELLONI, 2000).

Kassai (2002) propõem o indicador de eficiência de escala (EE) como o quociente entre a medida de eficiência produtiva (EP) pela medida de eficiência técnica (ET), representada na equação $EE = \frac{EP}{ET}$.

Mariano (2008) indica a diferença de análise de eficiência total/produtiva para a eficiência técnica. Na análise da eficiência total/produtiva, o índice de eficiência é alcançado por meio da comparação de uma DMU com todas as suas concorrentes. Já nas técnicas empregadas para análise da eficiência técnica uma DMU é comparada apenas com aquelas que operam com escala semelhante a sua.

Na prática, é possível visualizar a diferença no cálculo das eficiências total e técnica, ao comparar o formato da fronteira de eficiência utilizado. No cálculo da eficiência total/produtiva, utiliza-se uma reta com 45° de inclinação, que inicia-se na origem até interceptar a DMU que apresenta maior produtividade. A fronteira da eficiência técnica apresenta o formato conforme a característica de variações nas escalas de produções de suas DMU's (Gráfico 2).

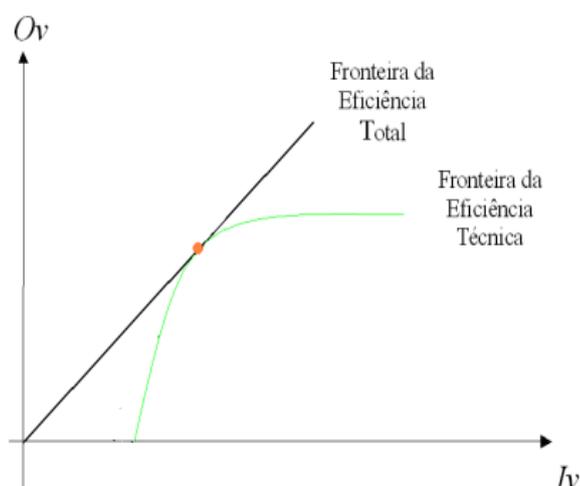


GRÁFICO 2 – FRONTEIRA EFICIÊNCIA - FONTE: MARIANO (2008, P.48).

2.3.1. POTENCIAIS DE MELHORIA E SATURAÇÃO DA CAPACIDADE

Na Análise por Envoltória de Dados o excesso de utilização de insumo ou produção abaixo da máxima indica “Potenciais de Melhoria”. A existência de potenciais de melhoria em insumos ou em produtos indica que a DMU está ineficiente. A análise dos potenciais melhorias, desse modo, indica onde a DMU está sendo ineficiente. Este indicador pode, assim, oferecer diretrizes para ação para otimizar a performance do terminal (FERREIRA; GOMES, 2009).

Este trabalho utiliza análise dos potenciais de melhorias para traçar diretrizes para transformar terminais ineficientes em eficientes, considerando que o objetivo da gestão de terminais é de minimizar gastos com insumos e maximizar a produção do terminal (fluxo de passageiros) (DIAS, 2014).

Os potenciais de melhoria são identificados em relação às DMUs de referência (*benchmark*), que representam aquelas avaliadas com melhores práticas operacionais. Com o levantamento destas oportunidades, é possível eleger quais insumos (*inputs*) implicam em ineficiência. Isto pode ser indicador para avaliar os contratos de projetos de concessão e PPP em relação a esses insumos ineficientes (área construída e número de funcionários, por exemplo), dependendo da demanda esperada (FERREIRA; GOMES, 2009).

Este trabalho considera que o nível de saturação acima da média da eficiência, considerando o conjunto dos terminais, indica um potencial para congestionamento. Os terminais com nível de saturação de 100%, mais eficientes, não possui excesso em sua capacidade (área construída). Assim são considerados saturados.

2.3.2. APLICAÇÕES DE DEA EM TERMINAIS DE PASSAGEIROS

Nesta seção serão apresentados estudos que aplicaram a técnica DEA em Terminais. Para o levantamento destes estudos, foi realizada uma revisão sistemática da literatura - RSL, considerando o protocolo de pesquisa

apresentado na Tabela 1. A RSL buscou artigos cujo foco de estudo fosse Terminais de Passageiros e que utilizaram a técnica DEA para análise e tratamento dos dados.

Para tanto, foram utilizados os conceitos base desta pesquisa como palavras-chave: *Data Envelopment Analysis* e *Passenger Terminal* (MELLO *et al.*, 2004; LEITE, 2012; TRANFIELD *et al.*, 2003). Todos os artigos pesquisados têm como objetivo principal avaliar a eficiência operacional e o desempenho de Terminais. Estes estudos abordaram os seguintes modais: Aeroviário (23 artigos), Ferroviário (3 artigos), Marítimo (1 artigo) e Terminal de Contêineres (1 artigo).

TABELA 1 – PROTOCOLO DE PESQUISA - FONTE: ELABORADO PELA AUTORA (2015).

Palavras-chaves pesquisadas	Data envelopment analysis, Passagers terminal
Operador booleano	AND
Base de dados	Portal de Periódicos CAPES
Critérios de exclusão	1. Artigos que aplicaram o método <i>Data Envelopment Analysis</i> (DEA); 2. Artigos classificados na área de pesquisa Engenharias III; 3. Artigos que possuem qualificação <i>WebQualis</i> .
Idioma	Inglês
Tipo de documento	Artigos
Anos de publicação	2004 – até maio de 2015

Yoshida e Fujimoto (2004) utilizaram a técnica DEA para medir a eficiência de uma amostra composta por 67 aeroportos japoneses. Para tanto, foram utilizados os modelos CCR e BCC, com análise de eficiência orientada a *inputs*. Para realização da pesquisa foram consideradas as seguintes variáveis *inputs*: tamanho do terminal, comprimento da pista, custos de acesso e de trabalho; e as variáveis *outputs*: volume de passageiros, movimentos de aeronaves, volume de carga movimentada.

Yu (2004) desenvolveu um estudo direcionado ao setor aeroviário de Taiwan, utilizando a técnica DEA. A amostra contempla 14 aeroportos, considerando o período de 1994 a 2000, com o objetivo de avaliar a eficiência dos aeroportos. Foram aplicados os *inputs*: área do terminal (em m²), área de pista (em m²), área de manobras (em m²) e número de rotas de ligação entre aeroportos. Já as saídas desejáveis consideradas foram: número de passageiros e movimentos de aeronaves (voos).

Os autores Yu e Lin (2008) avaliaram a eficiência operacional e identificaram oportunidades de melhoria no desempenho das operações de 20 ferrovias de vários países. Os dados utilizados são referentes ao ano de 2002 e foi utilizada a técnica DEA. Os *inputs* foram: número de empregados, comprimento das linhas, número de passageiros por carro transportado. Os *outputs* usados foram os seguintes indicadores: passageiros *versus* quilometro percorrido; carro tonelada *versus* quilometro percorrido; passageiros *versus* quilometro percorrido multiplicado pelo frete *versus* quilometro percorrido.

Yu (2010) avaliou o desempenho global de 15 aeroportos no Taiwan. Como insumos da produção foram utilizados: número de empregados, área do terminal (em m²), área de pista (em m²), área de manobras (em m²). Já as saídas utilizadas foram: passageiros, movimentação de aeronaves e carga (toneladas).

Lin e Hong (2006) utilizaram os modelos CCR e BCC para avaliar o desempenho operacional de 20 aeroportos em todo o mundo, com base de dados referentes a 2003. Os *inputs* utilizados foram: número de empregados, número de pistas, número de vagas para estacionamento de aeronaves, número de esteiras de bagagens e número de áreas de manobras. Já os *outputs* foram: o número de passageiros e movimentos de aeronaves (voos).

Barros (2008) avaliou e comparou as estimativas de eficiência técnica de 57 aeroportos da Argentina. A pesquisa considerou dados de 2003 a 2007, onde foi utilizada a técnica DEA para estabelecer quais aeroportos são eficientes. Os *inputs* utilizados foram número de empregados, área do terminal de

passageiros (em m2), área da pista (em m2) e área de manobras (em m2). Já os *outputs* utilizados foram número de passageiros, número de planos de voos (aterrissagens e decolagens) e carga movimentada.

Em extensão ao trabalho anterior, Barros e Dieke (2008) utilizaram o DEA para estimar os determinantes de eficiência de 31 aeroportos italianos. A base de dados é referente ao período de 2001 a 2003. Os *inputs* utilizados foram: despesas de pessoal, outros custos operacionais e capital investido. Já os *outputs* foram número de passageiros, número de planos de voos, carga movimentada, recebimento decorrente de carga movimentada, receitas decorrentes de tarifas aeronáuticas e receitas comerciais.

Barros e Weber (2009) realizaram um estudo longitudinal, fazendo uso da técnica DEA. Foram analisados os índices de eficiência de 27 aeroportos localizados no Reino Unido, para estimar a produtividade total destes terminais. Os dados contemplam o período de 2000 a 2005. Os *inputs* considerados foram: número de empregados, ativos fixos e outros custos operacionais e os *outputs* foram: número de passageiros, movimentos de aeronaves (voos) e carga movimentada.

Fung *et al.* (2008) conduziram um estudo de caráter longitudinal, com amostra composta por 25 aeroportos chineses e base de dados referente ao período de 1994 a 2004. A técnica DEA, modelo CCR foi utilizada com o objetivo de analisar a produtividade dos aeroportos selecionados. Foram utilizados os seguintes *inputs*: área do terminal e comprimento da pista. Os *outputs* utilizados foram: volume de passageiros, movimentos de aeronaves (voos) e volume de carga.

Pathomrisi *et al.* (2008) analisaram a eficiência de aeroportos com amostra de 56 aeroportos localizados nos Estados Unidos. A análise considerou o período de 2000 a 2003. Para este estudo foram utilizados *inputs*: número de pistas, comprimento de pista e área da pista. Já os *outputs*: total de passageiros, voos sem atrasos e carga de transferência.

Wu e Lin (2008) usaram os modelos DEA, CCR e BCC orientados para *outputs*, a fim de analisar a eficiência das operações portuárias da Índia, para os anos 2003 a 2005. Foi utilizada uma amostra composta por 30 portos de containers indianos. O modelo final da DEA utilizou como *input* o número de rebocadores e *outputs* comprimento total de cais, área total do cais, número de pórticos de cais, número de pórticos e número de contêineres.

Chi-lok e Zhang (2009) realizaram um estudo dos aeroportos chineses usando a técnica DEA para o período de 1995 a 2006. O estudo analisou a eficiência produtiva de 25 aeroportos chineses. Os *inputs* considerados foram: tamanho médio do terminal (m²) e comprimento médio de pista (metros). Já os *outputs* utilizados foram: volume médio de passageiros, movimentação média de aeronaves (voos), volume médio de carga (toneladas).

Os autores Lozano e Gutiérrez (2011) utilizaram em seu estudo a técnica DEA para análise da eficiência de 39 aeroportos espanhóis, com base em dados de 2006 e 2007. Como entradas foram utilizadas: área total da pista, capacidade da área de manobras, número de esteiras de bagagem, número de balcões de *check-in* e número de portas para embarque. Para saídas desejáveis foram considerados movimento de passageiros, movimento de tráfego de aeronaves (voos) e cargas movimentadas.

Shi e Lim (2011) consideraram uma amostra de 7 ferrovias localizadas nos Estados Unidos, utilizando a técnica DEA orientada para *outputs*, para considerar seu desempenho no período de 2002 a 2007. O estudo buscou avaliar a produtividade e eficiência técnica das ferrovias. Os *inputs* utilizados neste estudo foram os seguintes indicadores: despesas de pessoal por empregado, número de locomotivas em serviço, número de vagões de carga em serviço, quilômetros de rodovia operados, despesas com materiais e suprimentos divididos pelo preço do material ferroviário. Já o *output* foi receita (expressa por uma tonelada de tráfego transportado em uma milha).

Assaf e Gillen (2012) desenvolveram um estudo contemplando os aeroportos da Europa, América do Norte e Austrália, para o período de 2002 e 2008. Este

estudo utilizou a técnica DEA e teve como objetivo a verificação do impacto conjunto da estrutura de governança e regulação econômica sobre a eficiência destes terminais. Para o estudo foram utilizados os *inputs*: número de empregados, área do terminal (em m²), número de pistas e outros custos operacionais e os *outputs* foram número de passageiros, número de movimentos de aeronaves e receitas não provenientes de tarifas aeronáuticas.

Assaf *et al.* (2014), com uma amostra de 45 aeroportos localizados nos Estados Unidos e dados coletados para o período de 2002 a 2010, aplicaram a técnica DEA com a finalidade de medir a eficiência dos aeroportos. Os *inputs* usados foram: número de empregados, área de terminal terrestre, número de pistas de decolagem e área de pista para decolagem. As saídas desejáveis foram: total de passageiros, número de movimentos de aeronaves e transferência de carga.

Os autores Perelman e Serebrisky (2012) utilizaram uma amostra de 21 aeroportos localizados na América Latina, para avaliar e comparar as taxas de crescimento da produtividade total dos aeroportos públicos e privados. Os autores aplicaram a técnica DEA, modelo CCR para análise do período de 2000 a 2007. Os *inputs* utilizados foram número de empregados, tamanho do terminal e número de pistas. Os *outputs* utilizados foram número de passageiros, número de planos de voos e toneladas de carga.

No estudo proposto por Pyrialakou, *et al.* (2012), os autores avaliaram a eficiência operacional de 10 aeroportos gregos. Foram utilizados dados de 1989 a 2009, com aplicação da técnica DEA, modelos BCC e CCR, ambos orientados para *outputs*. Na aplicação do modelo BCC foram utilizados os *inputs*: área do terminal, número de funcionários, horas de funcionários (por mês), número de portões de embarque, número de balcões para *check-in* e número de esteiras de bagagem e como *outputs*: número de passageiros. Na aplicação do modelo CCR foram utilizados os *inputs*: número de funcionários, área do terminal, área para estacionamento de aeronaves, comprimento da pista, número de passarelas e número de vagas para estacionamento de aeronaves e como *output* foi utilizado movimentos das transportadoras aéreas.

Wanke (2012) fez uso da técnica DEA para avaliar questões relacionadas à eficiência de 63 principais aeroportos brasileiros. Os *inputs* selecionados foram área do terminal (em m²), número de pistas, número de vagas de estacionamento para aeronaves, área do aeroporto (em m²), área de manobras (em m²), comprimento total de pistas e número de lugares para estacionamento. Já os *outputs* utilizados foram: número de passageiros (por ano), número de planos de voos (por ano), carga de transferência (kg ao ano).

Em continuidade aos seus estudos, Wanke (2013) desenvolveu uma pesquisa para medir a eficiência de 63 aeroportos brasileiros, utilizando a técnica DEA, com o objetivo de analisar a eficiência da infraestrutura física destes aeroportos. Os *inputs* utilizados no primeiro estágio foram: área do terminal, espaços de estacionamento de aeronaves e pistas que foram relacionados com o número de pousos e decolagens por ano. No segundo estágio a consolidação da análise da eficiência dos voos foi mensurada utilizando número de passageiros transportados e carga movimentada por ano. Para tanto, foi utilizada base de dados do ano de 2009.

Adler *et al.* (2013) desenvolveram um estudo aplicando a técnica DEA para uma amostra de 85 aeroportos europeus. A motivação para este trabalho foi à observação da eficiência de operações em aeroportos regionais. Para este estudo, os *inputs* escolhidos foram despesas de pessoal, outros custos operacionais e comprimento da pista. Já os *outputs* selecionados foram número de passageiros, outras receitas, movimento de tráfego aéreo comercial (voos comerciais) e toneladas de carga.

Os autores Kutlar *et al.* (2013) utilizaram a técnica DEA com o objetivo de medir o desempenho de ferrovias que realizam serviços de transporte de passageiros e cargas em âmbito internacional. Os dados utilizados abrangem o período de 2000 a 2009 e uma amostra composta de 31 ferrovias. Para análise, foi aplicada a DEA, modelos CCR e BCC. Os *inputs* considerados foram: número médio anual de empregados, número total de veículos de passageiros, comprimento total da linha principal, número total de veículos de tração, custo total de operação, número total de carga dos vagões. Os *outputs*

utilizados foram: número total de passageiros transportados, número total de passageiros por quilometro, total de carga transportada (em toneladas), total de carga transportada por quilometro (em toneladas) e receita anual total.

No estudo desenvolvido por Lozano *et al.* (2013) foi aplicada a técnica DEA, com base de dados do ano de 2008. O estudo buscou comparar a eficiência de 39 aeroportos espanhóis. Os *inputs* utilizados foram área total da pista (em metros quadrados), capacidade da área de manobras, número de portões de embarque, número de esteiras para bagagem e número de balcões para *check-in*. Como saídas desejáveis foram utilizados movimento anual de passageiros e carga movimentada (em toneladas).

Martini *et al.* (2013) utilizaram a técnica DEA para analisar a eficiência de 33 aeroportos italianos no período de 2005 a 2008. Os *inputs* utilizados foram área do terminal, número de vagas para estacionamento de aeronaves, comprimento de pistas e número de reclamações referente às bagagens. Como saídas desejáveis, foram utilizadas número de movimentos de aeronaves e número de unidades de carga de trabalho (UTH).

Bhanot e Singh (2014) aplicaram uma análise longitudinal, com o objetivo de comparar os indicadores de desempenho da corporação Railway indiana, focando na infraestrutura e em operações ferroviárias. Os modelos DEA CCR e BCC foram utilizados, com base em dados secundários referentes ao período de 1995-1996 e de 2010-2011. Os *inputs* utilizados foram número de empregados, número de terminais de manuseio, número de equipamentos para carregamento de cargas, número de vagões e número de contêineres. Já os *outputs* considerados foram lucro líquido e quilômetros de frete.

Li (2014) conduziu um estudo de caráter longitudinal no Aeroporto Magong, localizado em Taiwan, utilizando os modelos DEA CCR e BCC para o período de 1991 a 2010. O objetivo do estudo foi analisar a relação entre a eficiência do serviço e os custos de operação do aeroporto. Os *inputs* utilizados foram: horas de trabalhos, despesas de pessoal, área de manobras, área do terminal de

cargas, área do terminal de passageiros e número de voos agendados. Como *output*, foi considerado custos de serviços aeroportuários.

Merkert e Mangia (2014) avaliaram a eficiência de uma amostra composta por 35 aeroportos italianos e 46 aeroportos noruegueses, referente aos dados de 2007 a 2009. Os *inputs* adotados foram área do terminal (em metros quadrados), número de empregados, área de manobras (em metros quadrados), número de pistas, comprimento de pista (em metros quadrados), área de pista (em metros quadrados), área total (em metros quadrados), custo operacional, despesas de pessoal e custo do material. Já os *outputs* utilizados foram número de passageiros, movimentos de tráfego aéreo e carga movimentada.

Os autores Scotti *et al.* (2014) utilizaram a técnica DEA com o objetivo de analisar a eficiência de 44 aeroportos dos Estados Unidos, para o período de 2005 a 2009. Foram utilizadas as saídas desejáveis: número de passageiros, movimentos de aeronaves e volume de carga. Para os *inputs*, foram considerados: área de terra, área do terminal, comprimento da pista, número de portões de embarque e despesas operacionais totais do aeroporto.

A Tabela 2 resume as principais características identificadas na revisão da literatura.

TABELA 2 - SÍNTESE DA LITERATURA - FONTE: ELABORADO PELO AUTOR (2015).

Autor (es)	Ano	Entradas (inputs)	Saídas (outputs)
YOSHIDA, Y.; FUJIMOTO, H.	2004	-Tamanho do terminal -Comprimento da pista -Custos de acesso e de trabalho	-Volume de passageiros -Movimentos de aeronaves -Volume de carga movimentada
YU, M.	2004	-Área do terminal -Área de pista -Área de manobras -Número de rotas de ligação entre aeroportos	-Número de passageiros -Movimentos (número de voos)
LIN, L.C.; HONG, C.H.	2006	Número de empregados Número de pistas -Número de vagas para estacionamento das aeronaves -Número de esteiras de bagagens -Número de áreas de manobra	-Número de passageiros -Movimentos de aeronaves
BARROS, C. P.	2008	Número de empregados; -Área do terminal de passageiros -Área da pista -Área de manobras	-Número de passageiros -Número de planos de voos -Carga movimentada
BARROS, C. P.; DIEKE, P. U. C.	2008	-Despesas de pessoal -Outros custos operacionais -Capital investido	-Número de passageiros -Número de planos de voos -Carga movimentada -Recebimento decorrente de carga movimentada -Receitas decorrente de tarifas aeronáuticas -Receitas comerciais
FUNG, M. K. Y.; WAN, K. K. H.; HUI, Y. V.; LAW, J. S.	2008	-Área do terminal -Comprimento da pista	-Volume de passageiros -Movimentos de aeronaves -Volume de carga
PATHOMRISI, S.; HAGHANI, A.; DRESNER, M.; WINDLE, R. J.	2008	-Número de pistas -Comprimento de pista -Área da pista	-Total de passageiros -Voos sem atrasos -Carga de transferência

Continuação

WU, Y. J, LIN, C.	2008	-Número de rebocadores	-Comprimento total cais -Canteiro total de cais -Número de pórticos de cais -Número de pórticos -Número de contêineres
U, M.; LIN, E. T.J.	2008	-Número de empregados -Comprimento das linhas -Número de passageiros por carro transportado	-Passageiros <i>versus</i> quilometro percorrido -Carro tonelada <i>versus</i> quilometro percorrido -Passageiros <i>versus</i> quilometro percorrido * frete <i>versus</i> quilometro percorrido
BARROS, C. P.; WEBER, W. L.	2009	-Número de empregados -Ativos fixos -Outros custos operacionais	-Número de passageiros -Movimentos de aeronaves (voos) -Carga movimentada
CHI-LOK, A. Y.; ZHANG, A.	2009	-Tamanho do terminal média -Comprimento de pista média (metros)	-Volume médio de passageiros -Média de movimentação de aeronaves -Volume de carga média (ton.)
YU, M.	2010	-Número de empregados -Área do terminal -Área de pista -Área de manobras	-Passageiros -Movimentação de aeronaves -Carga (toneladas)
LOZANO, S.; GUTIÉRREZ, E.	2011	-Área total da pista -Capacidade da área de manobras -Número de esteiras de bagagem -Número de balcões de check-in -Número de portas para embarque	-Movimentos de passageiros -Movimentos de tráfego de aeronaves -Cargas movimentadas
SHI, F. X.; LIM, S. H.	2011	-Despesas de pessoal por empregado -Número de locomotivas em serviço -Número de vagões de carga -Quilômetros de rodovia operados -Despesas com materiais e suprimentos / preço de material ferroviário	-Receita (é uma tonelada de tráfego transportado em uma milha)

Continuação

ASSAF, A. G.; GILLEN, D.	2012	-Número de empregados -Área do terminal -Número de pistas -Outros custos operacionais	-Número de passageiros -Movimentos de aeronaves -Receitas não aeronáuticas
PERELMAN, S.; SEREBRISKY, T.	2012	-Número de empregados -Tamanho do terminal -Número de pistas	-Número de passageiros -Número de planos de voos -Toneladas de cargas
PYRIALAKOU, V. D.; KARLAFTIS, M. G.; MICHAELIDES, P. G.	2012	-BCC -Área do terminal -Número de empregados -Horas de funcionários (por mês) -Número de portões de embarque -Número de balcões para check-in -Número de esteiras de bagagem -CCR -Número de funcionários -Área do Terminal -Área para estacionamento de aeronaves -Comprimento da pista -Número de passarelas -Número de posições de estacionamento para aeronaves	-BCC -Número de passageiros -CCR -Movimentos de transportadoras aéreas (voos)
WANKE, P. F.	2012	-Área do terminal -Número de pistas -Número de vagas de estacionamento para aeronaves -Área do aeroporto -Área de manobras -Comprimento total de pistas -Nº de lugares para estacionamento	-Número de passageiros -Movimentação de aeronaves -Carga de transferência (kg-ano)

Continuação

ADLER, N.; ULKU, T.; YAZHEMSKY, E.	2013	-Despesas de pessoal -Outros custos operacionais -Comprimento da pista	-Número de passageiros -Receitas não aeronáuticas -Movimentos de tráfego aéreo comercial -Toneladas de Carga
KUTLAR, A.; KABASAKAL, A.; SARIKAYA, M.	2013	-Número médio anual de trabalhadores -Número total de veículos de passageiros -Comprimento total da linha principal -Número total de veículos de tração -Custos totais de operação -Número total de carga dos carros	-Número total de passageiros transportados -Número total de passageiros por quilômetro -Total de carga transportada - Total de carga transportada por quilômetro -Receitas anuais totais
LOZANO, S.; GUTIÉRREZ, E.; MORENO, P.	2013	-Área total da pista -Capacidade da área de manobras -Número de portões de embarque -Número de esteiras bagagem -Número de balcões de check-in	-Movimento anual de passageiros -Carga movimentada
MARTINI, G.; MANELLO, A.; SCOTTI, D.	2013	-Área do terminal -Número de posições do estacionamento -Comprimento de pistas -Número de reclamações de bagagens	-Número de movimentos de aeronaves -Número de unidades de carga de trabalho (UTH)
WANKE, P. F.	2013	PRIMEIRA FASE: -Área do terminal -Número de lugares de estacionamento de aeronaves -Número de pistas MEDIDA INTERMEDIÁRIA ÚNICA: Número de pouso e decolagens por ano	PRIMEIRA FASE: -Números de passageiros; -Carga de transferência (kg / ano) INTERMEDIÁRIOS OUTPUTS-INPUTS:-Desembarques e decolagens por ano; -Voos regulares VARIÁVEIS CONTEXTUAIS: -Localização; -Internacional; -Hub
ASSAF, A. G.; JOSIASSEN, A.; GILLEN, D.	2014	-Número de empregados -Área terrestre -Número de pistas de decolagem -Área de pista de decolagem	-Total de passageiros -Número de movimentos de aeronaves (voos) -Transferência de carga

Continuação

BHANOT, N.; SINGH, H.	2014	<ul style="list-style-type: none"> -Número de empregados -Número de terminais de manuseamento -Número de equipamentos para carregamento -Número de vagões -Número de contêineres 	<ul style="list-style-type: none"> -Lucro Líquido -Quilômetros de frete
LI, S.	2014	<ul style="list-style-type: none"> -Número de trabalhos -Despesas de pessoal -Área de manobras -Área do terminal de cargas -Área do terminal de passageiros -Número de voos agendados 	<ul style="list-style-type: none"> -Custos de serviços aeroportuários
MERKERT, R.; MANGIA, L.	2014	<ul style="list-style-type: none"> -Área do terminal -Número de empregados -Área de manobras -Número de pistas -Comprimento de pista -Área de pista -Área total -Custo operacional -Despesas de pessoal -Custo do material 	<ul style="list-style-type: none"> -Número de passageiros -Movimentos de tráfego aéreo -Carga movimentada
SCOTTI, D.; DRESNER, M.; MARTINI, G.; YU, C.	2014	<ul style="list-style-type: none"> -Área de terra -Área do terminal -Comprimento da pista -Número de portões de embarque -Despesas operacionais totais do aeroporto 	<ul style="list-style-type: none"> -Número de passageiros -Movimentos de aeronaves -Volume de carga

3. MÉTODO

Este capítulo apresenta o método de pesquisa utilizado e discute questões relativas à abordagem da pesquisa, aos terminais selecionados, coleta e instrumento de tratamento dos dados.

3.1. CARACTERÍSTICAS E PASSOS DA PESQUISA

A tomada de decisão faz parte do cotidiano de todas as organizações. Ao subir os níveis hierárquicos de uma empresa, a complexidade da decisão a ser tomada aumenta, passando de decisões operacionais até decisões estratégicas de longo prazo. As decisões envolvem uma gama de dimensões para análise. O uso de modelos matemáticos auxilia o processo decisório.

O conjunto de técnicas quantitativas conhecido como Pesquisa Operacional (PO) tem como objetivo auxiliar a tomada de decisão. A pesquisa operacional deriva soluções com base em modelo simplificado da realidade, sendo passível de testar e implementar estas soluções (BATISTA, 2009).

Dentre as técnicas quantitativas que auxiliam os gestores na tomada de decisão, uma delas vem se destacando nos últimos anos: a Análise por Envoltória de Dados - *Data Envelopment Analysis* (DEA) (BATISTA, 2009). Esta é a técnica que será utilizada para avaliar a eficiência de Terminais Rodoviários de Passageiros, bem como identificar as unidades ineficientes. As melhorias a estas unidades terão como referência (*benchmarking*) as unidades eficientes, os TRP's de melhor desempenho.

Assim, o enfoque do estudo é quali-quantitativo, com o intuito de traduzir os dados obtidos em padrões para gerenciamento de terminais. Em seu estágio preliminar, o estudo pode ser caracterizado como uma pesquisa descritiva, pois busca apresentar as características do fenômeno. No entanto, o estudo também possui características exploratórias, devido ao objetivo desta pesquisa, que é identificar fatores que

provocam um determinado fenômeno e aprofundar o conhecimento sobre o mesmo, ou seja, explicar o porquê das coisas por meio dos resultados da análise (PRODANOV, FREITAS, 2013).

A pesquisa é caracterizada como quantitativa porque utilizou uma técnica de Pesquisa Operacional para tratamento do dados. A pesquisa tem caráter qualitativo pois utiliza a análise quantitativa para refletir sobre as causas dos fatores de eficiência operacional de TRPs. A Figura 4 apresenta a sequência de aplicação do DEA (WAGNER, 1986).

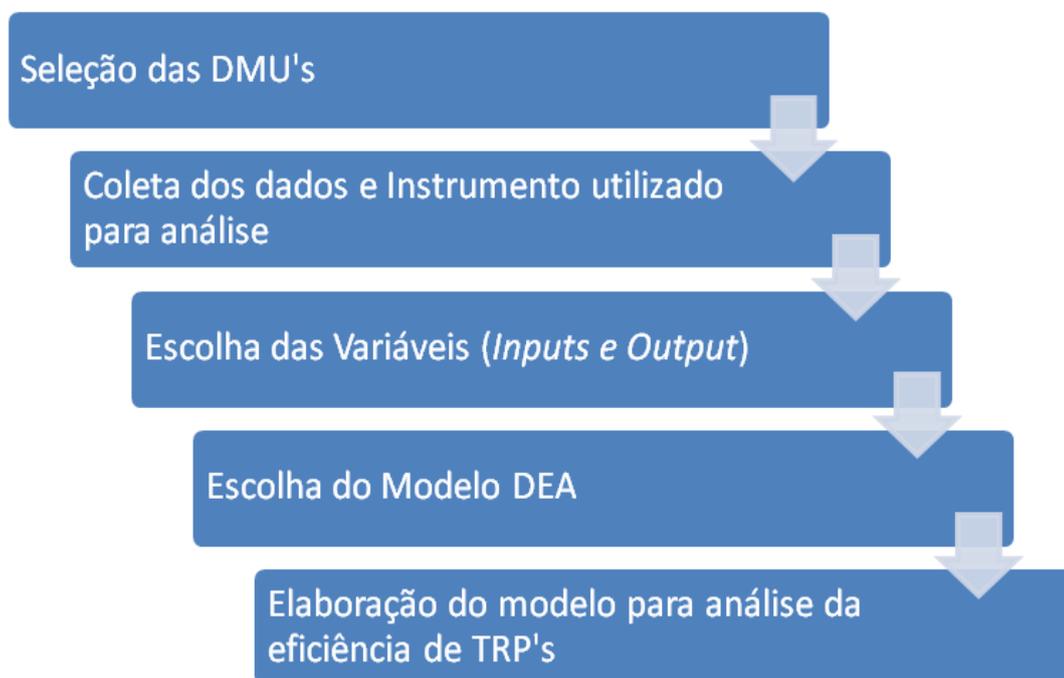


FIGURA 4 – PASSOS DA PESQUISA – FONTE: ELABORADA PELA AUTORA (2016).

A seleção das variáveis também considerou o conhecimento da pesquisadora sobre o funcionamento de TRP's. Este conhecimento foi apreendido por meio de entrevista com 3 gerentes de terminais, 1 coordenador de manutenção e 1 diretor dos TRP's. Foram realizadas entrevistas em 15 visitas aos terminais.

3.2. DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO

Desde modo, com a finalidade de atingir o objetivo da pesquisa, desenvolveu-se um modelo para sistematizar a análise da eficiência relativa das operações no contexto de TRP's administrados por empresa privada, a partir de uma amostra intencional de terminais gerenciados por mesma empresa, contemplando dados referentes ao ano de 2015. As etapas empregadas neste modelo são apresentadas a seguir (Figura 5):

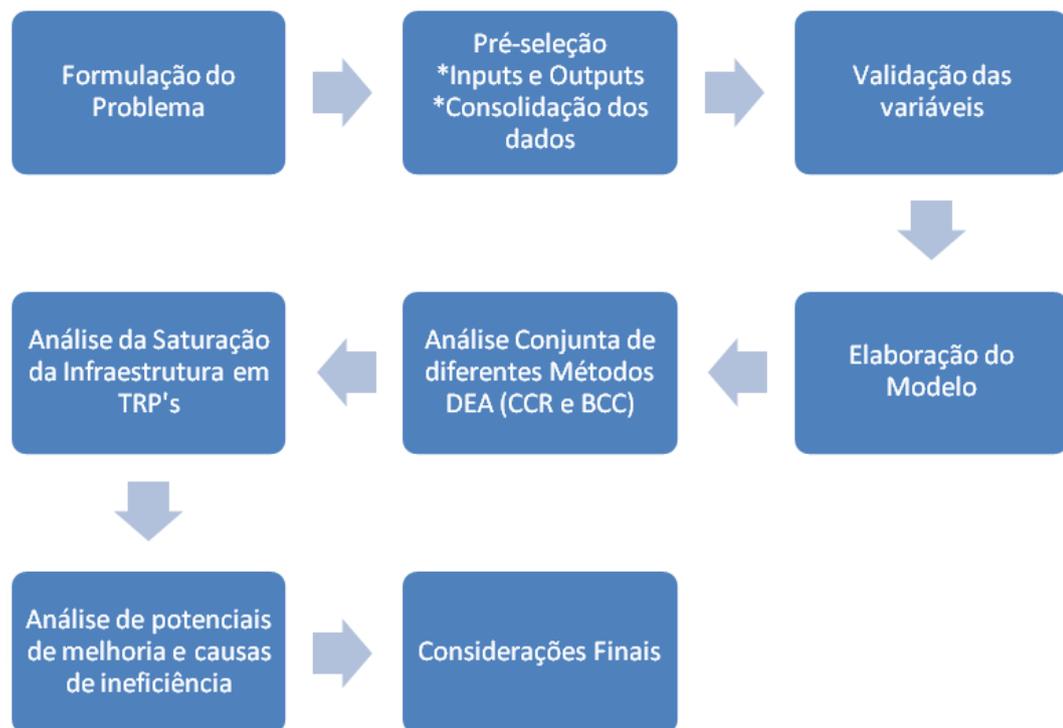


FIGURA 5 – ETAPAS DO MODELO PARA ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE TRP'S– FONTE: ELABORADA PELA AUTORA (2016).

3.2.1 SELEÇÃO DAS DMU'S

São contemplados no estudo, nove TRP's localizados em diferentes Estados Brasileiros administrados por empresa privada. Esta amostra que representa 23% do total de terminais rodoviários administrados por esta empresa privada.

A escolha dos terminais é não-probabilística e por conviência, devido ao acesso a informações para realização da pesquisa. Estes terminais possuem grande movimentação de passageiros sendo importantes para o sistema de transporte rodoviário coletivo brasileiro, devido as suas características:

- Estão localizados em capitais e/ou cidades com concentração de tráfego de passageiros;
- Tem localização estratégica com saída para estradas com destinos para outros países da América do Sul, para o Litoral Norte de São Paulo e para o Interior do País. Além disso, estes terminais estão localizados em grandes centros urbanos com aeroportos internacionais;
- São terminais que podem ser considerados *hub*, ou seja, terminais para conexão entre destinos;
- Concorrem diretamente com aeroportos instalados em suas respectivas cidades;
- Estes terminais receberam investimento de empresa privada para reforma ou construção de sua infraestrutura;
- Possuem centros de negócios com grande movimento comercial;
- Conseguem gerar rendas complementares, ou seja, por meio de exploração de atividades comerciais, além das atividades rodoviárias;
- Os terminais selecionados possuem gestão orientada para sustentabilidade ambiental e social, além de econômica.

Os terminais selecionados são administrados pela mesma empresa. Estes possuem contrato de concessão e/ou Parceria Público-Privada para sua administração e operação. Souza *et al.* (2010) apresentam algumas premissas básicas para a utilização da técnica DEA, as quais foram consideradas para seleção dos terminais:

- Necessário existir dados completos e comparáveis de todas as unidades avaliadas;
- Necessário existir homogeneidade nas unidades avaliadas;
- A técnica DEA não permite análise de variáveis negativas;
- O número de DMU's.

3.2.2. COLETA DOS DADOS E INSTRUMENTO UTILIZADO PARA ANÁLISE

A pesquisa foi conduzida utilizando dados referentes ao ano de 2015. A coleta de dados foi realizada por meio de pesquisa documental. O levantamento de dados se deu com uso do sistema de informações da administradora de terminais escolhida para realização da pesquisa. Após a coleta dos dados, as informações foram computadas em uma planilha base (Excel). O *software Frontier Analyst* foi utilizado para aplicação da técnica DEA, selecionada para tratamento e análise dos dados.

O *software Frontier Analyst* é uma ferramenta de análise da eficiência com base *Windows*, que utiliza a técnica Análise por Envoltória de Dados (DEA) para examinar o desempenho relativo de unidades de operações que possuem funções similares. A versão utilizada no estudo foi *Verson 4.0* (demonstração), publicada em março de 2010. Este modelo foi selecionado, devido a sua ampla utilização em pesquisas recentes.

3.2.3. ESCOLHA DAS VARIÁVEIS (*INPUTS E OUTPUT*)

Um dos pontos principais para aplicação da Análise por Envoltória de Dados é a escolha das variáveis a serem utilizadas. Na aplicação da técnica DEA, a mudança no conjunto de variáveis escolhidos poderá afetar os resultados analisados (SENRA *et al.*, 2007; THANASSOULIS, 1996).

Os artigos pesquisados na revisão sistemática da literatura (RSL) sobre aplicação de DEA em Terminais apresentaram semelhanças nas variáveis utilizadas. Como resultado desta revisão, destacam-se as 10 variáveis *inputs* e 7 variáveis *outputs* que tiveram maior citação na literatura (Tabelas 3 e 4).

TABELA 3 – VARIÁVEIS INPUTS - FONTE: ELABORADA PELA AUTORA (2015).

Seq.	Entradas (<i>inputs</i>)	Citações
1º	Área do Terminal (em m2)	17
2º	Número de Empregados	14

3º	Comprimento de pistas ou linhas (não aplicável)	13
4º	Número de plataformas	08
5º	Área de pista	08
6º	Número de vagas de estacionamento para aeronaves	06
7º	Área de manobras (em m2)	06
8º	Despesas de pessoal	05
9º	Outros custos operacionais	05
10º	Número de portões para embarque	04

TABELA 4 – VARIÁVEIS OUTPUTS - FONTE: ELABORADA PELA AUTORA (2015).

Seq.	Saídas (<i>output</i>)	Citações
1º	Número de passageiros	21
2º	Movimentos de tráfegos de aeronaves	17
3º	Toneladas de Carga	17
4º	Número de planos de voos	04
5º	Outras receitas não resultantes de tarifa aeroportuária	02
6º	Passageiro por Km	02
7º	Vagão ton x Km	02

As variáveis *inputs* mais utilizadas foram: i) Área do terminal (em m2); ii) Número de empregados; iii) Comprimento de pistas ou linhas; iv) Número de plataformas. Das variáveis *outputs* destaca-se: i) Número de passageiros.

A definição das variáveis que foram utilizadas na aplicação do DEA em TRP's, considerou as variáveis com maior frequência de utilização nos estudos analisados. Comparou-se essas variáveis ao contexto de TRP's para verificar sua aplicabilidade. Compreende-se que as variáveis utilizadas na literatura são replicáveis neste estudo sobre eficiência de TRP's. Isso porque essas variáveis expressam em suas relações o uso eficiente do TRP e o nível de serviço ao usuário, conforme justificado abaixo.

A escolha das variáveis também considerou a disponibilidade de dados nos nove TRP's escolhidos para análise e a vivência e experiência da pesquisadora em gestão de terminais.

Para aplicação da DEA, é sugerido que o número de DMU's seja no mínimo, o dobro ou triplo do número total de variáveis (*inputs* mais *outputs*) (ESTELLITA LINS; ANGULO-MEZA, 2000). Assim, considerando que foram utilizadas 9 DMU's, o número de variáveis foi restringido em duas variáveis *inputs* e uma variável *output*.

O *input* X1 (Área Construída) é mensurado em metros quadrados e refere-se à capacidade de circulação de passageiros no terminal. Este *input* está relacionado à eficiência de operações, atendimento aos clientes e capacidade dos terminais. Considerou-se que a área construída do terminal possibilita maior movimentação de passageiros com conforto e disponibilidade de conveniências nas dependências do terminal. Com isso tem-se um melhor nível de serviços aos passageiros.

O *input* X2 (número de funcionários) é mensurado em unidades e está relacionado à eficiência de operações e no atendimento aos clientes. A empresa especializada na operação dos TRP's deve realizar serviços de conservação, manutenção e limpeza dos terminais. Para maior segurança e conforto dos usuários é necessária mão de obra para atender a estes requisitos.

A variável *input* área construída representa dimensões da infraestrutura do terminal. O número de funcionários suporta o nível de serviço ao passageiro, agilizando os trâmites para embarque e desembarque, além de dar suporte à segurança.

O *output* fluxo de passageiros mensal refere-se ao número de embarques, desembarques e transeuntes que circulam mensalmente pelo terminal. A variável *output* é disponibilizada em todos os terminais, alguns pela contagem outra por estimativa. Essa estimativa usa a mesma metodologia (da empresa gestora dos terminais) para cálculo do fluxo mensal de passageiros.

Relativizar o número de passageiros com área construída, número de funcionários dá suporte à análise de saturação da infraestrutura dos terminais.

A saturação da infraestrutura de TRPs é relacionada ao tamanho do terminal para atendimento aos passageiros, quando dimensionado abaixo do necessário para suportar a demanda atual e/ou potencial. Este conceito é relacionado à movimentação de passageiros, considerando o “nível da capacidade de infraestrutura” e o nível de serviços ao usuário/passageiro.

A análise do nível de saturação poderá indicar os terminais que possuem infraestrutura condizente com sua demanda (atual e potencial). Compreende-se que estes terminais poderão oferecer níveis mais altos de serviço, evitando possíveis congestionamentos. Como já destacado, a demanda potencial de um TRP é dependente do maior movimento nos finais de semana (sexta-feira a domingo); início da semana (domingo e segunda-feira) e feriados (datas comemorativas). Os TRP's têm capacidade saturada nos picos de demanda, decorrentes desta demanda potencial. Este impacto pode prejudicar a percepção da qualidade do serviço ao usuário.

Para validar a seleção das variáveis, foi realizada análise de correlação. Para isso foi utilizado coeficiente de correlação, que refere-se a uma medida do grau de relação linear entre duas variáveis quantitativas. A Tabela 5 mostra a matriz de correlações para as variáveis *inputs* e *output* selecionadas.

TABELA 5 – CORRELAÇÃO (1ª ANÁLISE) – FONTE: ELABORADA PELA AUTORA (2016).

	FP	NP	NF	AC
FP – Fluxo de Passageiros	1			
NP – Número de Plataformas	0,65	1		
NF – Número de Funcionários	0,76	0,94	1	
AC – Área Construída	0,52	0,90	0,81	1

Analisando-se a matriz de correlações, apresentada na Tabela 5, pode-se eliminar o *input* “Número de plataformas”, que é altamente correlacionado com os *inputs* “Área construída” e “Número de funcionários”, indicando que existe redundância.

Foi realizada nova análise de correlação, após a exclusão da variável “Número de Plataformas”. A Tabela 6 mostra a nova matriz de correlações para as variáveis *inputs* e *output* selecionadas.

TABELA 6 – CORRELAÇÃO (2ª ANÁLISE) – FONTE: ELABORADA PELA AUTORA (2016).

	FP	NF	AC
FP – Fluxo de Passageiros	1		
NF – Número de Funcionários	0,78	1	
AC – Área Construída	0,61	0,82	1

A segunda análise de correlação sugere moderada correlação positiva entre as variáveis *inputs* e também entre as variáveis *inputs* e *output*. As variáveis foram preservadas, considerando que o número de funcionários obedece aos requisitos operacionais obrigatórios no contrato de concessão (limpeza, conservação e manutenção). Já a área construída possui reflexo na infraestrutura e no nível de serviço aos usuários em termos de conforto, conveniência e segurança.

3.2.4. ESCOLHA DO MODELO DEA

Inicialmente foram calculados os escores de eficiência pelos dois modelos DEA clássicos: CCR (Retorno Constante de Escala), BCC (Retorno Variável de Escala). O escore eficiência produtiva (DEA-CCR) foi necessário para realização do cálculo de eficiência de escala (EE), que é obtida por meio da relação entre os indicadores dos modelos CCR e BCC e é relevante para completar a análise, pois refere-se ao comportamento das DMU's em relação à escala de produção. No entanto, em virtude da amostra contemplar terminais com diversificação no porte de movimentação de passageiros, foi selecionada a técnica DEA-BCC para análise. O modelo DEA-CCR foi utilizado para cálculo da eficiência de escala.

Para realização da pesquisa adotaram-se modelos orientados para produtos (*outputs*), assumindo que a empresa administradora dos terminais visa maximizar o fluxo de passageiros para utilização eficiente de sua capacidade. Neste caso a orientação busca a maximização dos *outputs*.

Foram consideradas as seguintes variáveis:

➤ Variáveis *inputs*:

- AC - Área Construída (em m²);
- NF - Número de funcionários.

➤ Variável *output*:

- FP - Fluxo de passageiros mensal (embarques, desembarques e transeuntes).

3.2.5. ELABORAÇÃO DO MODELO PARA ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE TRP'S

Dessa forma, a mensuração da eficiência relativa das operações dos terminais rodoviários de passageiros buscou identificar DMU's que possuam uma infraestrutura condizente com sua demanda. Assim, foi possível analisar o desempenho e o nível de saturação da infraestrutura destes terminais.

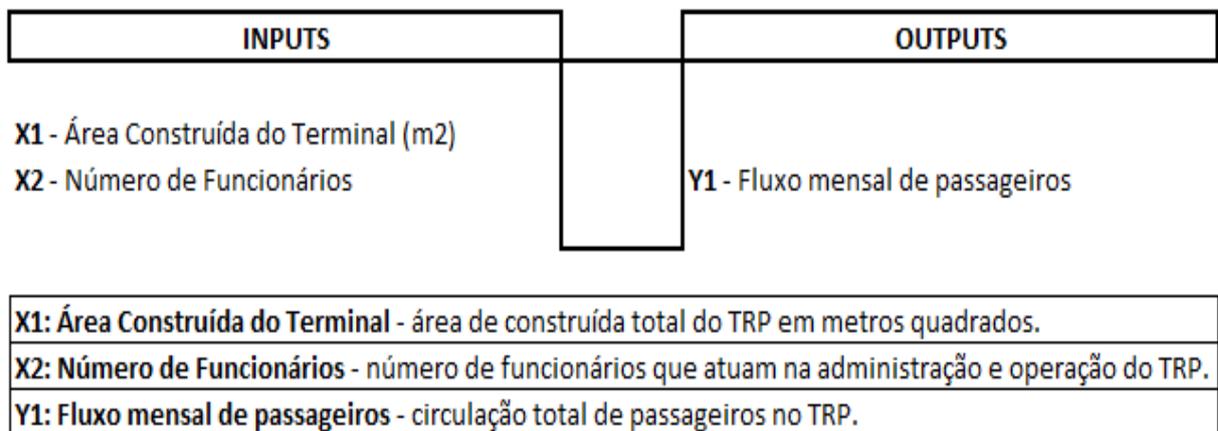


FIGURA 6 – MODELO PARA ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE TRP'S - FONTE: ELABORADA PELA AUTORA (2015).

4. RESULTADOS DA APLICAÇÃO DOS MODELOS DEA EM TERMINAIS RODOVIÁRIOS DE PASSAGEIROS

Este capítulo apresenta os resultados da análise de eficiência relativa de terminais rodoviários de passageiros.

O escopo da eficiência é orientado a *outputs*. São utilizadas variáveis que representam a infraestrutura física do TRP's e o nível do serviço. Assim, neste estudo será considerado o bom aproveitamento da infraestrutura instalada pelos TRP's analisados, ou seja, o quão bem estes terminais conseguem converter uma boa infraestrutura em bom nível de serviços e atendimentos.

Vale ressaltar que a análise realizada é limitada para avaliar o desempenho dos TRP's. Nesta análise serão desconsiderados dados referentes a receita e custos, devido ao compromisso de confidencialidade com a empresa gestora. Também serão desconsiderados dados referentes as empresas de ônibus, pois o foco do estudo será analisar o desempenho das operações do TRP.

Apesar dessas limitações, essa análise é importante para identificar em quais TRP's o investimento em infraestrutura foi excessivo e em quais a infraestrutura instalada está sendo mal utilizada por algum motivo que deverá ser investigado. As técnicas de análise de eficiência detectam os problemas, no entanto as causas demandam investigação.

4.1. EFICIÊNCIA OPERACIONAL EM TRP'S

Os terminais submetidos à DEA receberam as siglas T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 e T9, por obediência ao compromisso de confidencialidade. As variáveis e dados considerados na análise estão descritos na Tabela 7.

TABELA 7– VARIÁVEIS E DADOS - FONTE: ELABORADA PELA AUTORA (2016).

DMU	Inputs		Output
	AC - Área Construída (m ²)	NF - Número de Funcionários	FP - Fluxo de passageiros mensal
T1	17.471	72	272.857
T2	9.306	71	178.561
T3	22.115	98	751.403
T4	28.000	310	1.500.000
T5	17.700	100	1.200.000
T6	12.100	70	450.000
T7	54.480	295	2.700.000
T8	25.000	194	1.416.667
T9	4.500	71	180.000
Média	21.186	142	961.054
Mínima	4.500	70	178.561
Máxima	54.480	310	2.700.000

O terminal T9 é o de menor porte com valores que se aproximam do mínimo para todas as variáveis. O terminal T7 é o maior, com maior volume de passageiros e com valor próximo ao máximo também no número de funcionários.

O processo de análise dos dados verifica quais as unidades eficientes e quais os potenciais de melhoria de cada unidade não eficiente. O *software Frontier Analyst* requer de entrada que sejam definidos os nomes das variáveis e o seu tipo. Os tipos

de variáveis disponíveis no *software Frontier Analyst* são: *input* controlável, *input* não controlável, *output* ou texto.

O *input* controlável é aquele sobre o qual a gestão da unidade tem controle. O resultado pode indicar a necessidade de alterar a quantidade de recurso utilizado e/ou produto fabricado. As variáveis controláveis são também conhecidas como variáveis discricionárias. Já o *input* não controlável é aquele sobre o qual a gestão da unidade não tem controle e, portanto, não pode alterar o seu nível de utilização e/ou de produção. Variáveis incontroláveis também são conhecidas como variáveis não discricionárias.

A variável “Área construída” foi definida como *input* não controlável. Já a variável “Número de Funcionários” foi considerada como *input* controlável, por ser gerenciável. A variável “Fluxo de passageiros mensal” foi definida como *output*.

Os dados foram inseridos no *software* e selecionou-se o modelo DEA a ser utilizado, sendo tal opção possível por meio do menu “DEA *options*”. Neste caso, foram realizadas duas análises, sendo a primeira utilizando o modelo DEA-CCR para obter o escore de eficiência total dos terminais selecionados e a segunda utilizando o modelo DEA-BCC, para verificação da eficiência técnica dos mesmos.

Na sequência, elaborou-se a Tabela 8 constituída com os escores de eficiência obtidos nas análises. A Tabela 8 apresenta os escores de eficiências produtiva (modelo CCR) e técnica (modelo BCC). A eficiência de escala (EE) é resultante da razão entre os escores de eficiência produtiva e eficiência técnica. Também são mostradas as unidades de referências para os terminais não eficientes.

Destaca-se que as análises de eficiência, foram orientadas a *outputs*, pois os terminais operam com o objetivo de maximizar sua produção, isto é, processamento de passageiros.

TABELA 8 – EFICIÊNCIA DOS TRP'S - FONTE: ELABORADA PELA AUTORA (2016).

DMU	Eficiência Produtiva (EP) - CCR	Benchmarks	Eficiência Técnica (ET) BCC	Benchmarks	Eficiência de escala (EE)
T1	31,6%	T5	54,6%	T5/T6	0,58
T2	28,3%	T5	48,4%	T5/T6/T9	0,58
T3	63,9%	T5	65,3%	T5/T6	0,98
T4	79,0%	T5	100,0%	Eficiente	0,79
T5	100,0%	Eficiente	100,0%	Eficiente	1,00
T6	54,9%	T5	100,0%	Eficiente	0,55
T7	30,5%	T5	72,5%	T8	0,42
T8	83,6%	T5	100,0%	Eficiente	0,84
T9	59,0%	T5	100,0%	Eficiente	0,59
DMUs Efic.	1		5		1
Média	59,0%		82,3%		0,70
Valor mínimo	28,3%		48,4%		0,42
Valor máximo	100,0%		100,0%		1,00

Observa-se que no modelo CCR apenas 1 terminal, o T5, apresentou-se eficiente em 2015. Tal terminal serve de referência às demais DMU's ineficientes. A eficiência produtiva dos TRP's pesquisados variou entre 28,3% e 100,0%. A média de eficiência produtiva foi de 59,0%. Observa-se que 4 terminais possuem indicador de eficiência produtiva abaixo da média (T1, T2, T6 e T7).

No modelo BCC, por sua vez, 5 TRP's apresentam escore de eficiência igual a 100,0%. A média do escore de eficiência no BCC é 82,3%. Os terminais T1, T2, T3 e T7 são ineficientes, com valores abaixo da média. Isso indica que há benefícios no aproveitamento dos potenciais de melhoria identificados nas técnicas quantitativas, a

serem utilizadas nas medidas de gestão destes terminais com baixa eficiência técnica.

A razão obtida entre os escores de eficiência CCR e BCC, resulta na eficiência de escala (EE). Se essa razão for igual a 1,00, o terminal estará operando na escala ótima. Caso contrário, o terminal será tecnicamente ineficiente, operando abaixo ou acima do nível ótimo. Assim, os TRP's T1, T2, T3, T4, T6, T7, T8 e T9 são ineficientes devido à escala. Apenas 3 terminais (T3, T4 e T8) tem eficiência de escala acima da média. Os terminais têm bom potencial para melhorar a sua eficiência redimensionando as escalas operacionais para otimizar a produtividade de suas operações.

Após classificação dos terminais segundo os critérios de eficiência técnica e de escala, podem-se realizar algumas recomendações gerais (Tabela 9).

TABELA 9 – RECOMENDAÇÕES - FONTE: ELABORADA PELA AUTORA (2016).

Terminais	Recomendações
T5	Este terminal apresenta o cenário ideal, ou seja, este terminal é referencia para as demais unidades. O TRP utiliza os recursos sem desperdício e opera em escala ótima. Em caso de aumento da produção, este aumento deve ocorrer mantendo-se a proporção de uso dos fatores.
T1, T2, T3 e T7	Estes terminais apresentaram ineficiência técnica, devido ao excesso de insumos. Para aumentar a eficiência técnica é preciso eliminar o que há de excesso nos insumos.
T1, T2, T3, T4, T6, T7, T8 e T9	Estes terminais apresentam ineficiência de escala. Isto ocorre porque os TRP's T1, T2, T3, T6 e T9 estão operando abaixo da escala ótima e os TRP's T4, T7 e T8 estão operando acima da escala ótima. Para operar em escala ótima indica-se adequar o volume de produção.

Em complemento a análise da eficiência técnica, obtida pelo escore DEA-BCC, é relevante para o estudo observar o comportamento das unidades ineficientes quanto ao tipo de retorno à escala (Tabela 11).

TABELA 10– TIPO DE RETORNO À ESCALA - FONTE: ELABORADA PELA AUTORA (2016).

DMU	RTS	Tipo de Retorno à escala
T1	-1	Crescente
T2	-1	Crescente
T3	-1	Crescente
T4	1	Decrescente
T5	-	Eficiente
T6	-1	Crescente
T7	1	Decrescente
T8	1	Decrescente
T9	-1	Crescente

Os terminais T1, T2, T3, T6 e T9 apresentaram retorno à escala crescente. Isto ocorre porque o número de *inputs* utilizados gera um aumento desproporcionalmente maior no número de *outputs*. Isso representa que estas DMU's estão operando abaixo da capacidade ótima, ou seja, capacidade que garante maior produtividade.

Já os terminais T4, T7 e T8 apresentaram retorno à escala decrescente. Isto é decorrente do aumento no número de *inputs* que ocasiona um aumento desproporcionalmente menor no número de *outputs*. Isto acontece, por que os terminais estão operando acima da capacidade ótima.

As análises de eficiência foram orientadas a *outputs*, possibilitando apresentar valores de referência necessários à maximização da produção. A avaliação do desempenho pelo modelo BCC, com rendimentos de escala variável, considera que o *output* fluxo de passageiros sofre variações de produtividade em diferentes níveis de área construída e número de funcionários (crescente e decrescente). A eficiência apresentada no modelo BCC (eficiência de escala) indica que o terminal T5 está operando com produtividade máxima (100%).

4.2. ANÁLISE DA SATURAÇÃO DA INFRAESTRUTURA EM TRP'S

No Gráfico 3, foram plotadas as coordenadas da eficiência dos TRP's, considerando os modelos com retorno variáveis de escala, DEA-BCC (Eficiência técnica) e eficiência de escala (EE). Para o modelo DEA-BCC foi aplicada a linha de corte referente ao nível de saturação de 0,82, média da eficiência técnica. Já para o resultado da eficiência de escala a linha de corte adotada foi à média, 0,70.

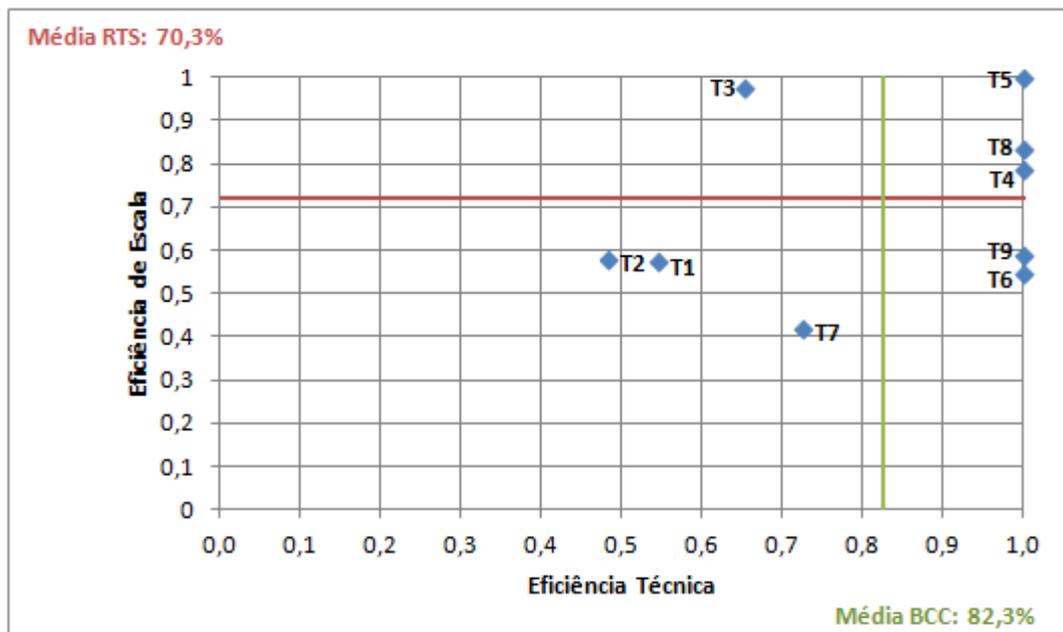


GRÁFICO 3 – SATURAÇÃO DA CAPACIDADE - FONTE: ELABORADA PELA AUTORA (2016).

Considera-se que valores acima destas médias caracterizam terminais com potencial de saturação e/ou saturados, devendo preocupar-se em planejar a expansão de sua infraestrutura. Neste contexto, em ambas as perspectivas, estão localizados os terminais T4, T5 e T8. Além destes terminais também podemos observar os terminais T9, T6 e T3 que são tecnicamente eficientes e portanto saturados.

Estes terminais são eficientes, atendendo a demanda do cotidiano, mas são considerados com infraestrutura saturada para atender à demanda em momentos de pico e demanda potencial (horários de pico, finais de semana e datas comemorativas). Para atendimento de sua demanda potencial sem

congestionamentos de sua infraestrutura é indicado um estudo para verificar as alternativas futuras para possíveis ampliações.

4.3. ANÁLISE DOS POTENCIAIS DE MELHORIA E CAUSAS DE INEFICIÊNCIA

Pela análise dos potenciais de melhoria (Tabela 10) tem-se que a variável insumo área construída (AC) tem grande responsabilidade para distorção de eficiência em três terminais (T1, T3, T7). Estes apresentam desbalanceamento entre área construída e fluxo de passageiros. Estes terminais estão preparados para atender à demanda potencial.

O excesso indicado para área construída pode ser explicado, para os terminais T1 e T3, por serem projetos recentes com área dedicada para o serviço de comércio, seguindo a tendência apontada por Gillen (2011). O terceiro terminal T7 é terminal com intermodalidade de transporte coletivo urbano, com intensa atividade comercial e caracterizado como terminal *hub*, conectando viagens rodoviárias e aéreas do e para o interior do Estado e demais Estados Brasileiros e outros países da América do Sul. A variável insumo número de funcionários é adequada para todos os terminais.

TABELA 11 – METAS E POTENCIAIS DE MELHORIA DEA BCC - FONTE: ELABORADA PELA AUTORA (2016).

DMU	ATUAL			META			FOLGAS		
	Inputs		Output	Inputs		Output	Inputs		Output
	AC	NF	FP	AC	NF	FP	AC	NF	FP
T1	17.471	72	272.857	12.473	72	500.000	-28,6%	0,0%	83,2%
T2	9.306	71	178.561	9.306	71	369.107	0,0%	0,0%	106,7%
T3	22.115	98	751.403	17.326	98	1.150.000	-21,7%	0,0%	53,0%
T4	28.000	310	1.500.000	28.000	310	1.500.000	0,0%	0,0%	0,0%
T5	17.700	100	1.200.000	17.700	100	1.200.000	0,0%	0,0%	0,0%
T6	12.100	70	450.000	12.100	70	450.000	0,0%	0,0%	0,0%
T7	54.480	295	2.700.000	27.612	295	1.489.224	-49,3%	0,0%	37,9%
T8	25.000	194	1.416.667	25.000	194	1.416.667	0,0%	0,0%	0,0%
T9	4.500	70	180.000	4.500	70	180.000	0,0%	0,0%	0,0%

Mantendo área construída e número de funcionários (valores atuais) os terminais T1 e T2 suportam aumento no fluxo de passageiros, conforme indicado na Tabela 10. Os resultados apontam como diretriz a adequação de área construída à demanda esperada. Os potenciais de melhoria apresentadas para os percentuais de *input* indicam redução dos valores na variável de infraestrutura (área construída), associados a decisões estratégicas com comprometimento de capital para investimento a longo prazo.

De modo geral, para os terminais que possuem algum grau de ineficiência técnica é recomendável a análise de uso de seus insumos. Para isso, o terminal ineficiente deve observar o que seu *benchmark* está fazendo, ou seja, ele só foi considerado ineficiente porque existe pelo menos outro terminal com características semelhantes que consegue realizar o processamento de passageiros, gastando relativamente menos ou usando melhor seus insumos.

Recomenda-se o aproveitamento da área construída excedente de forma a gerar conforto e conveniência aos usuários e passageiros e assim, maximizar o retorno do investimento realizado pela empresa privada. A administradora dos terminais ineficientes devem envidar esforços visando gerar renda por meio de exploração de diversas atividades comerciais e empresariais.

Assim, a tendência é proporcionar aos terminais de passageiros um foco mais comercial para aumento da lucratividade. Para aumento do fluxo de passageiros, indica-se que a gestão do terminal busque junto aos órgãos competentes locais, direcionar maior número de linhas e empresas para que venham a operar nos terminais que apresentaram capacidade ociosa.

5. CONCLUSÕES

O propósito desta pesquisa foi medir a eficiência relativa das operações de terminais rodoviários de passageiros brasileiros por meio de aplicação da Análise por Envoltória de Dados. Foi apresentado o resultado da utilização da técnica quantitativa DEA-BCC (eficiência técnica), orientada a *outputs*.

Também foi desenvolvido um modelo para sistematizar esta análise no contexto de TRP's administrados por empresa privada, a partir de uma amostra intencional de nove terminais gerenciados por mesma empresa, contemplando dados referentes ao ano de 2015.

O uso da técnica DEA embasou as análises que foram complementadas pelo conhecimento da pesquisadora sobre os terminais, com dados de suas operações no ano de 2015.

Com base na literatura e conhecimento do funcionamento de TRP's, as variáveis selecionadas para análise da eficiência relativa em TRP's, foram: área construída e número de funcionários (*inputs*) e fluxo de passageiros (*output*). Isto se deu após verificar a correlação entre a área construída e número de plataformas.

O uso destas variáveis permitiu a avaliação da eficiência de operações pela comparação entre resultados (*outputs*) e recursos utilizados nas operações (insumos utilizados na realização do serviço - *inputs*).

O terminal mais eficiente, apontado pelo resultado DEA-BCC foi o terminal T5. O modelo de retorno de escala variável (BCC) também indicou os terminais T4, T6, T8 e T9, como eficiente. No entanto, o T5 é referência para o maior número das unidades analisadas.

Indica-se que há sobre capacidade dos terminais T1, T3 e T7 em área construída e número de funcionários. Os terminais T1 e T3 caracterizam-se por serem terminais *hub* conectando viagens aéreas e do e para o interior do Estado e para outros Estados do Brasil. O terminal T7 serve à intermodalidade de transporte urbano

coletivo (metrô e linhas intermunicipais), visando o atendimento da demanda potencial (horários de pico, finais de semana e datas comemorativas).

Os TRP's que apresentaram infraestrutura saturada no modelo DEA-BCC (T4, T5, T6, T8 e T9), são terminais de grande impacto para o sistema de transporte público rodoviário brasileiro, pois realizam a integração entre diversas cidades e estados do país e também para destinos internacionais. Assim, é possível inferir pela necessidade de investimentos planejados na ampliação da infraestrutura dos TRP's para atender a sua demanda nos próximos anos.

A decisão para mudança da infraestrutura é sobre horizonte de longo prazo (sua alteração demanda maiores investimentos). A decisão sobre número de funcionários, embora pudesse ser considerada de curto prazo, sofre restrições por obedecer a normas da concessão sobre os serviços que devem ser ofertados. Ambas as decisões afetam as operações dos TRP's, gerando possíveis congestionamentos, conforme a saturação nestes terminais. Os resultados oferecem subsídios para reflexão na tomada de decisão destes aspectos dos terminais.

A concessão de serviços públicos é embasada na expectativa de que a atuação da empresa especializada na operação do TRP, leve os terminais a operações eficientes de forma a garantir padrões de qualidade e atingir a satisfação dos clientes.

Faz parte das metas dos gestores de TRP's transformarem terminais ineficientes em eficientes. Assim, este trabalho indica diretrizes para maximizar o fluxo de passageiros nos terminais em função de sua área construída e número de funcionários. O gestor de terminais deve buscar junto aos órgãos competentes, direcionar o maior número de linhas e empresas operadoras, para aumentar a demanda de passageiros no terminal. Também deve realizar parceria com instituições e ONGs, para realização de ações que levem transeuntes a utilizarem as instalações do terminal e incentivar a ampliação do terminal como centro de negócios comerciais.

Os resultados apontam também as fragilidades dos terminais analisados para atender a demanda potencial, pela análise de sua capacidade.

Os resultados obtidos no presente trabalho proporcionam o conhecimento e informações especificamente sobre análise de eficiência das Operações de Terminais Rodoviário de Passageiros.

Uma sugestão para futura pesquisa é a continuidade deste estudo, comparando os resultados de eficiência operacional de TRP's administrados por empresas especializadas com resultados de eficiência de TRP's administrados pela gestão pública.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIKO, Alex. **Serviços Públicos Urbanos**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2011.

ADLER, N.; ULKU, T.; YAZHEMSKY, E. Small regional airport sustainability: Lessons from benchmarking. **Journal of Air Transport Management**, v. 33, p. 22-31, 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (Brasil). **Apresentação**. 2014. Disponível em: <<http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/4890/Apresentacao.html>>. Acesso em: 23 set. 2014.

ALVARENGA, José Eduardo de. Parcerias público-privadas: breves comentários. **Revista Eletrônica de Direito Administrativo Econômico**. Salvador, Instituto de Direito Público da Bahia, n. 2, mai-jun-jul, 2005. Disponível em: <<http://www.direitodoestado.com.br>>. Acesso em: 15 nov. 2014.

ARAÚJO, C. E. F.; MARTINS, F. G. D.; SILVA, F. G. F. Análise Exploratória da Eficiência Operacional de Empresas do Transporte Rodoviário Interestadual de Passageiros por Ônibus no Brasil. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 22., 2008, Ceará. **Anais eletrônicos...** Ceará: 2008. Disponível em: <<http://www.anpet.org.br/portal/index.php/component/content/article/100-area-restrita/117-anais-congresso-anpet>>. Acesso em: 14 out. 2014.

ASSAF, A. G.; GILLEN, D. Measuring the joint impact of governance form and economic regulation on airport efficiency. **European Journal of Operational Research**, v. 220, p. 187-198, 2012.

ASSAF, A. G.; JOSIASSEN, A.; GILLEN, D. Measuring firm performance: Bayesian estimates with good and bad outputs. **Journal of Business Research**, v. 67, p. 1249-1256, 2014.

BÁRBARA, Vanessa (2003). Comédia Passageira. In [www.EmCrise - Terminal Rodoviário Tietê.htm](http://www.EmCrise.com.br/terminal-rodoviario-tiete.htm). Acesso em: 10 mai. 2016.

BARROS, C. P. Airports in Argentina: Technical efficiency in the context of an economic crisis. **Journal of Air Transport Management**, v. 14, p. 315-319, 2008.

BARROS, C. P.; DIEKE, P. U. C. Measuring the economic efficiency of airports: A Simar–Wilson methodology analysis. **Transportation Research Part E**, v. 44, p. 1039-1051, 2008.

BARROS, C. P.; WEBER, W. L. Productivity growth and biased technological change in UK airports. **Transportation Research Part E**, v. 45, p. 642-653, 2009.

BARROS, C.P., 2008b. Technical efficiency of UK airports. **Journal of Air Transport Management** 14 (4), 175–178.

BATISTA, F. D. **Metodologia para o uso da análise por envoltória de dados no auxílio à decisão**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Federal de Itajubá, 2009.

BELLONI, J. A. **Uma Metodologia de avaliação da eficiência produtiva de Universidade Federais Brasileiras**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 2000.

BERTOLOTO, R. F.; MELLO, J. C. C. B. S. **Eficiência de portos e terminais privados brasileiros com características distintas**. *Journal of Transport Literature*, vol. 5, n. 2, pp. 4-21, Abr. 2011.

BHANOT, N.; SINGH, H. Benchmarking the performance indicators of Indian Railway container business using data envelopment analysis. **Benchmarking: An International Journal**, v. 21, n. 1, p. 101-120, 2014.

CAMELO, G. R.; COELHO, A. S.; BORGES R. M.; SOUZA, R. M. Eficiência e Benchmarking de Operadores Logísticos através da Análise Envoltória de Dados (DEA). *In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 17, 2010, Bauru. **Anais eletrônicos...** São Paulo: Unesp, 2010. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais_simpep.php?e=5>. Acesso em: 09 nov. 2014.

CERQUEIRA, A. S. **Fatores determinantes do Transporte Rodoviário Intermunicipal de passageiros na Bahia: Ameaças para sustentabilidade e qualidade da prestação do serviço**. Dissertação (Mestrado Profissional em Administração) – Núcleo de Pós-graduação em Administração da Escola de Administração, da Universidade Federal da Bahia. 2007.

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

CHI-LOK, A. Y.; ZHANG, A. Effects of competition and policy changes on Chinese airport productivity: An empirical investigation. **Journal of Air Transport Management**, v. 15, n. 1, p. 166-174, 2009.

COOPER, W. W.; LI, S.; SEIFORD, L. M.; ZHU, J. Sensitivity analysis in DEA. *In: Handbook on data envelopment analysis*. Boston: Kluwer Academic, 2004.

DIAS, L. F. **Avaliação da eficiência dos principais aeroportos brasileiros através da Análise Envoltória de Dados**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Administração, da Fundação Instituto Capixaba de Pesquisas em Contabilidade, Economia e Finanças. Vitória: FUCAPE, 2014.

DUNHAM, J. A. **SIMTERP – Simulador para Terminais Rodoviários de Passageiros Intermunicipais**: Contribuição para a avaliação de desempenho de Terminais Rodoviários no Estado do Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado Engenharia de Transportes) – Coordenação dos Programas de Pós-graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2008.

ESTELLITA LINS, M.P.; ANGULO-MEZA, L. **Análise envoltória de dados e perspectivas de integração no ambiente de apoio à decisão**. Rio de Janeiro: Editora COPPE/UFRJ, 2000.

FARREL, M.J. The measurement of productive efficiency. **J. Royal Statistical Society**, v. 120, Part III, 253-290, 1957.

FERREIRA, Carlos Maurício de Carvalho; GOMES, Adriano Provezano. **Introdução à Análise Envoltória de Dados**: teoria, modelos e aplicações. 1. ed. Minas Gerais: Editora UFV, 2009.

FUNG, M. K. Y.; WAN, K. K. H.; HUI, Y. V.; LAW, J. S. Productivity changes in Chinese airports 1995–2004. **Transportation Research Part E**, v. 44, p. 521-542, 2008.

GILLEN, D. The evolution of airport ownership and governance. **Journal of Air Transport Management**, vol. 17, p 3-13, 2011.

GONÇALVES, O.; BALBINOTO NETO, G. **A regulamentação de estação rodoviária**: teorias e evidências para o caso gaúcho no período 1997-2007. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/ppge/pcientifica/2008_03.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2014.

GOUVÊA, Vânia Barcellos. **Contribuição ao Estudo de Implementação de Terminais Urbanos de Passageiros**. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia, 1980.

KALIRAJAN, K.P. **On measuring economic efficiency**. Journal of Applied Econometrics. V. 5, p. 75-85, 1990.

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

KUTLAR, A.; KABASAKAL, A.; SARIKAYA, M. **Determination of the efficiency of the world railway companies by method of DEA and comparison of their efficiency by Tobit analysis**. Quality and Quantity, v. 47, p. 3575-3602, 2013.

LAI, P.; POTTER, A.; BEYNON, M. **The development of benchmarking techniques in airport performance evaluation research**. Transportation Journal, v. 51, n. 3, 2012.

LEITE, L. R. Systematic Literature Review on Performance Measurement and Sustainability. In: **American Society for Engineering Management 2012 International Annual Conference**. Virginia Beach, VA: ASEM, 2012.

LI, S. The cost allocation approach of airport service activities. **Journal of Air Transport Management**, v. 38, p. 48-53, 2014.

LIN, L. C.; HONG, C. H. Operational performance evaluation of international major airports: An application of data envelopment analysis. **Journal of Air Transport Management**, v. 12, p. 342-351, 2006.

LOVELL, C.A.K. Production frontiers and productive efficiency. In: FRIED, H. O.; LOVELL, C.A.K.; SCHMIDT, S.S. (eds.), **The measurement of productive efficiency**. New York, Oxford University, 1993.

LOZANO, S.; GUTIÉRREZ, E. Slacks-based measure of efficiency of airports with airplanes delays as undesirable outputs. **Computers & Operations Research**, v. 38, p. 131-139, 2011.

LOZANO, S.; GUTIÉRREZ, E.; MORENO, P. Network DEA approach to airports performance assessment considering undesirable outputs. **Applied Mathematical Modelling**, v. 37, p. 1665-1676, 2013.

MAC DOWELL, F. M. B. **Uma Aplicação do método de Data Envelopment Analysis – DEA para medir a eficiência operacional dos terminais de contêineres**. **eGesta**, v. 3, n. 3, jul-set/2007, p. 105-128.

MARIANO, B. E. **Conceitos Básicos de Análise Eficiência produtiva**. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 14., 2007, Bauru. Anais eletrônicos... São Paulo: Unesp, 2007. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais_simpep.php?e=>>. Acesso em: 08 out. 2014.

MARIANO, B. E. **Sistematização e Comparação de Técnicas, Modelos e Perspectivas não paramétricas de análises de Eficiência Produtiva**. Dissertação (Mestrado Engenharia de Transportes) – Departamento de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Carlos, São Carlos. 2008.

MARIANO, B. E., ALMEIDA M. R., REBELATTO, D. A. N. **Peculiaridades da Análise por Envoltória de Dados**. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 12, 2006, Bauru. Anais eletrônicos... São Paulo: Unesp, 2006. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais_simpep.php?e=>>. Acesso em: 08 out. 2014.

MARTINI, G.; MANELLO, A.; SCOTTI, D. The influence of fleet mix, ownership and LCCs on airports' technical/environmental efficiency. **Transportation Research Part E**, v. 50, p. 37-52, 2013.

MAXIMILIANO, Antonio Cesar Amaru. **Teoria Geral da Administração: da revolução urbana à revolução digital**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

MELLO, R. G. S.; MARTINS, R. A.; FILHO, A. G. A. **Revisão Sistemática da Literatura: Relação entre Big Data e Estratégia**. In: XXI SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2004, São Paulo.

MERKERT, R.; MANGIA, L. Efficiency of Italian and Norwegian airports: A matter of management or of the level of competition in remote regions?. **Transportation Research Part A**, v. 62, p. 30-38, 2014.

NEELY, A. **Measuring business performance**. London: The Economist Books, 1998.

PATHOMRISI, S.; HAGHANI, A.; DRESNER, M.; WINDLE, R. J. **Impact of undesirable outputs on the productivity of US airports**. *Transportation Research Part E*, v. 44, p. 235-259, 2008.

PERELMAN, S.; SEREBRISKY, T. Measuring the technical efficiency of airports in Latin America. **Utilities Policy**, v. 22, p. 1-7, 2012.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. Ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

PYRIALAKOU, V. D.; KARLAFTIS, M. G.; MICHAELIDES, P. G. Assessing operational efficiency of airports with high levels of low-cost carrier traffic. **Journal of Air Transport Management**, v. 25, p. 33-36, 2012.

RECK, G. **Apostila Transporte Público**. Departamento de Transporte, Universidade Federal do Paraná, Paraná.

SAMPAIO, Lucas. **Sete milhões trocam ônibus por viagem de avião em 8 anos**. Folha de São Paulo. São Paulo, abr. 2014. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2014/04/1446304-7-milhoes-trocam-onibus-por-viagem-de-aviao-em-8-anos.shtml>>. Acesso em: 23 set. 2014.

SCOTTI, D.; DRESNER, M.; MARTINI, G.; YU, C. Incorporating negative externalities into productivity assessments of US airports. **Transportation Research Part A**, v. 62, p. 39-53, 2014.

SENRA, L. F.; NANJI, L. C.; MELLO, J. C. C. S. de; ÂNGULO-MEZA, L. **Estudo sobre métodos de seleção de variáveis em DEA**. *Revista Pesquisa Operacional*, v. 27, n. 2, p. 191-207, 2007.

SHI, F. X.; LIM, S. H. Railroad productivity analysis: case of the American Class I railroads. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 60, n. 4, p. 372-386, 2011.

SILVA, A. C. S.; ASSUMPÇÃO, M. R. P. **Revisão Sistemática da Literatura: Determinantes de eficiência operacional em Terminais de Passageiros**. In: XXII

SIMPEP, 2015, Bauru. Anais eletrônicos... Bauru: 2015. Disponível em: < http://www.simpep.feb.unesp.br/anais_simpep.php?e=10>. Acesso em: 14 jun. 2016.

SILVA, P. **A Gestão Estratégica de Custos em uma empresa de Transportes Rodoviários de Passageiros e Encomendas**. Monografia (Curso Ciências Contábeis) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina. 2010.

SILVEIRA, Rafael Valente. **Mensuração da Eficiência dos Terminais Portuários Brasileiros via Análise Envoltória de Dados**. Dissertação (Mestrado Administração) - Universidade Federal do Rio de Janeiro – Instituto COPPEAD de Administração, 2009.

SINDICATO DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES DE PASSAGEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO (São Paulo). **Institucional**. 2014. Disponível em: <<http://www.setpesp.org.br/institucional.aspx?XD=10>>. Acesso em: 20 set. 2014.

SOARES, P. U. **Procedimento para a localização de terminais rodoviários interurbanos, interestaduais e internacionais de passageiros**. Dissertação (Mestrado Engenharia de Transportes) – Coordenação dos Programas de Pós-graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2006.

SOCICAM (2014). Disponível em: < <http://www.socicam.com.br/> >. Acesso em: 26 set. 2014.

SOUZA, R. P., COSTA, S. A., MACEDO, M. A. S. **Análise da eficiência de empresas do setor de transporte no Brasil: Um estudo utilizando DEA**. In: XIII Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais, 2010, São Paulo. Anais eletrônicos... São Paulo: FGV-EAESP, 2010. Disponível em: <http://www.simpoi.fgvsp.br/index.cfm?FuseAction=arquivo.monta&ID_EdicaoArquivo=2010>. Acesso em: 08 out. 2014.

THANASSOULIS, E. **Assessing the efficiency of schools with pupils of different ability using Data Envelopment Analysis**. Journal of the Operational Research Society, v. 47, n. 1, 84-97, 1996.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. **Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review**. British Journal of Management, v. 14, n. 3, p. 207-222, 2003.

WAGNER, H. M. **Pesquisa Operacional**. Rio de Janeiro: Prentice-Hall. 1986.

WANG, T. F.; SONG, D. W.; CULLINANE, K. **The Applicability of Data Envelopment Analysis to Efficiency Measurement of Container Ports**. IAME Panama International Steering Committee. Panama, p. 13-15 November 2002.

WANKE, P. F. **Capacity shortfall and efficiency determinants in Brazilian airports: Evidence from bootstrapped DEA estimates**. Socio-Economic Planning Sciences, v. 46, p. 216-229, 2012.

WANKE, P. F. **Physical infrastructure and flight consolidation efficiency drivers in Brazilian airports: A two-stage network-DEA approach.** Journal of Air Transport Management, v. 31, p. 1-5, 2013.

WRIGHT, P. H.; ASHFORD, N. **Transportation Engineering.** v. 3. New York: John Wiley & Sons, 1989.

WU, Y. J, LIN, C. **National port competitiveness: implications for India.** Management Decision, v. 46, n. 10, p. 1482-1507, 2008.

YOSHIDA, Y.; FUJIMOTO, H. **Japanese-airport benchmarking with the DEA and endogenous-weight TFP methods: testing the criticism of overinvestment in Japanese regional airports.** Transportation Research Part E, v. 40, p. 533-546, 2004.

YU, M. **Assessment of airport performance using the SBM-NDEA model.** Omega, v. 38, p. 440-452, 2010.

YU, M. **Measuring physical efficiency of domestic airports in Taiwan with undesirable outputs and environmental factors.** Journal of Air Transport Management, v. 10, p. 295-303, 2004.

YU, M.; LIN, E. T. J. **Efficiency and effectiveness in railway performance using a multi-activity network DEA model.** Omega, v. 36, p. 1005-1017, 2008.