

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ANÁLISE DE VARIÁVEIS DIRECIONADORAS DE MELHORES PRÁTICAS EM
OPERAÇÕES LOGÍSTICAS**

MARCOS ANTONIO NUNES DA SILVEIRA

Vitória - ES
2015

MARCOS ANTONIO NUNES DA SILVEIRA

**ANÁLISE DE VARIÁVEIS DIRECIONADORAS DE MELHORES PRÁTICAS EM
OPERAÇÕES LOGÍSTICAS**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito obrigatório para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração em Transportes.

Orientadora: Prof^a Dra. Patrícia Alcantara Cardoso.

Vitória - ES
2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial Tecnológica,
Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

S587a Silveira, Marcos Antonio Nunes da, 1979-
Análise de variáveis direcionadoras de melhores práticas em
operações logísticas / Marcos Antonio Nunes da Silveira. – 2015.
174 f. : il.

Orientador: Patrícia Alcantara Cardoso.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade
Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. Análise envoltória de dados. 2. Padrões de desempenho.
3. Benchmarking (Administração). 4. Logística empresarial. I.
Cardoso, Patrícia Alcantara. II. Universidade Federal do Espírito
Santo. Centro Tecnológico. III. Título.

CDU: 624

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

ANÁLISE DE VARIÁVEIS DIRECIONADORAS DE MELHORES PRÁTICAS EM OPERAÇÕES LOGÍSTICAS

Marcos Antonio Nunes da Silveira

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Civil do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de Transportes.

Aprovada no dia 14 de agosto de 2015 por:



Prof. Dra. Patricia Alcântara Cardoso
Doutora em Engenharia de Produção
Orientadora - UFES



Prof. Dra. Marta Monteiro da Costa Cruz
Doutora em Engenharia de Transportes
Examinadora Interna - UFES



Prof. Dra. Teresa Cristina Janes Carneiro
Doutora em Administração
Examinadora Externa – UFES



Prof. Dra. Lucilaine Maria Pascucci
Doutora em Administração
Examinadora Externa – UFES



Prof. Dra. Lidia Ângulo Meza
Doutora em Engenharia de Produção
Examinadora Externa - UFF

Vitória – ES, agosto de 2013

“Prossigo para o alvo,
Pelo prêmio da soberana vocação de
Deus em Cristo Jesus.”

Filipenses 3:14

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me sustentado durante todo o processo de desenvolvimento da dissertação, provendo todos os recursos necessários para que esse desafio fosse concluído.

Aos meus pais, que nos primórdios da minha educação destacaram a importância do estudo para o crescimento pessoal e profissional.

À minha professora orientadora, Patrícia Alcântara, pela disponibilidade em me direcionar durante as fases de desenvolvimento de todo o trabalho.

Ao programa de mestrado e ao corpo docente do mesmo, que permitiram a aquisição do conhecimento necessário para o início, o desdobramento e a conclusão da dissertação.

À, minha esposa Fran, pelo apoio incondicional nos momentos em que foi necessário abdicar do lazer e dos compromissos familiares, para o atendimento dos prazos estabelecidos para a conclusão deste projeto.

RESUMO

A busca pela identificação de melhores práticas é um desafio constante para qualquer atividade produtiva desenvolvida, seja esta voltada para produção de bens tangíveis ou intangíveis, nesse caso de serviços. Envolvido nesse contexto encontra-se as operações logísticas, compreendendo o processamento de pedidos, gestão de estoque, expedição, transporte e controle do fluxo de informações e recursos aplicados. A presente pesquisa tem como objetivo identificar junto às empresas analisadas se os conceitos estabelecidos nos modelos de referência apresentam significância prática ou seja apresentam relação com a realidade dos operadores logísticos e são fatores que podem influenciar seus resultados do ponto de estratégico e operacional. Checar características preponderantes que são comuns nos operadores logísticos classificados como *benchmarks*.

Foram avaliados os operadores logísticos que atuam no mercado nacional levando-se em consideração aspectos referentes a melhores práticas e variáveis que sejam direcionadoras dessas práticas. O referencial teórico aborda a caracterização de empresas prestadoras de serviços logísticos e critérios para a seleção de operadores logísticos. A identificação de sistemas de medição de desempenho foi abordada, assim como a avaliação de indicadores e conceitos de *benchmarking* em operações logísticas e modelos de referência. Utilizou-se como base as informações divulgadas na revista tecnolística nº 223 de junho de 2014, que apresenta dados referentes a operadores logísticos que atuam no Brasil. Após a avaliação dos constructos teóricos e para a interpretação dos dados, foi aplicada a técnica de análise envoltória de dados, com uso de normalização, avaliação cruzada e análises dos pesos atribuídos pelo modelo, para identificação de empresas (operadores logísticos) que reúnam informações suficientes para serem consideradas como *benchmark*. O *ranking* de eficiência apresentado pelo modelo DEA foi avaliado e as seguintes variáveis foram identificadas como direcionadoras de melhores práticas: número de contratos vigentes, número de funcionários, tempo de mercado e área disponível para armazenagem, sendo identificados como *INPUTs* do processo. O volume de produtos movimentados e a receita líquida foram identificadas como *OUTPUTs*. Essas variáveis foram organizadas em uma razão entre *OUTPUT* e *INPUTs*, que permitiu a avaliação satisfatória entre as empresas analisadas.

Palavras-Chave: Análise Envoltória de dados (DEA); Indicadores de desempenho; Benchmarking.

ABSTRACT

The search for the identification of best practices is an ongoing challenge for developed any productive activity, whether focused on production of tangible or intangible assets, in this case services. Involved in this context is the logistics operations, including order processing, inventory management, shipping, transportation, and control the flow of information and resources applied. This research aims to identify with the companies analyzed whether the concepts set out in the reference models feature practical significance that is present relationship with the reality of logistics operators and are factors that can influence their results from the point of strategic and operational. Check predominant characteristics that are common in logistics operators classified as benchmarks.

They evaluated the logistics operators who work in the domestic market taking into account aspects relating to best practices and variables that are direcionadoras these practices. The theoretical framework deals with the characterization of companies providing logistics services and criteria for the selection of logistics operators. The identification of performance measurement systems was discussed, as well as assessment indicators and benchmarking concepts in logistics operations and reference models. It was used based on the information disclosed in *Tecnologista* magazine # 223 of June 2014, which presents data for logistics providers operating in Brazil. After assessing the theoretical constructs and data interpretation was applied to envelopment analysis of technical data, using standardization, comparative evaluation and analysis of weights assigned by the model, to identify companies (logistics operators) that muster enough information to be considered as a benchmark. The ranking of efficiency presented by the DEA model was evaluated and the following variables were identified as drivers of best practice: number of current contracts, number of employees, time to market and area available for storage, being identified as INPUTs of the process. The volume of handled goods and net income were identified as OUTPUTs. These variables have been organized in a ratio of OUTPUT and INPUTs, which allowed the satisfactory assessment of the evaluated companies.

Keywords: data envelopment analysis (DEA); Performance indicators; Benchmarking.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Estrutura da pesquisa	19
Figura 02 - Etapas de desenvolvimento, implantação e utilização dos sistemas de medição de desempenho	24
Figura 03 - Estrutura genérica de uma Função de Produção	25
Figura 04 - Mapa estratégico ilustrativo	29
Figura 05 - Relacionamento das perspectivas	30
Figura 06 - O Perform Prism e as cinco perspectivas relacionadas	32
Figura 07 - O circuito fechado de implantação e sistema de feedback para o processo de gestão de desempenho	33
Figura 08 - Processo de gestão de desempenho e a posição do sistema de medição de desempenho	34
Figura 09 - Configuração do VSM - Modelo de Sistema Viável	36
Figura 10 – Indicadores	38
Figura 11 - Perspectivas para indicadores de desempenho em rede de suprimentos	42
Figura 12 - Passo a passo para Benchmarking	43
Figura 13 - Princípios para avaliação de melhores práticas, relacionadas a cadeia de suprimentos	46
Figura 14 - Modelo de Logística de Classe Mundial / Competência Logística	47
Figura 15 - Principais pontos para avaliação em um sistema de medição de desempenho logístico eficaz	48
Figura 16 - Modelo SCOR 11.0	49
Figura 17 - Processos SCOR	49
Figura 18 - Gestão de processos na cadeia de Suprimentos	51
Figura 19 - Evolução do benchmarking como uma ciência em desenvolvimento	52
Figura 20 - Esquema do modelo para determinação de empresas líderes em Logística	53
Figura 21 - Modelo de Johnston e Clark para avaliação do nível de serviço	56
Figura 22 - Função de Produção X Indicadores de Desempenho	59
Figura 23 - Campo de aplicação DEA	61
Figura 24 - Variáveis-chave e Atendimento ao Cliente	74
Figura 25 - Variáveis-chave e Indicadores de Desempenho	75
Figura 26 - Relacionamento Conceitual Práticas e Variáveis	85
Figura 27 - Etapas a serem seguidas para finalização modelo DEA	90
Figura 28 – Fluxo do método utilizado para escolha dos INPUT's e OUPUT's	94
Figura 28 - Consolidação da metodologia	96
Figura 29 - Cálculo amostral	98
Figura 30 - Quadros que mostram os aspectos qualitativos da DMU 66	136

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Medidas de desempenho Modelo SCOR	50
Quadro 02 - Avaliação de desempenho organizacional - Panorama das publicações em periódicos nacionais	62
Quadro 03 - Resumo dos autores relacionados às Variáveis-chave relativas à qualidade em serviço de transporte	73
Quadro 04 - Resumo dos autores relacionados a Benchmarking	76
Quadro 05 - Levantamento de metodologias entre autores	77
Quadro 06 - Consolidação do referencial teórico	78
Quadro 07 - Variáveis do anuário Revista Tecnológica	97
Quadro 08 - Percentual de omissões da base de dados	99
Quadro 09 - Resultados encontrados de eficiências	98
Quadro 10 - Análise de correlação	101
Quadro 11 - Correlações com EFICIÊNCIA_1	102
Quadro 12 - Correlação entre NUMCONTR e NUMFUNC1	103
Quadro 13 - Correlações entre EF'2 e EF2 com as demais variáveis	106
Quadro 14 - Variáveis de correlações entre NUMCONTR, TEMPMERC e RECEITABR	106
Quadro 15 - Correlação entre NUMFUNC1 e RECEITABR	108
Quadro 16 - Correlação entre TEMPMERC e NUMCONTR	110
Quadro 17 - Correlação entre AREAARM, NUMCONTR e NUMFUNC1	111
Quadro 18 - Correlação entre CRESCIREC e as demais variáveis de base	113
Quadro 19 - Variáveis representadas por faixas de variação	114
Quadro 20 - Correlações finais entre as variáveis	114
Quadro 21 - Identificação de INPUTs e OUTPUTs	115
Quadro 22 - Ranking de eficiências compostas	119
Quadro 23 - DMUs por faixa de eficiência	122
Quadro 24 - Relacionamento Faixa de Eficiência e Serviços Oferecidos	123
Quadro 25 - Relacionamento Faixa de Eficiência e Tipo de Transporte	124
Quadro 26 - Relacionamento Faixa de Eficiência e Tecnologias Empregadas	124
Quadro 27 - Relacionamento Faixa de Eficiência e Tipo de Frota	125
Quadro 28 - Pesos Modelo Clássico, BCC orientado a OUTPUTs	126
Quadro 29 - Matriz de eficiência cruzada	129
Quadro 30 - Resultado da avaliação cruzada pelo índice M_k	131
Quadro 31- Ranking de atribuição de peso zero	132

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Percentual das principais atividades logísticas terceirizadas no Brasil	13
Gráfico 02 - Representação gráfica entre Nível de Serviço e Lucro	58
Gráfico 03 - Percentual de atendimentos a clientes	58
Gráfico 04 - Fronteira de eficiência	67
Gráfico 05 - Fronteiras de produção para os modelos BCC e CCR	69
Gráfico 06 - Fronteira DEA BCC clássica e invertida	70
Gráfico 07 - Dispersão com as variáveis Número de Funcionários (NUMFUNCI) e Receita Bruta no Brasil (RECEITABR)	88
Gráfico 08 - Relação entre VOLUMTON e NUMCONTR	99
Gráfico 09 - Ajuste do gráfico VOLUMTON e NUMCONTR	100
Gráfico 10 - Correlação entre NUMCONTR e NUMFUNCI	104
Gráfico 11 - Correlação entre NUMCONTR e TEMPMERC	107
Gráfico 12 - Correlação entre NUMCONTR e RECEITABR	107
Gráfico 13 - Correlação entre NUMFUNCI e RECEITABR	109
Gráfico 14 - Correlação entre NUMCONTR e AREAARM	112
Gráfico 15 - Correlação entre NUMFUNCI e AREAARM	112
Gráfico 16 - Relação entre eficiências	117
Gráfico 17 - Dendograma – ligação média entre os grupos	121

LISTA DE SIGLAS

ILOS – Instituto de Logística e *Supply Chain*
PSL – Prestador de Serviço Logístico
EDI – *Eletronic Data Interchange*
ECR – *Efficient Consumer Response*
BSC – *Balanced Scorecard*
VSM – *Viable System Mode*
PDCA – *Plan, Do, Check, Action*
APQC – *American Productivity and Quality Center*
CLM – *Council of Logistic Management*
SCC – *Supply Chain Council*
GELOG – Grupo de Estudos Logísticos
SCOR – *Supply Chain Operation Reference Model*
TEMPMERC – *Tempo de mercado (anos)*
NUMFUNC – *Número de funcionários*
NUMCONTR – *Número de clientes com contrato em vigência*
RECEITABR – *Receita bruta anual no Brasil (em milhões de R\$)*
CRESIREC – *Crescimento da receita 2011/2012*
AREAARM – *Área de armazenagem total em m²*
QTDSERVI – *Quantidade de serviços oferecidos*
TIPOTRAN – *Tipos de transportes realizados*
NUMRECTE – *Número de recursos tecnológicos utilizados*
VOLUMTON – *Volume total de produtos gerenciados ano em toneladas*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA	14
1.2 PROBLEMA DA PESQUISA	15
1.3 JUSTIFICATIVA	16
1.4 OBJETIVOS	17
1.4.1 Objetivo Geral	17
1.4.2 Objetivos Específicos	18
1.5 ESTRUTURA DA PESQUISA	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 PRESTADORES DE SERVIÇO LOGÍSTICO	20
2.2 IDENTIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE MEDIÇÃO DE DESEMPENHO	23
2.2.1 Balanced Scorecard	26
2.2.2 Perform Prism	29
2.2.3 Sistema Integrado de Medição de Desempenho	32
2.2.4 Medição de Desempenho Aplicado a Operações Logísticas	37
2.2.5 Identificação de Benchmarking em Operações Logísticas	42
2.2.6 Ferramentas Qualitativas e Quantitativas para Auxílio na Tomada de Decisão Relativa à Aplicação de Melhores Práticas Logísticas	52
2.2.7 Análise Envoltória de Dados (DEA) na Avaliação de Desempenho	59
2.2.8 Consolidação do Referencial Teórico	72
3 METODOLOGIA	80
3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA	80
3.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	81
3.3 UNIVERSO DE PESQUISA E AMOSTRA	82
3.4 FONTE DE DADOS	83
3.5 VARIÁVEIS	83
3.6 APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS	89
3.7 CONSOLIDAÇÃO DA METODOLOGIA	90
3.8 DESENVOLVIMENTO	96
3.9 ANÁLISE DE DADOS COM A APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)	116
.....	
3.10 ANÁLISES	119
3.11 ANÁLISES DOS PESOS	132
4 CONCLUSÃO	134
5 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	137
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	139
ANEXO	147

1 INTRODUÇÃO

A busca pelo aprimoramento dos processos de produção é uma tendência natural do ser humano, que o acompanha ao longo de sua evolução. Assim, as atividades relacionadas à movimentação de materiais e suprimentos também evoluíram. Em vista disso, os conceitos atuais, que se consolidam nas empresas modernas, referentes aos processos logísticos, são reflexos desse aprimoramento e busca por melhores resultados.

De acordo com Baglin et al. (1990), as empresas, visando a uma melhor organização, dividem seus processos em três grandes etapas, que são suprimento, produção e distribuição física, sendo que essas atividades são inter-relacionadas por processos logísticos, que se desdobram sobre uma série de atividades, dentre as quais destacam-se:

- Projeto, especificações e métodos de produção dos produtos;
- Programação;
- Processamento de pedidos;
- Fabricação;
- Gestão de estoques;
- Controle de qualidade;
- Manutenção;
- Transporte/expedição.

Dentro desse contexto, todos os processos de controle, planejamento, implementação, fluxo de informações e recursos passam a ser identificados como papel das operações logísticas.

Com o desenvolvimento dos meios de produção, além do advento da globalização, produção enxuta e conceitos de estoques mínimos, a logística passa a ocupar uma posição estratégica nas organizações atuais, devido à sua capacidade de agregar

valor de tempo, de lugar, de qualidade e de informação para os produtos a serem apresentados aos clientes.

Visando a um maior foco em suas competências principais, há uma tendência, por parte das empresas, em delegar a terceiros processos ou etapas de processos que envolvem operações logísticas, repassando parte do gerenciamento dessas atividades a empresas especializadas.

Esse processo de gerenciamento é assumido por empresas identificadas no mercado como operadores logísticos, denominação essa assumida por organizações que realizam a gestão integrada e simultânea de no mínimo três atividades do processo, ou seja, gestão de transporte (em qualquer modo de transporte), armazenagem (qualquer tipo) e gestão de estoques (serviços conexos) TRANSPORTE MODERNO (2014).

A transferência de alguns processos logísticos para a responsabilidade dos prestadores de serviços especializados desenvolve nas empresas tomadoras a prática do gerenciamento por meio de indicadores de desempenho, para avaliação da influência da logística em seus processos de produção.

Justificando essa tendência, os estudos realizados pelo Instituto de Logística e *Supply Chain* (ILOS) apontam que no Brasil são gastos anualmente 17% do PIB com logística, o que corresponde a R\$ 192 bilhões de reais. Desse valor 63% são destinados ao pagamento de operadores logísticos, valores similares aos praticados na Europa (65%), Ásia (62%) e superior ao norte-americano (47%).

Os percentuais representam o montante de recursos destinados ao pagamento de prestadores de serviço logístico no Brasil (operadores logísticos). Os índices são similares a padrões internacionais, porém os resultados obtidos em relação à eficiência e às práticas logísticas aplicadas não seguem essa mesma tendência. Diante disso, verifica-se a importância da identificação de mecanismos adequados para a gestão dos processos logísticos.

O gerenciamento adequado das práticas logísticas apresenta-se como uma oportunidade para a obtenção de vantagem competitiva, em um mercado com níveis

de concorrência crescentes, tanto para as empresas tomadoras de serviços (clientes), quanto para os operadores logísticos.

Cabe às empresas (clientes) avaliar adequadamente o impacto da logística em seus produtos e serviços. Por outro lado encontram-se os operadores logísticos, que devem avaliar de forma detalhada as suas práticas, visando à garantia dos níveis de atendimento a custos competitivos para ambas as partes.

As empresas tomadoras dos serviços encontram-se diante de um paradoxo, que consiste em identificar, dentro de seus processos, atividades que possam ser terceirizadas, em que tal prática possa trazer simultaneamente dois benefícios principais: redução de custo e ganhos em qualidade.

Nesse contexto, há um estudo realizado no Brasil pelo ILOS (2009), o qual identifica os principais motivos que levam as organizações a terceirizar atividades logísticas, sendo identificada a redução de custo como principal motivo em 81% das empresas consultadas.

No mesmo estudo foi possível identificar quais as principais atividades que envolvem operações logísticas que são terceirizadas no Brasil.

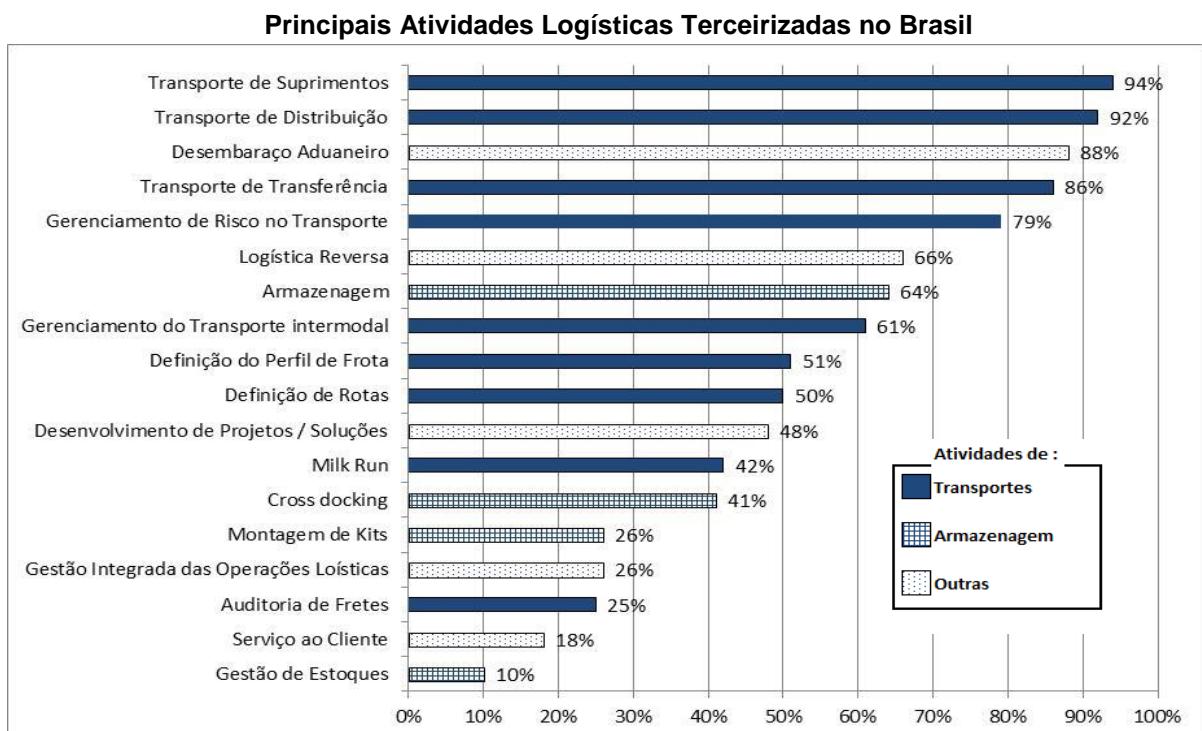


Gráfico 01 - Percentual das principais atividades logísticas terceirizadas no Brasil.

Fonte: Adaptado – Panorama Terceirização no Brasil 2009 – COOPEAD, Análise Instituto Ilos.

Avaliando-se os resultados dessa pesquisa, torna-se importante realizar as análises dos critérios e fatores internos identificados pelas empresas-clientes que as levaram à decisão de terceirização dessas atividades, bem como quais as práticas adotadas pelos operadores logísticos, que, por sua vez, resultaram em ganho de competitividade para as empresas envolvidas.

Para respaldar essa decisão, a avaliação somente dos indicadores de desempenho logístico das organizações pode não ser suficiente. As empresas tomadoras dos serviços precisam ter conhecimento de como esses indicadores estão correlacionados, de forma a permitir uma análise mais abrangente e direcionada para maiores ganhos em vantagem competitiva. Entende-se que esses ganhos de competitividade irão surgir como reflexo de melhores práticas desenvolvidas pelos operadores logísticos.

O principal desafio desta pesquisa relaciona-se com a identificação de variáveis, que, quando agrupadas adequadamente, podem ser consideradas direcionadoras de boas práticas em logística. Assim, essas correlações servirão de base tanto para os clientes tomadores dos serviços, como para os operadores logísticos, surgindo como referência para o desenvolvimento de seus sistemas de medição de desempenho e minimização de possíveis problemas decorrentes da definição inadequada de indicadores, além de subsídios para a utilização de indicadores com pouca relevância estratégica.

Como consequência, há a possibilidade de se elevar, o grau de assertividade das decisões sobre o desenvolvimento de sistemas de medição de desempenho, reduzindo o tempo para implementação, assim como aplicação de recursos (físicos e financeiros), estando essas definições resguardadas por um arcabouço direcionador de melhores práticas em logística.

1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O estudo pretende analisar as organizações que desenvolvem atividades de transporte, armazenagem e tratamento do fluxo de informações, que, de alguma forma, estão inseridas dentro de uma cadeia de suprimentos, estando sobre essas

condições empresas classificadas como operadores logísticos. Para tanto, as empresas serão analisadas de acordo com os conceitos de melhores práticas em logística.

O estudo ficará restrito à identificação de variáveis quantificáveis que sejam direcionadoras de melhores práticas logísticas. Os possíveis aspectos qualitativos que possam influenciar essas variáveis não serão alvo deste estudo, tais como influência do clima e da cultura organizacional.

Espera-se avaliar as variáveis associadas às melhores práticas, tendo como base indicadores de desempenho validados que possuem forte influência sobre os processos de negócio, assim como as expectativas dos clientes e as variáveis financeiras associadas às atividades desenvolvidas em cada organização.

Este pesquisador pretende correlacionar informações de publicações nacionais, que divulgam dados e indicadores sobre o panorama dos operadores logísticos no Brasil.

1.2 PROBLEMA DA PESQUISA

Quando os operadores logísticos são analisados sob a luz das melhores práticas, emergem algumas indagações no que se referem à influência de algumas variáveis nos processos e práticas logísticas desenvolvidas por essas empresas. Diante disso, surge um problema a ser estudado de forma a identificar como essas variáveis são organizadas em empresas reconhecidas por aplicarem melhores práticas em logística: Há alguma influência entre a aplicação de melhores práticas logísticas, com a permanência das empresas no mercado, assim como na apresentação de resultados competitivos? Analisando a indagação anterior, esta ainda pode ser resumida na seguinte pergunta: **Quais variáveis podem ser consideradas como direcionadoras de melhores práticas em operações logísticas?**

Dessa forma, atenuando-se os aspectos qualitativos envolvidos, pretende-se em um primeiro momento, estudar as possíveis correlações existentes, que possam orientar tanto os clientes dos serviços como os operadores logísticos, com o intuito de identificar melhores práticas.

Em um segundo momento, pretende-se prospectar as possíveis tendências, por meio da análise adequada das variáveis e dos indicadores de desempenho identificados, organizando-os por meio de um arcabouço metodológico direcionador, com foco na otimização dos resultados das organizações avaliadas.

1.3 JUSTIFICATIVA

A busca por melhores resultados, com foco na otimização do uso de recursos, é uma constante nas empresas modernas que disputam espaço no mercado, sobre condições de concorrência crescente.

Independente do ramo de atividade, em algum momento essas organizações lançarão mão do uso de operações logísticas, que, de alguma forma, influenciarão em seus processos produtivos, seja agregando valor, seja influenciando na qualidade, seja no tempo de entrega, impactando no custo final de seus produtos e serviços.

Diante dessa preocupação e tendo como objetivo o alcance de resultados mais competitivos, verifica-se a necessidade de padronização e definição clara junto a essas empresas, da efetiva contribuição das operações logísticas em seus processos internos de produção.

A avaliação dos fluxos de processo e dos fatores que impactam sobre a qualidade e custos de seus produtos deve ser adequadamente definida de forma a evitar que ineficiências operacionais em processos produtivos sejam delegadas aos operadores logísticos de forma equivocada, por falta de conhecimento e rastreabilidade dos aspectos logísticos envolvidos.

Visando primeiramente a redução de custo as organizações recorrem ao mercado para a identificação de prestadores de serviços logísticos, delegando aos mesmos a responsabilidade de realização de atividades, que em algumas situações estão fortemente relacionadas com seus produtos, assim como pela garantia a entrega em seus clientes finais.

Há uma tendência das empresas em selecionar esses operadores somente com base no custo final dos serviços. Essa decisão apresenta um alto grau de risco, visto que indisponibilidade de atendimento pode influenciar o produto e a imagem da empresa contratante, trazendo prejuízos financeiros.

Destaca-se a importância da identificação de variáveis, obtidas junto aos operadores logísticos, que quando adequadamente organizadas sejam direcionadoras de melhores práticas, permitindo uma análise mais ampla, e que respalde as decisões de contratação.

Verifica-se que normalmente os operadores logísticos possuem variáveis que representam os seus processos, porém não desenvolvem sistemas de medição de desempenho por dificuldade de estruturação das informações e definição de metas que direcionam para a melhoria nos resultados.

A presente pesquisa contribui para essa análise tendo como principal ponto de estudo a identificação de variáveis que quando organizadas, fornecem um diagnóstico dos operadores logísticos diante de seus concorrentes.

Destaca-se a importância da sistematização de informações relacionadas com as principais variáveis de influência sobre as operações logísticas, que corroboram para resultados positivos, tanto para o operador logístico, assim como para o cliente dos serviços logísticos, de forma a encontrar um ponto de equilíbrio ou grau de contribuição dos fatores de maior influencia.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo geral

- Analisar as principais variáveis que influenciam nas melhores práticas logísticas, e que contribuem para os resultados competitivos, sobre a ótica do operador logístico.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar junto às empresas analisadas se os conceitos estabelecidos nos modelos de referência apresentam significância prática, ou seja apresentam relação com a realidade dos operadores logísticos e são fatores que podem influenciar seus resultados do ponto de vista estratégico e operacional.
- Checar características preponderantes que são comuns nos operadores logísticos classificados como *benchmarks*.

1.5 ESTRUTURA DA PESQUISA

Visando a atender os objetivos propostos, para essa pesquisa pretende-se apresentar o conteúdo da dissertação dividido em seis capítulos. Neste primeiro, são apresentadas a contextualização e a relevância do tema, sua delimitação, as justificativas, os objetivos e a estrutura da pesquisa.

O capítulo dois concentra-se na descrição do referencial teórico, que procura abordar os seguintes conceitos: prestadores de serviços logísticos, identificação de sistemas de medição de desempenho, medição de desempenho aplicados a operações logísticas, conceitos de *benchmarking* e modelos de referência aplicáveis em operações logísticas.

O capítulo três apresenta a metodologia utilizada descrita por meio de dois fluxos: estrutura de pesquisa e sequência de ferramentas a serem aplicadas.

No capítulo quatro está evidenciado o desenvolvimento, além de serem apresentadas as sequências de decisões tomadas, tendo como base a metodologia utilizada, de forma a atingir os objetivos da pesquisa.

São apresentadas no capítulo cinco as análises realizadas. Essa seção visa a ampliar os resultados alcançados, realizando-se um link entre os aspectos quantitativos avaliados e os aspectos qualitativos, avaliados no referencial teórico (capítulo dois).

O sexto capítulo apresenta as conclusões da pesquisa assim como sugestões para desenvolvimento de trabalhos futuros. As referências utilizadas são apresentadas no final desta dissertação.

Na Figura 01, são apresentados os passos desenvolvidos ao longo da pesquisa, partindo da definição do problema até a apresentação da conclusão.

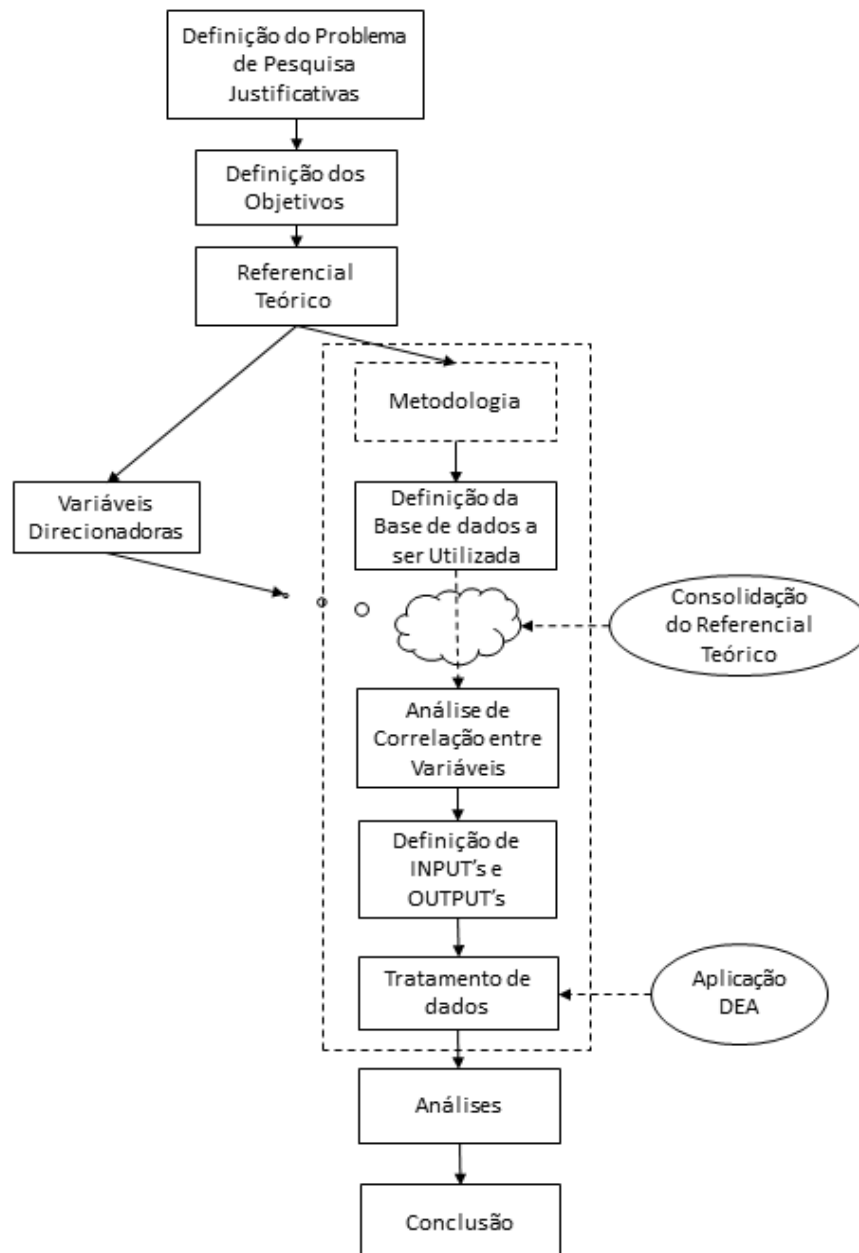


Figura 01 - Estrutura da pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção serão apresentadas as bases teóricas que subsidiam o desenvolvimento deste trabalho, passando pela caracterização dos prestadores de serviços logísticos e destacando os fatores relacionados à seleção de operadores logísticos. Na sequência serão abordados os critérios para a identificação de sistema de medição de desempenho, assim como a avaliação de indicadores, conceitos de benchmarking em operações logísticas e modelos de referência. Por fim serão apresentadas ferramentas qualitativas e quantitativas para auxílio à tomada de decisão, relacionada à aplicação de melhores práticas em operações logísticas.

Esta seção será concluída com a descrição de conceitos relacionados à análise envoltória de dados (DEA) e com a consolidação do referencial teórico, em que as seções citadas serão inter-relacionadas, mantendo-se o foco nos objetivos da pesquisa.

2.1 PRESTADORES DE SERVIÇO LOGÍSTICO

Para a seleção dos candidatos à prestação do serviço logístico, alguns fatores devem ser verificados, conforme citado por Novaes (2004, p. 333).

- Compatibilidade entre o sistema de informação disponível no Prestador de Serviço Logístico (PSL) e a empresa contratante;
- Capacidade do PSL de atender à demanda do contratante, no que se refere à variedade de serviços e disponibilidade de pessoal e ativos;
- Flexibilidade, permitindo que soluções mais adequadas às necessidades da empresa contratante sejam propostas e implementadas;
- Referência de outros clientes;
- Reputação da empresa a ser contratada (a contratação de um PSL reconhecido no mercado afeta positivamente a imagem da empresa contratante);

- Estabilidade/saúde financeira da empresa a ser contratada;
- Experiência no setor (número de anos que atua no mercado);
- Compatibilidade de culturas da empresa contratante e contratada;
- Facilidade de comunicação entre as empresas;
- Localização e escopo geográfico;
- Preço dos serviços oferecidos.

Após a avaliação dos candidatos para a realização dos serviços logísticos, cabe à organização realizar a ponderação dos parâmetros dos PSL que melhor se adaptam a sua realidade, por meio da aplicação de ferramentas gerenciais que tenham como objetivo fornecer uma visão da capacidade de atendimento do prestador de serviço, em relação às condições operacionais a serem descritas no contrato.

De acordo com Novaes (2004), o contrato tem como função definir como o processo de implementação da relação de parceria deverá ser conduzido por meio da definição de métodos de controle e medida de desempenho a serem utilizados para a avaliação do PSL.

Seguindo esses princípios para a garantia do nível de serviço pretendido, alguns indicadores de desempenho são estabelecidos, conforme o exemplo:

- disponibilidade de frota (%);
- consumo de combustível (km/litro, litros/ hora);
- volume transportado (m³);
- número de viagens realizadas (Quantidade).

Constata-se o seguinte item, que se destaca para a seleção de um PSL, a capacidade de atendimento *versus* a disponibilidade de Ativos (Estrutura e equipamentos):

- capacidade do PSL de atender à demanda do contratante, no que se refere à variedade de serviços e disponibilidade de pessoal e ativos;

No que diz respeito a ativos, podemos entender toda a estrutura necessária para garantir o atendimento do cliente (equipamentos móveis, área para armazenagem e infraestrutura geral).

No estudo realizado por Vivaldini, Souza e Pires (2008), o qual aborda os diferenciais operacionais no atendimento a cliente por parte dos PSL, foram avaliados, durante seis meses, cinco PSL, onde foram levantados os seguintes pontos, como fatores de diferenciação dos PSL e que podem contribuir para o desempenho de suas atividades:

- Ter estrutura física, operacional e tecnológica capaz de atender a diversos clientes: estrutura operacional constituída por transporte, armazém e tecnologia contribui para a conquista de clientes.
- Ter foco no seguimento que atua, especializando-se em diversas atividades na cadeia de suprimentos: orientar estrutura e operação para um seguimento ajuda na especialização e contribui para atuar de forma mais focada na cadeia de suprimentos dos clientes.
- Concentrar-se em grandes clientes e atuar de forma integrada ao negócio do cliente: dedicação e especialização na cadeia de suprimento, de poucos clientes podem contribuir para a abrangência de atividades e negócios nas diversas camadas da cadeia.
- Investir com o objetivo de atender e ampliar os negócios com os clientes com quem já atua: demonstrar interesse pelo cliente e propor a ele soluções a partir de investimentos direcionados para o negócio do mesmo, auxiliar na expansão dos negócios.

Esses pontos foram levantados levando-se em consideração observações de pesquisa de campo e foram confrontados com os conceitos descritos na literatura especializada. Como resultado, constata-se que os aspectos referentes à qualidade dos serviços prestados, assim como qualquer tipo de desenvolvimento em

tecnologia ou aplicação de melhores práticas, são de responsabilidade direta do PSL, sendo esses pontos decisivos para obtenção de vantagem competitiva em relação aos demais operados que atuam nesse nicho de mercado.

2.2 IDENTIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE MEDIÇÃO DE DESEMPENHO

A busca por indicadores de desempenho, de um modo geral, é um processo complexo, visto que sofre forte influência de aspectos subjetivos e situacionais que podem influenciar na interpretação dos resultados esperados para o entendimento de determinado processo em estudo, seja ele um experimento físico, seja a avaliação do desempenho de operações de uma determinada empresa.

Diante dos estudos realizados atualmente em torno do tema, constata-se que os indicadores de desempenho basicamente devem reunir as seguintes características Cysneiro (2004):

- representar, de forma clara, o objetivo que se pretende alcançar por meio do monitoramento das variáveis relacionadas;
- devem ser quantificados de forma confiável e medidos de maneira contínua;
- é recomendável que valores usados nos indicadores sejam representados como uma razão ou taxa, evitando-se a utilização de uma grandeza absoluta;
- deve ser levada em consideração a facilidade de obtenção dos dados relativos ao indicador antes de sua definição como um indicador definitivo;
- indicadores estratégicos devem traduzir claramente os objetivos que se pretende alcançar por meio de seu monitoramento e devem possuir indicadores complementares, que avaliam os pré-requisitos necessários para o atendimento do indicador estratégico principal.

Seguindo uma linha de raciocínio semelhante, verifica-se o trabalho realizado por Cardoza e Capinetti (2005), no qual é estabelecida uma representação gráfica das

etapas envolvidas no desenvolvimento (projeto) e na utilização (implantação) de um sistema de avaliação de desempenho.

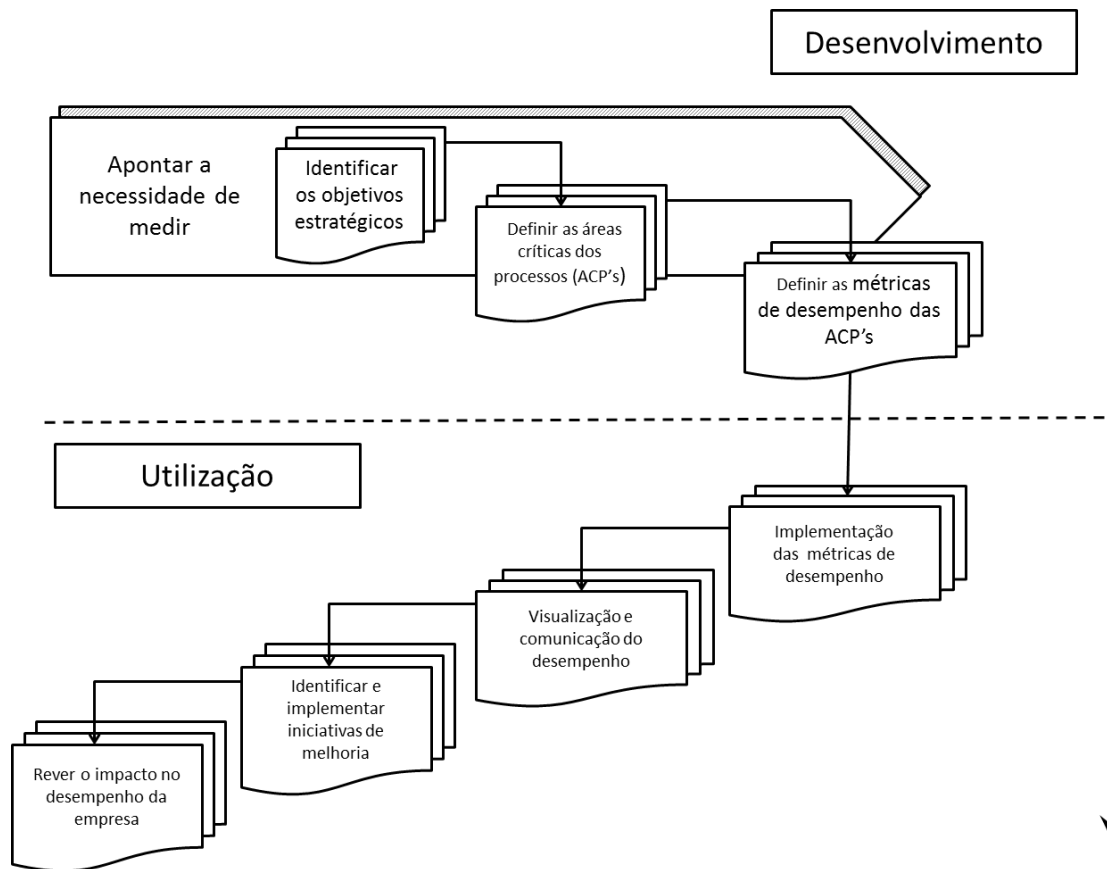


Figura 02 - Etapas de desenvolvimento, implantação e utilização dos sistemas de medição de desempenho.

Fonte: Adaptado de Cardoza e Carpinetti (2005).

Além das variáveis que podem ser medidas diretamente, há indicadores que influenciam no processo, mas são de difícil mensuração. Relacionam-se com a estrutura básica que determina a capacidade de produção, em que há necessariamente a inserção dos insumos com seu custo associado com o perfil de consumo. Há também o processo produtivo propriamente dito, no qual ocorre o processamento dos insumos com posterior geração de receita, agregando-se valor aos produtos ou aos serviços prestados. Para medir o desempenho em um ambiente onde ocorre a influência simultânea desses diversos fatores, utiliza-se o conceito de função de produção, conforme definido por Novaes (2004). A função de produção é uma representação matemática da transformação de insumos (fatores de produção) em produtos.

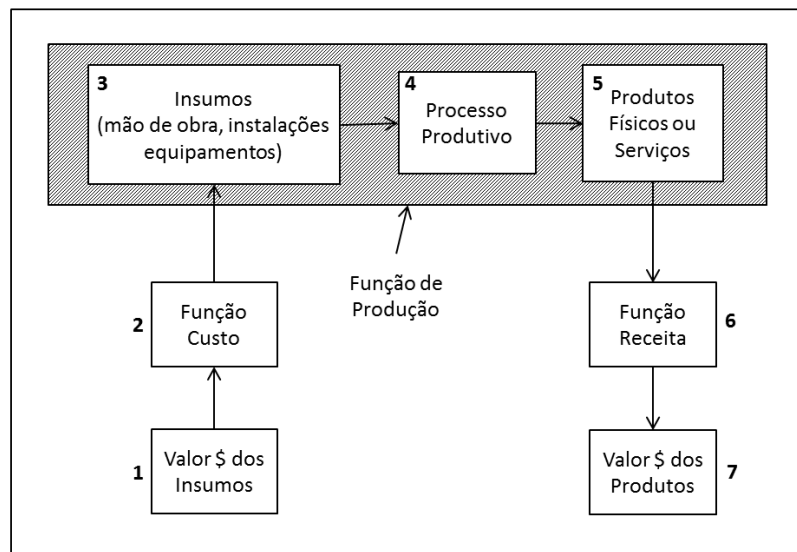


Figura 03 - Estrutura genérica de uma Função de Produção.

Fonte: Novaes (2004, p. 379).

Esse mesmo autor realiza uma análise sobre algumas variáveis que precisam ser controladas por meio de uma atuação direta e que não necessariamente podem ser representadas através de valores monetários. O cenário avaliado faz referência às empresas prestadoras de serviço logístico. Essas empresas buscam otimizar o seu desempenho atuando sobre as seguintes variáveis que influenciam sua produção:

- Variáveis Tecnológicas: EDI (*eletronic data interchange*) – troca estruturada de dados através de uma rede eletrônica, softwares do tipo ERP, sistemas de rastreamento de veículos, roteirizadores, armazéns automatizados etc.;
- Variáveis Operacionais: ECR (*efficient consumer response*) – integração entre a indústria e o varejo, controle de estoques, recursos humanos etc.;
- Variáveis econômicas e de marketing: preços, promoções, propaganda etc.;
- Variáveis de serviço: nível de serviços ao cliente, mix de produtos, controle de faltas de produtos nas gôndolas, atendimento satisfatório às reclamações etc. (NOVAES, 2004, p. 378).

Na sequência segue a descrição dos principais autores relacionados ao desenvolvimento de metodologias para medição de indicadores de desempenho.

Posteriormente esses conceitos gerais serão direcionados para aplicação nas operações logísticas e gestão da cadeia de suprimentos.

2.2.1 Balanced Scorecard

Essa abordagem foi desenvolvida pelos autores Kaplan e Norton (1996), os quais afirmam que a avaliação de resultados levando em consideração somente os aspectos financeiros não é suficiente para uma avaliação completa da consistência dos resultados apresentados por uma organização, visto que essas metodologias não consideram os fatores que contribuem para a sustentabilidade desses resultados a longo prazo.

A principal característica dessa abordagem reside no fato de a mesma buscar a avaliação das diversas variáveis, as quais, de modo geral, contribuem para que os resultados sejam mantidos ao longo do tempo. No entanto, para que esse objetivo seja atingido, torna-se importante a participação de todas as esferas da organização, que devem ter consciência das metas estabelecidas pela alta diretoria e como podem contribuir para o alcance dessas metas.

Os autores afirmam que as metas estabelecidas não devem somente levar em consideração a visão corporativa (alta diretoria). Os objetivos, por sua vez, precisam ser traduzidos para cada unidade operacional e internalizados por cada indivíduo, para que os resultados esperados sejam alcançados, Kaplan e Norton (1996).

O Balanced Scorecard busca alinhar os aspectos tangíveis e intangíveis associados à visão estratégica e à missão que a organização se propõe em cumprir, sobre as seguintes perspectivas: Financeira, do Cliente, dos Processos Internos, do Crescimento e Aprendizado.

- **Perspectiva Financeira** – Como os stakeholders nos veem?: Monitora se a estratégia da empresa está contribuindo para a melhoria dos resultados financeiros. As metas financeiras se relacionam com rentabilidade, crescimento e valor para os acionistas.

- **Perspectiva do Cliente** – Como os consumidores nos veem?: Pressupõe definições quanto ao mercado e segmentos nos quais a organização deseja competir. A organização deverá traduzir, em medidas específicas, os fatores importantes para os clientes. A proposta é monitorar como a empresa entrega real valor ao cliente certo. Normalmente são definidos indicadores da satisfação e de resultados relacionados aos clientes: satisfação, retenção, captação e lucratividade.

Na visão de Kaplan e Norton, o núcleo central de qualquer estratégia de negócio deve ser focado na atribuição de valor para o cliente, sendo esse aspecto composto pela combinação dos seguintes fatores: o produto propriamente dito, preço, serviço, relacionamento e imagem da empresa.

A atribuição de valor por parte do cliente define como a organização se diferencia dos concorrentes, favorecendo a manutenção no mercado e a prospecção de novos clientes-alvo, aprofundando o relacionamento; auxilia a empresa a ajustar os seus processos internos visando a melhores resultados.

Para manter a afinidade com os clientes, a organização deve enfatizar a qualidade de seus relacionamentos, incluindo um serviço excepcional, integridade e adequação das soluções oferecidas, de forma customizada para os clientes (KAPLAN; NORTON, 1996).

- **Perspectiva dos Processos Internos** – Nós precisamos ser excelentes em quê?: Os indicadores de perspectiva dos clientes e dos acionistas devem ser apoiados por processos internos. Nesta perspectiva, as organizações identificam os processos críticos para a realização dos objetivos das duas perspectivas anteriores. Os processos devem criar as condições para que a organização ofereça propostas de valor ao cliente, capazes de atrair e reter clientes nos seus segmentos de atuação e, ao mesmo tempo, criando valor aos acionistas.

A partir do momento que uma organização tem uma visão clara de seus clientes e das perspectivas financeiras dos mesmos, tem condições de determinar os meios pelos quais irá oferecer um diferencial de mercado, alinhando as melhorias de produtividade com os seus objetivos financeiros, tendo como direcionamento estratégico a identificação de seus processos organizacionais críticos (KAPLAN; NORTON, 1996).

- **Crescimento e Aprendizado** – Nós podemos continuar a melhorar e criar valores?: Empresas com condições de serem cada vez melhores são empresas com capacidade de aprender. A capacitação da organização se dará por meio dos investimentos em novos equipamentos, em pesquisa e desenvolvimento de novos produtos, em sistemas e procedimentos e nos recursos humanos da empresa.

A região final de um mapa estratégico é a perspectiva de aprendizado e crescimento; esses requisitos direcionam os gestores para a definição das capacidades e habilidades dos funcionários, tecnologia e clima empresarial, necessário para o alcance dos objetivos estratégicos estabelecidos pela organização (KAPLAN; NORTON, 1996).

Essas quatro perspectivas devem se relacionar de forma a fazer com que a estratégia da empresa seja cumprida, de acordo com a missão da organização.

Para que essas perspectivas sejam atingidas utiliza-se o conceito de *scorecards*, que é um “cartão” que possui os objetivos, as medidas e as metas (objetivos quantificáveis) e as iniciativas necessárias para atingir as metas definidas. Cada perspectiva possui essas quatro informações associadas. Para ilustrar esses conceitos, temos a Figura 04, que evidencia, de forma gráfica, como essas quatro perspectivas estão relacionadas.

Os autores propõem ainda a utilização de um mapa estratégico, que tem por principal objetivo destacar como cada uma das perspectivas definidas está relacionada com a perspectiva financeira. Além disso, funciona como uma ferramenta para diagnóstico dos pré-requisitos dos processos presentes na organização, permitindo a visualização de deficiências e falhas, favorecendo a implementação de melhorias.

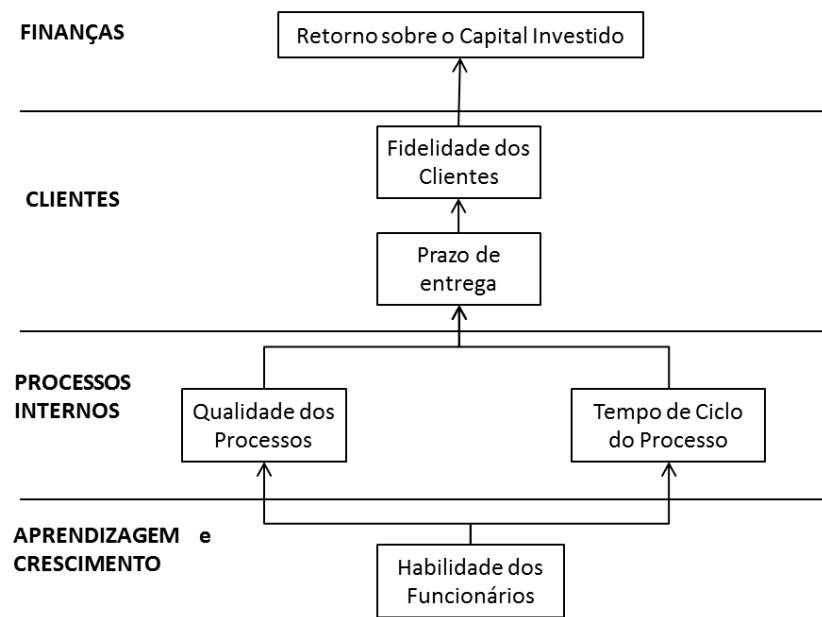


Figura 04 - Mapa estratégico ilustrativo.

Fonte: Becker et al. (2001, p. 46) e Kaplan e Norton (1996, p. 31).

2.2.2 Perform Prism

Os autores Neely, Adams e Kennerly (2001) descrevem o modelo para definição de indicadores fazendo uma analogia com um prisma óptico, pelo fato de, ao capturar algo relativamente simples, refratar a sua complexidade. O *Perform Prism* busca apresentar de forma mais simples a complexidade que existe no que diz respeito à medição de desempenho e gestão.

Esse sistema de medição de desempenho apoia-se sobre cinco perspectivas que são montadas sobre as faces de um prisma tridimensional, em que no topo e na base estão as perspectivas relacionadas com os *stakeholder*: Satisfação dos *stakeholders* e Contribuição dos *stakeholders*. As três fases laterais são definidas como estratégia, processos e capacidades.

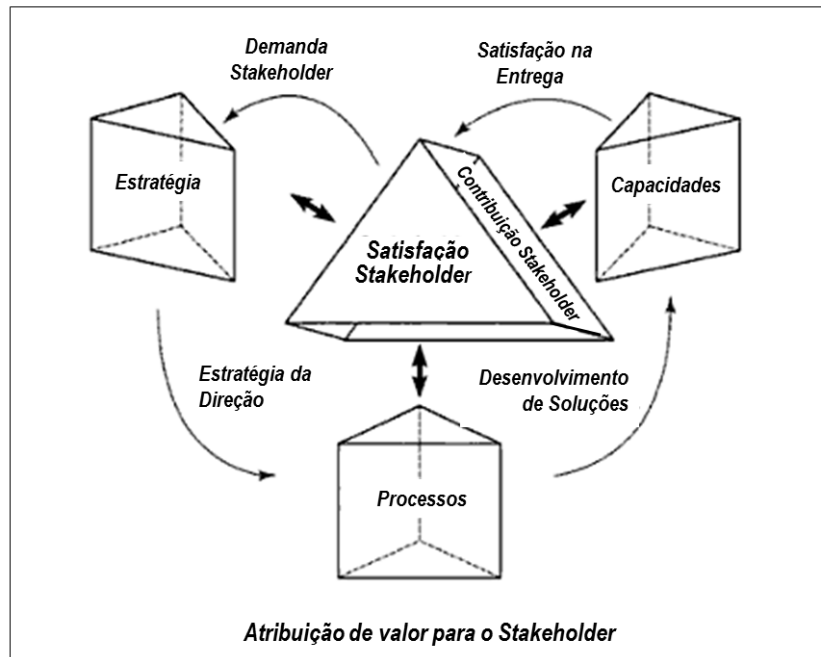


Figura 05 - Relacionamento das perspectivas.
Fonte: Neely (2002).

Os conceitos básicos que precisam ser levados em consideração para implementação dessa metodologia seguem descritos de acordo com as recomendações dos autores:

Nesse modelo são considerados *stakeholders* todos os interessados nos resultados e no valor que é agregado pelos processos produtivos desenvolvidos pela organização. Nesse contexto os consumidores, os empregados e os acionistas são considerados *stakeholders*.

Reciprocidade nas relações entre as partes interessadas: relaciona-se com a constante verificação que a organização precisa fazer para se manter atendendo aos *stakeholders* de forma adequada, da mesma forma que recebe o retorno dos *stakeholders* em relação a suas perspectivas com relação à organização, ou seja, o que eles desejam que a empresa ofereça.

Alinhamento das estratégias, processos e recursos: esses fatores devem estar alinhados com os objetivos da organização, que precisa compreender como eles se inter-relacionam de forma a fornecer o melhor resultado para os *stakeholders*.

Medidas: deve-se constantemente ser feito os seguintes questionamentos: O que precisamos que seja medido? Por que precisamos dessas medidas? Os dados são representativos para organização?. É preciso avaliar se as informações são realmente relevantes, para que não se perca tempo e esforço na captura de dados que ninguém irá usar. É preciso que a métrica seja prática, visto que as informações possuem um ciclo de vida útil, e passado esse período tornam-se irrelevantes.

Comunicação: A definição das prioridades na organização deve ser apresentada de forma clara por parte dos gerentes, que precisam evidenciar para as equipes a importância da tomada de decisões em função dos valores apresentados pelos indicadores de desempenho. As pessoas precisam estar incentivadas em propor melhorias com base nos dados informados e entender como a evolução dos indicadores pode influenciar no processo de atribuição de valor para os *stakeholders*.

Analisando os conceitos apresentados, os autores direcionam o foco principalmente para a medição de desempenho associado à satisfação dos *stakeholders* e estratégia da organização, utilizando como recurso a comunicação efetiva, alinhada com os processos e recursos, visando sempre ao melhor atendimento das partes interessadas ao longo das diversas etapas de produção, fato que favorece a propagação e perpetuação das melhores práticas ao longo do tempo.

O *performance prism* tem como referência cinco perspectivas que são apresentadas sob a forma de questões:

- Satisfação dos stakeholders: Quem são nossos *Stakeholders* e o que eles querem e precisam?
- Contribuição dos stakeholders: O que queremos e precisamos de nossos stakeholders
- Estratégias: Quais as estratégias que precisamos por em prática para satisfazer esse conjunto de desejos e necessidades dos stakeholder;
- Processos: Quais os processos que precisam ser desenvolvidos para que essas estratégias tenham resultado?

- Capacidades: Quais as capacidades (habilidades e potencialidades), práticas, tecnologia e infraestrutura que precisamos adquirir para operar nossos processos de forma mais eficaz e eficiente?

Os autores afirmam que esses cinco pontos de vista fornecem um quadro global e integrado para o gerenciamento do desempenho organizacional. Assim, respondendo às perguntas relacionadas, as organizações podem construir um modelo estruturado para gestão do desempenho do negócio.

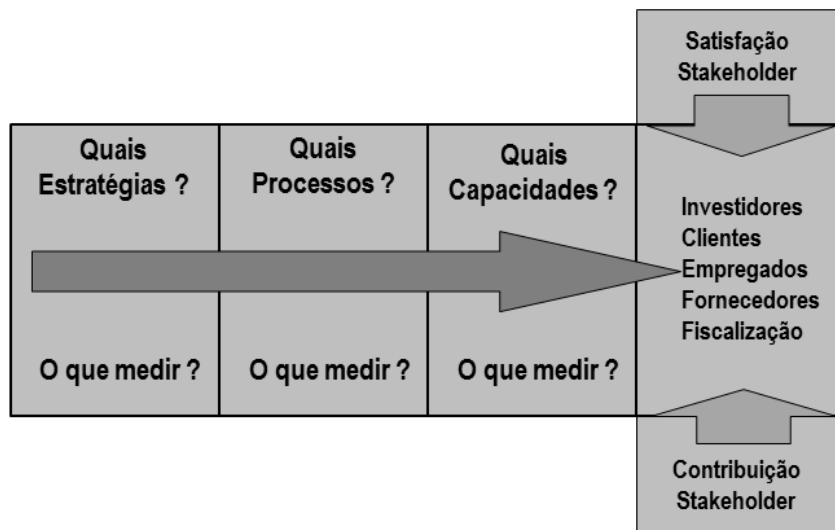


Figura 06 - O Perform Prism e as cinco perspectivas relacionadas.
Fonte: Neely, Adams e Kennerley (2002).

Verifica-se que no fluxo representado na Figura 06, há uma influência marcante dos *stakeholders*, visto que o método Performance Prism é baseado nos *stakeholders*, por isso começa e termina com eles.

2.2.3 Sistema Integrado de Medição de Desempenho

Essa metodologia para avaliação de desempenho para as organizações foi estabelecida por Bittici, Carrie e McDevitt (1997), que buscam, por meio dos conceitos de integração e desdobramento de processos, avaliar o desempenho e implementar melhorias em nível global, considerando os interesses dos *stakeholders* relacionados com cada nível hierárquico da organização.

O sistema integrado de medição de desempenho (*integrated performance measurement system*) estabelece um sistema de gestão de desempenho em forma de circuito fechado, em que são implementados os controles, as políticas e as estratégias, com objetivo de obter retorno nos diversos níveis da organização. No cerne desse sistema de medição de desempenho deve existir um sistema de informação, para que seja realizada a gestão por desempenho da organização, garantindo o bom funcionamento de todo o sistema.

Para um melhor entendimento dessa metodologia, os autores acima apresentam uma distinção entre os conceitos de medição de desempenho e gestão de desempenho. O sistema de medição de desempenho é o sistema de informação que permite que o processo de gerenciamento de desempenho ocorra de forma eficaz e eficiente.

O gerenciamento do desempenho ocorre de forma sincronizada com a visão estratégica da organização. A evolução das medidas de desempenho fornece subsídios necessários para que a alta diretoria realize os ajustes gerenciais, a fim de que sejam alcançados os melhores resultados, transformando-se em um ciclo contínuo, conforme descrito na Figura 07.

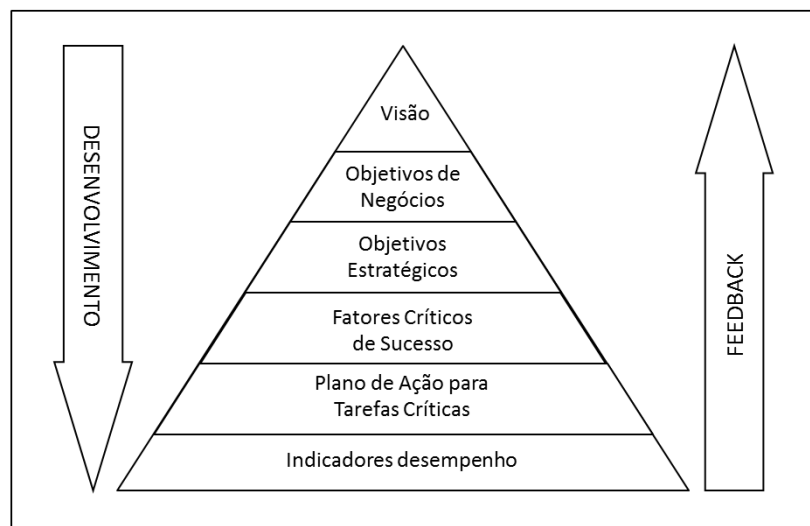


Figura 07 - O circuito fechado de implantação e sistema de feedback para o processo de gestão de desempenho.

Fonte: Bittici, Carrie e McDevitt (1997).

Os parâmetros tomados como referência para avaliação de desempenho envolvem variáveis financeiras e não financeiras. As diversas fontes de informação precisam ser integradas em um sistema de medição de desempenho, que realiza a estruturação dessas bases de dados e as apresenta de forma adequada, para que os gestores envolvidos tomem as decisões necessárias de forma otimizada.

Este sistema de informação, ou seja, sistema de medição de desempenho, deverá levar em consideração fatores ambientais e estratégicos relacionados com o negócio, assim como a estrutura da organização, com seus processos e relacionamentos (BITTICI; CARRIE, McDEVITT, 1997).

Seguindo a recomendação do autor, que visa a garantir uma maior eficácia nos processos de gestão envolvidos, a Figura 08 ilustra as diversas esferas que são relacionadas quando se fala no processo de gestão de desempenho, dentro das organizações.

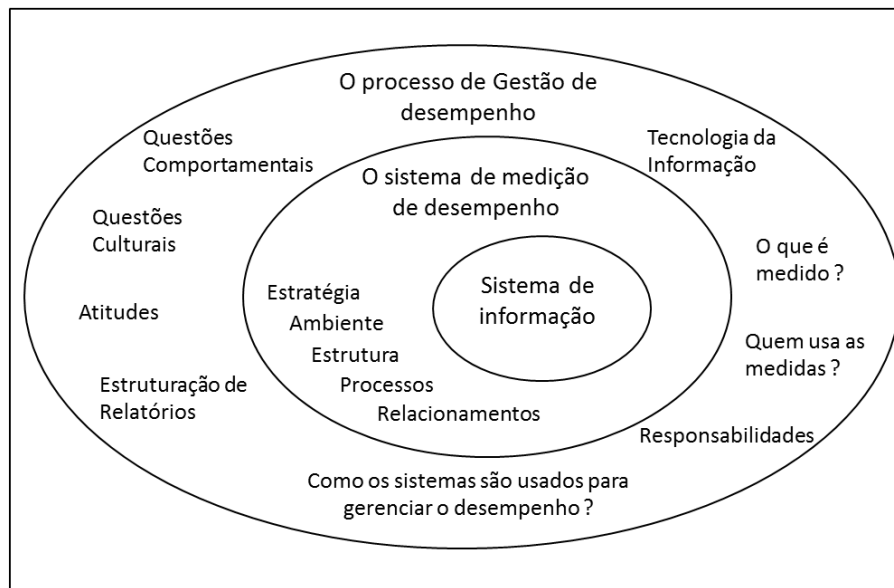


Figura 08 - Processo de gestão de desempenho e a posição do sistema de medição de desempenho.
Fonte: Bittici, Carrie e McDevitt, (1997).

Dois conceitos são de extrema importância para que o sistema de medição de desempenho funcione:

- **Integridade:** Capacidade que o sistema de medição possui de promover a integração das diversas áreas da organização.

- Desdobramento: Capacidade de propagação das metas da organização dos níveis mais altos até ao nível mais operacional da empresa.

Além desses dois pontos destacados pelos autores, existem mais três pontos que precisam ser verificados, que são fatores que garantem a viabilidade do sistema:

- Tradução: os objetivos propostos pela alta direção precisam ser traduzidos, para ganhar significado local, no nível mais operacional da empresa.
- Atenuação: esse conceito é verificado de forma inversa à tradução; a atenuação é o processo de fornecimento de *feedback* dos sistemas de nível mais inferior para os sistemas superiores, em que é filtrada uma grande quantidade de informações, destacando-se somente os pontos críticos que servirão de subsídios para tomada de decisão.
- Recursão: é o conceito que descreve que cada nível da organização deve funcionar pontualmente como uma organização autônoma, com seus próprios sistemas e regras de negócio, porém em sintonia com os demais níveis, ou seja, a filosofia de gestão deve ser mantida entre os níveis da organização.

Os autores apresentam a definição de VSM (*Viable System Mode*), ou modelo de sistema viável, que condiciona para que um sistema de medição seja viável e apresente resultados, sendo que o mesmo deve possuir cinco subsistemas e mais um metassistema, que é a combinação dos sistemas 3, 4 e 5, que seguem descritos:

- Sistemas 1: é a unidade operacional de produção de bens ou serviços ou seja é a representação da função produtiva da empresa;
- Sistema 2: é o sistema de supervisão que realiza as atividades de coordenação dos processos operacionais realizados no sistema 1;
- Sistema 3: detém a função tática que estabelece metas e que fomenta a mudança nos sistemas 1 e 2 de acordo com a determinação dos níveis superiores, implementando políticas e prioridades estratégicas, visando à melhoria dos indicadores de desempenho;
- Sistema 4: é o sistema que realiza o desenvolvimento de melhorias tendo

como base o ambiente externo e as perspectivas dos cenários futuros, passando determinações para os sistemas de nível mais inferior 3, 2, 1, mantendo o alinhamento com os objetivos corporativos e estratégicos determinados pelo sistema 5;

- **Sistema 5:** é o chefe que determina a direção, a política e a estratégia que a empresa irá adotar no futuro, para o sistema de medição de desempenho. Esse sistema estabelece prioridades e metas de alto nível, trabalhando de forma coordenada com o sistema 4.
- **Meta sistema:** é uma combinação dos sistemas 5, 4 e 3 sendo responsável pela identificação e gestão de mudança, por intermédio dos outros sistemas associados: sistema 05 define a política e a direção, sistema 4 identifica as mudanças necessárias e o sistema 3 implementa essas mudanças. A consolidação desses sistemas segue descrita na Figura 09.

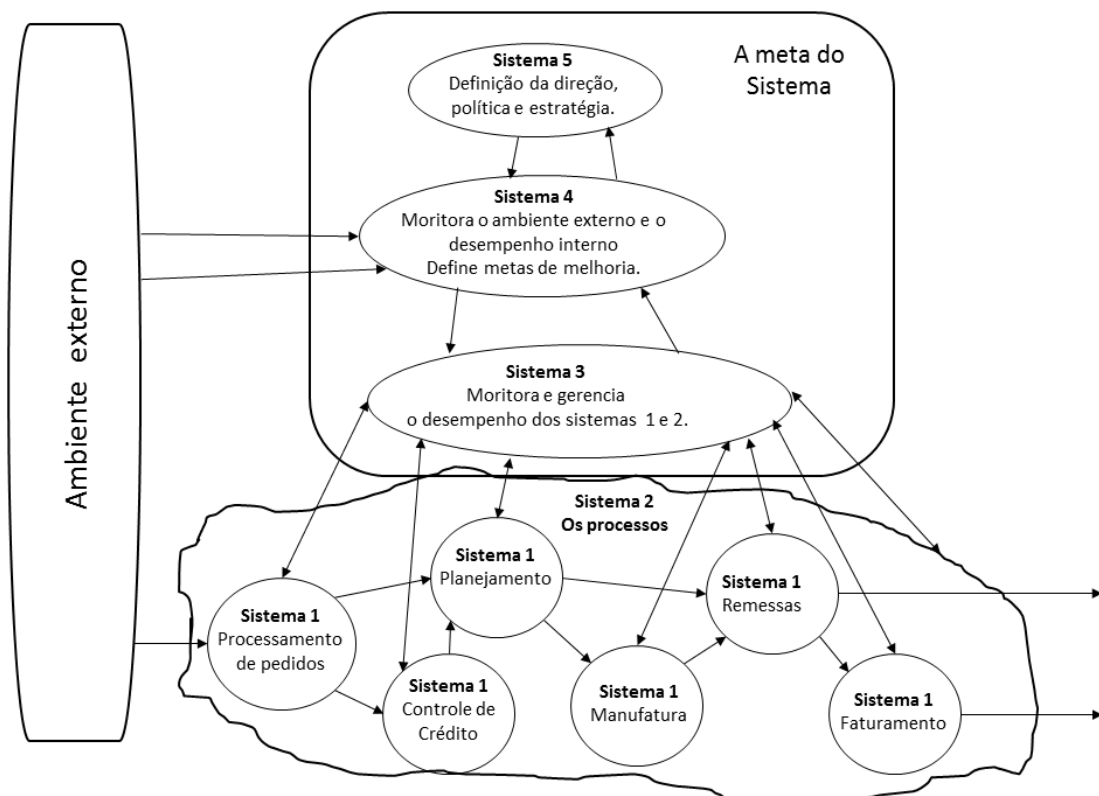


Figura 09 - Configuração do VSM - Modelo de Sistema Viável.

Fonte: Adaptação de Bittici, Carrie e McDevitt (1997).

2.2.4 Medição de Desempenho Aplicado a Operações Logísticas

Quando os conceitos apresentados são avaliados sobre o ponto de vista das operações logísticas, os indicadores devem representar as atividades que auxiliam no fluxo de produtos, partindo da aquisição até a entrega ao consumidor final, contemplando o fluxo de informações para que esse processo ocorra (BALLOU, 2010).

Identificar, ao longo da cadeia de suprimentos, quais os parâmetros básicos que devem ser utilizados para a escolha e avaliação da eficiência dos serviços logísticos exige bastante esforço. Em trabalho pioneiro desenvolvido por McGinnis e KOHN (2002), os autores elencaram seis variáveis-chave relacionadas aos serviços de transporte rodoviário, que podem ser tomadas como referência, para avaliação: (1) valor do frete, (2) confiabilidade, (3) tempo de viagem, (4) perda, avaria, grau de exigência do cliente, (5) considerações do mercado, e (6) recursos disponíveis das transportadoras (ativos). Essas considerações, seguidas de pesquisas complementares, foram validadas posteriormente por Ballou em 2004.

Ainda dentro do contexto relativo à adequação do indicador de desempenho e sua representatividade dentro do contexto das atividades logísticas, verifica-se o quadro esquemático desenvolvido inicialmente por Donselaar, Kokke e Allessie (2005) e adaptado posteriormente por Morgan (2007), onde são ressaltados alguns indicadores de performance e sua relação com resultados e estratégias aplicadas a operações logísticas. A Figura 10 mostra a referência à atividade de transporte rodoviário.

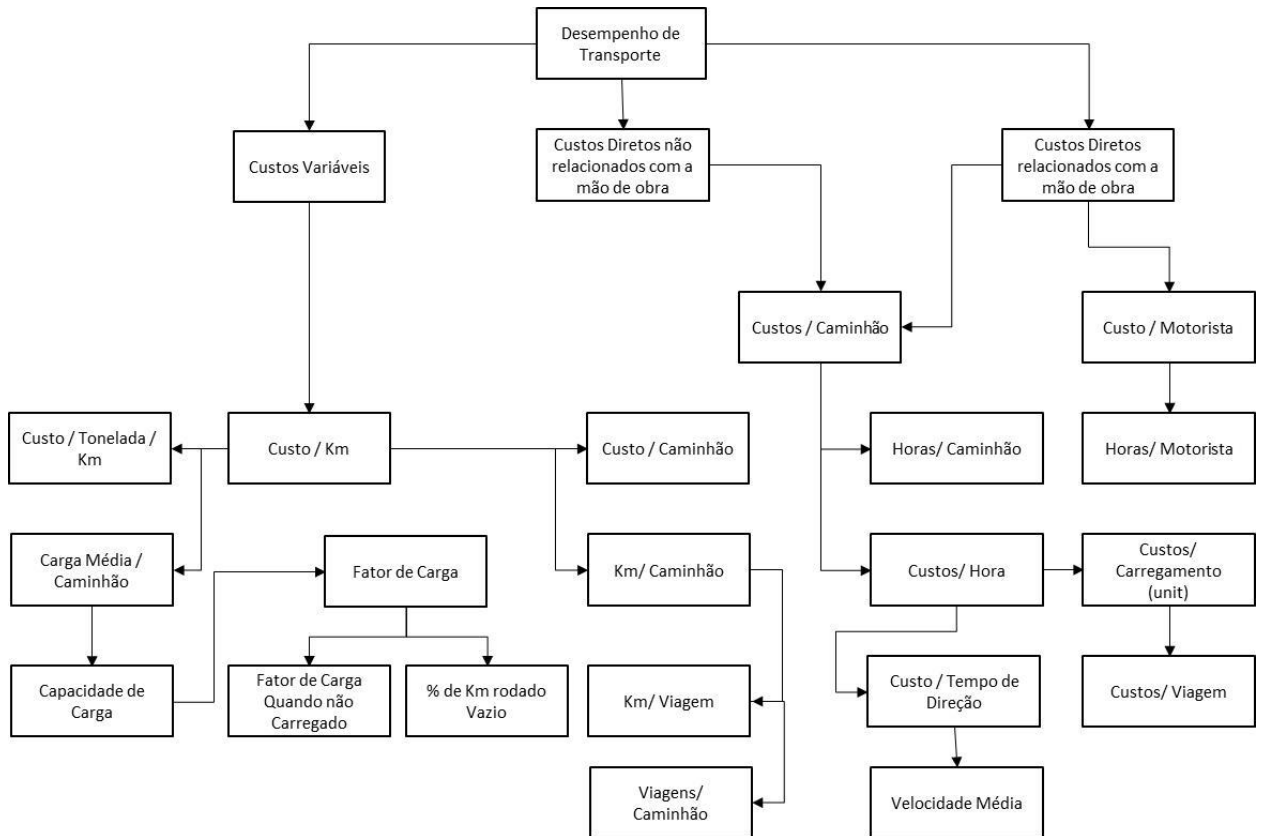


Figura 10 - Indicadores.

Fonte: Adaptação de Morgan (2007).

A estrutura hierárquica de variáveis e indicadores proposta por Donselaar, Kokke e Allesie (2005) relaciona-se com os conceitos identificados por Cysneiro (2004), no que diz respeito às características de indicadores, assim como às variáveis-chave identificadas por McGinnis e Kohn (2002). Esses conceitos foram validados por estudos complementares realizados por Ballou (2010) e que se encontram traduzidos em publicações até 2006, evidenciando a coerência e a validade desses conceitos ao longo do tempo.

Realizando uma análise sobre os conceitos apresentados por McGinnis e Kohn (2002) e Donselaar, Kokke e Allesie (2005) verifica-se uma similaridade entre as abordagens utilizadas, fato que nos leva a concluir que se tratam de desdobramentos em torno de um mesmo tema, ou seja, a identificação e busca de indicadores de desempenho para atividade logísticas. Logo se espera que as organizações que melhor gerenciam as diversas interações entre esses parâmetros tendam a apresentar melhores resultados operacionais.

Os autores demonstram indicadores e variáveis fortemente relacionados aos processos operacionais, avaliados do ponto de vista do operador responsável pelo desenvolvimento das atividades; porém, para um entendimento mais adequado do conceito de indicadores, é importante continuar o desdobrando sobre outros pontos de vista.

Antes da tomada de decisão sobre a relevância de um indicador, além da avaliação do aspecto quantitativo, é importante considerar os aspectos qualitativos associados à satisfação do cliente, assim como o grau de importância dado a determinados parâmetros que se deseja controlar. Brooks (1999) desenvolveu um trabalho com esse objetivo, utilizando como base empresas de logística do Canadá e Estados Unidos, obtendo como resultado em termos percentuais a mensuração do grau de importância que os clientes atribuem a determinado elemento de serviço, sendo esse parâmetro, por sua vez, relacionado a um indicador de desempenho logístico. A Tabela 01 resume os principais resultados:

TABELA 01 - Indicadores de desempenho em clientes de serviços logísticos (LSC)

Elemento de Serviço	Elementos dos serviços mais comumente identificados para o monitoramento		
	Possuem Ativos LSC (%)	Somente Serviço LSC(%)	Todos LSC (%)
Entrega no prazo	100	98	99
Coletas no prazo	94	96	95
Faturamento preciso	84	71	77
Ocorrência de perdas e dados	78	71	74
Fornecimento do Equipamento Correto	59	73	68
Precisão na documentação	56	69	64
Limpeza dos equipamentos	59	51	55
Tempo de Ciclo	31	38	35

Fonte: Adaptado de Brooks (1999).

Continuando a análise comparativa, retornamos às propostas de McGinnis (1992) e confrontamos com o trabalho desenvolvido por Brooks (1999). O que se constata é que, para o cenário estudado, os parâmetros relacionados à confiabilidade dos serviços apresentaram maior destaque. Por outro lado, quando avaliamos essas variáveis-chave sobre os conceitos estudados por Donselaar, Kokke e Allesie (2005), em que prevalece a visão do operador logístico, nota-se um maior destaque para os parâmetros associados a custos operacionais.

O desenvolvimento de indicadores de desempenho de forma adequada pode contribuir para o aprimoramento e expansão da cadeia de suprimento, respaldando a aliança entre organizações com características em comum, de forma a manter o nível de atendimento ao cliente final. Hoek (2001) desenvolveu um estudo pesquisa de opinião em que foram ouvidas 270 empresas holandesas, confirmado posteriormente por meio de estudo de caso na Holanda e nos Estados Unidos. Como resultado, foi constatado que a integração da cadeia de suprimento por meio de indicadores é um trabalho que exige bastante empenho das organizações envolvidas.

Um dos maiores desafios das empresas atuais reside na obtenção de vantagem competitiva e permanência no mercado. Quando o assunto se refere a organizações que trabalham integradas a uma cadeia de suprimentos, os desafios são ainda maiores. Nessas condições, o monitoramento dos indicadores de desempenho torna-se mais relevante (*supply chain performance*). Para e Lai, Ngaib e Cheng (2004), o entendimento desses parâmetros assume o papel de ferramentas que refletem em vantagem competitiva em custo e diferenciação de serviços.

Com o avanço da tecnologia da informação torna-se cada vez mais comum a utilização de recursos tecnológicos em empresas prestadoras de serviços logísticos para gerenciamento dos serviços ofertados aos clientes. Bhah e Lim (2006) atestam que organizações que aplicam maior grau de tecnologia no gerenciamento da qualidade de seus serviços tendem a apresentar um desempenho operacional melhor do que empresas com menor utilização desses recursos.

De acordo com as considerações apresentadas por Brah e Lim (2006), a tecnologia de informação pode ser aplicada para o controle do *lead time*, da melhoria de eficiência e na minimização de erros, além de favorecer a integração entre os agentes da cadeia de suprimentos.

Outro fator que precisa ser evidenciado com relação à definição de indicadores diz respeito à contribuição dos funcionários diretamente envolvidos nas atividades que se pretende monitorar – o conhecimento e a capacidade de avaliação crítica, o comprometimento e o profissionalismo. Se as equipes estiverem cientes da importância dessa participação de forma a contribuir com a melhoria do

desempenho, elas irão favorecer a viabilidade de implantação do sistema de medição de desempenho. Esses conceitos foram verificados por Wouter (2009), por meio de estudo de caso realizado durante quatro anos no departamento de logística de uma empresa holandesa.

Além dos aspectos referentes ao controle de informações (BRAH; LIM, 2006) e à influência do fator humano nos processos (WOUTER, 2009), deve-se levar em consideração a diversidade de parâmetros a serem controlados em função de solicitações específicas demandadas pelos clientes das empresas de logísticas.

Em seu estudo, Forslund (2012) fez algumas citações relativas à dificuldade encontrada para a definição de métricas, em função principalmente da diversidade de demanda por parte dos diversos clientes atendidos pelas empresas de logística, que exigem a utilização de indicadores específicos, e também pelas limitações nos sistemas de gerenciamento de informações (ERP) das organizações.

Apesar de nos últimos anos verificar-se evidências relevantes na literatura referentes à medição de desempenho relacionada à cadeia de suprimentos, há um grande espaço para pesquisa visando a resolver alguns problemas, tais como: característica das medidas e métricas utilizadas, aferição das medidas, uso de práticas de gestão, integração e parcerias dos agentes da cadeia de suprimentos, assim como a relevância socioambiental (GOPAL; THAKKAR 2012).

Diante das características da cadeia de suprimentos, há uma tendência, por parte dos operadores logísticos, a buscar uma maior integração por meio da aplicação de técnicas de gestão colaborativa entre os envolvidos na rede de suprimentos, tendo como o foco o atendimento do cliente, com vistas ao aprimoramento contínuo dos indicadores desempenho de todos os envolvidos. Lambert e Schwieterman (2012) estabelecem que as práticas de gestão colaborativa favorecem as capacidades logísticas e a vantagem competitiva, elevando o grau de relacionamento e integração com os clientes, melhorando a capacidade de atendimento e repercutindo em menor custo e manutenção da liderança de mercado.

Podemos afirmar que as previsões apresentadas por Morgan (2007) tendem a se concretizar, principalmente quando se avalia as proposições descritas por Lambert e Schwieterman (2012) sobre a tendência da implementação de uma maior integração

da cadeia de suprimentos, em que se espera ocorrer uma maior inter-relação entre as atividades e os processos, ocasionando na efetivação da gestão colaborativa da cadeia de suprimentos, como mostra a Figura 11.

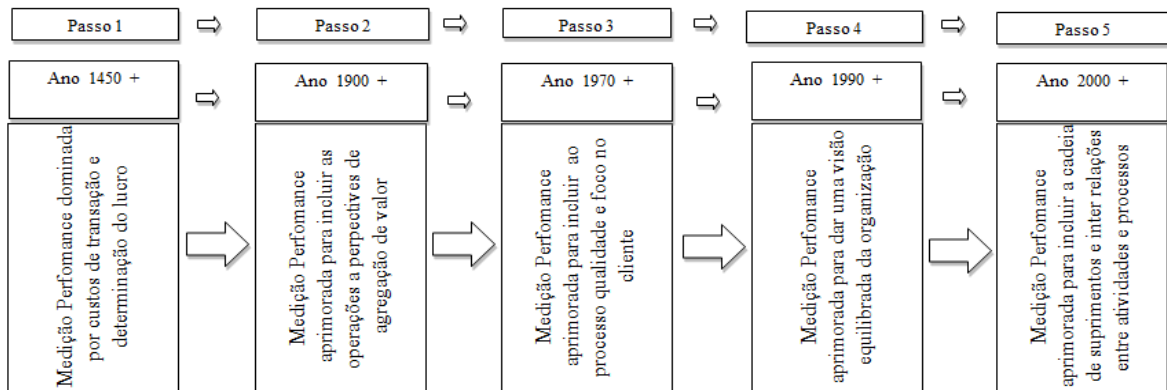


Figura 11 - Perspectivas para indicadores de desempenho em rede de suprimentos.
Fonte: Morgan (2007).

2.2.5 Identificação de Benchmarking em Operações Logísticas

Os processos de negócio das organizações permanecem em uma busca constante por aprimoramento, seja na produção de bens, seja de serviços. Por consequência, entende-se que o alcance de melhores resultados, com ganho de vantagem competitiva, passe pela busca de referências de mercado relacionadas às melhores práticas (*benchmarking*).

Antes, porém, de se partir para busca de referências, deve-se conhecer os processos internos da empresa. Schee (1998) estabelece o conceito de processo de negócio como uma série contínua de atividades realizadas por uma organização, com o objetivo de gerar um produto ou informação. Logo essas inter-relações precisam estar modeladas e corretamente visualizadas pelas partes interessadas.

A rastreabilidade e a gestão do conhecimento associadas às operações devem ser garantidas de forma a evitar que alterações sejam realizadas sem a devida avaliação dos seus impactos. Vernadat (2002) identifica, sob essas condições, o conceito de modelagem de processo de negócio que tem como finalidade os seguintes pontos:

- melhorar a representação e compreensão de como a empresa trabalha;
- racionalizar e assegurar o fluxo de informações;
- armazenar o conhecimento adquirido e o *know how* da empresa, para uso posterior;
- prover uma base para análises econômicas e organizacionais;
- simular o comportamento de partes da empresa;
- prover uma base para tomada de decisões operacionais e organizacionais;
- controlar, coordenar ou monitorar algumas partes da empresa.

O processo de *benchmarking* realizado de forma eficaz promove um link entre o desempenho operacional e a posição estratégica da organização, além de contribuir para a identificação de fatores que favorecem a vantagem competitiva da empresa (fatores críticos de sucesso) e evidencia pontos fracos que necessitem de melhorias, resultando em um maior alinhamento entre os objetivos da organização em nível estratégico com o nível operacional (PRABIR, 1996).

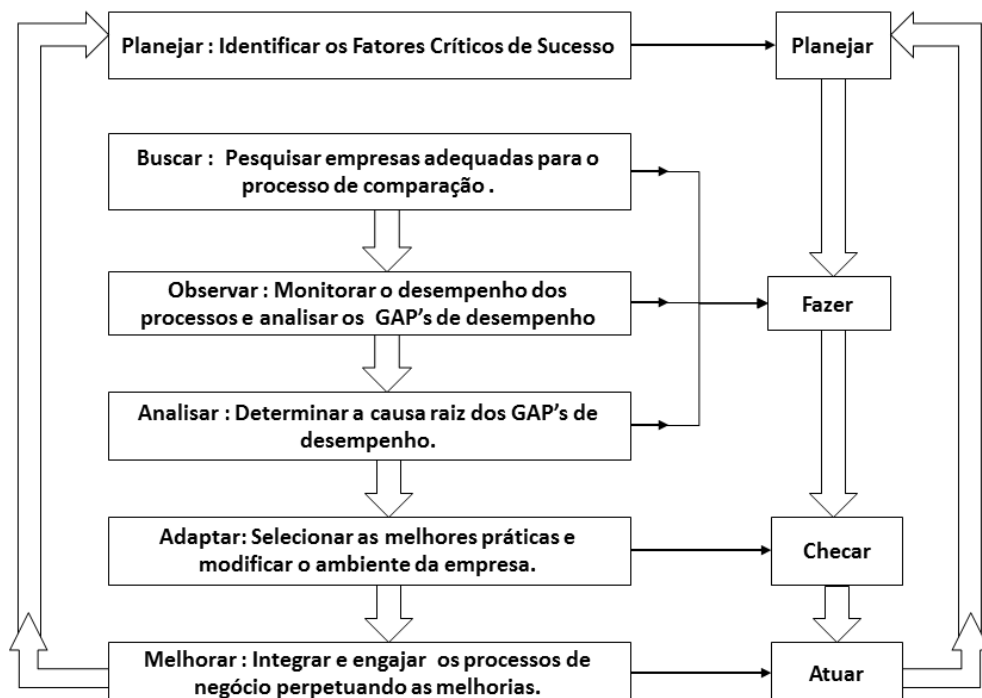


Figura 12 - Passo a passo para Benchmarking.
Fonte: Adaptado de Prabir (1996).

Na Figura 12 são apresentados os passos genéricos a serem seguidos para implementação de um programa de melhoria baseado em *benchmarking*. Verifica-se fortes similaridades com os programas de qualidade total, melhoria contínua e ciclo PDCA.

Dependendo do objetivo da análise de *benchmarking* ela pode ser classificada em quatro tipos: o interno, o competitivo, o funcional e o genérico (CAMP, 1998), que são detalhados a seguir:

- Benchmarking Interno: é utilizado para análise em grandes organizações que possuem várias unidades similares que podem ser comparadas. A busca pelas melhores práticas é focada nas diferentes unidades. A vantagem desta análise é que as informações são mais facilmente obtidas devido à atuação em uma única corporação, porém a desvantagem é que as práticas estarão sempre impregnadas com os mesmos paradigmas, contudo mais trabalhosas para modificações.
- Benchmarking Competitivo: é utilizado para análises que confrontam produtos, serviços ou processos de cada competidor, buscando inovações e estratégias de mercado bem sucedidas. Esta análise foca nas organizações que disputam o mesmo mercado, com o intuito de observar o que a concorrência está praticando e superar o desempenho das mesmas.
- Benchmarking Funcional: avalia um negócio do empreendimento usando como parâmetros as funções similares de diversas indústrias líderes deste negócio. É um investigador de desempenho de uma função específica de um processo de negócio. Este tipo de estudo oferece uma boa oportunidade para desenvolver novas abordagens em termos de identificação e compreensão de processo.
- Benchmarking Genérico: é uma análise que estuda processos ou funções com características semelhantes, apesar de pertencerem a processos de negócio diferentes. Uma vez que os processos críticos do negócio tenham sido identificados, eles podem se tornar possíveis de serem comparados com qualquer organização, independentemente de tamanho, setor industrial ou mercado, desde que os processos genéricos similares lá existam. Essa

abordagem mais inovadora para o estudo comparativo pode resultar em paradigmas modificados e reestruturação de operações empresariais.

O processo de *benchmarking* normalmente é dividido em cinco fases: (1) Determinação de qual tipo de *benchmarking* que será utilizado; (2) formação de uma equipe para tratar o assunto; (3) identificação de parceiros de *benchmarking*; (4) coleta e análise de informações de benchmarking; (5) tomada de ações de melhoria (SPENDOLINI, 1993).

Por trás do conceito de *benchmarking*, admite-se que, independente do ramo de atividade que se esteja desenvolvendo, irá existir, em algum lugar do mundo, uma empresa ou organização com processo ou produto similar produzido com um nível mais elevado de eficácia, considerado como processo de classe mundial, sendo esse um ponto de referência (PRABIR, 1996). Dessa forma, o processo de *benchmarking* envolve o monitoramento contínuo dos indicadores de desempenho e a comparação com as empresas consideradas melhores naquela categoria – *best-in-class*.

Com o objetivo de reunir as informações relativas aos indicadores de desempenho das empresas, realizando as compilações necessárias para a análise de *benchmarking*, existem entidades, normalmente vinculadas a instituições de ensino, que desenvolvem essas atividades, tais como: *American Productivity and Quality Center* (APQC – Centro Americano de Qualidade e Produtividade), *Council of Logistic Management* (CLM – Conselho de Gestão Logística), *Supply Chain Council* (SCC – Conselho de Cadeia de Suprimentos), Instituto ILOS e Grupo de Estudo Logísticos(GELOG), exemplos de entidades que desenvolvem trabalhos relacionados à identificação de melhores práticas e *benchmarking*, tendo como foco as operações logísticas e a gestão da cadeia de suprimentos.

O processo de comparação de práticas e resultados com as melhores organizações do mundo, seguido das adaptações às principais características dessas práticas com as da própria organização, traz benefícios, conforme as considerações apresentadas pela APCQ, que seguem assim descritas:

- favorece a aprendizagem organizacional acelerando a qualidade orientada para o cliente e melhoria contínua;

- auxilia as organizações a identificar avanços, comparando seus processos às das organizações reconhecidas como as melhores do seguimento;
- promove o aprendizado e a troca de experiência entre as empresas.



Figura 13 - Princípios para avaliação de melhores práticas relacionadas à cadeia de suprimentos.
Fonte: Adaptado do Centro Americano de Qualidade e Produtividade (APQC), 2014.

A análise realizada pela APQC permite que as organizações obtenham informações relativas ao seu posicionamento em relação às demais empresas que atuam em um mesmo seguimento de atividade. A avaliação comparativa entre as empresas leva em consideração, aspectos financeiros, práticas de gestão do capital humano, gestão do conhecimento, e, no caso específico das operações logísticas, avalia a gestão da cadeia de suprimento (Figura 13).

O portal do Centro Americano de Qualidade e Produtividade (APQC) disponibiliza informações para cadastro, em que a análise comparativa é realizada por meio do preenchimento de uma avaliação de *benchmarking* em logística, tendo como base padrões abertos, com indicadores específicos para operações logísticas. Os resultados obtidos são direcionadores para a melhoria de processos e direcionadores de melhores práticas.

Dentro do contexto de busca de melhores práticas e resultados competitivos com base na literatura disponível sobre o tema, existem diversas citações que atestam que os primeiros trabalhos sobre foram desenvolvidos pelo *Council of Logistic*

Management (CLM – Conselho de Gestão Logística) em 1992, estudando inicialmente a forma de atuação dos líderes sobre a gestão de processos e posteriormente, em 1995, por meio de trabalho colaborativo do *Team of Michigan State University* (Universidade Estadual de Michigan), sendo proposto o modelo “*World Class Logistic*” (Logística de Classe Mundial – CLM, 1995).

Esse modelo busca compreender como algumas empresas conciliam os melhores níveis de atendimento aos clientes com liderança, excelência operacional, altos níveis de desempenho logístico, transformando essas ações em vantagem competitiva e maior agregação de valor para os acionistas, como representado na Figura 14.

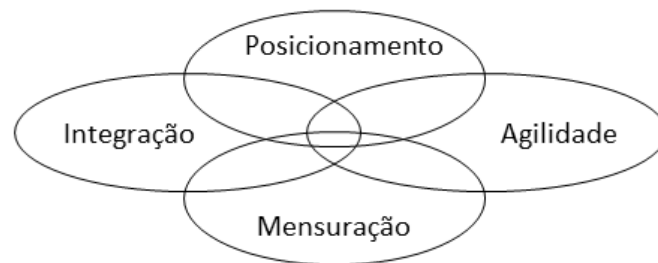


Figura 14 - Modelo de Logística de Classe Mundial/Competência Logística.
Fonte: CLM (1995).

- a) Posicionamento: forma de atuação da empresa diante de seus concorrentes; posicionamento no segmento que atua e tipo de serviço oferecido, assim como a definição dos clientes-alvo.
- b) Integração: modo de desenvolver as operações logísticas com foco na excelência dos serviços, levando em consideração as diversas interfases, com outros agentes dentro da cadeia de suprimentos.
- c) Agilidade: nível de rapidez que a empresa apresenta para atender às necessidades de mudança apresentadas pelos clientes.
- d) Mensuração: sistema de captação de indicadores de desempenho logísticos, que seja robusto suficiente para apresentar informações consistentes que sirvam de parâmetro de tomada de decisão dos gestores com foco em melhorias das competências logísticas.

Esse modelo proposto pelo *Council of Logistic Management* (CLM) (1995) resume as melhores práticas logísticas, que são comuns às empresas de classe mundial e independem das seguintes variáveis: porte da empresa, seguimento de mercado no qual atua e posição da organização na cadeia de distribuição.

Dentro do modelo apresentado, analisando-se o campo referente à medição de desempenho (mensuração), constata-se que as empresas classificadas como de classe mundial contemplam quatro áreas específicas para avaliação: serviço ao cliente/qualidade, custos, produtividade e gerenciamento de ativos.

Tendo como base as referências e práticas atuais utilizadas para avaliação de resultados na área de serviços logísticos e confrontando essas informações com modelo inicialmente proposto pelo Council of Logistic Management (CLM) (1995), é possível verificar uma forte tendência de permanência da validade e adequação do mesmo no que diz respeito principalmente aos aspectos que devem ser levados em consideração em um sistema de medição de desempenho logístico, visto que esses conceitos apresentam forte similaridade com os sistemas de medição de desempenho logístico atuais, conforme demonstra a Figura 15.

Métricas	Perspectiva de Avaliação	Aspectos Operacionais e de Gerenciamento
Serviço ao Cliente / Qualidade	Perspectiva Funcional	Suporte de um Sistema de Informação
Custos	Perspectiva do Processo	Ações dinâmicas de Acompanhamento dos indicadores
Produtividade	<i>Benchmarking</i>	Utilização efetiva dos resultados
Gerenciamento de Ativos	<i>Perspectiva do Supply Chain</i>	

Figura 15 - Principais pontos para avaliação em um sistema de medição de desempenho logístico eficaz.

Fonte: CLM (1995).

Alinhado com os conceitos desenvolvidos pelo CLM, verifica-se o modelo SCOR, em que os primeiros trabalhos foram desenvolvidos em 1997 por Pittiglio, Rabin Todd e McGrathe (1996) e Stewart (1997) (apud RODRIGUEZ; KIECKBUSCH; LORANDI, 2007). O modelo foi desenvolvido com a participação de especialista da área, e atualmente encontra-se disponível em um portal de acesso via internet, onde há a

participação de mais de 800 empresas de diversos seguimentos filiadas ao SCC, *Supply Chain Council* (Conselho de cadeia de suprimentos).

O modelo SCOR utiliza técnicas de *benchmarking* por meio de uma estrutura interfuncional, aplicando o conceito de processo de negócio, com o intuito de alcançar as melhores práticas através da definição de métricas e indicadores de desempenho relacionados a cinco processos de gerenciamento básicos assim descritos: planejamento, abastecimento, fabricação, entrega e retorno (Figura 16).

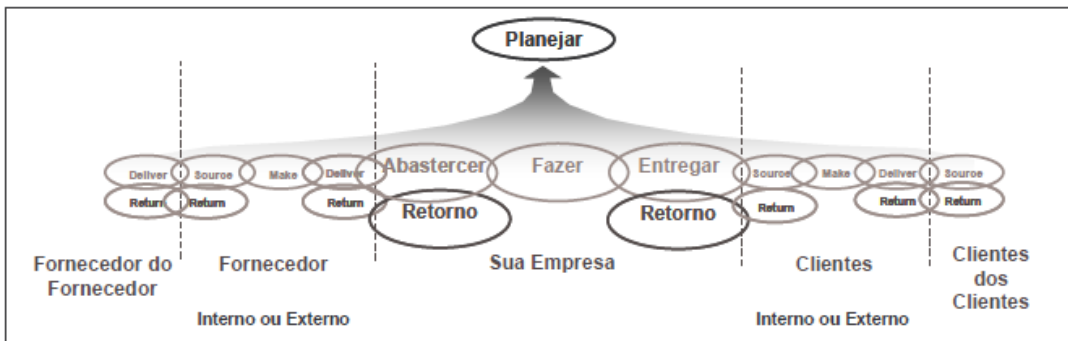


Figura 16 - Modelo SCOR 11.0.
 Fonte: *Supply Chain Council*.

A metodologia proposta contempla o desenvolvimento mediante o atendimento de cinco níveis, sendo essas etapas flexíveis e aplicáveis de forma genérica aos mais diversos processos de negócio (Figura 17).

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
Escopo	Configuração	Atividades	Workflow	Transações
Início da Cadeia de Suprimentos	Origem dos Produtos Estocados	Recebimentos de Produtos		
Diferenciais de Negócio	Diferenciais de Complexidade	Identificação das Tarefas	Sequencia de passos	Relacionamentos e Transações
Definição do Escopo	Diferenciais de Capacidade	Relacionamentos, métricas, tarefas e práticas	Detalhamento das atividades	Detalhamento da Automação
Adequação das nomenclaturas utilizadas no modelo.	Adequação das nomenclaturas utilizadas no modelo	Adequação das nomenclaturas utilizadas no modelo	Indústria ou companhia com linguagem específica.	Tecnologia com linguagem específica.
Padrões e definições SCOR			Definições da companhia / Indústria	

Figura 17 - Processos SCOR.
 Fonte: Adaptação - *Supply-Chain Council*.

O atendimento de todos os níveis propostos compõe um arcabouço que direciona para o atingimento de melhores práticas; porém, analisando-se todo o modelo, verifica-se que as atividades de primeiro nível são de extrema importância para o alcance dos resultados esperados, visto que nesse ponto são estabelecidas as métricas primárias, assim como os critérios de desempenho que serão comparados com a concorrência no decorrer dos demais processos do modelo SCOR, conforme exemplo descrito no Quadro 1.

	Atributo	Métricas (Estratégicas)
Cliente	Confiança	Atendimento Perfeito de Pedidos
	Capacidade de Resposta	Atendimento do prazo de entrega
	Agilidade	Flexibilidade na cadeia de suprimentos
Capacidade de Adaptação na cadeia de suprimentos		
Interno	Custo	Gerenciamento de custos na cadeia de suprimentos
		Custo dos produtos vendidos
	Ativos	Tempo de ciclo de fluxo de caixa
		Retorno sobre o ativo imobilizada utilizada na cadeia de suprimentos
		Retorno sobre o capital

Quadro 01 - Medidas de desempenho Modelo SCOR.

Fonte: *Supply Chain Council*

O Quadro 1 destaca um exemplo dos atributos e metas estratégicas que deve ser desenvolvido para a implementação do modelo SCOR, destacando a definição de parâmetros a serem verificados sobre a expectativa do cliente e sobre a visão dos processos internos, sendo essa uma etapa fundamental para a obtenção dos resultados esperados.

A integração dos processos de negócio dentro da organização com a definição adequada de metas e processos-chave é um ponto em comum nos modelos que visam à obtenção de melhores resultados na gestão da cadeia de suprimentos (LAMBERT; SCHWIETERMAN, 2012) (Figura 18). Há uma forte similaridade entre o modelo de gestão da cadeia de suprimentos proposta por Lambert e Schwieterman e o modelo SCOR; ambos são flexíveis e analisam todo o fluxo de produção, alcançando tanto os fornecedores como os clientes e consumidores finais. O nível de detalhamento a ser aplicado depende dos objetivos que se pretende alcançar.

Pode-se concluir, então, que o modelo proposto por Lambert e Schwieterman (2012) também pode ser utilizado como uma ferramenta para aplicação de *benchmarking*.

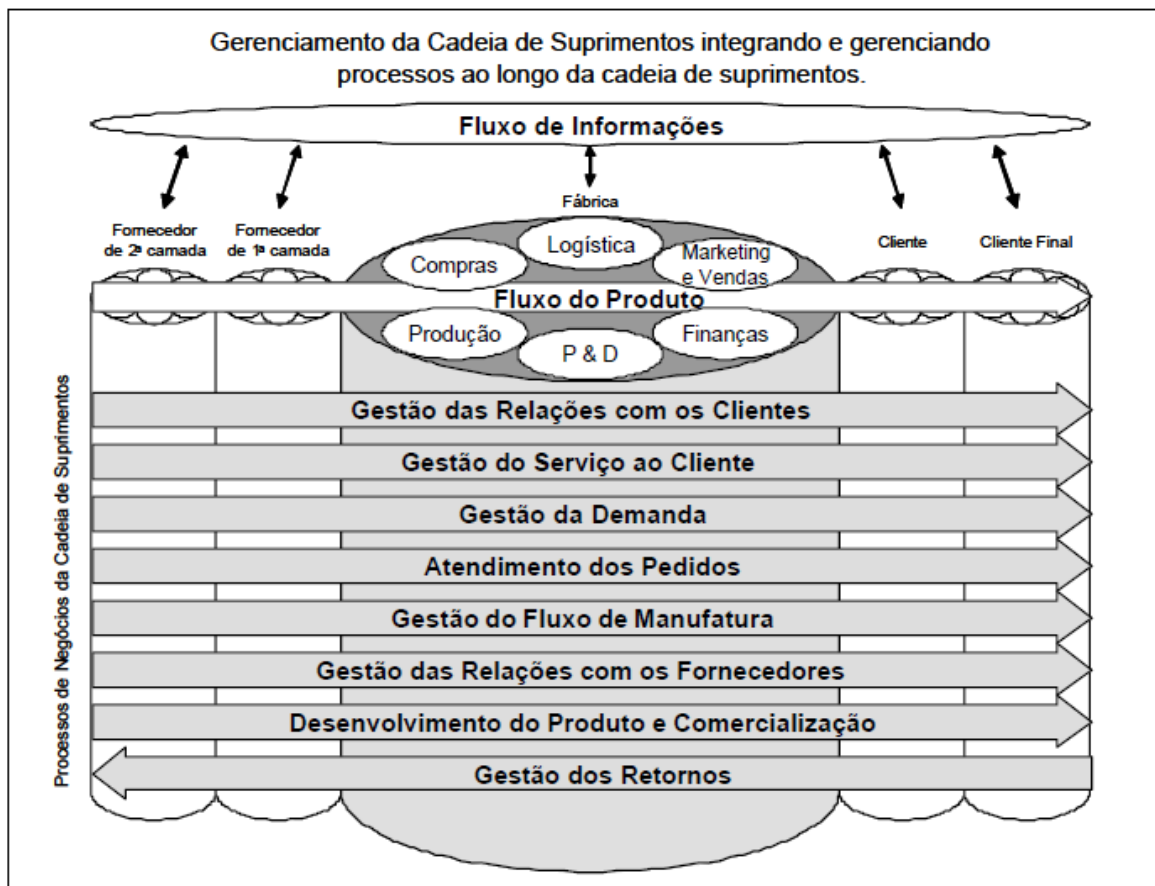


Figura 18 - Gestão de processos na cadeia de Suprimentos
Fonte: Lambert (2012).

Avaliando os conceitos abordados referentes às ferramentas e à aplicação do *benchmarking*, a Figura 18 ilustra a tendência atual desse processo.

A Figura 19 representa a evolução dos conceitos de *benchmarking* como ciência. Confirma-se essa tendência estando agora na quinta geração, apontando para o *Benchmarking* Global, fato evidenciado por meio dos modelos atualmente consolidados, tais como APQC, SCOR 11.0, que utilizam plataformas eletrônicas disponibilizadas na internet para compilação de bases de dados de indicadores de desempenhos e melhores práticas de empresas associadas, avanço favorecido pelo desenvolvimento tecnológico atual.

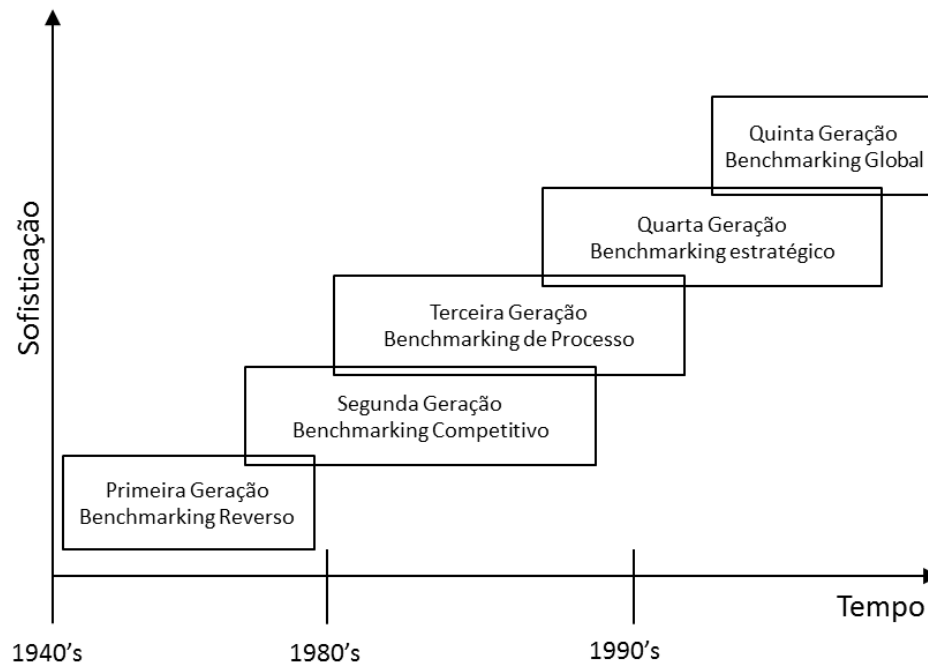


Figura 19 - Evolução do benchmarking como uma ciência em desenvolvimento.
 Fonte: Adaptação de Anand, Rambabu e Kodali (2008) apud Watson (1993).

2.2.6 Ferramentas Qualitativas e Quantitativas para Auxílio na Tomada de Decisão Relativa à Aplicação de Melhores Práticas Logísticas

O objetivo desta seção é organizar as referências bibliográficas relacionadas ao tema de pesquisa, tendo como parâmetro a metodologia aplicada para a obtenção dos resultados. Reserva-se a condição de apresentar os artigos, que, ao longo dos levantamentos realizados, apresentam maior afinidade com o tema de pesquisa, sendo que as informações destacadas serão utilizadas como base para decisão de qual metodologia que será aplicada nesta dissertação.

Ao longo do texto são abordados os principais conceitos que, de acordo com a pesquisa realizada, apresentam uma forte contribuição para o estudo de melhores práticas relacionadas a operações logísticas. São apresentados aspectos puramente conceituais, referentes à identificação de indicadores, utilização de modelos de referência e a técnica de *benchmarking*. A partir desse ponto, alguns autores serão citados e destacados por meio de um breve resumo sobre o método aplicado.

No que diz respeito à aplicação da técnica de *benchmarking*, o trabalho realizado por Prabir (1996) utiliza a técnica de Análise Hierárquica de Processo (AHP) e aplicação de questionário para identificação dos principais fatores que favorecem o ganho de desempenho, tendo como base a comparação entre empresas.

Na busca de correlações entre aspectos associados à satisfação do cliente e os indicadores de desempenho, STANK et al. (2003) desenvolveram um trabalho baseado em equações estruturais, constatando que há uma forte ligação entre a satisfação do cliente e sua fidelidade ao prestador de serviço logístico, com a fatia de mercado no qual atua (*market share*).

Alinhado aos conceitos de logística de classe mundial (World Class Logistics), em 2005 verifica-se um trabalho realizado pelo Grupo de Estudos Logísticos (GELOG), da Universidade Federal de Santa Catarina, intitulado “Determinação de Empresas Líderes: um modelo rumo à Logística de Classe Mundial”, que propõem uma metodologia para comparação de empresas de logística, por meio de uma ferramenta estatística, usada para a análise de dados empresariais, baseada em medidas de tendência central.

A ferramenta proposta (Figura 20) utiliza como medida de tendência central a mediana.

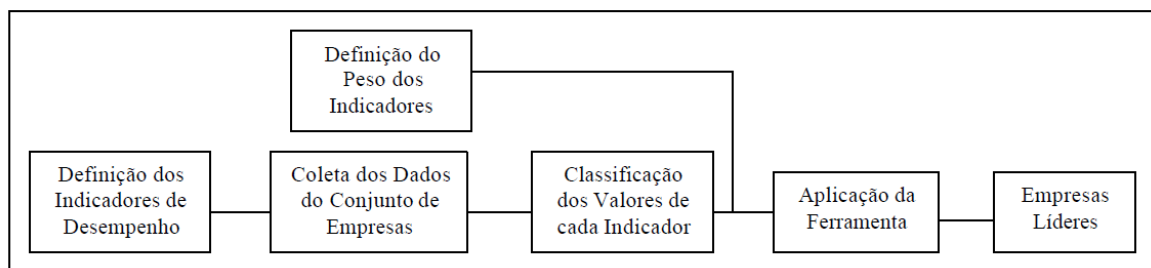


Figura 20 - Esquema do modelo para determinação de empresas líderes em Logística.
Fonte GELOG (2005).

O estudo realizado pelo GELOG definiu para aplicação do modelo a utilização dos seguintes indicadores: Custo, Qualidade, Tempo e Produtividade. Um ponto observado nesse estudo, que posteriormente em trabalhos semelhantes foi aprimorado, diz respeito à etapa de definição do peso dos indicadores. Esse estudo depende da opinião de especialistas, apesar de em trabalhos mais atuais, utiliza-se técnica de AHP.

Um ponto em comum aos estudos que buscam a identificação de melhores práticas em logística está relacionado à identificação de relações entre fatores associados ao desempenho operacional das organizações e seu impacto nos resultados financeiros das empresas prestadoras de serviços logísticos. Essa informação ocupa uma posição estratégica nas organizações. Yeung et al. (2006) realizaram um estudo no qual são identificadas relações entre as estratégias e prioridades operacionais, com o desempenho das empresas (somente sobre custo, somente sobre diferenciação ou combinação de estratégias). Para checar os resultados, os autores utilizaram a análise por meio de *cluster* e técnicas estatísticas.

Panayides (2007), em seus estudos, faz uma análise profunda sobre a figura do cliente, identificando que a troca de conhecimento, a empatia, a comunicação e a honestidade são fatores que devem ser assimilados pela organização por meio da gestão do conhecimento. Através da utilização da técnica de equações estruturais, o autor obteve resultados que indicam que o aprendizado organizacional tem uma influência positiva sobre a orientação da empresa, assim como sobre a melhoria da eficiência dos serviços logísticos e no desempenho.

Em outro estudo realizado por Liu e Lyons (2010), focado na identificação de indicadores de desempenho em empresas prestadoras de serviços logísticos, há um comparativo entre os principais parâmetros verificados entre empresas do Reino Unido e Taiwan, avaliando aspectos associados a capacidades de serviços, performance operacional e performance financeira, utilizando técnicas estatísticas de regressão simples e múltipla, análise de *cluster* e questionários.

Contribuindo com o assunto relativo à identificação de indicadores de desempenho, em um estudo realizado por Gopal e Thakkar (2012), há uma análise baseada em revisão bibliográfica. Esses autores identificaram inicialmente 323 artigos publicados nas bases ISI e Scopus entre os anos de 2000-2011, utilizando como palavras-chave *Supply chain: performance, metrics, measurement, metrics*. Após uma revisão crítica do material com foco nos pontos desenvolvimento de indicadores, implementação de indicadores e acompanhamento e monitoramento de indicadores, a base de artigos foi reduzida para 28 artigos.

Por fim, os trabalhos que apresentaram maior representatividade no que se refere à evolução do conhecimento sobre o desenvolvimento de indicadores e as métricas relativas à cadeia de suprimentos foram sumarizados na Tabela 2.

TABELA 02 - Sumário de trabalhos desenvolvidos sobre indicadores de desempenho da cadeia de suprimentos (2000 – 2011)

Modelo / Cenário / Metodologia	Autor	Ano
Cenário baseado em níveis	Gunasekaran et al.	2001
Métrica utilizando 6 sigma	Dasguptha.T	2003
Cenário desenvolvido com base no modelo SCOR	Gunasekaran et al	2004
SCOR com o modelo AHP	Haun et al	2004
Taxonomia de medidas	Shepherd and Gunte	2006
Identificação KPIs	Gunasekaran and Kobu	2007
Modelo de avaliação de desempenho da Cadeia de Suprimentos Utilizando AHP	Bhagawat and Sharm	2007
Modelo de avaliação de desempenho da Cadeia de Suprimentos Utilizando BSC	Bhagawat and Sharm	2007
Metodologia i-SCOR	Gulledge and Chavusholu	2008
Cenário desenvolvido para o sistema de medição de desempenho utilizado SCOR-BSC	Thakka	2009
AHP com o modelo de PGP	Bhagawat and Sharma	2009
Modelo integrado de SCM-ESCM	Shaw et al	2010
Modelo integrado de avaliação da capacidade e maturidade com uso 6 Sigma.	Lin and Li	2010
Scaniamento de Cenário	Fabbe-Costes	2011

Fonte: Adaptado de Gopal e Thakkar (2012).

Em estudo desenvolvido por Elgazzar et al. (2012), que busca relacionar parâmetros de desempenho operacional das organizações na cadeia de suprimentos com variáveis de desempenho econômico e financeiro, observa-se que, para atingir esse objetivo, os autores identificaram os principais indicadores econômico-financeiros – receitas, custos e ativos – com base nos parâmetros de desempenho estabelecidos pelo modelo SCOR: confiabilidade, capacidade de resposta, flexibilidade, custo e ativos. As correlações foram levantadas com o auxílio da opinião de especialista, sendo o peso da contribuição de cada indicador ponderado por meio da técnica de AHP. Com base nos pesos obtidos, aplicou-se a técnica de agregação média.

De acordo com pesquisa realizada por BELÉM JÚNIOR (2004), pode-se afirmar que indicadores de desempenho são passíveis de serem desenvolvidos para auxiliar na avaliação do nível de serviço oferecido pelas empresas de transporte rodoviário. Verifica-se ainda que o desempenho obtido por uma empresa está diretamente relacionado ao nível de serviço prestado ao cliente, pois ele é o consumidor e quem define se um produto ou serviço será aceito pelo mercado.

Johnston e Clark (2002) afirmam que o nível de serviço pode ser entendido como *gap*, ou intervalo entre a expectativa do consumidor e a percepção real do serviço, e apresentam um modelo, conforme ilustrado na Figura 21.



Figura 21 - Modelo de Johnston e Clark para avaliação do nível de serviço.
Fonte: Johnston e Clark (2002).

Dentro desse contexto, o conceito nível de serviço está intimamente relacionado à natureza da atividade em estudo. Quando se fala em transporte rodoviário de cargas, envolvendo transporte e distribuição, mediante requisições de cliente, pode-se estabelecer o seguinte parâmetro, conforme apresentado por Lavratti (2006 apud MARTINS; ALT, 2001, p. 159):

Nível de serviço ou nível de atendimento é o indicador de quão eficaz foi a distribuição para atender às solicitações dos usuários. Assim, quanto mais requisições forem atendidas, nas quantidades e especificações solicitadas, tanto maior será o nível de serviço.

Dentro desse contexto, conforme apresentado por Martins et al. (2011), para uma empresa que realiza entregas, devem ser usadas como parâmetro para o estabelecimento do nível de serviço as seguintes relações: número de requisições atendidas corretamente e número de requisições efetuadas:

$$\text{Nível de serviço} = \frac{\text{Número de requisições atendidas}}{\text{Número de requisições efetuadas}}$$

Por exemplo, se foram feitos 100 pedidos e atendidos somente 95 dentro do prazo combinado, o nível de serviço será:

$$\text{Nível de serviço} = \frac{95}{100} = 0,95 = 95\%$$

De acordo com Christopher (1999), pode-se considerar o atendimento do pedido como perfeito quando houver:

- Entrega pontual $\text{Entrega pontual} = \frac{\text{Número de entregas pontuais}}{\text{Total de pedidos recebidos}}$
- Entrega completa $\text{Entrega completa} = \frac{\text{Total de entregas completas}}{\text{Total de pedidos recebidos}}$
- Entrega sem erros $\text{Entregas sem erros} = \frac{\text{Faturas "limpas"}}{\text{Total de faturas emitidas}}$

Segundo esse mesmo autor, a forma de avaliação pode ser desdobrada de acordo com o seguinte conceito: é possível calcular os três indicadores de forma independente, mas também se pode saber o indicador da realização do pedido perfeito de forma combinada.

Realização do pedido perfeito = entrega pontual × entrega completa × índice de entrega sem erros

Exemplo: Uma empresa apresentou o seguinte desempenho nas entregas durante um ano:

- 80% das entregas pontuais
- 70% das entregas completas
- 90% das entregas sem erros

$$\text{Realização do pedido perfeito} = 80\% \times 70\% \times 90\%$$

$$\text{Realização do pedido perfeito} = 0,8 \times 0,7 \times 0,9 = 0,5 = 50\%$$

De acordo com Christopher (1999), o resultado representa que houve atendimento perfeito de apenas 50% dos pedidos atendidos.

Ballou (2010) apresenta um conceito, em que é relacionado o nível de serviço proposto com o lucro, chegando à conclusão de que nem sempre o maior nível de serviço é o mais adequado. Para a empresa que realiza o serviço, o ideal é trabalhar no intervalo em que a lucratividade for maior.

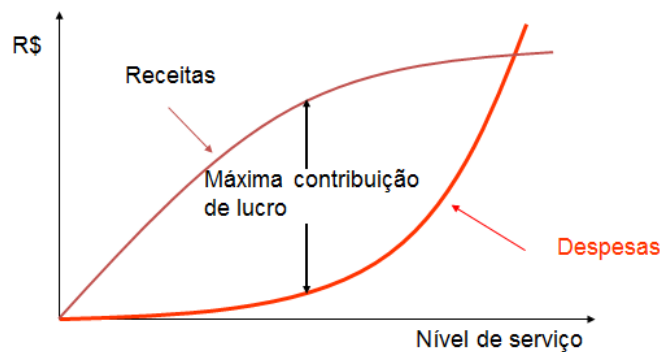


Gráfico 02- Representação gráfica entre Nível de Serviço e Lucro.
Fonte: Ballou (2010).

Verifica-se um conceito apresentado por Christopher (1999) e citado por Lavratti (2006) sobre a importância da seleção dos clientes para atendimento de forma que a empresa garanta rentabilidade dos serviços prestados. Desse modo sugere a utilização da curva ABC para a seleção dos clientes, afirmando que nem sempre atender a todos os clientes representa maior lucratividade (Gráfico 03).

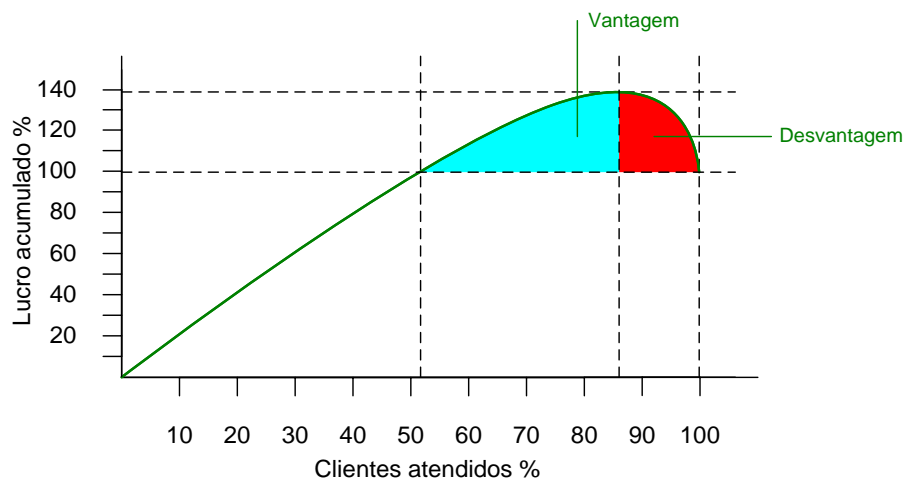


Gráfico 03 - Percentual de atendimento a clientes.
Fonte: Christopher (1999).

Verifica-se que há parâmetros que favorecem o desempenho dos processos, mas que sua contribuição direta para o processo produtivo é de difícil mensuração em termos numéricos, apesar de existir evidências que sinalizam para um caráter positivo em relação ao desenvolvimento do processo produtivo, não devendo ser descartados.

2.2.7 Análise Envoltória de Dados (DEA) na Avaliação de Desempenho

Avançando na interpretação dos indicadores de desempenho e na busca de ferramentas quantitativas que traduzam os conceitos avaliados e termos numéricos, é possível realizar o cruzamento dessas informações com o conceito de função de produção descrito por Novais (2001), visto que há indicadores relacionados diretamente com o valor dos insumos (1) e com a função custo (2), podendo ser considerados *inputs* do processo produtivo e outros fortemente relacionados à função receita (6) e valor dos produtos (7), considerados como *outputs*.

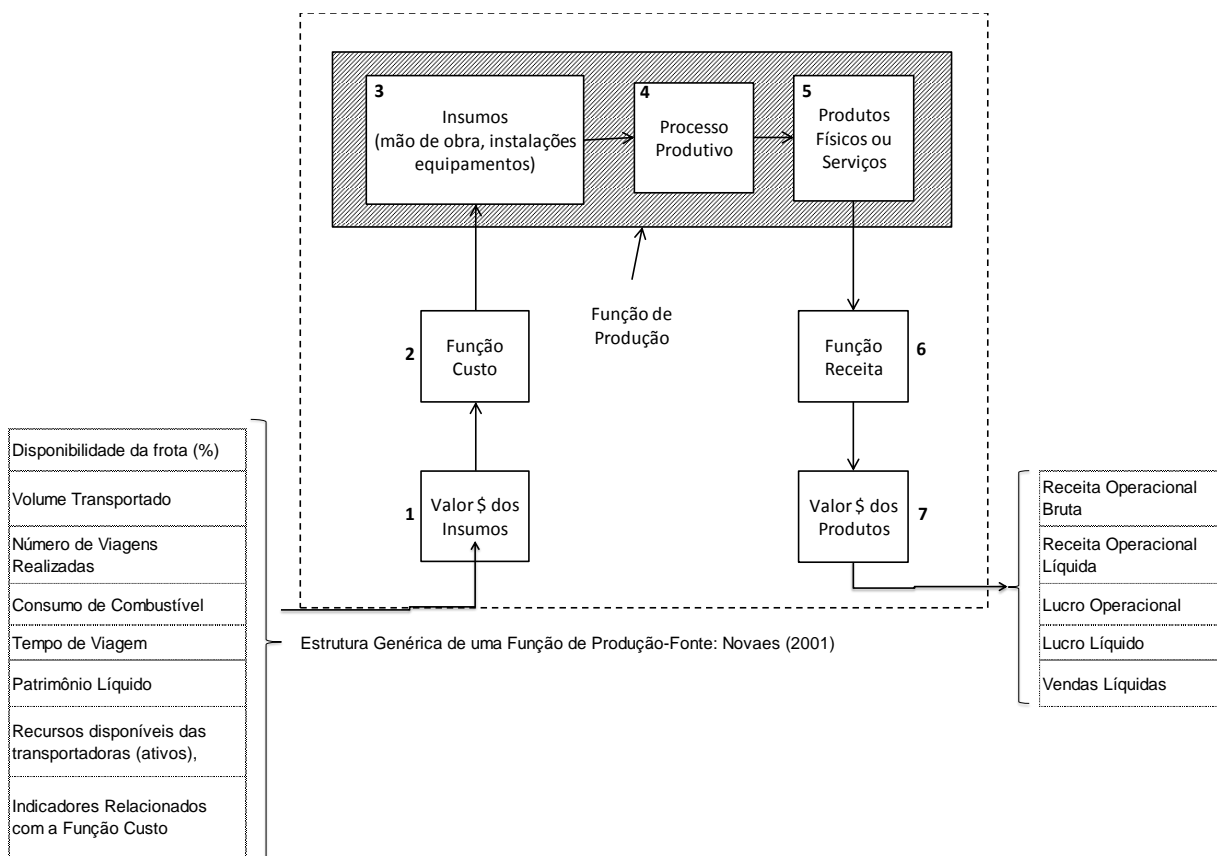


Figura 22 - Função de Produção X Indicadores de Desempenho.
Fonte: NOVAES (2004).

A ilustração desse conceito demonstrado na Figura 22, nesse caso a função de produção, que reúne o processamento de insumos (mão de obra, instalações, equipamentos), o processo produtivo propriamente dito e a obtenção de produtos, é representada pelas atividades de transporte e prestação de serviços realizados pelos operadores logísticos.

Como se pretende avaliar as organizações visando à identificação de empresas que sejam referência no seguimento, espera-se ter maior facilidade de obtenção de informações referentes às variáveis de entrada e saída de seu processo produtivo.

Essa prática foi verificada nos trabalhos desenvolvidos por Azambuja (2002), Junqueira et al. (2007), Kuroda, Kalfas e Eller (2012). Esses autores, além da busca por justificativas das relações empíricas entre variáveis, em complemento, avaliam os conceitos da função de produção de Cobb e Douglas (1928), que relacionam capital, trabalho e matérias-primas. Nos trabalhos avaliados, o estudo da função de produção que representa o problema a ser modelado surge como mais um recurso para apoio na escolha das variáveis do problema.

Esses autores aplicaram para avaliação de desempenho a metodologia DEA, destacando que a definição dos *inputs* e *outputs* influencia diretamente os resultados das análises, comprometendo a capacidade de ordenação das DMUs, dificultando a identificação de *benchmarkings*. Em função dessa característica o critério utilizado para definição desses parâmetros é um ponto crítico para a viabilidade de aplicação dessa ferramenta, estando adequadamente descrito na seção de metodologia da presente dissertação.

Para contornar essas deficiências é comum encontrar trabalhos que utilizam a análise envoltória de dados, associada a outros métodos complementares tais como: método I.O *stepwise* exaustivo, métodos multicritério e multicritério combinatório inicial e parcial, que são alguns exemplos de técnicas adicionais (SENRA et al., 2007). Apesar das ressalvas que devem ser realizadas para aplicação da análise envoltória de dados, verifica-se que o método mostra-se bastante flexível, considerando a aplicação dos modelos clássicos CCR e BCC, até os modelos multiplicativos CCSS (CHARLES et al., 1993), conforme citado por Almeida, Mariano e Rebelatto (2006). Nesse estudo é apresentado um panorama dos principais

setores onde foram realizadas aplicações do método DEA, considerando o cenário nacional e fora do país.

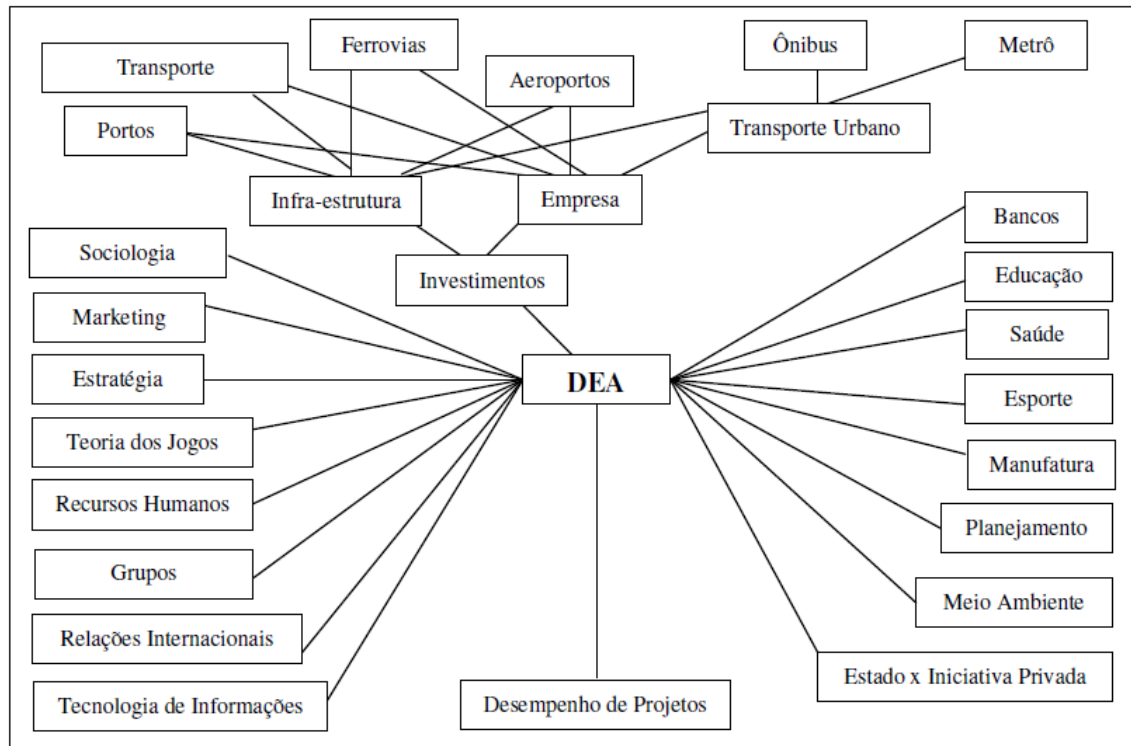


Figura 23 - Campo de aplicação DEA.

Fonte: Almeida, Mariano e Rebelatto (2006) adaptado Paiva Júnior (2000).

De forma a quantificar as afirmações realizadas referentes à flexibilidade e capacidade de resposta do método DEA, foi identificado o trabalho desenvolvido por Valmorbidia et al. (2012). Esses autores buscaram identificar as principais ferramentas de avaliação de desempenho organizacional aplicadas no Brasil. Para isso, foram avaliados 489 artigos em periódicos nacionais da área de administração, ciências contábeis e turismo, com classificação Qualis A1 a B5 do ano de 2000 até 2011.

As constatações direcionam para a existência de diversas ferramentas no que concerne à avaliação do desempenho organizacional, tais como: Balanced Scorecard (BSC), Prêmio Nacional de Qualidade (PNQ), Metodologia Multi Critério de Apoio a Decisão (MCDA), Análise envoltória de dados (DEA), Analytic Hierarchy Process (AHP), entre outras definições de qual utilizar com o contexto que se pretende avaliar.

Após as avaliações econométricas realizadas, verificou-se que 18,7% das publicações citam ou utilizam a análise envoltória de dados (DEA) para a avaliação do desempenho das organizações, conforme mostrado no Quadro 2.

Ferramentas de Avaliação de desempenho organizacional	Quantidade de artigos
Análise Envoltória de Dados (DEA)	46
Balanced Scorecard (BSC)	38
Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão Construtivista (MCDA - C)	15
Analytic Hierarchy Process (AHP)	9
Valor Econômico Agregado (EVA)	5
Elimination et Choix Traduisant la Réalité (ELECTRE TRI)	4
Fluxo de Caixa Descontado (FCD)	4
SERVQUAL	4
Benchmarking	3
Elimination et Choix Traduisant la Réalité (ELECTRE I)	3
GECON	3
MACBETH Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation	3
Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES)	3
SERVQUAL X SERVPREF	2
Teoria da Utilidade Multiatributo (MAUT)	2

Quadro 02 - Avaliação de desempenho organizacional – panorama das publicações em periódicos nacionais.

Fonte: Adaptado de Valmorbidia et al. (2012).

A identificação de ferramentas e métodos para a avaliação de desempenho se apresenta como um grande desafio para as organizações atuais. Verifica-se, na literatura, diversos estudos em torno do tema. No entanto, ainda há muito o que pesquisar, devido à diversidade de conceitos e situações de aplicação, cada uma com suas particularidades.

O principal desafio desse campo de pesquisa reside na identificação dos métodos mais adequados para cada tipo de ambiente a ser avaliado. Ainda não há uma unanimidade entre os autores, sobre quais as ferramentas que podem ser consideradas mais abrangentes ou mais precisas, para determinado cenário a ser estudado.

Tendo conhecimento sobre esses fatos, o presente estudo buscou direcionar as atenções para a técnica de análise envoltória de dados (DEA), avaliando o seu grau de flexibilidade, capacidade de resposta, limitações técnicas e de interpretação dos resultados.

É possível notar, nas publicações analisadas, que por mais sofisticado que seja o método/modelo utilizado, a avaliação e a análise crítica de especialistas na área de estudo devem ser levadas em consideração, antes da apresentação de conclusões sobre o tema de pesquisa investigado.

Os métodos de avaliação de desempenho com a utilização do DEA são considerados como técnicas não paramétricas, ou seja, ao final da compilação das informações não será obtido uma regressão ou expressão matemática empírica que represente o problema. A resposta será obtida por meio de um ranking, organizado em função das eficiências relativas calculadas para cada unidade avaliada, nesse caso chamadas de DMUs (unidades tomadoras de decisão). A formação do ranking é fortemente relacionada com algumas decisões tomadas nas etapas de configuração inicial do modelo.

Para tanto, será utilizada a análise envoltória de dados (DEA) como ferramenta para apoio à resposta da pergunta de pesquisa, verificando-se os seguintes aspectos que seguem.

Quando se avalia a literatura sobre o enfoque da relação das variáveis utilizadas para a modelagem em DEA, a grande maioria dos trabalhos traz a abordagem de relação de variáveis conforme a opinião de especialistas ou até mesmo pela disponibilidade de dados (SENRA et al., 2007).

Essa afirmação faz um alerta sobre a necessidade de planejamento e definição clara dos objetivos do modelo, evitando-se, dessa forma, possíveis falhas de interpretação decorrentes de erros de definição de premissas.

De forma a contornar essas possíveis falhas na configuração do modelo DEA, Paiva Júnior (2000), propôs uma série de questões a serem respondidas junto a especialistas da área em estudo, de forma a identificar as variáveis de pesquisa em modelos DEA (*inputs* e *outputs*).

- As variáveis estão relacionadas com os objetivos da análise?
- As variáveis são relevantes?
- Os dados estão disponíveis e são confiáveis?
- As análises estão relacionadas?
- As variáveis são *inputs* ou *outputs* ?
- São variáveis internas ou externas?
- São variáveis quantitativas ou qualitativas?
- A razão entre *outputs* e *inputs* mede custo eficiência ou custo eficácia?

Paiva Júnior (2000) afirma que a modelagem em DEA é um processo iterativo, que exige a aplicação das formulações para diferentes grupos de DMUs, com diferentes combinações de variáveis, cujo objetivo é o de subsidiar a escolha no grupo dos *benchmarkings* e indicadores ideais para o objetivo da análise.

Por outro lado há autores que afirmam que a única razão de uma variável não ser considerada é a falta de informação sobre a mesma. Há situações em que não se conhece as variáveis e as DMU's que vão entrar, há outras situações onde se tem

certeza sobre quais as variáveis que devem ser consideradas (ÂNGULO MEZA, 2015).

De forma a respaldar a escolha das variáveis, além de avaliar a condição relativa à causa e ao efeito entre *outputs* e *inputs*, tendo como referência os constructos conceituais do cenário analisado, é comum levar em consideração a análise de tendência, ou uma avaliação prévia das variáveis antes da implementação no modelo DEA.

Antes de prosseguir com a análise do tema, é importante conhecer o princípio básico de funcionamento do método, que trabalha com o conceito de razão de eficiência, comparando o desempenho entre as DMUs, dividindo os *outputs* virtuais pelos *inputs* virtuais. Assim, por meio da resolução de um problema de programação linear, busca-se maximizar a eficiência, tendo como variáveis de decisão os pesos atribuídos a cada *output* e *input* definidos, conforme a Equação 1:

Equação 1:

$$\text{Desempenho} = \frac{\text{output virtual}}{\text{input virtual}} = \frac{u_1 y_{1o} + \dots + u_s y_{so}}{v_1 x_{1o} + \dots + v_m x_{mo}}$$

Onde

x e *y* são respectivamente um vetor de input e output e

u_s são os pesos dos output's, *v_m* são os pesos dos input's

Equação x: Razão de eficiência –

Fonte: http://www.opensourcedea.org/index.php?title=File:Efficiency_ratio.png

Após o entendimento desse conceito, verifica-se um ponto em comum entre os trabalhos desenvolvidos com a aplicação do DEA, conforme citado por Possamai, Oliva e Alban (2007), é recomendável que exista uma relação de causa e efeito entre os *inputs* e *outputs*; quanto mais forte essa relação, mais fácil se torna identificar os modelos mais representativos, utilizando-se um número menor de variáveis.

Dentro do contexto da pesquisa, serão analisados operadores logísticos. De acordo com Soares de Mello et al. (2005), quando se tem várias empresas que desenvolvem atividades semelhantes, é possível comparar as suas produtividades e investigar porque razão umas são mais produtivas que outras. De forma genérica, uma empresa é mais produtiva que outra porque tomou decisões que lhe permitem aproveitar melhor os recursos. Essas decisões citadas por esses autores podem estar relacionadas ao uso de tecnologia mais avançadas e utilização de mão de obra melhor capacitada ou melhores técnicas gerenciais.

Quando são avaliados os resultados alcançados pelas empresas, sejam eles operacionais, sejam financeiros, normalmente são decorrentes de alguma decisão tomada por essas organizações.

Dentro do modelo DEA, as unidades produtoras são identificadas como entidades capazes de tomar decisão, e usualmente utiliza-se o seguinte termo em inglês para se referir as unidades produtoras: *Decision Making Unit*, simplificando-se por meio da sigla DMU.

Para a aplicação adequada do modelo DEA, deve-se estabelecer de forma clara, na visão das DMUs avaliadas, quais variáveis serão consideradas como insumos e quais serão consideradas como produtos. Como citado anteriormente, de modo geral, esse modelo realiza a soma ponderada dos produtos e dos insumos, efetuando a razão entre esses valores, e busca maximizar a eficiência ajustando os pesos atribuídos a cada insumo e produto. Nos modelos DEA, os pesos atribuídos a cada insumo/produto, são as variáveis de decisão.

Nesse sentido, conforme explicado por Soares de Mello et al. (2005), o DEA otimiza cada observação individual com o objetivo de calcular uma fronteira de eficiência determinada pelas unidades que são “Pareto eficientes”. Uma unidade é Pareto eficiente se, e somente se, ela não consegue melhorar alguma de suas características sem piorar as demais.

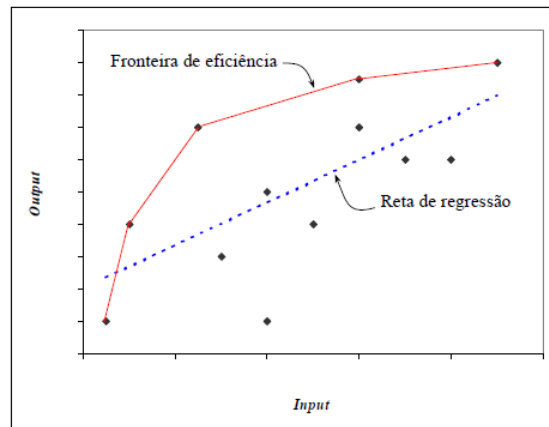


Gráfico 04 - Fronteira de eficiência.
Fonte: Soares de Mello et al. (2005).

O gráfico 04, ilustra a comparação da fronteira de eficiência gerada pelo modelo DEA, com a reta de regressão. Os modelos DEA, calculam a eficiência relativa máxima de cada DMU, em relação aos outras, partindo do princípio de que cada DMU, pode estar sobre a fronteira de eficiência ou abaixo dela. Por outro lado a reta de regressão depende de uma função de produção onde uma variável independente se relacionam com a variável dependente admitindo uma margem de erro pré estabelecida que depende do perfil de distribuição dos dados.

Existem dois modelos clássicos em DEA, que se diferenciam pela forma como as fronteiras de eficiência são definidas:

- CCR, desenvolvido por Charnes et al. (1978), trabalha com retornos de escala constantes. Qualquer alteração nas entradas (*inputs*) produz uma variação proporcional nas saídas (*outputs*) e constrói uma fronteira de eficiência linear por parte, não paramétrica, que envolve os dados.
- BCC, desenvolvido por Banker et al. (1984), esse modelo quebra a regra de proporcionalidade entre *inputs* e *outputs* e considera retornos variáveis de escala e condiciona regras de convexidade de fronteira de eficiência, em função de características específicas das DMUs avaliadas.

Para definição do modelo DEA que melhor se ajusta ao contexto sobre análise, é necessário esclarecer os conceitos de eficiência, visto que é sobre estes que o método irá realizar a análise comparativa entre as empresas de forma a identificar melhores práticas.

Conforme citado por Belloni (2000), a eficiência produtiva relaciona-se com a capacidade de minimizar desperdícios, gerando mais resultados, em função dos recursos utilizados, garantindo a produção com aplicação mínima de insumos.

A eficiência produtiva sofre a influência de dois componentes: eficiência de escala e eficiência técnica.

- 1.1- Eficiência de escala está relacionada às variações na produtividade influenciadas pelas alterações na escala de produção.
- 1.2- Eficiência técnica é identificada quando os efeitos de escala são isolados. A ineficiência técnica está relacionada à capacidade gerencial dos administradores.

Cada um dos modelos DEA possui características específicas que permitem o relacionamento de seus constructos de cálculo com os conceitos de produtividade apresentados.

De acordo com Bastos (2012) e Soares de Mello et al. (2005), o cálculo de eficiência utilizado pelo modelo CCR baseia-se na produtividade, levando em consideração a eficiência produtiva, que, por sua vez, é influenciada por ganhos de escala constante, em que uma variação em seus *INPUTs* provoca uma variação proporcional nos *OUTPUTs*.

Se uma DMU é considerada eficiente em termos de produtividade total e se destaca em relação às demais, ela torna-se referência para outras DMUs, até que uma outra unidade seja identificada. Essa forma de análise se mostra mais adequada para a avaliação de DMUs, onde em seus processos há a intenção de destacar a influência da eficiência de escala. Para o cenário sobre análise (operadores logísticos), o objetivo da pesquisa não possui intenções de avaliar esse aspecto, logo o modelo CCR não será utilizado.

Por outro lado o modelo BCC permite uma avaliação mais abrangente e mais rigorosa. Por utilizar retornos de escala variáveis, é possível avaliar como o aumento da escala de produção influencia na eficiência, ou se há contribuição positiva ou negativa na eficiência, quando há variações na produtividade.

Sobre esses aspectos, conclui-se que o modelo BCC orientado a *OUTPUTS*, representa, de forma mais adequada, as características relacionadas à eficiência técnica das DMUs, pois os parâmetros de eficiência calculados carregam consigo fatores relacionados a práticas e aspectos gerenciais inerentes a cada DMU.

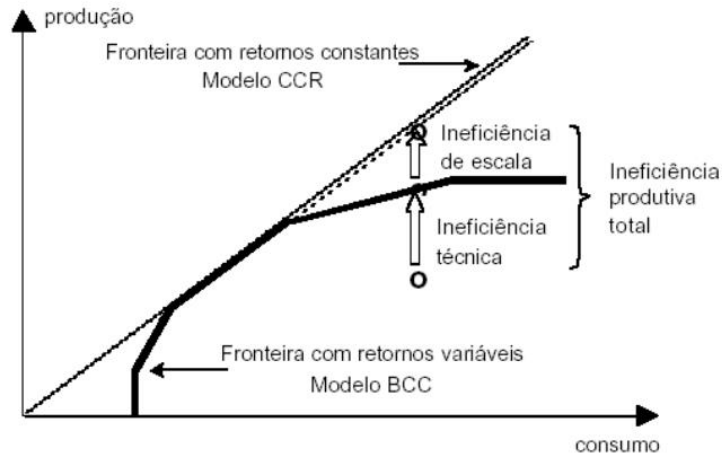


Gráfico 05 - Fronteiras de produção para os modelos BCC e CCR.
Fonte: Belloni (2000).

Conforme descrito no Gráfico 5, em que são comparadas as fronteiras de produção entre os dois modelos (CCR e BCC), as DMUs que se situam sobre a fronteira do modelo BCC são consideradas eficientes em termos de eficiência técnica total, visto que reúnem a melhor combinação de fatores que contribuem para a eficiência técnica e de escala.

Como o objetivo desta pesquisa visa a identificar variáveis que sejam direcionadoras de melhores práticas, há necessidade de restringir ao mínimo o número de DMUs (operadores logísticos) que sejam identificados como *benchmark* dentro do grupo avaliado, visto que será dessas empresas (DMU), que se destacam em relação às demais, que serão tecidas as conclusões a respeito das variáveis direcionadoras de melhores práticas logísticas.

Dessa forma, será utilizado o conceito de fronteira invertida, que tende a tornar a ordenação das DMUs menos benevolente, de forma a contornar uma das principais deficiências do método DEA referente à baixa capacidade de discriminação das DMU's, ou seja, visa a realizar o desempate entre unidades consideradas 100% eficientes. Sendo essa característica observada com maior frequência quando o

número de variáveis é grande em relação ao número de DMU's. (ÂNGULO MEZA, 2015).

O conceito faz uma avaliação pessimista das DMUs, que é realizada por meio da inversão dos *INPUTs* e *OUTPUTs* do modelo original, criando uma fronteira com as DMUs que possuem as piores práticas gerenciais (fronteira de ineficiência). Essa avaliação elimina do *ranking* possíveis DMUs que se destacam, mas na realidade são “falsos eficientes”.

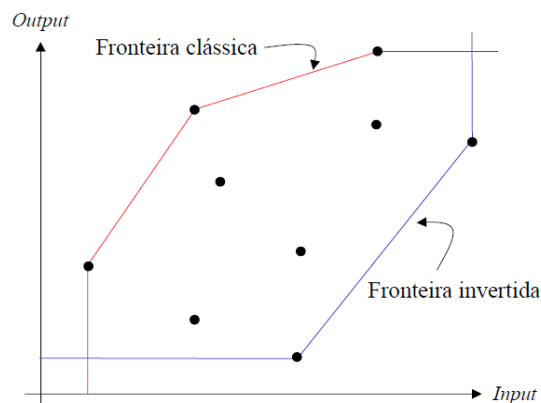


Figura 10. Fronteiras DEA BCC clássica e invertida.

Gráfico 06 - Fronteira DEA BCC clássica e invertida.
Fonte: Soares de Mello et al. (2005).

De acordo com Soares de Mello et al. (2005), uma forma de calcular a eficiência final é por meio da composição da média aritmética da eficiência segundo a ótica otimista (modelo padrão) e a pessimista (fronteira invertida).

$$Eficiência_{final} = \frac{Eficiência_{otimista} - Eficiência_{pessimista} + 1}{2}$$

Conforme citado anteriormente, durante o processo de iteração para cada DMU, serão atribuídos pesos para cada variável (entrada ou saída), da forma que melhor lhe favorece em termos de eficiência em relação às demais, atendendo à restrição de que a combinação de pesos atribuídos não gere uma razão superior a 1.

Os conceitos apresentados são transcritos na Equação 2, nos seguintes termos:

Equação 2(Modelo BCC orientado a output's):

Eff_0 = Eficiência da DMU em análise

v_i = pesos para os inputs $i, i = 1 \dots r$

u_j = pesos para os outputs $j, j = 1 \dots s$

x_{i0} = inputs i da DMU_0

Y_{j0} = outputs j da DMU_0

$$\text{Max } Eff_0 = \left(\frac{\sum_{j=1}^s u_j Y_{j0} + v'}{\sum_{i=1}^r v_i X_{i0}} \right)$$

Sujeito a:

$$\frac{\sum_{j=1}^s u_j Y_{jk} + u'}{\sum_{i=1}^r v_i X_{ik}} \leq 1,$$

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

x_{ik} = inputs i da DMU_k

Y_{jk} = outputs j da DMU_k

$$k = 1, \dots, n$$

v' = irrestrito (variável de escala)

Atendendo à fundamentação teórica que deu origem ao modelo, este se apresenta como um problema de programação fracionária a ser resolvido para cada DMU, que deve ser transformado para um problema de programação linear. Para essa condição, obriga-se o denominador a assumir a configuração de uma constante igualada a uma unidade (Equação 3).

Nesse modelo de análise envoltória de dados (DEA), os pesos v_i e u_j são as variáveis de decisão.

Equação 3 (Modelo BCC orientado a output linearizado):

$$\text{Max } Eff_o = \sum_{j=1}^s u_j y_{jo} + v'$$

Sujeito a

$$\sum_{i=1}^r v_i x_{io} = 1$$

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + u' \leq 0, \forall k$$

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

$v' = \text{irrestrito (variável de escala)}$

O detalhamento da aplicação e análise dos resultados obtidos por meio da análise envoltória de dados (DEA) está descrito nas secções de metodologia e desenvolvimento da pesquisa.

2.2.8 Consolidação do Referencial Teórico

Nesta seção serão apresentados os autores que foram analisados, evidenciando as similaridades de conceitos que levaram a identificação das variáveis direcionadoras de melhores práticas em operações logísticas. Assim, o Quadro 03 relaciona as variáveis-chave associadas à qualidade de serviços de transporte, propostas por McGinnis e Kohn (2002) com a abordagem descrita por outros autores.

VARIÁVEIS CHAVE: QUALIDADE NOS SERVIÇOS LOGISTICOS								
Nº	Título / Autor	MC GINNIS / 1992 e BALLOU / 2004	Valor do Frete	Confiabilidade	Tempo de Viagem	Perda, avaria, Grau de exigência do Cliente	Considerações de Mercado	Recursos Disponíveis do Operador Logístico (Ativos)
1	Supply Network Performance Measurement Future Challenges ?	DONSELLAR / 1998 e CHRIS MORGAN / 2007	x	x	x			x
2	Performance Evaluation of Carriers by North American Logistics Service	MARY R. BROOKS / 1999		x	x	x		x
3	The Contribution of Performance measurement to the expansion of third party logistics Alliances in the Supply Chain	VAN HOEK, REMKOLV / 2001		x			x	
4	An Empirical study of supply chain performance in transport logistics.	KEE HUNG LAI, E.W.T NGAIB, T.C.E. CHENG / 2003	x	x			x	
5	The effects of tecnologia and TQM on the performance of logistics companies.	BHAH, SHAIKAT. LIM HUA YING / 2006		x	x	x	x	
6	A development approach to performance measures Results from a longitudinal case Study	MARC WOUTER /2009		x			x	
7	Performance Management in Supply Chains Logistics Service Provider's Perspective.	HELENA FORSLUND / 2011		x			x	x
8	A Review on Supply Chain Performance Measures and metrics: 2000 - 2011	P.R.C GOPAL and JITESH THAKKAR / 2012		x			x	
9	Supply Relationship Management as a Macro Business Process.	DOUGLAS M. LAMBERT, MATTHEW A. SCHWIETERMA / 2012					x	x

Quadro 03 - Resumo dos autores relacionados às variáveis-chave relativas à qualidade em serviço de transporte.

Para a elaboração do Quadro 03, consideraram-se as variáveis-chave relacionadas à qualidade dos serviços logísticos estabelecidas por McGinnis e Kohn (2002). Foram pesquisados artigos de forma a evidenciar a aderência desses conceitos nos trabalhos desenvolvidos. Diante disso, foram verificados parâmetros associados à confiabilidade e considerações de mercado presentes na maioria dos autores dentro do período avaliado.

Recorrendo-se aos trabalhos desenvolvidos por McGinnis e Kohn (2002) e Brooks (1999), foram identificadas algumas correlações, que são apresentadas na Figura 24, ressaltando-se que essa representação é feita por meio de um gráfico que

mostra o raciocínio utilizado para a formatação dos quadros que estão representados na Figura 24.

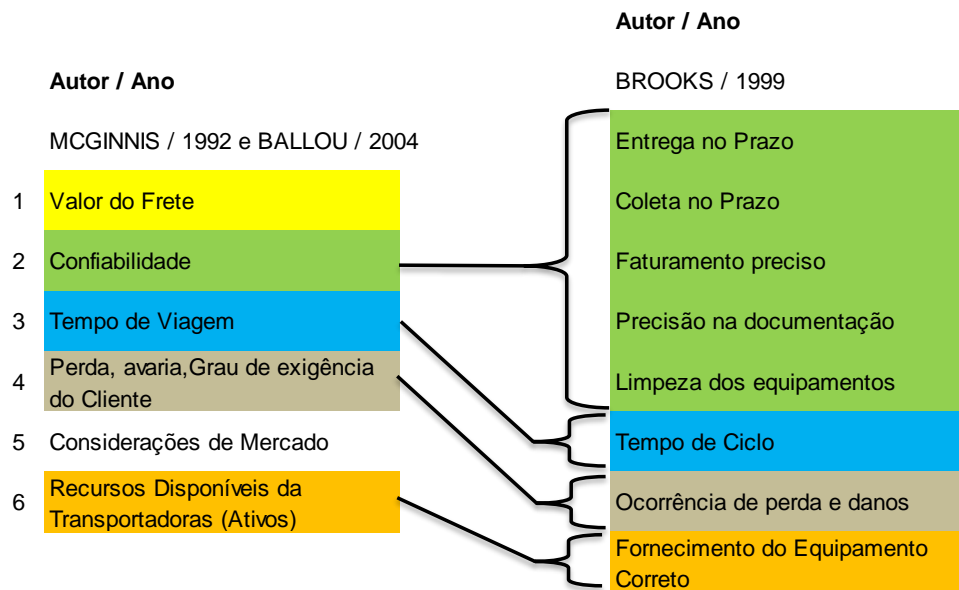


Figura 24 - Variáveis-chave e Atendimento ao Cliente.
Fonte: McGinnis e Kohn (2002), Ballou (2010) e BOOKS (1999).

A Figura 24 representa as possíveis conexões existentes entre os conceitos estudados pelos autores. Essa análise teve por objetivo verificar a aderência desses princípios ao longo de tempo, assim como apresentar subsídios que levem a esclarecer a parcela de subjetividade envolvida nos parâmetros considerados por cada autor.

Buscando um melhor alinhamento entre os conceitos estudados, pode-se estender essa avaliação comparativa entre outros autores, conforme representado na Figura 25, onde os conceitos avaliados por McGinnis e Kohn (2002) e Ballou (2010) são correlacionados com indicadores.

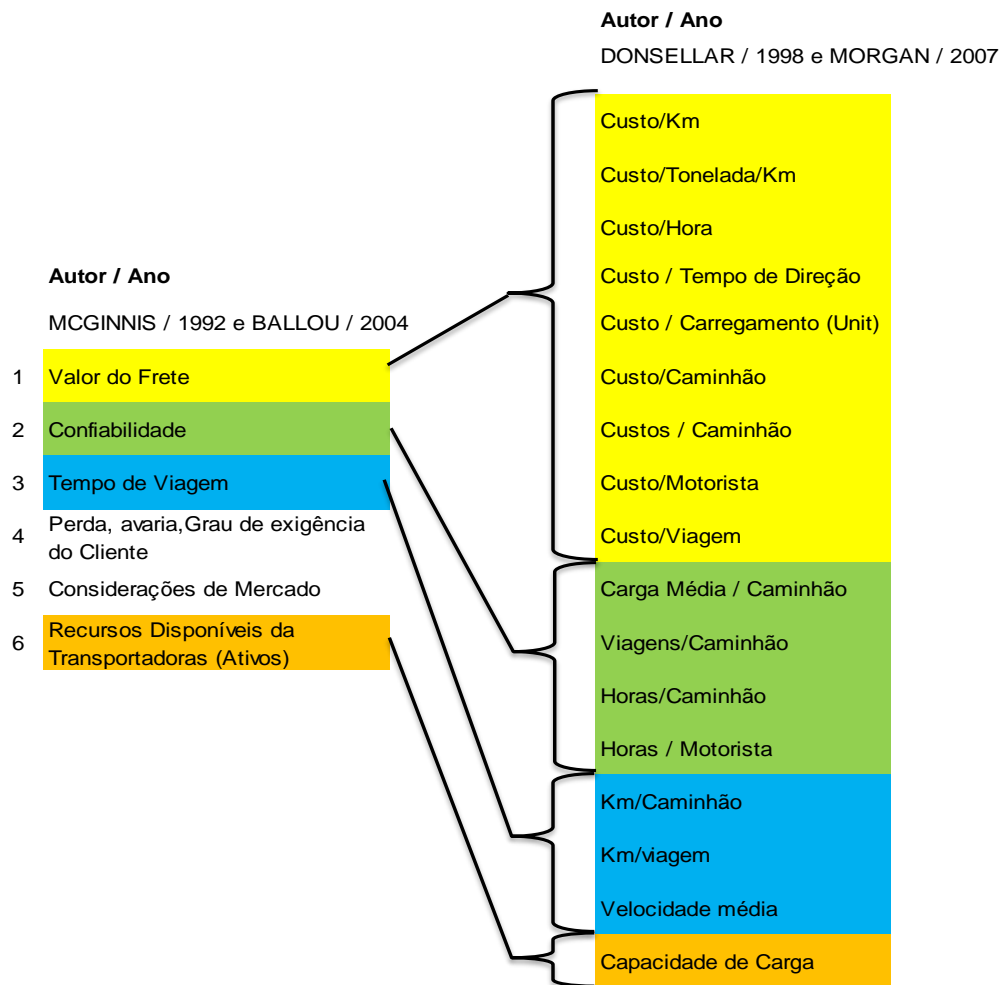


Figura 25 - Variáveis-Chave e Indicadores de Desempenho.

Fonte: Donsellar, Kokke e Alessie (2005), McGinnis e Kohn (2002), Ballou (2010).

Quando se realiza comparações entre empresas visando à melhoria dos resultados por meio da identificação de melhores práticas, surge a necessidade do estudo dos conceitos associados à prática de benchmarking. Sendo assim, são abordados os seguintes conceitos: foco nos processos de negócio, gestão do conhecimento, posicionamento estratégico, descrição do fluxo de processos, desempenho operacional, mensuração e identificação de indicadores de desempenho. Os aspectos abordados no Quadro 04 estão alinhados com os conceitos verificados no Quadro 03, onde há uma indicação para avaliação das considerações de mercado, visando à melhoria da qualidade dos serviços logísticos. A realização de *benchmarking* tem como objetivo suprir essa necessidade.

ATRIBUTO VERIFICADO	AUTORES RELACIONADOS								
	BAGCHI (1995)	CLM (1995)	CAMP (1998)	SCHEER (1998)	STEWART (1997) e RODRIGUES (2006)	VERNADAT (2002)	LAMBERT (2012)	APQC (2014)	SCOR (2014)
Processo de Negócio				x	x	x	x	x	x
Gestão do Conhecimento		x			x		x	x	x
Posicionamento Estratégico	x	x	x		x		x	x	x
Fluxo de Processo	x	x	x		x		x	x	x
Desempenho Operacional	x	x	x		x		x	x	x
Mensuração / Indicadores	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Quadro 04 - Resumo de autores relacionados a Benchmarking.

Seguindo o desenvolvimento do referencial teórico, se fez necessário identificar metodologias que avaliam as práticas logísticas sobre o ponto de vista quantitativo.

Foi realizada uma avaliação de autores tendo como foco a identificação da metodologia aplicada, como demonstrado no Quadro 05.

Nome do Artigo	Método / Modelos Utilizados	Autor	Ano	Periodico
Role of benchmarking as a competitive strategy: the logistics experience.	Questionário, AHP	Prabir K, Bagchi	1995	International Journal of Physical Distribution & Logistics Management
Logistics Service Performance : Estimating its Influence on Market Share.	Equações Estruturais	Theodore P. Stank Thomas J. Goldsby Shawnee K. Vickery	2003	Journal of Business Logistics
Determinação de empresas Líderes: Um modelo rumo à Logística de Classe Mundial	Medidas de Tendência Central (Mediana)	Taboada, C.M.F., Hediers, S. C, Simões	2005	Grupo de Estudos Logísticos (GELOG), Universidade Federal de Santa Catarina
Linking financial performance to strategic orientation and operational priorities. An empirical study of third-party logistic providers.	Análise de Cluster, ANOVA	Jeff Hoi Yan Yeung Willem Selen Chee-Chuong Sum Baofeng Huo	2006	International Journal of Physical Distribution & Logistics Management
The impact of organizational learning on relationship orientation, logistics service effectiveness and performance	Equações Estruturais	Photis M. Panayides	2007	Industrial Marketing Management
An analysis of third-party logistics performance and service provision.	Desenvolvimento de Questionário, Entrevistas, teste de validação, Análise de Cluster, ANOVA, Análise por regressão simples, Análise por regressão Múltipla.	Chiung-Lin Liu a, Andrew C. Lyons b	2010	Transportation Research Part E
A review on supply chain performance measures and metrics: 2000 - 2011.	Busca em base de dados ISI Web e Scopus.	P.R.C. Gopal, Jitesh Thakkar	2012	International Journal of Productivity and Performance Management
Linking supply chain processes' performance to a company's financial strategic .	Análise Hierárquica e Questionário	Sara H. Elgazzar, Nicoleta S. Tipi , Nick J. Hubbard, David Z. Leach	2012	European Journal of Operational Research

Quadro 05 - Levantamento de metodologias entre autores.

Com base nessa amostra, há pontos em comum que podem ser utilizados como um indicativo para o desenvolvimento de trabalhos em linha de pesquisa semelhante. Técnicas, como análise hierárquica de processos, aplicação de questionários e técnicas estatísticas, que trabalham com medidas de agregação e comparação de

variáveis, também são frequentes, sendo estas dentro das limitações da amostra tomada, que são adequadas para aplicação nesses estudos.

De forma a alinhar os demais conceitos avaliados, foi possível compilar o Quadro 06, desenvolvido por meio da interpretação dos conceitos e busca de similaridades entre autores, sendo a organização das práticas e pontos em comum obtidos por meio de filtros conceituais, relacionados com os objetivos da pesquisa.

Sub_Item	Conceitos e Metodologias Estudadas	Ano Publicação	Principais Autores	Práticas Identificadas / Pontos em Comum
2.1	PRESTADORES DE SERVIÇO LOGÍSTICO	2001	NOVAES	Utilização de Sistema de Informação.
		2008	VIVALDINI	Capacidade de Atendimento e Flexibilidade.
2.2	IDENTIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE MEDIÇÃO DE DESEMPENHO	2001	NOVAES	Confiabilidade das Informações.
		2004	CYSNEIRO	Estabilidade Financeira
2.2.1	BALANCED SCORECARD	1996	KAPLAN e NORTON	Experiência no mercado
2.2.2	PERFORM PRISM	2001	NEELY, ADAMS e KEMELY	Compatibilidade de Culturas (contratante e contratada)
2.2.3	SISTEMA INTEGRADO DE MEDIÇÃO DE DESEMPENHO	1997	BITICI, CARRIE e Mc DEVITT	Sistema de Comunicação
2.2.4	MEDIÇÃO DE DESEMPENHO APLICADO A OPERAÇÕES LOGISTICAS.	2006,1992	BALLOU , MCGINNIS	Indicadores representado por razões ou percentuais
2.2.5	IDENTIFICAÇÃO DE BENCHMARKING EM OPERAÇÕES LOGISTICAS	1992	Council of Logistic Management (CLM – Conselho de Gestão Logística)	Logística de Classe Mundial
		2002	VERNADAT	Tradução dos objetivos estratégico da empresa em indicadores facilmente mensuráveis.
		2012	LAMBERT	Monitoramento dos processos Críticos da empresa.
		2014	APQC	Melhoria contínua
		2014	SCOR	Facilidade de obtenção dos Indicadores.

Quadro 06 - Consolidação referencial teórico.

O Quadro 6 apresenta um resumo do referencial teórico pesquisado, destacando as práticas comuns e conceitos similares abordados pelos principais autores em cada uma das áreas estudadas. A organização dessas informações foi realizada tendo como base a interpretação dos conceitos e a aplicação de filtros conceituais, permanecendo na coluna Práticas Identificadas / Pontos em comum somente os aspectos que foram abordados por todos esses autores, ou seja, trata-se dos pontos em comum existentes entre eles.

3 METODOLOGIA

Nesta seção será apresentada a metodologia a ser utilizada para o desenvolvimento desta pesquisa. Inicialmente será abordada a estratégia de pesquisa aplicada por meio da definição da estrutura de pesquisa, que resume as decisões tomadas ao longo da pesquisa para o desenvolvimento do tema e identificação das variáveis a serem estudadas. Por fim, apresentam-se as ferramentas a serem aplicadas para a obtenção dos resultados.

Como o objetivo desta pesquisa contempla a busca de variáveis direcionadoras a de melhores práticas em operações logísticas, verifica-se, com base no referencial teórico, que essa afirmação sofre forte influência de aspectos qualitativos e estratégicos que podem influenciar os resultados.

A presente pesquisa pretende modelar a análise realizando algumas simplificações, ou seja, os aspectos qualitativos e estratégicos não serão considerados diretamente, mas poderão ser abordados em trabalhos futuros. Por meio da análise da consolidação do referencial teórico, foram identificadas as principais práticas que serão correlacionadas e traduzidas por meio de variáveis quantitativas, conforme descrição a ser apresentada nos próximos passos desta metodologia.

3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

O início da pesquisa teve como marco a definição do problema e o desenvolvimento da pergunta de tese: **Quais variáveis podem ser consideradas como direcionadoras de melhores práticas em operações logísticas?** Essa pergunta levou à busca do referencial teórico, sendo este direcionado ao levantamento de indicadores de desempenho, modelos de referência, sistemas de medição de desempenho e o estudo de técnicas de *benchmarking*.

3.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Segundo a orientação de Vergara (2006), a presente pesquisa é classificada de acordo com dois critérios:

- a) Quanto aos fins;
- b) Quanto aos meios.

Quanto aos fins, a pesquisa apresenta-se como explicativa e descritiva. Explicativa porque busca encontrar fatores que contribuem para o alcance de melhores práticas em logística, que, por sua vez, levem a resultados competitivos, utilizando para tal a investigação explicativa (VERGARA, 2006).

A presente pesquisa também se enquadra na categoria de descritiva, porque busca captar a percepção e os aspectos qualitativos desenvolvidos pelos operadores logísticos, que, por sua vez, contribuam para bons resultados de suas operações, em termos de eficiência.

Em relação à forma de abordagem do problema, esta pesquisa pode ser classificada como qualitativa e quantitativa.

Os aspectos qualitativos surgem diante do enfoque investigativo e da busca de relação entre variáveis que representam o resultado das operações logísticas, as quais, de forma indireta, denotam melhores práticas, tendo como referência as informações divulgadas pelas organizações.

De acordo com Lima (2001), a pesquisa sobre a abordagem qualitativa busca interpretar valores e relações, mantendo o vínculo entre o pensamento da realidade dos atores sociais, em que pesquisador e pesquisado estão sujeitos.

Visando a reduzir a carga de subjetividade na pesquisa, buscou-se a abordagem quantitativa, que, de acordo com Lima (2001), deve culminar na obtenção de resultados passíveis de serem verificados e reverificados em sua confiabilidade e fidedignidade. Deste modo, será elaborado um modelo baseado na análise envoltória de dados (DEA), que terá suas variáveis extraídas do referencial teórico e dos constructos conceituais dos processos logísticos analisados.

3.3 UNIVERSO DE PESQUISA E AMOSTRA

O universo de pesquisa irá compreender as empresas identificadas como operadores logísticos, com atuação em âmbito nacional, e que divulgam informações de suas atividades em anuários específicos da área de logística.

Para a definição da quantidade de empresas a serem analisadas, será utilizada uma aproximação para o cálculo do tamanho da amostra, considerando cada empresa como um dado categórico, conforme a expressão (SANTOS, 2014):

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{Z^2 \cdot p \cdot (1 - p) + e^2 \cdot (N - 1)}$$

n: Amostra calculada

N: População

Z: Variável padronizada associada ao nível de confiança

p: Verdadeira probabilidade do evento

e: erro amostral

A fórmula de cálculo para o tamanho da amostra esta disponível em: <<http://www.calculoamostral.vai.la>>.

O autor apresenta uma recomendação sobre a utilização da expressão, em que a mesma deve ser utilizada para o cálculo do tamanho da amostra em pesquisas que consideram a amostragem aleatória simples sobre variáveis categóricas.

De acordo com o mesmo autor, variáveis categóricas são aquelas medidas em uma escala nominal. Exemplo de variáveis categóricas: sexo (masculina/feminino), cidades (São Paulo, Rio de Janeiro, Salvador...), cor (azul, amarelo, vermelho). Segundo esse entendimento, tal conceito será utilizado para a definição da quantidade de empresas que irão compor a amostra.

Sobre a definição da amostra em modelos DEA, nos trabalhos citados no referencial teórico, normalmente não são apresentados de forma explícita os critérios utilizados para a definição da amostra. Nesse caso, a definição da quantidade de DMUs a ser avaliada, visto que essa condição depende do cenário que será estudado.

O que se observa são critérios que estabelecem uma relação mínima entre a quantidade de DMUs e as variáveis a serem utilizadas no modelo (*inputs* e *outputs*). Quanto maior o número de variáveis utilizadas maiores as chances de obtenção de resultados difusos e de difícil interpretação. A regra adotada na literatura é utilizar grupos de DMUs no mínimo de duas a três vezes maiores do que o número de variáveis consideradas (PAIVA JÚNIOR, 2000).

3.4 FONTE DE DADOS

A presente pesquisa contará com a contribuição de dados secundários, sendo esses obtidos por meio de banco de dados e fontes bibliográficas de terceiros, assim identificados:

- Anuário IEL 2013;
- Mercado Brasileiro de Operadores Logístico, revista Tecnológica;
- Anuário Maiores e Melhores do Transporte, revista Transporte Moderno.

3.5 VARIÁVEIS

A pergunta de pesquisa direciona quais serão as variáveis a serem adotadas no estudo (CASTRO, 1998). De acordo com essa orientação, a pergunta de pesquisa busca relacionar variáveis que sejam direcionadoras de melhores práticas em operações logísticas. Analisando as fontes de dados, verifica-se que essas variáveis são geralmente representadas em termos financeiros, sendo que as mesmas são influenciadas por questões operacionais e estratégicas, implementadas pelas empresas que desenvolvem operações logísticas.

O desafio da pesquisa encontra-se em identificar como essas variáveis devem ser organizadas de forma a permitir uma análise comparativa por meio da metodologia

DEA. Para tanto, deve-se buscar relações entre conceitos direcionadores de boas práticas em logística que estão descritos na literatura, por meio dos autores pesquisados e dos modelos de referência estudados, relacionando esses conceitos com as variáveis disponíveis nas fontes de dados.

O presente trabalho não pretende se aprofundar nas variáveis financeiras, assim como nos critérios de apuração e possíveis influências relativas a questões econômicas e fatores regionais de cada empresa. Em função disso, bases de dados que possuam maior tendência a evidenciar aspectos contábeis e econômicos serão desconsideradas da avaliação.

Na Figura 26, seguem as correlações dos constructos do referencial teórico relativos a práticas logísticas (Item 2.2.8 – Consolidação do Referencial Teórico), com as variáveis disponíveis nas fontes de dados. As informações dessa figura serão utilizadas como referência para análise dos resultados obtidos.

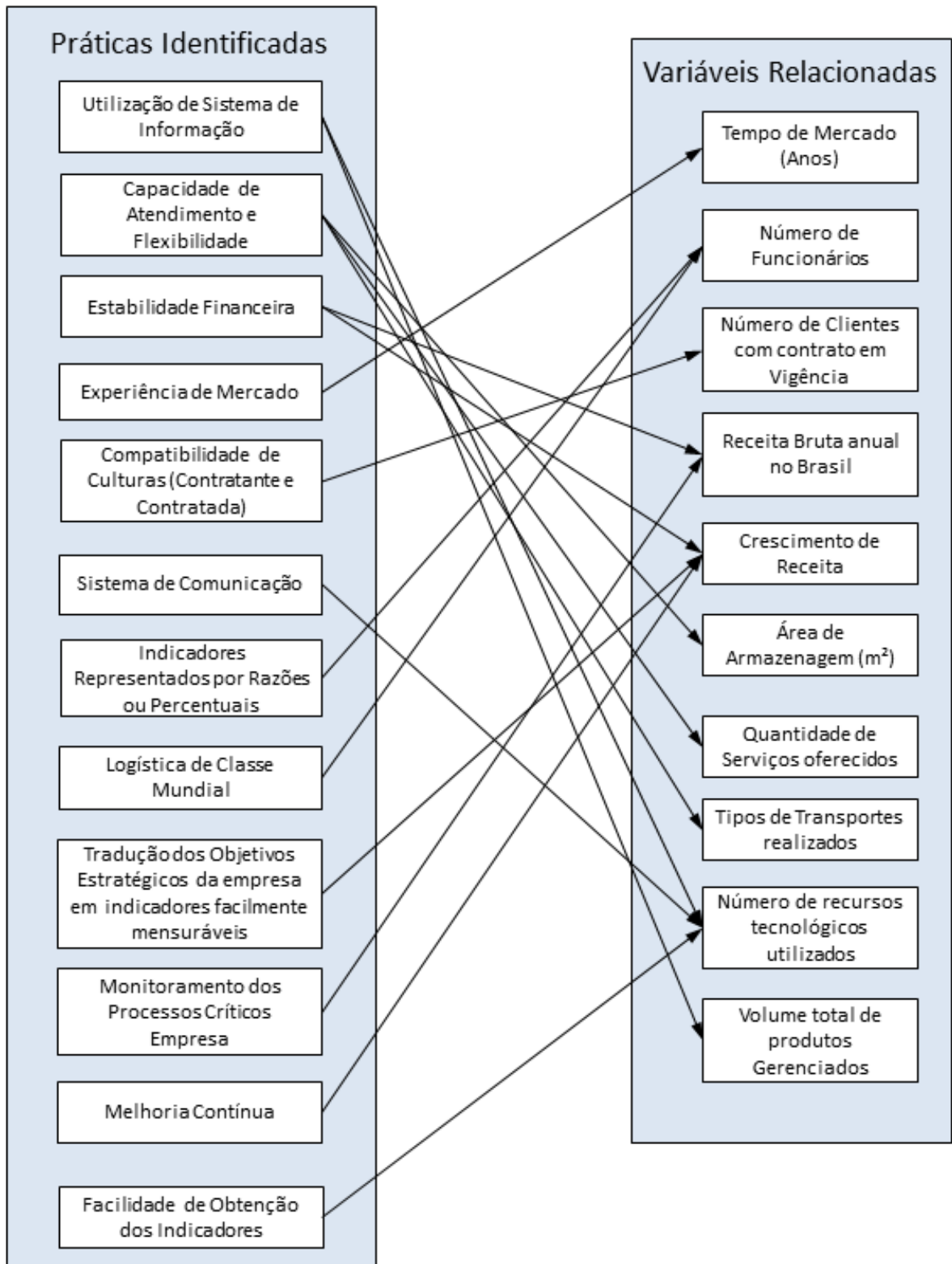


Figura 26 - Relacionamento conceitual Práticas e Variáveis.

A Figura 26 relaciona os aspectos conceituais identificados no referencial teórico com as variáveis que serão utilizadas, que estão disponibilizadas na revista tecnológica “Panorama Operadores Logísticos no Brasil, 2014

Nesse ponto da metodologia, realiza-se uma transição entre os aspectos qualitativos e quantitativos da pesquisa. A partir do exemplo apresentado na Figura 26, serão abordados questões quantitativas, de forma a adequar os conceitos do referencial teórico, necessários para ao alcance dos objetivos da pesquisa, com os requisitos puramente quantitativos, que serão considerados na implementação do modelo DEA.

Levando em consideração que será utilizada a análise envoltória de dados (DEA), como ferramenta para apoio à resposta da pergunta de pesquisa, verificam-se os seguintes aspectos.

Há um risco em trabalhar com a metodologia DEA, sem a certeza de obtenção de indicadores que representem os *inputs* e *outputs* de forma consistente. Essa é uma das principais preocupações verificadas na literatura especializada sobre esse tema. Para contornar esses aspectos, busca-se identificar relações de causa e efeito. Realizam-se avaliações estatísticas de forma a evidenciar possíveis tendências e análise dos processos, tendo como referência os conceitos de função de produção nos casos em que é possível representar as relações entre as variáveis seguindo essa metodologia.

Cook et al (2014), propôs um estudo, onde foram condensados recomendações que contribuem para análise e escolha adequada do tipo de modelagem em DEA, que melhor se adapta ao cenário que se pretende avaliar.

Levando em consideração que um ponto crítico para o desenvolvimento de modelos DEA é a identificação adequada das variáveis a serem consideradas como *inputs* e *outputs*, será realizada uma avaliação prévia das variáveis, por meio do cálculo do coeficiente de correlação de Pearson (r) (LEVINE et al., 2008). Esse coeficiente mede a força relativa linear entre duas variáveis.

Foi utilizado o calculo da correlação como ferramenta de apoio na identificação de input 's e output's que possuam alguma relação entre si, partiu-se do conceito de

que, avaliando –se o coeficiente correlação entre as variáveis, há uma maior tendência de identificação de variáveis que apresentam uma maior contribuição para o desempenho operacional dos operadores logísticos avaliados.

Traduzindo o coeficiente de Pearson (r) em termos estatísticos, Figueiredo, Britto e Silva (2009) indicam que as variáveis guardam semelhanças na distribuição de seus escores, ou seja, é uma medida da variância compartilhada entre duas variáveis, conforme identificado na Equação 5.

Equação 5:

$$r = \frac{1}{n-1} \sum \left(\frac{x_i - \bar{X}}{S_x} \right) \left(\frac{y_i - \bar{Y}}{S_y} \right)$$

S_x, S_y : Desvio padrão

x_i, y_i : valor da observação

\bar{X}, \bar{Y} : média

n : número de observações

O cálculo do coeficiente de correlação (r) será realizado com o auxílio do software SPSS, pacote estatístico para a análise de dados.

A Equação 5 ilustra uma opção de método de cálculo do coeficiente de correlação (r). Verifica-se, na literatura, variadas expressões desenvolvidas com esse propósito. Rodgers e Nicewander (1988) identificaram 13 formas diferentes para se estimar esse indicador.

Na etapa de desenvolvimento da pesquisa, serão calculados os coeficientes de correlação entre as variáveis de pesquisa identificadas e analisadas em paralelo com o gráfico de dispersão (Gráfico 7).

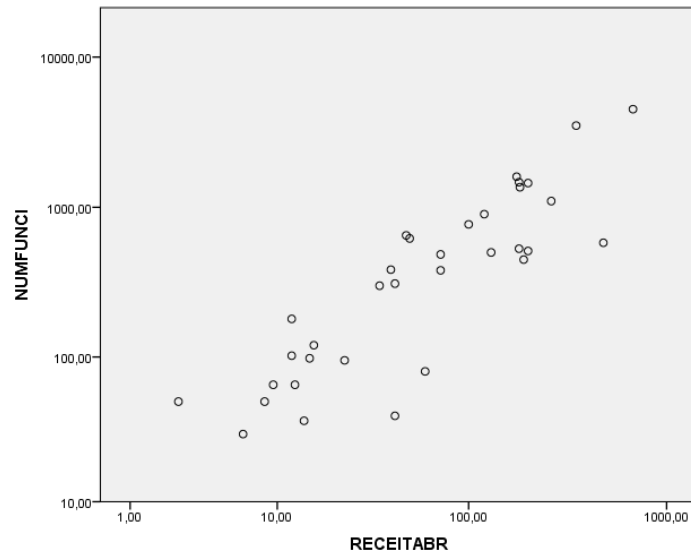


Gráfico 07 - Dispersão com as variáveis Número de Funcionários (NUMFUNCI) e Receita Bruta no Brasil (RECEITABR).

Essa avaliação se faz necessária, visto que os valores calculados para o coeficiente de correlação (r) são fortemente influenciados por *outliers*. Nessa etapa, os possíveis *outliers* identificados serão removidos da base de dados.

Conforme apresentado por Dancey e Reidy (2006), o coeficiente de Pearson (r) varia entre 1 e -1. Quanto mais próximo de um (1), mais forte a dependência estatística entre as variáveis.

Uma característica que deve ser destacada para o coeficiente de correlação (r) é que o mesmo isoladamente não fornece subsídios que determinem a relação de causa e efeito entre as variáveis (causalidade), apenas direciona que existe dependência estatística.

Dessa forma, para a decisão de quais variáveis serão consideradas como *INPUTs* e *OUTPUTs*, será necessário recorrer aos constructos conceituais do cenário sobre avaliação (operadores logísticos) e paralelamente confrontá-los com a proposta de NOVAES (2001), no que concerne à função de produção, que identifica insumos (*INPUTs*) – mão de obra, instalações e equipamentos – e produtos *OUTPUTs* – itens físicos ou serviços.

Durante a etapa de seleção das variáveis, será evitado manter simultaneamente como *INPUTs* ou *OUTPUTs* variáveis que possuam forte correlação entre si. Essa

prática visa a evitar que variáveis que possam apresentar relação de causa e efeito sejam desconsideradas no modelo, comprometendo os resultados.

Para a definição das variáveis que irão compor o modelo, não serão consideradas possíveis *OUTPUTs* indesejáveis, decorrentes das atividades analisadas. Como exemplo prático, verifica-se o trabalho realizado por Bastos (2012), sobre transporte dutoviário de hidrocarbonetos. Nesse exemplo, o vazamento de hidrocarbonetos foi identificado como variável indesejável, sendo esse aspecto contornado utilizando-se o método *Multiplicative inverse (MLT)*.

Para as atividades desenvolvidas pelos operadores logísticos como outputs indesejáveis poderiam ser considerados a emissão de gases de efeito estufa e impacto sobre comunidade, ou seja, impactos ambientais e sociais. Esses aspectos serão citados na seção relativa à recomendação para trabalhos futuros.

3.6 APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

Como ferramenta para a interpretação dos dados, optou-se por utilizar um modelo de programação linear baseado na análise envoltória de dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*, BCC orientado a output's).

Essa metodologia combina os conceitos de eficiência e produtividade, buscando identificar a melhor relação entre o pacote de variáveis analisadas, destacando, dentro do universo pesquisado, unidades que podem ser consideradas como *benchmark* para as demais unidades produtoras.

Na Figura 27 estão descritas as etapas a serem desenvolvidas para a aplicação do método por meio da análise envoltória de dados.

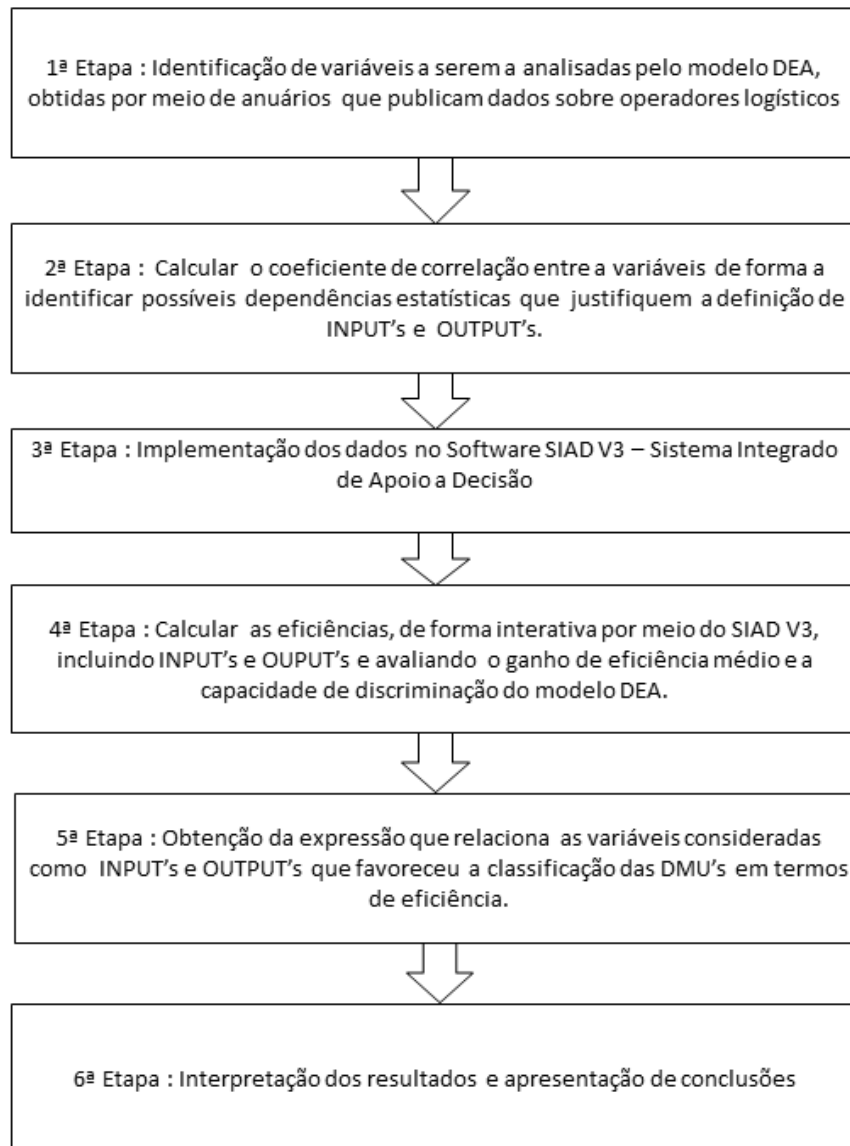


Figura 27 - Etapas a serem seguidas para finalização do modelo DEA.

3.7 CONSOLIDAÇÃO DA METODOLOGIA

Esta seção busca descrever, em termos gerais, as etapas que serão desenvolvidas na aplicação da metodologia, podendo ser utilizada como referência em trabalhos semelhantes.

Primeiramente deve-se identificar uma base de dados que reúna variáveis que estejam alinhadas com os constructos conceituais do problema de pesquisa e de acordo com as informações levantadas no referencial teórico. Após, classificam-se as variáveis disponibilizadas na base de dados. Nesta pesquisa cada empresa foi considerada como uma variável categórica.

Em seguida a essa classificação calcula-se o tamanho da amostra mínima que poderá ser utilizada. O método de cálculo para o tamanho da amostra varia de acordo com a classificação realizada para as variáveis que compõem a base de dados.

Quando se deseja realizar comparações em âmbito nacional, a base de dados deve ser abrangente suficiente para tal consideração, sendo considerada como a população avaliada. Como nesta pesquisa será aplicada a metodologia DEA, a identificação do tamanho da amostra mínima que será utilizada simplifica a aplicação da técnica.

A definição do erro amostral estimado e do nível de confiança a ser aplicado deve ser estabelecida de acordo com as características da base de dados avaliada.

Seguindo, parte-se para a etapa de tratamento de dados, em que devem ser avaliadas as distorções da base. A primeira ação a ser tomada refere-se à eliminação de empresas que apresentam dados omitidos para algumas das variáveis avaliadas. Com a conclusão da etapa de tratamento de dados, inicia-se a etapa de aplicação do modelo DEA (análise envoltória de dados).

Inicialmente deve-se definir quais variáveis serão consideradas como o primeiro par de *INPUTs* e *OUTPUTs*. É comum, em trabalhos similares, que essa definição seja realizada com base na opinião de especialistas, mas na presente pesquisa tal consideração será definida por meio do cálculo do coeficiente de correlação entre variáveis, conforme citado anteriormente.

O processo de identificação das *INPUT's* e *OUTPUT's* utilizou como referência o método aplicado por Azambuja (2002), que por sua vez seguiu a recomendação de Norman & Stoker (1991).

Para a aplicação do método deve-se realizar uma análise prévia das variáveis que estão disponíveis para a análise, e com base na interpretação dos constructos conceituais do cenário analisado é possível definir com base no conceito de função de produção citado anteriormente, quais as variáveis que podem ser consideradas como insumos no processo e quais as variáveis que serão consideradas como produtos.

Na presente pesquisa foram as variáveis identificadas na base foram assim identificadas:

Variáveis relacionadas com insumos:

- Número de funcionários
- Área de armazenagem (m³)
- Número de recursos tecnológicos
- Tempo de mercado

Variáveis relacionadas com os produtos

- Crescimento da receita
- Receita bruta
- Quantidade de serviços
- Tipos de transporte realizado
- Número de clientes com contrato vigente
- Volume total de produtos gerenciados

Esse método segue os seguintes passos, conforme descrição apresentada no trabalho estudado: Este método checa a correlação entre todas as variáveis. Escolhe-se duas variáveis com alta correlação, cada uma representando, respectivamente, um produto e um insumo. Identifica-se o primeiro quociente de produtividade, dividindo o produto pelo o insumo, de cada DMU analisada. Este é o primeiro índice de eficiência. A partir deste índice, realizam-se novas correlações, introduzindo, de forma gradual, novas variáveis.

A introdução da terceira variável, que pode ser um insumo ou um produto, se dá entre aquelas que apresentam correlação significativa com o primeiro índice.

Esta terceira variável será incluída no primeiro índice de eficiência, gerando um novo índice. Caso seja um insumo, a variável será incluída no denominador, se for um produto, será incluída no numerador. Mede-se, então, a eficiência das unidades com base no novo índice e realiza-se a seguir, nova análise de correlação entre todas as variáveis remanescentes agora incorporando ao grupo o novo índice.

Identifica-se outra variável fortemente correlacionada com este índice, que possa ser incluída no modelo.

O processo se repete até que não existam, fora do modelo, variáveis significativamente correlacionadas com o último índice obtido. A inclusão de novas variáveis levará em consideração os escores de eficiência mais altos.

A partir da inclusão da terceira variável, a eficiência será mediada através do software SIAD, aplicando o modelo DEA – BCC, orientado a OUTPUT.

Vários arranjos de variáveis foram avaliados, tendo como referência, além das correlações a importância da variável no processo produtivo dos operadores logísticos.

A descrição do processo, proposto por Norman & Stoker (1991), segue resumido, após a definição do primeiro par de *INPUTs* e *OUTPUTs* inicia-se um processo iterativo com a utilização do software SIAD. Para que seja calculada a eficiência das DMUs utilizando o DEA, a razão de *OUTPUT* sobre *INPUT* é considerada como um índice de eficiência. O mesmo retorna para a base de dados e compara-se com as demais variáveis. Calcula-se, então, um novo coeficiente de correlação, checando se há correlação forte com as demais variáveis. Em caso positivo, essa nova variável é escolhida e introduzida no modelo, e um novo índice de eficiência será calculado. Caso contrário, a variável é desconsiderada. Esse processo é repetido até que todas as variáveis da base sejam avaliadas. Observa-se que há um ganho de eficiência médio entre as DMUs no modelo DEA padrão BCC orientado a *OUTPUT* quando uma nova variável é introduzida no modelo.

Em paralelo, calcula-se o coeficiente de correlação (Pearson), identificando um par de variáveis com forte correlação. Em seguida, plota-se o gráfico de dispersão dessas variáveis. Após, realiza-se a análise gráfica, que tem como objetivo respaldar a escolha das variáveis, levando em consideração o perfil do gráfico de dispersão, que fornece a ideia de correlação positiva, negativa ou nula.

Essa avaliação se faz necessária, visto que, durante o processo iterativo, a variável criada a partir da razão entre *OUTPUT* sobre *INPUT* pode vir a apresentar

correlações baixas ou nulas com as demais variáveis da base, e o processo precisa ser reiniciado com a inclusão de novas variáveis no modelo.

A avaliação do gráfico de dispersão também evita que sejam incluídas no modelo variáveis que apresentam coeficientes de correlação altos, porém o gráfico de dispersão apresenta característica de distribuição nula. Durante essa etapa, também são eliminados da base possíveis *outliers*, que surgem na análise dos gráficos. Os *outliers* são removidos da base e calcula-se um novo coeficiente de correlação entre as variáveis remanescentes.

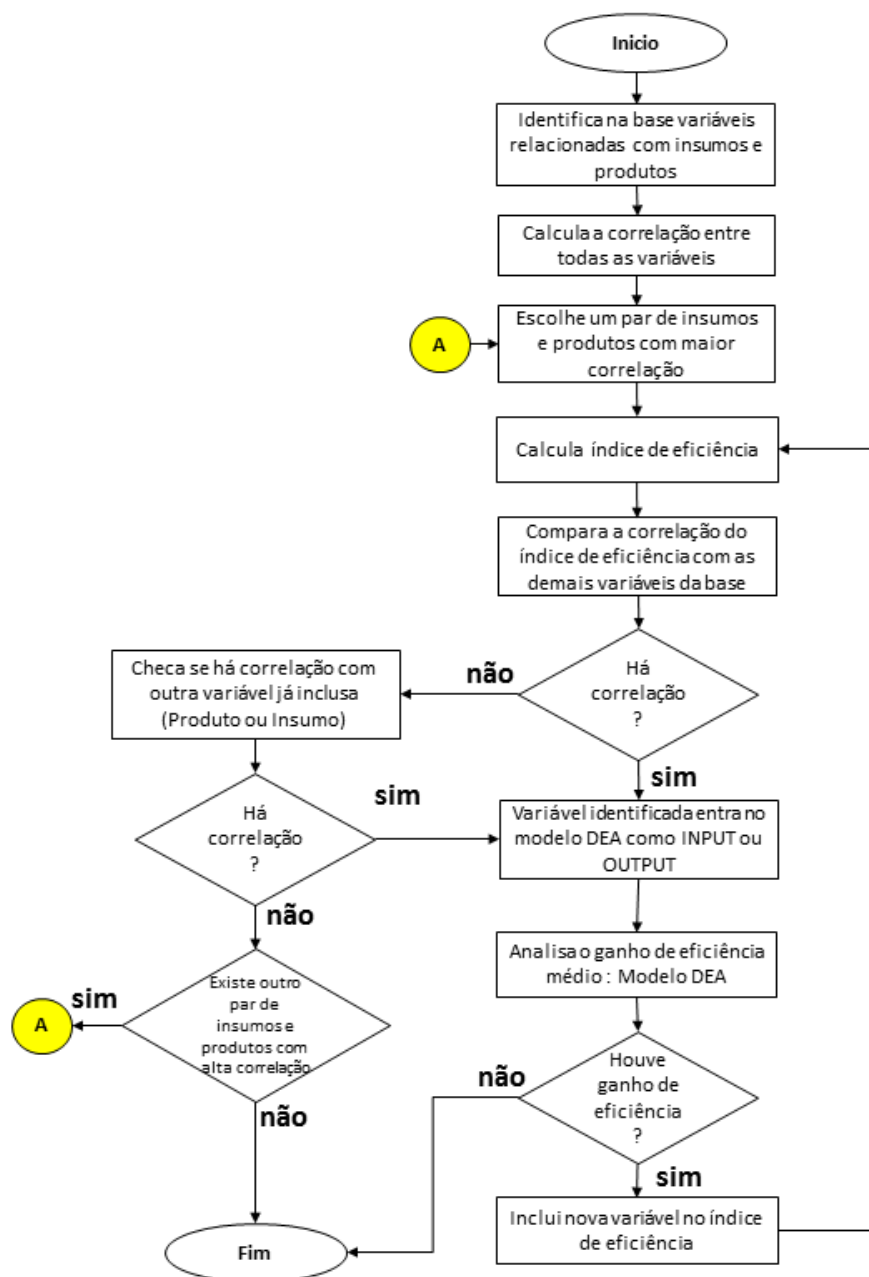


Figura 28 - Fluxo do método utilizado para a escolha dos INPUT's e OUTPUT's

Antes da aplicação da metodologia DEA, recomenda-se a normalização dos dados (AZAMBUJA, 2002). A normalização consiste em identificar o maior valor da série de dados e dividi-lo por todos os demais valores. O valor resultante é multiplicado por 100. Essa prática facilita a entrada dos dados no sistema SIAD e evita possíveis erros decorrentes da ordem de grandeza das variáveis consideradas.

Após a realização de todas as interações levando-se em consideração todas as variáveis da base, o resultado do modelo será apresentado em forma de um *ranking* de eficiência para as DMUs. Para esse resultado, considera-se a eficiência composta e aplica-se o conceito de fronteira invertida, para a eliminação de possíveis falso eficientes, conforme citado no referencial teórico.

De forma a facilitar a análise do *ranking* de eficiência, as DMUs serão agrupadas por faixa de eficiência. Nesse caso será utilizado o Software SSPS estatística para a organização dos resultados em forma de dendograma. Após essa etapa, as faixas de eficiência identificadas para as DMUs (operadores logísticos) serão comparadas com os aspectos quantitativos (eficiência) e os aspectos qualitativos, que se relacionam com práticas realizadas (serviços oferecidos, tipo de transporte realizado, tecnologias empregadas e tipo de frota utilizada).

Mediante essa análise espera-se identificar as empresas que se destacam em termos de eficiência. A análise deverá prosseguir utilizando o recurso da avaliação cruzada, que avalia a eficiência das DMUs em relação às demais. Essa técnica em conjunto com o cálculo dos *Mavericks* permite checar a atribuição adequada dos pesos, sendo utilizada como critério de desempate entre as DMUs.

Por fim será realizada a análise dos pesos, que permite a apresentação da conclusão sobre as variáveis relacionadas remanescentes que compõem o modelo de análise proposto.

Todo o descritivo apresentado na consolidação da metodologia segue ilustrado da Figura 29.

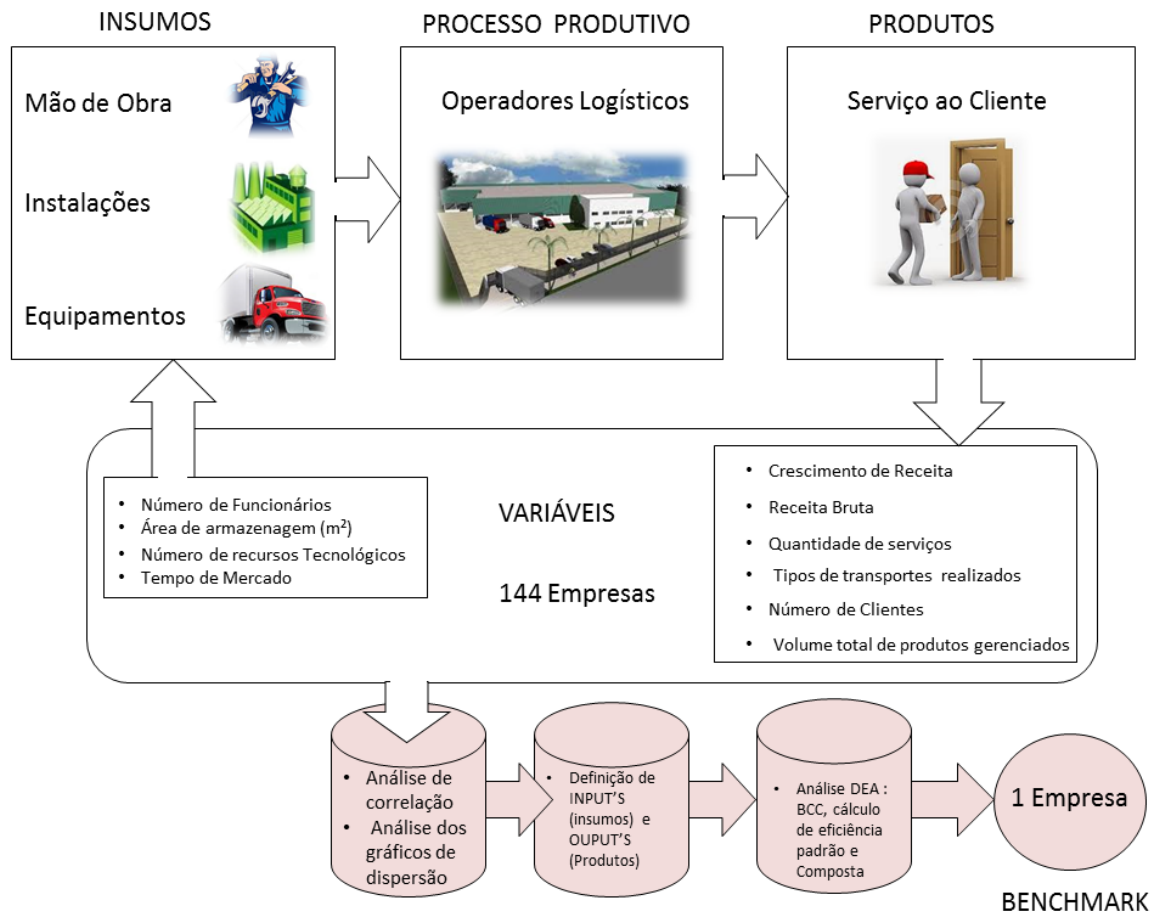


Figura 29 - Consolidação da metodologia.

3.8 DESENVOLVIMENTO

Para dar início à análise das variáveis direcionadoras de melhores práticas relativas às operações logísticas, foi necessário identificar uma fonte de dados adequada, com parâmetros necessários para a caracterização das empresas. Após essa etapa, foi selecionada a base de dados divulgada na revista Tecnológica, nº 223 de junho de 2014.

Esse anuário reúne informações de 144 operadores logísticos, realizando a descrição do mercado nacional das empresas que se enquadram nessa classificação.

IDENTIFICAÇÃO DA VARIÁVEL	DESCRIÇÃO DA VARIÁVEL NO ANUÁRIO
TEMPMERC	Tempo de mercado (anos)
NUMFUNCI	Número de funcionários
NUMCONTR	Número de Clientes com contrato em Vigência
RECEITABR	Receita Bruta anual no Brasil (em milhões de R\$)
CRESCIREC	Crescimento da receita em 2011/2012
AREAARM	Área de armazenamento total em m ²
QTDSEVI	Quantidade de serviços oferecidos
TIPOTRAN	Tipos de transportes realizados
NUMRECTE	Numero de recursos tecnologicos utilizados
VOLUMTON	Volume total de produtos gerenciados ano em ton

Quadro 07 - Variáveis do Anuário Revista Tecnológica.

Para a simplificação do método, a base de dados foi considerada como o universo de pesquisa, ou seja, operadores logísticos do Brasil (população).

Foi realizado o cálculo do tamanho mínimo da amostra, de forma a garantir a abrangência e a generalização das conclusões (Figura 29).

Cálculo Amostral

Calculadora on-line

Erro amostral: %

Nível de confiança: 90%
 95%
 99%

População:

Percentual máximo: %

Percentual mínimo: %

Amostra necessária:

Figura 30 - Cálculo amostral.

Fonte: SANTOS (2014). Cálculo amostral: calculadora on-line. Disponível em: <<http://www.calculoamostral.vai.la>>.

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado pela calculadora *on-line*. Por critério de simplificação, cada empresa foi considerada como uma variável categórica e foi estimado um erro amostral de 14% e um nível de confiança de 90%. Após o cálculo, foram obtidas como amostra mínima 28 empresas.

Essas estimativas foram necessárias, visto que, mediante uma análise detalhada da base de dados, foram identificadas distorções, e por questões particulares ou de cunho estratégico, algumas empresas optam por não divulgar alguns dados. Dessa forma, o primeiro tratamento de dados realizado consistiu em remover da base as empresas que apresentaram omissões de dados relativos a algumas variáveis.

Foram compilados os percentuais de omissão de informações para as variáveis, em relação ao número total de empresas avaliadas.

SIGLA	PERCENTUAL DE OMISSÕES
VOLUMTON	56%
CRESCIREC	33%
RECEITABR	26%
AREAARM	20%
NUMCONTR	14%
TEMPMERC	5%
NUMFUNCI	2%
QTDSERVI	0%
TIPOTRAN	0%
NUMRECTE	0%

Quadro 08 - Percentual de omissões da base de dados.

Após a primeira etapa de tratamento de dados, inicia-se um processo iterativo para a identificação das variáveis a serem consideradas no modelo.

Para a aplicação do modelo DEA, é necessário definir quais variáveis serão consideradas como *INPUTs* e quais serão consideradas como *OUTPUTs*. Como auxílio para a seleção das variáveis, foi aplicada a análise de correlação juntamente com a avaliação dos constructos do contexto analisado.

Inicia-se um processo de iterações, conforme metodologia proposta por Norman e Stoker (1991), em que se calcula a correlação “r”, existente entre todas as variáveis. Na sequência é escolhido um par de variáveis com alta correlação.

Ressalta-se que as duas variáveis identificadas devem possuir características de *INPUT* e *OUTPUT*, ou seja, devem representar um insumo e um produto no contexto sobre a análise.

Em seguida, calcula-se os escores de eficiência com o apoio do software de modelagem matemática por análise envoltória dada. Para isso, foi utilizado o SIAD. O resultado é apresentado por meio de um *ranking* de eficiência para as DMUs analisadas.

Após a finalização desses passos, calcula-se o primeiro índice de eficiência encontrado.

Equação 6:

$$EF_1 = \frac{Output}{Input} = \frac{Produto}{Insumo}$$

O quadro 9, apresenta o resultado das correção encontrada entre todas as variáveis analisadas, destacou-se nessa tabela o coeficiente de correlação de 0,880, entre as variáveis: VOLUMTON e NUMCONTR

		RECEITABR	QTDSEMI	VOLUMTON	TEMPMERC	NUMFUNCI	NUMCONTR	CRESCIREC	AREAARM
RECEITABR	Correlação de Pearson	1	-.211	.005	-.069	-.007	-.010	.368	-.006
	Sig. (2 extremidades)		.011	.953	.409	.938	.908	.000	.939
	Soma dos quadrados e produtos cruzados	992740834415,778	-6439176,063	2644700102267,870	-16262556,275	-2578509013,075	-295270496,413	1429408,610	-866700924593,249
	Covariância	6942243597,313	-45029,203	18494406309,566	-113724,170	-18031531,560	-2064828,646	9995,864	-6060845626,526
	N	144	144	144	144	144	144	144	144
QTDSEMI	Correlação de Pearson	-.211	1	.023	.108	.092	-.009	-.121	-.011
	Sig. (2 extremidades)	.011		.781	.199	.274	.917	.150	.895
	Soma dos quadrados e produtos cruzados	-6439176,063	935,438	378716471,875	775,625	1108447,125	-8087,313	-14,382	-45461440,250
	Covariância	-45029,203	6,542	2648366,936	5,424	7751,378	-56,555	-.101	-317912,170
	N	144	144	144	144	144	144	144	144
VOLUMTON	Correlação de Pearson	.005	.023	1	.207	.001	.880	-.027	-.014
	Sig. (2 extremidades)	.953	.781		.013	.995	.000	.748	.870
	Soma dos quadrados e produtos cruzados	2644700102267,870	378716471,875	281357412902106000,000	25889928866,806	109681712507,360	14165033463271,000	-55777925,405	-98422239659839,000
	Covariância	18494406309,566	2648366,936	1967534355958780,000	181048453,614	767004982,569	99056178064,833	-390055,422	-6882673004614,260
	N	144	144	144	144	144	144	144	144
TEMPMERC	Correlação de Pearson	-.069	.108	.207	1	.389	.223	-.191	-.077
	Sig. (2 extremidades)	.409	.199	.013		.000	.007	.022	.357
	Soma dos quadrados e produtos cruzados	-16262556,275	775,625	25889928866,806	55463,972	36103611,194	1594842,792	-175,046	-2447726261,167
	Covariância	-113724,170	5,424	181048453,614	387,860	252472,806	11152,747	-1,224	-17116966,861
	N	144	144	144	144	144	144	144	144
NUMFUNCI	Correlação de Pearson	-.007	.092	.001	.389	1	.005	-.045	-.007
	Sig. (2 extremidades)	.938	.274	.995	.000		.956	.591	.935
	Soma dos quadrados e produtos cruzados	-2578509013,075	1108447,125	109681712507,360	36103611,194	155653507908,639	54983881,958	-69414,815	-361375333240,833
	Covariância	-18031531,560	7751,378	767004982,569	252472,806	1088486069,291	384502,671	-485,418	-2527100232,453
	N	144	144	144	144	144	144	144	144
NUMCONTR	Correlação de Pearson	-.010	-.009	.880	.223	.005	1	-.019	.153
	Sig. (2 extremidades)	.908	.917	.000	.007	.956		.820	.068
	Soma dos quadrados e produtos cruzados	-295270496,413	-8087,313	14165033463271,000	1594842,792	54983881,958	921032552,938	-2262,328	623278671042,749
	Covariância	-2064828,646	-56,555	99056178064,833	11152,747	384502,671	6440787,083	-15,820	4358592105,194
	N	144	144	144	144	144	144	144	144
CRESCIREC	Correlação de Pearson	.368	-.121	-.027	-.191	-.045	-.019	1	-.049
	Sig. (2 extremidades)	.000	.150	.748	.022	.591	.820		.559
	Soma dos quadrados e produtos cruzados	1429408,610	-14,382	-55777925,405	-175,046	-69414,815	-2262,328	15,187	-25701882,024
	Covariância	9995,864	-.101	-390055,422	-1,224	-485,418	-15,820	.106	-179733,441
	N	144	144	144	144	144	144	144	144
AREAARM	Correlação de Pearson	-.006	-.011	-.014	-.077	-.007	.153	-.049	1
	Sig. (2 extremidades)	.939	.895	.870	.357	.935	.068		
	Soma dos quadrados e produtos cruzados	-866700924593,249	-45461440,250	-98422239659839,000	-2447726261,167	-361375333240,833	623278671042,749	-25701882,024	18066328336659100,000
	Covariância	-6060845626,526	-317912,170	-6882673004614,260	-17116966,861	-2527100232,453	4358592105,194	-179733,441	126337960396218,000
	N	144	144	144	144	144	144	144	144

Quadro 09 - Resultados das correlações encontradas.

Após o cálculo das correlações para todas as variáveis na primeira iteração, é possível identificar uma forte correlação (correlação de Pearson 0,88) entre as variáveis:

VOLUMTON	Volume total de produtos gerenciados ano em ton
NUMCONTR	Número de Clientes com contrato em Vigência

Para uma melhor análise, foi realizada a avaliação do gráfico de dispersão entre essas variáveis, conforme o Gráfico 8.

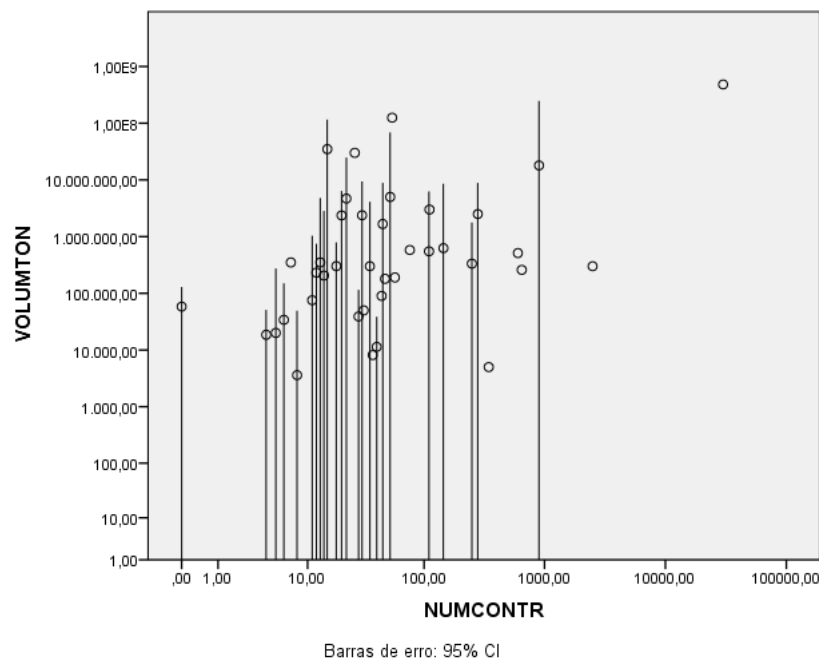


Gráfico 08 - Relação entre VOLUMTON e NUMCONTR.

Retirando as barras de erros a fim de mostrar os rótulos dos *outliers*, verifica-se o Gráfico 9.

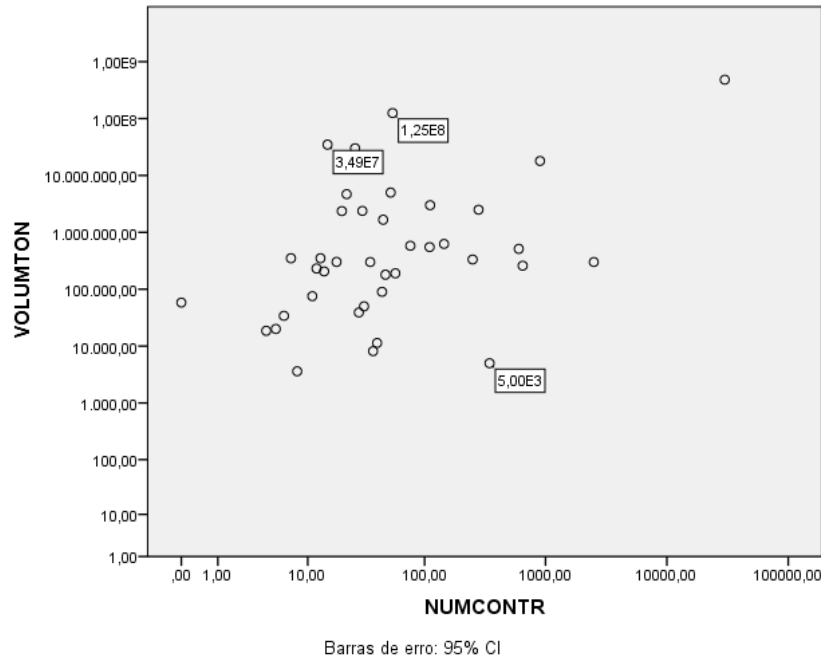


Gráfico 09 - Ajuste do gráfico VOLUMTON e NUMCONTR.

Pela avaliação gráfica, constata-se uma correlação positiva entre as variáveis VOLUMTON e NUNCONTR. A correspondência inicialmente se mostra coerente a partir do momento em que as variáveis são caracterizadas como:

VOLUMTON	Output
NUMCONTR	Input

Ou seja, quanto maior o número de clientes com contratos em vigência (NUMCONTR) maior será o volume de produtos gerenciados (VOLUMTON).

Após essa caracterização, os *outliers* identificados no Gráfico 09 foram retirados e foi realizado um novo cálculo do coeficiente de correlação “r”, conforme Quadro 10.

O quadro 10, apresenta o calculo do coeficiente de correlação após a retirada dos outliers, verifica-se que não houve alteração na correlação existente entre as variáveis : VOLUMTON e NUMCONTR.

		RECEITABR	QTDSERVI	VOLUMTON	TEMPMERC	NUMFUNCI	NUMCONTR	CRESCIREC	AREAARM	NUMRECTE	TIPOTRAN
RECEITABR	Correlação de Pearson		-212	,007	-,068	-,007	-,010	-,368	-,007	-,042	-,131
	Sig. (2 extremidades)		,012	,933	,420	,937	,909	,000	,939	,622	,122
	Soma dos quadrados e produtos cruzados	992585941424,132	-6383353,396	3664284108867,630	-15990513,145	-2627910798,353	-293542079,770	1425840,785	-877466071138,600	-674085,033	-2620994,823
	Covariância	7089899581,601	-45595,381	26173457920,483	-114217,951	-18770791,417	-2096729,141	10184,577	-6267614793,847	-4814,893	-18721,392
	N	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141
QTDSERVI	Correlação de Pearson	-,212	1	,001	,096	,094	-,009	-,111	-,010	,530	,446
	Sig. (2 extremidades)	,012		,994	,260	,266	,911	,188	,904	,000	,000
	Soma dos quadrados e produtos cruzados	-6383353,396	915,319	10232606,809	677,596	1126273,511	-8704,766	-13,097	-41573318,000	259,000	271,298
	Covariância	-45595,381	6,538	73090,049	4,840	8044,811	-62,177	-,094	-296952,271	1,850	1,938
	N	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141
VOLUMTON	Correlação de Pearson	,007	,001	1	,199	,003	,906	-,019	-,012	,113	,058
	Sig. (2 extremidades)	,933			,018	,970	,000	,824	,899	,182	,493
	Soma dos quadrados e produtos cruzados	3664284108867,630	10232606,809	266328202984033000,000	24111453800,709	656041461124,893	14184287743997,700	-37947427,032	-825251132172740,000	942227803,333	60522680,355
	Covariância	26173457920,483	73090,049	1902344307028810,000	172224670,005	4686010436,606	101316341028,555	-271053,050	-5894650944091,000	6730198,595	4323019,145
	N	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141
TEMPMERC	Correlação de Pearson	-,068	,096	,199	1	,391	,223	-,185	-,077	,038	-,106
	Sig. (2 extremidades)	,420	,260	,018		,000	,008	,028	,364	,655	,213
	Soma dos quadrados e produtos cruzados	-15990513,145	677,596	24111453800,709	54972,312	36195922,553	1589878,170	-168,704	-2426113885,000	143,667	498,156
	Covariância	-114217,951	4,840	172224670,005	392,659	258542,304	11356,273	-1,205	-17329384,893	1,026	3,558
	N	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141
NUMFUNCI	Correlação de Pearson	-,007	,094	,003	,391	1	,223	-,046	-,087	,026	,026
	Sig. (2 extremidades)	,937	,266	,970	,000		,956	,589	,935	,304	,756
	Soma dos quadrados e produtos cruzados	-2627910798,353	1126273,511	656041461124,893	36195922,553	155629380711,617	55519542,574	-70430,815	-368353904588,000	556161,000	209573,277
	Covariância	-18770791,417	8044,811	4686010436,606	258542,304	1111638433,654	396568,161	-503,077	-2631099318,486	3972,579	1496,952
	N	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141
NUMCONTR	Correlação de Pearson	-,010	-,009	,906	,223	,005	1	-,019	,153	,092	,090
	Sig. (2 extremidades)	,909	,911	,000	,008	,956		,827	,070	,280	,289
	Soma dos quadrados e produtos cruzados	-293542079,770	-8704,766	14184287743997,700	1589878,170	55519542,574	920644128,638	-2192,568	623460074624,001	44962,000	54954,085
	Covariância	-2096729,141	-62,177	101316341028,555	11356,273	396568,161	6576029,490	-15,661	4453286247,314	321,157	392,529
	N	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141
CRESCIREC	Correlação de Pearson	,368	-,111	-,019	-,185	-,046	-,019	1	-,050	,069	-,085
	Sig. (2 extremidades)	,000	,188	,824	,028	,589	,827		,559	,419	,314
	Soma dos quadrados e produtos cruzados	1425840,785	-13,097	-37947427,032	-168,704	-70430,815	-2192,568	15,101	-25903677,150	4,310	-6,677
	Covariância	10184,577	-,094	-271053,050	-1,205	-503,077	-15,661	-,108	-185026,265	,031	-,048
	N	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141
AREAARM	Correlação de Pearson	-,007	-,010	-,012	-,077	-,007	,153	-,050	1	,023	,069
	Sig. (2 extremidades)	,939	,904	,889	,364	,935	,070	,559		,783	,414
	Soma dos quadrados e produtos cruzados	-877466071138,600	-41573318,000	-825251132172740,000	-2426113885,000	-368353904588,000	623460074624,001	-25903677,150	18064066294543400,000	50868072,000	187642952,000
	Covariância	-6267614793,847	-296952,271	-5894650944091,000	-17329384,893	-2631099318,486	4453286247,314	-185026,265	129029044961025,000	363343,371	1340306,800
	N	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141
NUMRECTE	Correlação de Pearson	-,042	,530	,113	,038	,087	,092	,069	,023	1	,385
	Sig. (2 extremidades)	,622	,000	,182	,655	,304	,280	,419	,783		,000
	Soma dos quadrados e produtos cruzados	-674085,033	259,000	942227803,333	143,667	556161,000	44962,000	4,310	50868072,000	261,333	125,333
	Covariância	-4814,893	1,850	6730198,595	1,026	3972,579	321,157	,031	363343,371	1,867	,895
	N	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141
TIPOTRAN	Correlação de Pearson	-,131	,446	,058	,106	,026	,090	-,085	,069	,385	1
	Sig. (2 extremidades)	,122	,000	,493	,213	,756	,289	,314	,414	,000	
	Soma dos quadrados e produtos cruzados	-2620994,823	271,298	60522680,355	498,156	209573,277	54954,085	-6,677	187642952,000	125,333	405,078
	Covariância	-18721,392	1,938	4323019,145	3,558	1496,952	392,529	-,048	1340306,800	,895	2,893
	N	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141

Quadro 10 - Análise de correlação.

Com a retirada dos *outliers*, o coeficiente de correlação calculado passou para 0.906, justificando a escolha inicial do *INPUT* e do *OUTPUT*.

O método desenvolvido na presente pesquisa, utilizou como referência a metodologia proposta inicialmente por Norman & Stoker (1991) também foi aplicado por Azambuja (2002), que recomenda que após a identificação de um par de *INPUT* e de *OUTPUT*, seja calculado um novo escore de eficiência e seja analisada a correlação desse novo indicador com as demais variáveis do modelo. Caso seja encontrada forte correlação, agrega-se essa variável ao índice de eficiência, sendo essa uma nova variável caracterizada como um *INPUT* ou *OUTPUT*.

O detalhamento dos cálculos sucessivos dos escores de eficiência por meio do DEA será apresentado em uma seção específica.

Após o cálculo de eficiência considerando a variável EF1(EFICIÊNCIA_1), foi realizada a análise de correlação da mesma com as demais variáveis do modelo.

CORRELAÇÕES	
VARIÁVEIS	EFICIENCIA_1
RECEITABR	,014
QTDSEVI	-,025
TEMPMERC	-,063
NUMFUNCI	-,010
CRESCIREC	-,024
ÁREAARM	-,010
NUMRECTE	,089
TIPOTRAN	,054
EFICIENCIA_1	1,000

Quadro 11 - Correlações com EFICIÊNCIA_1.

Conforme descrito no Quadro 11, não foram identificadas fortes correlações entre o indicador EFICIÊNCIA_1 com as demais variáveis do modelo, somente para a variável RECEITABR, que apresenta um coeficiente de correlação de $r=0.014$, valor positivo, porém de baixa significância.

Por meio da análise do gráfico de dispersão e retirada dos *outliers* e fundos de escala, foi constatado que as variáveis não são estatisticamente dependentes. Essa característica era esperada, visto que em trabalhos anteriores houve indicações de que informações relativas à receita líquida (RECEITABR) são de baixa confiabilidade.

Prosseguindo com a análise, recorrendo à tabela de correlações entre todas as variáveis do modelo, identifica-se uma forte correlação entre as variáveis NUMCONTR e NUMFUNC, de acordo com o Quadro 12.

	CORRELAÇÕES
VARIÁVEIS	NUMCONTR
TEMPMERC	,508**
NUMFUNC	,708**
RECEITABR	,691**
CRESCIREC	-,053
AREAARM	,404*
QTDSERVI	,040
TIPOTRAN	,126
NUMRECTE	,063

Quadro 12 - Correlação entre NUMCONTR e NUMFUNC.

A variável NUMFUNC (número de funcionários) é estatisticamente dependente da variável NUMCONTR (número de clientes com contrato vigente). Como a variável

NUMCONTR foi considerada como *INPUT*, a variável NUMFUNCI será considerada como *OUTPUT*.

Conforme descrição apresentada na metodologia, é recomendado que duas variáveis que apresentam forte correlação não sejam mantidas como *INPUT* ou *OUTPUT*, simultaneamente. Dessa forma identifica-se o indicando EF2'.

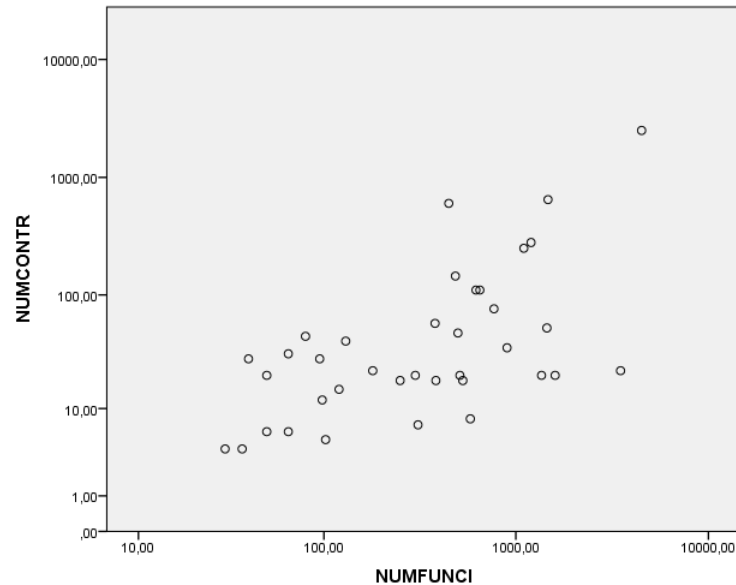


Gráfico 10 - Correlação entre NUMCONTR e NUMFUNCI.

Equação 7:

$$EF_{2'} = \frac{Output}{Input} = \frac{Numfunci}{Nuncontr}$$

A relação apresentada em EF2' se mostra coerente, visto que torna possível a avaliação de eficiência das empresas, considerando o número de funcionários por contrato.

No que tange à mão de obra, um fator de peso significativo para as empresas, quando comparadas empresas que realizam atividades semelhantes, serão consideradas mais eficientes as que apresentam o menor número de funcionários para o desenvolvimento das atividades a qual se propõem.

Nessa análise, as operações logísticas realizadas são representadas pela variável NUMCONTR.

Realizando os ajustes matemáticos, temos:

$$EF_1 = \frac{Output}{Input} = \frac{Volumton}{Nuncontr}$$

$$EF_{2'} = \frac{Output}{Input} = \frac{Numfunci}{Nuncontr}$$

$$EF_2 = \frac{Output}{Input} = \frac{Numfunci}{Nuncontr} + \frac{Volumton}{Nuncontr}$$

$$EF_2 = \frac{Output}{Input} = \frac{Numfunci + Volumton}{Nuncontr}$$

Entre o cálculo do coeficiente de eficiência F1 e F2, foi necessário realizar um ajuste matemático, de forma a dispor de forma adequada os INPUT's e os OUTPUT's.

Adequando o arranjo das variáveis para a aplicação do modelo DEA, encontra-se a relação representada pela equação EF2.

Seguindo-se o método de análise, era esperado encontrar correlações fortes com a variável EFICIENCIA_1, porém essa afirmação não foi confirmada pelo cálculo do coeficiente de correlação "r".

Conforme a afirmação anterior, de acordo com o Quadro 13, são apresentadas as correlações identificadas.

VARIÁVEIS	Correlações	
	$EF_{2'} = \frac{Output}{Input} = \frac{Numfunci}{Nuncontr}$	$EF_2 = \frac{Output}{Input} = \frac{Numfunci + Volumton}{Nuncontr}$
	EFICIENCIA_2_0	EFICIENCIA_2_1
TEMPMERC	-,148	-,207
RECEITABR	,418**	-,103
CRESCIREC	,002	,006
AREAARM	,133	-,144
QTDSERVI	,260	,145
TIPOTRAN	,071	,174
NUMRECTE	,089	,106

Quadro 13 - Correlação entre EF2' e EF2 com as demais variáveis.

Avaliando as correlações para a eficiência EF2, verificam-se baixos valores, evidenciando pouca dependência estatística. Somente a variável RECEITABR apresentou um valor mais alto relacionando-se à variável EFICIENCIA_2_0.

Porém antes da definição de quais variáveis adicionais serão incluídas no modelo DEA, se faz necessário avaliar as correlações fortes identificadas nas seguintes variáveis:

VARIÁVEIS	Correlações
	NUMCONTR
TEMPMERC	,508**
RECEITABR	,676**

Quadro 14 - Variáveis de correlações entre NUMCONTR, TEMPMERC e RECEITABR.

Para checar a relevância da correlação, o gráfico de dispersão entre as variáveis foi analisado conforme segue.

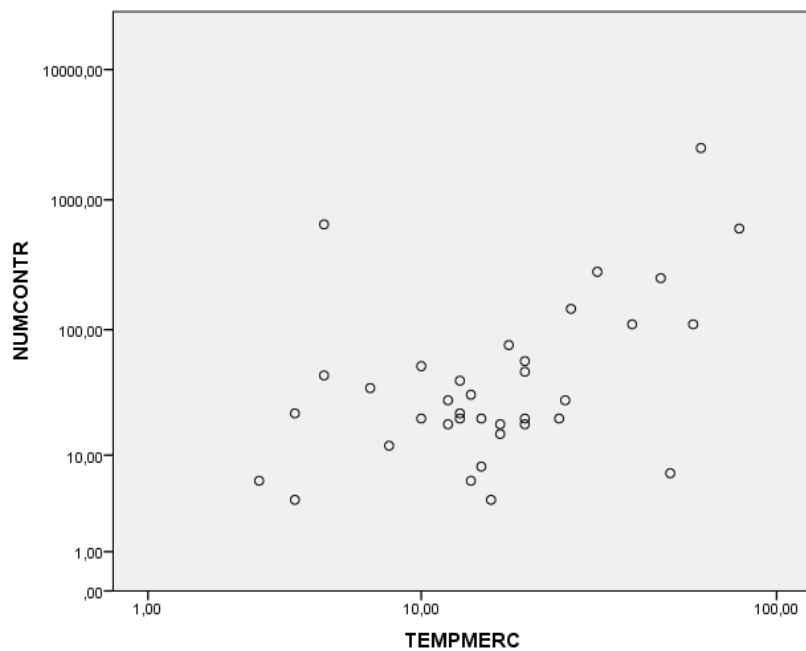


Gráfico 11 - Correlação entre NUMCONTR e TEMPMERC.

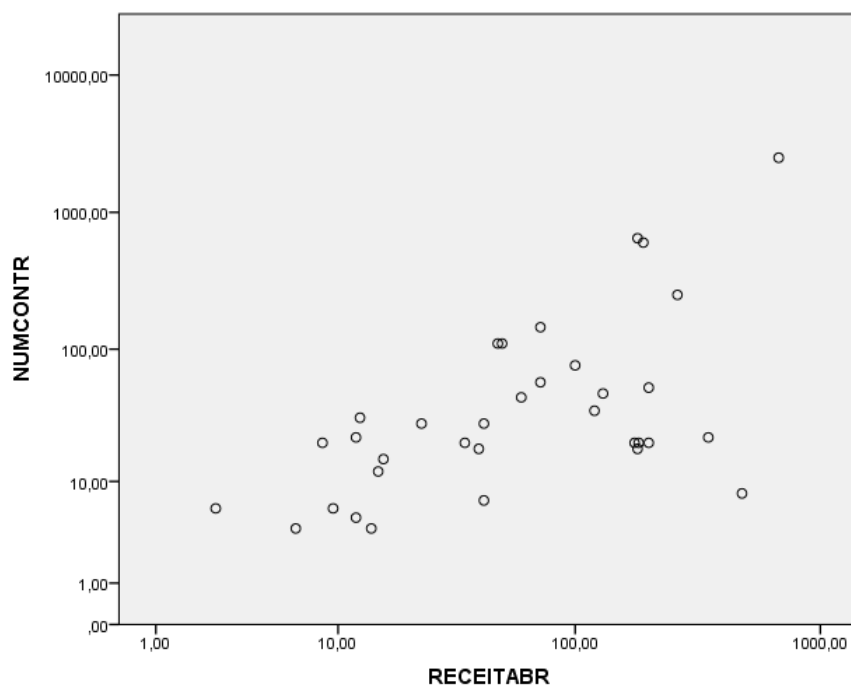


Gráfico 12 - Correlação entre NUMCONTR e RECEITABR.

Importante destacar que, através dos gráficos de dispersão, é possível notar a tendência de correlação positiva da variável NUMCONTR (número de clientes com

contrato vigente) com as variáveis TEMPMERC (tempo de mercado) e RECEITABR (receita líquida no Brasil).

No Gráfico 11, que relaciona NUMCONTR e TEMPMERC, pode-se interpretar que há uma tendência de esse fator elevar a confiabilidade da empresa junto aos clientes quanto maior for o tempo de sua existência no mercado, o que contribui para a captação de novos clientes, representados pela variável NUMCONTR.

Por outro lado, quando se avalia o gráfico de dispersão das variáveis NUMCONTR e RECEITABR (Gráfico 12), pode-se concluir que quanto maior o número de clientes com contratos vigentes (NUMCONTR), maior o ganho de receita (RECEITABR), justificando a tendência positiva observada nesse gráfico.

Pela relevância observada nas variáveis TEMPMERC e RECEITABR, espera-se que essas variáveis sejam incluídas no modelo de avaliação de eficiência; porém, para a definição é necessário prosseguir com a análise.

Apesar de a receita líquida (RECEITABR) ser uma variável que pode causar interpretações diversas em função de sua forma de apuração e critérios adotados em cada empresa, no modelo de análise realizada, a mesma se destacou, por apresentar uma forte correlação com o número de funcionário (NUMFUNC).

	NUMFUNC
RECEITABR	,805**

Quadro 15 - Correlação entre NUMFUNC e RECEITABR.

Como o foco do trabalho é identificar variáveis que influenciem na eficiência das operações logísticas, essa correlação nos permite fazer a seguinte análise: as empresas mais eficientes seriam aquelas que conseguem manter valores elevados de receita, com reduzida aplicação de mão de obra. Esse resultado seria obtido como reflexo das práticas de gestão e aplicação de tecnologia.

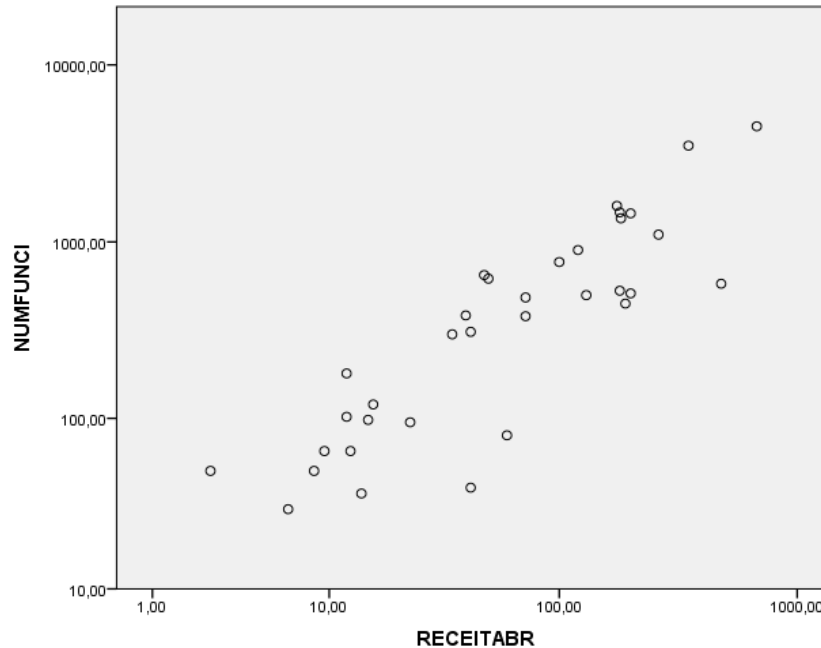


Gráfico 13 - Correlação entre NUMFUNCI e RECEITABR.

Os métodos e as considerações para o cálculo da receita líquida, assim como a influência desses resultados em termos de eficiência, não estão contemplados nos objetivos do presente trabalho, sendo informado na conclusão como oportunidade para trabalhos futuros.

Tendo como referência os constructos conceituais do contexto sobre análise, é possível chegar ao seguinte indicador:

Equação 8:

$$EF_{3'} = \frac{Output}{Input} = \frac{ReceitaBR}{Nunfunci}$$

Realizando-se os devidos ajustes, verifica-se que a decisão apresentada em EF2, onde a variável NUMFUNCI foi considerada como *output*, mostra-se inadequada. Espera-se atingir maiores escores de eficiência considerando a variável NUMFUNCI como um *input* do processo, estando assim esse conceito alinhado ao modelo orientado a *OUTPUT*.

Por meio dos ajustes necessários, chega-se à expressão abaixo, onde os ganhos de eficiência serão avaliados através do DEA.

Equação 9:

$$EF_3 = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} = \frac{\text{Volumton} + \text{ReceitaBR}}{\text{Numcontr} + \text{Nunfunci}}$$

Recorrendo à avaliação das correlações na base de dados, foi possível destacar outras correlações fortes remanescentes.

	TEMPMERC
NUMCONTR	,508**

Quadro 16 - Correlação TEMPMERC e NUMCONTR.

Essa correlação moderada foi observada e está de acordo com os constructos conceituais dessas variáveis. Assim, espera-se que quanto maior for o tempo de mercado de uma empresa, maior será a confiabilidade adquirida perante os seus clientes e, por consequência, haverá uma maior tendência ao aumento do número de contratos.

Seguindo os constructos conceituais que norteiam as análises realizadas, a variável TEMPMERC (Tempo de mercado) será considerada como um input para a análise de eficiência.

Pelo valor do coeficiente de correlação calculado, verifica-se que as variáveis possuem uma dependência estatística, porém não permite a identificação de uma relação linear clara de causa e efeito.

Pela relevância da variável TEMPMERC (tempo de mercado), a mesma foi considerada, juntamente com a variável NUMCONTR (Número de clientes com contratos vigentes), como INPUT.

Realizando-se as devidas adequações, chega-se ao próximo índice de eficiência.

Equação 10:

$$EF_4 = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} = \frac{\text{Volumton} + \text{ReceitaBR}}{\text{Numcontr} + \text{Nunfunci} + \text{TempMerc}}$$

Após a inclusão da variável *TEMPMERC* e realizada a análise por meio do software SIAD, foi constatado um aumento da eficiência média das empresas destacadas como benchmarkings, indicativo de que a variável inclusa contribui de forma positiva para a análise de eficiência.

Em paralelo, seguindo a metodologia proposta, a nova variável *EFICIENCIA_4* foi correlacionada com as demais variáveis ainda não inclusas no modelo para verificação de correlações fortes. Diante disso, não foram identificadas fortes correlações; porém avaliando-se as correlações mantidas, destacam-se os seguintes pontos:

	AREAARM
NUMCONTR	,404*
NUMFUNCI	,411*

Quadro 17 - Correlação entre AREAARM, NUMCONTR e NUMFUNCI.

A variável AREAARM (área de armazenagem) possui uma correlação moderada com as variáveis NUMCONTR e NUMFUNCI, consideradas como *input's*. No entanto, se fossem seguidas as premissas iniciais do método, a variável AREAARM deveria ser considerada como um *output*. Porém, avaliando os conceitos da função de produção e a descrição apresentada na consolidação da metodologia (Figura 34), verifica-se que a variável AREAARM se relaciona com os insumos necessários para a realização das operações (Infraestrutura). Logo, a mesma foi considerada como um *INPUT*, juntamente com as variáveis NUMCONTR e NUMFUNCI. Ou seja, o aumento da área da armazenagem (AREAARM) ocorre em conjunto com o aumento do número de clientes com contrato vigentes (NUMCONTR), que, por sua vez, requer o aumento do número de funcionários (NUMFUNCI). Essa afirmação é justificada pela avaliação dos gráficos de dispersão.

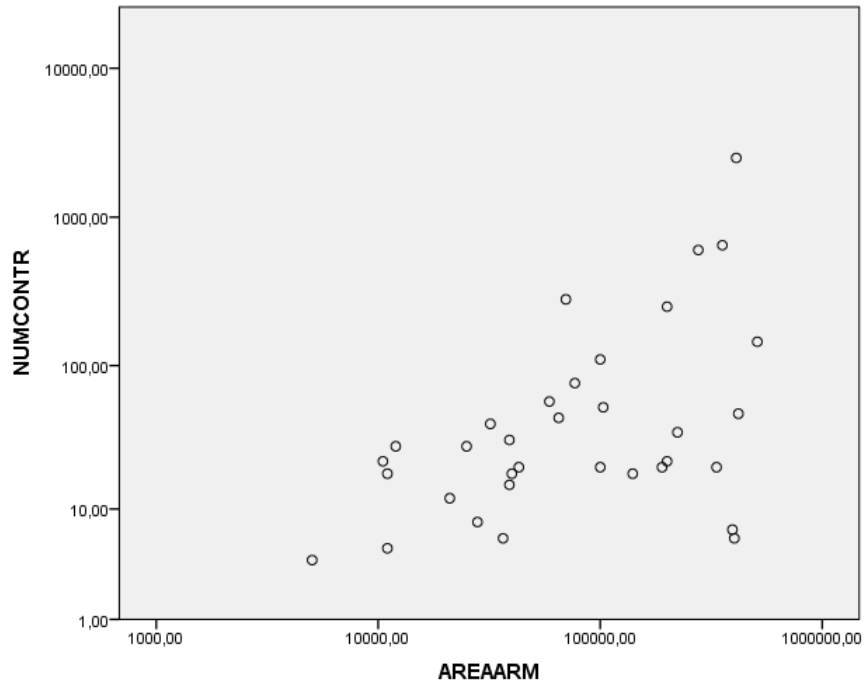


Gráfico 14 - Correlação entre NUMCONTR e AREAARM.

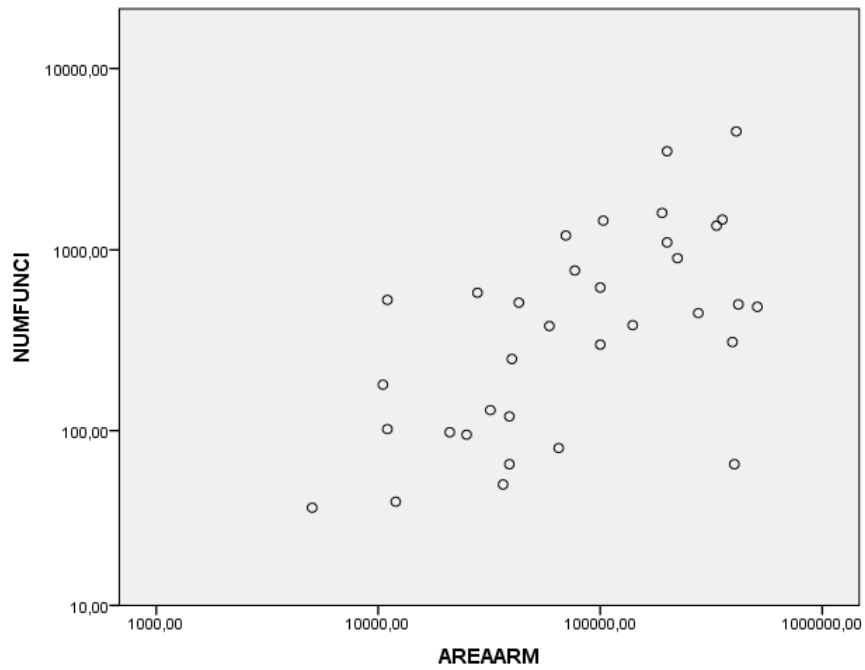


Gráfico 15 - Correlação entre NUMFUNCI e AREAARM.

Seguindo os passos das interações anteriores, a variável AREAARM será considerada como um *input* para a avaliação da eficiência, sendo obtido o índice de eficiência EF5.

Equação 11:

$$EF_5 = \frac{Output}{Input} = \frac{Volumton + ReceitaBR}{Numcontr + Nunfunci + TempMerc + Areaarm}$$

Após a realização das análises que levaram à identificação da Equação 11, EFICIÊNCIA_5, algumas variáveis existentes na base se mostram com certas características particulares que precisam ser evidenciadas.

A variável CRESCIREC, de acordo com a descrição do anuário, corresponde a um valor percentual, que fornece a informação sobre o crescimento da receita da empresa entre os anos de 2011 e 2012. Como hipótese, era esperado que essa variável direcionasse o potencial de crescimento das empresas. Pela análise das correlações, essa expectativa não foi cumprida, visto que não foram identificadas correlações significativas, com as demais variáveis da base.

Correlações ('r')	CRESCIREC
NUMFUNCI	,009
NUMCONTR	-,053
RECEITABR	-,090
TEMPMERC	-,254
VOLUMTON	,001
AREAARM	,078
QTDSERVI	-,044
TIPOTRAN	,059
NUMRECTEC	,190

Quadro 18 - Correlação entre CRESCIREC e as demais variáveis da base.

A variável CRESCIREC foi desconsiderada da análise por apresentar valores de correlações baixos e negativos em relação às demais variáveis consideradas no modelo.

São remanescentes as seguintes variáveis: QTDSERVI (quantidade de serviços oferecidos), TIPOTRAN (tipos de transportes realizados) e NUMRECTEC (número de recursos tecnológicos utilizados). Essas variáveis foram analisadas em separado em função dos critérios utilizados para a elaboração da base de dados, apresentam valores limitados por faixas são apresentados no Quadro 19:

VARIÁVEIS COM VALORES LIMITADOS (FAIXA DE VARIAÇÃO)	
QTDSERVI	0 - 12
TIPOTRAN	0 - 6
NUMRECTEC	0 - 6

Quadro 19 - Variáveis representadas por faixas de variação.

Avaliando as correlações entre as variáveis categóricas do Quadro 19, com as demais variáveis da base, chega-se aos seguintes valores demonstrados no Quadro 20.

Correlações ('r')	QTDSERVI	TIPOTRAN	NUMRECTEC
NUMFUNCI	,261	,137	,272
NUMCONTR	,040	,106	,063
RECEITABR	,198	,156	,260
TEMPMERC	-,257	-,284	-,237
VOLUMTON	,125	,210	,190
CRESCIREC	-,044	,059	,190
AREAARM	-,205	-,173	-,206
QTDSERVI	1,000	,302	,417*
TIPOTRAN	,302	1,000	,244
NUMRECTEC	,417*	,244	1,000

Quadro 20 - Correlações finais entre as variáveis.

Verifica-se uma correlação moderada entre as variáveis QTDSERVI e NUMRECTEC ($r=0,417$). Elas não apresentaram correlação significativa com as demais variáveis do modelo.

Avaliando os aspectos conceituais do modelo, essas variáveis possuem uma tendência a serem caracterizadas como *OUTPUTS*, quando inseridas no modelo e realizada a avaliação de sua contribuição em termos de eficiência. As mesmas não apresentaram impactos significativos, sendo desconsideradas da base.

Mediante a realização de todas as considerações chega-se à expressão EF5 (Equação 12), onde:

Equação 12:

$$EF_5 = \frac{Output}{Input} = \frac{A_1 * Volumton + A_2 * ReceitaBR}{A_3 * Numcontr + A_4 * Nunfunci + A_5 * TempMerc + A_6 * Areaarm + C}$$

Estando assim identificados:

OUTPUT'S	PESOS (VARIÁVEIS DE DECISÃO)
VOLUMTON	A1
RECEITABR	A2
INPUT'S	PESOS (VARIÁVEIS DE DECISÃO)
NUMCONTR	A3
NUMFUNC	A4
TEMPMERC	A5
AREAARM	A6
C	Variável de escala

Quadro 21 - Identificação de *INPUTS* e *OUTPUTS*.

Obs: Foi incluso a variável "C", identificada como variável de escala, nos modelos DEA orientados a OUTPUT, essa variável é inclusa no denominador.

3.9 ANÁLISE DE DADOS COM A APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)

Nesta seção, serão apresentados os resultados parciais obtidos ao longo do desenvolvimento do modelo. Foram realizadas cinco interações, considerando o modelo BCC, com orientação a *OUTPUTs*. A inserção de variáveis nos índices de eficiência foi justificada pelo incremento na eficiência média observada no modelo padrão.

A cada inserção de uma nova variável na razão *output* sobre *input*, foi calculado um novo score de eficiência, havendo aumento na eficiência média. A nova variável foi incluída no modelo. Caso contrário, a inclusão é desconsiderada da análise, conforme citado na seção anterior.

De forma a minimizar possíveis falhas decorrentes da ordem de grandeza das variáveis utilizadas, no cálculo da eficiência, foi seguida a recomendação do trabalho desenvolvido por AZAMBUJA (2002), que recomenda a normalização dos dados, conforme descrito na seção de metodologia. A normalização consiste, para cada INPUT e OUTPUT identificado, em dividi-lo pelo maior valor da série de dados e multiplicar o valor resultante por 100.

Nessa etapa da pesquisa, optou-se em não identificar as empresas avaliadas, neste caso consideradas como DMUs na coluna ID_EMPRESA. A base de dados encontra-se referenciada com os dados de identificação das empresas.

A partir deste ponto, serão apresentadas as evidências das etapas de cálculo realizadas até a definição do modelo final de análise, conforme descrito no ANEXO A.

A inserção de uma nova variável provoca um aumento na eficiência média, calculada no modelo padrão (BCC orientado a *OUTPUTs*), conforme citado anteriormente, o que também aumenta-se a possibilidade de um número maior de DMUs se destacarem como eficientes, devido ao maior número de variáveis disponíveis para a comparação, sendo esse comportamento uma característica dos modelos DEA.

Esse aspecto precisa ser adequadamente ajustado de forma a permitir a avaliação correta dos operadores logísticos. A quantidade de variáveis analisadas deve ser ponderada de acordo com o grau de significância atribuído na pesquisa.

O aumento na quantidade de variáveis contribui para uma característica negativa dos modelos DEA, conforme citado no referencial teórico, no que se refere à baixa capacidade de discriminação das DMUs. Assim, quando se eleva a quantidade de DMUs eficientes, há uma tendência do aparecimento de DMUs, que, devido ao posicionamento sobre a fronteira clássica da envoltória de dados, na verdade são falso eficientes.

Para reduzir a elevação do grau de benevolência do modelo, foi utilizado o conceito de fronteira invertida, considerado o cálculo da eficiência composta, obtida por meio da média aritmética da eficiência segunda a ótica otimista (modelo padrão) e a pessimista (fronteira invertida).

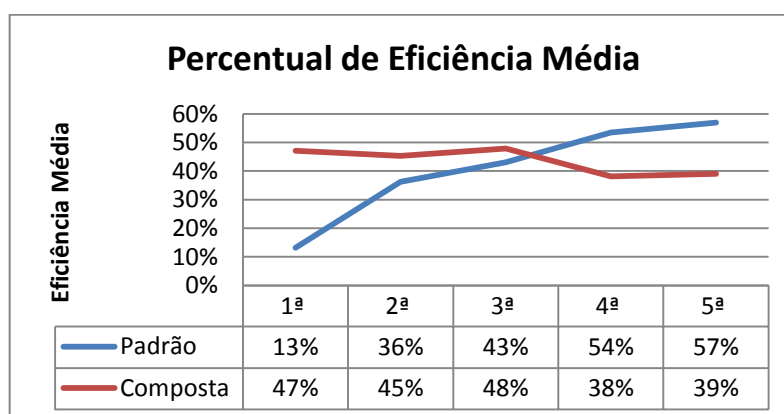


Gráfico 16 - Relação entre eficiências.

Por meio da análise gráfica (Gráfico 16), observa-se que à medida que são realizadas iterações com a inclusão de novas variáveis, há um aumento da eficiência no modelo padrão. Por outro lado, ocorre uma redução no índice de eficiência média composta, com uma tendência de estabilização próxima a 38%.

Essa observação se mostra coerente com os objetivos da pesquisa, visto que se pretende elevar a capacidade de restrição do modelo, favorecendo a identificação de operadores logísticos que reúnam as melhores práticas logísticas, eliminando-se da base possíveis falso eficientes.

Após essas ponderações, foi compilado um *ranking* de eficiência composta para as DMUs avaliadas, conforme o Quadro 22:

DMU	RANKING DE EFICIÊNCIA_COMPOSTA
DMU_65	88%
DMU_66	84%
DMU_39	76%
DMU_32	66%
DMU_130	56%
DMU_20	51%
DMU_22	50%
DMU_16	50%
DMU_26	50%
DMU_74	50%
DMU_84	50%
DMU_106	50%
DMU_52	48%
DMU_29	44%
DMU_67	43%
DMU_55	40%
DMU_105	35%
DMU_96	34%
DMU_35	29%
DMU_19	26%
DMU_44	26%
DMU_27	19%
DMU_48	18%

Continua

Conclusão

MU	RANKING DE EFICIÊNCIA_COMPOSTA
DMU_107	17%
DMU_64	16%
DMU_101	13%
DMU_60	12%
DMU_6	12%
DMU_12	12%
DMU_7	6%

Quadro 22 - Ranking de eficiências composta.

3.10 ANÁLISES

Após a obtenção dos escores de eficiência para os operadores logísticos, será dedicada uma seção específica para a apresentação das análises sobre os resultados obtidos. Espera-se, a partir deste ponto, conciliar os aspectos quantitativos obtidos pelo modelo DEA, por meio do ranking de eficiência, com os aspectos qualitativos elencados nos objetivos específicos da pesquisa, de forma a identificar os subsídios necessários para a apresentação da conclusão em torno do tema da pesquisa.

Para prosseguir com as análises, os objetivos específicos precisam estar claros, sendo assim revisitados, conforme constam: 1) Identificar, junto às empresas analisadas, se os conceitos estabelecidos nos modelos de referência apresentam significância prática ou seja apresentam relação com a realidade dos operadores logísticos e são fatores que podem influenciar seus resultados do ponto de estratégico e operacional; e 2) Checar características preponderantes que são comuns nos operadores logísticos classificados como *benchmarks*, conforme os critérios estabelecidos no modelo de avaliação de desempenho desenvolvido na presente pesquisa.

O universo de pesquisa analisado compreendeu 144 operadores logísticos, na base final de dados. Entretanto, após a aplicação da metodologia, permaneceram 30 empresas.

Após a finalização do modelo com aplicação da técnica de análise envoltória de dados (DEA), os resultados foram condensados na forma de um escore de eficiência, conforme o Quadro 22 - Ranking de eficiência composta.

De forma a facilitar a interpretação dos resultados, foi utilizado o software SPSS, aplicando a análise de agrupamento hierárquica, em que foi parametrizado no software a formação de cinco grupos (*cluster's*). O sistema utilizou como critério para definição dos intervalos a distância euclidiana entre os valores, conforme Dendograma (Gráfico 17):

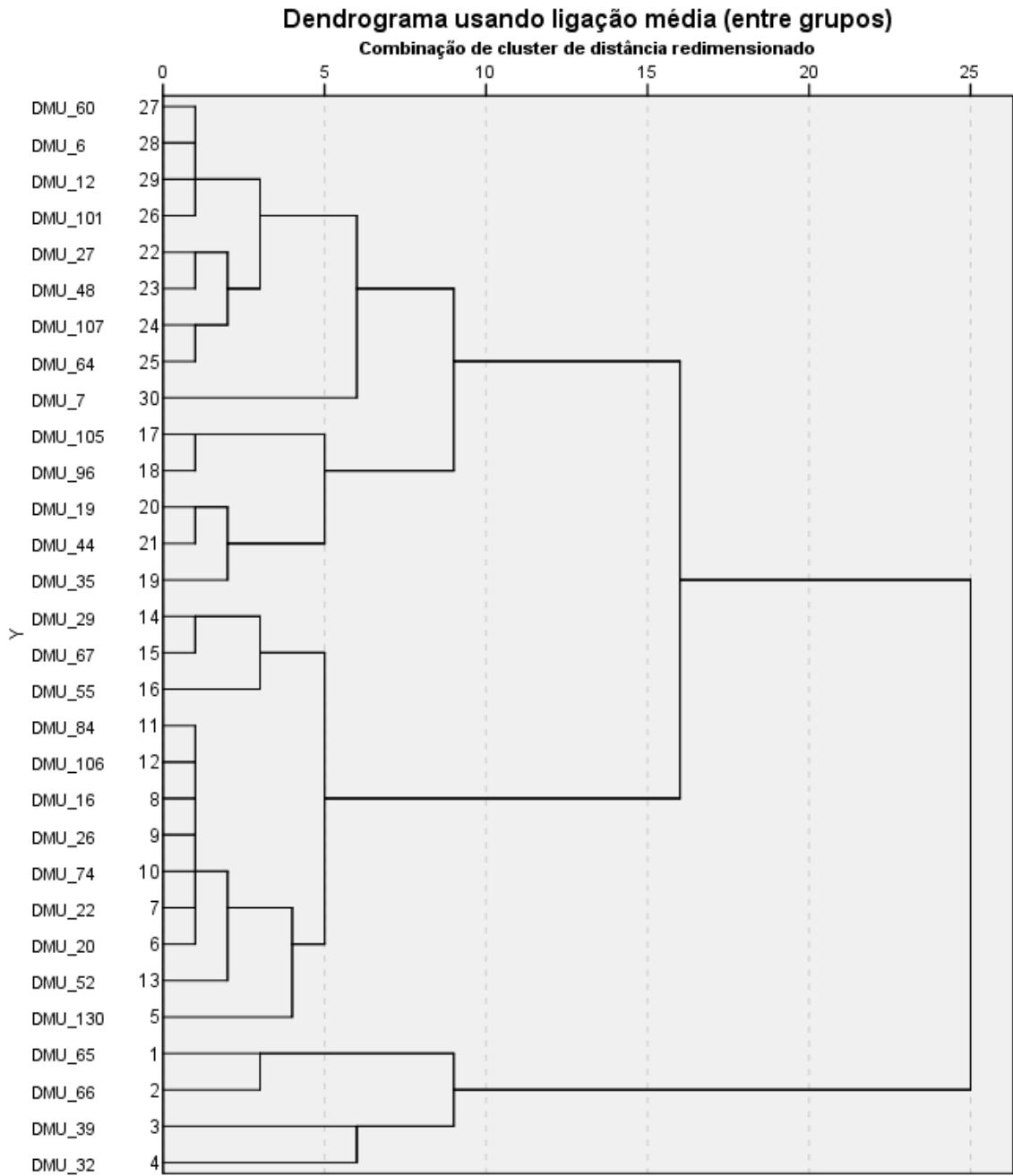


Gráfico 17 - Dendrograma – Ligação média entre os grupos.

Sendo assim, foi obtido como resultado o Quadro 23:

FAIXA DE	QUANT. DE DMUS
88 % - 84%	2
76 % - 66%	2
56 % - 40%	12
35% - 26%	5
19% - 6%	9
Total	30

Quadro 23 - DMUs por faixa de eficiência.

De acordo com o Quadro 23, duas empresas apresentaram valores de eficiência de 88% e 84%. Assim, modelo DEA BCC orientado a OUTPUT são consideradas como *benchmarks*. Por sua vez, outras duas empresas apresentaram um índice de eficiência de 76% e 66%. A maioria das empresas se concentrou na faixa de eficiência entre 56% e 40%.

Serão avaliados quais os aspectos que favoreceram as empresas que apresentaram maiores índices de eficiência em comparação com aquelas com menores índices.

Diante do agrupamento dos resultados por faixa de eficiência, foi realizado um relacionamento entre os escores de eficiência calculados no modelo DEA e o percentual de ocorrências de características observadas em cada grupo, tais como: tipo de serviço oferecido, tipo de transporte realizado, tecnologias empregadas e tipo de frota de veículos utilizados (própria ou de terceiros).

As informações utilizadas para a avaliação desses aspectos foram obtidas da base de dados utilizada na pesquisa.

Os quadros apresentados a seguir relacionam as características verificadas nas DMU's avaliadas (aspectos qualitativos), com a faixa de eficiência calculada pelo modelo DEA orientado a OUTPUT's.

Na primeira coluna, identificada como: serviços oferecidos traz a informação de quais serviços são realizados pelos operadores logísticos. Na linha faixa de eficiência composta, estão apresentados os valores de eficiência calculados pelo modelo DEA

orientado a OUTPUT's, sendo que as faixas percentuais apresentadas foram calculadas pelo software SPSS.

A linha quantidade de empresas, traz a informação da quantidade de empresas que estão dentro faixa de eficiência calculada.

Os demais percentuais, traduzem a informação em forma de índice, calculado sobre a quantidade total de operadores logísticos avaliados e pertencentes a faixa, estando esses no denominador e no numerador a quantidade de operadores logísticos que apresentam determinada característica.

Exemplificando no quadro 24, para a faixa de eficiência entre 56% - 40%, foram inclusos 12 operadores logísticos, destes todos (100%) realizam o serviço de armazenagem.

Serviços Oferecidos	%	%	%	%	%
Faixa de Eficiência_Composta	88% - 84%	76% - 66%	56% - 40%	35% - 26%	19% - 6%
Quantidade de Empresas	2	2	12	5	9
Armazenagem	100%	100%	100%	100%	100%
Controle de estoque	100%	100%	100%	80%	100%
Embalagem	100%	50%	83%	80%	78%
Montagem de Kit's e conjuntos	100%	100%	75%	80%	89%
Gerenciamento de terceiros	100%	100%	83%	60%	78%
Paletização	100%	100%	92%	100%	100%
Cross-docking	100%	100%	100%	60%	89%
JIT	0%	0%	58%	40%	67%
Import. E export. Des. Aduaneiro	100%	0%	25%	20%	22%
Logística Reversa	100%	100%	92%	60%	78%
Suporte fiscal	50%	50%	67%	100%	67%
Desenvolvimento de projetos	100%	100%	92%	80%	67%

Quadro 24 – Análise comparativa da faixa de Eficiência e Serviços Oferecidos.

Observando o Quadro 24, constata-se que 100% das empresas avaliadas forneceram informações que prestam serviços de armazenagem, sendo esse índice identificado independente da faixa de eficiência que a empresa se encontra.

Sobre os serviços de controle de estoque, das cinco faixas de eficiência avaliadas, foi constatado que 80% das empresas que apresentaram os escores de eficiência entre 35% e 26% realizam essa atividade.

Para as atividades de embalagem, montagem de *kit's* e conjuntos, gerenciamento de terceiros e paletização, 100% das empresas que se encontram na faixa de eficiência que apresentam os maiores valores realizam essas atividades. Os resultados

justificam as características comuns a empresas identificadas como operadores logísticos.

Somente com a avaliação dos aspectos descritos no Quadro 24 não foi possível identificar práticas que possam ter contribuído para os resultados de eficiência calculados.

Prosseguindo com a análise, foi formatado um segundo quadro que relaciona as faixas de eficiência com os tipos de transporte realizados.

Transporte	%	%	%	%	%
	2	2	12	5	9
Faixa de Eficiência_Composta	88 % - 84%	76 % - 66%	56 % - 40%	35% - 26%	19% - 6%
Suprimentos	100%	100%	100%	60%	78%
Coordenação	100%	100%	92%	60%	67%
Distribuição	100%	100%	92%	100%	78%
Porta a Porta	100%	100%	67%	80%	44%
Transferência	100%	100%	100%	60%	78%
Milk Run	50%	50%	67%	20%	44%

Quadro 25 - Análise comparativa da faixa de Eficiência e Tipo de Transporte.

O Quadro 25 permite que se façam algumas observações relevantes. As empresas que apresentam um maior portfólio de tipos de transportes realizados foram as que possuem o melhor posicionamento em termos de eficiência. Esse resultado se mostra factível, visto que esse aspecto pode ser interpretado como um indicador de flexibilidade da empresa, para atendimento de seus clientes, favorecendo o bom desempenho de suas operações.

Em continuidade a essa análise, foi compilado um quadro que avalia as tecnologias empregadas para a realização de suas operações.

Tecnologias empregadas	%	%	%	%	%
	2	2	12	5	9
Faixa de Eficiência_Composta	88 % - 84%	76 % - 66%	56 % - 40%	35% - 26%	19% - 6%
Software de simulação e otimização	50%	100%	83%	80%	56%
WMS	100%	100%	100%	80%	100%
TMS	100%	50%	100%	80%	78%
ERP	100%	100%	83%	60%	89%
Consulta pela Internet	100%	100%	92%	80%	100%
Consulta por Celular	50%	50%	67%	20%	78%

Quadro 26 - Análise comparativa da faixa de Eficiência e Tecnologias Empregadas.

Partindo-se da premissa de que a aplicação de tecnologia contribui para o incremento da eficiência das operações logísticas, era esperado que as empresas que apresentaram os maiores escores de eficiência fossem aquelas com maior aplicação de recursos tecnológicos. Essa observação foi confirmada conforme descritos no Quadro 26, ou seja, na medida em que há uma menor aplicação de tecnologias, observa-se menores faixas de eficiência.

Finalizando a avaliação dos aspectos qualitativos, foi analisada a contribuição do tipo de frota utilizada para a realização das operações logísticas (frota própria ou de terceiros).

Tipo de Frota	%	%	%	%	%
	2	2	12	5	9
Faixa de Eficiência_Composta	88 % - 84%	76 % - 66%	56 % - 40%	35% - 26%	19% - 6%
Própria	50%	100%	75%	80%	67%
Terceiros	50%	0%	25%	20%	33%

Quadro 27 - Análise comparativa da faixa de Eficiência e Tipo de Frota.

Pela interpretação do Quadro 27, devido à variabilidade nos percentuais, não foi possível observar nenhuma tendência ou contribuição para as faixas de eficiência em função do tipo de frota. Porém, há uma maior concentração na utilização de frota própria. Esse aspecto pode ser destacado como uma característica comum à maioria dos operadores logísticos avaliados, mas não é necessariamente um aspecto direcionador de eficiência.

Aprofundando a análise em concordância com os objetivos da pesquisa, deve-se buscar identificar as variáveis que sejam direcionadoras de melhores práticas, ou seja, quais variáveis que apresentam maior contribuição para a eficiência dos operadores logísticos.

De forma a encontrar subsídios para essa conclusão, recorre-se aos resultados calculados no modelo DEA, que traduz a contribuição das variáveis utilizadas para a avaliação de eficiência, em forma de pesos. Nesse caso, os pesos são as variáveis de decisão, conforme citado anteriormente.

O quadro 28, reúne os resultados verificados para todos as DMU's analisadas na pesquisa.

DMU	Peso Input_NUMFUNCI	Peso Input_NUMCONTR	Peso Input_TEMP MERC	Peso Input AREAARM	Peso Output_VOLUMTON	Peso Output_RECEITABR
DMU_6	2,8952872	0,4585923	0,06319404	0	0,09704372	0,52165636
DMU_7	0,04452339	0	0	0	0,08404706	0,12724311
DMU_12	0,02115722	0	0	0	0,0399386	0,06046507
DMU_16	0,00345031	0	0	0	0,00651317	0,00986062
DMU_19	0,18523902	0	0	0	0,00749653	0,03466011
DMU_20	0	0,03157461	0,25858611	0	0,00269649	0,05574913
DMU_22	0	0	2,2796326	0,33242804	0	0,48309179
DMU_26	0	6,0675247	0	0	0	0,01410437
DMU_27	2,2572117	1,785605	0	0	0,08593036	0,40004936
DMU_29	0,180473	0	0	0	0,00730366	0,03376834
DMU_32	0	0	0	0,00598554	0,00868433	0,01285302
DMU_35	0,01769796	0,00199163	0	0	0,03791442	0,05707747
DMU_39	0,80357217	0	0,00865454	0	0,02995429	0,14839065
DMU_44	0	0,01049251	0	0	0,02024197	0,03448755
DMU_48	0,74799784	0	0	0	0,03027111	0,13995803
DMU_52	1,2481653	0,98738196	0	0	0,04751672	0,2212144
DMU_55	0,48878457	0	0	0	0,01978088	0,09145658
DMU_60	3,963348	3,1352726	0	0	0,15088169	0,70243072
DMU_64	0,27436938	0	0	0	0,0111036	0,05133731
DMU_65	0	0	0	0,79143431	0,0085837	0,03530321
DMU_66	0,28453956	0	0,30339833	0	0	0,11286682
DMU_67	0	0,01095134	0,08968801	0	0,00093525	0,01933603
DMU_74	50,664435	0	11,00802	0	1,6129032	0
DMU_84	0	0	0,19762846	0	0,01	0
DMU_96	1,6210224	0	0,03791083	0,03339546	0	0,29411765
DMU_101	0	30,779993	0	0	0,22207546	0,07174377
DMU_105	0	0,02081338	0,170455	0	0,00177748	0,03674875

Quadro 28 – Pesos obtidos pela modelo padrão, BCC orientado a *OUTPUTS*.

Os dados apresentados no Quadro 28 foram obtidos do software SIAD e fornecem um panorama dos pesos atribuídos de forma a identificar as DMUs (operadores logísticos), que apresentam o melhor arranjo entre *inputs* e *outputs*.

Devido aos objetivos da pesquisa, optou-se em manter a livre escolha dos pesos (modelo clássico). Essa decisão foi tomada visto que se pretende identificar a contribuição de cada *input* e *output* em termos de eficiência.

Existem técnicas que restringem a livre atribuição de pesos nos modelos DEA, tais como: restrição direta de pesos, restrição de entradas e saídas virtuais, restrição a pesos absolutos, entre outras. Porém, essas técnicas exigem o conhecimento prévio do analista a respeito do comportamento das variáveis consideradas como *INPUTS* e *OUTPUTS* para a fixação de multiplicadores e razões que limitem os valores a serem assumidos pelos pesos. Essas técnicas ainda possuem outro aspecto negativo: podem inviabilizar as soluções a serem obtidas pelo modelo.

No cenário avaliado na pesquisa, pretende-se identificar as variáveis com maior contribuição para eficiência, alertando para o fato de que restringir os pesos

comprometeria essa avaliação. No entanto, foi necessário contornar um aspecto indesejável dessa prática, que se refere à atribuição de peso zero a algumas variáveis utilizadas no modelo. Ou seja, o processo de otimização visando à convergência das soluções desconsidera do cálculo algumas variáveis que não apresentam contribuição positiva para os ganhos de eficiência do modelo, atribuindo peso zero.

Por exemplo, no Quadro 28, pesos no modelo clássico identificam-se tendo como referência o Quadro 22 - Ranking de eficiências compostas, em que duas DMUs, 65 e 66, foram identificadas como *benchmarks*, 88% e 84% eficiência composta, respectivamente.

Nesse caso, avaliando essas duas DMUs (65 e 66), foi possível identificar um aspecto peculiar: a DMU 65 alcançou um score de 88%, porém o modelo DEA atribui-o peso zero para as seguintes variáveis: NUMFUNCI, NUMCONTR e TEMPMERC, as quais, conforme gráficos de correlação, são variáveis importantes para a avaliação de eficiência, não sendo recomendável desconsiderá-las da análise.

No entanto, para a DMU 66, o método considerou peso diferente de zero para as variáveis NUMFUNCI e TEMPMERC. Tendo como referência essa comparação, espera-se que a DMU 66 seja a empresa que represente melhor o *benchmark* para as demais DMUs.

Os modelos clássicos em DEA podem variar de forma ampla a atribuição de pesos (ANGULO- MEZA; CUNHA, 2006).

A atribuição de pesos entre as variáveis (*INPUTs* e *OUTPUTs*) pode levar a arranjos de pesos inconsistentes (ALCANTARA; SANT'ANA, 2002; RAMOM; RUIZ; SIRVENT, 2010; RUIZ; SIRVENT, 2012).

Conforme citado anteriormente, podem ser utilizadas técnicas de restrições de pesos, porém as mesmas não se enquadram nos objetivos da pesquisa.

A identificação de variáveis direcionadoras de melhores práticas também leva em consideração os pesos atribuídos pelo modelo em cada variável, para todas as

DMUs avaliadas. Qualquer técnica que estabeleça limites aos pesos entra em conflito com esse conceito.

Devido à limitação relativa à aplicação dessas técnicas, foi identificada uma alternativa para a restrição dos pesos, que se refere à avaliação cruzada (SOARES DE MELLO et al., 2013) proposta por Sexton, Silkman e Hogan (1986).

Assim, seguindo o conceito da avaliação cruzada, cada DMU será avaliada levando-se em consideração os pesos ótimos atribuídos às outras DMUs de acordo com o seguinte quociente:

$$E_{ks} = \frac{\sum_i \text{Outputs } u_{ik} y_{is}}{\sum_j \text{Inputs } v_{jk} x_{is}}$$

Onde:

u_{jk} e v_{jk} são os pesos ótimos da DMU_k que ponderam respectivamente o produtos y_{js} e os insumos x_{js} da DMU_s (REZENDE; PESSANHA; AMARAL, 2014).

Seguindo o conceito da eficiência cruzada foi calculada a matriz de eficiência cruzada pelo modelo CCR, , importante destacar que a versão utilizado do software SIAD, utilizada para a análise das DMU's, calcula eficiência cruzada somente para o modelo DEA CCR, devido a esse aspecto, nesse ponto a análise prosseguiu, utilizando esse conceito.

Foi utilizado o conceito de eficiência cruzada de forma a elevar a capacidade de discriminação do modelo, na eficiência cruzada todos as DMU's são comparadas entre si, evita-se dessa forma especialização, ou seja um possível operador logístico que se destacou como eficiente por ter se especializado no desenvolvimento de determinada prática é avaliado em termos de eficiência em outros aspectos com os demais operadores logísticos, visto que a eficiência, também leva em consideração os pesos definidos para os INPUT's e OUTPUT's das DMU's avaliadas, essas informações estão reunidas no quadro 29 – Matriz de eficiência cruzada.

A eficiência cruzada é calculada pela média das eficiências verificadas para cada DMU, na matriz de eficiências cruzadas, desconsiderando as *self* eficiências (eficiência de uma DMU em relação a ela mesma) e a diagonal da matriz (REZENDE; PESSANHA; AMARAL, 2014), conforme quociente, conceito desenvolvido inicialmente por Doyle e Green (1994).

Onde:

$$e_{ks} = \frac{1}{N-1} \sum_{i \neq k} E_{ik}$$

e_{ks} : Eficiência cruzada

N : Número de DMU's avaliadas

Doyle e Green (1994) desenvolveram a metodologia de avaliação cruzada, em que é proposto o índice M_k , que busca identificar DMUs que possuem um arranjo de peso que não condizem com a realidade.

Conforme citado por Rezende, Pessanha e Amaral (2014), que seguem a orientação de Doyle e Green (1994), o índice M_k é calculado para cada DMU e mensura o desvio relativo entre a eficiência calculada no modelo clássico E_{kk} (autoavaliação) e a eficiência que leva em consideração os pesos atribuídos às variáveis das outras DMUs e_{ks} (eficiência cruzada). Para o cálculo de M_k , foi utilizada a seguinte expressão:

$$M_k = \frac{E_{kk} - e_k}{e_k}$$

Segundo esses autores, valores elevados para M_k fornecem a informação de que os pesos atribuídos pelo modelo clássico são irrealistas. Conforme ainda a descrição apresentada por esses autores, as DMU's que apresentam o índice M_k elevados são chamadas de Mavericks, DOYLE e GREEN (1994).

Em contrapartida, outro conceito precisa ser destacado: se uma DMU apresenta eficiência igual a 1 no modelo clássico e possui um elevado índice M_k é um falso positivo. De acordo com Ângulo Meza (2015) um valor elevado do índice M_k também pode ser um indicativo de especialização da DMU analisada. Como na presente pesquisa pretende-se avaliar os operadores logísticos da forma mais equalizada possível, retirar das análises essa DMU's especializadas se mostra adequado.

Toda a análise em torno do tema avaliação cruzada se faz necessária, visando a elevar o potencial de discriminação das DMU's no modelo, favorecendo a identificação de *benchmarks*.

DMU	Padrão (auto avaliação)	Eficiência Cruzada	MK	Ranking de eficiência_Composta.
DMU_6	24%	13%	0,81	12%
DMU_7	11%	6%	0,73	6%
DMU_12	24%	14%	0,68	12%
DMU_16	100%	14%	6,13	50%
DMU_19	52%	28%	0,88	26%
DMU_20	73%	28%	1,63	51%
DMU_22	100%	30%	2,38	50%
DMU_26	100%	95%	0,05	50%
DMU_27	17%	10%	0,69	19%
DMU_29	47%	38%	0,25	44%
DMU_32	100%	37%	1,72	66%
DMU_35	24%	15%	0,64	29%
DMU_39	100%	61%	0,63	76%
DMU_44	41%	19%	1,18	26%
DMU_48	15%	12%	0,22	18%
DMU_52	40%	23%	0,76	48%
DMU_55	23%	17%	0,39	40%
DMU_60	24%	10%	1,33	12%
DMU_64	32%	24%	0,32	16%
DMU_65	100%	36%	1,79	88%
DMU_66	100%	60%	0,67	84%
DMU_67	87%	29%	1,97	43%
DMU_74	100%	5%	17,42	50%
DMU_84	100%	83%	0,20	50%
DMU_96	31%	18%	0,73	34%
DMU_101	26%	11%	1,30	13%
DMU_105	46%	23%	1,03	35%
DMU_106	100%	33%	2,02	50%
DMU_107	14%	10%	0,47	17%
DMU_130	58%	22%	1,66	56%

Quadro 30 - Resultado da avaliação cruzada pelo índice M_k .

Analisando os resultados descritos no Quadro 30, verifica-se que as DMUs 16, 22,32, 74 e 106 são falsos positivos, identificados pelo cálculo da eficiência cruzada, e falso eficientes, pelo ranking de eficiência composta, citado anteriormente, que considera a fronteira de eficiência invertida. Por outro lado, as DMUs 65 e 66 pelo cálculo da eficiência composta apresentam os seguintes valores de eficiência respectivamente: 88% e 84%.

Porém pelos resultados da eficiência cruzada para a DMU 66, há uma maior tendência para a adequação dos pesos atribuídos pelo modelo, visto que a mesma possui um menor valor do índice M_k do que a DMU 65, apesar de esta apresentar um maior nível de eficiência.

3.11 ANÁLISES DOS PESOS

A avaliação dos pesos nos fornece informações importantes para a identificação de variáveis direcionadoras de melhores práticas. Conforme citado, o modelo procura, por meio da atribuição de pesos, destacar as variáveis de maior influência sobre a eficiência, atribuindo maiores pesos e menores pesos ou valor zero '0' para as variáveis de menor influência ou que precisam ser melhor trabalhadas.

Recorrendo aos dados do quadro de pesos atribuídos (Quadro 30), o critério de atribuição de pesos zero foi utilizado para a identificação das variáveis com maior influência sobre o cálculo das eficiências das DMUs, estando assim identificados:

VARIÁVEL ANALISADA	ATRIBUIÇÃO DE PESO ZERO
Peso Input_AREAARM	23
Peso Input_TEMPMERC	17
Peso Input_NUMCONTR	16
Peso Input_NUMFUNCI	10
Peso Output_VOLUMTON	4
Peso Output_RECEITABR	2

Quadro 31 - Ranking de atribuição de pesos zero.

O Quadro 31, avalia os pesos atribuídos a todas as DMU's independentes serem eficientes ou não.

Para as variáveis onde os operadores logísticos podem atuar diretamente de forma a melhorar os escores de eficiência, é possível fazer os seguintes comentários:

- **AREAARM** (Área de armazenagem): pelo modelo foi a variável de menor influência no cálculo da eficiência, com 23 ocorrências indicando que as DMUs precisam implementar ações para melhor utilização da área de armazenagem utilizadas para o desenvolvimento de suas operações.
- **NUMCONTR** (Número de clientes com contrato vigente): essa variável busca refletir a abrangência do mercado de atuação dos operadores logísticos. Essa variável é de difícil atuação, visto que ela depende da demanda de serviços solicitados pelos clientes. Esse ramo de atividade é altamente competitivo, fato que pode limitar a ampliação do número de contratos, influenciando num possível ganho de eficiência.
- **NUMFUNCI** (Número de funcionários): traz a informação sobre a necessidade de otimização de processos e aplicação de tecnologias de forma a otimizar o uso da mão de obra.
- **TEMPMERC** (Tempo de mercado): essa variável possui uma forte carga de subjetividade, visto que se espera que maiores níveis de eficiência sejam alcançados de acordo com o maior tempo de mercado; porém, os resultados não refletem essa hipótese, ou seja, o tempo de mercado possui pouca influência para o ganho de eficiência das DMUs.
- **VOLUMTON** (Volume de produtos movimentados em toneladas): de todas as DMUs avaliadas, somente em quatro, foi constatada a atribuição de peso zero, justificando uma possível tendência dos operadores logísticos em dimensionar de forma adequada os recursos a serem direcionados para o atendimento das demanda de seus clientes.
- **RECEITA BR** (Receita líquida no Brasil): é relacionada com o volume transportado, sendo um forte direcionador de eficiência, visto que busca traduzir os resultados das operações em termos financeiros. A relevância dessa variável pode ser explicada por possíveis ações desenvolvidas pelos operadores logísticos com foco em elevar a receita de suas atividades.

O detalhamento do comportamento dessa variável será apresentado como uma sugestão para trabalhos futuros.

4 CONCLUSÃO

A pesquisa buscou avaliar os operadores logísticos no Brasil, tendo como referência a eficiência técnica de suas operações.

Ao longo do referencial teórico, foram elencados modelos de referência, sistemas de medição de desempenho e metodologias para a avaliação de melhores práticas e *benchmarking*, sendo esses conceitos direcionados às operações logísticas.

Posteriormente foi necessário traduzir esses conceitos em uma metodologia que convertesse essas premissas em aspectos quantitativos, e que ao mesmo tempo preservasse em sua essência os conceitos de melhores práticas e *benchmarking*. Isso foi possível por meio da aplicação da análise envoltória de dados (DEA) com o modelo BCC orientado a *outputs*.

Essa técnica mostra-se adequada pelo fato de discriminar, dentro de uma determinada população, indivíduos que se destacam, levando em consideração as variáveis que contribuíram para essa condição. Esses mesmos indivíduos podem ser avaliados como referência para as demais organizações estudadas. Uma das principais preocupações da aplicação dessa técnica esteve na identificação de variáveis a serem consideradas como *inputs* e *outputs*.

Outro aspecto importante refere-se à aplicação de técnicas complementares, com o objetivo de elevar o potencial de discriminação do modelo. Para isso foi aplicado o método da fronteira invertida e avaliação cruzada, de forma a garantir que a empresa identificada como *benchmark* seja destacada de forma justa, face às demais organizações.

Diferente de uma regressão, a técnica de análise envoltória de dados não fornece uma equação que permita a análise direta das variáveis, evidenciando as correlações existentes.

Os resultados são apresentados em forma de um *ranking* com escores de eficiência. Alinhado aos objetivos da pesquisa, conclui-se que o operador logístico que se

destaca como *benchmark* é o que reúne o melhor arranjo de variáveis que favorecem sua eficiência. Sendo assim, as conclusões foram tecidas sobre esses operadores (*benchmark*), utilizando como base os escores de eficiência composta extraídos do modelo DEA.

O objetivo proposto na pesquisa foi alcançado, visto que foi possível analisar as principais variáveis que de acordo com a metodologia aplicada, influenciam nas melhores práticas logísticas e que influenciam nos resultados competitivos dos operadores logísticos avaliados, esse aspecto está evidenciado na seção 3.11 da presente dissertação (análise dos pesos).

Os objetivos específicos também foram alcançados, conforme descrição apresentada a seguir, visto que as variáveis direcionadoras de melhores práticas foram identificadas com base no referencial teórico e modelos de referência os resultados alcançados refletem a aderência dos conceitos estudados.

Nos objetivos específicos também estava previsto a avaliação características comuns aos operadores logísticos classificados como benchmarking, essa descrição está identificada no quadro da figura 30, o qual fornece subsídios para a conclusão da dissertação.

Dos 30 operadores logísticos avaliados, 2 se destacam como *benchmarks*: a DMU 65, com 88% de eficiência, e a DMU 66, com 84% de eficiência. Foi utilizado como critério de desempate o cálculo da eficiência cruzada, em que a DMU 66 se destacou como *benchmark*.

De forma a identificar características predominantes na DMU 66, recorreu-se à base de dados iniciais, realizando uma avaliação sobre os seguintes focos: tipo de serviço realizado, tipo de transporte realizado, tecnologias empregadas e tipo de frota utilizada, chegando aos resultados mostrados na Figura 30, que comporta os quadros que resumem os aspectos qualitativos não considerados diretamente no modelo DEA.

Serviços Oferecidos	DMU_66
Armazenagem	S
Controle de estoque	S
Embalagem	S
Montagem de Kit's e conjuntos	S
Gerenciamento de terceiros	S
Paletização	S
Cross-docking	S
JIT	N
Import. E export. Des. Aduaneiro	S
Logística Reversa	S
Suporte fiscal	S
Desenvolvimento de projetos	S

Transporte	DMU_66
Suprimentos	S
Coordenação	S
Distribuição	S
Porta a Porta	S
Transferência	S
Milk Run	N

Tecnologia empregadas	DMU_66
Software de simulação e otimização	S
WMS	S
TMS	S
ERP	S
Consulta pela Internet	S
Consulta por Celular	S

Frota Transporte	DMU_66
Terceiros	S

Figura 30 - Quadros que mostram os aspectos qualitativos da DMU 66.

Nota: Os campos identificados com "S" são aspectos verificados na DMU 66.

Avaliando os quadros, é possível destacar algumas características: no que se refere aos tipos de serviços oferecidos, verifica-se que a única atividade que a empresa não desenvolve é entregas do tipo JIT (*just in time*); e sobre as modalidades de transporte, a empresa não realiza o transporte em *milk run*.

Esses dois aspectos são influenciados por outra característica desse operador logístico: o mesmo utiliza frota de terceiros, ou seja, para desenvolver entregas do tipo JIT e transporte *milk run*, normalmente é adequado operar com frota própria.

Para os itens referentes a tecnologias, a empresa atende todos os requisitos descritos na base de dados.

A DMU 66 possui sede na região sul do país, com plantas de armazenagem própria, e realiza o transporte de distribuição em todo o território nacional.

De acordo com as informações divulgadas na base de dados, essa empresa possui cinco anos de mercado, fato que justifica a baixa influência dessa variável em termos de eficiência, visto que essa empresa se destaca diante de outras empresas que possuem um tempo de mercado maior.

Analisando os resultados obtidos pelo modelo DEA clássico para esse operador logístico, verifica-se, nesse caso específico, que as seguintes variáveis receberam os maiores pesos, sendo assim importantes para o cálculo da eficiência: NUMFUNCI, TEMPMERC e RECEITABR. Por outro lado o modelo direciona a necessidade de desenvolver ações de melhoria sobre as seguintes variáveis: NUMCONTR, AREAARM e VOLUMTON.

A descrição da conclusão pode ser generalizada tendo como referência o operador logístico destacado como *benchmark* (DMU 66).

No que se referem às práticas logísticas, operadores logísticos que buscam alcançar melhores escores de eficiência devem desenvolver ações que levem a ampliar a gama de serviços prestados, analisando com maior critério os serviços JIT.

Em relação ao transporte, devem buscar ampliar as modalidades de transporte oferecidos, avaliando, de forma detalhada, as atividades desenvolvidas na modalidade *milk run*.

Sobre o tipo de frota, o modelo indicou a DMU 66, que utiliza frota de terceiros. Dessa forma, dentro dos constructos conceituais do modelo, identifica-se esse conceito como uma boa prática, porém cada operador logístico deve avaliar esse aspecto levando em consideração a realidade em que se encontra.

Mediante as considerações apresentadas e os valores obtidos ao longo do desenvolvimento da pesquisa, o modelo DEA BCC com orientação aos *outputs* se mostra adequado para a identificação de operadores logísticos eficientes, dentro da amostra avaliada.

5 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Diante das conclusões apresentadas é possível destacar alguns pontos onde há a possibilidade de desenvolvimento de trabalhos futuros.

Os resultados referentes à identificação do operador logístico considerado como *benchmark* podem ser comprovados por meio do desenvolvimento de um estudo de caso múltiplo, que leve em consideração as características específicas dos operadores considerados nessa avaliação. Ou seja, observando os aspectos regionais e as características operacionais da empresa, levando em consideração conceitos relacionados às melhores práticas, validando os resultados por meio de um estudo detalhado dos operadores logísticos considerados na presente pesquisa.

A análise a ser realizada poderia ser ampliada com a inclusão de um número maior de DMUs avaliadas. Nesse ponto, faz-se necessário ampliar a base de dados por meio de um questionário a ser realizado junto aos operadores logísticos de forma a preencher informações e corrigir possíveis distorções existentes na base de dados do anuário considerado para a análise.

Outro trabalho a ser desenvolvido refere-se à inclusão de restrição aos pesos e à avaliação de seus impactos sobre os escores de eficiência e a capacidade de discriminação do modelo.

Na presente pesquisa, não foi desenvolvida nenhuma análise referente à forma de obtenção das variáveis junto aos operadores logísticos, assim como os impactos dessas variáveis em seus processos produtivos.

A variável RECEITABR pode ser avaliada sobre o ponto de vista econômico, cruzando-se essas informações com os critérios de apuração praticados pelos operadores logísticos e a possível checagem da influência em seus processos de produção em termos de eficiência. As variáveis consideradas no modelo podem ser avaliadas por meio de um modelo de regressão múltipla e análise multivariada ou pela técnica de equações estruturais.

Por fim, o modelo desenvolvido não leva em consideração, para comparação em termos de eficiência técnica, fatores referentes ao porte da empresa, localização geográfica (fatores regionais) e requisitos relativos à malha viária e requisitos tributários, impactos sociais e ambientais das atividades. Essas influências podem ser tratadas em um trabalho que realize a análise de *clusters* ou análise hierárquica, sendo essa técnica aplicada de forma prévia a outras técnicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American logistics service. **TRANSPORT REVIEWS**, v. 19, p. 273-283, 1999.

ANGULO-MEZA, L.; CUNHA, B. T. A avaliação cruzada: uma revisão bibliográfica e implementação computacional. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, **Anais...** Goiânia, 2006.

ALCANTARA, A. A. M.; SANT'ANNA, A. P. Medindo Eficiência em Desenvolvimento de Sistemas. **Revista Produção**. v. 11, n. 2, abr., Florianópolis, 2002. Disponível em: <<http://producaoonline.org.br/rpo/issue/view/50>>. Acesso em: 10 mar. 2015.

ALMEIDA, M.; MARIANO, E. B.; REBELATTO, D. Análise por envoltória de dados – evolução e possibilidades de aplicação. SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 9. **Anais...** Bauru, 2015.

ANAD, G.; KODALI, R. Benchmarking the benchmarking models. **Benchmarking: An international Journal**, v. 15, p. 257-291, 2008.

APQC: Productivity and quality with performance measures. Disponível em: <<http://www.apqc.org/>>. Acesso em: 24 mar. 2015.

AZAMBUJA, A. M. V. **Análise de eficiência na gestão do transporte urbano por ônibus em municípios brasileiros**. 2002. 410 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2002

BAGLIN, Gérard et al. **Management industriel et logistique**. Paris: Economica, 1990.

BALLOU, R. H. Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física. Bookman, Porto Alegre, 2010.

BASTOS, R. C. Avaliação da eficiência do transporte dutoviário de hidrocarbonetos com a utilização da metodologia DEA. 2012. 95 f. Tese (Mestrado em Engenharia Civil área de Concentração Transportes) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2012.

BECKER, B.; HUSELID, M.; ULRICH, D. **Gestão estratégica de pessoas com "Scorecard"**: interligando pessoas, estratégia e performance. Trad. Afonso Celso da Cunha Serra. Rio de Janeiro: Elsevier.

BELÉM JR, J. S. **Proposta metodológica para avaliação do nível de serviço das empresas de transporte rodoviário de cargas**. 2007. 107 f. Dissertação (Mestrado

em Engenharia Civil e Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

BELLONI, J. A. **Uma metodologia de avaliação da eficiência produtiva de Universidade Federais Brasileiras**. 2000. 246 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

BHAH, S.; LIM, H. Y. The effects of technology and TQM on the performance of logistics companies. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 36, p. 192-209, 2006.

BITTICI, U.; CARRIE, A. S. Integrated performance measurement systems: an audit and development guide. **TQM Magazine**, v. 9, n. 1, p. 46-53, Glasgow, 1997.

BROOKS, M. R. Performance evaluation of carriers by North American logistics service. **Transport Reviews**, v. 19, p. 273-283, 1999.

CAMP, R. C. **Benchmarking: o caminho da qualidade total**. 3. ed. São Paulo: Pioneira, 1998.

CARDOZA, E.; CARPINETTI, L. C. R. Indicadores de desempenho para o sistema de produção enxuto. **Revista Produção**, v. 5, n. 2, 2005, Florianópolis. Disponível em: <<http://producaoonline.org.br/rpo/issue/view/50>>. Acesso em: 15 mar. 2015.

CASTRO, A. A. A pergunta da pesquisa. In: ATALLAH, A. N.; CASTRO, A. A. (Org.). **Medicina baseada em evidências**. São Paulo: Lemos-Editorial, 1998. SCOR – Supply Chain Council. Supply-Chain Operations Reference Model **SCOR** Version 11.0; April 2014.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; LEWIN, A. Y.; SEIFORD, L. M. **Data Envelopment Analysis theory, methods and applications**. Kluwer Academic Publishers, Boston. Norwell, 1994.

CHRISTOPHER, M. **A logística do marketing**. São Paulo: Futura, 1999.

CYSNEIRO, J. M. G. **Proposta de indicadores de desempenho para gestão da manutenção numa empresa metروiária**. 2004. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Qualidade, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

COBB, C.; W.; DOUGLAS, P. H. (1928) A Theory of Production. American Economic Association. Disponível em: <<http://faculty.chass.ncsu.edu/garson/PA765/correlation.htm>>. Acesso em: 04 jan. 2015.

DANCEY, C.; REIDY, J. Estatística sem Matemática para Psicologia: usando SPSS para Windows. Porto Alegre, Artmed, 2006.

DONSELAAR, Van K; KOKKE, K.; Allesie, M. Performance measurement in the transportation & distribution sector. **International Journal of Production, Distribution and Logistics Management**, v. 26, p. 434-50, 1998.

DOYLE, J. R.; Green, R. H. Efficiency and cross-efficiency in DEA: derivations, meanings and uses. **Journal of the Operational Research Society**, v. 45, n. 5, p. 567- 578, 1994.

ELGAZZAR, S. H.; TIPI, N. S.; HUBBARD, N. J.; LEACH, D. Z. Linking supply chain processes' performance to a company's financial strategic objectives. **European Journal of Operational Research**, United Kingdom, n. 223, p. 276-289, 2012.

FIGUEIREDO, F.; BRITTO, D.; SILVA, J. A. Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de pearson **Política Hoje**, v. 18, n. 1, 2009. Disponível em: <<http://www.strath.ac.uk/aer/materials/4dataanalysisineducationalresearch/unit4/pearsonr-correlationcoefficient>>. Acesso em: 15 jul. 2013.

FORSLUND, H. Performance management in supply chains: logistic service providers' perspective. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 42, p. 296-311, 2012.

FRANCIS, R. L.; MCGINNIS JR L. F.; WHITE, J. A. Facility layout and location: an analytical approach. Cranfield school of management, Cranfield University, Cranfield, UK .**The International Journal of Logistics Management**, vol. 18, n. 2, p. 255-273, Prentice-Hall, United States, 1992.

GELOG: Grupo de Estudos Logísticos da Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: < <http://www.gelog.ufsc.br/web/>>. Acesso em: 25 mar. 2015.

GOPAL, P. R. C; THAKKAR, J. A review on supply chain performance measures and metrics: 2000-2011. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 61, n. 5, 2012.

GUIMARÃES, J. M. C., **Proposta de indicadores de desempenho para gestão da manutenção numa empresa metroviária**. 93 f. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2004.

HOEK, R. I. V. The contribution of performance measurement to the expansion of third party logistics alliances. In: The supply chain. **International Journal & Production Management**, v. 21, p. 15-29, 2001.

INSTITUTO DE LOGÍSTICA E SUPPLY CHAINDO (ILOS). Disponível em: <<http://www.ilos.com.br/web/index.php>>. Acesso em: 07 jul. 2013.

JOHNSTON, R., CLARK, G. Administração das Operações de Serviço. São Paulo: Atlas, 2002.

JUNQUEIRA, E. R.; CORRAR, L. J.; OYADOMARI, J. C.; MORAES, R. O. (2007). Modelo Novaes para análise da produtividade e da eficiência dos operadores logísticos do Brasil: um estudo de sua aplicabilidade para os anos de 2005 e 2006, **Revista Produção**, dez., 2007.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. Using the balanced scorecard as a strategic management system. **Harvard Business Review**, v. 74, n. 1, jan./feb., 1996.

KURODA, E. T.; KALFAS, A. J.; ELLER, R. de A. Aplicação da função Cobb-Douglas para análise da produtividade no setor aéreo: o caso da Gol, v. 6, n. 2, p. 169-179, **Journal of Transport**, abr., 2012.

LAI, K. H.; NGAIB E. W. T.; CHENG T. C. E. An empirical study of supply chain performance in transport logistics. **International Journal Economics**, v. 87, p. 321-331, 2004.

LAMBERT, D. M.; SCHWIETERMAN, M. A. Supplier relationship management as a macro business process. Supply Chain Management. **An International Journal**, v. 17, n. 3, p. 337-352, Ohio, 2012.

LAVRATTI, F. B. **Gestão da distribuição física**: coordenando a rede logística. Florianópolis: Ed. do autor, 2006.

LEVINE, D. M. et al. **Estatística**: teoria e aplicações. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

LIMA, P. G. **Tendências paradigmáticas na pesquisa educacional**. 2001. 317 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP, 2001.

LIU, C. L.; LYONS A. C. An analysis of third-party logistics performance and service provision. **Transportation Research Part E**, v. 47, p. 547-570, 2010.

MARTINS, S. R.; XAVIER, S. W.; SOUZA, O. V.; MARTINS, G. S. Gestão do transporte orientada para os clientes: Nível de serviço desejado e percebido. **RAC**, Curitiba, v. 15, n. 6, p. 1.100-1.119, nov./dez., 2011.

MARTINS, P. G.; ALT, P. R. C. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2001.

McGINNIS, M. A; KOHN, J. W. Logistic strategy revisited. *Journal of Business Logistics*, v. 23, p. 1-17, 2002.

SOARES DE MELLO, R. Z. de. **Alternativas para o posicionamento estratégico das empresas de transporte rodoviário de cargas (ETC) sob uma abordagem logística**. 2001. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2001.

SOARES DE MELLO, J. C. C. ~~B. S.~~ de; MEZA, L. A.; SILVEIRA, J. Q.; GOMES, E. G. About negative efficiencies in cross evaluation bcc input oriented models. **European Journal of Operational Research**, v. 29, n. 3, p. 732-737, 2013.

ÂNGULO MEZA, L. A.; BIONDI NETO, L.; MELLO, J. C. C. B. S. de; GOMES, E. G.; COELHO, P. H. G. **SIAD** – Sistema Integrado de Apoio à Decisão: uma implementação computacional de modelos de análise envoltória de dados. *Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção*, v. 3, n. 20. Niterói: Universidade Federal Fluminense - Mestrado em Engenharia de Produção, 2003. Disponível em: <http://www.producao.uff.br/rpep/relpesq303/relpesq_303_20.doc>. Acesso em: 20 mar. 2015.

ANGULO MEZA, L. A.; BIONDI NETO, L.; RIBEIRO, P. G.. **SIAD**. Sistema Integrado de Apoio à Decisão: uma implementação computacional de modelo de Análise Envoltória de Dados e um método multicritério. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL**, 27. **Anais...**, Gramado, 2005.

ANGULO MEZA, L. A.; CUNHA, B. T. A avaliação cruzada: uma revisão bibliográfica e implementação computacional. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL**, 27. **Anais...** Goiânia, 2005.

MORGAN, Chris. Supply network performance measurement: future challenge?. **International Journal of Logistics Management**, v. 18, p. 255-273, 2007.

NEELY, A.; ADAMS, C.; KENNERLEY, M. **The performance prism: the scorecard for measuring and managing business success**. Granfield: Pearson Education, 2002.

NORMAN, M.; STOKER, B. **Data envelopment analysis: the assessment of performance**. John Wiley and Sons, 1991.

NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

OAK, Brook, USA. 2805 Butterfield Road, Suite 200. Council of Logistics Management, 1995.

PAIVA JUNIOR, H. **Avaliação de desempenho de ferrovias utilizando a abordagem integrada DEA/AHP**. 2000. 188 f. Tese (Mestrado em Engenharia Civil área de Concentração Engenharia de Transportes) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2000.

PANAYIDES, P. M. The impact of organizational learning on relationship orientation logistics services effectiveness and performance. **Industrial Marketing Management**, v. 36, p. 321-331, 2007.

POSSAMAI, R. P.; OLIVA, C. M.; ALBAN, J. F. **Avaliação da eficiência de empresas de transporte rodoviário interestadual e internacional utilizando análise envoltória de dados**. 2007. 61 f. Engenharia de Produção e Transportes – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

PRABIR, K. B. Role of benchmarking as a competitive strategy: the logistics experience. School of Business and Public Management, The George Washington University, Washington, DC, USA. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 26, n. 2, 1996.

RAMÓN, N., RUIZ, J. L., SIRVENT, I. 2010. On the choice of weights profiles in cross-efficiency evaluations. **Europeans Journal of Operational Research**, n. 207, p. 564-1572. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2010.07.022>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

REZENDE, S. M.; PESSANHA, J. F.; MOREIRA, R. A. 2014. Avaliação cruzada das distribuidoras de energia elétrica. **Production**, v. 24, n. 4. p. 820-828. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132014005000004>>. Acesso em: 28 jan. 2015.

RODGERS, J. L.; NICEWANDER, W. A. 1988. Thirteen ways to look at the correlation coefficient. **The American Statistician**, v. 42, n. 1, p. 59-66. Disponível em: <<http://www.spss.com.br>>. Acesso em: 04 jan. 2015.

RODRIGUEZ, T. M. C.; KIECKBUSCH, E. R.; LORANDI, A. J. Comparação do modelo de Supply chain operations reference (SCOR) e o modelo do global supply chain fórum (GSCF). Enegep, Foz do Iguaçu, 2007.

RUIZ, J. L.; SIRVENT, I. (2012). On the DEA total weight flexibility and the aggregation in cross-efficiency evaluations. **European Journal of Operational Research**, n. 223, p. 732-738. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2012.06.011>>. Acesso em: 10 fev. 2015.

SCHEER, A. W. Business process frameworks. Berlin: Springer-Verlag, 1998.

PESSOA, A. G. Benchmarking: noções básicas, 2008. São Luiz, Maranhão. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/6046970/Benchmarking-Noco-es-basicas>>. Acesso em: 10 jul. 2013.

SANTOS, G. E. de O. **Cálculo amostral**: calculadora on-line. Disponível em: <<http://www.calculoamostral.vai.la>>. Acesso em: 2 maio 2015.

SEXTON, T. R.; SILKMAN, H. R.; HOGAN, A. J. Data Envelopment Analysis: Critique and extensions. In: *Measuring Efficiency: an assessment of data envelopment analysis*. San Francisco: Jossey-Bass. 1986.

SENRA, L. F. A. C.; NANCI, L. C.; SOARES DE MELLO, J. C. B.; MEZA, L. A. Estudo sobre métodos de seleção de variáveis em DEA, **Pesquisa Operacional**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 191-207, maio/ago., 2007.

SEXTON, T. R.; SILKMAN, H. R.; HOGAN, A. J. Data envelopment analysis: critique and extensions. In: **Measuring efficiency**: an assessment of data envelopment analysis. San Francisco: Jossey-Bass, 1986.

SOARES DE MELLO, J. C. C.; ANGULO-MEZA, L.; GOMES, E. G.; NETO, L. **Curso de análise de envoltória de dados**. Gramado. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2005.

SOARES DE MELLO, J. C. C.; ANGULO-MEZA, L.; SILVEIRA, J. Q.; GOMES, E. G. 2013. About negative efficiencies in cross evaluation BCC input oriented models. **European Journal of Operational Research**, n. 229, p. 732-737. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2013.02.020>>. Acesso em: 12 fev. 2015.

SPENDOLINI, M. J. **Benchmarking**. São Paulo: Makron Books, 1992

STANK, T. P.; GOLDSBY, T. J.; VICKERY, S. K.; SAVITSKIE, K. Logistics service performance: estimating its influence on market share. **Journal of Business Logistics**, v. 24, n. 1, 2003.

SUPPLY CHAIN COUNCIL. Supply-Chain Operations Reference-model – SCOR version 11. Disponível em: <<http://www.apics.org/sites/apics-supply-chain-council/frameworks/scor>> Acesso em: 24 mar. 2015.

TABOADA, C. M., F.; HEDLER, S. C. S. **Determinação de empresas líderes**: um modelo rumo à logística de classe mundial, GELOG - Universidade Federal de Santa, 2005. Disponível em: <http://www.gelog.ufsc.br/site/index.php?option=com_content&view=article&id=63:de-terminacao-de-empresas-lideres-um-modelo-rumo-a-logistica-de-classe-mundial&catid=2:artigos-academicos&Itemid=15>. Acesso em: 09 jul. 2013.

THE GLOBAL LOGISTICS RESEARCH TEAM., at Michigan State University – World Class Logistics: the challenge of managing continuous change – CLM Council of Logistics Management, 1995.

VERGARA, S. C. **Projeto e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2006.

VERNADAT F. B., **Enterprise modeling and integration: principles and applications**. New York, Chapman & Hall, 1996.

VIVALDINI, M.; SOUZA, F. B.; PIRES, R. I. P. Diferenciação para prestadores de serviço logístico (PSL): Uma análise sobre fatores operacionais, **Revista Gestão Industrial**, v. 4, n. 3, p. 34-49, 2008. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/6>>. p. 34-49, 2008.

VOLMORBIDA, S. M. I.; ENSSLIN, S. R.; ENSSLIN, L.; BORTOLUZZI, S. C. Avaliação de desempenho organizacional: panorama das publicações em periódicos nacionais, **Sociedade Contabilidade e Gestão**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, jul./ dez., 2012.

YEUNG, J. H. Y.; SELEN, W.; SUM, C.C.; HUO, B. F. Linking financial performance to strategic orientation and operational priorities: an empirical study of third-party logistics providers. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 36, p. 192-209, 2006.

WOUTER, M. A developmental approach to performance measures: results from a longitudinal case study. **European Management Journal**, v. 27, p. 64-78, 2009.

NORMAN, Michael & STOKER, Barry. **Data Envelopment Analysis - The Assessment of Performance**. England: John Wiley & Sons Ltd., 1991. 256p.

ANEXO

ANEXO A – BASE DE DADOS E ITERAÇÕES REALIZADAS NO MODELO DEA

1ª Iteração: Índice de eficiência

$$EF_1 = \frac{\text{Produtos}}{\text{Insumos}} = \frac{\text{Volumton}}{\text{Nuncontr}}$$

DMU	INPUT	OUTPUT
ID_EMPRESA	NUMCONTR	VOLUMTON
6	1,24	0,36
7	4,4	0,71
12	5,8	8,93
16	100	2,14
17	1,2	3,57
19	24,08	3,66
20	1,4	4,29
22	0,16	0,11
26	0,32	0,05
27	0,6	0,79
29	0,8	0,34
30	4,4	7,14

Continua

Continuação

ID_EMPRESA	NUMCONTR	VOLUMTON
32	2,08	71,43
35	3,04	4,14
39	1,12	0,24
44	0,8	5,36
48	0,72	5,71
52	0,48	10,71
55	2,28	1,36
60	0,24	0,11
62	1,6	0,16
64	1,88	1,29
65	0,72	7,14
66	1,76	0,64
67	0,88	0,35
72	0,8	2,21
74	0,24	0,62
79	0,16	0,15
81	0,2	0,29
84	0,88	100,00
96	1,12	0,32

Continua

Conclusão

ID_EMPRESA	NUMCONTR	VOLUMTON
101	0,28	2,50
105	0,8	6,86
106	25,92	1,85
107	0,8	0,39
108	0,72	0,09
117	11,2	14,29

Resultado_DEA_EF1

DMU	PADRÃO	INVERTIDA	COMPOSTA	COMPOSTA*
DMU_101	0,148883	0,02	0,564442	0,564616
DMU_105	0,077161	0,008756	0,534202	0,534367
DMU_106	0,0185	0,317166	0,350667	0,350775
DMU_107	0,004387	0,154011	0,425188	0,425319
DMU_108	0,001157	0,648743	0,176207	0,176261
DMU_117	0,1429	0,019463	0,561719	0,561892
DMU_12	0,0893	0,018466	0,535417	0,535582
DMU_16	0,0214	1	0,0107	0,010703
DMU_17	0,0357	0,019174	0,508263	0,50842

Continua

Continuação

DMU	PADRÃO	INVERTIDA	COMPOSTA	COMPOSTA*
DMU_19	0,0366	0,149775	0,443412	0,443549
DMU_20	0,0429	0,016933	0,512983	0,513142
DMU_22	0,733333	0,454545	0,639394	0,639591
DMU_26	0,002238	1	0,001119	0,001119
DMU_27	0,012915	0,070723	0,471096	0,471242
DMU_29	0,003824	0,176659	0,413582	0,41371
DMU_30	0,0714	0,018984	0,526208	0,52637
DMU_32	0,7143	0,001217	0,856542	0,856806
DMU_35	0,0414	0,025853	0,507774	0,50793
DMU_39	0,0024	0,278224	0,362088	0,3622
DMU_44	0,060289	0,011206	0,524541	0,524703
DMU_48	0,073383	0,010225	0,531579	0,531743
DMU_52	0,240524	0,004982	0,617771	0,617962
DMU_55	0,0136	0,066982	0,473309	0,473455
DMU_6	0,0036	0,192471	0,405564	0,40569
DMU_60	0,009783	0,454545	0,277619	0,277704
DMU_62	0,0016	0,480237	0,260682	0,260762
DMU_64	0,0129	0,064115	0,474392	0,474539
DMU_65	0,091761	0,008177	0,541792	0,541959

Continua

Conclusão

DMU	PADRÃO	INVERTIDA	COMPOSTA	COMPOSTA*
DMU_66	0,0064	0,125301	0,44055	0,440686
DMU_67	0,0035	0,176404	0,413548	0,413675
DMU_7	0,0071	0,19091	0,408095	0,408221
DMU_72	0,024858	0,027178	0,49884	0,498994
DMU_74	0,055138	0,080645	0,487247	0,487397
DMU_79	1	0,333333	0,833333	0,833591
DMU_81	0,050902	0,172414	0,439244	0,43938
DMU_84	1	0,000617	0,999691	1
DMU_96	0,0032	0,208668	0,397266	0,397389
Padrão		Composta		
Eficiência Média	13%			47%

2ª Iteração: Índice de eficiência

$$EF_2 = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} = \frac{\text{Numfunci} + \text{Volumton}}{\text{Nuncontr}}$$

DMU	OUTPUT	INPUT	OUTPUT
ID_EMPRESA	NUMFUNC	NUMCONTR	VOLUMTON
6	1,44	1,24	0,36
7	13,78	4,40	0,71
12	10,78	5,80	8,93
16	100,00	100,00	2,14
19	9,96	24,08	3,66
20	20,00	1,40	4,29
22	0,82	0,16	0,11
26	12,89	0,32	0,05
27	2,67	0,60	0,79
29	11,38	0,80	0,34
30	14,44	4,40	7,14
32	32,22	2,08	71,43
35	17,11	3,04	4,14
39	0,89	1,12	0,24
44	35,56	0,80	5,36
48	8,53	0,72	5,71

Continua

Continuação

ID_EMPRESA	NUMFUNCI	NUMCONTR	VOLUMTON
52	2,18	0,48	10,71
55	8,44	2,28	1,36
60	1,44	0,24	0,11
62	2,89	1,60	0,16
64	11,11	1,88	1,29
65	11,78	0,72	7,14
66	1,78	1,76	0,64
67	77,78	0,88	0,35
72	1,11	0,80	2,21
74	1,11	0,24	0,62
79	0,67	0,16	0,15
81	2,27	0,20	0,29
84	4,00	0,88	100,00
96	2,11	1,12	0,32
101	6,89	0,28	2,50
105	30,22	0,80	6,86
106	32,67	25,92	1,85
107	6,67	0,80	0,39
108	5,56	0,72	0,09

Continua

Conclusão

ID_EMPRESA	NUMFUNCI	NUMCONTR	VOLUMTON
117	26,67	11,20	14,29
130	24,44	10,00	7,14

Resultado_DEA_EF2

DMU	PADRÃO	INVERTIDA	COMPOSTA	COMPOSTA*
DMU_6	0,021413	0,686209	0,167602	0,17097
DMU_7	0,180602	0,339246	0,420678	0,42913
DMU_12	0,208921	0,25406	0,47743	0,487023
DMU_16	1	1	0,5	0,510046
DMU_19	0,147592	1	0,073796	0,075279
DMU_20	0,291403	0,057864	0,616769	0,629162
DMU_22	1	1	0,5	0,510046
DMU_26	0,719219	1	0,359609	0,366835
DMU_27	0,067753	0,288702	0,389525	0,397352
DMU_29	0,167439	0,314863	0,426288	0,434853
DMU_30	0,241577	0,151365	0,545106	0,556058
DMU_32	1	0,039393	0,980304	1
DMU_35	0,251927	0,112653	0,569637	0,581082

Continua

Continuação

DMU	PADRÃO	INVERTIDA	COMPOSTA	COMPOSTA*
DMU_39	0,013438	1	0,006719	0,006854
DMU_44	0,569015	0,031106	0,768955	0,784404
DMU_48	0,209494	0,093591	0,557951	0,569162
DMU_52	0,287328	0,340979	0,473175	0,482682
DMU_55	0,118938	0,221562	0,448688	0,457703
DMU_60	0,16062	0,979897	0,090361	0,092177
DMU_62	0,038288	0,85954	0,089374	0,09117
DMU_64	0,15263	0,17212	0,490255	0,500105
DMU_65	0,280248	0,06777	0,606239	0,61842
DMU_66	0,028036	0,642035	0,193	0,196878
DMU_67	1	0,176404	0,911798	0,930118
DMU_72	0,039533	0,735736	0,151898	0,15495
DMU_74	0,165645	0,62012	0,272763	0,278243
DMU_79	1	1	0,5	0,510046
DMU_81	0,479039	0,381928	0,548556	0,559577
DMU_84	1	0,20875	0,895625	0,91362
DMU_96	0,029674	0,601695	0,213989	0,218289
DMU_101	0,635351	0,101234	0,767058	0,78247
DMU_105	0,508132	0,028674	0,739729	0,754592

Continua

DMU	PADRÃO	INVERTIDA	COMPOSTA	Conclusão
				COMPOSTA*
DMU_107	0,100172	0,304369	0,397901	0,405896
DMU_108	0,092395	1	0,046198	0,047126
DMU_117	0,446129	0,182675	0,631727	0,644419
DMU_130	0,362353	0,202428	0,579962	0,591615
Padrão		Composta		
Eficiência Média	36%			46%

3ª Iteração: Índice de eficiência

$$EF_3 = \frac{Output}{Input} = \frac{Volumton + ReceitaBR}{Numcontr + Nunfunci}$$

DMU	INPUT	INPUT	OUTPUT	OUTPUT
ID_EMPRESA	NUMFUNC	NUMCONTR	VOLUMTON	RECEITABR
6	1,44	1,24	0,36	1,85
7	13,78	4,40	0,71	7,39
12	10,78	5,80	8,93	10,64
16	100,00	100,00	2,14	100,00
19	9,96	24,08	3,66	28,06
20	20,00	1,40	4,29	17,73

Continua

Continuação

ID_EMPRESA	NUMFUNCI	NUMCONTR	VOLUMTON	RECEITABR
22	0,82	0,16	0,11	2,07
26	12,89	0,32	0,05	70,90
27	2,67	0,60	0,79	2,33
29	11,38	0,80	0,34	29,54
30	14,44	4,40	7,14	7,09
32	32,22	2,08	71,43	29,54
35	17,11	3,04	4,14	14,77
39	0,89	1,12	0,24	6,20
44	35,56	0,80	5,36	25,85
48	8,53	0,72	5,71	5,91
52	2,18	0,48	10,71	2,22
55	8,44	2,28	1,36	10,64
60	1,44	0,24	0,11	1,40
62	2,89	1,60	0,16	0,00
64	11,11	1,88	1,29	19,20
65	11,78	0,72	7,14	26,59
66	1,78	1,76	0,64	8,86
67	77,78	0,88	0,35	51,70
72	1,11	0,80	2,21	1,26

Continua

Conclusão

ID_EMPRESA	NUMFUNCI	NUMCONTR	VOLUMTON	RECEITABR
74	1,11	0,24	0,62	0,37
79	0,67	0,16	0,15	0,95
81	2,27	0,20	0,29	1,77
84	4,00	0,88	100,00	1,77
96	2,11	1,12	0,32	3,40
101	6,89	0,28	2,50	6,20
105	30,22	0,80	6,86	26,88
106	32,67	25,92	1,85	26,59
107	6,67	0,80	0,39	5,17
108	5,56	0,72	0,09	0,00
117	26,67	11,20	14,29	0,00
130	24,44	10,00	7,14	38,70

Resultado_DEA_EF3

DMU	PADRÃO	INVERTIDA	COMPOSTA	COMPOSTA *
DMU_6	0,209067	0,280588	0,46424	0,464478
DMU_7	0,11031	0,878966	0,115672	0,115731
DMU_12	0,235609	0,282686	0,476461	0,476706
DMU_16	1	1	0,5	0,500257

Continua

Continuação

DMU	PADRÃO	INVERTIDA	COMPOSTA	COMPOSTA*
DMU_19	0,523146	0,760046	0,38155	0,381746
DMU_20	0,28415	0,469938	0,407106	0,407315
DMU_22	1	0,809587	0,595207	0,595512
DMU_26	1	1	0,5	0,500257
DMU_27	0,174977	0,113735	0,530621	0,530893
DMU_29	0,471725	0,316108	0,577809	0,578105
DMU_30	0,165364	0,470573	0,347396	0,347574
DMU_32	1	0,19005	0,904975	0,90544
DMU_35	0,242202	0,456145	0,393028	0,39323
DMU_39	1	0,405499	0,797251	0,79766
DMU_44	0,407961	0,686654	0,360654	0,360839
DMU_48	0,150213	0,185855	0,482179	0,482426
DMU_52	0,406225	0,008402	0,698911	0,69927
DMU_55	0,232862	0,220032	0,506415	0,506675
DMU_60	0,240838	0,812349	0,214245	0,214355
DMU_62	0,002398	1	0,001199	0,0012
DMU_64	0,317582	0,216163	0,55071	0,550992
DMU_65	0,443789	0,133597	0,655096	0,655432
DMU_66	0,814364	0,173836	0,820264	0,820685

Continua

Conclusão

DMU	PADRÃO	INVERTIDA	COMPOSTA	COMPOSTA*
DMU_67	0,730037	1	0,365019	0,365206
DMU_72	0,276766	0,042197	0,617285	0,617601
DMU_74	0,123825	0,145112	0,489356	0,489608
DMU_79	1	0,597864	0,701068	0,701428
DMU_81	0,175373	0,30928	0,433047	0,433269
DMU_84	1	0,001026	0,999487	1
DMU_96	0,270413	0,306173	0,48212	0,482367
DMU_101	0,258629	0,11871	0,56996	0,570252
DMU_105	0,434839	0,521469	0,456685	0,45692
DMU_106	0,357231	0,979528	0,188852	0,188949
DMU_107	0,140467	0,243435	0,448516	0,448746
DMU_108	0,001157	1	0,000578	0,000579
DMU_117	0,1429	1	0,07145	0,071487
DMU_130	0,58059	0,351934	0,614328	0,614643
Padrão		Composta		
Eficiência Média	43%			48%

4ª Iteração: Índice de eficiência

$$EF_4 = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} = \frac{\text{Volumton} + \text{ReceitaBR}}{\text{Numcontr} + \text{Nunfunci} + \text{TempMerc}}$$

DMU	INPUT	INPUT	OUTPUT	OUTPUT	INPUT
ID_EMPRESA	NUMFUNCI	NUMCONTR	VOLUMTON	RECEITABR	TEMPMERC
6	1,44	1,24	0,36	1,85	17,72
7	13,78	4,40	0,71	7,39	74,68
12	10,78	5,80	8,93	10,64	34,18
16	100,00	100,00	2,14	100,00	78,48
19	9,96	24,08	3,66	28,06	100,00
20	20,00	1,40	4,29	17,73	8,86
22	0,82	0,16	0,11	2,07	5,06
26	12,89	0,32	0,05	70,90	18,99
27	2,67	0,60	0,79	2,33	21,52
29	11,38	0,80	0,34	29,54	25,32
30	14,44	4,40	7,14	7,09	50,63
32	32,22	2,08	71,43	29,54	12,66
35	17,11	3,04	4,14	14,77	22,78
39	0,89	1,12	2,67	6,20	32,91
44	35,56	0,80	5,36	25,85	18,99

Continua

Conclusão

ID_EMPRESA	NUMFUNCI	NUMCONTR	VOLUMTON	RECEITABR	TEMPMERC
48	8,53	0,72	5,71	5,91	15,19
52	2,18	0,48	10,71	2,22	10,13
55	8,44	2,28	1,36	10,64	25,32
60	1,44	0,24	0,11	1,40	17,72
64	11,11	1,88	1,29	19,20	25,32
65	11,78	0,72	7,14	26,59	25,32
66	1,78	1,76	0,64	8,86	6,33
67	77,78	0,88	0,35	51,70	16,46
72	1,11	0,80	2,21	1,26	12,66
74	1,11	0,24	0,62	0,37	3,80
79	0,67	0,16	0,15	0,95	20,25
84	4,00	0,88	100,00	1,77	5,06
96	2,11	1,12	0,32	3,40	15,19
101	6,89	0,28	2,50	6,20	64,56
105	30,22	0,80	6,86	26,88	16,46
106	32,67	25,92	1,85	26,59	6,33
107	6,67	0,80	0,39	5,17	31,65
130	24,44	10,00	7,14	38,70	60,76

Resultado_DEA_EF4

DMU	PADRÃO	INVERTIDA	COMPOSTA	COMPOSTA*
DMU_6	0,239106	1	0,119553	0,127755
DMU_7	1	0,128398	0,935801	1
DMU_12	0,219162	0,690377	0,264392	0,28253
DMU_16	1	1	0,5	0,534302
DMU_19	0,518169	1	0,259085	0,276859
DMU_20	0,382987	0,688705	0,347141	0,370956
DMU_22	1	0,994826	0,502587	0,537066
DMU_26	1	1	0,5	0,534302
DMU_27	0,172156	0,869639	0,151258	0,161635
DMU_29	0,469644	0,910542	0,279551	0,298729
DMU_30	0,155899	1	0,077949	0,083297
DMU_32	1	0,663925	0,668037	0,713867
DMU_35	0,227107	0,715286	0,25591	0,273467
DMU_39	1	0,497663	0,751169	0,802701
DMU_44	0,406394	0,853602	0,276396	0,295358
DMU_48	0,149763	0,707449	0,221157	0,236329
DMU_52	0,403515	0,461246	0,471134	0,503456
DMU_55	0,230656	0,604249	0,313203	0,33469
DMU_60	0,238963	1	0,119482	0,127678
DMU_64	0,315772	0,434475	0,440649	0,470879

Continua

Conclusão

DMU	PADRÃO	INVERTIDA	COMPOSTA	COMPOSTA*
DMU_65	0,439973	0,278716	0,580629	0,620462
DMU_66	1	0,286181	0,85691	0,915697
DMU_67	0,724864	1	0,362432	0,387296
DMU_72	0,333439	0,985032	0,174203	0,186154
DMU_74	1	1	0,5	0,534302
DMU_79	1	1	0,5	0,534302
DMU_84	1	1	0,5	0,534302
DMU_96	0,305574	0,602957	0,351309	0,37541
DMU_101	0,258629	1	0,129315	0,138186
DMU_105	0,436179	0,686456	0,374862	0,400578
DMU_106	0,347537	1	0,173769	0,18569
DMU_107	0,147559	0,888885	0,129337	0,13821
DMU_130	0,538541	0,543212	0,497664	0,531806
	Padrão			Composta
Eficiência Média	54%			41%

5ª Iteração: Índice de eficiência

$$EF_5 = \frac{Output}{Input} = \frac{Volumton + ReceitaBR}{Numcontr + Nunfunci + TempMerc + Areaarm}$$

DMU	INPUT	INPUT	OUTPUT	OUTPUT	INPUT	OUTPUT	INPUT
ID_EMPRESA	NUMFUNCI	NUMCONTR	VOLUMTON	RECEITABR	TEMPMERC	RECEITABR	AREAARM
6	1,44	1,24	0,36	1,85	17,72	1,85	7,65
7	13,78	4,40	0,71	7,39	74,68	7,39	19,61
12	10,78	5,80	8,93	10,64	34,18	10,64	100,00
16	100,00	100,00	2,14	100,00	78,48	100,00	80,39
19	9,96	24,08	3,66	28,06	100,00	28,06	54,24
20	20,00	1,40	4,29	17,73	8,86	17,73	43,73
22	0,82	0,16	0,11	2,07	5,06	2,07	0,99
26	12,89	0,32	0,05	70,90	18,99	70,90	5,49
27	2,67	0,60	0,79	2,33	21,52	2,33	7,65
29	11,38	0,80	0,34	29,54	25,32	29,54	8,43
32	32,22	2,08	71,43	29,54	12,66	29,54	20,24
35	17,11	3,04	4,14	14,77	22,78	14,77	15,07
39	0,89	1,12	2,67	6,20	32,91	6,20	2,35
44	35,56	0,80	5,36	25,85	18,99	25,85	37,25
48	8,53	0,72	5,71	5,91	15,19	5,91	27,45

Continua

Conclusão

ID_EMPRESA	NUMFUNCI	NUMCONTR	VOLUMTON	RECEITABR	TEMPMERC	RECEITABR	AREAARM
52	2,18	0,48	10,71	2,22	10,13	2,22	4,12
55	8,44	2,28	1,36	10,64	25,32	10,64	11,57
60	1,44	0,24	0,11	1,40	17,72	1,40	78,82
64	11,11	1,88	1,29	19,20	25,32	19,20	82,16
65	11,78	0,72	7,14	26,59	25,32	26,59	2,16
66	1,78	1,76	0,64	8,86	6,33	8,86	12,75
67	77,78	0,88	0,35	51,70	16,46	51,70	39,22
74	1,11	0,24	0,62	0,37	3,80	0,37	7,16
84	4,00	0,88	100,00	1,77	5,06	1,77	2,06
96	2,11	1,12	0,32	3,40	15,19	3,40	4,90
101	6,89	0,28	2,50	6,20	64,56	6,20	77,25
105	30,22	0,80	6,86	26,88	16,46	26,88	65,49
106	32,67	25,92	1,85	26,59	6,33	26,59	69,61
107	6,67	0,80	0,39	5,17	31,65	5,17	19,61
130	24,44	10,00	7,14	38,70	60,76	38,70	39,22

Resultado_DEA_EF5

DMU	PADRÃO	INVERTIDA	COMPOSTA	COMPOSTA*
DMU_6	0,239183	1	0,119592	0,135605
DMU_7	0,11031	1	0,055155	0,06254
DMU_12	0,235609	1	0,117804	0,133578
DMU_16	1	1	0,5	0,566949
DMU_19	0,522186	1	0,261093	0,296053
DMU_20	0,73133	0,710485	0,510423	0,578768
DMU_22	1	0,994826	0,502587	0,569883
DMU_26	1	1	0,5	0,566949
DMU_27	0,172442	0,800567	0,185937	0,210834
DMU_29	0,471248	0,588706	0,441271	0,500356
DMU_32	1	0,682357	0,658822	0,747037
DMU_35	0,242202	0,656432	0,292885	0,332102
DMU_39	1	0,482076	0,758962	0,860586
DMU_44	0,407961	0,886414	0,260773	0,295691
DMU_48	0,150077	0,783644	0,183216	0,207749
DMU_52	0,403778	0,444591	0,479594	0,543811
DMU_55	0,232009	0,43003	0,40099	0,454681
DMU_60	0,239307	1	0,119654	0,135675

Continua

DMU	Conclusão			
	PADRÃO	INVERTIDA	COMPOSTA	COMPOSTA*
DMU_64	0,31726	1	0,15863	0,17987
DMU_65	1	0,236174	0,881913	1
DMU_66	1	0,312027	0,843987	0,956995
DMU_67	0,869419	1	0,43471	0,492917
DMU_74	1	1	0,5	0,566949
DMU_84	1	1	0,5	0,566949
DMU_96	0,311085	0,621424	0,34483	0,391003
DMU_101	0,258629	1	0,129315	0,14663
DMU_105	0,457809	0,764606	0,346602	0,393012
DMU_106	1	1	0,5	0,566949
DMU_107	0,13949	0,80033	0,16958	0,192287
DMU_130	0,58059	0,453101	0,563745	0,639229
Padrão		Composta		
Eficiência Média	57%			44%