

CARLOS ERNANI FRIES

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO USO DE TECNOLOGIAS
DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA EFICIÊNCIA DE
PRESTADORES DE SERVIÇOS LOGÍSTICOS**

Tese submetida ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Mônica Maria Mendes Luna

Florianópolis
2013

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Fries, Carlos Ernani

Avaliação do impacto do uso de tecnologias de informação e comunicação na eficiência de prestadores de serviços logísticos / Carlos Ernani Fries ; orientadora, Mônica Maria Mendes Luna - Florianópolis, SC, 2013.

193 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Inclui referências

1. Engenharia de Produção. 2. Prestadores de serviços logísticos. 3. Análise de envelopamento de dados. 4. Tecnologias de informação e comunicação. 5. Eficiência. I. Luna, Mônica Maria Mendes. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. III. Título.

CARLOS ERNANI FRIES

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO USO DE TECNOLOGIAS DE
INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA EFICIÊNCIA DE
PRESTADORES DE SERVIÇOS LOGÍSTICOS**

Esta tese foi julgada adequada para obtenção do Título de Doutor em Engenharia de Produção no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 26 de fevereiro de 2013.

Prof. Antonio Cezar Bornia, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^a Mônica Maria Mendes Luna, Dr.^a
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Anete Alberton, Dr.^a
Universidade do Vale do Itajaí

Prof. Sidnei Vieira Marinho, Dr.
Universidade do Vale do Itajaí

Prof. Carlos Manuel Taboada Rodriguez, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Antônio Sérgio Coelho, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Artur Santa Catarina, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

RESUMO

Tecnologias da informação e comunicação (TIC) são reconhecidas como uma vantagem competitiva no sentido de que as empresas podem oferecer melhores serviços a custos mais baixos. No entanto, o seu impacto positivo sobre a produtividade e eficiência do processo de transformação de insumos em bens e serviços tem sido questionada por vários estudos desde a década de 80. Este trabalho visa contribuir no esclarecimento da relação do uso de tecnologias de informação e comunicação com medidas de eficiência apuradas por meio de modelos DEA (*Data Envelopment Analysis*) para o setor de prestadores de serviços logísticos (PSL) no Brasil. O estudo, considerando dados secundários relativos ao período de 2004 a 2012, contempla inicialmente uma classificação do mercado brasileiro de PSL em *clusters* relativamente homogêneos, os quais reúnem empresas que partilham similaridades funcionais e, portanto, fazem uso dos mesmos insumos na prestação de seus serviços. Resultados derivados da aplicação de modelos de regressão mostram uma estreita relação entre medidas de eficiência técnica, gerencial e de escala e uso de pacotes tecnológicos pelos PSL sugerindo que TIC efetivamente exerçam influência na eficiência e, por conseguinte, na produtividade. No entanto, a natureza e amplitude desta influência mostram-se diferenciadas por *cluster*, medida de eficiência e conjunto de TIC utilizadas simultaneamente pelos PSL: enquanto alguns pacotes tecnológicos conduzem a impactos positivos na eficiência, outros mostram consideráveis efeitos negativos sobre a mesma. Os resultados obtidos podem auxiliar PSL na seleção e implementação daqueles pacotes tecnológicos de informação e comunicação que tendem a projetar seus planos de operação na direção da fronteira de eficiência - ou seja, à máxima produtividade observada no setor - com reduzidos investimentos em TIC.

Palavras-chave: Prestadores de serviços logísticos. Análise de envelopamento de dados. Tecnologias de informação e comunicação. Eficiência.

ABSTRACT

Information and communication technologies (ICT) are recognized as a competitive advantage in the sense that companies can provide better services at lower costs. However, its positive impact on productivity and process efficiency transformation of inputs into goods and services has been questioned by several studies since the 80s. This work aims to contribute to clarify the relationship between the use of ICT and measures of efficiency calculated using DEA (Data Envelopment Analysis), for the sector of logistics service providers (LSP) in Brazil. The study, considering secondary data for the period 2004-2012, includes an initial classification of the Brazilian LSP market in relatively homogeneous clusters, which bring together companies that share functional similarities and therefore make use of the same production factors to provide their service. Results based on regression models show a close relationship between technical, scale and management efficiency and use of technology packages by LSP. This suggests that ICT effectively exert influence on efficiency and therefore on productivity. However, the nature and extent of this influence appears to be distinct from LSP cluster, efficiency measure and set of ICT used simultaneously: while some technology packages lead to positive impacts on efficiency, others show considerable negative effects on it. Results can help LSP on the selection and implementation of ICT packages which tend to project their operation plans to the efficient frontier, i.e., to the maximum observed productivity of the sector with reduced ICT investments.

Keywords: Logistics service providers. Data Envelopment Analysis. Information and communication technologies. Efficiency.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Evolução do hiato entre expectativa e satisfação dos embarcadores com a expertise em TI dos PSL.....	38
Figura 2: Exemplo de função de produção.....	42
Figura 3: Medida de eficiência técnica, modelo CRS, <i>input</i> orientado.	49
Figura 4: Medida de eficiência técnica, modelo VRS, <i>input</i> orientado.	51
Figura 5: Medida de eficiência de escala, <i>input</i> orientado.	52
Figura 6: Medidas de eficiência para retornos não decrescentes (IRS) e não crescentes (DRS) de escala, orientados para <i>input</i>	54
Figura 7: Medida de eficiência gerencial, modelo orientado para <i>input</i>	56
Figura 8: Portfólio de artigos que apresentam aplicações de DEA na logística.	65
Figura 9: Roteiro metodológico.	78
Figura 10: Distribuição do número de empresas PSL que participaram das pesquisas da Revista Tecnológica no período de 2004 a 2012....	79
Figura 11: Componente principal derivada de duas variáveis.....	88
Figura 12: Gráficos de dispersão e tendências para uma seleção de variáveis contínuas.	94
Figura 13: Evolução do número de funcionários empregados pelos PSL considerados na pesquisa da Revista Tecnológica entre 2004 e 2012.	95
Figura 14: Evolução da receita bruta dos PSL considerados na pesquisa da Revista Tecnológica entre 2004 e 2012.	96
Figura 15: Evolução do uso das tecnologias de roteirização pelos PSL.	97
Figura 16: Evolução do uso das tecnologias de rastreamento pelos PSL.	98
Figura 17: Evolução do uso das tecnologias de gestão pelos PSL.	99
Figura 18: Evolução da oferta de serviços relacionados à armazenagem.	100
Figura 19: Evolução da oferta de serviços relacionados ao transporte.	101
Figura 20: Número de empresas atribuído a cada <i>cluster</i> e descarte da amostra após a clusterização.	106
Figura 21: Representação dos grupos e subgrupos de PSL obtidos com a clusterização da amostra.....	107
Figura 22: Evolução do uso de tecnologias de gestão pelos PSL que atuam nos nós.	108

Figura 23: Evolução do uso de tecnologias de gestão pelos PSL que atuam nos nós.....	108
Figura 24: Evolução do uso de roteirizadores pelos PSL que atuam nos arcos.	109
Figura 25: Evolução do uso de tecnologias de rastreamento pelos PSL que atuam nos arcos.	110
Figura 26: Evolução do uso de tecnologias de gestão pelos PSL que atuam nos arcos.....	110
Figura 27: Evolução do uso de tecnologias de roteirização pelos PSL do <i>cluster</i> Rede.	111
Figura 28: Evolução do uso de tecnologias de rastreamento pelos PSL do <i>cluster</i> Rede.	112
Figura 29: Evolução do uso de tecnologias de gestão pelos PSL do <i>cluster</i> Rede.	113
Figura 30: Sumário do resultado da ACP para os dados referentes aos PSL do <i>cluster</i> Nó.....	114
Figura 31: <i>Loadings</i> de três componentes principais para os PSL do <i>cluster</i> Nó.....	114
Figura 32: Sumário do resultado da ACP para os dados referentes aos PSL do <i>cluster</i> Arco.....	115
Figura 33: <i>Loadings</i> de três componentes principais para os PSL do <i>cluster</i> Arco.....	116
Figura 34: Sumário do resultado da ACP para os dados referentes aos PSL do <i>cluster</i> Rede.....	118
Figura 35: <i>Loadings</i> de três componentes principais para os PSL do <i>cluster</i> Rede.	118
Figura 36: Número de PSL atribuído a cada <i>cluster</i> e descarte da amostra após clusterização e seleção de variáveis <i>input</i> e <i>output</i>	120
Figura 37: Resultado da regressão ESC×SSO.	127
Figura 38: Resultado da regressão CRS×TFT.	130
Figura 39: Resultado da regressão VRS×ERP.	130
Figura 40: Resultado da regressão VRS×WMS.....	131
Figura 41: Resultado da regressão VRS×WMS.....	133
Figura 42: Resultado da regressão ESC × WMS+INT.	136
Figura 43: Distribuição dos resíduos para a regressão ESC × WMS+INT.	137
Figura 44: Intervalos de confiança para adoção ou não de TFT por PSL incluídos no <i>cluster</i> Arco.	139
Figura 45: Intervalos de confiança para adoção ou não de TFT e TFP por PSL incluídos no <i>cluster</i> Arco.....	140

Figura 46: Intervalos de confiança para adoção ou não de ERP por PSL incluídos no <i>cluster</i> Arco.	141
Figura 47: Intervalos de confiança para adoção ou não de TFP+TFT+RSP+RST+INT por PSL incluídos no <i>cluster</i> Arco.	143
Figura 48: de confiança para adoção ou não de TFP+TFT+RSP+RST+INT por PSL incluídos no <i>cluster</i> Rede.	146
Figura 49: Intervalos de confiança para adoção ou não de WMS por PSL incluídos no <i>cluster</i> Rede.	147
Figura 50: Distribuição das medidas de eficiência técnica global, <i>cluster</i> Rede.	151
Figura 51: Distribuição das medidas de eficiência técnica local, <i>cluster</i> Rede.	152
Figura 52: Distribuição das medidas de eficiência gerencial, <i>cluster</i> Rede.	153

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Lista de variáveis gerais dos PSL consideradas nas pesquisas publicadas pela Revista Tecnológica (2004-2012) e respectivas taxas de respostas (em %)	81
Tabela 2: Lista de variáveis relativas à armazenagem, serviços oferecidos e uso de TIC consideradas nas pesquisas publicadas pela Revista Tecnológica (2004-2012) e respectivas taxas de respostas (em %)	82
Tabela 3: Estatísticas descritivas relativas às variáveis contínuas dos dados de 2012	93
Tabela 4: Conjunto de PSL que compõem o <i>cluster</i> Nó em 2012	103
Tabela 5: Conjunto de PSL que compõem o <i>cluster</i> Arco em 2012	104
Tabela 6: Conjunto de PSL que compõem o <i>cluster</i> Rede em 2012	105
Tabela 7: Eficiências dos PSL que operam no <i>cluster</i> Nó (2012)	121
Tabela 8: Eficiências dos PSL que operam no <i>cluster</i> Arco (2012)	122
Tabela 9: Eficiências dos PSL que operam no <i>cluster</i> Rede (2012)	123
Tabela 10: Dados utilizados nos modelos de regressão referentes ao <i>cluster</i> Nó	125
Tabela 11: Resultados das regressões lineares da relação Eficiência vs. TIC para o <i>cluster</i> Nó	126
Tabela 12: Resultados das regressões lineares da relação Eficiência vs. TIC para o <i>cluster</i> Arco	129
Tabela 13: Resultados das regressões lineares da relação Eficiência vs. TIC para o <i>cluster</i> Rede	132
Tabela 14: Número de regressões estatisticamente significativas (<i>cluster</i> Nó)	135
Tabela 15: Resultados da regressão linear para a eficiência de escala e pacote tecnológico ESC × WMS+INT (<i>cluster</i> Nó)	135
Tabela 16: Número de pacotes tecnológicos estatisticamente significativos (<i>cluster</i> Arco)	138
Tabela 17: Pacotes tecnológicos estatisticamente significativos para a medida de eficiência técnica global (<i>cluster</i> Arco)	138
Tabela 18: Pacotes tecnológicos estatisticamente significativos para a medida de eficiência técnica local (<i>cluster</i> Arco)	140
Tabela 19: Pacotes tecnológicos estatisticamente significativos para a medida de eficiência de escala (<i>cluster</i> Arco)	142
Tabela 20: Número de pacotes tecnológicos estatisticamente significativos (<i>cluster</i> Rede)	144

Tabela 21: Pacotes tecnológicos estatisticamente significativos para a medida de eficiência técnica global (<i>cluster</i> Rede).....	145
Tabela 22: Seleção de pacotes tecnológicos estatisticamente significativos para a medida de eficiência técnica local (<i>cluster</i> Rede).	148
Tabela 23: Pacotes tecnológicos estatisticamente significativos para a medida de eficiência gerencial (<i>cluster</i> Rede).	149
Tabela 24: Seleção de pacotes tecnológicos estatisticamente significativos para a medida de eficiência de escala (<i>cluster</i> Rede). ..	150
Tabela 25: Eficiências dos PSL que operam no <i>cluster</i> Nó (2008).....	168
Tabela 26: Eficiências dos PSL que operam no <i>cluster</i> Nó (2009).....	168
Tabela 27: Eficiências dos PSL que operam no <i>cluster</i> Nó (2010).....	168
Tabela 28: Eficiências dos PSL que operam no <i>cluster</i> Nó (2011).....	169
Tabela 29: Eficiências dos PSL que operam no <i>cluster</i> Arco (2004). ..	169
Tabela 30: Eficiências dos PSL que operam no <i>cluster</i> Arco (2005). ..	169
Tabela 31: Eficiências dos PSL que operam no <i>cluster</i> Arco (2005). ..	169
Tabela 32: Eficiências dos PSL que operam no <i>cluster</i> Arco (2007). ..	170
Tabela 33: Eficiências dos PSL que operam no <i>cluster</i> Arco (2008). ..	170
Tabela 34: Eficiências dos PSL que operam no <i>cluster</i> Arco (2009). ..	171
Tabela 35: Eficiências dos PSL que operam no <i>cluster</i> Arco (2010). ..	172
Tabela 36: Eficiências dos PSL que operam no <i>cluster</i> Arco (2011). ..	172
Tabela 37: Eficiências dos PSL que operam no <i>cluster</i> Rede (2004). ..	173
Tabela 38: Eficiências dos PSL que operam no <i>cluster</i> Rede (2005). ..	173
Tabela 39: Eficiências dos PSL que operam no <i>cluster</i> Rede (2006). ..	174
Tabela 40: Eficiências dos PSL que operam no <i>cluster</i> Rede (2007). ..	175
Tabela 41: Eficiências dos PSL que operam no <i>cluster</i> Rede (2008). ..	176
Tabela 42: Eficiências dos PSL que operam no <i>cluster</i> Rede (2009). ..	177
Tabela 43: Eficiências dos PSL que operam no <i>cluster</i> Rede (2010). ..	178
Tabela 44: Eficiências dos PSL que operam no <i>cluster</i> Rede (2011). ..	179
Tabela 45: Dados utilizados nos modelos de regressão referentes ao <i>cluster</i> Arco.....	181
Tabela 46: Dados utilizados nos modelos de regressão referentes ao <i>cluster</i> Rede.	183
Tabela 47: Pacotes tecnológicos estatisticamente significativos para a medida de eficiência técnica local para o <i>cluster</i> Rede.....	188
Tabela 48: Pacotes tecnológicos estatisticamente significativos para a medida de eficiência de escala para o <i>cluster</i> Rede.	190

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Tecnologias classificadas como <i>Hardware</i>	32
Quadro 2: Tecnologias classificadas como <i>Software</i> (continua).....	33
Quadro 3: Tecnologias classificadas no grupo Rede.....	35
Quadro 4: Aplicações DEA para avaliação de PSL.	67
Quadro 5: Aplicações DEA empregando dados hipotéticos para avaliação de PSL.	69
Quadro 6: Aplicações DEA em serviços de armazenagem.	73
Quadro 7: Aplicações DEA em serviços de transportes.....	74
Quadro 8: Resumo das variáveis <i>input</i> e <i>output</i> selecionadas.....	119

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

4PL	- <i>Fourth-Party Logistics</i> (Gestor da Cadeia de Suprimento)
ACP	- Análise de Componentes Principais
AHP	- <i>Analytic Hierarchy Process</i>
ANP	- <i>Analytic Network Process</i>
B2B	- <i>Business to Business</i>
BCC	- Modelo Banker-Charnes-Cooper
CCR	- Modelo Charnes-Cooper-Rhodes
CDs	- Centros de Distribuição
CETIC	- Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação
CEL	- Consulta pelo Celular
CP	- Componente Principal
CRM	- <i>Customer Relationship Management</i> (Gestão de Relacionamento com o Cliente)
CRS	- <i>Constant Return of Scale</i> (Retorno Constante de Escala)
DEA	- <i>Data Envelopment Analysis</i> (Análise de Envolvimento de Dados)
DRS	- <i>Decreasing Return-to-Scale</i> (Retorno Decrescente de Escala)
DMU	- <i>Decision Making Unit</i> (Unidade Tomadora de Decisão)
EDI	- <i>Electronic Data Interchange</i> (Intercâmbio Eletrônico de Dados)
ERP	- <i>Enterprise Resource Planning</i> (Sistema Integrado de Gestão Empresarial)
ESC	- Medida de Eficiência de Escala
EUROSTAT	- Departamento de Estatística da União Europeia
FGL	- Modelo Färe-Grosskopf-Lovell
GAMS	- <i>General Algebraic Modeling System</i> (Sistema Geral de Modelagem Algébrica)
iDEAs-W	- <i>Internet-Based Data Envelopment Analysis System</i> (Sistema de Análise de Envolvimento de Dados Baseado na Internet)
INT	- Consulta pela Internet
ISO	- <i>International Organization for Standardization</i> (Organização Internacional para Padronização)
JIT	- <i>Just-In-Time</i> (Justo ao Tempo)
IRS	- <i>Increasing Return-to-Scale</i> (Retorno Crescente de Escala)

MTE	- Ministério do Trabalho e Emprego
OECD	- <i>Organisation for Economic Co-operation and Development</i> (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico)
PIB	- Produto Interno Bruto
PR	- Produtividade
PSL	- Prestadores de Serviços Logísticos
PTF	- Produtividade Total dos Fatores
RAIS	- Relação Anual de Informações Sociais
RCP	- Rastreamento via Celular de Frota Própria
RCT	- Rastreamento via Celular de Frota Terceirizada
RFT	- Rastreamento via Rádio de Frota Terceirizada
RRP	- Rastreamento via Rádio de Frota Própria
RSP	- Rastreamento via Satélite de Frota Própria
RST	- Rastreamento via Satélite de Frota Terceirizada
SCP	- <i>Supply Chain Planning</i>
SKU	- <i>Stock Keeping Unit</i> (Unidade de Manutenção de Estoque)
SSO	- Simulação e <i>Software</i> de Otimização
TEU	- <i>Twenty Foot Equivalent Unit</i> (Unidade Equivalente a 20 Pés)
TFP	- Roteirização de Frota Própria
TFT	- Roteirização de Frota Terceirizada
TI	- Tecnologia da Informação
TIC	- Tecnologias de Informação e Comunicação
TKU	- Tonelada Quilômetro Útil
TMS	- <i>Transportation Management System</i> (Sistema de Gerenciamento de Transporte)
URL	- <i>Uniform Resource Locator</i> (Localizador-Padrão de Recursos)
VRS	- <i>Variable Return of Scale</i> (Retorno Variável de Escala)
WIS	- <i>Web-Based Information System</i> (Sistema de Informação Baseado na Tecnologia <i>Web</i>)
WMS	- <i>Warehouse Management System</i> (Sistema de Gerenciamento de Armazém)

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	23
1.1	OBJETIVOS	25
1.2	IMPORTÂNCIA	26
1.3	LIMITAÇÕES	26
1.4	ESTRUTURA	27
2.	TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO E A LOGÍSTICA.....	29
2.1.	AS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO E OS SERVIÇOS LOGÍSTICOS.....	30
2.2.	O IMPACTO DO USO DAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO SOBRE A EFICIÊNCIA DAS EMPRESAS: AS PESQUISAS.....	37
2.3.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
3.	PRODUTIVIDADE E ANÁLISE DE EFICIÊNCIA	41
3.1.	MEDIÇÃO DE PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA TÉCNICA	43
3.2.	ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DATA ENVELOPMENT ANALYSIS - DEA)	45
3.2.1.	Modelos DEA	46
3.2.2.	Seleção das variáveis <i>input</i> e <i>output</i>.....	58
3.3.	COMBINAÇÃO DE MODELOS DE REGRESSÃO E MODELOS DEA.....	59
3.3.1.	Modelos de regressão.....	59
3.3.2.	Fundamentos da regressão linear simples	60
3.4.	APLICAÇÕES DE DEA NA LOGÍSTICA	63
3.4.1.	Aplicações DEA na avaliação de PSL	65
3.4.2.	Aplicações DEA na avaliação de serviços logísticos.....	70
4.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	77
4.1.	ROTEIRO METODOLÓGICO.....	77
4.2.	LEVANTAMENTO E TRATAMENTO DE DADOS	78
4.3.	ELABORAÇÃO DE UM PANORAMA DO MERCADO DE PSL NO BRASIL.....	83
4.3.1.	Caracterização do mercado de PSL	83
4.3.2.	Classificação dos PSL	84
4.3.3.	Avaliação dos escores de eficiência dos PSL.....	85
4.4.	AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE USO DAS TIC E ESCORES DE EFICIÊNCIA DOS PSL.....	89
5.	APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	92
5.1.	PANORAMA DO MERCADO DE PSL NO BRASIL.....	92
5.1.1.	Análise preliminar dos dados	92
5.1.2.	Tendências no uso de TIC pelos PSL	96
5.1.3.	Tendências na oferta de serviços oferecidos pelos PSL	99

5.2.	CLASSIFICAÇÃO DO MERCADO DE PSL NO BRASIL	101
5.2.1.	Uso das TIC pelos PSL que operam no <i>cluster</i> Nó.....	107
5.2.2.	Uso das TIC pelos PSL que operam no <i>cluster</i> Arco	108
5.2.3.	Uso das TIC pelos PSL que operam no <i>cluster</i> Rede.....	111
5.3.	ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DE PRESTADORES DE SERVIÇOS LOGÍSTICOS NO BRASIL.....	113
5.3.1.	Variáveis <i>input</i> e <i>output</i> para análise DEA dos PSL do <i>cluster</i> Nó	113
5.3.2.	Variáveis <i>input</i> e <i>output</i> para análise DEA dos PSL do <i>cluster</i> Arco	115
5.3.3.	Variáveis <i>input</i> e <i>output</i> para análise DEA dos PSL do <i>cluster</i> Rede	117
5.3.4.	Considerações finais sobre o processo de seleção de <i>inputs</i> e <i>outputs</i>	119
5.4.	DETERMINAÇÃO DOS ESCORES DE EFICIÊNCIA	120
5.5.	AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE USO DAS TIC E MEDIDAS DE EFICIÊNCIA DOS PSL.....	124
5.5.1.	Resultados da relação entre medidas de eficiência e uso de TIC.....	124
5.5.2.	Resultados para o <i>cluster</i> Nó	124
5.5.3.	Resultados para o <i>cluster</i> Arco.....	128
5.5.4.	Resultados para o <i>cluster</i> Rede.....	130
5.6.	RESULTADOS DA RELAÇÃO ENTRE MEDIDAS DE EFICIÊNCIA E USO DE PACOTES TECNOLÓGICOS	133
5.6.1.	Resultados de regressão para pacotes tecnológicos observados no <i>cluster</i> Nó.....	134
5.6.2.	Resultados de regressão para pacotes tecnológicos observados no <i>cluster</i> Arco	137
5.6.2.1.	Resultados de regressão para pacotes tecnológicos e medida de eficiência CRS.....	138
5.6.2.2.	Resultados de regressão para pacotes tecnológicos e medida de eficiência VRS	140
5.6.2.3.	Resultados de regressão para pacotes tecnológicos e medida de eficiência de escala.....	141
5.6.3.	Resultados de regressão para pacotes tecnológicos observados no <i>cluster</i> Rede	143
5.6.3.1.	Resultados de regressão para pacotes tecnológicos e medida de eficiência CRS.....	144
5.6.3.2.	Resultados de regressão para pacotes tecnológicos e medida de eficiência VRS	147
5.6.3.3.	Resultados de regressão para pacotes tecnológicos e medida de eficiência gerencial	148
5.6.3.4.	Resultados de regressão para pacotes tecnológicos e medida de eficiência de escala.....	149

5.7.	CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DA FALTA DE NORMALIDADE OBSERVADA NOS RESÍDUOS DAS REGRESSÕES.....	150
5.8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	153
6.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	156
	REFERÊNCIAS	158
	APÊNDICE A – DADOS UTILIZADOS NOS MODELOS DE A	168
	APÊNDICE B – DADOS UTILIZADOS NOS MODELOS DE	
	REGRESSÃO	180
	APÊNDICE C – LISTA DE PACOTES TECNOLÓGICOS	
	ESTATISTICAMENTE SIGNIFICATIVOS	188

1. INTRODUÇÃO

A disseminação das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), e a consequente queda dos custos de transação, fomentaram a substituição da organização interna pelo mercado. Como resultado, as empresas passaram a terceirizar atividades que não fazem parte das suas competências centrais, como é o caso das atividades logísticas. No Brasil, uma tendência de terceirização das atividades logísticas é observada a partir da década de 90 e tem provocado o crescimento do número de empresas que oferecem serviços desta natureza, denominadas prestadoras de serviços logísticos. Prestadores de Serviços Logísticos (PSL) desenvolvem atividades contratadas por um embarcador, provendo o gerenciamento integrado de múltiplos serviços logísticos considerados básicos: controle de estoques, armazenagem e gestão de transportes (European Commission, PROTRANS, 2001).

O crescimento do setor de Prestadores de Serviços Logísticos (PSL) é destaque nas pesquisas anuais conduzidas por Langley Jr. e CapGemini. Em seu recente estudo *Third-Party Logistics Study: The State of Logistics Outsourcing 2013* é mostrado que, apesar do difícil ambiente de negócios nos últimos anos, a receita total do setor de PSL continua a crescer e um maior número de embarcadores declara ter terceirizado novos serviços logísticos. Por outro lado, os embarcadores têm procurado consolidar os serviços e reduzir o número de PSL contratados (LANGLEY Jr. e CAPGEMINI, 2013).

O Brasil segue a tendência mundial onde também se observa um crescimento do setor de prestação de serviços logísticos nos últimos anos. Uma análise dos dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS, 2013), do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), permite observar que o número de funcionários que atuam em atividades relacionadas ao transporte e armazenagem no país cresceu 29%, entre 2006 e 2011. O estado de Santa Catarina, em particular, teve um crescimento de 61% neste mesmo período.

Em relação ao número de empresas, o aumento observado foi de 48% no setor de armazenagem no Brasil e 46% no setor de transporte rodoviário de cargas, principais atividades econômicas relacionadas à logística (RAIS, 2013). A escala de operação dos PSL que atuam no mercado nacional também acompanha este crescimento, como pode ser verificado na composição das distribuições da frequência relativa do “Número de Funcionários” e da “Receita Bruta”, da amostra considerada neste trabalho.

O mercado de prestação de serviços logísticos é formado, principalmente, por empresas oriundas do setor de transporte rodoviário, as quais enfrentam uma acirrada concorrência neste mercado com baixas barreiras à entrada de empresas estrangeiras. Como estratégia para obter sucesso neste ambiente, os PSL têm buscado tanto ampliar a oferta de serviços quanto se diferenciar dos seus concorrentes. Muitos elegeram atividades ou segmentos específicos do mercado para operar ou, ainda, têm investido no sentido de oferecer serviços mais sofisticados aos seus clientes. Vale ressaltar que, independentemente da estratégia adotada por PSL, estes têm que atuar em ambientes mais complexos e precisam interagir com os outros elementos da cadeia de suprimentos para satisfazer as necessidades de seus clientes e garantir a visibilidade dos fluxos logísticos. Assim, as TIC têm se tornado relevantes tanto para incrementar a eficiência dos processos logísticos nos quais os PSL participam, quanto para permitir a conexão entre os elementos da cada vez mais complexa rede de suprimentos.

Apesar da importância conferida às tecnologias no atual cenário, existem controvérsias sobre a disseminação das TIC ter efetivamente proporcionado aumento de produtividade aos seus usuários. Estudos realizados ao longo dos anos 70 e 90 mostraram que os retornos dos investimentos em TIC sobre a produtividade foram negativos ou nulos, o que levou o economista Robert Solow a afirmar: “computadores estão por toda parte, mas não nas estatísticas de produtividade” (SOLOW, 1987). A fraca ou inexistente correlação entre investimentos em TIC e ganhos de produtividade tem configurado o denominado Paradoxo da Produtividade. Este termo se tornou popular após Erik Brynjolfsson ter publicado o artigo “*The Productivity Paradox of Information Technology: Review and Assessment*”, em 1993. Desde então, um considerável número de pesquisas sobre a relação entre investimentos em TIC e produtividade têm sido realizadas (MACDONALD *et al.*, 2000). Os argumentos mais contundentes a favor do paradoxo mostram que antes da popularização das TIC na década de 70, o retorno esperado de investimentos em termos de produtividade era de 3-4% enquanto que depois, dos anos 70 até meados dos anos 90, este incremento foi da ordem de apenas 1% (DREYFUSS *et al.*, 2008).

Brynjolfsson (1993), em seu artigo seminal sobre o tema, cita quatro possíveis causas que possam explicar a origem do paradoxo da produtividade: 1) medição incorreta os *inputs* e *outputs* considerados nas medições; 2) defasagens no tempo devido à aprendizagem e adaptação no uso das TIC; 3) redistribuição e dissipação dos retornos; 4) má gestão do uso das TIC.

O autor aponta que as duas primeiras hipóteses podem indicar deficiências nas pesquisas: medidas tradicionais da relação entre *inputs* e *outputs* não levam em conta as fontes não tradicionais de valor e podem existir defasagens significativas entre custo e benefício. Ele ainda argumenta que análises com resultados de pesquisas realizadas no curto prazo podem não mostrar retornos proporcionalmente maiores se períodos mais longos de tempo forem considerados nas análises.

As duas últimas hipóteses mostram uma visão pessimista sobre a relação investimentos em TIC e produtividade: o argumento da redistribuição sugere que investimentos trazem benefícios privados aos gestores às custas de outros enquanto que a má gestão dos recursos aparenta gerar ociosidades ao invés de produtividade.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral desta tese é avaliar o impacto que as TIC atualmente empregadas pela indústria de serviços logísticos exercem sobre a produtividade desta e, mais especificamente, sobre a eficiência dos provedores deste serviço.

O alcance do objetivo geral fica condicionado ao grau de realização dos seguintes objetivos específicos:

- elaboração de um panorama do mercado dos prestadores serviços logísticos no Brasil, considerando a evolução de sua estrutura de serviços do ano de 2004 a 2012;
- mapeamento das TIC que vêm sendo empregadas pelos PSL nos últimos anos, procurando identificar padrões de operação e associá-los a um modelo de classificação simplificado do mercado de serviços logísticos no Brasil, por meio de *clusters* que reúnam PSL que apresentam similaridades funcionais;
- avaliação da eficiência multidimensional relativa dos prestadores de serviços logísticos nos seus diversos *clusters* para o período de 2004 a 2012, identificando PSL eficientes e não eficientes, considerando os modelos de avaliação com retorno constante e variável de escala além de modelo de avaliação de eficiência gerencial;
- aplicação de modelos estatísticos sobre a base de dados e os resultados de eficiência obtidos para os *clusters* identificados, no intuito de verificar significativas relações que pacotes tecnológicos possam ter sobre a eficiência dos PSL.

1.2 IMPORTÂNCIA

O volume comercializado de TIC no mundo constituiu valor aproximado de US\$ 4 trilhões em 2008 (OECD, 2010), perfazendo 6,5% do Produto Interno Bruto (PIB) mundial (US\$ 61,2 trilhões) naquele ano (THE WORLD BANK, 2013). Por outro lado, estudos sobre o uso de TIC têm mostrado resultados contraditórios em relação ao impacto destas tecnologias sobre a produtividade e a eficiência observada. Este trabalho visa contribuir no esclarecimento desta questão para o caso do mercado brasileiro de prestadores de serviços logísticos, o qual é caracterizado como um importante consumidor de TIC.

Resultados deste trabalho para a relação de TIC usualmente empregadas por PSL e medidas de eficiência destes podem sugerir a utilização, ou mesmo desuso, de pacotes específicos de tecnologias. Assim, PSL podem direcionar seus investimentos em TIC que tendem a conduzir suas operações à fronteira eficiente de produção, com a diminuição de desperdícios de fatores de produção empregados e/ou aumento da quantidade de produto/serviços.

Sob o ponto de vista governamental, os resultados podem subsidiar decisões relativas à implementação de políticas específicas voltadas à promoção de investimentos de infraestrutura em TIC, e em especial, fomentar a adoção daquelas tecnologias mais promissoras para que setores da economia se tornem mais eficientes e, portanto, competitivos.

1.3 LIMITAÇÕES

As limitações do trabalho estão principalmente relacionadas com a qualidade dos dados utilizados e às restrições associadas aos modelos de programação matemática e de regressão utilizados.

As análises deste trabalho estão fundamentadas em dados secundários e, portanto, estão submetidas às limitações inerentes a este tipo de fonte de informações. A existência de dados inconsistentes e dados faltantes, por exemplo, levam a um considerável descarte da amostra dificultando posteriores análises de significância estatística. A natureza qualitativa de variáveis relevantes impõe limitações adicionais às análises, inviabilizando, em certos casos, estudos mais detalhados e testes estatísticos mais abrangentes e rigorosos.

As análises de eficiência multidimensional relativa usando modelos DEA (*Data Envelopment Analysis*) estão submetidas às suposições gerais destes modelos de programação linear como, por

exemplo, a proporcionalidade das relações insumo-produto e a existência de uma fronteira de produção eficiente que pode ser caracterizada pela combinação convexa de planos de produção observados.

1.4 ESTRUTURA

Este trabalho está estruturado em seis capítulos, sendo que o primeiro introduz o tema, estabelece os objetivos, expõe as limitações e mostra a importância desta pesquisa.

O segundo capítulo apresenta uma revisão teórica da aplicação das TIC na área da logística. Neste capítulo são apresentadas as diferentes TIC, com suas potencialidades e desencantos presentes hoje na logística.

O terceiro capítulo aborda a questão de mensuração da produtividade e avaliação da eficiência de processos de transformação de insumos em produtos e/ou serviços. Ênfase se dá à apresentação dos modelos não paramétricos de análise de envelopamento de dados (DEA), os quais têm sido amplamente utilizados para avaliação da eficiência relativa de empresas que atuam em um setor específico. O capítulo ainda inclui uma revisão bibliográfica sobre a aplicação de modelos DEA na logística.

O quarto capítulo trata dos procedimentos metodológicos adotados na elaboração do trabalho bem como dos aspectos inerentes à base de dados utilizada. Em virtude da inviabilidade prática de se constituir uma fonte de dados primária sobre operações dos PSL em anos passados recentes, foi necessário fazer uso de dados secundários disponibilizados anualmente por uma revista da área de logística.

O Capítulo 5 apresenta os resultados de uma série de análises estatísticas e de envelopamento de dados realizada sobre a amostra residual com vistas a constituir um panorama do mercado de provedores de serviços logísticos no Brasil. Estas análises contemplam: um estudo da evolução do mercado da oferta de serviços logísticos; uma classificação do mercado considerando os serviços oferecidos; os resultados do estudo da frequência de adoção de TIC pelos PSL desde 2004 até 2012; os resultados da aplicação dos modelos DEA para apuração das eficiências técnica global, técnica pura, gerencial e de escaladas empresas de cada *cluster* identificado; e, finalmente, os resultados da aplicação de modelos de regressão de avaliação da relação entre adoção de TIC pelos PSL e medidas de eficiência destes.

A avaliação dos resultados consolidados e sua confrontação com os objetivos estabelecidos para este trabalho são apresentadas no sexto capítulo. Neste capítulo são tecidas as conclusões advindas com a avaliação dos resultados consolidados. Recomendações para trabalhos futuros que possam relaxar as limitações deste trabalho e/ou expandir os rumos de pesquisas na área são ainda sugeridas no final do Capítulo 6.

2. TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO E A LOGÍSTICA

As tecnologias de informação e comunicação têm sido reconhecidas como uma fonte de vantagem competitiva para as empresas ao permitir, simultaneamente, a obtenção de custos mais baixos e a melhoria do nível de serviço. Apesar, da importância conferida às tecnologias, ainda não há evidências claras de que a disseminação das TIC tenha gerado aumento de produtividade segundo estudos em muitos dos países da OECD (PILAT, 2004).

O grande número de tecnologias disponíveis para aplicação na logística também merece destaque e, o seu uso deve ser avaliado em função da adequação às atividades realizadas pelas empresas. No que se refere ao setor de serviços logísticos, pesquisas e publicações internacionais também ressaltam o papel destas TIC - em especial aquelas usadas para apoiar atividades logísticas tradicionais, como transporte e armazenagem - para obtenção de eficiência na realização de atividades. Langley Jr. e CapGemini (2012) afirmam, no *16th Annual Third-Party Logistics Study* sobre o mercado global dos Prestadores de Serviços Logísticos (PSL), que “a Logística e a Tecnologia de Informação têm se tornado inexoravelmente relacionadas”. Mas, ao mesmo tempo, esta pesquisa identifica um hiato entre as expectativas geradas com o uso destas tecnologias pelos PSL e a satisfação dos clientes, a qual se mantém, de acordo com o *17th Annual Third-Party Logistics Study* (LANGLEY JR. e CAPGEMINI, 2013).

As expectativas não alcançadas em relação a um aumento da produtividade, decorrente do uso das TIC, têm levado a uma busca por um melhor entendimento do seu uso. A identificação de como as TIC têm se disseminado nos diferentes setores da economia e dos fatores que determinam a relação entre desempenho das empresas e uso das TIC torna-se tema de destaque, em especial, ao se considerar os altos investimentos realizados por empresas nestas tecnologias.

Nesta linha, o Departamento de Estatística da União Europeia (EUROSTAT) tem buscado desenvolver estatísticas sobre o uso de várias tecnologias na economia europeia. No Brasil, o Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação (CETIC) tem, desde 2005, conduzido pesquisas sobre o uso das tecnologias tanto no nível individual quanto de empresas. Estas bases de dados permitem realizar análises e estabelecer relações do uso das TIC e o desempenho das empresas e da economia de um país.

2.1. AS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO E OS SERVIÇOS LOGÍSTICOS

A terceirização de produtos e/ou serviços conduziu a uma expansão na oferta de serviços logísticos. Além disso, como descreve Luna (2007), observa-se também uma evolução das características dos serviços ofertados, os quais se tornam mais complexos: da terceirização de atividades simples de transporte e armazenagem, as empresas têm passado a contratar operações logísticas que envolvem finalização da produção, embalagem, distribuição e logística reversa, numa escala global, por exemplo.

A mudança na oferta do setor de PSL acompanha as mudanças nas demandas: as exigências crescentes por um melhor nível de serviço também tornam necessárias novas competências e maiores investimentos - em especial, no que se refere às novas tecnologias de informação e comunicação (DORNIER *et al.*, 2000, p.313).

Pode-se afirmar que as TIC desempenham tanto um papel de indutoras do processo de terceirização na indústria de serviços logísticos quanto, como destacam Wang *et al.* (2006), um papel de fonte de diferenciação em um mercado caracterizado pela elevada concorrência. Vieira (2012, p. 28), em revisão bibliográfica sobre o tema, ressalta a importância das TIC para os PSL no âmbito das cadeias de suprimentos:

...os PSLs representam uma categoria importante nas relações de cadeias de suprimentos, nas quais a TIC tem papel crítico no suporte dos arranjos de terceirização. Além disso, com o aumento da demanda por eficiência logística, os serviços logísticos estão migrando daqueles de baixo valor agregado para a oferta de serviços de alto valor agregado, onde as TICs causam maior impacto. Com efeito, de acordo com Chen, J. Hong; Zhao, M. Hua (2009), os PSLs que buscam vantagem competitiva devem construir capacidades em TICs. Isto está de acordo com Piplani; Pokharel e Tan, A. (2004) e Chow *et al.* (2007), que afirmam que a adoção de soluções de TICs pode ser considerada fator crítico de sucesso para os PSLs, colocando-os na fronteira competitiva global.

Na tentativa de ganhar participação de mercado e/ou se diferenciar da concorrência, os PSL têm buscado oferecer serviços maior valor agregado - como gestão dos fluxos de informação baseado no uso de TIC. Seguindo esta tendência, algumas empresas desenvolveram novas competências relacionadas ao uso das tecnologias como é o caso das categorias especiais de PSL, denominados *lead logistics providers* ou *fourth-party logistics* (4PL), os quais são responsáveis pelo *design* de soluções logísticas variadas e coordenação das diversas atividades desempenhadas por outros PSL especializados (transportadores, armazéns, companhias de embalagem, etc.). Como explica Luna (2007), este tipo de organização, com competências em gestão de cadeias e conhecimento das TIC, coordena uma rede de prestadores de serviços de forma a oferecer à organização contratante, um serviço *one-stop* e uma visão completa do fluxo logístico.

Enquanto a demanda por serviços logísticos mais sofisticados cresce, mais heterogêneo o mercado se torna; o que, por sua vez, leva ao uso de diferentes e específicas soluções tecnológicas pelos PSL (LUNA e FRIES, 2011). Vieira *et al.* (2010) listam 53 diferentes tecnologias usadas pelos PSL, as quais foram classificadas em três grupos, com base em revisão bibliográfica:

Hardware: dispositivos físicos e equipamentos empregados no auxílio da transformação dos dados em informações;

Software: conjuntos de instruções responsáveis pelo processamento das informações, incluindo tanto os programas como os procedimentos;

Redes: sistema interconectado de computadores, terminais e canais, dispositivos de comunicações e aplicativos desenvolvidos para o ambiente de redes.

O Quadro 1, o Quadro 2 e o

Quadro 3 apresentam os termos relacionados às TIC classificadas no grupo *hardware*, *software* e rede, respectivamente. As definições apresentadas por Vieira *et al.* (2010) foram extraídas de livros técnicos e artigos científicos, além de glossários técnicos e dicionários como, por exemplo, o *McGraw-Hill Dictionary of Scientific & Technical Terms* e o *Council of Supply Chain Management Professionals Terms and Glossary* (CSCMP). Outras tecnologias, de utilização mais específica,

tiveram suas definições obtidas a partir de *sites* de fornecedores e/ou usuários das tecnologias ou portais de conteúdo livre.

Quadro 1: Tecnologias classificadas como *Hardware*.

Tecnologias	Descrição
<i>Automated Storage/Retrieval System</i> (Sistema automático de armazenagem e recuperação)	Sistema de armazenagem que utiliza veículos/equipamentos robotizados/não tripulados para executar automaticamente ações de armazenamento e <i>picking</i> de estoques.
<i>Barcode</i> (Código de barras)	Marcas ou barras verticais colocadas em etiquetas ou embalagens de mercadorias que podem ser percebidas e lidas por dispositivos óticos de leitura de caracteres
<i>Electronic Chips</i> (Chips Eletrônicos)	Folia ultrafina de material semicondutor processada para ter características elétricas específicas, especialmente, antes de ser utilizada num componente eletrônico ou circuito integrado. Também chamada de <i>microchip</i> .
<i>Fiber Optic</i> (Fibra Óptica)	Meio para transmissão de dados no qual a luz atua como veículo da informação e é transmitida por reflexão total interna através de um guia óptico transparente.
<i>Laser Technology</i> (Tecnologia à Laser)	Tecnologia que utiliza uma fonte de luz monocromática, muito intensa, coerente e colimada, na qual a emissão de radiação se faz pelo estímulo de um campo externo, com aplicações variadas e crescentes na indústria, na engenharia e na medicina.
<i>Mobile Devices</i> (Dispositivos Móveis)	Computador de bolso habitualmente equipado com um pequeno ecrã (<i>Output</i>) e um teclado em miniatura (<i>Input</i>), como: palmtops, celulares, etc.
<i>Radio Frequency Identification</i> (Identificação por Rádio Frequência)	Tecnologia que utiliza rádio frequência e inclui etiquetas RFID e leitores de etiquetas para identificar objetos (equipamentos, paletes, unidades individuais de produtos etc). Ela possibilita leitura a longas distâncias e têm capacidade de armazenar mais informações do que os códigos de barras, além de poderem ser atualizadas/modificadas.
<i>Voice Input Interface</i> (Interface de Entrada de Voz)	Sistema que compreende uma unidade central estacionária e interfaces móveis de voz que são carregadas pelo usuário. Os usuários (colaboradores do armazém, por exemplo) são guiados via comando de voz.
<i>Warehouse Automation</i> (Automação de Armazéns)	Soluções de automação do manuseio e embalagem de materiais que melhora significativamente o fluxo de materiais e suprimentos através das operações de manufatura, armazéns e centros de distribuição.
<i>Temperature sensor</i> (Sensor de Temperatura)	Dispositivo que recebe e responde a um sinal ou estímulo de temperatura, indicando e/ou gravando atividades específicas.

Fonte: adaptado de Vieira et al. (2010).

Quadro 2: Tecnologias classificadas como *Software* (continua).

Tecnologias	Descrição
<i>Artificial Intelligence</i> (Inteligência Artificial)	Área da ciência da computação que busca desenvolver programas baseados na emulação do processo de aprendizagem do cérebro humano.
<i>Asset Management System</i> (Sistema de Gerenciamento de Ativos)	Sistemas que dão suporte ao gerenciamento dos ativos de uma organização, tanto tangíveis como intangíveis (TI e ativos digitais).
<i>Automated Reporting</i> (Relatórios Automatizados)	Sistema de relatórios automáticos que permite a geração e entrega de relatórios, de acordo com uma programação que indica quando, para quem e em qual formato os relatórios devem ser gerados e enviados.
<i>Automatic ID</i> (Identificação Automática)	Sistema automático de identificação que utiliza tecnologias como código de barras e radio frequência para identificar itens estocados ou em movimentação.
<i>Computer Applications for Fleet Management</i> (Aplicativos para Gerenciamento de Frotas)	Sistema que auxilia as atividades de gestão das frotas de veículos, desde a aquisição, manutenção e controle dos veículos. As informações sobre os veículos dependem dos tipos de <i>hardware</i> nestes instalados.
<i>Container Information System</i> (Sistemas de Informação de Containers)	Conjunto de tecnologias de informação e automação usadas para monitorar, em tempo real, o carregamento, descarregamento e expedição de contêineres em portos.
<i>Data Mining</i> (Mineração de Dados)	Processo de extrair e analisar dados de um <i>data warehouse</i> para encontrar padrões e tendências ocultos, utiliza para isso um <i>software</i> .
<i>Data warehousing</i> (Repositório de Dados)	Repositório que armazena dados eletrônicos de uma organização, combinando-os de forma agregada e sumarizada de forma a facilitar a análises de dados gerais da empresa e a emissão de relatórios para fins específicos.
<i>Distribution Resource Planning</i> (Planejamento das Necessidade de Materiais)	Sistema computadorizado que integra a distribuição com a manufatura por meio da identificação das necessidades de inventário e de sua movimentação para os produtos acabados e programação da produção.
<i>Enterprise Resource Planning System</i> (Sistema de Planejamento de Necessidades da Empresa)	Sistema computadorizado usado pelas empresas no planejamento e gerenciamento dos recursos necessários ao recebimento e expedição dos pedidos dos clientes, bem como para contabilização e reposição de todos os materiais necessários de acordo com os pedidos e as previsões de demanda.
<i>Financial/Accounting System</i> (Sistema Financeiro/de Contabilidade)	Procedimentos e processos usados para executar o controle financeiro e contábil.
<i>Forecasting System</i> (Sistema de Previsão)	Sistema computadorizado que se baseia em métodos quantitativos e qualitativos para fazer a previsão de demanda dos produtos.
<i>Freight Billing Application</i> (Aplicativo de Fatura de Frete)	Aplicação que permite ajustar, classificar, imprimir, ou transmitir eletronicamente as faturas de frete.
<i>Freight Consolidation System</i> (Sistema de Consolidação de Frete)	Sistema que dá suporte as atividades de consolidação de pequenas cargas e posterior expedição.
<i>Global Positioning System</i> (Sistema de Posicionamento Global)	Sistema que utiliza satélites para localizar com precisão um objeto na Terra, é utilizado por empresas de transporte para localizar veículos nas estradas.

Fonte: adaptado de Vieira et al. (2010).

Quadro 2: Tecnologias classificadas como *Software* (continuação).

Tecnologias	Descrição
<i>Group Decision Support System</i> (Sistema de Apoio à Decisão em Grupo)	Sistema de apoio à decisão de grupos de pessoas.
<i>Integrated Information System</i> (Sistema Integrado de Informações)	Expansão do sistema de informações básico. Pode ser obtido por meio da integração funcional ou técnica de dois ou mais sistemas de informação ou pela incorporação de uma parte dos elementos técnicos e/ou funcionais de um sistema em outro.
<i>Inventory Management System</i> (Sistema de Gerenciamento de Inventário)	Sistemas que auxiliam na garantia da disponibilidade de determinado produto por meio da administração do inventário, fornecendo informações para o gerenciamento do fluxo de materiais, uso dos equipamentos e pessoas.
<i>Logistics Information System</i> (Sistema de Informações Logísticas)	Sistema composto dos seguintes elementos: sistema de informações de vendas, sistema de informações de compras, controle de inventário, sistema de informações de chão de fábrica, sistema de informações de manutenção das unidades, gerenciamento da qualidade, sistemas de informações, sistemas de informações de transporte e sistema de informações do varejo.
<i>Loading Plans computer application</i> (Aplicativo Computacional para Planos de Carregamento)	Sistemas que apoiam a elaboração de planos que contém, em detalhes, as instruções para o arranjo das pessoas e para o carregamento dos equipamentos de uma ou mais unidades, ou agrupamento especial de pessoas e materiais a serem transportados por água, ar, rodovias ou ferrovias.
<i>Material Requirements Planning</i> (Planejamento das Necessidades de Material)	Sistemas computadorizados que, por meio da programação da produção, auxiliam o planejamento das necessidades de compra e gerenciamento dos níveis de inventário.
<i>Order Processing System</i> (Sistema de Processamento de Pedidos)	Sistema que recebe as informações das ordens de compra dos clientes e disponibilidade de inventário (do sistema de gerenciamento de inventário) e agrupa as ordens por cliente e prioridade, aloca o inventário por local do armazém e estabelece datas de entrega.
<i>Performance Measure System</i> (Sistema de Medição de Desempenho)	Conjunto de processos e ferramentas para se coletar e analisar dados capazes de apresentar informações sobre o desempenho de uma unidade organizacional de interesse - um grupo ou time de trabalho, um departamento, um processo, uma divisão etc.
<i>Routing/Scheduling</i> (Roteirização/Agendamento)	Processo pelo qual é determinado como o carregamento irá se deslocar entre a origem e o destino, inclui informações como: transportadores envolvidos, rota e tempo estimado.
<i>Shop Floor System</i> (Sistema de Chão de Fábrica)	Sistema de dados e informações para planejamento, agendamento e controle das atividades de chão de fábrica.
<i>Temperature/Pressure Monitoring System</i> (Sistema de Monitoramento de Temperatura/Pressão)	Sistema que notifica modificações na temperatura, umidade e pressão.
<i>Transport Management System</i> (Sistema de Gerenciamento de Transportes)	Sistema computadorizado projetado para fornecer gerenciamento otimizado do transporte, em vários modos, juntamente com as atividades associadas incluindo o gerenciamento da expedição de unidades, planejamento do trabalho, gerenciamento dos prestadores de serviços logísticos, gerenciamento da documentação (expedição internacional) entre outros.
<i>Track and Trace System</i> (Sistema de Rastreamento)	Monitoramento e registro dos movimentos dos carregamentos da origem ao destino.
<i>Web-based system</i> (Sistema Baseado na Web)	Sistema baseado na Internet que visa facilitar os processos internos e externos das empresas, integrando sistemas empresariais e de informação. Alguns exemplos são o <i>e-procurement</i> e o <i>e-marketplace</i> , sistemas de automação de processos de compras corporativas.
<i>Warehouse Management System</i> (Sistema de Gerenciamento de Armazéns)	Sistema utilizado para o gerenciamento efetivo dos processos de armazenagem, dirigindo as atividades do depósito, como recebimento, estocagem e contagem de ciclos de inventário. Também inclui suporte a comunicações por rádio frequência, permitindo transferências de dados em tempo real entre o sistema e o pessoal do armazém.

Fonte: adaptado de Vieira *et al.* (2010).

Quadro 3: Tecnologias classificadas no grupo Rede.

Tecnologias	Descrição
<i>Collaborative Visibility Network</i> (Rede de Visibilidade Colaborativa)	Tecnologia baseada na <i>web</i> , desenvolvida para simplificar e melhorar o gerenciamento das operações de entrada de inventário, fornecendo visibilidade em tempo real para os membros da cadeia de suprimentos.
<i>Electronic Commerce</i> (Comércio Eletrônico)	Compra e venda, marketing e assistência, e a entrega e pagamento de produtos, serviços e informações pela internet, intranets, extranet e outras redes entre uma empresa interconectada e seus clientes atuais e potenciais, fornecedores e parceiros comerciais.
<i>Electronic Data Interchange</i> (Troca Eletrônica de Dados)	Transmissão de informações de negócios interempresarial, de computador para computador, em um formato padrão.
<i>Electronic Marketplace</i> (Mercado Eletrônico)	Mercado virtual onde compradores e vendedores se encontram como num mercado tradicional, mas, nesse caso, todas as interações são feitas virtualmente.
Extranet	Rede que interliga recursos selecionados de uma empresa com seus clientes, fornecedores e outros parceiros de negócio, utilizando a internet ou redes privadas para interligar as intranets das organizações.
<i>Global Transportation Network</i> (Rede Global de Transportes)	Rede de transportes global que integra dados de transporte e sistemas necessários para efetuar o planejamento, comando e controle do transporte global, bem como visibilidade "em trânsito" através da gama de operações militares. A GTN coleta, integra e distribui informação de transporte aos comandantes de combate, serviços e outros clientes do Departamento de Defesa.
Internet	Grupo de redes de computadores interconectadas, de todas as partes do mundo. Acessadas através de um modem e um provedor de serviços <i>on-line</i> , contém muitas fontes de informações e atua como um gigante sistema roteador de mensagens eletrônicas.
Intranet	Rede interna de uma empresa que utiliza as tecnologias da internet. O <i>software</i> navegador da WEB fornece fácil acesso aos sites da Web internos montados por unidades de negócios, grupos ou indivíduos e outros recursos e aplicações de rede.
<i>Mobile Network</i> (Rede Móvel)	Rede que permite que um grande número de transceptores portáteis (celulares, <i>paggers</i> , etc.) se comuniquem uns com os outros, bem como com transceptores fixos e telefones em qualquer lugar da Rede, através de estações base, mesmo que algum transceptor esteja se movendo durante a transmissão.
<i>Online Access to client</i> (Acesso online ao cliente)	Transmissão <i>on-line</i> de informações sobre a movimentação de entrada e saída de produtos do centro de distribuição aos clientes. O PSL também tem acesso <i>on-line</i> a todas as informações relevantes sobre planos de entrega e atraso de cargas.
<i>Satellite Communication</i> (Comunicação via satélite)	Comunicação que envolve o uso de um satélite ativo ou passivo para expandir o alcance de comunicações, rádio, televisão ou outro transmissor, através do retorno dos sinais para a terra a partir de um satélite orbitante.
<i>Value Added Network</i> (Rede de Valor Agregado)	Atua como câmara de compensação para transações eletrônicas entre parceiros comerciais. Recebe transmissões EDI e armazena-as numa "caixa de correio" até que sejam recuperadas pelos parceiros de destino.
<i>Wi-Fi</i> (Rede sem Fio)	Classe de dispositivos de rede local sem fios (WLAN) baseados no padrão IEEE 802.11, sendo o termo Wi-Fi usado, frequentemente, como sinônimo para esta tecnologia e consiste na abreviação do termo em inglês, que significa Fidelidade Sem Fio.

Fonte: adaptado de Vieira *et al.* (2010).

Para Patterson *et al.* (2003), dentre as tecnologias mais utilizadas na logística, destacam-se: código de barras; troca eletrônica de dados ou EDI (*Electronic Data Interchange*); rastreamento de frotas; sistema de

gerenciamento de transportes, ou TMS (*Transportation Management System*); sistema de gestão de armazéns ou WMS (*Warehouse Management System*); sistema de gestão de relacionamento com clientes ou CRM (*Customer Relationship Management*); identificação por radiofrequência ou RFID (*Radio-Frequency Identification*); sistema de planejamento da cadeia de suprimentos ou SCP (*Supply Chain Planning*); sistema de previsão de demanda ou DFS (*Demand Forecasting System*); sistema de informação baseado na Internet ou WIS (*Web-Based Information System*); B2B e sistema integrado de gestão ou ERP (*Enterprise Resource Management*).

Apesar do grande número de TIC aplicáveis à logística, muitas apoiam o desenvolvimento de atividades específicas, não sendo assim usadas por um grande número de PSL e outras tecnologias têm custo de aquisição ainda bastante elevado. Estes fatores limitam o número de tecnologias usadas e analisadas nas pesquisas.

O estudo “*The State of Logistics Outsourcing 2009: third-party logistics*” conduzido por Langley Jr. e CapGemini (2009), identifica padrões tanto para as atividades logísticas terceirizadas quanto para tecnologias usadas: os serviços mais repetitivos tendem a ser terceirizados com maior frequência enquanto aqueles estratégicos, e mais focados no consumidor, são terceirizados com menor frequência. No que se refere às tecnologias, destacam-se aquelas relacionadas ao serviço de transporte, como é o caso de sistemas de rastreamento e roteirizadores, e armazenagem, que utiliza principalmente sistemas de gestão de armazéns, ou WMS (*Warehouse Management System*), além de tecnologias de identificação de itens em estoque, como códigos de barras e radiofrequência.

Os investimentos em TIC na área da logística também são relevantes e os benefícios decorrentes da sua adoção não são facilmente mensurados, o que limita o uso de algumas tecnologias mais novas. Apesar da importância atribuída às TIC na melhoria do desempenho das atividades, observa-se que muitas empresas que realizam elevados investimentos não obtêm resultados satisfatórios e dentre as causas citadas na literatura, ressaltam-se as incertezas em relação aos resultados obtidos. De acordo com Rodrigues *et al.* (2008), algumas das razões da insatisfação em relação aos resultados estão: a falta de sistematização no manuseio de informações, problemas nos fluxos de informação, falta de colaboração entre os elementos da cadeia, dados com erros.

Sem dúvida, faz-se necessário um melhor entendimento do uso das TIC neste setor, de forma a permitir a escolha de ações adequadas à

realidade das empresas e, conseqüentemente, a obtenção de melhores resultados.

2.2. O IMPACTO DO USO DAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO SOBRE A EFICIÊNCIA DAS EMPRESAS: AS PESQUISAS

A compreensão do impacto da tecnologia sobre a eficiência das operações interessa a economia e a sociedade como um todo e tem sido objeto de estudo de diversas entidades, governamentais ou privadas.

O EUROSTAT (2010), organização estatística da União Europeia, realiza pesquisas padronizadas para os países membros, desde o ano de 2002 sobre o uso das tecnologias pelas empresas e indivíduos. Um dos projetos do EUROSTAT, intitulado *ICT impact assessment by linking data from diferente sources*, tem como objetivo a avaliação do impacto do uso das TIC no âmbito das empresas e dos países. O referido projeto, do qual participaram 13 países - Holanda, França, Suécia, Finlândia, Noruega, Itália, Áustria, Alemanha, Irlanda, República Checa, Eslovênia, Dinamarca e Reino Unido - foi desenvolvido entre os anos de 2006 a 2008 e apresenta recomendações sobre a definição de indicadores de produtividade para avaliar o impacto do uso das TIC nos negócios e na economia. Os resultados mostram que o uso das mesmas métricas para avaliar a utilização das TIC apresentam relações variadas com a produtividade do trabalho nos vários setores no nível das empresas nos diferentes países: para o Reino Unido, França, países nórdicos e Países Baixos, as correlações positivas observadas em estudos anteriores foram confirmadas enquanto em outros países, que também participam do projeto, os efeitos de produtividade são insignificantes ou até mesmo, em um ou dois casos, negativos (EUROSTAT, 2008).

A metodologia desenvolvida pelo EUROSTAT foi adotada pelo CETIC (Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação), a partir do ano 2005, com o objetivo de “ampliar a compreensão sobre a intensidade e natureza do uso das TIC no Brasil” (CETIC, 2010). Estas pesquisas trazem informações sobre o uso das tecnologias em diversos setores da economia, sendo a Internet uma das tecnologias de maior interesse. Dentre os setores pesquisados está incluído o de transporte e armazenagem.

Outros trabalhos científicos e pesquisas conduzidas por organizações privadas também avaliam a importância destas tecnologias

para a Logística e, ao mesmo tempo, tratam dos obstáculos de obter ganhos decorrentes do seu uso. Langley Jr. e CapGemini (2012) em suas pesquisas anuais identificam que há um hiato entre as expectativas geradas com o uso destas tecnologias pelos PSL e a satisfação dos clientes, pois somente 54% afirmam estarem satisfeitos com as habilidades dos PSL relacionadas ao uso das tecnologias. Ao mesmo tempo, 93% dos clientes pesquisados consideram que as TIC consistem em componentes chaves da relação entre PSL e seus clientes. Apesar de se observar uma tendência de queda desta discrepância nos últimos dez anos a mesma se mantém em níveis elevados (Figura 1), o que demonstra um considerável desapontamento dos clientes de PSL em relação à expertise que estes têm em Tecnologia de Informação (TI).

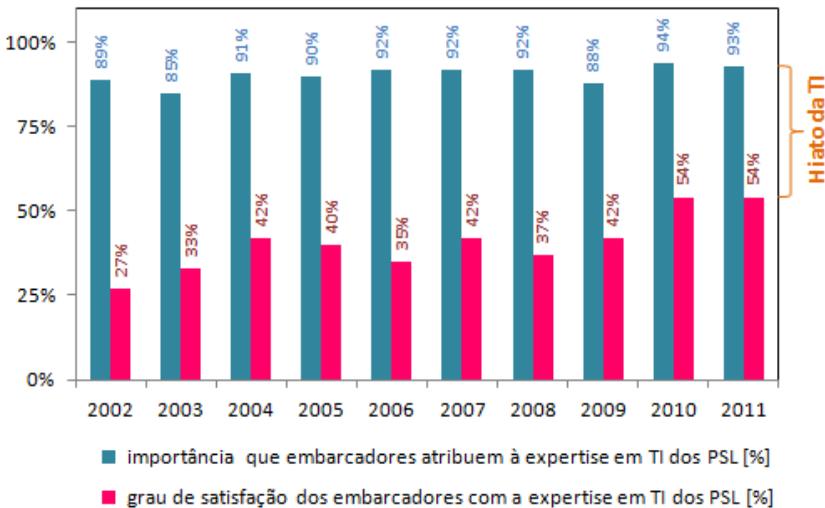


Figura 1: Evolução do hiato entre expectativa e satisfação dos embarcadores com a expertise em TI dos PSL.

Fonte: Langley Jr. e CapGemini, 2012.

Os estudos sobre o uso das TIC fornecem informações relevantes, inclusive, para uma melhor compreensão da estrutura de serviços logísticos, ou seja, como os PSL se diferenciam. Luna e Fries (2011), por exemplo, apresentam uma classificação do mercado de PSL no Brasil, com base exclusivamente em variáveis categóricas sobre o uso de tecnologias pelos PSL. O uso de algumas tecnologias permite identificar os tipos de serviços oferecidos pelas empresas, como é o

caso, por exemplo, de aplicativos de roteirização ou WMS, usados por PSL que executam, principalmente, atividades de distribuição física e armazenagem, respectivamente.

Deve-se considerar a relação entre as características dos serviços oferecidos e as tecnologias usadas, pois o impacto do seu uso também é função do tipo de tecnologia adotado pelas empresas. Assim, o uso das tecnologias permite fazer inferências sobre o estágio de evolução do mercado de prestação de serviços logísticos. Luna *et al.*, (2010) identificam, em uma pesquisa que analisa comparativamente a indústria de PSL em regiões com diferentes níveis socioeconômicos, que o uso de tecnologias como WMS, código de barras e rastreamento, largamente empregadas na região Sudeste/Sul do Brasil, é ainda incipiente no Nordeste.

Há algumas tecnologias mais disseminadas no mercado dos PSL. Vieira *et al.* (2010) observaram que as TIC mais usadas são aqueles voltadas às atividades de transporte e armazenagem, as quais correspondem às primeiras (e principais) atividades que são objeto de terceirização. Alguns números da pesquisa realizada por Langley Jr. e CapGemini (2009) ratificam esta observação: entrevista com 279 executivos de empresas PSL em vários países, mostrou que 75 e 81%, respectivamente, usavam TMS (*Transportation and Management System*) e WMS (*Warehouse Management System*), principais tecnologias oferecidas pelos PSL.

Ao mesmo tempo, pode-se ressaltar que há uma tendência de terceirização de atividades logísticas com o objetivo de manter a visibilidade dos fluxos de produtos e das informações ao longo das cadeias de suprimentos, inclusive, com o crescimento do número de empresas especializadas nestas atividades, como é o caso dos 4PL ou *lead logistics providers*. A integração entre os elementos da cadeia de suprimentos é um dos requisitos mais citados pela literatura que trata de PSL e TIC (VIEIRA; COELHO; LUNA, 2012) apesar das dificuldades em implantar e obter os benefícios das TIC empregadas com esta finalidade - talvez a principal razão do descontentamento apontado nas pesquisas de Langley e CapGemini ao longo dos anos.

De forma geral, os resultados desta pesquisa (LANGLEY e CAPGEMINI; 2012) mostram também um incremento nos investimentos em TIC, ao longo dos anos. Para Jeffers *et al.* (2008), a indústria de serviços logísticos tem sido, historicamente, uma das maiores investidoras em TI. Embora, no caso do Brasil, os gastos do mercado brasileiro com *software* para logística e gestão da cadeia de

suprimentos foram, em 2007, 80% menores que os das indústrias da Europa e Estados Unidos, os investimentos em TI aplicados à logística e cadeia de suprimentos estavam previstos crescer 23% entre as empresas brasileiras em 2008, o qual seria superior àqueles da Europa e Estados Unidos, previstos em 14% e 12%, respectivamente. Os números são resultado de pesquisa conduzida pelo Centro de Estudos em Logística do Instituto de Pós-graduação e Pesquisa em Administração da Universidade Federal do Rio de Janeiro, em conjunto com o instituto de pesquisa norte-americano *AMR Research* (CENTRO GESTOR DE INOVAÇÃO MOVELEIRO, 2008).

2.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar dos elevados investimentos em TIC visando a melhoria do desempenho das atividades, muitas empresas não obtêm resultados satisfatórios. A falta de sistematização no manuseio de informações, problemas nos fluxos de informação, falta de colaboração entre os elementos da cadeia, dados com erros, são algumas das constantes causas de incertezas em relação aos resultados obtidos com o uso das TIC. A dificuldade em utilizar de forma eficiente as TIC, em especial as baseadas na Internet, tem sido apontado como outro entrave para o aproveitamento de suas potencialidades.

Há muitas incertezas sobre o uso das TIC e seu impacto na eficiência das operações logísticas. Conforme ressalta Marasco (2008), muito se tem publicado sobre o potencial das TIC para os PSL, mas pouca atenção tem sido dada a outros temas, entre os quais a escolha e as formas de implementação dessas tecnologias.

Este trabalho visa esclarecer a relação do uso de pacotes de TIC e a eficiência com que operadores logísticos prestam seus serviços. Em especial, a questão é identificar pacotes de TIC que, baseado na observação da operação e desempenho de seus pares, tendem a projetar seus usuários na fronteira de eficiência. Futuros usuários podem, desta maneira, selecionar de forma mais adequada as TIC mais promissoras para aumento de sua eficiência e, por conseguinte, da produtividade.

3. PRODUTIVIDADE E ANÁLISE DE EFICIÊNCIA

Produtividade constitui um indicador fundamental da avaliação econômica de processos de transformação. É definida pela relação entre o volume obtido de bens e/ou serviços (*output*) e o volume de insumos (*input*) utilizado num processo. Esta relação é trivial no caso de um processo de transformação de um único *input* em um único *output*, como tradicionalmente se avalia produtividade na produção agrícola (em toneladas/hectare, por exemplo). No caso de um processo geral, quando múltiplos *inputs* são transformados em múltiplos *outputs*, o numerador e o denominador desta relação devem ser agregados de uma maneira que estes representem as características da tecnologia de produção empregada e do ambiente em que o processo tem efeito. Esta medida geral de produtividade é comumente denominada de Produtividade Total dos Fatores (PTF) (ou *Total Factor Productivity*) (COELLI *et al.*; 2005).

Para diferentes níveis de utilização de *input* pode-se construir uma relação entre estes níveis e a quantidade máxima de *output* obtível num período de tempo estabelecido, usando uma determinada tecnologia no processo de transformação. Esta relação é conhecida como função de produção do processo de transformação de insumo (*input*) em produto (*output*).

A Figura 2 ilustra uma função de produção típica para um *input* e um *output* e os três estágios que caracterizam esta função (CHING e YANAGIDA, 1985). O estágio 1 é caracterizado pelo incremento na quantidade de *output* por unidade empregada de *input*. Ao final deste estágio, obtém-se a máxima quantidade de *output* por quantidade de *input* empregada. No estágio 2, com o aumento da quantidade de *input* empregada, a quantidade de *output* é incrementada a uma taxa decrescente até atingir a quantidade máxima de *output* possível de ser obtida com o emprego de qualquer quantidade de *input*. Finalmente no estágio 3, quantidade em excesso de *input* é empregada de tal forma que sua presença congestionava o processo de transformação, reduzindo a quantidade total de *output* obtida com o incremento da quantidade de *input* empregada.

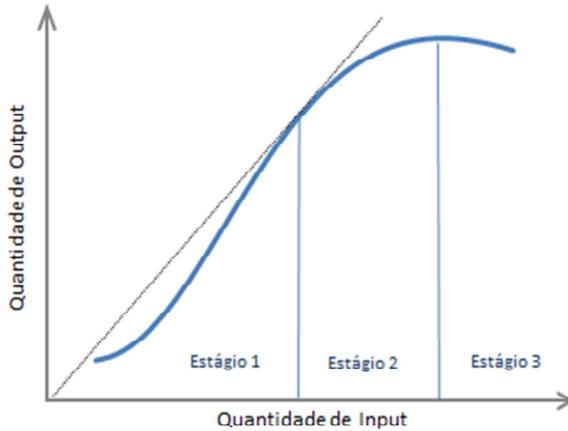


Figura 2: Exemplo de função de produção.

Fonte: Ching e Yanagida, 1985.

A avaliação do quão bem uma unidade organizacional transforma *inputs* em *outputs* é feita pela análise da eficiência produtiva do processo de transformação empregado (NORMAN e STOKER, 1991). Enquanto produtividade relaciona *outputs* e *inputs*, eficiência compara desempenho produtivo de uma organização com o melhor desempenho observado no setor que ela opera.

Farrell (1957) definiu eficiência técnica como a habilidade para produzir a maior quantidade possível de produto para um dado grupo de *inputs* e eficiência preço como a habilidade de combinar aqueles *inputs*, conhecendo os preços, numa proporção que minimiza custos.

Conforme Coelli *et al.* (2005), os métodos de avaliação de desempenho podem ser agrupados em quatro categorias, de acordo com o tipo de informação disponível para a análise:

- 1) modelos econométricos de produção;
- 2) índices de Produtividade Total dos Fatores (PTF);
- 3) análise envoltória de dados (DEA – *Data Envelopment Analysis*) e
- 4) fronteira de produção estocástica.

Os dois primeiros métodos são usualmente aplicados para agregar dados de séries temporais e fornecer medidas de mudanças tecnológicas ao longo do tempo, assumindo que todas as empresas operam eficientemente. Os últimos, ao contrário, são aplicados a amostras de

empresas, num dado momento do tempo, fornecendo medidas da eficiência relativa das empresas consideradas na amostra. A hipótese que todas as empresas sejam tecnicamente eficientes não é considerada nestes dois últimos métodos (COELLI *et al.*, 2005).

3.1. MEDIÇÃO DE PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA TÉCNICA

Produtividade (PR) pode ser definida como a razão entre a quantidade do que é produzido em um processo de transformação e a quantidade do que é necessário para tanto. Considerando um processo de transformação de um insumo e um único produto, tem-se que produtividade é definida pela relação:

$$PR = \frac{y}{x}$$

onde y representa quantidade de produto gerado enquanto x representa quantidade de insumo empregado no processo de transformação. Para um processo de transformação multidimensional que combina n insumos em m produtos, produtividade é dada pela relação entre a ponderação das quantidades obtidas de produtos e a ponderação das quantidades empregadas de insumos (LUPTÁČIK, 2010):

$$PR = \frac{\sum_{j=1}^m p_j y_j}{\sum_{i=1}^n q_i x_i}$$

onde y_j representa a quantidade de j -ésimo produto gerado, com $j = 1, 2, \dots, m$ e x_i indica a quantidade do i -ésimo insumo empregado no processo de transformação, com $i = 1, 2, \dots, n$. Os pesos p_j e q_i são coeficientes técnicos atribuídos pela tecnologia utilizada no processo de transformação de insumos em produtos. A rigor, esta relação de produtividade reduz a dimensionalidade decorrente do uso de múltiplos

inputs em múltiplos *outputs* em um único *input* “virtual” e um único *output* “virtual” (LUPTÁČIK, 2010).

Segundo Moita (1995), a eficiência técnica (*ET*) é definida como:

[...] uma relação de transformação (a qual reúne também informações de insumos e produtos) que compara uma situação observada com a melhor situação possível. Assim, para o enfoque de aumento de produção, pode-se definir eficiência técnica como a razão entre a produção observada e a máxima produção que poderia ser alcançada considerando-se os insumos existentes.

Seja ainda y_I^* , a produção máxima alcançada, dado o emprego do insumo x_I e PR^* a produtividade máxima para o insumo x_I . Então tem-se (para o caso de um único insumo e um único produto):

$$ET = \frac{y_I}{y_I^*} = \frac{x_I}{x_I} = \frac{PR}{PR^*}$$

Em um caso multidimensional, com n insumos e m produtos, a eficiência técnica é dada por:

$$ET = \frac{\sum_{j=1}^m p_j y_j}{\sum_{j=1}^m p_j y_j^*} = \frac{\sum_{j=1}^m p_j y_j}{\sum_{i=1}^n q_i x_i} = \frac{PR}{PR^*}$$

onde $\sum_{j=1}^m p_j y_j^*$ maximiza a produção para o insumo $\sum_{i=1}^n q_i x_i$. Desta

forma, a eficiência técnica pode ser vista como uma grandeza adimensional, dada por um quociente de produtividades.

Em linhas gerais, a abordagem DEA calcula, para um conjunto de q unidades produtivas, a eficiência técnica relativa da k -ésima unidade produtiva, ET_k , que transforma n insumos (nas quantidades x_i^k , com $i=1,2,\dots,n$) em m produtos (nas quantidades y_j^k , com $j=1,2,\dots,m$), gerando uma produtividade PR_k , com $k = 1, 2, \dots, q$. Assim, a eficiência técnica da k -ésima unidade produtiva, ET_k , é dada por:

$$ET_k = \frac{PR_k}{PR^*}$$

onde $PR^* = \max_{r=1,2,\dots,q} \{PR_r\}$

Assim, para qualquer unidade produtiva k , $ET_k \leq 1$, e deve existir pelo menos uma unidade produtiva com $ET_k = 1$.

3.2. ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DATA ENVELOPMENT ANALYSIS - DEA)

A Análise Envoltória de Dados, (*Data Envelopment Analysis* - DEA) é uma técnica não-paramétrica desenvolvida para estimação da fronteira de produção de processos de transformação de múltiplos *inputs* em múltiplos *outputs*. Por ser uma técnica não paramétrica, esta abordagem para definição de uma fronteira de produção não permite extrapolação de suas conclusões, como seria o caso da aplicação de modelos paramétricos (ou estocásticos) para tal. Ou seja, as conclusões estão restritas às unidades produtivas e variáveis empregadas na análise.

DEA é usada para medir empiricamente a eficiência produtiva de um conjunto de DMUs (*Decision Making Units*), os quais consistem de instituições que operam num setor econômico, produzindo bens e/ou serviços. Esta técnica, baseada na Programação Linear, foi proposta por

Charnes, Cooper e Rhodes (1978) para modelos com retornos constantes de escala e, aprimorada para modelos com retornos variáveis de escala por Banker *et al.*(1984). Desde então, muitas extensões destes modelos têm sido propostas, tornando DEA um meio versátil e frequentemente utilizado para avaliação de eficiência de processos produtivos.

Em estudo realizado por Liu *et al.* (2012) é mostrado que no período 1978-2010, 4.936 trabalhos sobre DEA foram publicados. Pouco mais de um terço deste total corresponde a desenvolvimentos metodológicos enquanto o restante consiste de aplicações da técnica DEA. Segundo o mesmo estudo, as áreas bancária, saúde, agricultura, transportes e educação lideram em número de aplicações, sendo que em anos recentes um número crescente de estudos DEA nas áreas de energia e meio-ambiente tem sido observado.

O emprego de modelos DEA é particularmente vantajoso na avaliação de instituições cujos fatores de produção não estão diretamente submetidos a valores de mercado ou outras medidas cardinais de importância relativa, pois a análise é feita desconsiderando-se *a priori* a forma funcional das relações entre *inputs* e *outputs*.

3.2.1. Modelos DEA

O modelo básico DEA considera eficiência como a soma ponderada dos *outputs* dividida pela soma ponderada dos *inputs*, sem conhecimento *a priori* dos pesos destes fatores. Cada DMU estabelece seu plano de produção, ou seja, aquele conjunto de pesos para os *inputs* e *outputs* que ela considera apropriada para maximizar sua produtividade (COOPER *et al.*, 2007).

Para uma dada DMU o de um conjunto de n unidades de produção usando tecnologia similar com r *inputs* X e s *outputs* Y , o objetivo é determinar o conjunto de pesos $v_i, (i=1, \dots, r)$, e $u_j, (j=1, \dots, s)$, que maximiza a relação entre seus *outputs* e *inputs* ponderados, sujeito à restrição de que para cada DMU do conjunto a ser analisado, a soma ponderada dos seus *outputs* seja limitada pela soma ponderada de seus *inputs*, ou seja:

Modelo 1:

$$\max_{u,v} e_o = \frac{\sum_{j=1}^s u_j Y_{jo}}{\sum_{i=1}^r v_i X_{io}} \quad \text{sujeito a} \quad \frac{\sum_{j=1}^s u_j Y_{jm}}{\sum_{i=1}^r v_i X_{im}} \leq 1; \quad m = 1, \dots, n$$

e as restrições usuais de não-negatividade para as variáveis u e v .

Assume-se que o denominador das equações do modelo (1) tenha pelo menos uma componente não nula, ou seja, peso e quantidade relativa a pelo menos um *input* estritamente positiva.

Sem perda de generalidade, o denominador da função objetivo do problema de otimização fracional acima pode ser limitado a 1 de maneira que o modelo (1) pode ser transformado em um problema de Programação Linear:

Modelo 2:

$$\begin{aligned} \max_{u,v} e_o &= \sum_{j=1}^s u_j Y_{jo} \\ \text{sujeito a} \quad &\sum_{i=1}^r v_i X_{io} = 1 \\ &\sum_{j=1}^s u_j Y_{jm} \leq \sum_{i=1}^r v_i X_{im} \quad m = 1, \dots, n \\ &v_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, r \\ &u_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, s \end{aligned}$$

Este problema de Programação Linear, referido na literatura como modelo de retornos constantes de escala (*CRS – Constant Return of Scale*) (COOPER, SEIFORD e TONE, 2007; LOVELL, 1993), pode então ser resolvido para cada unidade m do conjunto de DMUs, onde $e_m \leq 1$. As DMUs com $e_m = 1$ estão operando com planos de produção na fronteira de eficiência, enquanto aquelas com $e_m < 1$ estão operando fora desta fronteira e são ineficientes quando comparadas com as primeiras.

O modelo (2) é *input*-orientado porque mede a distância do plano de produção da DMU o até a fronteira de eficiência, considerando o menor consumo possível de *input* para um dado nível de produção de *output*.

Desde que em aplicações DEA o número combinado de insumos e produtos é menor que o número de DMUs observadas, é preferível computacionalmente resolver o dual do modelo (2) (NORMAN e STOKER, 1991), o qual é apresentado abaixo:

$$\begin{aligned}
 \text{Modelo 3:} \quad & \min_{\theta_{CRS}, \lambda} \theta_{CRS} \\
 \text{sujeito a} \quad & \sum_{m=1}^n \lambda_m X_{im} \leq \theta_{CRS} X_{io} & i = 1, \dots, r \\
 & \sum_{m=1}^n \lambda_m Y_{jm} \geq Y_{jo} & j = 1, \dots, s \\
 & \lambda_m \geq 0 & m = 1, \dots, n
 \end{aligned}$$

A solução do modelo (3) provê o escalar θ_{CRS}^* , o qual corresponde ao menor multiplicador das quantidades de insumos da DMU o , que projeta esta unidade na fronteira de eficiência pelos decréscimos nos valores das quantidades de insumo (FERREIRA e GOMES, 2009), e mantendo constante a proporção de insumos empregada por ela. A Figura 3 mostra a projeção do plano de produção da DMU o sobre a fronteira gerada pelo modelo CRS considerando um único insumo e a projeção de X^o em $\theta_{CRS}^* X^o$, no espaço gerado pelo conjunto de dois insumos (X_1 e X_2). O modelo (3) é também conhecido pelo acrograma CCR, devido às iniciais dos nomes dos autores (Charnes, Cooper e Rhodes) do trabalho seminal de DEA publicado em 1978. Cooper *et al.* (2007) nomeiam o índice de eficiência obtido com o modelo CRS de “eficiência técnica global” (*global technical efficiency*), pois o conjunto de planos de produção possível é definido por qualquer expansão ou redução radial das DMUs e qualquer das suas combinações não-negativas.

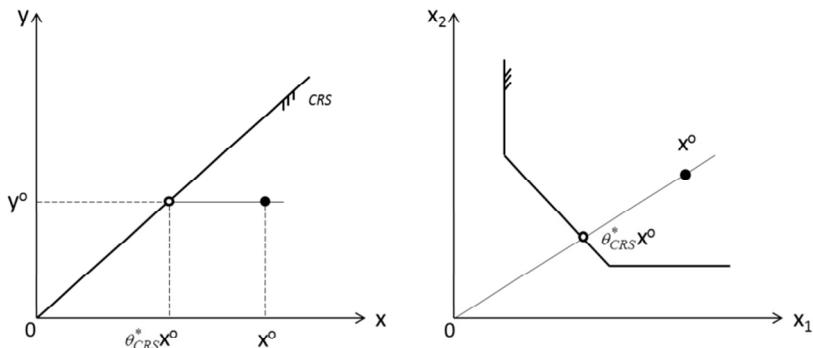


Figura 3: Medida de eficiência técnica, modelo CRS, *input* orientado.
 Fonte: adaptado de Färe, Grosskopf e Lovell, 1994.

A adição da restrição de convexidade $\sum_{m=1}^n \lambda_m = 1$ ao modelo de programação matemática (3) restringe a região de soluções viáveis do modelo CRS às combinações convexas geradas pelos planos de produção das DMUs observadas. Este modelo sugerido por Banker, Charnes e Cooper (1984) introduz o conceito de retornos variáveis de escala (*VRS – Variable Return of Scale*) à análise envoltória de dados. É também conhecido simplesmente por modelo BCC, em homenagem aos seus autores, e tem formulação dada por:

Modelo 4:

$$\begin{aligned}
 & \min_{\theta_{VRS}, \lambda} \theta_{VRS} \\
 \text{sujeito a} \quad & \sum_{m=1}^n \lambda_m X_{im} \leq \theta_{VRS} X_{io} & i = 1, \dots, r \\
 & \sum_{m=1}^n \lambda_m Y_{jm} \geq Y_{jo} & j = 1, \dots, s \\
 & \sum_{m=1}^n \lambda_m = 1 \\
 & \lambda_m \geq 0 & m = 1, \dots, n
 \end{aligned}$$

A Figura 4 ilustra a medida de eficiência técnica sob a condição de retornos variáveis de escala para um processo de transformação de um insumo em um produto. A fronteira de eficiência é definida pelos planos de produção de três DMUs, h , i e j , com planos de produção dados por (X^h, Y^h) , (X^i, Y^i) e (X^j, Y^j) , respectivamente. Para a DMU o , a eficiência técnica relativa ao modelo VRS, θ_{VRS}^* , com orientação para *input*, é definida pela relação das distâncias entre os pontos $(0, Y^o)$ e $(\theta_{VRS}^* X^o, Y^o)$ e entre os pontos $(0, Y^o)$ e (X^o, Y^o) (COOPER *et al.*, 2007), ou seja:

$$\theta_{VRS}^* = \frac{\overline{(0, Y^o) (\theta_{VRS}^* X^o, Y^o)}}{\overline{(0, Y^o) (X^o, Y^o)}}$$

O ponto $(\theta_{VRS}^* X^o, Y^o)$ representa a máxima retração possível de insumo que pode ser aplicada à DMU o , tal que esta seja eficiente tecnicamente sob condições de retornos variáveis de escala. A eficiência obtida por meio do modelo VRS também é denominada por Cooper *et al.* (2007) de “eficiência técnica pura local” (*local pure technical efficiency*) pois o modelo VRS assume que somente as combinações convexas das DMUs observadas formam o conjunto possível de planos de produção.

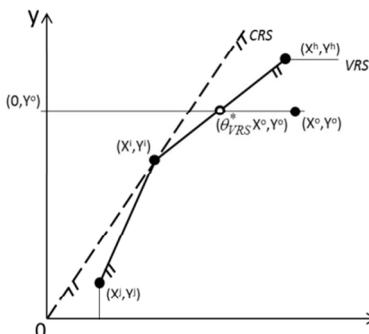


Figura 4: Medida de eficiência técnica, modelo VRS, *input* orientado.
 Fonte: adaptado de Cooper, Seiford e Tone, 2007.

A combinação das medidas de eficiência técnica obtidos com os modelos CRS e VRS pode indicar a existência de ineficiência de escala na operação das DMUs. Cooper, Seiford e Tone (2007) definem eficiência de escala (ESC) de uma DMU VRS eficiente como sendo a relação entre as respectivas eficiências técnicas CRS e VRS, ou seja:

$$ESC = \frac{\theta_{CRS}^*}{\theta_{VRS}^*}$$

Como $\theta_{CRS}^* \leq \theta_{VRS}^*$, qualquer DMU com $\theta_{CRS}^* = 1$ opera na escala mais produtiva possível e, portanto, $ESC = 1$. Na Figura 5, esta condição é apresentada graficamente pela DMU j , com coordenadas (X^j, Y^j) . Nesta figura, as DMUs i e k apresentam $\theta_{CRS}^* < \theta_{VRS}^*$ e, portanto, têm eficiências de escala idênticas às respectivas eficiências técnicas CRS (pois suas eficiências técnicas VRS são máximas, ou seja, iguais a 1).

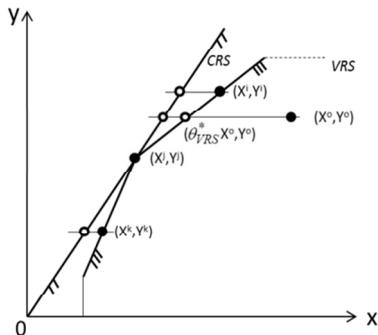


Figura 5: Medida de eficiência de escala, *input* orientado.
 Fonte: adaptado de Färe, Grosskopf e Lovell, 1994.

A DMU o da Figura 5 apresenta ineficiências tanto para o modelo CRS quanto para o modelo VRS. Ou seja, além de ser ineficiente tecnicamente, esta DMU também padece de ineficiência de escala nas suas operações. A eficiência de escala da DMU o é equivalente à eficiência CRS da projeção do plano de operação (X^o, Y^o) da DMU o sobre a fronteira do modelo VRS, dada por $(\theta_{VRS}^* X^o, Y^o)$.

A eficiência de escala não permite caracterizar a natureza crescente ou decrescente do retorno de escala das operações de uma DMU. As DMUs i e k mostradas na Figura 5 têm eficiência técnica pura unitária. No entanto, a primeira apresenta retornos crescentes enquanto a segunda apresenta retornos decrescentes de escala considerando a fronteira de eficiência definida pela DMU j , a qual apresenta eficiência técnica global (modelo CRS) máxima.

Retornos crescentes de escala decorrem da operação com produtividade média crescente, que geralmente tende a atingir um patamar de máxima produtividade média (final do estágio 1 ilustrado na Figura 2) e, a partir da qual, os retornos passam a ser decrescentes com o incremento da escala da operações.

Extensões da abordagem DEA permitem determinar a natureza da escala de operações. Estas extensões relaxam as condições de convexidade estabelecidas para o modelo (4) de retornos variáveis de escala, restringindo o conjunto de planos de produção possíveis de acordo com o desejado (COOPER *et al.*, 2007)

O modelo de retornos não decrescentes de escala (*IRS – Increasing Returns-to-Scale*) pode ser formulado substituindo-se a

equação $\sum_{m=1}^n \lambda_m = 1$ do modelo (4) pela restrição $\sum_{m=1}^n \lambda_m \geq 1$ (FERREIRA e GOMES, 2009), resultando em:

Modelo 5:

$$\begin{aligned} & \min_{\theta_{IRS}, \lambda} \theta_{IRS} \\ \text{sujeito a} \quad & \sum_{m=1}^n \lambda_m X_{im} \leq \theta_{IRS} X_{io} & i = 1, \dots, r \\ & \sum_{m=1}^n \lambda_m Y_{jm} \geq Y_{jo} & j = 1, \dots, s \\ & \sum_{m=1}^n \lambda_m \geq 1 & m = 1, \dots, n \end{aligned}$$

O modelo IRS impede a redução da escala das DMUs, mas permite expandi-la ao infinito, enfatizando o foco nas medidas de eficiência de escala de DMUs de pequeno porte. Por outro lado, retornos não crescentes de escala (*DRS – Decreasing Returns-to-Scale*) podem

ser modelados substituindo-se a equação $\sum_{m=1}^n \lambda_m = 1$ do modelo (4) pela

restrição $\sum_{m=1}^n \lambda_m \leq 1$ (FERREIRA e GOMES, 2009), resultando em:

Modelo 6:

$$\begin{aligned}
 & \min_{\theta_{DRS}, \lambda} \theta_{DRS} \\
 \text{sujeito a} \quad & \sum_{m=1}^n \lambda_m X_{im} \leq \theta_{DRS} X_{io} & i = 1, \dots, r \\
 & \sum_{m=1}^n \lambda_m Y_{jm} \geq Y_{jo} & j = 1, \dots, s \\
 & \sum_{m=1}^n \lambda_m \leq 1 & m = 1, \dots, n
 \end{aligned}$$

Diferentemente do modelo CRS, o modelo DRS impede a expansão da escala ao infinito enquanto que retornos de escala variáveis para baixo (sob o ponto de vista dos *inputs*) são permitidos, enfatizando o foco nas medidas de eficiência de escala de DMUs de grande porte, quando retornos de escala são decrescentes (COOPER *et al.*, 2007).

A Figura 6 mostra as fronteiras de eficiência e conjuntos de planos de produção possíveis para os modelos IRS e DRS, respectivamente.

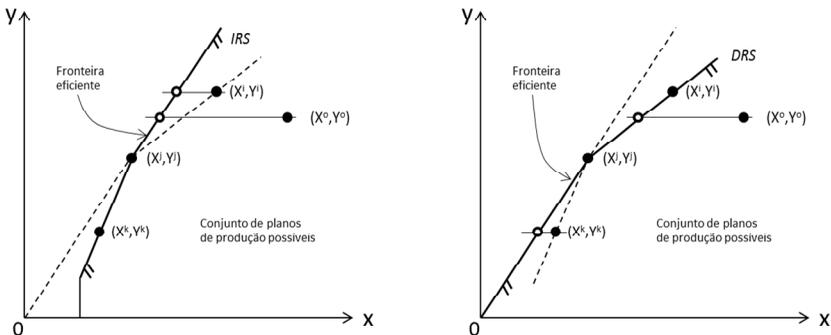


Figura 6: Medidas de eficiência para retornos não decrescentes (IRS) e não crescentes (DRS) de escala, orientados para *input*.

Fonte: o autor.

Para determinar a natureza da escala de uma DMU qualquer, comparam-se as eficiências obtidas com os modelos VRS, IRS e DRS.

Se os coeficientes de eficiência técnica VRS e IRS forem iguais, então a DMU opera numa escala com retornos crescentes. Esta situação pode ser observada pela DMU com plano de produção (X^k, Y^k) indicado na Figura 6 sobre a fronteira eficiente IRS. Caso sejam distintos, então a DMU opera numa escala com retornos decrescentes. Esta situação é observada na fronteira IRS para as DMUs i e o na Figura 6. Ambas apresentam eficiência técnica IRS inferior à eficiência técnica VRS, situando-as desta forma, numa escala de operação com retornos decrescentes de escala. Observe-se que a DMU i se encontra sobre a fronteira de eficiência VRS, mas mesmo nesta situação, ainda apresenta retornos decrescentes de escala.

Análise similar pode ser feita comparando-se coeficientes de eficiência técnica VRS e DRS. Se forem idênticos, então a DMU em questão apresenta retornos decrescentes de escala. Caso os coeficientes sejam diferentes, então a DMU opera com retornos crescentes de escala. Neste caso, medidas gerenciais que indiquem aumento do porte da DMU, com o incremento nos *inputs* nas mesmas proporções utilizadas, devem permitir aumento de sua eficiência técnica CRS.

A eficiência de escala de uma DMU definida por Cooper *et al.*, (1984) pode ser interpretada como uma decomposição da eficiência CRS nas componentes de eficiência de escala ESC e eficiência VRS. Färe, Grosskopf e Lovell (1994) propuseram uma extensão ao modelo VRS que permite decompor a medida de eficiência técnica derivada do modelo VRS nas componentes gerencial e congestionamento. A congestão de insumo (supondo tratar-se de um modelo orientado para insumo) é identificada quando quantidades adicionais de insumo fazem com que a produção decresça. Esta situação corresponde ao terceiro estágio da função de produção com retornos de escala negativos (FERREIRA e GOMES, 2009), conforme ilustrado na Figura 2.

O modelo proposto por Färe *et al.* (1994) incorpora o conceito de descarte fraco de *insumos* ao modelo VRS. Descarte é uma característica de um processo que regula as possibilidades de uma DMU armazenar ou desfazer-se de insumos e/ou produtos sem interferir na operação produtiva. Descartes podem ser segundo Färe *et al.* (1994) fortes ou fracos. Cada produto pode assumir um dos tipos de descarte, independentemente do tipo de descarte exibido pelos demais insumos (produtos) e pelos produtos (insumos). Os modelos DEA apresentados anteriormente pressupõem descarte forte de insumos, que se verifica quando se pode aumentar o *input* sem haver redução do *output*. O

descarte fraco de insumo é identificado quando há custo produtivo para aumentar o consumo de um *input*.

A Figura 7 ilustra o conceito de descarte de um processo produtivo de dois insumos X_1 e X_2 . Os descartes forte e fraco de insumo estão indicados pelas duas envoltórias do conjunto de planos de produção possíveis. O descarte forte de insumo é exibido quando (X^0, Y^0) for um plano viável e implicar que o plano (X, Y^0) também é viável para todo $X \geq X^0$. O descarte fraco de insumo é exibido quando (X^0, Y^0) for um plano viável e implicar que o plano $(\theta X^0, Y^0)$ também é viável para todo $\theta \leq 1$.

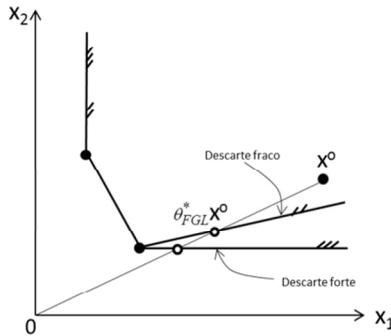


Figura 7: Medida de eficiência gerencial, modelo orientado para *input*.

Fonte: Färe, Grosskopf e Lovell, 1994.

O modelo *input* orientado de avaliação da eficiência técnica com descarte fraco para insumo, FGL, tem relaxadas as restrições de descarte forte dos *inputs* no modelo original VRS, resultando no seguinte problema de programação linear (FÄRE *et al.*, 2009):

Modelo 6:

$$\begin{aligned}
 & \min_{\theta_{FGL}, \lambda} \theta_{FGL} \\
 \text{sujeito a} \quad & \sum_{m=1}^n \lambda_m X_{im} = \theta_{FGL} X_{io} & i = 1, \dots, r \\
 & \sum_{m=1}^n \lambda_m Y_{jm} \geq Y_{jo} & j = 1, \dots, s \\
 & \sum_{m=1}^n \lambda_m = 1 \\
 & \lambda_m \geq 0 & m = 1, \dots, n
 \end{aligned}$$

A solução do modelo (6) permite identificar parcelas da eficiência técnica decorrente da gestão inadequada (eficiência gerencial) e do congestionamento de insumos. Färe *et al.* (1994) definem a medida de congestão nos insumos, θ_{CON}^* , como sendo:

$$\theta_{CON}^* = \frac{\theta_{VRS}^*}{\theta_{FGL}^*}$$

Congestionamento de *inputs* é detectado quando $\theta_{CON} < 1$, ou seja, quando a medida de eficiência obtida com o modelo (10) for diferente daquela obtida com o modelo VRS (de descarte forte), ou seja, quando $\theta_{FGL}^* \neq \theta_{VRS}^*$.

Quando o congestionamento é detectado, é possível identificar suas razões através do relaxamento parcial das restrições de insumos que se supõe serem as causas do congestionamento. Desta forma, é possível identificar gargalos no processo produtivo e prover ações corretivas para diminuir as ineficiências observadas (FÄRE *et al.*, 2009).

Outros modelos de avaliação da eficiência de congestionamento foram apresentados por Cooper, Gu e Li (2001) e Tone e Sahoo (2004) em contraposição ao modelo de Färe, Grosskopf e Lovell (1994). A abordagem de Färe *et al.* (1994) tem fundamentação axiomática apurada e faz uso de suposições plausíveis inspiradas na Teoria da Produção e no

trabalho pioneiro de Farrell (1957). Cooper *et al.* (2001) e Tone e Sahoo (2004) são modelos empíricos fundamentados na própria Análise de Envolvimento de Dados.

A atratividade do modelo de Färe *et al.* (1994) reside na possibilidade da decomposição da eficiência técnica nas componentes de eficiência técnica pura, eficiência de escala e eficiência de congestionamento, como aqui mostrado. Esta habilidade não está incluída nos demais modelos sendo esta a razão por ter se optado pelo emprego do modelo de Färe *et al.* (1994) para determinação das eficiências de congestionamento e gerencial neste trabalho.

3.2.2. Seleção das variáveis *input* e *output*

Um desafio presente em toda aplicação DEA é a seleção das variáveis de *input* e *output* que devem representar, com acurácia, o processo de transformação a ser avaliado.

Uma abordagem de três passos para proceder esta seleção é sugerida por Golany *et al.* (1989). O primeiro passo é qualitativo e utiliza critérios de seleção de variáveis que excluem informações redundantes ou conflitantes e incluem variáveis que contribuam para a avaliação de desempenho. O passo seguinte é quantitativo, baseado principalmente em procedimentos estatísticos (análise de correlação, análise de componentes principais e/ou outro método estatístico multivariado) das variáveis que sucederam ao passo anterior. O terceiro e último passo inclui procedimento iterativo baseado no próprio DEA, proposto por Norman *et al.* (1991), para refinar o conjunto de variáveis, selecionando assim aquelas variáveis *input* e *output* que servirão de base para a avaliação da eficiência.

Norman *et al.* (1991) apresentam um procedimento por etapas para seleção daquelas variáveis *input* e *output* que estejam mais fortemente correlacionadas com medidas de eficiência. Amaral (1999) descreve resumidamente o procedimento: 1) após classificar as variáveis em *outputs* e *inputs* inicia-se o procedimento com a seleção do primeiro elenco de variáveis relevantes, que é formado pelo *output* mais agregado e pelo *input* mais agregado que tenham a maior associação com as eficiências; 2) aplica-se o método DEA a este primeiro elenco de variáveis obtendo-se as medidas de eficiência dos planos executados pelas DMUs; 3) uma nova variável é incluída nos elenques das variáveis relevantes sempre que sua inclusão afetar significativamente a medida de eficiência DEA calculada. O processo continua até que se obtenha uma medida DEA que não se altere com a inclusão de novas variáveis.

Ferreira e Gomes (2009) sugerem a consulta a especialistas para orientação na escolha das variáveis assim como do modelo de retornos constantes ou variáveis, o qual deve estar associado às características da atividade e aos objetivos da análise. O procedimento para seleção das variáveis sugere seis passos: 1) estudar detalhadamente a atividade em análise; 2) consultar especialista que deve indicar quais variáveis *input* e *output* são relevantes; 3) utilizar um número limitado de variáveis; 4) construir tabela de intercorrelações entre as variáveis no intuito de excluir variáveis redundantes que estejam fortemente correlacionadas com as demais; 5) utilizar modelos de medidas específicas ou modelos com variáveis não discricionárias e 6) proceder análise multivariada, como análise de componentes principais e análise fatorial.

3.3. COMBINAÇÃO DE MODELOS DE REGRESSÃO E MODELOS DEA

Lovell (1993) expõe duas razões para medir eficiência e produtividade: 1) medidas de eficiência e produtividade são indicadores de sucesso ou desempenho, com os quais unidades produtivas podem ser avaliadas; 2) medindo ambas e separando seus efeitos dos efeitos do processo de transformação “produção”, pode-se estabelecer hipóteses sobre a origem dos diferenciais de eficiência e produtividade.

A combinação de modelos de regressão e modelos DEA é um caminho para estabelecer e verificar hipóteses sobre a relação entre medidas de eficiência e condições observadas - e não incluídas diretamente nos modelos DEA. Esta combinação é denominada DEA de múltiplos estágios (*Multi-Stage* DEA), onde no primeiro estágio, são determinadas as medidas de eficiência e nos demais, relações correlacionadas entre variáveis de interesse e medidas de eficiência são avaliadas (COOPER *et al.*, 2007).

3.3.1. Modelos de regressão

Métodos de regressão permitem analisar e inferir sobre a relação de uma variável dependente com uma ou mais variáveis independentes. Dependendo da pressuposta relação entre as variáveis, estas técnicas podem ser classificadas em métodos de regressão linear e não-linear. A regressão linear pressupõe uma relação linear entre a variável dependente Y e a variável independente X enquanto que a regressão não-linear permite analisar relações não lineares, e portanto, não

proporcionais entre Y e X . Métodos de regressão podem ainda ser classificados segundo o número de variáveis presentes no modelo de análise: regressão simples, quando apenas uma variável independente é incluída; regressão múltipla, quando pelo menos duas variáveis independentes são consideradas; e regressão multivariada quando várias variáveis dependentes correlacionadas são incluídas (HAIR *et al.*, 1998). A natureza quantitativa ou qualitativa das variáveis é outro aspecto utilizado para classificar os modelos de regressão disponíveis. A existência de variáveis qualitativas (ou categóricas) no modelo de regressão requer etapas adicionais (como a recodificação das variáveis categóricas em variáveis dicotômicas) para garantir a interpretação dos resultados (GREENE, 2011).

A definição de qual modelo de regressão a ser usado depende do número de variáveis a ser considerado, da natureza destas e das suposições que podem ser feitas acerca das distribuições dos dados disponíveis. A regra geral sugerida em (GREEN, 2011) consiste em seguir o princípio da parcimônia. Este princípio prega que bons modelos não deveriam dispor de mais parâmetros do que os necessários para representar uma relação adequadamente. Segundo o autor, duas razões fundamentam este princípio: 1) modelos simples são mais fáceis de entender e interpretar do que fazê-lo com modelos complexos; e 2) se modelos dispõem de variáveis desnecessárias, os erros-padrão dos coeficientes estimados da regressão tendem a “inflar”, dificultando os esforços para fazer inferências precisas.

3.3.2. Fundamentos da regressão linear simples

O modelo de regressão linear simples consiste em estimar os coeficientes β_0 e β_1 para a função de regressão dada por:

$$\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i$$

tal que a soma do quadrado dos erros da regressão, dado por

$$\sum_{j=1}^n \varepsilon_j^2 = \sum_{j=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2,$$

seja minimizada para uma amostra com n pares de observações (SAMOHYL, 2009). Neste modelo tem-se que:

- Y_i - variável dependente (ou variável explicada);
 X_i - variável independente (ou variável explicativa);
 β_0, β_1 - coeficientes a serem estimados pela regressão, sendo β_0 o intercepto da função de regressão, ou seja, o valor estimado de Y_i quando $X_i=0$; e β_1 , o coeficiente angular da reta;
 ε_i - variável que capta o erro da regressão, dado por $\varepsilon_i = Y_i - \hat{Y}_i$, para o i -ésimo par de observações da amostra, incluindo tanto fatores residuais como possíveis erros de medição.

A significância estatística do modelo obtido deve ser verificada por meio de testes de hipóteses, os quais permitem avaliar o quão adequado o modelo é na predição da variável explicada Y em função de valores observados para a variável explicativa X .

Segundo Samohyl (2009), o teste de hipótese com a estatística F deve ser priorizado para avaliar o grau de veracidade das estimativas. Esta estatística é empregada para testar a hipótese de que todos os coeficientes da regressão (incluindo coeficientes de regressão múltipla), com exceção do intercepto, são nulos. Trata-se de um teste para verificar a hipótese de que a quantidade da variação explicada pelo modelo de regressão é superior à variação captada pelo modelo contraído, o qual tem estimação dada pela média simples de Y (HAIR *et al.*, 1998).

A estatística F é calculada por:

$$F = \frac{(\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y}_i)^2 - \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2) / k}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 / (n - k - 1)}$$

onde k é o número de variáveis explicativas do modelo (SAMOHYL, 2009). No caso de regressão linear simples, o valor de k é igual a 1.

Se o valor de p associado ao valor de F calculado conforme a equação anterior for menor do que um valor limite aceitável ($p=0,05$, por exemplo) a hipótese nula definida por:

$$H_0 : \beta_1 = 0$$

para regressão linear simples, pode ser rejeitada com um grau de certeza de 95% (para o caso de $p=0,05$). Então, se o pressuposto de normalidade dos dados da estatística F for observado, a equação de regressão é significativa.

Os resultados de uma regressão estatisticamente significativa devem ainda ser validados para que os resultados sejam aceitáveis. A validação consiste na análise dos erros (ou resíduos) ε_i da regressão linear. Hair *et al.* (1998) estabelecem as seguintes condições que devem ser examinadas:

- 1) linearidade do fenômeno mensurado;
- 2) variância constante (ou homoestaticidade) dos erros, σ^2 ;
- 3) erros devem ser independentes;
- 4) erros devem ser normalmente distribuídos com média zero e variância σ^2 .

Outro teste de hipótese frequentemente utilizado faz uso da estatística t para verificar se duas médias de duas populações são significativamente diferentes. No caso de regressão linear simples, pode-se mostrar que a estatística t e F são equivalentes, pois a raiz quadrada da estatística t é igual ao valor da estatística F (GREENE, 2011). Os pressupostos da estatística t são idênticos aos da estatística F .

O coeficiente de determinação (R^2) da regressão é um parâmetro empregado para avaliar a proporção da variação de Y que é captada pelo modelo se comparada com variação captada pelo modelo contraído, onde a estimação \hat{Y} é dada pela média \bar{Y} dos valores de Y (HAIR *et al.*, 1998). O coeficiente de determinação é calculado pela relação:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y}_i)^2 - \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}$$

Por definição, o valor de R^2 estará contido entre 0 e 1. Quanto maior seu valor, maior é a contribuição da regressão para explicar as variações de Y se comparado com estimador dado pela simples média dos valores da variável dependente Y . De acordo com Samohyl (2009), esta medida é a mais popular para expressar a representatividade da reta

estimada. No entanto, o autor adverte que seu uso indiscriminado pode conduzir a resultados insatisfatórios por não dispor de ponto de referência bem definido e não ter o embasamento estatístico robusto que a metodologia de testes de hipótese oferece.

3.4. APLICAÇÕES DE DEA NA LOGÍSTICA

A importância crescente da avaliação de desempenho na logística e a necessidade de definição de medidas adequadas para proceder esta avaliação têm levado diversos autores, desde os anos 80, a sugerir aplicação de modelos DEA na área de logística.

Kleinsorge *et al.* (1989) apresentam uma das primeiras aplicações de DEA na logística e citam vantagens de aplicar esta ferramenta em uma área onde as técnicas padrões têm se mostrado inadequadas ou difíceis de aplicar. Chow *et al.* (1993), em artigo que trata das técnicas de avaliação de desempenho na logística, ressaltam que DEA representa uma técnica poderosa para avaliar desempenho econômico e constitui ferramenta potencialmente importante na área.

Mais recentemente, as pesquisas passam a sugerir a aplicação de DEA em contextos mais complexos, como é o caso de aplicações de DEA para avaliação de desempenho de cadeias de suprimentos (WONG e WONG, 2008 e FABBE-COSTES e JAHRE, 2008).

Não obstante as vantagens que esta ferramenta proporciona em aplicações na área da logística, é preciso ressaltar que a identificação das unidades de decisão (DMUs), bem como a escolha dos *inputs* e *outputs* a serem usados não constitui uma tarefa trivial e têm merecido uma atenção especial de diversos estudiosos.

Visando a construção de referencial bibliográfico que permita caracterizar adequadamente as aplicações de DEA na indústria de serviços logísticos - identificando as DMUs avaliadas e as medidas usadas na avaliação de desempenho - buscou-se, num primeiro momento, identificar publicações concernentes ao tema. Para tanto, foi adotado um procedimento que incluiu quatro etapas principais: 1) definição de bases de dados a serem consultadas; 2) definição das palavras-chave; 3) seleção de trabalhos; e 4) análise dos resultados com base nos títulos e na leitura dos resumos.

Foram consultadas quatro bases de dados: *Science Direct*, *Scopus*, *Emerald Insight* e *Scielo*. As palavras-chave definidas como termos de busca para as três primeiras bases foram: *Data Envelopment Analysis*, *logistics*, *inputs* e *outputs*, as quais foram pesquisadas no texto

completo à exceção do termo DEA, restrito ao resumo e título. Na base *Scielo*, os termos de busca usados foram limitados aos dois primeiros e somente um artigo foi identificado. Ao total foram identificados 677 artigos, dentre os quais 292 foram selecionados após análise dos títulos e leitura rápida dos resumos. Uma análise detalhada dos resumos e leitura do conteúdo dos artigos restantes resultou na base para análise do estado da arte. Esta base constituiu-se de 137 artigos.

A análise dos temas abordados nos artigos permitiu verificar que, nos últimos quatro anos, a aplicação dos modelos DEA na área de logística tem aumentado consideravelmente. Grande parte dos trabalhos está relacionada à avaliação da infraestrutura de transportes e logística, mais especificamente à avaliação da eficiência de terminais portuários e aeroportuários, correspondendo a 55% do total de artigos. Tendo em vista as diferentes aplicações de DEA na logística e a escolha das DMUs objeto das análises, o portfólio de artigos identificados foi organizado segundo cinco categorias:

- 1) infraestrutura, categoria que engloba trabalhos relacionados à avaliação da eficiência de equipamentos de transporte e logística, tais como, portos, aeroportos, terminais de contêineres, ferrovias, rodovias, plataformas logísticas e regiões;
- 2) PSL, categoria que encerra estudos de aplicações DEA para avaliar a eficiência de PSL;
- 3) serviços logísticos, que inclui os trabalhos que tratam da aplicação de DEA e consideram armazéns ou empresas de transporte como DMUs;
- 4) cadeia de suprimentos, que considera os artigos com aplicações de DEA para avaliar alternativas de desenhos das redes de distribuição e o seu desempenho;
- 5) outros, constituído pelos trabalhos identificados que não se enquadram nas demais categorias, tais como seleção de contêineres.

A Figura 8 ilustra estes dados e permite visualizar a representatividade das categorias identificadas anteriormente e o crescimento do número de publicações sobre DEA na área de logística nos últimos anos.

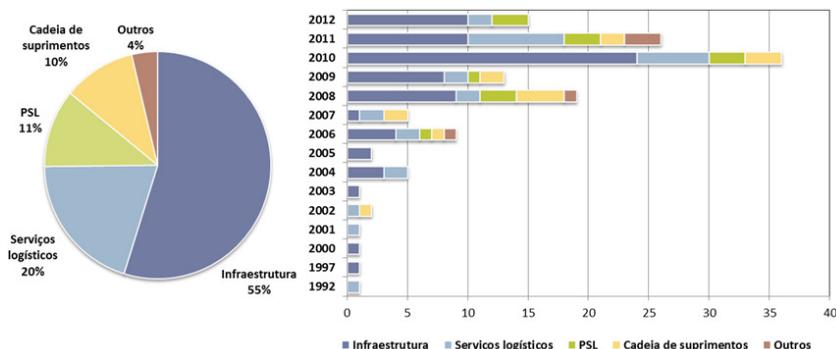


Figura 8: Portfólio de artigos que apresentam aplicações de DEA na logística.
Fonte: o autor.

Somente 14 trabalhos, ou seja, 11% do total de estudos selecionados tratam de aplicações de modelos DEA em grupos de PSL, enquanto 29 artigos avaliam o desempenho de serviços logísticos. Os trabalhos classificados nestas duas categorias foram analisados com detalhe e, por meio de uma pesquisa de caráter descritivo, usados como elementos úteis para caracterizar o estado da arte sobre o tema. Ressalta-se ainda, que outros estudos desenvolvidos por pesquisadores nacionais, bem como o único artigo identificado na base *Scielo*, também foram incluídos nas etapas subsequentes deste trabalho.

As seções a seguir tratam das aplicações DEA nas duas categorias identificadas que concernem à prestação de serviços logísticos, quais sejam: 1) aplicações DEA para avaliar a eficiência de PSL; e 2) aplicações DEA para avaliar a oferta de serviços logísticos.

3.4.1. Aplicações DEA na avaliação de PSL

A categoria de trabalhos que considera empresas PSL como DMUs inclui 14 artigos, dentre os quais se destacam Min e Joo (2006; 2009) nos Estados Unidos, Zhou, Min e Cao (2008) na China e Wanke e Affonso (2011) e Wanke (2012) no Brasil. Com exceção do primeiro trabalho (MIN e JOO, 2006), que apresenta uma aplicação do modelo BCC, os demais utilizam tanto o modelo BCC quanto CCR.

Min e Joo (2006) avaliaram a eficiência de seis grandes PSL entre 1999 e 2002: “UPS, Fedex, Ryder e J.B. Hunt baseadas em ativos e C.H. Robinson e Hub Group, consideradas não baseadas em ativos”. Apesar das diferenças significativas entre estes PSL quanto à sua

composição patrimonial, os próprios autores ressaltam que procuraram “manter a homogeneidade da amostra ao incluir os principais PSL dos Estados Unidos, os quais oferecem uma gama variada de serviços logísticos integrados de alto valor agregado e são também empresas de grande porte”.

Em trabalho mais recente, “*Benchmarking third-party logistics providers using data envelopment analysis: an update*”, estes mesmos autores (MIN e JOO, 2009), aplicam modelo DEA de duas etapas a uma amostra de 12 empresas PSL. Na primeira etapa, três indicadores relacionados a custos são usados como *inputs*: custos de vendas, despesas gerais e administrativas (SG&A) e despesas de depreciação e amortização. Em seguida, utilizam os seguintes *inputs* relacionados a ativos: ativo circulante, ativos fixos e outros ativos. Em ambos os modelos o *output* considerado foi receita. Os autores consideram esta uma forma de superar as dificuldades de avaliar um grupo heterogêneo de PSL, característica já identificada no trabalho anterior, e analisam o desempenho das empresas com base nos resultados de ambos os modelos.

Zhou *et al.* (2008) usaram DEA para medir a eficiência operacional dos 10 PSL líderes na China, com base em dados de cinco anos consecutivos. Considerando as especialidades e competências dos PSL, eles agruparam a amostra em três categorias - gestão de portos, serviços de transporte e serviços de armazenagem - mas aplicam DEA ao conjunto dos PSL usando os mesmos *inputs* e *outputs* para toda a amostra. As categorias identificadas apoiam a etapa de análise dos resultados.

Os trabalhos mais recentes são os de Wanke e Affonso (2011) e Wanke (2012), os quais utilizam dados publicados nas edições especiais da Revista Tecnológica. Segundo ressalta Wanke e Affonso (2011), o uso desta fonte secundária limita a definição dos *inputs* e *outputs*. Além de aplicar o modelo DEA, os autores também realizam uma análise de regressão visando identificar dentre as 25 variáveis de controle – tais como, certificação ISO, rastreamento via rádio, ERP – quais são determinantes da eficiência de escala dos PSL. Em Wanke (2012), os dados incluem aqueles referentes ao ano de 2009, sobre o qual é aplicado o modelo DEA. Além disso, análise fatorial é aplicada visando reduzir as 25 variáveis de controle. Os seis fatores identificados são usados em uma análise de regressão para identificar o efeito destes sobre a eficiência.

Os *inputs* e *outputs* usados nestes cinco trabalhos são apresentados no Quadro 4, onde se pode observar a predominância de variáveis relacionadas a aspectos financeiros.

Quadro 4: Aplicações DEA para avaliação de PSL.

Autores	Características da Amostra	Inputs	Outputs
Min, H. e Joo, S. (2006) EUA	6 PSL, com dados de 1999 a 2002	Contas a receber Vencimentos e salários dos funcionários Outras despesas operacionais Capital imobilizado (instalações e equipamentos)	Lucro operacional
Min, H. e Joo, S. (2009), EUA	12 PSL, com dados de 2005 a 2007	Custos de vendas Despesas gerais e administrativas Despesas com depreciação e amortização de instalações e equipamentos Ativo circulante Ativos fixos Outros ativos	Receita
Zhou, G.; Min, H., Xu, C. e Cao, Z. (2008), China	10 PSL, com dados de 2000 a 2005	Ativo imobilizado (instalações e equipamentos) Vencimentos e salários dos funcionários Outras despesas operacionais Passivo circulante, como contas a pagar	Lucro operacional
Wanke, P.F.; Affonso, C.R. (2011), Brasil	85 PSL, usando dados de 2001 a 2008	Número de funcionários Área de armazenagem total Número de armazéns próprios Número de armazéns de clientes	Número de clientes Receita bruta
Wanke, P.F. (2012), Brasil	85 PSL, usando dados de 2001 a 2008	Número de funcionários Área de armazenagem total Número de armazéns próprios Número de armazéns de clientes	Número de clientes Receita bruta

Fonte: o autor

Um aspecto que chama atenção nos trabalhos apresentados no Quadro 4 é que todos utilizam dados secundários em suas análises e, incluem como *output* dos respectivos modelos alguma variável que representa o resultado operacional da empresa: receita ou lucro.

Os artigos de Liu *et al.* (2008), Saen (2009; 2010) e Azadi e Saen (2011), Chen e Yu, (2011) e Wei e Zhang (2010), Fang, Zhang e Ye (2008) e Fan e Xu (2010) também avaliam PSL. No entanto, estes estudos se utilizam de exemplos numéricos hipotéticos e têm como principal objetivo, a apresentação de metodologias DEA de avaliação de desempenho de PSL.

O primeiro deste conjunto de trabalhos selecionados (Liu *et al.*, 2008) apresenta uma proposta de modelo DEA supereficiente voltado para avaliação de PSL, desenvolvido a partir do modelo CCR. O modelo sugerido permite considerar valores imprecisos, ou seja, intervalos numéricos, para os *inputs* e *outputs*. O foco do trabalho de Saen (2009) é o desenvolvimento de uma metodologia para avaliação de desempenho de prestadores de serviços de logística reversa considerando fatores cardinais e ordinais. Os trabalhos de Saen (2010) e Saen e Azadi (2011),

também têm o seu foco na análise dos fatores e propõem *dual-role factors* - fatores que podem ser usados tanto como *inputs* quanto como *outputs*, dependendo se o modelo apoia a avaliação dos PSL a partir da ótica dos contratantes ou dos próprios PSL. Chen e Yu (2011) e Wei e Zhang (2010) propõem métodos DEA combinado com AHP (*Analytic Hierarchy Process*). Chen e Yu (2011) ainda usam ANP (*Analytic Network Process*) para determinar o peso dos *inputs* e *outputs* a serem usados no chamado modelo DEAHP. Fang e Zhang (2008) e Fan e Xu (2010) aplicam modelos DEA considerando lógica difusa.

Cui e Qiao (2011) não aplicam o modelo DEA e se limitam a sugerir *inputs* e *outputs* a serem utilizados pelos PSL para que estes avaliem a eficiência dos serviços oferecidos aos seus diferentes grupos de clientes.

Os trabalhos que sugerem modelos DEA para avaliar o desempenho de PSL e que, em geral, apresentam exemplos numéricos hipotéticos estão listados no Quadro 5, inclusive com os *inputs* e *outputs* propostos. Observa-se, ao contrário dos estudos desta categoria que utilizam dados secundários, uma predominância de variáveis de natureza qualitativa, onde aspectos relacionados à qualidade do serviço, satisfação do cliente, confiança e reputação têm destaque como *outputs*.

Quadro 5: Aplicações DEA empregando dados hipotéticos para avaliação de PSL.

Autores	Características da Amostra	Inputs	Outputs
Liu, J., Li, L., Wu, Z. e Chen, Y. (2008), China	3 PSL, usando dados hipotéticos	Despesas com investimentos solicitados por clientes e com publicidade	Faturamento líquido anual
		Despesas com organização de serviços para os clientes	Qualidade e nível de serviços técnico
		Despesas com serviços de entrega de produtos: capacidade de estocagem, manuseio de produtos e processamento de pedidos	Grau de lealdade dos clientes
		Despesas com serviços pós-venda: instalação e manutenção, devolução de produtos, atendimento a reclamações	Eficiência no atendimento dos pedidos
Saen, R. F. (2009), Irã	18 PSL, usando dados hipotéticos	Custo total de expedição	Número de faturas sem erros recebidas pelo PSL
		Reputação do PSL	
Sean, R. F. (2010), Irã	18 PSL, usando dados hipotéticos	Custo total de expedição	Receitas com a venda de materiais recicláveis
		Percepção da qualidade de serviço	Percepção da qualidade do serviço
Azadi, M. e Saen, R.F. (2011), Irã	12 PSL, usando dados hipotéticos	Confiança na qualidade do serviço	Confiança na qualidade do serviço
		Custo total de expedição	Receitas com a venda de materiais recicláveis
		Percepção da qualidade de serviço	Percepção da qualidade do serviço
Chen, K. e Yu, X. (2011), China	5 PSL especializados em logística reversa	Confiança na qualidade do serviço	Confiança na qualidade do serviço
		Custo	Habilidades básicas
			Habilidades de serviços profissionais
			Habilidades de serviços de valor agregado
			Compatibilidade cultural
			Nível de comunicação
Wei, T. e Zhang, J. (2010), China	7 PSL, usando dados hipotéticos	Preço do serviço logístico	Satisfação do cliente
			Qualidade do serviço
			Habilidade de serviço
			Reputação
			Confiança do tempo de entrega
Fang, D., Zhang, P. e Ye, L. (2008), China	5 PSL, com dados hipotéticos	Custo Tempo	Nível de serviço ao cliente
			Taxa de itens não danificados
			Taxa de pontualidade de transporte
			Taxa de processamento de pedidos corretos
			Taxa de satisfação de cliente
			Taxa de embalagens recicladas
			Taxa de reciclagem de resíduos
			Qualidade da aliança
Fan, W. e Xu, M. (2010), China	Características de engenharia (equipamentos, instalações, processos de gestão, qualidade do pessoal, sistemas de informações, etc)	Grau de influência sobre o custo	Relação entre as características técnicas e os requisitos do cliente
		Grau de influência sobre o ambiente	
Cui, X.-D. e Qiao, L. (2011), China	Não apresenta avaliação de PSL	Fundos de investimentos de projetos	Taxa de entregas no prazo
		Nível do pessoal da equipe de projeto	Taxa de danos nos produtos
		Número de estações de serviços de projetos	Taxa de resposta de pedidos pronta entrega
		Densidade da rede de serviços de projetos	Taxa de atendimento às demandas dos clientes
		Utilização de equipamentos logísticos	Taxa de reclamações de clientes

Fonte: o autor.

3.4.2. Aplicações DEA na avaliação de serviços logísticos

A segunda categoria relevante de artigos de aplicações DEA na avaliação de serviços logísticos concerne àqueles que avaliam o desempenho de atividades ou instalações logísticas, tais como serviços de armazenagem e transporte, apresentados na sequência. Estudos que avaliam o desempenho de serviços de armazenagem apresentam, em comum, a utilização de dados primários e consideram especificidades dos armazéns sob análise para atender os requisitos de homogeneidade da amostra.

Alguns trabalhos tratam somente de armazéns que operam para uma única empresa (ROSS, VENKATARAMAAN e ERNSTBERGER *et al.*, 1998; ROSS e DROGE, 2002; ROSS e DROGE, 2004; HAMDAN e ROGERS, 2008; BANAZEWSKA *et al.*, 2012); McGinniset *al.* (2002) separam a amostra em grupos de armazéns em função dos investimentos em equipamentos e tipos de cargas processadas; e Banazewskaet *al.* (2012) avaliam armazéns voltados para entrega de encomendas expressas.

Ross, Venkataramaan e Ernstberger (1998) e Ross e Droge (2002; 2004) avaliam o desempenho de serviços de distribuição de combustíveis considerando respectivamente 110, 102 e 207 centros de distribuição (CDs). O primeiro trabalho (ROSS, Venkataramaan e Ernstberger, 1998) propõe uma metodologia onde uma equipe de especialistas participa da definição dos *inputs* e *outputs* a serem usados no modelo DEA. A identificação dos CDs eficientes e suas características – em termos de utilização de veículos de distribuição, capacidade de entrega de veículos e número total de descargas de cada veículo - orientam a definição de diretrizes a serem adotadas para toda a rede de distribuição. Assim, os autores sugerem uma reconfiguração da rede e utilizam um modelo de programação linear inteira para alocar os veículos de entregas aos CDs atendendo as demandas dos clientes, ao mesmo tempo em que asseguram os níveis de desempenho recomendados na aplicação DEA. Ross e Droge (2002) avaliam os CDs ao longo de um período de quatro anos enquanto Ross e Droge (2004) comparam o desempenho das 207 centrais de distribuição agrupadas por regiões. Nos três trabalhos os *inputs* e *outputs* utilizados são semelhantes. Como *input* foi escolhido o número de veículos alocado a cada depósito, pois segundo Ross, Venkataramaan e Ernstberger (1998) esta única variável captura as informações relevantes relacionadas às demais variáveis com as quais está fortemente correlacionada: salários do pessoal do CD responsável pelas atividades de entrega, custos dos

veículos, despesas de operação, número de motoristas e número de veículos. Como *outputs* são usados: distância percorrida por veículo, número de entregas realizadas por veículo e volume entregue por veículo. Assim, embora estes autores estejam interessados na avaliação do desempenho dos armazéns, as medidas usadas estão relacionadas às entregas, que são o resultado das operações realizadas nestas instalações.

Não obstante os CDs avaliados pertencerem a uma mesma organização, Ross e Droge (2002) discutem sobre as questões de homogeneidade da amostra e ressaltam que há diferenças entre as DMUs relacionadas às políticas de operação, número de funcionários, capacidade, tecnologias empregadas, estrutura de custos e potencial de mercado. No trabalho de 2004, estes mesmos autores incluem um índice que considera estes aspectos, passando a constituir um novo *input* para a análise de eficiência.

Hackman *et al.* (2001) propõem um modelo de avaliação “que permite comparar uma maior variedade de armazéns e que simultaneamente considera várias dimensões do desempenho”. Os dados necessários são, segundo os autores, de obtenção simples e o modelo incorpora os diferentes tipos de recursos críticos (mão de obra, área, equipamentos) e os diferentes tipos de atividades realizadas (separação de itens individuais, caixas e paletes; estocagem e recebimento de pedidos). Os 57 armazéns que constituíram a amostra são classificados, principalmente, como instalações voltadas à distribuição, as quais recebem bens de diferentes fornecedores e os embarcam para clientes varejistas. Este é o primeiro estudo (HACKMAN *et al.*, 2001), dentre os identificados neste trabalho, conduzido pelo Instituto de Tecnologia da Geórgia, no qual se observa a definição de *inputs* e *outputs* também usados nos trabalhos seguintes (MCGINNIS *et al.*, 2002; JOHNSON, CHEN e MCGINNIS, 2010; JOHNSON e MCGINNIS, 2011). O iDEAS-W (*Internet-Based Data Envelopment Analysis System*) é resultado da colaboração entre a academia e a indústria iniciada em 1999 com o objetivo de criar uma plataforma genérica de *benchmarking* para sistemas industriais e de armazenagem. Utilizando estes sistemas, a equipe do Instituto de Tecnologia da Geórgia coleta dados de diferentes empresas que operam armazéns e comparam o desempenho das diferentes instalações logísticas. Os trabalhos mais recentes publicados pela equipe do iDEAS-W usam uma amostra de 216 armazéns (JOHNSON, CHEN e MCGINNIS, 2010; JOHNSON e MCGINNIS, 2011). Embora não

explicitado no trabalho de McGinniset *et al.* (2002) qual modelo DEA foi adotado, subtende-se, pelos resultados apresentados, que se trata de abordagem com retornos variáveis de escala orientados por *inputs*, assim como os demais trabalhos do grupo.

O trabalho de Hamdan e Rogers (2008) aplica o modelo DEA a um grupo homogêneo de 19 armazéns de uma empresa prestadora de serviços logísticos em duas etapas: na primeira, utilizam o modelo CCR sem restrições para, em seguida, revisar os pesos e adicionar restrições a estes – por meio de uma abordagem heurística que incorpora pensamento estratégico (*strategic thinking*) e opiniões de especialistas.

De Koster e Balk (2008) aplicam o modelo CCR e BCC a um grupo de 65 armazéns e comparam o desempenho destes no ano de 2000 e 2004. O modelo *input-output* usado difere do de Hackman *et al.* (2001) pois os primeiros incluíram *outputs* que “refletem aspectos relacionados à flexibilidade, qualidade e conteúdo do trabalho”.

No Quadro 6 estão sumarizados comparativamente os artigos anteriormente citados quanto ao ano de publicação, características da amostra e variáveis *input* e *output* utilizadas.

Quadro 6: Aplicações DEA em serviços de armazenagem.

Autores	Características da Amostra	Inputs	Outputs
Ross, A., Venkataramanan, M.A., Ernstberger, K.W. (1998), EUA	110 CDs de combustível, usando dados primários	Número de veículos alocado a cada centro de distribuição	Distância percorrida por veículo (milhas) Número de entregas realizadas por veículo Volume de produto entregue por veículo (galões)
Ross, A., Droge, C. (2002), EUA	102 CDs de combustível, usando dados primários	Número de veículos alocado a cada centro de distribuição Tempo médio de experiência dos funcionários (anos) Tempo médio de processamento dos pedidos (dias)	Volume de vendas de cada um dos 4 produtos considerados
Ross, A., Droge, C. (2004), EUA	207 CDs de combustível, usando dados primários	Número de veículos alocado a cada centro de distribuição Experiência do motorista (anos) Índice de rota de entrega (número de competidores, padrões dos clientes, densidade de clientes, tecnologia utilizada para descarregar combustível)	Volume de vendas de cada um dos 4 produtos considerados Distância percorrida por veículo (milhas) Número de entregas realizadas por veículo
Hackman, S., Frazelle, E., Griffin, P., Griffin, (2001), EUA	57 armazéns e instalações de distribuição de indústrias, com dados primários (período de 4 anos)	Total de horas de mão de obra direta e indireta Área do armazém destinada às operações de recebimento, estocagem e expedição Total de unidades de cada tipo de equipamento ponderado pelo custo médio de substituição de cada equipamento	Número de pedidos e número de linhas dos pedidos Índice que considera a diferença entre número de linhas de pedidos a separar por ano e pedidos anuais embarcados Índice de saída de produtos do armazém que considera área de estocagem de produtos fracionados e em paletes
McGinnis, L.F., Chen, W.-C., Griffin, P., Sharp, G., Govindaraj, T. e Bodner, D. (2002), EUA	159 armazéns de distribuição, da indústria, de atacadistas e varejistas usando dados primários (IDEAs-W)	Total de horas de mão de obra direta e indireta Área do armazém destinada às operações de recebimento, estocagem e expedição Total de unidades de cada tipo de equipamento ponderado pelo custo médio de substituição de cada equipamento	Número de pedidos e número de linhas dos pedidos Índice que considera a diferença entre número de linhas de pedidos a separar por ano e pedidos anuais embarcados Índice de saída de produtos do armazém que considera área de estocagem de produtos fracionados e em paletes
Johnson, A., Chen, W.-C., McGinnis, L.F. (2010), EUA	216 armazéns de distribuição, da indústria, de atacadistas e varejistas, usando dados primários (IDEAs-W)	Total de horas de mão de obra direta e indireta Área do armazém destinada às operações de recebimento, estocagem e expedição Total de unidades de cada tipo de equipamento ponderado pelo custo médio de substituição de cada equipamento	Número de pedidos e número de linhas dos pedidos Índice que considera a diferença entre número de linhas de pedidos a separar por ano e pedidos anuais embarcados Índice de saída de produtos do armazém que considera área de estocagem de produtos fracionados e em paletes
Johnson, A. e McGinnis, L. (2011), EUA	216 armazéns de distribuição, da indústria, de atacadistas e varejistas, usando dados primários (IDEAs-W)	Total de horas de mão de obra direta e indireta Área do armazém destinada às operações de recebimento, estocagem e expedição Total de unidades de cada tipo de equipamento ponderado pelo custo de substituição de cada equipamento	Número de pedidos e número de linhas dos pedidos Índice que considera a diferença entre número de linhas de pedidos a separar por ano e pedidos anuais embarcados Índice de saída de produtos do armazém que considera área de estocagem de produtos fracionados e em paletes
Hamdan, A. e Rogers, K.J. (2008), EUA	19 armazéns, usando dados primários	Número total de homens-horas Área total do armazém (ft ²) Custo anual total com equipamentos de movimentação de material Custo anual total com tecnologia	Volume total utilizado (ft ³) Número total de pedidos atendidos <i>on time</i> Volume embarcado (número total de caixas embarcadas)
de Koster, M.B.M. e Blak, B.M. (2008), Holanda	65 CDs de produtos manufaturados instalados na Holanda, usando dados primários	Número de funcionários tempo integral Área do armazém (m ²) Grau de automação (escala ordinal) Número de SKUs (escala ordinal)	Número de linhas de pedido por dia Nível de atividades logísticas de valor agregado (escala ordinal) Número de processos especiais realizados para otimizar o desempenho do armazém Percentual de pedidos embarcados sem erro Flexibilidade de pedido (escala ordinal)
Banaszewska, A., Cruijssen, Frans, Dullaert, Wout e Gerdessen, J.C. (in press), Holanda	44 armazéns de encomendas expressas no Reino Unido, usando dados primários	Distância entre o depósito de distribuição e a central (km) Número de subcontratados (veículos) Número de docas Número de funcionários População da área servida pelo depósito Área servida pelo armazém (km ²)	Nível de serviço medido em número de entregas realizadas <i>on time</i> Número total de encomendas entregues Número de clientes atendidos numa viagem Número médio de paradas do reator com entregas e/ou coletas efetivas em relação ao número total de paradas

Fonte: o autor.

Ainda nesta categoria de trabalhos, outros estudos aplicam DEA para avaliar o desempenho de atividades de transporte ou outros serviços relacionados, como serviços de entrega. Os artigos identificados estão apresentados no Quadro 7 e, ao contrário dos grupos anteriores, os seis trabalhos identificados utilizam DMUs distintas e fontes de dados diversas.

Quadro 7: Aplicações DEA em serviços de transportes.

Autores	Características da Amostra	Inputs	Outputs
Weber, M.M e Weber, W.L. (2004), EUA	48 Estados americanos, usando dados do FHWA (<i>Federal Highway Administration</i>), Department of Transportation's Fatality e Bureau of Economic Analysis	Mão de obra Combustível Veículos Despesas com manutenção das rodovias Extensão de rodovias interestaduais (milhas) Extensão de rodovias não interestaduais (milhas) Extensão de rodovias interestaduais em estados contíguos (milhas)	Rendimento (desejável) Acidentes fatais (indesejável)
Shen, C. e Wu, Y. (2008), Taiwan	9 sistemas de distribuição, com dados não especificados	População da cidade onde está o depósito Área da cidade Volume de vendas Número de varejistas servido pelo sistema de distribuição Taxa de estabelecimentos de eletrônicos	Número de veículos Total da distância semanal percorrida
Kim, T. (2010) Coreia do Sul	62 motoristas de caminhão, com dados primários	Custo da mão de obra Custo combustível	Distância transportada Volume transportado
Lin, E.T.J., Lan, L.W. e Hsu, C.S.T (2010), Taiwan	248 rotas rodoviárias, usando dados primários	Custo óleo Custo de suprimentos Taxas e seguros Mão de obra (homens-horas) Extensão da rota (milhas) Veículo (capacidade)	Distância transportada efetiva Número de documentos entregues Número de pacotes entregues Número de documentos coletados Número de pacotes coletados
Pattanamekar, P., Kim, C., Park, D. e Lee, K. (2011), Coreia do Sul	7365 empresas relacionadas a navegação, com dados secundários	Número de funcionários Área da empresa (m ²) Número de veículos Valor da carga recebida (1000 won/ton) Peso da carga recebida (kg)	Valor da carga embarcada (1000 won/ton) Peso da carga embarcada (kg)
Panayides, P.M., Lambertides, N. e Savva, C.S. (2011), Chipre	26 principais empresas marítimas, usando dados secundários	Lucro Valor contábil das ações Total de ativos Despesas de capital Número total de funcionários Lucro antes dos Juros e Tributos (LAJIR ou EBIT) Lucro antes dos Juros, Impostos, Depreciação e Amortização (LAJIDA ou EBITDA) LAJIDA/Vendas	Vendas Valor de mercado das ações

Fonte: o autor.

Weber e Weber (2004) avaliam o desempenho das empresas de transporte que atuaram em 48 estados dos Estados Unidos, durante os anos de 1994 a 2000, usando *outputs* considerados desejáveis, como

rendimentos, e indesejáveis, como fatalidades. Embora os autores usem, como *input*, variáveis referentes aos recursos necessários à realização das atividades das empresas transportadoras - tais como número de empregados e total de combustível usado pelas empresas que operam em cada estado - eles também incorporam variáveis ao modelo, que estão relacionadas à oferta e condições da infraestrutura - como extensão das rodovias e despesas de manutenção das mesmas. Fica claro que as DMUs consideradas no estudo são os estados que compõem a nação norte-americana, caracterizados pela operação das empresas e pela infraestrutura disponível. Weber e Weber (2004) utilizam modelo DEA e realizam análises usando a técnica de *bootstrap*. Os autores ressaltam a importância de incluir *outputs* negativos que sejam resultado do processo de produção, a exemplo dos acidentes considerado no estudo conduzido por estes.

Considerando os veículos como DMUs, Kim (2010) entrevistou 80 motoristas visando estimar a eficiência técnica dos caminhões que realizam atividades logísticas e analisar as propriedades que afetam a eficiência. Com base no modelo de *inputs* e *outputs* sugerido por Hjalmarsson e Odeck (1996 *apud* KIM, 2010), o autor utiliza cinco *inputs* e três *outputs* para avaliar a eficiência dos 62 casos válidos. Ele considera as características do veículo e os divide em 5 grupos, em função da capacidade e idade, para avaliar a eficiência técnica considerando grupos homogêneos. Os resultados do trabalho mostram que há uma substancial heterogeneidade nas eficiências técnicas e que as propriedades do veículo não afetam, de forma significativa, sua eficiência.

Tendo como tema a aplicação de DEA para avaliar serviços de entrega, dois trabalhos foram identificados (SHEN e WU, 2008; LIN, LAN e HSU, 2010). O primeiro (SHEN e WU, 2008), compara a eficiência de sistemas de distribuição em nove diferentes cidades usando variáveis que incluem: população e área da cidade, volume de vendas, número de varejistas na cidade e taxas de vendas de eletrônicos, bem como número de veículos e distância percorrida. Lin, Lan e Hsu (2010), por sua vez, avaliam a eficiência de rotas de entrega e coletas de encomendas e documentos de uma das maiores empresas internacionais de encomenda expressa em Taiwan, mostrando diferenças significativas da produtividade obtida nas várias rotas de entrega. Os autores observaram que densidade de paradas, velocidade média de viagem e atributos da zona (industrial ou não industrial, por exemplo) têm significativa influência sobre a eficiência das rotas, assim como fatores

relacionados à atividade, ou seja, percentual de coletas ou entregas e tipo de pacote (encomenda ou documento).

Os dois últimos trabalhos listados no Quadro 7 aplicam DEA para avaliar, respectivamente, a eficiência de 7.365 empresas embarcadoras ou empresas de transporte (PATTANAMEKAR *et al.*, 2011) agrupadas segundo a indústria a que pertencem, e 26 empresas marítimas (PANAYIDES, LAMBERTIDES e SAVVA, 2011).

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo são descritos os procedimentos metodológicos que dão provimento aos objetivos estabelecidos para este trabalho. Inicialmente é caracterizado o tipo de pesquisa de cada etapa do roteiro metodológico. Posteriormente são detalhados os procedimentos adotados em cada etapa, definindo, desta forma, a proposta de um modelo de avaliação da relação do uso de TIC e medidas de eficiência relativa de PSL que operaram no Brasil, no período 2004-2012.

4.1. ROTEIRO METODOLÓGICO

A elaboração deste trabalho seguiu roteiro metodológico constituído de três etapas principais:

- o levantamento e tratamento de dados;
- a elaboração de um panorama do mercado de PSL. Esta etapa compreende três componentes: 1) a caracterização do mercado de PSL, 2) a proposição de uma classificação dos operadores logísticos que operam neste mercado e 3) a avaliação de escores de eficiência relativa dos PSL que atuam em cada *cluster* identificado na classificação;
- e a avaliação da relação entre uso das TIC e diferentes escores de eficiência relativa dos PSL.

A primeira etapa é de natureza exploratória. Conforme Gil (1996), uma pesquisa exploratória consiste da coleta de informações a respeito do problema pesquisado. Este tipo de pesquisa visa proporcionar maior familiaridade com o mesmo, tornando-o explícito. Suas conclusões geram hipóteses para estudos mais detalhados (FORTE, 2004).

A segunda etapa trata de uma pesquisa predominantemente descritiva, ou seja, visa descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis (GIL, 1996).

A última etapa consiste de uma pesquisa majoritariamente explicativa - ou causal, segundo Forte (2004). Este tipo de pesquisa visa identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos, aprofunda o conhecimento da realidade porque procura explicar a razão das coisas (GIL, 1996). Sua execução envolve a determinação de variáveis dependentes e independentes, procurando

identificar e analisar a relação entre elas, quase sempre através de métodos estatístico/matemáticos apurados (FORTE, 2004).

A Figura 9 mostra as etapas do roteiro metodológico e, na seqüência, são descritos os procedimentos seguidos em cada etapa.

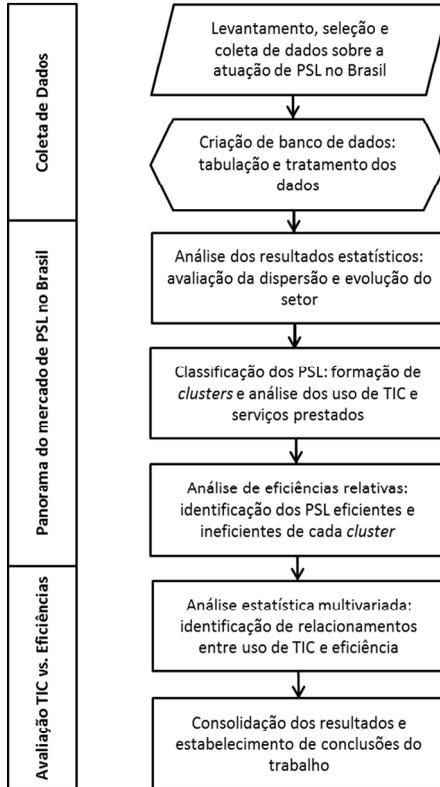


Figura 9: Roteiro metodológico.

Fonte: o autor.

4.2. LEVANTAMENTO E TRATAMENTO DE DADOS

Análises de desempenho de empresas ou setores pressupõem a disponibilidade de dados adequados para a sua realização. A coleta de dados relevantes pode ser realizada por meio de questionamentos diretos dirigidos às entidades que farão parte da análise e/ou através de consultas à base de dados existentes, construídas por terceiros.

O objetivo de analisar e avaliar o impacto de pacotes tecnológicos na eficiência de empresas PSL, que têm atuado no passado recente no Brasil, pode somente ser atingido com a utilização de fonte de dados secundários devido à impossibilidade prática de se fazer, no presente, consultas detalhadas, ano a ano, sobre a atuação destas empresas no passado.

Para este trabalho, uma fonte promissora de dados secundários são as informações publicadas pela Revista Tecnológica a partir de *survey* realizado junto a empresas PSL. Este periódico mensal publica, anualmente, um panorama da atuação de operadores logísticos e operadores de carga frigorificada no Brasil. No período de 2004 a 2012, respondentes de 1.165 empresas prestadoras de serviços logísticos externaram dados referentes às suas características e resultados operacionais, perfazendo um conjunto de 57 variáveis. A distribuição do número de empresas que participaram destas pesquisas no período considerado é mostrada na Figura 10.

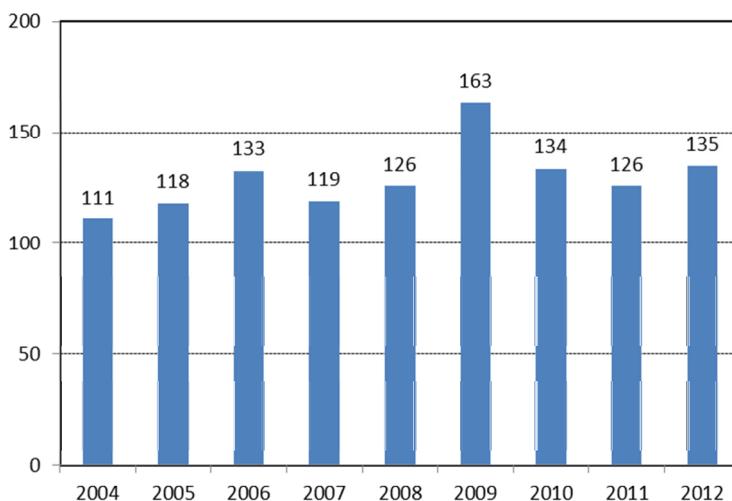


Figura 10: Distribuição do número de empresas PSL que participaram das pesquisas da Revista Tecnológica no período de 2004 a 2012.

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Na Tabela 1 estão listadas variáveis gerais dos PSL consideradas nas pesquisas anuais desta revista. As variáveis relacionadas à armazenagem, aos serviços oferecidos e ao uso das TIC de uma amostra de PSL que operaram no Brasil no mesmo período estão

listadas na Tabela 2. Também está indicada a natureza da medida - quantitativa ou qualitativa - considerada na pesquisa. As TIC listadas foram agrupadas em três categorias de acordo com sua função de gestão, rastreamento e roteirização.

A Tabela 1 e a Tabela 2 ainda incluem as taxas de respostas dos entrevistados. Observa-se uma taxa relativamente baixa para aquelas variáveis de natureza quantitativa e que estão relacionadas aos resultados anuais obtidos pelos PSL (como: receita bruta anual e volume de produtos gerenciados/ano em número de itens ou peso), enquanto que variáveis qualitativas do tipo SIM/NÃO, ao contrário, tendem a apresentar elevada taxa de resposta, especialmente em anos recentes. Salienta-se que estas taxas já incluem a exclusão daqueles valores claramente dissociados da unidade de medida utilizada como, por exemplo, volumes de produtos gerenciados medidos em SKU ou TKU, quando a unidade-padrão é, nestes casos, número de unidades e toneladas, respectivamente.

A falta de integridade da base de dados, ou seja, valores não informados para certas variáveis pode dificultar ou mesmo impossibilitar análises futuras (HAIR *et al.*, 1998). Esta questão é inerente à própria análise de dados. Um conjunto de medidas incluído nos diversos *softwares* estatísticos contorna esta dificuldade, deixando ao usuário a possibilidade de escolher o procedimento que ele considerar mais adequado. Como consequência da falta de integridade da base de dados tem-se, dependendo das variáveis utilizadas nas análises e da medida corretiva utilizada, uma indesejável redução do tamanho da amostra. A questão da escolha das variáveis de interesse para realização de uma análise e consequente variação do tamanho da amostra será abordada nas seções seguintes.

Tabela 1: Lista de variáveis gerais dos PSL consideradas nas pesquisas publicadas pela Revista Tecnológica (2004-2012) e respectivas taxas de respostas (em %).

Variáveis	Natureza da medida	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Tempo de mercado [anos]	Quantitativa	97	96	97	97	99	99	99	99	99
Origem	Qualitativa	100	98	97	99	100	99	100	100	100
Número de funcionários	Quantitativa	99	96	95	100	99	98	99	94	98
Certificações	Qualitativa	98	99	94	100	99	99	100	100	100
Número de clientes com contrato de vigência	Quantitativa	93	92	90	91	90	91	92	87	89
Três principais clientes	Qualitativa	88	86	84	82	83	79	82	79	75
Tipo de indústria atendida (cinco principais)	Qualitativa	99	100	99	100	100	99	100	100	100
Receita bruta anual no Brasil [milhões de R\$]	Quantitativa	66	64	63	61	67	64	71	62	64
Crescimento da receita [%]	Quantitativa	71	83	59	76	80	74	75	71	70
Escritórios próprios no exterior	Qualitativa	98	100	99	99	100	100	99	100	100
Volume de prod. gerenciados/ano - Em itens	Quantitativa	57	45	50	47	47	41	38	33	35
Volume de prod. gerenciados/ano - Em peso	Quantitativa	55	58	51	63	62	53	51	52	55
Raio de atuação - armazenagem	Qualitativa	98	97	97	97	98	100	99	98	99
Raio de atuação - distribuição	Qualitativa	94	97	94	96	96	97	84	91	92
Frota de transporte	Qualitativa	77	66	92	98	100	100	100	100	100

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Tabela 2: Lista de variáveis relativas à armazenagem, serviços oferecidos e uso de TIC consideradas nas pesquisas publicadas pela Revista Tecnológica (2004-2012) e respectivas taxas de respostas (em %).

Variáveis		Natureza da medida	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Armazenagem	Número de armazéns próprios	Quantitativa	96	89	91	91	93	95	95	96	93	
	Núm. armaz. de clientes (<i>in house</i>)	Quantitativa	95	64	62	90	94	93	95	96	94	
	Área própria [m ²]	Quantitativa	95	91	89	94	96	99	98	100	100	
	Área de clientes (<i>in house</i>) [m ²]	Quantitativa	93	66	59	90	94	99	93	98	99	
	Área refrigerada [m ²]	Quantitativa	92	53	39	89	95	99	98	100	99	
	Área alfandegada [m ²]	Quantitativa	92	53	39	89	95	99	98	100	99	
	Área pátio [m ²]	Quantitativa	95	86	83	95	95	100	96	100	98	
	Área total [m ²]	Quantitativa	95	92	89	95	96	99	97	100	100	
Serviços oferecidos	Armazenagem	Qualitativa	99	98	99	100	100	100	100	100	100	
	Controle de estoque	Qualitativa	98	97	98	100	100	100	100	100	100	
	Embalagem	Qualitativa	95	96	92	100	100	100	100	100	100	
	Paletização	Qualitativa				100	100	100	100	100	100	
	Cross-docking	Qualitativa				100	100	100	100	100	100	
	Montagem de kits e conjuntos	Qualitativa	97	96	92	100	100	100	100	100	100	
	Gerenciamento de terceiros	Qualitativa				100	99	100	100	100	100	
	Gerenciamento intermodal	Qualitativa	87	93	89	100	100	100	100	100	100	
	<i>Just-In-Time</i>	Qualitativa	88	94	81	100	100	100	100	100	100	
	Import. e exp./desemb. aduaneiro	Qualitativa	88	91	81	100	100	100	100	100	100	
	Logística reversa	Qualitativa	94	94	88	100	100	100	100	100	100	
	Suporte fiscal	Qualitativa	93	93	86	100	100	100	100	100	100	
	Desenvolvimento de projetos	Qualitativa	95	97	95	100	100	100	100	100	100	
	Monitoramento de desempenho	Qualitativa				100	100	100	100	100	100	
	Transporte - Suprimento	Qualitativa				100	100	100	100	100	100	
	Transporte - Coordenação	Qualitativa	95	97	97	100	100	100	100	100	100	
	Transporte - Distribuição	Qualitativa	98	96	95	100	100	100	100	100	100	
	Transporte - Porta a porta	Qualitativa	94	96	95	100	100	100	100	100	100	
	Transporte - Transferência	Qualitativa	96	97	96	100	100	100	100	100	100	
	Transporte - <i>Milk run</i>	Qualitativa	88	93	87	100	100	100	100	100	100	
Tecnologias de informação e comunicação	Gestão	Software de simulação e otimização	Qualitativa				100	100	100	100	100	
		WMS	Qualitativa	92	95	89	100	100	100	100	100	
		TMS	Qualitativa				100	100	100	100	100	
		ERP	Qualitativa	83	92	86	100	100	100	100	99	100
		Consulta pela internet	Qualitativa	92	93	90	100	100	100	100	100	100
		Consulta pelo celular	Qualitativa					99	100	100	100	100
	Rastreamento	Satélite - Própria	Qualitativa	92	90	83	100	99	100	100	100	100
		Satélite - Terceirizada	Qualitativa	90	87	86	100	94	100	100	100	100
		Rádio - Própria	Qualitativa	86	87	74	100					
		Rádio - Terceirizada	Qualitativa	86	86	80	100					
		Celular - Própria	Qualitativa					98	100	100	100	100
		Celular - Terceirizada	Qualitativa					90	100	100	100	100
Roteirização	Roteirização de frota própria	Qualitativa	90	82	76	100	99	100	100	100	100	
	Roteirização de frota terceirizada	Qualitativa	90	86	84	100	94	100	100	100	100	

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

As tabelas publicadas pela revista ainda incluem informações adicionais como endereço de *email*, telefone de contato e endereço na internet (URL) que não foram incluídas nas informações gerais por não serem relevantes para a análise quantitativa deste trabalho. Estas informações foram, no entanto, úteis para obtenção de dados adicionais a respeito da atuação dos PSL, como atual ramo principal de atuação ou localização (estado da federação) da empresa via número do telefone.

Observa-se que ocorrem mudanças quanto às tecnologias consideradas ao longo dos anos, como é o caso de aplicativos de simulação e otimização e TMS (*Transportation Management System*), introduzidas neste *survey* a partir do ano 2007, e das tecnologias de Consulta por Celular e Rastreamento de Frota Própria e Terceirizada por Celular, incluídas a partir de 2008. Por outro lado, a variável Rastreamento por Rádio foi excluída a partir de 2008.

Salienta-se ainda que a Revista Tecnológica publica o relatório anual sobre operadores logísticos entre os meses de abril e junho de cada ano. Considerando que o *survey* anual junto aos PSL seja aplicado pelo menos no mês anterior à publicação das informações, estas devem referir-se preponderantemente à situação do mercado observada no ano anterior.

4.3. ELABORAÇÃO DE UM PANORAMA DO MERCADO DE PSL NO BRASIL

Após concluída a etapa de levantamento e tratamento de dados, pode-se partir para a etapa de elaboração de um panorama geral do mercado de PSL que atuaram no Brasil entre os anos 2004 e 2012. A configuração de um panorama deve demonstrar em números, as características gerais das atividades das empresas que compõem o setor. O panorama visa fundamentar os procedimentos metodológicos da etapa seguinte, constituindo-se de três componentes:

- 1) a caracterização do mercado de prestadores de serviços logísticos no Brasil;
- 2) a classificação dos PSL que atuam neste mercado;
- 3) e a avaliação dos escores de eficiência dos PSL que atuam em cada segmento identificado na etapa anterior.

4.3.1. Caracterização do mercado de PSL

A caracterização do mercado de PSL mostra em números, as características gerais das atividades das empresas que compõem o setor. Estas características incluem tanto estatísticas descritivas relacionadas às variáveis quantitativas (Tabela 1) que definem porte e nível de atividade quanto os histogramas relacionados às variáveis qualitativas (Tabela 2) relacionadas a serviços oferecidos e tecnologias empregadas. Os procedimentos metodológicos empregados na caracterização do mercado de PSL são, portanto, de natureza essencialmente estatística.

4.3.2. Classificação dos PSL

A formação de grupos relativamente homogêneos quanto ao processo de transformação de insumos em serviços e produtos é uma das condições básicas para a aplicação de modelos DEA.

A classificação dos PSL sugerida neste trabalho inclui variáveis relativas aos tipos de serviços prestados, à existência de ativos relacionados ao transporte e armazenagem e os tipos de TIC utilizadas pelos PSL.

As TIC constituem uma característica relevante na diferenciação destas empresas no contexto atual. Assim, a análise do uso destas tecnologias para cada grupo homogêneo pode mostrar tendências que não são observadas na consideração da amostra como um todo.

A divisão da amostra de PSL em grupos específicos, de maior homogeneidade, pode ser realizada através de alguma técnica de agrupamento (ou clusterização). Técnicas de agrupamento exploram semelhanças entre padrões e agrupam os padrões parecidos em categorias ou grupos (HAIR *et al.*, 1998).

Dentre as técnicas disponíveis de classificação, optou-se por uma variação estendida do método k-mediana denominado *Generalized Expectation Maximization & k-Means Cluster Analysis*, disponível no software *STATISTICA Release 8*. O método é especialmente adequado para detectar “segmentos de mercado”, ou seja, os grupos de respondentes que partilham de alguma forma, maior similaridade (aqueles membros do mesmo grupo) quando comparados com respondentes vinculados a outros grupos (STATSOFT, 2012).

A escolha por este método de classificação se deve ao fato das pesquisas realizadas pela Revista Tecnológica terem sido elaboradas com o uso de telefone ou *email*, quando os respondentes sentem-se mais seguros em responder questões de natureza categórica que têm, como resposta, afirmações do tipo SIM/NÃO, ao invés de ter que especificar um valor contínuo, em uma métrica qualquer. Esta observação pode ser constatada no elevado número de respostas concedidas, para as variáveis de natureza categórica, listadas na Tabela 2. Quase todas as variáveis categóricas apresentam taxa de resposta próxima ou igual a 100% enquanto que variáveis contínuas apresentam taxas muito inferiores. Por exemplo, a variável “Volume de Produtos Gerenciados/Ano – em Itens” teve taxa de resposta de apenas 33% em 2011. No período considerado neste trabalho, esta variável teve maior taxa de resposta de 57% em

2004, o que mostra a dificuldade de grande parte dos respondentes em fazer afirmações em escalas não categóricas.

Luna e Fries (2011) mostram que o uso de variáveis categóricas referentes ao uso de TIC pelos PSL apresenta forte aderência ao sistema de classificação sugerido por Luna (2007) para o mercado de PSL no Brasil. No intuito de dar maior robustez à classificação, foram incluídas outras variáveis categóricas derivadas de variáveis contínuas, conforme mostrado na seção seguinte.

4.3.3. Avaliação dos escores de eficiência dos PSL

A determinação da eficiência relativa usando DEA exige a definição do conjunto de fatores de produção (*inputs* do processo de transformação de insumos em produtos e/ou serviços) e conjunto de indicadores de produto (*outputs* do processo, indicando as quantidades de produto geradas pelo processo de transformação).

No caso deste trabalho, tem-se que o processo de transformação é mantido pelo operador logístico, que, usando certas quantidades de insumos como, por exemplo, pessoal, equipamentos e armazéns gera um serviço que consiste na guarda e movimentação de bens, conforme demanda gerada pelo mercado.

A lista de variáveis incluídas na pesquisa anual da Revista Tecnológica (Tabelas 1 e 2) apresenta um conjunto considerável de insumos, ou fatores de produção, clássicos:

- 1) número de funcionários, indicado o porte da empresa;
- 2) tempo de mercado, indicando a experiência da empresa;
- 3) áreas de armazenagem (própria, de clientes, refrigerada etc);
- 4) uso de frota própria;
- 5) uso de várias tecnologias de informação e comunicação.

No entanto, o conjunto de variáveis da pesquisa anual não é pródigo com relação aos resultados operacionais obtidos pelos PSL na prestação de seus serviços. Resultados operacionais podem ser interpretados como *outputs* do processo de transformação de insumos em produtos/serviços.

Outra dificuldade observada com esta fonte de dados é o elevado número de informações faltantes para algumas variáveis de grande interesse, notadamente aquelas com forte potencial para serem consideradas *outputs* do processo de transformação. Esta acentuada discrepância mostra a preocupação das empresas em reter informações

sensíveis à operação das mesmas (como receita bruta e volume total gerenciado em número de itens ou em peso).

Indicadores incluídos na pesquisa da Revista Tecnológica que expressam a magnitude dos serviços prestados pelos PSL e, portanto, candidatos potenciais a comporem os *outputs* da análise DEA, são:

- 1) receita bruta;
- 2) volume de produtos gerenciados medidos em quantidade de itens/ano;
- 3) volume de produtos gerenciados em peso medido em toneladas/ano.

Outras variáveis podem ser ambíguas no que tange sua indicação como *input* ou *output*. A variável “Número de Clientes”, por exemplo, pode assumir tanto o papel de um resultado das operações de uma empresa quanto uma escolha direta na sua magnitude pela gestão da empresa, se esta deseja atender mais ou menos clientes potenciais.

A seleção de variáveis constitui um ponto crítico num processo de avaliação de desempenho por meio da abordagem DEA. A escolha deve considerar as características operacionais das empresas que suportam as decisões gerenciais e que sejam passíveis de mensuração.

Num enfoque sistêmico, todo PSL pode ser visto como uma unidade de transformação de certos recursos (entradas ou *inputs*) em resultados (saídas ou *outputs*). Segundo Norman *et al.* (1991), os *outputs* (ou resultados) são manifestações tangíveis que expressam os resultados das operações de uma unidade de decisão enquanto os *inputs* incluem fatores internos (fatores de produção) e externos à unidade. A seleção de *inputs* deve levar em conta todos os aspectos que contribuem ou congestionam o processo de transformação que conduz à obtenção de *outputs* e, usualmente, envolvem investimentos em pessoal, equipamento, materiais e instalações.

Para a seleção de variáveis que dão suporte à avaliação da eficiência de PSL deste trabalho, buscou-se constituir um modelo para o conjunto de fatores *input/output* que:

- 1) represente de maneira relevante e inequívoca o processo de transformação relativo às atividades dos PSL de cada *cluster*
- 2) e considere as limitações de disponibilidade de variáveis consideradas na pesquisa da Revista Tecnológica.

No capítulo anterior são sugeridas algumas abordagens para a seleção de variáveis que comporão a análise DEA. Não foi possível localizar na literatura pertinente um procedimento padrão,

sistematizado, para a seleção de variáveis. Todas as abordagens de seleção de variáveis para aplicação de modelos DEA mencionadas incluem, numa etapa inicial, a consulta de especialistas sobre o processo de transformação de insumo em produto. Portanto, a modelagem tem forte caráter subjetivo, pois vai incorporar conhecimento e experiência do analista que formula o modelo.

Este trabalho, baseado em dados secundários, tem o conjunto de variáveis limitado pelos questionários aplicados anualmente junto aos PSL. Portanto, somente variáveis constantes nestes questionários podem ser consideradas.

Para permitir discernimento nas medidas de eficiência de um conjunto de DMUs, a abordagem DEA também estabelece limites para o número de variáveis que se deveria empregar em função do número de DMUs que se pretende avaliar. Cooper *et al.* (2007) indicam que seria desejável que o número de DMUs excedesse em muitas vezes o número de variáveis *input* e *output*. Estes autores sugerem, com regra geral, que n (= número de DMUs) seja igual ou maior que $máx\{m \times s, 3 \times (m+s)\}$, onde m é o número de *inputs* e s é o número de *outputs*.

Com o intuito de manter reduzido o número de variáveis *input* e *output*, optou-se em seguir um procedimento passo a passo, derivado da proposta de Ferreira e Gomes (2009). Numa primeira etapa, é procedida uma análise de correlação linear considerando todas as variáveis contínuas disponíveis. Variáveis fortemente correlacionadas podem ser representadas por uma única variável, pois neste caso, uma variável explica a outra e, por conseguinte, as demais podem ser descartadas. Em seguida, as variáveis não descartadas são submetidas a um processo de redução da dimensionalidade - se isto for estatisticamente aceitável - por intermédio da técnica de Análise de Componentes Principais.

A Análise de Componentes Principais (ACP) é uma ferramenta estatística que tem sido largamente utilizada para análise exploratória de bases de dados de grande porte. Trata-se de um método que permite a redução da dimensionalidade de uma base de dados com a menor perda possível de conteúdo da informação. As Componentes Principais (CP) de um conjunto X de m variáveis originais constituem um sistema ortogonal dado pelas combinações lineares não correlacionadas de X que retêm o maior conteúdo de informação de n observações das variáveis originais (JOHNSON e WICHERN, 1982). As variáveis originais são representadas como o produto dos escores (*scores*) e pesos (*loadings*), t_i e p_i , respectivamente. Estes escores e pesos podem ser calculados iterativamente através da relação:

$$X = t_1 p_1 + t_2 p_2 + \dots + t_n p_n$$

A Figura 11 ilustra o caso de uma componente principal derivada de duas variáveis X_1 e X_2 . A Figura 30.a mostra o vetor da componente principal que aponta na direção de maior variância contida na amostra da Figura 11.b. Os escores t_i são as projeções dos pontos contidos na amostra na direção da componente principal CP e os pesos p_i são os cossenos dos ângulos entre a direção da CP e a direção da variável X_i .

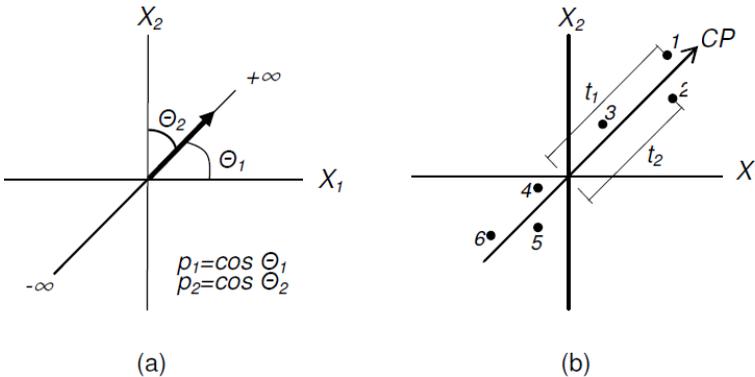


Figura 11: Componente principal derivada de duas variáveis.
Fonte: Melgarejo *et al.*, 2009.

O número de componentes é sempre o mesmo do número de variáveis originais, mas alguns, aqueles denominados “principais”, são responsáveis por uma larga parcela do poder de explicação. Estes podem ser selecionados como representantes de base de dados original, sem que se incorra em perda considerável, no conteúdo de informação da amostra, com a redução do número de variáveis na análise.

4.4. AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE USO DAS TIC E ESCORES DE EFICIÊNCIA DOS PSL

Definidos os PSL que operam na fronteira de eficiência do setor, em cada ano, e aqueles outros, que são ineficientes em relação aos primeiros, pode-se verificar se uma relação entre eficiência relativa e pacotes tecnológicos empregados pelos operadores logísticos pode ser verificada.

A verificação da existência (ou não) de pacotes tecnológicos que tendem a conduzir empresas de serviços logísticos à fronteira de eficiência pode ser estabelecida com o emprego de métodos estatísticos ou de mineração de dados.

As regressões foram realizadas considerando observações atemporais contidas em cada um dos *clusters* definidos na etapa de classificação dos PSL. Este modelo geral de regressão desconsidera o vínculo da observação com o ano em que ela foi gerada, pois se pressupõe que as funcionalidades das TIC devam ter evoluído de forma constante para todos os usuários. Obsolescência e o surgimento de novas tecnologias foram contemplados nos relatórios anuais publicados pela Revista Tecnológica, como pode ser verificado na Tabela 2. A partir de 2008, por exemplo, a tecnologia de rastreamento por rádio foi substituída pela tecnologia de rastreamento por celular nos questionários submetidos aos PSL pela revista, enquanto que novas TIC voltadas primordialmente à gestão foram incluídas: “TMS” e “Software de Simulação e Otimização” (SSO) em 2007 e “Consulta por Celular” (CEL) em 2008. Ou seja, o ciclo de vida das TIC pode ser observado nos relatórios publicados ao longo de período considerado, indicando que a suposição da contínua evolução das mesmas possa ser justificada.

O modelo básico de regressão linear empregado neste trabalho tem função de regressão dada por:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i$$

onde:

- Y_i - variável dependente, representando uma medida de eficiência de interesse para a i -ésima DMU;
- X_i - variável categórica independente, indicando o uso ($X_i=1$) ou não ($X_i=0$) de uma determinada TIC pela i -ésima DMU;

- β_0, β_1 - coeficientes da regressão a serem estimados, sendo β_0 o intercepto da função de regressão, ou seja, o valor estimado de Y_i quando $X_i=0$; e β_1 , o coeficiente angular da reta, que indica a contribuição marginal que o uso de uma determinada TIC pode proporcionar para uma determinada medida de eficiência;
- ε_i - variável que capta o erro da regressão para a i -ésima DMU.

Pacotes tecnológicos são aqui definidos como conjuntos de TIC que são adotados e tem uso simultâneo por um PSL. Uma abordagem possível para construir um modelo de regressão seria utilizar regressão múltipla, onde cada variável independente representaria o uso de cada uma das catorze tecnologias consideradas. Assim, este modelo teria que incluir catorze variáveis independentes. Modelos deste porte são passíveis de análise, mas podem comprometer o princípio da parcimônia, mencionado no Capítulo 3.

Um modelo simplificado deveria atender a necessidade de se avaliar a relação das medidas de eficiência com todas as combinações possíveis de pacotes tecnológicos. As catorze TIC consideradas neste trabalho conduzem a 2^{14} (=16.384) combinações tecnológicas¹.

Considerando a natureza categórica das variáveis independentes, pode-se agrupar as TIC (duas a duas, três a três e assim por diante), constituindo pacotes equivalentes a uma “nova tecnologia”, ou “tecnologia combinada”. Assim, ter-se-á um conjunto de 16.384 “tecnologias” para análise. Cada uma destas “tecnologias” pode ser entendida como uma tecnologia trivial e, portanto, um modelo de regressão linear simples pode ser aplicado na análise de cada uma delas.

A ocorrência de dados faltantes na amostra irá limitar o número de “tecnologias” que deve ser analisado, pois pacotes não seriam considerados quando estes incluem TIC para as quais não se dispõem de dados.

¹ $\sum_{i=0}^{14} \binom{14}{i} = 2^{14}$ combinações possíveis

O modelo geral de regressão linear para avaliar a relação de pacotes tecnológicos com uma dada medida de eficiência tem função de regressão similar ao modelo (13), ou seja:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 Z_i + \varepsilon_i$$

onde:

- Y_i - variável dependente, representando uma medida de eficiência de interesse para a i -ésima DMU, com $i=1, \dots, n$, em que n é o número de DMUs na amostra;
- Z_i - variável categórica independente, indicando o uso ($Z_i=1$) ou não ($Z_i=0$) de um determinado pacote tecnológico pela i -ésima DMU;
- β_0, β_1 - coeficientes da regressão a serem estimados, sendo β_0 o intercepto da função de regressão, ou seja, o valor estimado de Y_i quando $Z_i=0$; e β_1 , o coeficiente angular da reta, que indica a contribuição marginal que o uso de determinado pacote tecnológico pode proporcionar para uma determinada medida de eficiência;
- ε_i - variável que capta o erro da regressão para a i -ésima DMU.

O uso, ou não, de um pacote tecnológico constituído de um conjunto de TIC é caracterizado pela variável categórica Z_i , que pode assumir dois valores (0 ou 1) para i -ésima DMU. O valor que esta variável deve então assumir é dado pelo produto dos valores de X_i^j (com $j=1, \dots, k$ e $i=1, \dots, n$), que cada uma das k tecnologias que fazem parte do pacote, assume.

5. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados da aplicação do modelo proposto para avaliação da relação entre uso de TIC e escores de eficiência. A apresentação segue a ordem do roteiro metodológico apresentado no capítulo anterior.

5.1. PANORAMA DO MERCADO DE PSL NO BRASIL

Nesta seção é apresentada uma avaliação do mercado de prestadores de serviços logísticos (PSL) no Brasil, no período de 2004 a 2012. Esta avaliação fundamenta os procedimentos metodológicos das etapas seguintes, os quais consistem:

- 1) na classificação do mercado em *clusters* homogêneos;
- 2) na análise de eficiência dos PSL contidos nestes grupos que partilham similaridades funcionais e
- 3) na avaliação da relação entre uso de TIC e escores de eficiência.

5.1.1. Análise preliminar dos dados

Exemplarmente são apresentadas na Tabela 3 algumas estatísticas descritivas para uma seleção de variáveis contínuas dos valores observados em 2011.

Observa-se que, para cada variável, um número relativamente pequeno de empresas diferencia-se fortemente da grande maioria das demais. Esta observação é sustentada pelos números da Tabela 3 que mostra valores do desvio padrão para catorze das quinze variáveis contínuas, superiores aos respectivos valores da média. Apenas a variável “Tempo de Mercado” apresenta média superior ao respectivo desvio padrão. Ou seja, o coeficiente de variação, definido pela relação do desvio-padrão pela média (COSTA NETO, 1977), é superior a 1 o que indica uma dispersão relativa elevada para catorze das quinze variáveis contínuas consideradas na pesquisa da Revista Tecnológica. A Figura 12 mostra gráficos de dispersão com histogramas e tendências para uma seleção de quatro destas variáveis. Os histogramas apresentam acentuada concentração do número de empresas com pequeno número de funcionários, baixa receita bruta anual e pequena área total de armazenagem enquanto tem-se uma maior concentração de empresas já estabelecidas no mercado há alguns anos.

Esta constatação sugere que a heterogeneidade da amostra é verificada e, por conseguinte, deva-se proceder a estratificação da mesma em grupos com maior homogeneidade.

Tabela 3: Estatísticas descritivas relativas às variáveis contínuas dos dados de 2012.

Variável	Média	Desvio padrão	Coefficiente de variação	Número de casos
Tempo de Mercado	16,2	12,7	0,8	134
Número de Funcionários	1.129,9	2.044,6	1,8	133
Nº de Clientes	258,4	1.580,1	6,1	120
Receita Bruta Anual	161.927.011	289.429.785	1,8	87
Crescimento da Receita	0,4	0,5	1,4	94
Área de Armazenagem - Própria	67.859,1	128.422,3	1,9	135
Área de Armazenagem - De clientes	34.231,0	98.125,6	2,9	134
Área de Armazenagem - Alfandegada	8.865,5	36.883,5	4,2	134
Área de Armazenagem - Refrigerada	1.778,1	5.675,6	3,2	134
Área de Armazenagem - Pátio	92.000,4	215.367,9	2,3	132
Área de Armazenagem - Total	208.695,5	340.819,7	1,6	135
Nº Total de Armazéns - Próprios	7,0	10,0	1,4	126
Nº Total de Armazéns - de Clientes	3,8	8,7	2,3	127
Total de Produtos Gerenciados - em Itens	5.133.105	15.636.441	3,0	47
Total de Produtos Gerenciados - em Peso	19.101.396	131.446.149	6,9	74

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

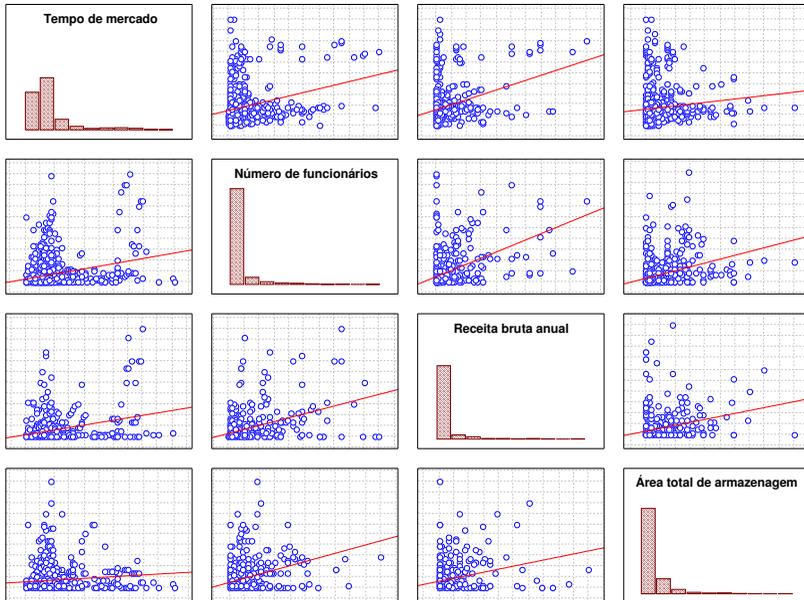


Figura 12: Gráficos de dispersão e tendências para uma seleção de variáveis contínuas.

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Dados relativos aos anos anteriores (2004 a 2011) apresentam estatísticas descritivas similares para o coeficiente de dispersão, motivo pelo qual não são aqui apresentadas individualmente.

Dados consolidados de todos os anos para aquelas variáveis que indicam porte (Número de Funcionários) e nível de atividade (Receita Bruta), as quais configuram a escala de operações de um PSL são mostrados na Figura 13 e Figura 14, respectivamente.

O crescimento da escala das empresas PSL no Brasil pode ser verificado com a composição das distribuições da frequência relativa do Número de Funcionários e da Receita Bruta. Considerando que estas variáveis refletem tanto a decisão deliberada de crescimento interno, representada pelo número de funcionários, quanto o aumento dos resultados operacionais obtidos por estas empresas junto ao mercado, pode-se deduzir que há uma tendência de crescimento da escala das empresas PSL no Brasil.

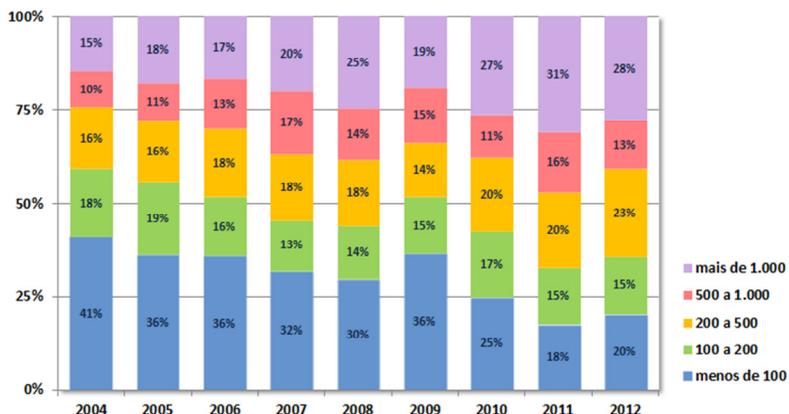


Figura 13: Evolução do número de funcionários empregados pelos PSL considerados na pesquisa da Revista Tecnológica entre 2004 e 2012.
Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Assim, por exemplo, empresas com 1.000 ou mais funcionários compõem 31% do total da amostra em 2011, enquanto que em 2004, estas compunham apenas 15%. Por outro lado, o número de empresas com até 100 funcionários decresceu de 41%, em 2004, para 18%, em 2010.

Comportamento similar pode ser observado para a variável Receita Bruta, onde em 2004, apenas 3% das empresas apresentavam faturamento superior a 500 milhões de reais, enquanto que, em 2011, esta proporção foi três vezes maior, ou seja, 9%. Em contrapartida, a frequência de pequenas empresas, com faturamento de até 10 milhões, reduziu-se de 37% em 2004 para 15% em 2011.

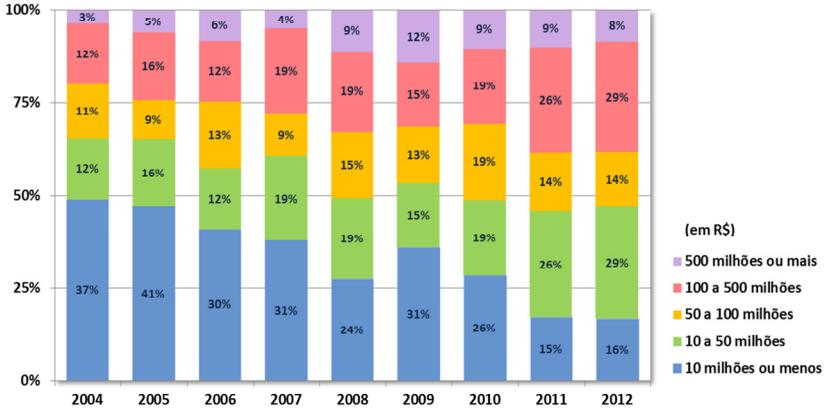


Figura 14: Evolução da receita bruta dos PSL considerados na pesquisa da Revista Tecnológica entre 2004 e 2012.

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

5.1.2. Tendências no uso de TIC pelos PSL

As tendências na adoção de TIC por parte dos PSL foram auferidas por meio da frequência relativa das respostas dos PSL quanto ao uso (ou não) de TIC ao longo do período analisado.

A evolução do uso de aplicativos de TIC para roteirização e rastreamento é mostrada nos gráficos da Figura 15 e Figura 16, respectivamente. Estas tecnologias estão intimamente relacionadas à prestação de serviços de transporte. A proporção de PSL que conta com frota própria também foi incluída em ambos os gráficos, tendo em vista que os dados disponíveis distinguem em uso destas TIC para frota própria e frota terceirizada. Observa-se que a proporção de prestadores de serviços logísticos que utiliza frota própria varia de 65% a 75% ao longo do período analisado. Desta fração, aproximadamente 80% dos PSL fazem uso de roteirizadores. Esta parcela tem se mantido relativamente constante em anos recentes, após ter sofrido notável incremento de uso a partir de 2007. Uma proporção menor de PSL tem feito uso de roteirizadores de frota terceirizada, se comparada à proporção observada nos anos 2004 e 2005. Em anos recentes, as proporções de uso de roteirizadores tanto para frota própria quanto para frota terceirizada ultrapassam 60%, o que indica que os PSL que contam com frota própria fazem também uso de frota terceirizada para prestar serviços de transporte.

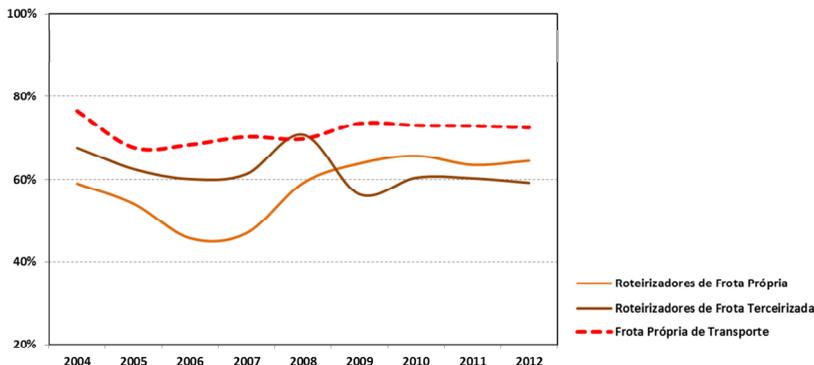


Figura 15: Evolução do uso das tecnologias de roteirização pelos PSL.
 Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

A evolução do uso de TIC de rastreamento de veículos de frota própria e terceirizada (Figura 16) é particularizada, tanto para frota própria quanto terceirizada, para uso de tecnologias baseadas em satélite, rádio (até 2007) e celular (desde 2008). Rastreamento via satélite tem se mostrado mais popular junto aos PSL tanto para frota própria quanto para frota terceirizada. O uso de celular para ambos os tipos de frota tem se mostrado menos popular em anos recentes. Comportamento similar pode ser observado no uso de rádio para rastreamento para os anos iniciais considerados nas pesquisas. Sua importância deve ter sido considerada irrelevante pela Revista Tecnológica tendo em vista estar esta tecnologia excluída nos questionários de anos seguintes.

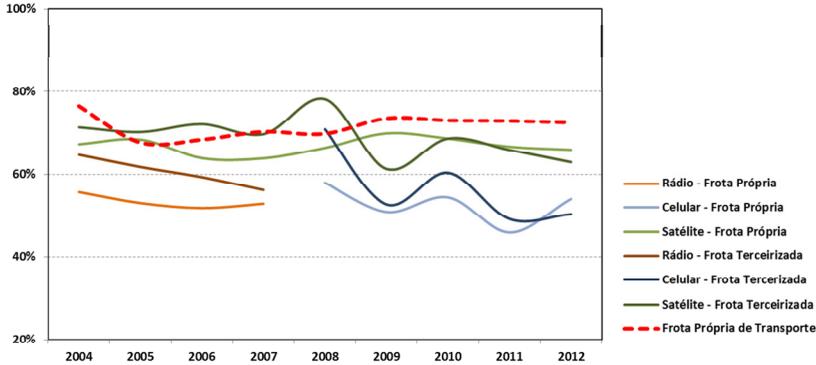


Figura 16: Evolução do uso das tecnologias de rastreamento pelos PSL.

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

As demais TIC analisadas nesta pesquisa compreendem as aqui denominadas tecnologias de gestão. Estas se constituem de aplicativos de simulação e otimização, sistemas de gestão de frotas (TMS), sistemas de gestão de armazéns (WMS), ERP e consultas por internet e celular. Estas TIC podem ser empregadas tanto por empresas que oferecem serviços de transporte, como por aquelas que oferecem serviços de gestão logística ou armazenagem. Semelhante ao comportamento identificado para as tecnologias de roteirização e rastreamento, também não se observa uma tendência de crescimento do uso destas tecnologias com base nos dados da amostra, conforme mostram os gráficos da Figura 17. Ao contrário, o emprego da tecnologia de consulta pela internet apresenta uma tendência de leve queda ao longo dos anos, apesar de ter se estabilizado numa frequência de uso de aproximadamente 85% dos PSL.

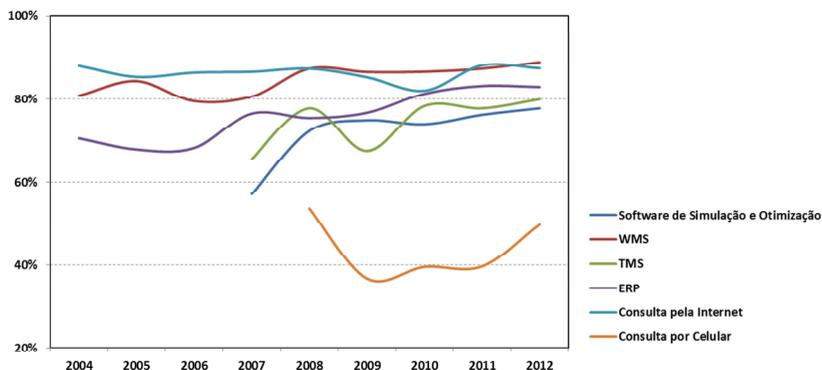


Figura 17: Evolução do uso das tecnologias de gestão pelos PSL.
Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

5.1.3. Tendências na oferta de serviços oferecidos pelos PSL

A oferta de serviços logísticos está discriminada segundo as duas vertentes principais de prestação destes serviços: armazenagem e transporte. No que tange os serviços oferecidos pelas empresas, observa-se um mercado heterogêneo onde PSL oferecem toda a gama de serviços logísticos enquanto outros oferecem exclusivamente serviços de transporte ou de armazenagem.

As tendências de oferta de serviços logísticos fortemente relacionados às atividades de armazenagem são mostradas na Figura 18. A grande maioria (acima de 90%) dos PSL oferece serviços de armazenagem propriamente dita, controle de estoque, paletização e *crossdocking*. A frequência do número de empresas que oferecem serviços de embalagem, montagem de *kits* e conjuntos e gerenciamento de terceiros vêm mantendo-se na faixa de 80% a 90% do total, apresentando leve queda na oferta em anos recentes, enquanto a popularidade dos serviços JIT (*Just-In-Time*) tem se mostrada estável na faixa de dois terços da amostra considerada.

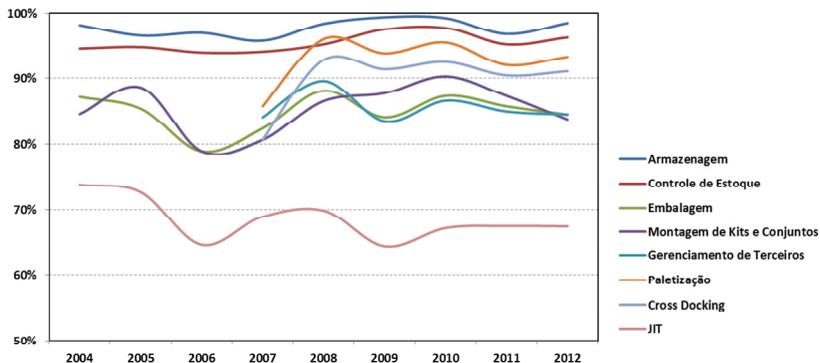


Figura 18: Evolução da oferta de serviços relacionados à armazenagem.

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

A oferta de serviços de transporte por parte dos PSL tem apresentado tendência de leve, mas progressiva queda nos últimos anos, como mostram os gráficos da Figura 19. Enquanto em 2004, os serviços de distribuição, coordenação e transferência eram oferecidos por mais de 95% dos PSL, em 2012 esta proporção caiu para em torno de 85%. Gerenciamento intermodal e serviços de transporte *milk run* têm igualmente sofrido decréscimo de aproximadamente 10% no total de PSL que têm prestado estes serviços desde 2004.

Estas tendências sugerem uma mudança no perfil dos serviços prestados pelas empresas. A oferta de um serviço completo para os diversos clientes foi sendo substituída pela oferta de serviços logísticos especializados ou pelo foco em segmentos de mercado. Lieb e Bentz (2005) identificaram em suas pesquisas que, uma grande parte dos PSL atuantes na Europa passou a selecionar quais atividades deveriam oferecer a seus clientes. No Brasil, também se observa, mais recentemente, o surgimento de várias empresas especializadas na chamada intralogística, como é mostrado na sequência.

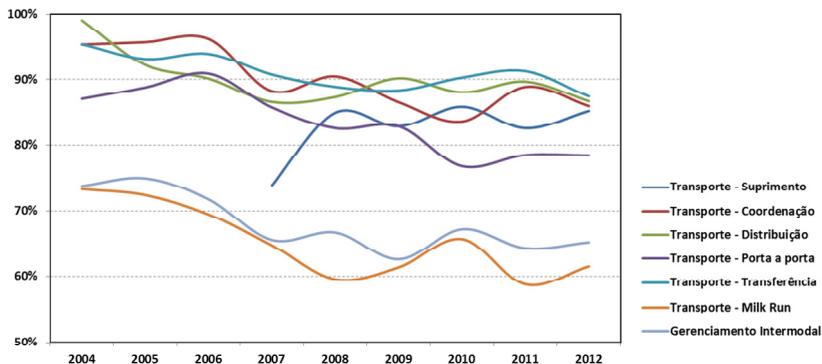


Figura 19: Evolução da oferta de serviços relacionados ao transporte.

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012)..

5.2. CLASSIFICAÇÃO DO MERCADO DE PSL NO BRASIL

Os resultados obtidos com a caracterização do setor de PSL no Brasil sugerem que este se trata de um mercado heterogêneo em relação às atividades logísticas ofertadas e características de operação, como porte com ou sem ativos.

Numa fase inicial de evolução deste mercado, muitas empresas buscaram oferecer uma solução logística integrada, ou *one-stop*, para atender as demandas dos embarcadores. No entanto, a crescente exigência por melhores níveis de serviços e a necessidade de desenvolver competências logísticas em áreas distintas, bem como o surgimento de novas tecnologias que demandavam elevados investimentos provocou mudanças no padrão de concorrência do setor (LUNA e FRIES, 2011).

Com o objetivo de analisar o uso das TIC em grupos homogêneos de empresas PSL, procedeu-se a análise de *clusters* usando o método *k*-mediana, disponível no *software* STATISTICA. Para tanto foram consideradas 15 variáveis categóricas da existência ou não de:

- 1) frota própria de transporte;
- 2) roteirizadores de frota própria;
- 3) roteirizadores de frota terceirizada;
- 4) tecnologia de rastreamento por satélite para frota própria;
- 5) tecnologia de rastreamento por satélite para frota terceirizada;
- 6) oferta de serviços de embalagem;

- 7) montagem de *kits* e conjuntos;
- 8) serviços de coordenação de transporte;
- 9) serviços de distribuição;
- 10) transporte porta-a-porta;
- 11) serviço de transferência;
- 12) transporte *milk run*;
- 13) WMS;
- 14) armazéns de clientes (variável categórica derivada da variável “número de armazéns de clientes”, isto é, se a empresa faz uso de armazéns de clientes, esta variável assume o valor categórico SIM. A variável assume o valor NÃO, caso contrário); e
- 15) armazéns próprios (variável categórica derivada da variável “número de armazéns próprios”, isto é, se a empresa dispõe de armazéns próprios, esta variável assume o valor categórico SIM. A variável assume o valor NÃO, caso contrário).

Estas variáveis foram selecionadas por representarem: 1) serviços característicos relativos à armazenagem (embalagem e montagem de *kits* e conjuntos) e transporte (coordenação, distribuição, porta-a-porta, transferência e *milk run*); 2) uso de TIC relativas ao transporte (roteirizadores e rastreamento) e armazenagem (WMS); 3) operação com ou sem ativos de transporte (frota própria) e armazenagem (armazéns de clientes e armazéns próprios).

A identificação de *clusters* procurou seguir proposta definida por Luna (2003) de classificação de empresas PSL com base na sua atuação na rede logística, ou seja, se atuam nos nós, arcos, ou em toda a rede. Embora esta classificação também sugira a diferenciação das empresas que detêm ou não ativos, este aspecto não foi considerado no processo de clusterização, tendo em vista que a intensidade do uso das tecnologias independe, *a priori*, da propriedade ou não destes ativos.

A identificação dos *clusters* desejados foi dificultada pelo fraco discernimento do grupo de empresas que operam nos nós quando se optou pela classificação da amostra nos três grandes *clusters*. Com um total de 78 empresas, o *cluster* Nó ficou claramente definido quando se dividiu a amostra em cinco grupos. Após estas empresas terem sido extraídas da base de dados, procedeu-se uma segunda classificação com as empresas remanescentes, utilizando as mesmas variáveis categóricas empregadas na fase de agrupamento do *cluster* Nó.

Assim, o conjunto de 1.165 empresas que compõem a base com dados foi dividido em três *clusters* relativamente homogêneos quanto à composição dos ativos e serviços oferecidos dos PSL:

- 1) Nó, formado pelas 78 empresas que realizam, principalmente, serviços logísticos nas instalações, ou seja, armazéns em geral e instalações fabris;
- 2) Arco, que inclui aquelas 254 empresas que oferecem serviços logísticos associados ao transporte, ou seja, permitem a ligação entre as facilidades logísticas;
- 3) Rede, formado por um conjunto de 562 operadores que oferecem serviços logísticos em toda a rede, ou seja, nas instalações e entre estas.

Na Tabela 4, Tabela 5 e Tabela 6 são listados, exemplarmente para o ano de 2012, os PSL e valores utilizados na clusterização para os *clusters* Nó, Arco e Rede, respectivamente.

Tabela 4: Conjunto de PSL que compõem o *cluster* Nó em 2012.

Prestador de Serviços Logísticos	Frota Própria de Transporte	Roteirizadores de Frota		Rastreamento de Frota		Serviços de Transporte						Armazéns		Serviços de Armazenagem		TIC
		Própria	Terceirizada	Própria via Satélite	Terceirizada via Satélite	Coordenação	Distribuição	Porta a Porta	Transferência	Milk-Run	Próprios	De clientes (in house)	Embalagem	Montagem de Kits e Conjuntos		
AGI – Armazéns Gerais e Logística Integrada	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	N	S	S	S	N
AGM Logística e Guarda de Documentos	N	N	N	N	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Cétere Intralogística	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	S	S	S	S
Columbia Logística	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	N	N	S	S	S
Gold Logística	N	N	N	N	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S
ISS Logística Integrada	N	N	N	N	N	N	N	N	S	S	S	S	S	S	S	S
Jetro Armazéns Gerais	S	N	N	N	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S
Keepers Logística	N	N	N	N	N	S	N	S	N	S	N	S	S	S	S	S
Linx Fast Fashion	N	N	N	N	N	S	S	N	S	S	S	N	S	S	S	S
Manserv Logística	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	S	S	S	S	S
McLane do Brasil	N	N	N	N	N	S	N	N	N	N	S	N	S	S	S	S
Multiterminais	N	N	N	N	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S
Stock Logística	N	N	N	N	N	N	S	S	S	N	S	N	S	S	S	N
Cia. Sudeste	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	N	S	S	S	S
Syncreon Logística	N	N	N	N	N	S	S	N	N	N	S	S	S	S	S	S
TCI BPO-SCO	S	N	N	N	N	S	S	N	S	N	S	N	S	S	S	S
Villanova do Brasil	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	S	S	S	S	S
Yusen Logistics	N	N	N	N	N	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S	S

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2012).

A Figura 20 mostra a distribuição do número de empresas atribuído a cada *cluster*, em cada ano. Ressalta-se o número relativamente elevado de empresas descartadas, 271 no total, em razão de dados faltantes para as variáveis utilizadas na clusterização. O descarte foi relativamente elevado para os anos 2004, 2005 e 2006, quando a proporção de respondentes para as variáveis “frota própria”, “número de armazéns de clientes”, “roteirizadores de frota própria”, dentre as utilizadas para a clusterização, foi relativamente baixa se

comparada às proporções dos demais anos, conforme pode ser observado na Tabela 1 e na Tabela 2.

Tabela 5: Conjunto de PSL que compõem o *cluster* Arco em 2012.

Prestador de Serviços Logísticos	Frota Própria de Transporte	Roteirizadores de Frota		Rastreamento de Frota		Serviços de Transporte					Armazéns		Serviços de Armazenagem		TIC	
		Própria	Terceirizada	Própria via Satélite	Terceirizada via Satélite	Coordenação	Distribuição	Porta a Porta	Transferência	Milk-Run	Próprios	De Clientes (In House)	Embalagem	Montagem de Kits e Conjuntos		WMS
Abrange Logística	S	S	N	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Andreami Logística	S	S	N	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Apoio Logística e Serviços	S	S	S	S	S	S	S	N	N	N	S	N	S	S	S	S
Ativa Distribuição e Logística	S	S	N	S	N	N	S	S	N	N	S	N	N	N	N	N
Baselog	S	N	N	S	S	S	S	S	S	N	S	N	S	S	S	S
BMS Logística	S	S	N	S	N	N	S	N	N	N	S	S	S	S	S	S
Brado Logística	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	N	N	S	S	S
Cargolift	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	N	S	S
Correios	S	N	N	N	S	S	S	S	S	N	S	N	S	S	S	S
Elba	S	S	N	S	N	S	S	S	S	N	N	S	S	S	S	S
Engecargo	S	S	N	S	N	S	S	S	S	S	N	N	N	N	N	N
Expresso Mirassol	S	N	N	S	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S
FL Logística	S	S	N	S	N	S	S	S	S	S	S	N	N	N	N	S
Flexa de Prata Logística	S	S	N	S	N	N	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N
Flexil	S	N	N	S	N	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S
Gelog	S	S	N	S	N	N	S	N	S	S	N	S	S	S	S	S
GM&C Logística	S	S	S	N	S	S	S	S	N	N	S	N	S	S	S	S
Golden Cargo	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	N	N	S	S	S
Granvale Logística e Transportes	S	S	N	S	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S
Ideal Transportes	S	S	N	S	N	S	S	S	S	N	S	N	S	S	S	S
Intermarítima Terminais	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S
KMC Logística	S	S	N	S	N	S	S	S	S	N	S	S	S	N	S	S
Martin-Brower	S	S	S	S	S	S	S	N	S	N	S	N	S	N	S	S
Modulog Logística	S	S	N	S	N	N	S	S	S	S	N	S	N	N	N	N
Omnitrans Logística e Transportes	S	S	S	N	N	S	N	S	S	N	S	N	S	S	S	S
Quick Operadora Logística	S	S	N	S	N	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S	S
Rápido Cometa	S	S	N	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Rápido 900	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S
Rodolatina Logística	S	S	S	S	S	N	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N
RV Consult	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	N	S	S
Santos Brasil	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S	S
Shuttle Logística Integrada	S	S	N	S	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S
Smart Logística	S	S	S	S	N	S	S	S	S	N	S	N	S	S	S	S
Stock Tech	S	S	N	S	N	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S
Store Logística	S	S	N	N	N	S	S	S	S	N	S	N	S	S	S	S
Iora Logística	S	S	N	S	N	S	S	S	S	S	S	N	N	N	N	S
Transbrasa	S	S	S	S	S	N	N	S	S	N	S	N	N	N	N	N
Tzar Logística	S	S	S	S	N	S	S	S	S	N	S	N	S	S	S	S
UPS Supply Chain Solutions	S	S	N	S	N	S	S	S	S	N	N	N	S	S	S	N

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2012).

O *cluster* Nó, que atua nas facilidades logísticas, é caracterizado por um pequeno número de empresas, principalmente nos primeiros anos da pesquisa, ou seja, entre 2004 e 2006. Esta constatação mostra que o mercado vem se especializando em anos recentes, promovendo sua segmentação no que tange ao conjunto de serviços oferecidos.

Tabela 6: Conjunto de PSL que compõem o *cluster* Rede em 2012.

Prestador de Serviços Logísticos	Rotelirizadores de Frota		Rastreamento de Frota		Serviços de Transporte					Armazéns		Serviços de Armazenagem		TIC
	Frota Própria de Transporte	Terceirizada	Própria via Satellite	Terceirizada via Satellite	Coordenado	Distribuição	Por a Frota	Transferência	Mill Run	Próprios	De Clientes (in house)	Embalagem	Montagem de Kits e Conjunto	WMS
Aga Logística	S	S	S	S	S	N	N	S	S	S	N	S	S	S
AGV Logística - Armazéns Gerais Vinhedo	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Açoes Logística	S	S	S	S	S	N	N	S	S	S	N	S	N	S
Atlas Transportes & Logística	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	N	S	S	S
Avant Logística	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N	N	N
Brascargo	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Brasilmaxi Logística	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Brucai	S	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
CAM Brasil Multiserviços	N	N	S	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Cardoso Transportes & Logística	S	N	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Cefri	N	N	S	N	S	S	N	S	N	S	S	S	S	S
Cellistics	N	N	S	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Cesa	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Comfrio	N	N	S	N	S	S	S	N	N	S	N	S	S	S
Consórcio Eadi Salvador	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Cooperarga	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
CSI Cargo Logística	N	N	S	N	S	S	S	S	S	S	N	N	S	S
DB Schenker	N	N	S	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Dex Log	S	N	N	S	S	S	S	S	N	S	N	S	S	S
DHL Supply Chain	N	N	S	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
DSR	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Elemar Logística	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Elog Sudeste	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Enivix	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Exologística	N	N	S	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Expresso Jundiá	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Fassina	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Gafor Logística	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
GAT Logística	S	S	N	S	S	S	N	S	S	S	N	S	S	S
Gefco Logística	N	N	S	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Grecco	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Grupo Toniato	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Grupo TPC	N	N	S	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
GVM Logística	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
ID Logistics	N	N	S	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Integra Soluções Logísticas	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
IQAG	N	N	S	N	S	S	N	S	N	S	N	S	N	S
Júlio Simões Logística	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Katoen Natie do Brasil	N	N	S	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
KT&T Logística	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Kuehne+Nagel	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
LC Transportes	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	N	S	S	N
Limeira Logística	S	N	N	S	S	S	N	S	N	S	N	S	S	S
Linkers Logística	S	S	S	S	S	N	S	S	N	S	N	S	S	S
Locaespaço Logística	S	S	S	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Localfrio	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
LOG Fashion	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Log-In Logística Intermodal	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	N	N	S	S
Logilog	S	S	S	S	S	S	N	S	N	S	N	N	S	S
Luft Logistics	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
M3 Armazenagens e Serviços	N	N	N	N	S	S	S	S	S	S	N	S	N	S
Maia Logística	N	N	N	N	N	S	N	S	N	S	N	S	N	N
New Robotica Group	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Panalpina	N	N	N	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Panazzolo Logística	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Penske Logistics do Brasil	N	N	S	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Rumo Logística	N	N	S	N	S	S	S	S	N	S	N	N	S	S
Salvador Logística	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Santa Rita Logistic	N	N	S	N	S	N	S	S	N	S	N	S	S	S
Snap Solução Logística	S	N	S	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Support Cargo	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	N	N	S	S
TA Logística	N	N	S	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Tagma Gestão Logística	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Tgestiona	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Usifast Logística	S	S	S	S	S	N	S	S	N	S	N	S	S	N
Veloce Logística	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Wilson, Sons	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2012)..

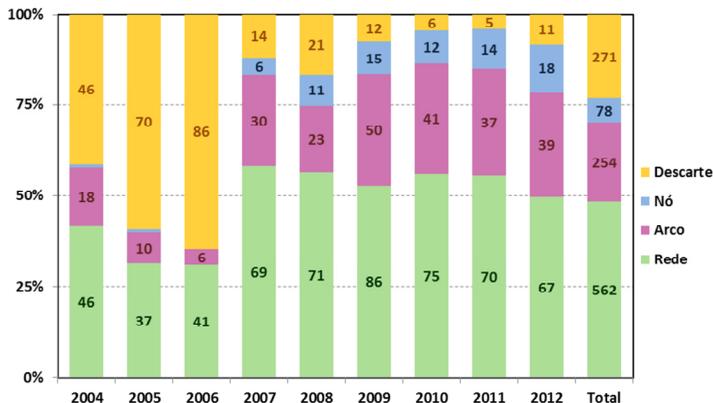


Figura 20: Número de empresas atribuído a cada *cluster* e descarte da amostra após a clusterização.

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Uma análise detalhada dos *clusters* formados permitiu ainda identificar dois subgrupos para o *cluster* Arco: carga cheia (ou a granel) e carga fracionada. O uso de *software* de roteirizadores está claramente relacionado com a distinção para o segundo subgrupo. Considerando que os serviços de carga cheia são realizados principalmente entre as cidades e as distâncias entre as cidades no Brasil são relativamente grandes e, não havendo muitas rotas ligando-as, não há necessidade de uso deste tipo de tecnologia para os PSL deste segmento. Por outro lado, o satélite é utilizado principalmente como ferramenta de segurança para viagens mais longas e que não é utilizado para as entregas “de última milha”, caracterizadas por cargas fracionadas. É interessante destacar que os PSL nestes dois grupos têm ativos, ou seja, dispõem de frota própria para suas operações. A razão desta observação é a origem “transportadora” destes PSL, fazendo com que muitas destas empresas continuem operando no setor de transportes.

O *cluster* Arco ainda se caracteriza por ser constituído por empresas que dispõem de frota própria e, portanto, operam com ativos. Por outro lado, os *clusters* Nó e Redes e caracterizam por empresas que podem ou não dispor de ativos para executar suas operações. A Figura 21 ilustra esquematicamente os *clusters* e subgrupos identificados com a classificação sugerida.

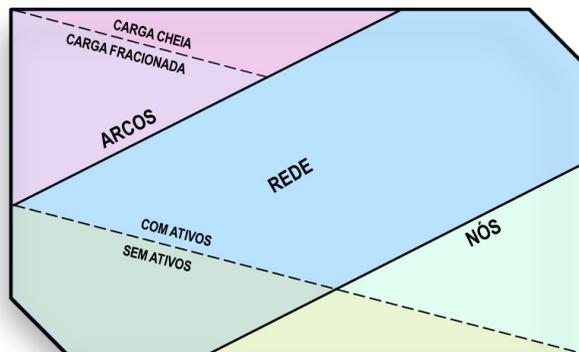


Figura 21: Representação dos grupos e subgrupos de PSL obtidos com a clusterização da amostra.

Fonte: adaptado de Luna e Fries, 2011.

A classificação do setor de PSL no Brasil permite avaliar a frequência do uso das TIC pelos diferentes grupos, verificando assim diferenças significativas no seu uso, além de estabelecer tendências e identificar obstáculos para sua eficiente utilização.

Numa primeira etapa, os dados foram analisados visando identificar tendências na adoção de TIC por parte das empresas PSL. Com esta finalidade, foi analisada a frequência das respostas das empresas PSL que participaram do *survey* da Revista Tecnológica ao longo do período analisado de 2004 a 2012.

5.2.1. Uso das TIC pelos PSL que operam no *cluster* Nós

A frequência do uso de TIC pelos PSL que operam nos nós da rede é mostrada na Figura 22 e na Figura 23. Nestes gráficos estão indicadas somente frequências anuais superiores a 10 observações. Como se trata de um grupo de empresas que oferecem serviços logísticos nas facilidades, a detenção de ativos referentes à frota própria de transporte é mínima. Menos de 25% dos PSL deste *cluster* dispõe deste ativo para realizar suas operações. Por conseguinte, as tecnologias associadas ao transporte, rastreamento de carga e roteirização, são praticamente desnecessárias para a efetiva operação destes PSL, especializados em serviços de armazenagem. Apenas o uso de celular para rastreamento de frota é minimamente utilizado.

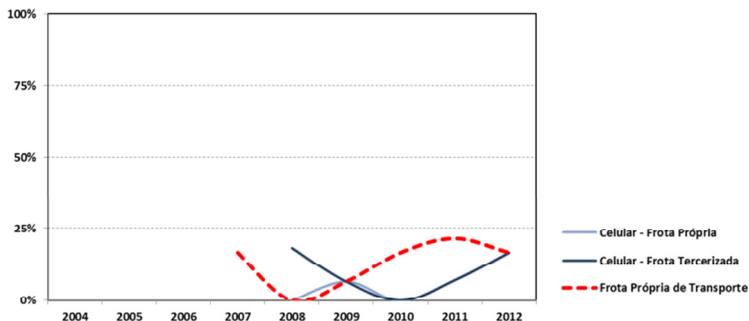


Figura 22: Evolução do uso de tecnologias de gestão pelos PSL que atuam nos nós.

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Quanto às tecnologias de gestão observa-se uma tendência de fazer uso mais acentuado de TIC relacionadas à logística interna, em especial o WMS, consulta pela internet e ERP. As frequências de uso são superiores às médias observadas para todos os PSL. Tecnologias de gestão de frota (TMS) e consulta por celular são subutilizados se comparados com os dados de toda a amostra de PSL (Figura 17), pois menos de 25% utilizam consulta por celular enquanto aproximadamente a metade usa TMS.

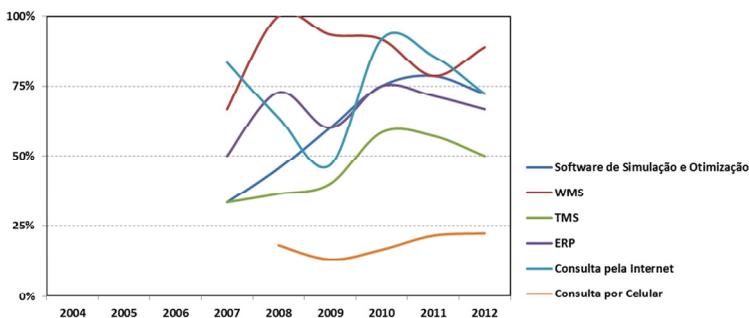


Figura 23: Evolução do uso de tecnologias de gestão pelos PSL que atuam nos nós.

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

5.2.2. Uso das TIC pelos PSL que operam no *cluster* Arco

Para as empresas que atuam nos arcos das redes logísticas, ou seja, aquelas que oferecem basicamente transporte como serviço

logístico principal, os valores das frequências de uso das tecnologias de rastreamento e roteirização (Figura 24) são significativamente mais elevados daqueles que atuam nos nós.

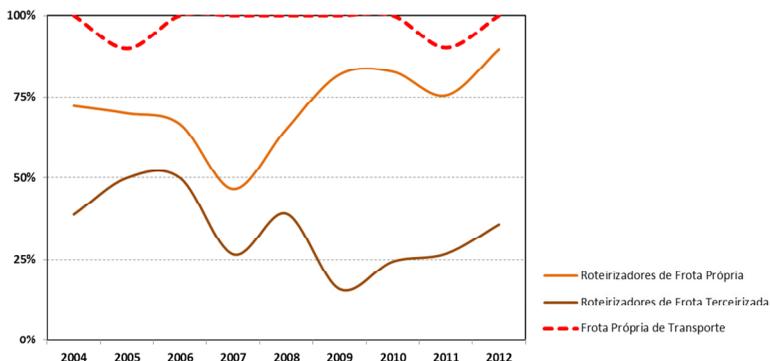


Figura 24: Evolução do uso de roteirizadores pelos PSL que atuam nos arcos.
Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Praticamente todos os operadores logísticos deste grupo dispõem de frota própria de transporte e, portanto, tendem a fazer uso mais frequente de roteirizadores para sua própria frota em detrimento de roteirizadores de frota terceirizada.

Rastreamento via satélite se mostra bastante popular entre empresas que atuam no *cluster* Arco. Por prestar serviços realizados de forma dispersa na rede, empresas que atuam nos arcos devem fazer maior uso desta tecnologia. A diferenciação no uso de rastreamento para frota própria se repete para a função de rastreamento (Figura 25). Como quase todas as empresas dispõem de frota própria, estas tendem a fazer maior uso de rastreamento via satélite, celular e rádio para sua própria frota do que para frota terceirizada. No entanto, rastreamento de frota terceirizada não é desprezível para empresas incluídas neste *cluster*, pois tem frequência de uso oscilando entre 20% e 60%, tanto para via satélite quanto para rádio e celular. Ou seja, mesmo dispondo de frota própria, um considerável número de PSL deste grupo ainda faz uso de frota terceirizada.

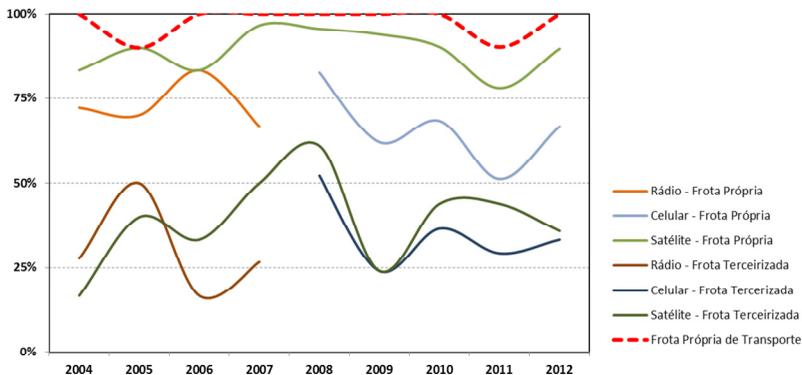


Figura 25: Evolução do uso de tecnologias de rastreamento pelos PSL que atuam nos arcos.

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Entre 60% e 80% das empresas que atuam nos arcos têm feito uso de tecnologias de gestão, com exceção da consulta por celular, conforme ilustra a Figura 26. A consulta por celular tem experimentado crescimento na sua utilização em anos recentes, mas a consulta pela internet tem se mantido dentre as TIC mais utilizadas. Tendência de maior utilização também se manifesta para WMS, TMS e ERP.

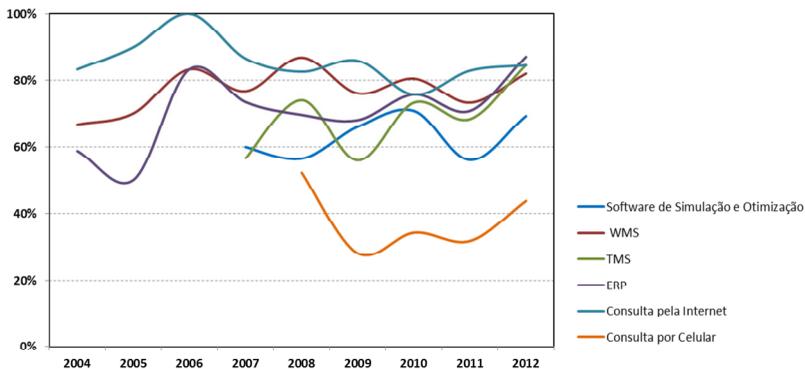


Figura 26: Evolução do uso de tecnologias de gestão pelos PSL que atuam nos arcos.

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

5.2.3. Uso das TIC pelos PSL que operam no *cluster* Rede

O *cluster* dos operadores logísticos que operam na rede apresenta a maior taxa de adoção de TIC dentre os três *clusters* gerados pela clusterização. Empresas deste grupo oferecem serviços logísticos tanto nas instalações como na ligação, ou transporte entre estas. O uso mais intenso das TIC para manter a visão de fluxos se faz necessário como pode ser observado na sequência de Figura 27, Figura 28 e Figura 29 que mostram a evolução do uso das tecnologias para roteirização, rastreamento e gestão, respectivamente.

Considerando o uso mais frequente de roteirizadores de frota terceirizada (Figura 27) se comparado ao de frota própria pode-se deduzir que PSL deste grupo tendem a fazer uso mais intenso de frota terceirizada do que de frota própria.

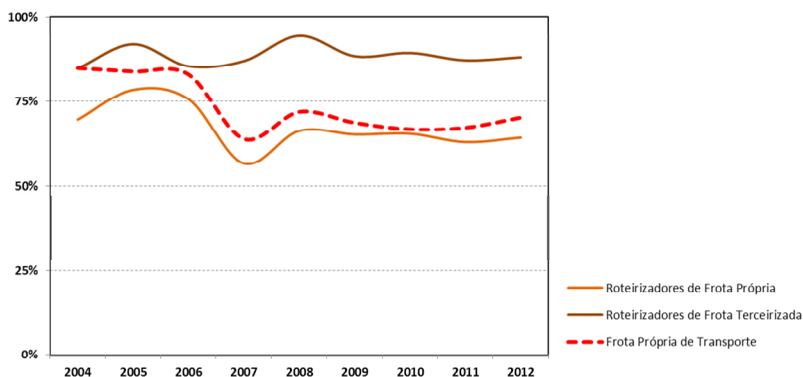


Figura 27: Evolução do uso de tecnologias de roteirização pelos PSL do *cluster* Rede.

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Rastreamento de frota terceirizada via satélite (Figura 28) tem se mostrado muito frequente neste grupo, com frequência de uso superior a 90% para todo o período considerado, corroborando com a observação anterior sobre o uso mais frequente de frota terceirizada se comparado ao uso de frota própria.

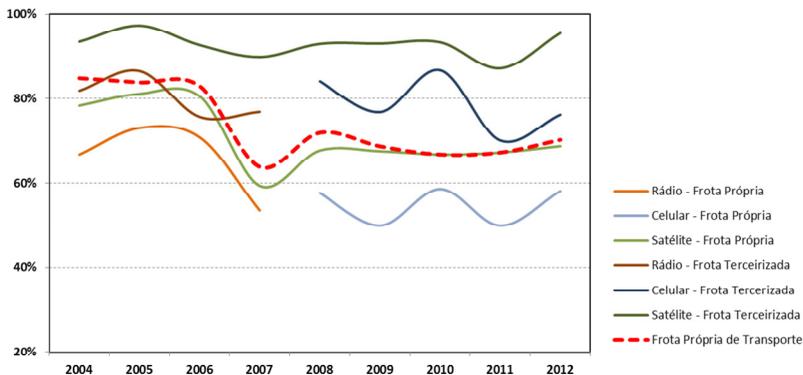


Figura 28: Evolução do uso de tecnologias de rastreamento pelos PSL do *cluster* Rede.

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

O rastreamento de frota própria praticamente acompanha a evolução da frequência da detenção e frota própria de transporte, ou seja, praticamente toda a frota própria disponível dispõe de recursos de rastreamento neste grupo.

O uso de tecnologias de gestão é bastante disseminado neste grupo que opera em toda a rede logística, como pode ser verificado na Figura 29. A consulta pela internet e a tecnologia de gestão de armazéns (WMS) têm frequência recente de uso superior a 90%, enquanto que tecnologia de gestão de frota (TMS) e ERP são observados em mais de 85% das empresas deste grupo. *Software* de simulação e otimização apresenta, em 2012, preferência por 84% dos PSL. Esta tecnologia teve forte tendência de crescimento no seu uso desde que foi incluída nas pesquisas da Revista Tecnológica em 2007, quando apenas 65% das empresas que compõem o *cluster* Rede faziam seu uso.

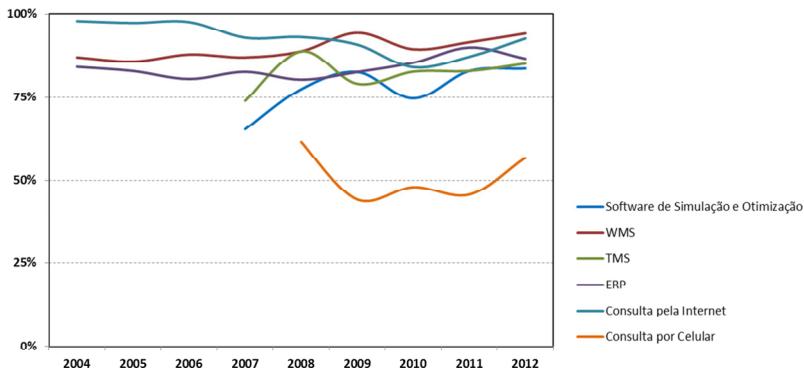


Figura 29: Evolução do uso de tecnologias de gestão pelos PSL do *cluster* Rede. Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

5.3. ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DE PRESTADORES DE SERVIÇOS LOGÍSTICOS NO BRASIL

Na sequência são apresentados os resultados das análises que conduziram à seleção dos conjuntos *input-output* para as três *clusters* de PSL formados. Estas análises foram realizadas com a utilização do *software* STATISTICA.

5.3.1. Variáveis *input* e *output* para análise DEA dos PSL do *cluster* Nó

De acordo com o roteiro apresentado na seção anterior, na primeira etapa da seleção das variáveis a serem utilizadas na análise DEA para os PSL do *cluster* Nó foi procedida uma análise de correlação linear entre as variáveis candidatas a comporem o conjunto *input-output*. A análise de correlação não apresentou qualquer par de variáveis fortemente correlacionadas, ou seja, acima de 90%, limite estabelecido para corte de variáveis correlacionadas e, portanto, estatisticamente redundantes.

A tentativa de redução da dimensionalidade do conjunto de variáveis teve sequência com a análise de componentes principais. Os resultados sumarizados são mostrados na Figura 30. Esta figura é um extrato da tela mostrado pelo *software* STATISTICA. Três componentes principais respondem por 58,4% da variação observada no conjunto de dados. Na Figura 31 são apresentados os pesos de cada variável sobre as três componentes determinadas.

Principal Components Analysis Summary (NOS)								
Number of components is 3								
58,4394% of sum of squares has been explained by all the extracted components.								
Component	R²X	R²X(Cumul.)	Eigenvalue	Q²	Limit	Q²(Cumul.)	Significanc	Iterations
1	0,253025	0,253025	3,0976	0,069726	0,089414	0,0697	S	11
2	0,175359	0,428384	320,0421	-0,100000	0,095937	-26,9560	NS	50
3	0,156010	0,584394	1,8987	-0,027293	0,103620	-27,7190	UNKNOWN	12

Figura 30: Sumário do resultado da ACP para os dados referentes aos PSL do *cluster* N.º.

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica.

Loading spreadsheet (NOS)				
Number of components is 3				
Variable	Variable number	Component 1	Component 2	Component 3
Tempo de Mercado	6	0,237054	0,0374	0,388932
Número de Funcionários	7	0,568024	-0,0348	-0,394075
N.º de Clientes	8	-0,016464	0,9135	-0,057604
Receita Bruta Anual	9	0,192967	-17,8447	0,023031
Crescimento da Receita	10	-0,099412	-0,0566	-0,093476
Área de Armazenamento - Própria	11	0,294303	0,2909	0,566225
Área de Armazenamento - Clientes (in house)	12	0,796588	-0,0624	-0,457037
Área de Armazenamento - Alfandegada	13	0,296933	0,0080	0,500654
Área de Armazenamento - Refrigerada	14	0,154589	0,0178	0,366629
Área de Armazenamento - Pátio	15	0,631982	0,0214	0,557169
Área de Armazenamento - Total	16	0,962749	0,0333	0,178135
N.º Total de Armazéns - Próprios	17	-0,080143	0,8242	0,129846
N.º Total de Armazéns - De Clientes (in house)	18	0,710957	0,0095	-0,553111

Figura 31: *Loadings* de três componentes principais para os PSL do *cluster* N.º.

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica.

A variável “Receita Bruta Anual” tem maior peso (=17,8447 em valor absoluto) na segunda componente principal e deve, portanto, ser selecionada como único *output* para as análises DEA. As variáveis relacionadas ao volume gerenciado em peso e número de itens não foram incluídas nos resultados da ACP por não disporem de valores para no mínimo 50% dos casos válidos da amostra. Para a seleção de *inputs* adequados, a ACP apresenta vários candidatos em potencial. Embora a variável “Área de Armazenamento – Total” tenha apresentado peso superior (=0,962749) às demais para a primeira componente principal, optou-se por selecionar “Área de Armazenamento – Clientes (*in house*)” e “Área de Armazenamento – Própria” dado que a combinação dos pesos destas duas variáveis na primeira (0,294303 para “Área de Armazenamento – Própria” e 0,796588 para “Área de Armazenamento – Clientes (*in house*)”) e terceira (0,566225 para “Área de Armazenamento – Própria” e 0,457037 em valor absoluto para “Área de Armazenamento – Clientes (*in house*)”) componente supera a combinação de pesos gerada pela variável relativa à área de armazenamento total (0,962749 para a primeira e 0,178135 para a

terceira componente). Esta regra de corte é ajustada pelo *software* para prevenir resultados tendenciosos com amostras relativamente pequenas.

5.3.2. Variáveis *input* e *output* para análise DEA dos PSL do *cluster* Arco

A seleção das variáveis *input* e *output* para a avaliação DEA dos PSL que operam nos arcos seguiu o mesmo procedimento adotado para o *cluster* N6, ou seja, procedeu-se a análise de correlação e ACP com as variáveis candidatas. Na análise de correlação, nenhum par de variáveis apresentou forte correlação ($>0,90$) de tal forma que nenhuma variável foi considerada redundante.

A ACP indicou três componentes principais para o conjunto de dados referente ao *cluster* Arco. Estas componentes retêm 57,9% do poder explicativo da base de dados como mostra o extrato de tela obtido com a ferramenta computacional (Figura 32).

Principal Components Analysis Summary (ARCO Selecao de inputs outputs)								
Number of components is 3								
57,9149% of sum of squares has been explained by all the extracted components.								
Component	R²X	R²X(Cumul.)	Eigenvalue	Q²	Limit	Q²(Cumul.)	Significanc	Iterations
1	0,329537	0,329537	3,948564	0,130274	0,083525	0,130274	S	9
2	0,145352	0,474889	1,705520	-0,008699	0,090420	0,122708	UNKNOWN	13
3	0,104260	0,579149	1,424297	-0,100000	0,098619	0,006260	UNKNOWN	42

Figura 32: Sumário do resultado da ACP para os dados referentes aos PSL do *cluster* Arco.

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica.

Conforme mostra o extrato de tela (Figura 33) dos *loadings* da ACP para os dados referentes ao *cluster* Arco, a variável “Receita Bruta Anual” desponta, com peso de 0,469965 na terceira componente principal, a qual conta com poder explicativo de 10,4%. No entanto, a variável “Tempo de Mercado” apresenta peso maior nesta mesma componente, sugerindo que esta devesse ser a variável escolhida. O tempo de mercado de um PSL é considerado uma medida não-discrecionária, ou seja, a gestão de uma DMU não dispõe de controle sobre a ela, pois se trata de uma variável exógena, fixada pela natureza. Segundo Cooper *et al.* (2007), variáveis não-discrecionárias que correspondem a *inputs* de algum processo (como por exemplo, tempo de mercado de uma empresa ou condições do tempo de uma região que tem influência na geração de *output*) podem ser incluídas no DEA, mas o modelo matemático deve prever a particular natureza deste tipo de variável.

No entanto, as outras duas primeiras componentes retêm 47,4% do poder explicativo da amostra, ou seja, quatro vezes maior que o valor correspondente da terceira componente. Como *inputs* ainda devem ser extraídos do conjunto de variáveis disponíveis, estes deveriam ser prioritariamente escolhidos a partir das duas componentes principais iniciais já que a variável “Receita Bruta Anual” capta, como *output*, boa parte da informação retida pela terceira componente.

Loading spreadsheet (ARCO Selecao de inputs outputs)				
Number of components is 3				
Variable	Variable number	Component 1	Component 2	Component 3
Tempo de Mercado	6	0,281519	0,035650	0,927470
Número de Funcionários	7	0,630835	-0,417986	0,146662
Nº de Clientes	8	0,662877	-0,515138	-0,213096
Receita Bruta Anual	9	0,421681	-0,188444	0,469965
Área de Armazenamento - Própria	11	0,732138	0,371367	-0,190491
Área de Armazenamento - Clientes (in house)	12	0,642855	-0,130426	0,000197
Área de Armazenamento - Alfandegada	13	0,363856	0,328206	0,381737
Área de Armazenamento - Refrigerada	14	0,124634	0,404931	-0,017249
Área de Armazenamento - Pátio	15	0,643907	0,473603	-0,104808
Área de Armazenamento - Total	16	0,846596	0,467319	-0,123103
Nº Total de Armazéns - Próprios	17	0,668760	-0,333518	-0,259527
Nº Total de Armazéns - De Clientes (in house)	18	0,422306	-0,498121	-0,022576

Figura 33: *Loadings* de três componentes principais para os PSL do *cluster* Arco.

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica.

A variável “Área de Armazenamento – Total” apresenta o maior peso ($=0,846596$) na primeira componente e, peso combinado superior nas outras componentes, quando comparado à influência das demais variáveis relacionadas à armazenagem. Esta variável é, portanto, um *input* indubitável para a análise DEA, representando o fator armazenagem dos PSL.

A variável “Número de Clientes” apresenta maior peso absoluto, qualificando-a com *input* ou *output* para o DEA. Na seção 4.5 deste trabalho foram expostos argumentos sobre o posicionamento desta variável na condição de *input* ou *output*. Entende-se que PSL podem definir a escala de suas operações, aceitando mais ou menos clientes. Nesta situação, “Número de Clientes” configura um fator de mercado que a empresa pode ou não incorporar no seu *mix* de *inputs*, de forma análoga que uma universidade estabelece o número de vagas no vestibular. Esta situação não estaria configurada caso a DMU fosse uma empresa que atuasse no varejo onde a característica do mercado é operar com clientela relativamente anônima. Neste caso, o número de clientes

poderia ser visto como um resultado das operações da empresa e deveria, portanto, compor o conjunto de *outputs*.

Empresas que operam nos arcos dispõem de ativos para realizar suas operações (Figura 21). Estes ativos compreendem essencialmente frota própria, que obrigatoriamente exige funcionários, na forma de condutores, para dar suporte às atividades inerentes ao transporte. As pesquisas realizadas pela Revista Tecnológica não contemplam variáveis quantitativas relacionadas ao tamanho da frota própria. No entanto, a variável “Número de Funcionários” está intimamente relacionada com a magnitude da frota própria dos PSL que atuam nos arcos. Esta variável apresenta peso de 0,630835 na primeira componente principal além de considerável influência nas demais componentes. Esta constatação a qualifica como importante *input* na abordagem DEA, representando o fator de transporte para os PSL incluídos no *cluster* Arco.

5.3.3. Variáveis *input* e *output* para análise DEA dos PSL do *cluster* Rede

A seleção das variáveis *input* e *output* para a avaliação DEA dos PSL que operam nos arcos também seguiu o mesmo procedimento adotado para os *clusters* Nó e Arco. A análise de correlação não mostrou qualquer par de variáveis fortemente correlacionado, para a significância estatística de $p < 0.05$. Os resultados da ACP mostram (Figura 34) que as três componentes principais determinadas retêm 54,5% do poder explicativo da amostra de dados referente ao *cluster* Rede.

Como mostra a Figura 35, as variáveis “Receita Bruta Anual” e “Número de Cientes” despontam com maiores pesos (em valor absoluto) na segunda e terceira componente principal, respectivamente. Como já descrito para a seleção de variáveis *input* e *output* dos *clusters* Nó e Arco, estas variáveis devem compor o conjunto *input-output* do DEA, sendo que “Receita Bruta Anual” é considerado *output* enquanto que “Número de Clientes” é um *input* para a análise DEA. Os critérios para seleção da variável “Número de Funcionários” como *input* também foram discutidos na seção imediatamente anterior, e são pertinentes para a seleção referente ao *cluster* Rede, pois este também engloba operações nos arcos.

Principal Components Analysis Summary (REDE Seleção de inputs e outputs)								
Number of components is 3								
54,5669% of sum of squares has been explained by all the extracted components.								
Component	R²X	R²X(Cumul.)	Eigenvalue	Q²	Limit	Q²(Cumul.)	Significanc	Iterations
1	0,294803	0,294803	3,60948	0,164949	0,081426	0,1649	S	6
2	0,123793	0,418596	87,01072	-0,100000	0,088325	-9,1339	UNKNOWN	50
3	0,127073	0,545669	1,65062	-0,100000	0,096531	-10,4601	UNKNOWN	43

Figura 34: Sumário do resultado da ACP para os dados referentes aos PSL do *cluster* Rede.

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica.

Resta definir *inputs* relacionados ao fator armazenagem. A variável “Área de Armazenamento – Total” apresenta maior peso na primeira componente principal, enquanto que a variável “Área de Armazenamento – Própria” vem na segunda posição. A área de armazenamento própria está contida na área de armazenamento total e tende a ser a maior parcela desta. A área de armazenamento de clientes, por sua vez, não está incluída nos ativos dos PSL e, por isso, não está sendo considerada na área de armazenamento total.

Loading spreadsheet (REDE Seleção de inputs e outputs)				
Number of components is 3				
Variable	Variable number	Component 1	Component 2	Component 3
Tempo de Mercado	6	0,245570	-0,09752	0,476837
Número de Funcionários	7	0,586897	0,01845	0,353534
Nº de Clientes	8	0,316719	0,00516	0,769901
Receita Bruta Anual	9	0,680749	-9,27367	-0,001939
Área de Armazenamento - Própria	11	0,749274	0,00668	0,008223
Área de Armazenamento - Clientes (in house)	12	0,522829	0,08039	0,182694
Área de Armazenamento - Alfandegada	13	0,382545	0,01021	-0,493700
Área de Armazenamento - Refrigerada	14	0,127265	-0,00032	0,046377
Área de Armazenamento - Pátio	15	0,687269	-0,00831	-0,481638
Área de Armazenamento - Total	16	0,906985	0,01990	-0,312836
Nº Total de Armazéns - Próprios	17	0,590285	-0,00691	0,309876
Nº Total de Armazéns - De Clientes (in house)	18	-0,017312	0,99642	0,017563

Figura 35: *Loadings* de três componentes principais para os PSL do *cluster* Rede.

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica.

Uma alternativa para *input* representando o fator armazenagem seria selecionar apenas “Área de Armazenamento – Total”. No entanto, o *cluster* Rede é numeroso. A observância de um considerável número de DMUs nos modelos DEA libera espaço para inclusão de variáveis adicionais, as quais podem captar particularidades do *mix* de insumos e produtos sem que o número de DMUs eficientes, determinado pelo DEA, seja exageradamente elevado. Assim sendo, a inclusão de dois *inputs* – “Área de Armazenamento – Própria” e “Área de Armazenamento – Clientes (*in house*)” - para representar o fator

armazenagem não traria prejuízos e ainda conduziria aspectos diversos (e disjuntos) para análise (em analogia à seleção promovida para o *cluster* Nó).

5.3.4. Considerações finais sobre o processo de seleção de *inputs* e *outputs*

Os resultados do processo de seleção de *inputs* e *outputs*, com diferentes conjuntos de variáveis *inputs* e *outputs* para os diferentes *clusters* estão resumidamente mostrados no Quadro 8.

Quadro 8: Resumo das variáveis *input* e *output* selecionadas.

Cluster	Input/Output	Descrição da variável	Unidade
Nó	<i>output</i>	Receita Bruta Anual	R\$
	<i>inputs</i>	Área de Armazenagem Própria	m ²
		Área de Armazenagem de Clientes	m ²
Arco	<i>output</i>	Receita Bruta Anual	R\$
	<i>inputs</i>	Número de Empregados	un
		Número de Clientes	un
		Área de Armazenagem Total	m ²
Rede	<i>output</i>	Receita Bruta Anual	R\$
	<i>inputs</i>	Número de Empregados	un
		Número de Clientes	un
		Área de Armazenagem Própria	m ²
		Área de Armazenagem de Clientes	m ²

Fonte: o autor.

Estas variáveis *input* e *output* selecionadas serão empregadas para determinar as eficiências dos PSL por meio dos modelos DEA. Em decorrência da existência de valores não informados pelos respondentes, as amostras dos três *clusters* passam por uma nova fase de redução de seu tamanho, como mostra a Figura 36. Esta redução está relacionada com o descarte sofrido pela amostra na etapa de clusterização (Figura 20).

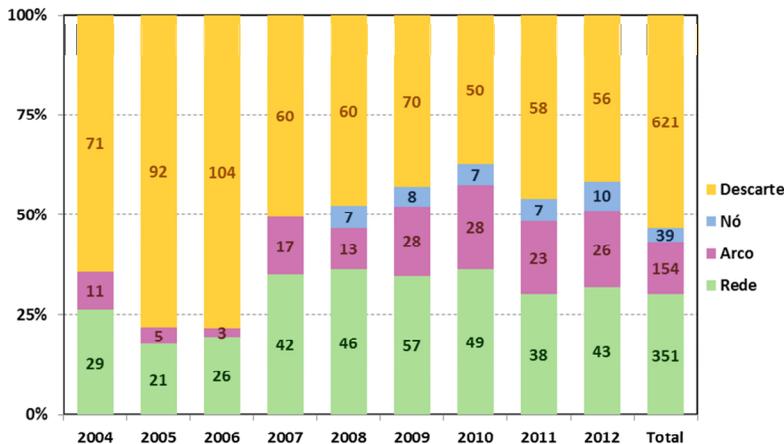


Figura 36: Número de PSL atribuído a cada *cluster* e descarte da amostra após clusterização e seleção de variáveis *input* e *output*.

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

5.4. DETERMINAÇÃO DOS ESCORES DE EFICIÊNCIA

Na determinação das eficiências técnica global e pura e eficiência gerencial foram empregados, respectivamente, os modelos CRS, VRS e FGL com orientação *input* e considerando o conjunto particular de *inputs/outputs* definido, na seção anterior, para cada *cluster* e apresentado no Quadro 8.

No intuito de prover análises posteriores com informações a respeito da escala de operação dos PSL, foi adicionalmente incluída a determinação da eficiência para retornos não crescentes, cujo modelo matemático, denominado DRS, foi apresentado no capítulo anterior. As eficiências foram apuradas para cada ano do período considerado (2004-2012) e cada *cluster* de PSL utilizando o *software* GAMS (*General Algebraic Modeling System*).

Os resultados obtidos para 2012 são apresentados exemplarmente na Tabela 7 (*cluster* Nó), Tabela 8 (*cluster* Arco) e Tabela 9 (*cluster* Rede). Os resultados dos demais anos (2004 e 2011) estão incluídos no Apêndice deste trabalho. Estas tabelas ainda incluem a eficiência de escala dos PSL, dada pela relação da eficiência técnica global e eficiência técnica pura. Os resultados obtidos para os demais anos estão incluídos no Apêndice B deste trabalho.

Tabela 7: Eficiências dos PSL que operam no *cluster* N° (2012).

Ano	Nome da Empresa	Inputs		Output	Eficiências				
		Área de Armazenagem Própria	Área de Armazenagem de Clientes	Receita Bruta Anual	Técnica Global (CRS)	Retornos Não Crescentes (DRS)	Técnica Pura (VRS)	Gerencial (FGL)	Escala (CRS/VRS)
2012	AGI – Armazéns Gerais e Logística Integrada	16.000	-	2.000.000	0,005	0,005	0,156	0,156	0,032
2012	Columbia Logística	9.000	-	1.050.000	0,005	0,005	0,278	0,278	0,018
2012	Jetro Armazéns Gerais	40.000	-	30.000.000	0,031	0,031	0,062	0,062	0,500
2012	McLane do Brasil	191.370	-	4.000.000	0,001	0,001	0,013	0,013	0,067
2012	Stock Logística	2.500	-	60.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2012	TCI BPO-SCO	60.000	-	8.400.000	0,006	0,006	0,042	0,042	0,143
2012	AGM Logística e Guarda de Documentos	25.000	55.000	30.000.000	0,040	0,040	0,100	0,110	0,400
2012	ISS Logística Integrada	35.000	600.000	300.000.000	0,176	1,000	1,000	1,000	0,176
2012	Manserv Logística	57.000	541.000	80.000.000	0,029	0,029	0,048	0,070	0,604
2012	Villanova do Brasil	4.000	38.000	195.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Fonte: o autor.

A proporção de PSL eficientes em cada um dos *clusters* (e anos) se mostra calibrada com o número de variáveis *input* e *output* escolhido, pois o número de PSL eficientes, que são referência para os demais, não é muito elevado em relação ao total de DMUs, em cada ano e tipo de *cluster*.

Nas tabelas dos resultados dos modelos DEA foi incluída a medida de eficiência para retornos não crescentes (DRS), para permitir a análise do porte da DMU em relação ao porte mais eficiente detectando na amostra. Por exemplo, no ano de 2012, o porte da empresa ISS Logística Integrada apresenta-se acima do porte ideal da amostra, pois sua eficiência derivada do modelo DRS é idêntica à eficiência técnica pura e diferente da eficiência técnica global. Todas as demais DMUs apresentam tamanho igual ou inferior ao porte ideal.

A análise do porte permite identificar potencial de crescimento para as atividades das DMUs de uma análise DEA e mostrar se o mercado, em que estas DMUs operam, comporta crescimento do tamanho destas.

Tabela 8: Eficiências dos PSL que operam no *cluster* Arco (2012).

Ano	Nome da Empresa	Inputs			Output	Eficiências				
		Número de Funcionários	Número de Clientes	Área Total de Armazenagem	Receita Bruta Anual	Técnica Global (CRS)	Retornos Não Cresc- centes (DRS)	Técnica Pura (VRS)	Gerencial (FGL)	Escala (CRS/VRS)
2012	Abrange Logística	1.400	45	335.500	112.000.000	0,043	0,043	0,118	0,118	0,364
2012	Andreani Logística	3.735	2.000	11.500	65.000.000	0,009	0,009	0,034	1,000	0,265
2012	Apoio Logística e Serviços	320	97	450.000	55.000.000	0,082	0,082	0,114	0,152	0,719
2012	BMS Logística	1.750	6	69.000	180.000.000	0,200	0,200	0,533	1,000	0,375
2012	Cargolift	470	3	33.500	141.800.000	0,315	0,315	1,000	1,000	0,315
2012	Correios	500	23	90.000	407.000.000	0,433	0,433	0,451	0,461	0,960
2012	Elba	943	4	419.000	86.500.000	0,144	0,144	0,750	1,000	0,192
2012	Expresso Mirassol	260	4	135.000	132.000.000	0,274	0,274	1,000	1,000	0,274
2012	Flexa de Prata Logística	350	125	50.000	86.000.000	0,114	0,114	0,190	0,190	0,600
2012	Flexsil	114	30	75.000	25.000.000	0,106	0,106	0,208	0,212	0,510
2012	Gelog	188	14	48.500	43.200.000	0,121	0,121	0,407	0,407	0,297
2012	Golden Cargo	120	12	419.000	18.000.000	0,078	0,078	0,470	1,000	0,166
2012	Granvale Logística e Transportes	12	6	13.300	2.800.000	0,103	0,103	1,000	1,000	0,103
2012	Ideal Transportes	126	10	10.000	15.500.000	0,064	0,064	1,000	1,000	0,064
2012	Intermarítima Terminais	600	100	225.000	100.000.000	0,084	0,084	0,102	0,106	0,824
2012	Martin-Brower	811	10	46.100	1.500.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2012	Modulog Logística	71	15	57.200	1.000.000	0,007	0,007	0,392	0,393	0,018
2012	Rapidão Cometa	8.700	17.000	711.000	1.000.000.000	0,047	0,061	0,061	1,000	0,770
2012	Rodolatina Logística	100	70	-	245.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2012	RV Consult	305	28	65.000	70.000.000	0,120	0,120	0,225	0,229	0,533
2012	Shuttle Logística Integrada	50	16	40.000	7.000.000	0,066	0,066	0,373	0,373	0,177
2012	Smart Logística	271	8	58.648	29.500.000	0,058	0,058	0,616	0,616	0,094
2012	Stock Tech	670	40	107.000	53.000.000	0,042	0,042	0,147	0,151	0,286
2012	Tora Logística	817	25	1.859.750	383.400.000	0,252	0,252	0,275	1,000	0,916
2012	Transbrasa	275	400	92.100	90.000.000	0,134	0,134	0,159	0,478	0,843
2012	Tzar Logística	1.302	7	43.000	51.400.000	0,049	0,049	0,596	1,000	0,082

Fonte: o autor.

A análise do porte ideal para os PSL do *cluster* Arco, ano 2012, mostra que nenhuma empresa está acima do porte ideal, o que indica que este setor apresenta chances de crescimento para as empresas que nele atuam.

Para o *cluster* Rede, ano 2012, seis PSL (AGV, Atlas, Elog Sudeste, Grupo Toniato, Usifast e Veloce) apresentam eficiência para o modelo DRS igual à eficiência técnica pura e, portanto, são empresas com porte superior ao que o mercado compreende ser o porte ideal. Como o número de empresas nesta situação é proporcionalmente superior ao número dos outros *clusters* (2012), pode-se supor que o mercado caracterizado pelas empresas que operam neste *cluster* não deve comportar, com facilidade, empresas acima do porte já observado. Ou seja, as chances dos PSL deste *cluster* crescerem em tamanho tendem a ser menores àquelas dos PSL posicionados nos outros dois *clusters*, que podem aqui ser interpretados como setores especializados, com maiores chances de crescimento.

Tabela 9: Eficiências dos PSL que operam no *cluster* Rede (2012).

Ano	Nome da Empresa	Inputs				Output	Eficiências				
		Nº de Funcionários	Nº de Clientes	Área de Armazenagem Própria	Área de Armazenagem de Clientes		Receita Bruta Anual	Técnica Global (CRS)	Retornos Não Crescentes (DRS)	Técnica Pura (VRS)	Gerencial (FGL)
2012	Aga Logística	105	6	55.000	-	18.000.000	0,187	0,187	1,000	1,000	0,187
2012	AGV Logística-Armazéns Ger. Vinhedo	4.150	165	443.000	-	724.000.000	0,194	1,000	1,000	1,000	0,194
2012	Aqces Logística	1.400	28	30.700	-	235.000.000	0,191	0,191	0,234	0,243	0,816
2012	Atlas Transportes & Logística	3.500	2.000	260.000	35.500	545.000.000	0,108	0,897	0,897	1,000	0,120
2012	Avant Logística	55	22	8.250	-	10.000.000	0,143	0,143	0,429	0,429	0,333
2012	Brascargo	386	15	95.000	-	45.000.000	0,130	0,130	0,414	0,414	0,314
2012	CAM Brasil Multiserviços	240	7	9.100	40.000	24.000.000	0,113	0,113	0,972	1,000	0,116
2012	Cardoso Transportes & Logística	85	11	13.000	10.000	9.600.000	0,114	0,114	0,694	0,730	0,164
2012	Cefri	214	19	27.305	-	20.000.000	0,098	0,098	0,393	0,393	0,249
2012	Celistics	330	9	16.000	-	18.700.000	0,064	0,064	0,740	0,740	0,086
2012	Cesa	380	11	-	35.000	156.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2012	Comfrio	317	40	36.800	-	34.000.000	0,109	0,109	0,192	0,192	0,568
2012	Consórcio Eadi Salvador	215	130	20.000	-	57.000.000	0,179	0,204	0,204	0,268	0,877
2012	CSI Cargo Logística	3.000	5	40.000	250.000	120.000.000	0,408	0,408	1,000	1,000	0,408
2012	Dex Log	108	12	9.600	-	10.800.000	0,103	0,103	0,640	0,640	0,161
2012	Elomar Logística	120	24	12.000	-	14.000.000	0,110	0,110	0,339	0,343	0,324
2012	Elog Sudeste	1.832	2.000	355.000	-	512.300.000	0,141	1,000	1,000	1,000	0,141
2012	Enivix	200	30	30.000	-	30.000.000	0,148	0,148	0,258	0,262	0,574
2012	Exologística	238	10	35.000	11.000	29.000.000	0,135	0,135	0,671	0,674	0,201
2012	Expresso Jundiá	1.772	11	170.000	-	265.400.000	0,410	0,410	0,545	1,000	0,752
2012	Fassina	782	200	35.720	-	109.000.000	0,124	0,137	0,137	0,150	0,905
2012	GAT Logística	271	83	35.000	-	48.000.000	0,151	0,151	0,174	0,186	0,868
2012	Gefco Logística	404	6	8.400	-	353.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2012	Grupo Toniato	1.300	250	80.000	20.000	130.000.000	0,095	0,102	0,102	0,125	0,931
2012	Grupo TPC	2.129	21	110.000	90.000	250.000.000	0,202	0,202	0,281	0,312	0,719
2012	GVM Logística	75	28	6.500	-	11.200.000	0,120	0,120	0,408	0,408	0,294
2012	ID Logistics	3.367	10	24.600	395.300	145.000.000	0,246	0,246	0,581	1,000	0,423
2012	IQAG	40	17	-	-	4.000.000	0,157	0,157	1,000	1,000	0,157
2012	LC Transportes	227	12	50.000	5.000	14.700.000	0,071	0,071	0,560	0,562	0,127
2012	Limeira Logística	33	9	13.000	-	4.400.000	0,117	0,117	0,860	0,887	0,136
2012	Linkers Logística	142	10	10.000	30.000	14.000.000	0,106	0,106	0,746	1,000	0,142
2012	Locaespaço Logística	16	8	4.000	-	1.100.000	0,050	0,050	1,000	1,000	0,050
2012	LOG Fashion	110	23	5.000	6.000	5.000.000	0,042	0,042	0,482	0,483	0,087
2012	M3 Armazenagens e Serviços	47	23	12.000	-	10.800.000	0,169	0,169	0,435	0,461	0,389
2012	Maia Logística	11	20	-	-	30.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2012	Penske Logistics do Brasil	2.300	18	270.000	70.000	270.000.000	0,255	0,255	0,328	1,000	0,777
2012	Salvador Logística	320	15	45.000	-	45.000.000	0,155	0,155	0,457	0,457	0,339
2012	Santa Rita Logistic	50	15	15.000	-	6.000.000	0,103	0,103	0,523	0,530	0,197
2012	Snap Solução Logística	250	38	32.000	-	35.600.000	0,140	0,140	0,213	0,223	0,657
2012	TA Logística	254	65	65.696	2.345	38.700.000	0,136	0,136	0,180	0,219	0,756
2012	TGestiona	800	12	19.640	28.114	113.600.000	0,162	0,162	0,500	0,518	0,324
2012	Usifast Logística	520	106	6.138	-	163.500.000	0,398	0,566	0,566	1,000	0,703
2012	Veloce Logística	500	40	30.000	-	184.000.000	0,391	0,397	0,397	0,436	0,985

Fonte: o autor.

5.5. AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE USO DAS TIC E MEDIDAS DE EFICIÊNCIA DOS PSL

Por simplicidade e pela farta disponibilidade de sistemas computacionais, optou-se, neste trabalho, pela utilização de modelos estatísticos para a busca de relações estatisticamente significativas entre o uso das TIC e medidas de eficiência global (modelo CRS), pura (modelo VRS), gerencial (modelo FGL) e de escala (ESC), apresentadas na seção anterior.

5.5.1. Resultados da relação entre medidas de eficiência e uso de TIC

Nesta seção são apresentados os resultados da aplicação de modelos de regressão linear sobre os dados extraídos da Revista Tecnológica e os resultados obtidos com a aplicação dos modelos DEA, apresentados e descritos anteriormente. Os resultados foram obtidos com a utilização do *software* STATISTICA como também por *software* escrito pelo autor, quando soluções específicas fizeram-se necessárias.

As estatísticas t e F produzem resultados equivalentes para este modelo, pois se trata de uma regressão linear simples.

5.5.2. Resultados para o *cluster* Nó

Na Tabela 10 são mostrados os dados utilizados para as regressões relativas ao *cluster* Nó. O conjunto de dados compreende 39 observações geradas para este *cluster* na fase de clusterização e na etapa de seleção de *inputs* e *outputs*. Nesta tabela observa-se a inexistência do uso de tecnologias de roteirização tanto de frota própria (TFP) como de frota terceirizada (TFT) assim como de rastreamento por satélite de frota própria (RSP) e frota terceirizada (RST). No entanto, pouco mais de 10% do total de observações faz uso de tecnologias relacionadas ao rastreamento por celular para frota própria (RCP) e terceirizada (RCT). A não ou pouca frequência de uso destas TIC decorre do fato de empresas que operam nos nós das redes de transportes não prestarem serviços de transporte e, por conseguinte, tendem a não dispor de frota de transporte, para a qual estas TIC poderiam ser utilizadas. A tabela ainda mostra a inexistência de observações para o uso das tecnologias de rastreamento por rádio para frota própria (RRP) e terceirizada (RRT). Sua inclusão foi descontinuada nos relatórios publicados pela Revista

Tecnológica em 2008 (Tabela 2) e, nos anteriores a 2007, este *cluster* não teve manifestada sua presença (Figura 20) na etapa de clusterização. O pequeno número de PSL que pertencia ao *cluster* N6 no ano de 2007 foi excluído das análises durante a etapa de seleção de *inputs* e *output*.

Tabela 10: Dados utilizados nos modelos de regressão referentes ao *cluster* N6.

Ordem	Tecnologias de Informação e Comunicação													Medidas de Eficiência				
	TFP	TFT	RSP	RST	RRP	RRT	RCP	RCT	SSO	WMS	TMS	ERP	INT	CEL	CRS	VRS	FGL	ESC
1	0	0	0	0	-	-	0	0	0	1	1	1	1	0	0,173	0,257	0,257	0,673
2	0	0	0	0	-	-	0	0	0	1	1	1	1	1	1,000	1,000	1,000	1,000
3	0	0	0	0	-	-	0	0	1	1	0	1	1	0	0,944	1,000	1,000	0,944
4	0	0	0	0	-	-	0	0	0	1	0	1	1	0	1,000	1,000	1,000	1,000
5	0	0	0	0	-	-	0	0	0	1	0	0	1	0	0,432	0,540	0,540	0,800
6	0	0	0	0	-	-	0	1	1	1	0	0	0	0	0,151	0,850	0,850	0,178
7	0	0	0	0	-	-	0	0	1	1	1	1	0	0	0,114	1,000	1,000	0,114
8	0	0	0	0	-	-	0	0	1	1	1	1	1	0	0,091	0,126	0,126	0,722
9	0	0	0	0	-	-	0	0	1	1	1	1	1	0	0,055	0,833	0,833	0,066
10	0	0	0	0	-	-	0	0	1	1	1	1	1	1	1,000	1,000	1,000	1,000
11	0	0	0	0	-	-	0	0	1	1	1	0	0	0	0,556	1,000	1,000	0,556
12	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	1	0	0,061	1,000	1,000	0,061
13	0	0	0	0	-	-	0	0	1	1	0	0	0	0	0,030	0,423	0,423	0,071
14	0	0	0	0	-	-	0	0	1	1	0	0	0	0	0,068	0,093	0,093	0,731
15	0	0	0	0	-	-	1	1	1	1	0	1	0	0	1,000	1,000	1,000	1,000
16	0	0	0	0	-	-	0	0	0	1	0	0	1	0	1,000	1,000	1,000	1,000
17	0	0	0	0	-	-	0	0	1	1	1	1	1	1	0,354	0,367	0,367	0,965
18	0	0	0	0	-	-	0	0	1	1	1	1	1	0	0,563	1,000	1,000	0,563
19	0	0	0	0	-	-	0	0	1	1	0	1	1	1	1,000	1,000	1,000	1,000
20	0	0	0	0	-	-	0	0	0	1	1	0	1	0	1,000	1,000	1,000	1,000
21	0	0	0	0	-	-	0	0	1	1	1	1	0	0	0,486	0,912	1,000	0,533
22	0	0	0	0	-	-	0	0	1	0	0	1	1	0	0,193	0,208	0,208	0,928
23	0	0	0	0	-	-	0	0	1	1	1	1	1	0	1,000	1,000	1,000	1,000
24	0	0	0	0	-	-	0	0	0	1	1	0	1	0	0,418	0,709	0,709	0,590
25	0	0	0	0	-	-	0	0	1	1	0	1	1	0	0,051	1,000	1,000	0,051
26	0	0	0	0	-	-	0	0	1	0	0	0	0	0	0,225	1,000	1,000	0,225
27	0	0	0	0	-	-	0	0	1	1	1	1	1	1	0,181	0,500	0,500	0,362
28	0	0	0	0	-	-	1	1	1	1	1	1	1	0	1,000	1,000	1,000	1,000
29	0	0	0	0	-	-	0	0	0	1	0	1	1	0	0,071	0,085	0,085	0,835
30	0	0	0	0	-	-	0	0	1	0	0	1	1	1	0,005	0,156	0,156	0,032
31	0	0	0	0	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	0,040	0,100	0,110	0,400
32	0	0	0	0	-	-	0	0	0	1	0	0	0	0	0,005	0,278	0,278	0,018
33	0	0	0	0	-	-	0	0	1	1	0	1	1	1	0,176	1,000	1,000	0,176
34	0	0	0	0	-	-	1	1	0	1	1	0	1	0	0,031	0,062	0,062	0,500
35	0	0	0	0	-	-	0	0	1	1	0	1	1	0	0,029	0,048	0,070	0,604
36	0	0	0	0	-	-	0	0	1	1	1	1	1	0	0,001	0,013	0,013	0,067
37	0	0	0	0	-	-	0	0	1	0	0	0	0	0	1,000	1,000	1,000	1,000
38	0	0	0	0	-	-	1	1	1	1	1	1	1	0	0,006	0,042	0,042	0,143
39	0	0	0	0	-	-	0	0	0	1	0	1	1	0	1,000	1,000	1,000	1,000

Fonte: o autor.

Os resultados das regressões para as medidas de eficiência CRS, VRS, FGL e ESC referentes ao *cluster* N6 são apresentados na Tabela 11. Além dos coeficientes da regressão e estatísticas relacionadas a estes, estão incluídos nesta tabela, os coeficientes de correlação R e de determinação R^2 , o valor da estatística F, o tamanho da amostra e o número de repostas negativas e positivas do uso de determinada TIC de cada regressão.

Tabela 11: Resultados das regressões lineares da relação Eficiência vs. TIC para o cluster N6.

Modelo de Eficiência	TIC	β_0	Erro Padrão(β_0)	Estimativa t(β_0)	p(β_0)	β_1	Erro Padrão(β_1)	Estimativa t(β_1)	p(β_1)	R	R ²	F	Tamanho Amostra	# Não	# Sim
CRS (Retorno Constante de Escala)	TFF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	TFT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RST	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RRP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RRT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RCP	0,424	0,072	5,906	0,000	-0,009	0,201	-0,045	0,964	0,007	0,000	0,00	39	34	5
	RCT	0,433	0,073	5,940	0,000	-0,061	0,186	-0,331	0,743	0,054	0,003	0,11	39	33	6
	SSO	0,553	0,113	4,884	0,000	-0,195	0,139	-1,404	0,169	0,225	0,051	1,97	39	13	26
	WMS	0,297	0,186	1,595	0,119	0,145	0,199	0,728	0,471	0,119	0,114	0,53	39	5	34
	TMS	0,422	0,094	4,503	0,000	0,003	0,134	0,020	0,985	0,003	0,000	0,00	39	20	19
	ERP	0,383	0,116	3,302	0,002	0,061	0,142	0,428	0,671	0,070	0,005	0,18	39	13	26
	INT	0,363	0,132	2,753	0,009	0,080	0,153	0,525	0,602	0,086	0,007	0,28	39	10	29
CEL	0,399	0,073	5,427	0,000	0,137	0,173	0,791	0,434	0,129	0,017	0,63	39	32	7	
VRS (Retorno Variável de Escala)	TFF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	TFT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RST	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RRP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RRT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RCP	0,688	0,068	10,141	0,000	-0,247	0,190	-1,305	0,200	0,210	0,044	1,70	39	34	5
	RCT	0,683	0,070	9,824	0,000	-0,174	0,177	-0,983	0,332	0,160	0,025	0,97	39	33	6
	SSO	0,687	0,112	6,130	0,000	-0,046	0,137	-0,334	0,741	0,055	0,003	0,11	39	13	26
	WMS	0,673	0,181	3,718	0,001	-0,019	0,194	-0,097	0,924	0,016	0,000	0,01	39	5	34
	TMS	0,684	0,090	7,579	0,000	-0,057	0,129	-0,438	0,664	0,072	0,005	0,19	39	20	19
	ERP	0,689	0,112	6,147	0,000	-0,049	0,137	-0,354	0,725	0,058	0,003	0,13	39	13	26
	INT	0,756	0,127	5,970	0,000	-0,133	0,147	-0,908	0,370	0,148	0,022	0,83	39	10	29
CEL	0,645	0,071	9,031	0,000	0,065	0,169	0,384	0,703	0,063	0,004	0,15	39	32	7	
FGL (Gerencial)	TFF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	TFT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RST	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RRP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RRT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RCP	0,691	0,068	10,178	0,000	-0,249	0,190	-1,310	0,198	0,211	0,044	1,72	39	34	5
	RCT	0,687	0,070	9,862	0,000	-0,176	0,177	-0,991	0,328	0,161	0,026	0,98	39	33	6
	SSO	0,687	0,112	6,120	0,000	-0,041	0,137	-0,300	0,766	0,049	0,002	0,09	39	13	26
	WMS	0,673	0,181	3,713	0,001	-0,015	0,194	-0,078	0,938	0,013	0,000	0,01	39	5	34
	TMS	0,685	0,090	7,579	0,000	-0,053	0,130	-0,406	0,687	0,067	0,004	0,17	39	20	19
	ERP	0,689	0,112	6,138	0,000	-0,044	0,137	-0,320	0,751	0,053	0,003	0,10	39	13	26
	INT	0,764	0,127	6,039	0,000	-0,141	0,147	-0,961	0,343	0,156	0,024	0,92	39	10	29
CEL	0,648	0,071	9,067	0,000	0,063	0,169	0,372	0,712	0,061	0,004	0,14	39	32	7	
ESC (Escala)	TFF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	TFT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RSP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RST	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RRP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RRT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RCP	0,584	0,066	8,915	0,000	0,024	0,183	0,133	0,895	0,022	0,000	0,02	39	34	5
	RCT	0,597	0,066	8,981	0,000	-0,060	0,169	-0,353	0,726	0,058	0,003	0,12	39	33	6
	SSO	0,729	0,102	7,140	0,000	-0,212	0,125	-1,699	0,098	0,269	0,072	2,89	39	13	26
	WMS	0,449	0,169	2,655	0,012	0,159	0,181	0,875	0,387	0,142	0,020	0,77	39	5	34
	TMS	0,583	0,085	6,818	0,000	0,010	0,122	0,079	0,938	0,013	0,000	0,01	39	20	19
	ERP	0,518	0,105	4,927	0,000	0,105	0,129	0,812	0,422	0,132	0,018	0,66	39	13	26
	INT	0,443	0,118	3,761	0,001	0,195	0,136	1,427	0,162	0,228	0,052	2,04	39	10	29
CEL	0,563	0,067	8,412	0,000	0,138	0,158	0,873	0,389	0,142	0,020	0,76	39	32	7	

Fonte: o autor.

Observa-se que os valores de p associados ao coeficiente β_0 são satisfatórios com exceção daquele determinado para a regressão

CRS×WMS. O valor de p indica a probabilidade de errar ao se rejeitar a hipótese nula ($H_0 : \beta_0=0$), ou seja, aceitando-se a hipótese alternativa ($H_1 : \beta_0 \neq 0$). Excetuando-se WMS para o modelo CRS, todos os valores de p associados ao coeficiente $\beta_0=0$ são baixos e próximos de zero, o que indica que se pode aceitar a hipótese alternativa para o coeficiente β_0 determinado pela regressão, pois a probabilidade é próxima de zero de que se estaria incorrendo em erro rejeitando-se a hipótese nula, ou seja, que o intercepto fosse nulo.

A observação dos elevados valores de p associados ao coeficiente β_1 mostra que, neste caso, dever-se-ia rejeitar a hipótese alternativa ($H_1 : \beta_1 \neq 0$) e continuar aceitando a hipótese nula ($H_1 : \beta_1=0$). Isto implicaria na rejeição de qualquer relação entre TIC e qualquer uma das medidas de eficiência para o *cluster* N6.

Eventualmente, a regressão determinada para a medida de eficiência de escala e tecnologia SSO poderia ser aceita caso um valor de p de até 9,8% fosse considerado aceitável. O resultado desta regressão é mostrado na Figura 37. Como esta tecnologia apresenta $\beta_1=-0,212$, a adoção do uso desta por uma DMU que opera nos nós da rede de transportes, implicaria em esta sofrer uma diminuição média de 0,212 na sua medida de eficiência de escala. Ou seja, esta DMU estaria sendo menos eficiente – em relação à escala - adotando SSO em suas operações.

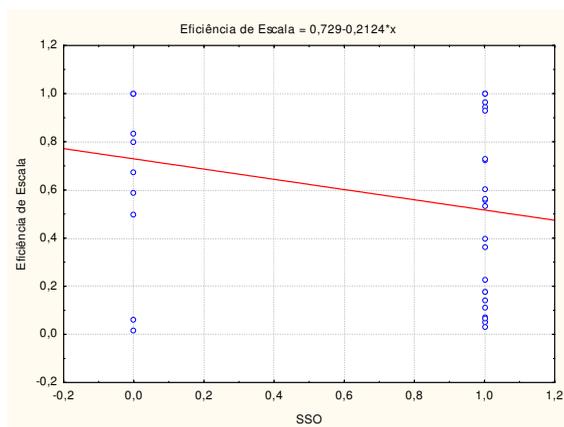


Figura 37: Resultado da regressão ESC×SSO.

Fonte: o autor.

A regressão ESC×SSO apresenta $R^2=0.072$, o que indica que a contribuição da regressão é apenas 7,2% superior àquela obtida pela

simples média dos valores de Y . Este valor pode ser considerado baixo, pois em experimentos elaborados com muita precisão, como aqueles realizados em ambiente controlado de laboratório, valores devem ser superiores a 0.90 (SAMOHYL, 2009). O mesmo autor sugere que os valores aceitáveis para R^2 podem estar num patamar muito inferior quando medições são realizadas sem muito controle, sobre o objeto que está sendo estudado.

5.5.3. Resultados para o *cluster* Arco

O conjunto de dados utilizados para as regressões relativas ao *cluster* Arco compreende 154 observações. Estes dados estão incluídos na Tabela 45, no Apêndice B. Os resultados das regressões para as medidas de eficiência CRS, VRS, FGL e ESC referentes ao *cluster* Arco são apresentados na Tabela 12.

Os resultados estatisticamente significativos, ao nível de significância de 95%, ou seja, $p=0.05$, estão indicados em vermelho e itálico. O uso de roteirizadores de frota terceirizada apresenta efeito positivo na medida de eficiência CRS ($=0,183$) e de escala ($=0,176$), enquanto a adoção de rastreamento por rádio sugere efeito positivo ($=0,242$) na medida da eficiência VRS. Outras TIC, no entanto, mostram efeito negativo na medida de eficiência VRS e gerencial. São o caso de Simulação e *Software* de Otimização ($=-0,118$), ERP ($=-0,216$) e Consulta por Internet ($=-0,171$) para a eficiência VRS e a tecnologia ERP para eficiência gerencial ($=-0,147$).

Como os resultados referem-se a PSL com forte conotação transportadora, os efeitos positivos de TIC voltadas à operação de transporte não surpreendem. A Figura 38 ilustra a dispersão das observações e a reta de tendência obtida com a regressão para o caso particular da regressão CRS×TFT. O gráfico mostra que um grande número de PSL que não dispõe desta tecnologia apresenta eficiência CRS inferior à média.

A reta de regressão VRS×ERP é mostrada na Figura 39. Neste caso, um grande número de PSL que faz uso de ERP apresenta baixa eficiência VRS enquanto um pequeno número de PSL que não adota ERP apresenta eficiência VRS alta. Este desbalanceamento é responsável pelo mau desempenho de ERP sobre a eficiência VRS.

Tabela 12: Resultados das regressões lineares da relação Eficiência vs. TIC para o cluster Arco.

Modelo de Eficiência	TIC	β_0	Erro Padrão(β_0)	Estimativa $t(\beta_0)$	$p(\beta_0)$	β_1	Erro Padrão(β_1)	Estimativa $t(\beta_1)$	$p(\beta_1)$	R	R ²	F	Tamanho Amostra	# Não	# Sim
CRS (Retorno Constante de Escala)	TFF	0,314	0,062	5,097	0,000	0,080	0,070	1,143	0,255	0,092	0,009	1,31	154	36	118
	TFT	0,323	0,034	9,376	0,000	0,183	0,065	2,831	0,005	0,224	0,050	8,01	154	110	44
	RSP	0,487	0,131	3,719	0,000	-0,117	0,134	-0,873	0,384	0,071	0,005	0,76	154	8	146
	RST	0,364	0,038	9,526	0,000	0,029	0,061	0,469	0,640	0,038	0,001	0,22	154	94	60
	RRP	0,467	0,121	3,874	0,001	0,113	0,149	0,762	0,451	0,132	0,017	0,58	35	11	24
	RRT	0,507	0,081	6,285	0,000	0,091	0,161	0,563	0,578	0,096	0,009	0,32	36	27	9
	RCP	0,443	0,051	8,636	0,000	-0,070	0,070	-1,003	0,318	0,093	0,009	0,01	118	41	77
	RCT	0,433	0,042	10,424	0,000	-0,091	0,075	-1,217	0,226	0,112	0,013	1,48	118	76	42
	SSO	0,439	0,052	8,479	0,000	-0,063	0,066	-0,952	0,343	0,082	0,007	0,91	135	46	89
	WMS	0,452	0,076	5,986	0,000	-0,088	0,082	-1,073	0,285	0,087	0,008	1,15	153	24	129
	TMS	0,365	0,065	5,597	0,000	0,048	0,075	0,635	0,527	0,055	0,003	0,40	135	33	102
	ERP	0,481	0,079	6,103	0,000	-0,119	0,085	-1,396	0,165	0,113	0,013	1,95	152	23	129
	INT	0,378	0,076	4,994	0,000	-0,003	0,082	-0,040	0,969	0,003	0,000	0,00	154	24	130
	CEL	0,390	0,048	8,050	0,000	0,032	0,070	0,453	0,651	0,042	0,002	0,21	118	75	43
VRS (Retorno Variável de Escala)	TFF	0,719	0,057	12,503	0,000	-0,031	0,066	-0,478	0,633	0,039	0,002	0,23	154	36	118
	TFT	0,691	0,033	21,001	0,000	0,013	0,062	0,206	0,837	0,017	0,000	0,04	154	110	44
	RSP	0,588	0,122	4,829	0,000	0,113	0,125	0,903	0,368	0,073	0,005	0,82	154	8	146
	RST	0,692	0,036	19,438	0,000	0,007	0,057	0,121	0,904	0,010	0,000	0,02	154	94	60
	RRP	0,799	0,083	9,667	0,000	0,005	0,102	0,047	0,963	0,008	0,000	0,00	35	11	24
	RRT	0,724	0,054	13,331	0,000	0,242	0,109	2,231	0,032	0,357	0,128	4,98	36	27	9
	RCP	0,738	0,045	16,523	0,000	-0,007	0,061	-0,123	0,902	0,011	0,000	0,02	118	41	77
	RCT	0,755	0,036	20,909	0,000	-0,067	0,065	-1,029	0,305	0,095	0,009	1,06	118	76	42
	SSO	0,796	0,046	17,387	0,000	-0,118	0,058	-2,012	0,046	0,172	0,030	4,05	135	46	89
	WMS	0,707	0,071	10,007	0,000	-0,014	0,077	-0,182	0,856	0,015	0,000	0,03	153	24	129
	TMS	0,774	0,058	13,316	0,000	-0,066	0,067	-0,994	0,322	0,086	0,007	0,99	135	33	102
	ERP	0,884	0,072	12,340	0,000	-0,216	0,077	-2,793	0,006	0,222	0,049	7,80	152	23	129
	INT	0,839	0,069	12,112	0,000	-0,171	0,075	-2,271	0,025	0,181	0,033	5,16	154	24	130
	CEL	0,761	0,042	18,149	0,000	-0,054	0,060	-0,899	0,371	0,083	0,007	0,81	118	75	43
FGL (Gerencial)	TFF	0,781	0,052	15,095	0,000	0,017	0,059	0,282	0,778	0,023	0,001	0,08	154	36	118
	TFT	0,799	0,030	26,799	0,000	-0,017	0,055	-0,299	0,765	0,024	0,001	0,09	154	110	44
	RSP	0,590	0,109	5,441	0,000	0,215	0,111	1,928	0,056	0,154	0,024	3,72	154	8	146
	RST	0,799	0,032	24,958	0,000	-0,014	0,051	-0,269	0,789	0,022	0,000	0,07	154	94	60
	RRP	0,853	0,062	13,722	0,000	0,068	0,077	0,883	0,384	0,152	0,023	0,78	35	11	24
	RRT	0,849	0,041	20,692	0,000	0,151	0,082	1,835	0,075	0,300	0,090	3,37	36	27	9
	RCP	0,805	0,039	20,663	0,000	0,036	0,053	0,684	0,495	0,063	0,004	0,47	118	41	77
	RCT	0,836	0,032	26,425	0,000	-0,036	0,057	-0,632	0,528	0,059	0,003	0,40	118	76	42
	SSO	0,850	0,041	20,756	0,000	-0,055	0,052	-1,060	0,291	0,092	0,008	1,12	135	46	89
	WMS	0,776	0,064	12,215	0,000	0,020	0,069	0,292	0,771	0,024	0,001	0,09	153	24	129
	TMS	0,842	0,052	16,329	0,000	-0,034	0,059	-0,579	0,564	0,050	0,003	0,34	135	33	102
	ERP	0,920	0,065	14,069	0,000	-0,147	0,071	-2,074	0,040	0,167	0,028	4,30	152	23	129
	INT	0,873	0,063	13,845	0,000	-0,093	0,069	-1,356	0,177	0,109	0,012	1,84	154	24	130
	CEL	0,821	0,037	22,357	0,000	0,007	0,053	0,139	0,889	0,013	0,000	0,02	118	75	43
ESC (Escala)	TFF	0,431	0,059	7,284	0,000	0,117	0,068	1,725	0,087	0,139	0,019	2,98	154	36	118
	TFT	0,470	0,033	14,108	0,000	0,176	0,062	2,828	0,005	0,224	0,050	8,00	154	110	44
	RSP	0,675	0,126	5,354	0,000	-0,163	0,129	-1,260	0,210	0,102	0,010	1,59	154	8	146
	RST	0,500	0,037	13,568	0,000	0,051	0,059	0,866	0,388	0,070	0,005	0,75	154	94	60
	RRP	0,526	0,114	4,602	0,000	0,121	0,141	0,859	0,397	0,148	0,022	0,74	35	11	24
	RRT	0,606	0,076	7,981	0,000	0,009	0,152	0,059	0,953	0,010	0,000	0,00	36	27	9
	RCP	0,540	0,050	10,899	0,000	-0,028	0,067	-0,414	0,680	0,038	0,001	0,17	118	41	77
	RCT	0,541	0,040	13,460	0,000	-0,051	0,073	-0,701	0,485	0,065	0,004	0,49	118	76	42
	SSO	0,543	0,050	10,891	0,000	-0,021	0,064	-0,333	0,739	0,029	0,001	1,11	135	46	89
	WMS	0,583	0,073	8,004	0,000	-0,071	0,079	-0,896	0,372	0,073	0,005	0,80	153	24	129
	TMS	0,456	0,062	7,333	0,000	0,098	0,072	1,371	0,173	0,118	0,014	1,88	135	33	102
	ERP	0,519	0,076	6,805	0,000	0,002	0,083	0,022	0,983	0,002	0,000	0,00	152	23	129
	INT	0,434	0,073	5,969	0,000	0,102	0,079	1,286	0,201	0,104	0,011	1,65	154	24	130
	CEL	0,504	0,047	10,817	0,000	0,044	0,067	0,655	0,514	0,061	0,004	0,43	118	75	43

Fonte: o autor.

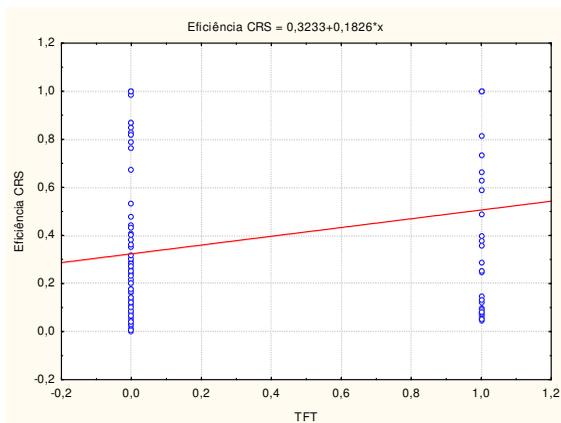


Figura 38: Resultado da regressão CRS×TFT.

Fonte: o autor.

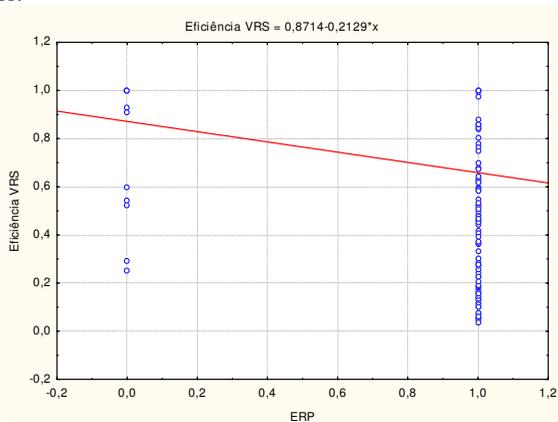


Figura 39: Resultado da regressão VRS×ERP.

Fonte: o autor.

5.5.4. Resultados para o *cluster* Rede

O conjunto de dados utilizados para as regressões relativas ao *cluster* Rede compreende 351 observações. Estes dados estão incluídos na Tabela 46, no Apêndice B. Os resultados das regressões para as medidas de eficiência CRS, VRS, FGL e ESC referentes ao *cluster* Rede são apresentados na Tabela 13.

Os resultados das regressões com nível de significância superior a 95% estão indicados em vermelho e *italico*. À primeira vista pode-se observar o considerável número de TIC que tem alguma relação com as

diversas medidas de eficiência. O uso de WMS se mostra desfavorável para as medidas de eficiência CRS ($=-0,206$), VRS ($=-0,266$) e gerencial ($=-0,158$). A reta de regressão para a relação VRS×WMS é mostrada na Figura 40. Enquanto um número relativamente reduzido ($=34$) de PSL que não adotam esta tecnologia apresenta eficiência VRS média de 0,808, a grande maioria ($=314$) tem que se contentar com eficiência VRS média consideravelmente mais baixa ($0,8013-0,2634*1=0,505$).

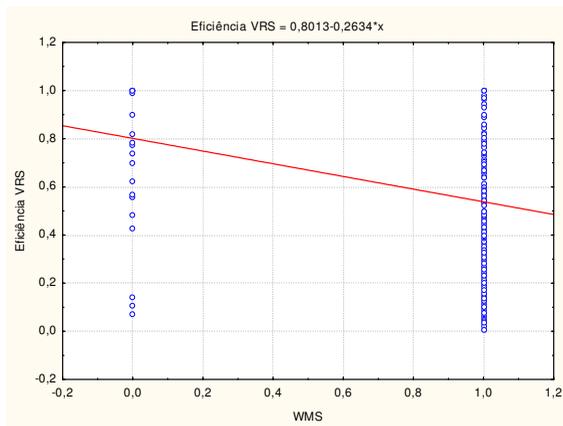


Figura 40: Resultado da regressão VRS×WMS.

Fonte: o autor.

Tabela 13: Resultados das regressões lineares da relação Eficiência vs. TIC para o cluster Rede.

Modelo de Eficiência	TIC	β_0	Erro Padrão(β_0)	Estimativa $t(\beta_0)$	$\rho(\beta_0)$	β_1	Erro Padrão(β_1)	Estimativa $t(\beta_1)$	$\rho(\beta_1)$	R	R ²	F	Tamanho Amostra	# Não	# Sim
CRS (Retorno Constante de Escala)	TFP	0,283	0,032	8,736	0,000	0,035	0,039	0,888	0,375	0,047	0,002	0,79	351	112	239
	TFT	0,368	0,055	6,627	0,000	-0,069	0,059	-1,172	0,242	0,063	0,004	1,37	351	38	313
	RSP	0,255	0,034	7,423	0,000	0,072	0,040	1,782	0,076	0,095	0,009	3,17	351	99	252
	RST	0,302	0,069	4,412	0,000	0,004	0,071	0,058	0,954	0,003	0,000	0,00	351	25	326
	RRP	0,397	0,065	6,127	0,000	0,086	0,077	1,112	0,269	0,104	0,011	1,24	116	35	81
	RRT	0,407	0,085	4,803	0,000	0,061	0,093	0,654	0,515	0,061	0,004	0,43	116	22	94
	RCP	0,242	0,042	5,754	0,000	0,109	0,051	2,161	0,032	0,141	0,020	4,67	233	101	132
	RCT	0,307	0,054	5,639	0,000	0,014	0,060	0,233	0,816	0,015	0,000	0,06	232	45	187
	SSO	0,254	0,048	5,301	0,000	0,087	0,054	1,618	1,107	0,097	0,009	2,62	275	54	221
	WMS	0,493	0,059	8,358	0,000	-0,206	0,062	-3,326	0,001	0,176	0,031	11,06	348	34	314
	TMS	0,289	0,057	5,101	0,000	0,041	0,061	0,662	0,508	0,040	0,002	0,44	275	43	232
	ERP	0,204	0,051	3,987	0,000	0,119	0,055	2,176	0,030	0,117	0,014	4,74	346	45	301
	INT	0,259	0,061	4,280	0,000	0,052	0,063	0,818	0,414	0,044	0,002	0,67	351	32	319
	CEL	0,204	0,046	4,417	0,000	0,152	0,053	2,855	0,005	0,034	0,034	8,15	233	106	127
VRS (Retorno Variável de Escala)	TFP	0,547	0,033	16,834	0,000	0,029	0,039	0,744	0,458	0,040	0,002	0,55	351	112	239
	TFT	0,670	0,056	12,053	0,000	-0,115	0,059	-1,951	0,052	0,104	0,011	3,81	351	38	313
	RSP	0,505	0,034	14,692	0,000	0,086	0,041	2,131	0,034	0,013	0,013	4,54	351	99	252
	RST	0,701	0,068	10,243	0,000	-0,144	0,071	-2,031	0,043	0,108	0,012	4,13	351	25	326
	RRP	0,587	0,061	9,636	0,000	0,052	0,072	0,716	0,475	0,067	0,004	0,51	116	35	81
	RRT	0,671	0,079	8,451	0,000	-0,058	0,087	-0,661	0,510	0,062	0,004	0,44	116	22	94
	RCP	0,543	0,042	12,873	0,000	-0,002	0,051	-0,039	0,969	0,003	0,000	0,00	233	101	132
	RCT	0,599	0,054	11,131	0,000	-0,070	0,060	-1,170	0,243	0,077	0,006	1,37	232	45	187
	SSO	0,588	0,048	12,353	0,000	-0,059	0,053	-1,102	0,272	0,067	0,004	1,21	275	54	221
	WMS	0,808	0,059	13,787	0,000	-0,266	0,062	-4,308	0,000	0,226	0,051	18,56	348	34	314
	TMS	0,649	0,056	11,645	0,000	-0,125	0,060	-2,085	0,038	0,125	0,016	4,35	275	43	232
	ERP	0,626	0,051	12,171	0,000	-0,064	0,055	-1,159	0,247	0,062	0,004	1,34	346	45	301
	INT	0,676	0,061	11,165	0,000	-0,120	0,064	-1,887	0,060	0,101	0,010	3,56	351	32	319
	CEL	0,498	0,046	10,724	0,000	0,058	0,054	1,073	0,284	0,070	0,005	1,15	233	106	127
FGL (Gerencial)	TFP	0,686	0,033	20,815	0,000	0,046	0,040	1,161	0,246	0,062	0,004	1,35	351	112	239
	TFT	0,761	0,057	13,450	0,000	-0,050	0,060	-0,826	0,409	0,044	0,002	0,68	351	38	313
	RSP	0,657	0,035	18,828	0,000	0,084	0,041	2,035	0,043	0,108	0,012	4,14	351	99	252
	RST	0,775	0,070	11,109	0,000	-0,062	0,072	-0,862	0,389	0,046	0,002	0,75	351	25	326
	RRP	0,775	0,058	13,472	0,000	0,031	0,068	0,448	0,655	0,042	0,002	0,20	116	35	81
	RRT	0,889	0,074	11,942	0,000	-0,112	0,082	-1,367	0,174	0,127	0,016	1,87	116	22	94
	RCP	0,734	0,043	17,225	0,000	-0,200	0,051	-0,388	0,699	0,025	0,001	0,15	233	101	132
	RCT	0,816	0,054	15,087	0,000	-0,116	0,060	-1,935	0,054	0,127	0,016	3,74	232	45	187
	SSO	0,704	0,049	14,409	0,000	0,013	0,055	0,233	0,816	0,014	0,000	0,06	275	54	221
	WMS	0,861	0,060	14,257	0,000	-0,158	0,063	-2,491	0,013	0,133	0,018	6,21	348	34	314
	TMS	0,734	0,058	12,768	0,000	-0,223	0,062	-0,370	0,712	0,022	0,001	0,14	275	43	232
	ERP	0,786	0,052	15,146	0,000	-0,075	0,056	-1,345	0,180	0,072	0,005	1,81	346	45	301
	INT	0,766	0,062	12,415	0,000	-0,053	0,065	-0,826	0,409	0,044	0,002	0,68	351	32	319
	CEL	0,652	0,047	13,924	0,000	0,092	0,054	1,698	0,091	0,111	0,012	2,88	233	106	127
ESC (Escala)	TFP	0,479	0,034	14,084	0,000	0,041	0,041	1,003	0,316	0,054	0,003	1,01	351	112	239
	TFT	0,514	0,059	8,790	0,000	-0,008	0,062	-0,123	0,902	0,007	0,000	0,02	351	38	313
	RSP	0,478	0,036	13,193	0,000	0,042	0,043	0,974	0,331	0,052	0,003	0,95	351	99	252
	RST	0,379	0,072	5,285	0,000	0,138	0,075	1,852	0,065	0,099	0,010	3,43	351	25	326
	RRP	0,598	0,056	10,663	0,000	0,080	0,067	1,199	0,233	0,112	0,012	1,44	116	35	81
	RRT	0,521	0,072	7,210	0,000	0,161	0,079	2,028	0,045	0,187	0,035	4,11	116	22	94
	RCP	0,386	0,042	9,239	0,000	0,193	0,050	3,839	0,000	0,245	0,060	14,73	233	101	132
	RCT	0,418	0,055	7,628	0,000	0,126	0,061	2,069	0,040	0,135	0,018	4,28	232	45	187
	SSO	0,398	0,048	8,254	0,000	0,176	0,054	3,267	0,001	0,194	0,038	10,67	275	54	221
	WMS	0,536	0,063	8,529	0,000	-0,033	0,066	-0,498	0,619	0,027	0,001	0,25	348	34	314
	TMS	0,385	0,057	6,759	0,000	0,180	0,061	2,925	0,004	0,174	0,030	8,55	275	43	232
	ERP	0,309	0,053	5,855	0,000	0,226	0,057	3,991	0,000	0,210	0,044	15,93	346	45	301
	INT	0,332	0,063	5,268	0,000	0,193	0,066	2,925	0,004	0,155	0,024	8,56	351	32	319
	CEL	0,388	0,047	8,341	0,000	0,176	0,054	3,259	0,001	0,210	0,044	10,62	233	106	127

Fonte: o autor.

As tecnologias TMS ($=-0,125$) e rastreamento de frota terceirizada via satélite ($=-0,144$) também apresentam tendência na diminuição da eficiência média VRS. A adoção de outras tecnologias apresenta bom desempenho para eficiência CRS. Este é o caso de rastreamento de frota própria via celular ($=0,109$), ERP ($=0,119$) e consulta pelo celular ($=0,152$). Rastreamento por satélite para frota própria apresenta efeito positivo para eficiência VRS ($=0,086$) e gerencial ($=0,084$). O uso das TIC de Rastreamento de Frota Terceirizada via Rádio ($=0,161$), Rastreamento de Frota Própria ($=0,193$) e Terceirizada ($=0,126$) por Celular, *Software* de Simulação e Otimização ($=0,176$), TMS ($0,180$), ERP ($=0,226$) e Consulta pela Internet ($=0,193$) e por Celular ($=0,176$) apresentam efeito positivo sobre a eficiência de escala. A reta de regressão da relação da eficiência de escala e ERP é mostrada na Figura 41. A grande maioria ($=201$) dos PSL da amostra faz uso desta tecnologia e apresenta eficiência média de escala superior à média dos PSL que não a adotam.

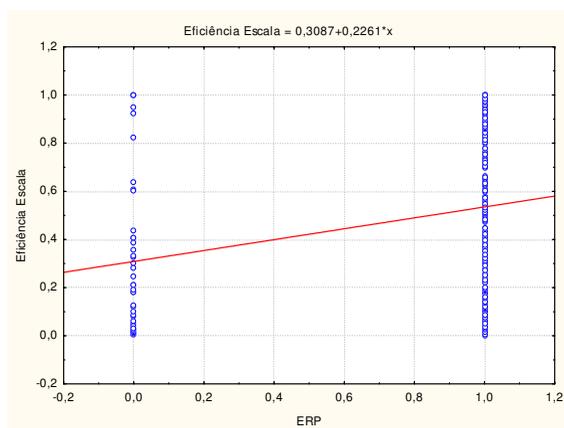


Figura 41: Resultado da regressão VRS×WMS.

Fonte: o autor.

5.6. RESULTADOS DA RELAÇÃO ENTRE MEDIDAS DE EFICIÊNCIA E USO DE PACOTES TECNOLÓGICOS

A situação observada de influência positiva de várias TIC para a medida de eficiência de escala desperta a atenção quanto a uma possível sinergia deste efeito positivo que as TIC, em conjunto, possam ter caso sejam observadas simultaneamente nos PSL incluídos neste *cluster*. A

análise dos pacotes tecnológicos que tendem a projetar PSL à fronteira de eficiência é apresentada na sequência.

Para a aplicação prática deste modelo parcimonioso de regressão linear foi elaborado um programa computacional que constitui a base de dados dos 16.384 pacotes tecnológicos. Após definidas as frequências de uso ou não para estas novas “tecnologias” e vinculá-las às medidas de eficiência determinadas pelo DEA para cada PSL, o programa computacional processa todas as regressões associadas a “tecnologias” realmente observadas na amostra de dados.

5.6.1. Resultados de regressão para pacotes tecnológicos observados no *cluster* N6

Utilizando o programa computacional desenvolvido, foram efetuadas as diversas regressões com os diferentes pacotes detectados na amostra. A Tabela 14 mostra o resumo do número de pacotes tecnológicos envolvidos nas regressões para o *cluster* N6 e medidas de eficiência. Somente o pacote tecnológico constituído do uso de WMS e Consulta pela Internet (INT) atendeu o nível de significância de 95% ($p < 0.05$). Os resultados desta regressão em particular são mostrados na Tabela 15.

Ressalte-se que nenhuma TIC, quando analisada isoladamente, alcançou o nível de significância estatística atingido pelo pacote WMS+INT, conforme pode ser verificado na Tabela 11.

Tabela 14: Número de regressões estatisticamente significativas (*cluster* Nó).

Número de TIC em um pacote tecnológico	Número de diferentes pacotes tecnológicos possíveis	Número de diferentes pacotes tecnológicos detectados na amostra	Número de pacotes tecnológicos com relações estatisticamente significativas (estatística t com $p < 0.05$)			
			CRS	VRS	FGL	ESC
0	1	0	0	0	0	0
1	14	8	0	0	0	0
2	91	26	0	0	0	1
3	364	36	0	0	0	0
4	1001	22	0	0	0	0
5	2002	5	0	0	0	0
6	3003	0	0	0	0	0
7	3432	0	0	0	0	0
8	3003	0	0	0	0	0
9	2002	0	0	0	0	0
10	1001	0	0	0	0	0
11	364	0	0	0	0	0
12	91	0	0	0	0	0
13	14	0	0	0	0	0
14	1	0	0	0	0	0
Total	16384	97	0	0	0	1

Fonte: o autor.

Tabela 15: Resultados da regressão linear para a eficiência de escala e pacote tecnológico ESC \times WMS+INT (*cluster* Nó).

Tamanho da Amostra	# Não	# Sim	Pacotes tecnológicos		β_0	Erro Padrão(β_0)	Estim. $t(\beta_0)$	$p(\beta_0)$	β_1	Erro Padrão(β_1)	Estim. $t(\beta_1)$	$p(\beta_1)$	$Y=\beta_0+\beta_1$
39	13	26		WMS INT	0,419	0,100	4,171	0,000	0,253	0,123	2,053	0,047	0,672

Fonte: o autor.

A Figura 42 mostra a reta da regressão obtida para o pacote tecnológico WMS+INT. O resultado sugere que a utilização conjunta destas TIC tende a conduzir PSL à fronteira eficiência de escala. Como os demais resultados não foram estatisticamente significativos, não se pode afirmar com 95% de certeza de que este pacote teria o mesmo efeito positivo sobre as demais medidas de eficiência. O resultado obtido para este *cluster* está alinhado com o que seria de esperar de PSL que prestam serviços específicos, relacionados com armazenagem.

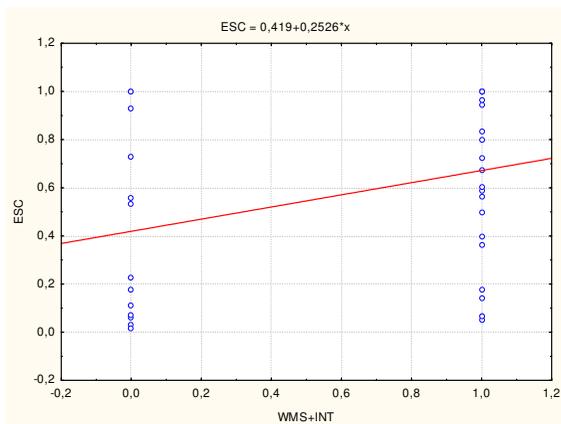


Figura 42: Resultado da regressão ESC \times WMS+INT.

Fonte: o autor.

O teste de aderência (χ -quadrado) é um dos testes de hipótese utilizado para verificar se a distribuição de frequências observadas se ajusta a um modelo teórico pré-determinado, no caso a distribuição normal para os resíduos da regressão (SAMOHYL, 2009). O resultado deste teste realizado com os resíduos da regressão é mostrado na Figura 43. A probabilidade de errar, rejeitando-se a hipótese de normalidade é muito baixa ($p=0.01314$) e, portanto, a hipótese de normalidade para os resíduos deve ser rejeitada. Ou seja, embora a regressão tenha atendido ao nível de significância ($p<0.05$), ela não deve ser suficiente para explicar a variável dependente Y.

A questão de validação dos resultados obtidos sem atendimento da condição de normalidade dos resultados será discutida no final deste capítulo.

Ressalta-se que o modelo de regressão linear simples proposto (seção 4.4) faz a varredura de todas as combinações possíveis de TIC e que somente o pacote tecnológico WMS+INT passou no teste de significância estatística, para o *cluster* Nó.

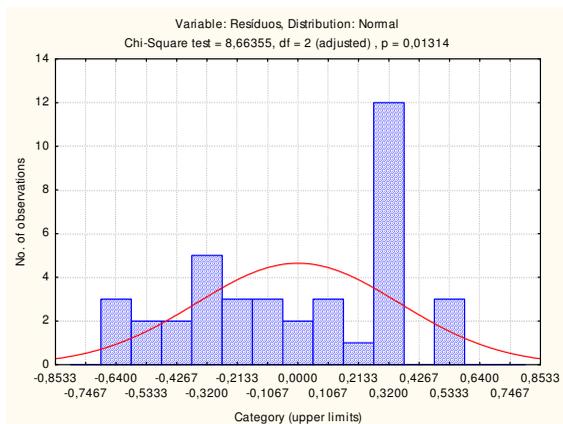


Figura 43: Distribuição dos resíduos para a regressão ESC × WMS+INT.
Fonte: o autor.

5.6.2. Resultados de regressão para pacotes tecnológicos observados no *cluster* Arco

Da mesma forma como procedido para o *cluster* N6, todos os pacotes tecnológicos detectados na amostra de PSL do *cluster* Arco foram submetidos à regressão com cada uma das medidas de eficiência. A Tabela 16 apresenta o resumo do número de pacotes tecnológicos envolvidos nas regressões para o *cluster* Arco e medidas de eficiência. Do total de 4.298 pacotes tecnológicos detectados na amostra, apenas 23 atenderam ao nível de significância de 99% ($p < 0.01$). Para este *cluster*, optou-se pela elevação do nível de significância do teste t para 99%, dado que um considerável número de regressões estatisticamente significativo foi verificado.

Na sequência, as análises são particularizadas para cada medida de eficiência, com exceção da eficiência gerencial, que não apresentou resultados de regressão significativos.

Tabela 16: Número de pacotes tecnológicos estatisticamente significativos (*cluster* Arco).

Número de TIC em um pacote tecnológico	Número de diferentes pacotes tecnológicos possíveis	Número de diferentes pacotes tecnológicos detectados na amostra	Número de pacotes tecnológicos com relações estatisticamente significativas (estatística t com $p < 0.01$)			
			CRS	VRS	FGL	ESC
0	1	1	0	0	0	0
1	14	14	1	1	0	1
2	91	83	1	1	0	4
3	364	269	0	1	0	4
4	1001	565	0	0	0	5
5	2002	843	0	0	0	3
6	3003	941	0	0	0	1
7	3432	794	0	0	0	0
8	3003	495	0	0	0	0
9	2002	220	0	0	0	0
10	1001	60	0	0	0	0
11	364	12	0	0	0	0
12	91	1	0	0	0	0
13	14	0	0	0	0	0
14	1	0	0	0	0	0
Total	16384	4298	2	3	0	18

Fonte: o autor.

5.6.2.1. Resultados de regressão para pacotes tecnológicos e medida de eficiência CRS

Apenas dois pacotes tecnológicos conduziram a regressões estatisticamente significativas para a medida de eficiência técnica global, obtida com o modelo CRS. Os resultados das regressões destes pacotes são mostrados na Tabela 17.

Tabela 17: Pacotes tecnológicos estatisticamente significativos para a medida de eficiência técnica global (*cluster* Arco).

Tamanho da Amostra	# Não	# Sim	Pacotes tecnológicos						β_0	Erro Padrão(β_0)	Estim. $t(\beta_0)$	$p(\beta_0)$	β_1	Erro Padrão(β_1)	Estim. $t(\beta_1)$	$p(\beta_1)$	$Y = \beta_0 + \beta_1$
			TFT														
154	110	44	TFT					0,323	0,034	9,376	0,000	0,183	0,065	2,831	0,005	0,506	
154	112	42	TFP	TFT				0,329	0,034	9,591	0,000	0,170	0,066	2,588	0,011	0,499	

Fonte: o autor.

Observa-se que os dois pacotes: TFT (Roteirizadores de Frota Terceirizada) e TFP+TFT (Roteirizadores de Frota Própria e Terceirizada) têm uma estreita ligação com PSL que atuam predominantemente nos arcos, ou seja, nos elos de ligação da rede. Para os dois pacotes, o coeficiente angular da reta, β_1 , é positivo, o que confere efeito positivo aos PSL, na sua eficiência técnica global (modelo CRS).

A não adoção desta tecnologia proporciona eficiência técnica global média de 0,323 enquanto que seu uso tende a ter eficiência projetada de 0,506, ou seja, um ganho considerável de quase 57%.

Intervalos de confiança apurados tanto para uso ou não de TFT mostram que os mesmos não se sobrepõem, em nível de confiança de 95%, como se pode observar na Figura 44. Ou seja, existem indicativos de que o uso de TFT por PSL proporciona efeito positivo de ter projetada sua eficiência técnica global na respectiva fronteira de eficiência.

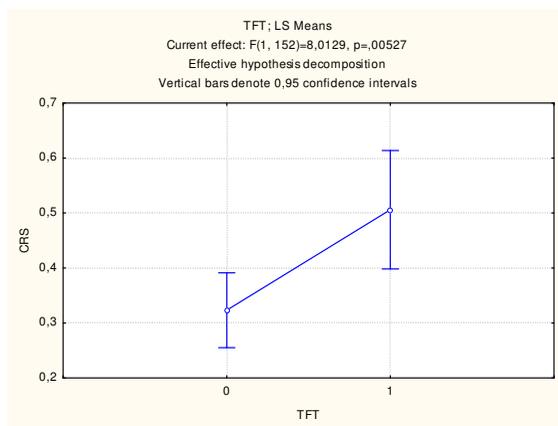


Figura 44: Intervalos de confiança para adoção ou não de TFT por PSL incluídos no *cluster* Arco.

Fonte: o autor.

Evidentemente que o uso de TFT está associado à utilização de frota terceirizada por um PSL. A Figura 25 mostra as frequências observadas de uso de TFT, TFP e frota própria para os anos considerados na pesquisa. Apesar de sofrer fortes oscilações nesse período, o uso de TFT mostra tendência de crescimento de uso a partir de 2009, após um período de oscilações e tendência de queda desde 2004. Devido ao vínculo de origem de TFT com frota terceirizada, pode-se inferir que também o uso de frota terceirizada acompanhe estas variações e, por indução, que o uso de frota terceirizada (e, por conseguinte, de TFT) esteja associado à considerável melhora na eficiência técnica dos PSL.

O pacote tecnológico TFP+TFT constitui outra combinação selecionada para o *cluster* Arco. Este conjunto de tecnologias, assim como TFT, tem afinidade com a movimentação de veículos de frota

própria e terceirizada e, portanto, com os serviços característicos de PSL que operam nos arcos das redes logísticas. Os intervalos de confiança considerando o uso ou não deste par de tecnologias é mostrado na Figura 45. O resultado se assemelha ao obtido para o pacote TFT isolado, porém com leve sobreposição dos intervalos de confiança. O resultado sugere que o uso combinado de TIC pode ser inferior, mesmo que ligeiramente, ao do que seria obtido quando TIC são empregadas isoladamente.

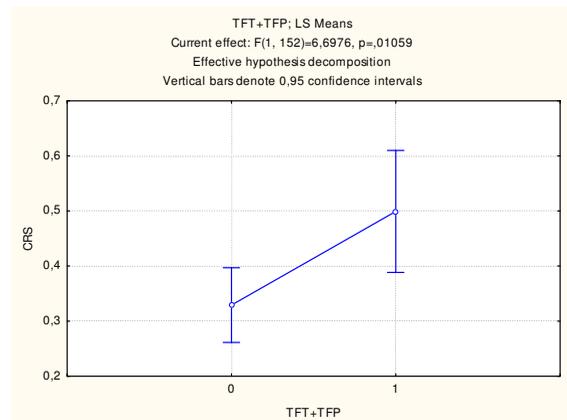


Figura 45: Intervalos de confiança para adoção ou não de TFT e TFP por PSL incluídos no *cluster* Arco.

Fonte: o autor.

5.6.2.2. Resultados de regressão para pacotes tecnológicos e medida de eficiência VRS

Conforme mostra a Tabela 1 Tabela 18, apenas três conjuntos de TIC apresentaram resultado significativo da estatística *t*, com $p < 0,01$, para a medida de eficiência VRS. Os resultados das regressões destes pacotes são mostrados na Figura 46.

Tabela 18: Pacotes tecnológicos estatisticamente significativos para a medida de eficiência técnica local (*cluster* Arco).

Tamanho da Amostra	# Não	# Sim	Pacotes tecnológicos				β_0	Erro Padrão(β_0)	Estim. $t(\beta_0)$	$p(\beta_0)$	β_1	Erro Padrão(β_1)	Estim. $t(\beta_1)$	$p(\beta_1)$	$Y = \beta_0 + \beta_1$
103	152	39				ERP INT	0,839	0,055	15,255	0,000	-0,199	0,063	-3,138	0,002	0,640
466	135	53				TMS ERP INT	0,786	0,058	13,439	0,000	-0,201	0,072	-2,790	0,006	0,585
12	152	23				ERP	0,871	0,071	12,244	0,000	-0,213	0,077	-2,771	0,006	0,658

Fonte: o autor.

A tecnologia ERP se mostra presente em todos os pacotes selecionados, porém com contribuição negativa à eficiência técnica (local). Ou seja, o uso desta tecnologia por algum PSL induz à diminuição de sua eficiência técnica local. Quando acompanhada de outras tecnologias, como Consulta pela Internet (INT) e TMS, seu impacto negativo tende a ser aumentado. Os intervalos de confiança com significância de 95% para o uso de ERP são mostrados na Figura 46.

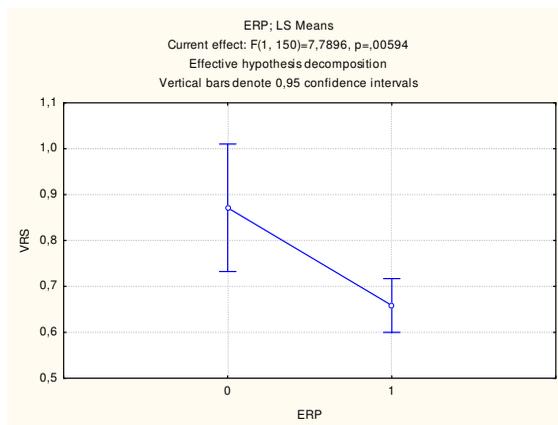


Figura 46: Intervalos de confiança para adoção ou não de ERP por PSL incluídos no *cluster* Arco.

Fonte: o autor.

Os intervalos de confiança referentes ao não emprego de ERP não são coincidentes, mostrando que o uso desta tecnologia tem impacto negativo sobre a eficiência técnica local.

5.6.2.3. Resultados de regressão para pacotes tecnológicos e medida de eficiência de escala

Um conjunto de 18 pacotes tecnológicos foi selecionado pelo teste da estatística t para a relação do uso de conjuntos de TIC e a medida de eficiência de escala. A descrição dos pacotes tecnológicos deste conjunto é mostrada na Tabela 19.

Para todos estes conjuntos, tem-se contribuição positiva sobre a eficiência de escala e a presença da tecnologia TFT (Roteirizadores de Frota Terceirizada). Seu uso isolado proporciona o pior desempenho da seleção de pacotes, enquanto sua combinação com TFP, RSP, RST e

INT proporciona desempenho consideravelmente superior. O desempenho do uso desta combinação pode ser verificado no gráfico dos intervalos de confiança, mostrado na Figura 47. Os intervalos não são coincidentes em nível de significância de 95%, mostrando a clara vantagem de uso deste pacote tecnológico.

Tabela 19: Pacotes tecnológicos estatisticamente significativos para a medida de eficiência de escala (*cluster* Arco).

Tamanho da Amostra	# Não	# Sim	Pacotes tecnológicos							β_0	Erro Padrão(β_0)	Estim. t(β_0)	p(β_0)	β_1	Erro Padrão(β_1)	Estim. t(β_1)	p(β_1)	$\gamma = \beta_0 + \beta_1$
154	110	44	TFT						0,470	0,033	14,108	0,000	0,176	0,062	2,828	0,005	0,646	
154	112	42	TFT						0,473	0,033	14,308	0,000	0,173	0,063	2,732	0,007	0,646	
154	114	40	TFT	RSP					0,476	0,033	14,505	0,000	0,170	0,064	2,636	0,009	0,646	
154	122	32	TFT	RST					0,482	0,032	15,194	0,000	0,183	0,070	2,635	0,009	0,665	
154	118	36	TFT				INT		0,473	0,032	14,771	0,000	0,201	0,066	3,038	0,003	0,674	
154	123	31	TFT	RSP	RST				0,481	0,032	15,262	0,000	0,193	0,070	2,744	0,007	0,674	
154	120	34	TFP	TFT			INT		0,476	0,032	14,964	0,000	0,200	0,068	2,953	0,004	0,676	
154	125	29	TFP	TFT	RSP	RST			0,484	0,031	15,448	0,000	0,192	0,072	2,660	0,009	0,676	
154	121	33	TFT	RSP			INT		0,475	0,032	15,026	0,000	0,213	0,068	3,121	0,002	0,687	
154	123	31	TFP	TFT	RSP		INT		0,477	0,031	15,217	0,000	0,213	0,070	3,042	0,003	0,690	
152	127	25	TFT		RST	ERP	INT		0,485	0,032	15,360	0,000	0,207	0,078	2,658	0,009	0,692	
152	128	24	TFP	TFT		RST	ERP	INT	0,487	0,031	15,448	0,000	0,208	0,079	2,632	0,009	0,695	
152	128	24	TFT	RSP	RST	ERP	INT		0,485	0,031	15,432	0,000	0,220	0,079	2,788	0,006	0,705	
152	129	23	TFP	TFT	RSP	RST	ERP	INT	0,486	0,031	15,521	0,000	0,222	0,080	2,765	0,006	0,708	
154	126	28	TFT			RST	INT		0,477	0,031	15,464	0,000	0,236	0,072	3,263	0,001	0,713	
154	128	26	TFP	TFT		RST	INT		0,480	0,031	15,652	0,000	0,239	0,075	3,197	0,002	0,718	
154	127	27	TFT	RSP	RST		INT		0,477	0,031	15,546	0,000	0,249	0,073	3,398	0,001	0,725	
154	129	25	TFP	TFT	RSP	RST	INT		0,479	0,030	15,736	0,000	0,252	0,076	3,338	0,001	0,731	

Fonte: o autor.

Os resultados mostram que, para a eficiência de escala de PSL que operam nos arcos, o uso combinado de internet e tecnologias de roteirização e de rastreamento tende a projetar PSL na fronteira de eficiência de escala. Roteirização e rastreamento são recursos vinculados diretamente ao transporte, que é característica do serviço prestado por PSL incluídos no *cluster* Arco.

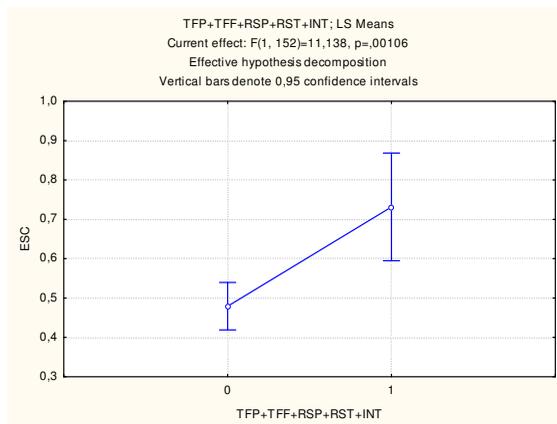


Figura 47: Intervalos de confiança para adoção ou não de TFP+TFT+RSP+RST+INT por PSL incluídos no *cluster* Arco.

Fonte: o autor.

5.6.3. Resultados de regressão para pacotes tecnológicos observados no *cluster* Rede

A avaliação de relações significativas entre medidas de eficiência e uso de TIC pelos PSL que operam tanto nos elos quanto nos arcos das redes logísticas apresentou um número considerável de pacotes tecnológicos estatisticamente significativos, como mostra a Tabela 20. Do total de 5.631 pacotes tecnológicos detectados na amostra referente ao *cluster* Rede, 449 atenderam ao nível de significância de 99% ($p < 0.01$), com destaque para as medidas de eficiência técnica local e de escala, que apresentaram, respectivamente, 198 e 208 pacotes significativos.

Os resultados individualizados para cada medida de eficiência são apresentados na sequência.

Tabela 20: Número de pacotes tecnológicos estatisticamente significativos (*cluster* Rede).

Número de TIC em um pacote tecnológico	Número de diferentes pacotes tecnológicos possíveis	Número de diferentes pacotes tecnológicos detectados na amostra	Número de pacotes tecnológicos com relações estatisticamente significativas (estatística t com $p < 0.01$)			
			CRS	VRS	FGL	ESC
0	1	0	0	0	0	0
1	14	14	2	2	1	5
2	91	85	2	10	2	19
3	364	301	7	28	2	50
4	1001	699	14	52	2	64
5	2002	1128	6	52	1	46
6	3003	1302	3	35	0	20
7	3432	1086	1	11	0	4
8	3003	651	0	8	0	0
9	2002	274	0	0	0	0
10	1001	77	0	0	0	0
11	364	13	0	0	0	0
12	91	1	0	0	0	0
13	14	0	0	0	0	0
14	1	0	0	0	0	0
Total	16384	5631	35	198	8	208

Fonte: o autor.

5.6.3.1. Resultados de regressão para pacotes tecnológicos e medida de eficiência CRS

Para a relação entre uso de pacotes tecnológicos e eficiência técnica global (modelo CRS) foram obtidas 35 combinações de TIC estatisticamente significativas. Estas combinações e resultados das regressões são apresentados na Tabela 21.

Tabela 21: Pacotes tecnológicos estatisticamente significativos para a medida de eficiência técnica global (*cluster Rede*).

Tamanho da Amostra	# Não	# Sim	Pacotes tecnológicos									β_0	Erro Padrão(β_0)	Estim. t(β_0)	$p(\beta_0)$	β_1	Erro Padrão(β_1)	Estim. t(β_1)	$p(\beta_1)$	$Y=\beta_0+\beta_1$		
42	18	24							RRT					0,118	0,070	1,681	0,101	0,116	0,041	2,840	0,007	0,234
275	54	221							SSO					0,156	0,031	4,973	0,000	0,087	0,032	2,742	0,007	0,243
42	20	22					RST		RRT			TMS	ERP	0,113	0,068	1,659	0,105	0,135	0,043	3,160	0,003	0,249
42	23	19							RRT	SSO			ERP	0,122	0,071	1,714	0,094	0,138	0,051	2,714	0,010	0,260
42	23	19							RRT	SSO		TMS	ERP	0,122	0,071	1,714	0,094	0,138	0,051	2,714	0,010	0,260
42	23	19					RST		RRT	SSO		TMS		0,121	0,071	1,708	0,095	0,141	0,051	2,786	0,008	0,261
42	24	18					RST		RRT	SSO		ERP		0,118	0,069	1,699	0,097	0,155	0,052	2,969	0,005	0,273
42	24	18					RST		RRT	SSO		TMS	ERP	0,118	0,069	1,699	0,097	0,155	0,052	2,969	0,005	0,273
348	69	279	TFT									WMS		0,409	0,040	10,133	0,000	-0,131	0,045	-2,908	0,004	0,278
348	34	314										WMS		0,490	0,056	8,718	0,000	-0,206	0,059	-3,495	0,001	0,284
112	30	82							RRT				ERP	0,308	0,066	4,706	0,000	0,178	0,048	3,714	0,000	0,486
112	32	80							RRT				ERP	0,315	0,066	4,756	0,000	0,172	0,049	3,488	0,001	0,488
112	35	77					RST		RRT				ERP	0,325	0,067	4,825	0,000	0,165	0,052	3,184	0,002	0,490
112	37	75					RST		RRT				ERP	0,330	0,068	4,863	0,000	0,161	0,053	3,030	0,003	0,492
112	49	63			RSP			RRP					ERP	0,340	0,068	4,994	0,000	0,175	0,061	2,849	0,005	0,515
116	53	63			RSP			RRP	RRT				INT	0,351	0,067	5,218	0,000	0,166	0,063	2,640	0,010	0,517
112	51	61						RRP	RRT				ERP	0,344	0,068	5,024	0,000	0,174	0,063	2,759	0,007	0,518
112	53	59						RRP	RRT				ERP	0,347	0,069	5,052	0,000	0,174	0,065	2,687	0,008	0,521
116	52	64			RSP				RRT				INT	0,340	0,066	5,164	0,000	0,183	0,061	3,002	0,003	0,523
112	57	55			RSP	RST			RRT				ERP	0,348	0,068	5,091	0,000	0,185	0,068	2,712	0,008	0,532
116	60	56	TFP						RRT				INT	0,353	0,067	5,287	0,000	0,184	0,068	2,693	0,008	0,536
112	56	56			RSP			RRP	RRT				ERP	0,339	0,067	5,049	0,000	0,199	0,066	3,008	0,003	0,538
112	58	54			RSP	RST			RRT				ERP	0,342	0,067	5,078	0,000	0,200	0,068	2,946	0,004	0,542
112	55	57			RSP				RRT				ERP	0,329	0,066	4,999	0,000	0,216	0,064	3,376	0,001	0,544
112	57	55			RSP			RRP	RRT				ERP	0,333	0,066	5,036	0,000	0,214	0,066	3,248	0,002	0,548
112	62	50	TFP		RSP				RRT				ERP	0,347	0,068	5,138	0,000	0,204	0,072	2,821	0,006	0,552
112	62	50		TFT	RSP				RRT				ERP	0,347	0,068	5,138	0,000	0,204	0,072	2,821	0,006	0,552
112	62	50	TFP	TFT	RSP				RRT				ERP	0,347	0,068	5,138	0,000	0,204	0,072	2,821	0,006	0,552
112	56	56			RSP				RRT				ERP	0,323	0,065	4,986	0,000	0,231	0,064	3,625	0,000	0,554
112	64	48	TFP		RSP			RRP	RRT				ERP	0,351	0,068	5,170	0,000	0,205	0,075	2,736	0,007	0,556
112	64	48		TFT	RSP			RRP	RRT				ERP	0,351	0,068	5,170	0,000	0,205	0,075	2,736	0,007	0,556
112	64	48	TFP	TFT	RSP			RRP	RRT				ERP	0,351	0,068	5,170	0,000	0,205	0,075	2,736	0,007	0,556
112	63	49	TFP		RSP				RRT				ERP	0,342	0,067	5,129	0,000	0,221	0,072	3,049	0,003	0,563
112	63	49		TFT	RSP				RRT				ERP	0,342	0,067	5,129	0,000	0,221	0,072	3,049	0,003	0,563
112	63	49	TFP	TFT	RSP				RRT				ERP	0,342	0,067	5,129	0,000	0,221	0,072	3,049	0,003	0,563

Fonte: o autor.

Tem-se, em destaque, o pacote TFP+TFT+RSP+RRT+ERP+INT que proporciona o melhor resultado para a eficiência técnica global. Seu uso implica em majorar em $0,221/0,342*100=64,6\%$ a medida da eficiência média. As TIC que compõem este pacote estão representadas com frequência entre aqueles pacotes que conduzem aos melhores resultados para esta medida de eficiência.

A Figura 48 mostra os intervalos de confiança para adoção (ou não) do pacote tecnológico TFP+TFT+RSP+RRT+ERP+INT.

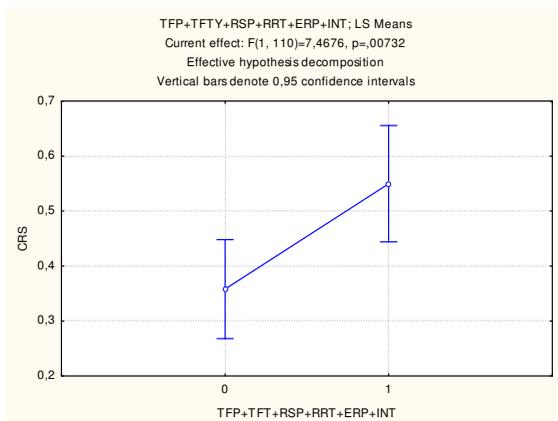


Figura 48: de confiança para adoção ou não de TFP+TFT+RSP+RST+INT por PSL incluídos no *cluster* Rede.

Fonte: o autor.

A presença de WMS com contribuição negativa para a eficiência técnica global é, de certa forma, surpreendente, pois os PSL contidos no *cluster* Rede têm operações situadas nos nós das redes logísticas e, portanto, a utilização desta tecnologia deveria ser compensadora. No entanto, se for observado o tamanho da amostra relativo a este pacote, tem-se que a grande maioria dos PSL fazem uso desta tecnologia (Tabela 21). A rigor, WMS é a tecnologia mais popular dentre a 14 analisadas, pois praticamente 90% PSL da amostra dispõem deste recurso para gerir questões associadas à armazenagem. O gráfico da Figura 49, com os intervalos de confiança referentes à regressão de uso de WMS, mostra esta relação e os respectivos valores médios de eficiência técnica global. Em torno de 10% da amostra não faz uso de WMS, mas estes apresentam eficiência média sensivelmente superior à eficiência média daqueles PSL que fazem uso de WMS.

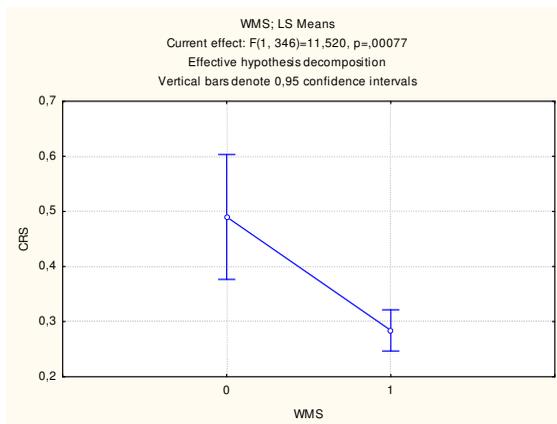


Figura 49: Intervalos de confiança para adoção ou não de WMS por PSL incluídos no *cluster* Rede.

Fonte: o autor.

5.6.3.2. Resultados de regressão para pacotes tecnológicos e medida de eficiência VRS

As análises de regressão da relação entre uso de pacotes tecnológicos e eficiência técnica local (modelo VRS) proporcionaram 198 combinações de TIC estatisticamente significativas. Uma seleção das regressões destes pacotes é apresentada da Tabela 22. O conjunto completo de regressões para esta medida de eficiência está incluído no Apêndice C.

Para esta medida de eficiência, nenhum dos pacotes tecnológicos selecionados apresenta efeito positivo na eficiência. O pacote de maior contraste nos resultados é novamente a tecnologia WMS. A não adoção desta TIC proporciona eficiência média de 0,801 enquanto que PSL que fazem uso dela têm eficiência técnica local diminuída para 0,538. Trata-se do pacote tecnológico com maior efeito negativo marginal.

O pacote tecnológico que, se utilizado, conduz a máxima eficiência técnica local observada $= (0,544)$ é constituído das tecnologias TFT e RST, ou seja, roteirizadores de frota terceirizada e rastreamento de frota terceirizada. Porém, seu uso também está associado à queda de sua eficiência técnica local.

Tabela 22: Seleção de pacotes tecnológicos estatisticamente significativos para a medida de eficiência técnica local (*cluster* Este).

Tamanho da Amostra	# Não	# Sim	Pacotes tecnológicos								β_0	Erro Padrão(β_0)	Estim. $t(\beta_0)$	$p(\beta_0)$	β_1	Erro Padrão(β_1)	Estim. $t(\beta_1)$	$p(\beta_1)$	$Y=\beta_0+\beta_1$	
233	147	86	TFT	RST	SSO			ERP	INT	CEL	0,611	0,043	14,233	0,000	-0,195	0,065	-3,012	0,003	0,416	
233	152	81	TFT	RST	SSO			TMS	ERP	INT	CEL	0,604	0,042	14,313	0,000	-0,188	0,066	-2,850	0,005	0,416
233	153	80	TFT	RST	SSO	WMS	TMS			INT	CEL	0,604	0,042	14,335	0,000	-0,188	0,066	-2,834	0,005	0,416
233	149	84	TFT	RST	SSO	WMS		ERP	INT	CEL	0,607	0,043	14,251	0,000	-0,190	0,065	-2,907	0,004	0,418	
233	154	79	TFT	RST	SSO	WMS	TMS	ERP	INT	CEL	0,601	0,042	14,332	0,000	-0,183	0,067	-2,746	0,007	0,418	
233	137	96			SSO	WMS		ERP	INT	CEL	0,608	0,044	13,840	0,000	-0,167	0,062	-2,677	0,008	0,441	
233	133	100	TFT			WMS		ERP		CEL	0,612	0,044	13,762	0,000	-0,170	0,062	-2,766	0,006	0,442	
233	138	95	TFT		SSO	WMS		ERP		CEL	0,606	0,044	13,853	0,000	-0,164	0,062	-2,633	0,009	0,442	
275	145	130	TFT	RST	SSO	WMS	TMS	ERP	INT		0,595	0,036	16,430	0,000	-0,153	0,050	-3,087	0,002	0,442	
233	134	99	RST					ERP	INT	CEL	0,610	0,044	13,773	0,000	-0,168	0,062	-2,720	0,007	0,443	
233	137	96	TFT					TMS	ERP	CEL	0,606	0,044	13,821	0,000	-0,163	0,062	-2,621	0,009	0,443	
232	108	124	TFT	RST	RCT			TMS	ERP	INT	0,642	0,049	13,213	0,000	-0,190	0,059	-3,229	0,001	0,452	
275	132	143	TFT	RST	SSO	WMS	TMS	ERP			0,598	0,038	15,939	0,000	-0,146	0,049	-3,000	0,003	0,452	
275	136	139	TFT	RST	SSO	WMS		ERP	INT		0,594	0,037	16,038	0,000	-0,143	0,049	-2,921	0,004	0,452	
275	122	153	TFT	RST		SSO	WMS	TMS			0,610	0,039	15,716	0,000	-0,157	0,048	-3,247	0,001	0,453	
275	102	173	TFT	RST				TMS	ERP		0,639	0,042	15,295	0,000	-0,185	0,049	-3,805	0,000	0,454	
232	105	127	TFT	RST	RCT		WMS		ERP	INT	0,646	0,049	13,146	0,000	-0,192	0,059	-3,269	0,001	0,454	
275	97	178	TFT				WMS	TMS		INT	0,646	0,043	15,176	0,000	-0,191	0,049	-3,925	0,000	0,455	
275	99	176	RST					TMS	ERP	INT	0,640	0,042	15,166	0,000	-0,183	0,049	-3,768	0,000	0,456	
275	121	154	TFT	RST		SSO	WMS			INT	0,607	0,039	15,622	0,000	-0,151	0,048	-3,132	0,002	0,456	
232	107	125	TFT		RCT		WMS	TMS	ERP	INT	0,640	0,049	13,150	0,000	-0,184	0,059	-3,129	0,002	0,456	
275	121	154		RST		SSO	WMS	TMS		INT	0,605	0,039	15,582	0,000	-0,148	0,048	-3,055	0,003	0,457	
275	123	152	TFT			SSO	WMS		ERP		0,603	0,039	15,636	0,000	-0,146	0,048	-3,022	0,003	0,457	
275	128	147	TFT	RST	SSO			TMS		INT	0,598	0,038	15,751	0,000	-0,141	0,048	-2,905	0,004	0,457	
232	124	108	TFT	RST	RCT	SSO		TMS	ERP	INT	0,614	0,046	13,425	0,000	-0,157	0,060	-2,604	0,010	0,457	
275	92	183	TFT	RST			WMS	TMS			0,650	0,043	14,997	0,000	-0,192	0,049	-3,936	0,000	0,458	
232	91	141	TFT		RCT			ERP	INT		0,650	0,051	12,726	0,000	-0,180	0,057	-3,139	0,002	0,470	
275	111	164				SSO	WMS		ERP	INT	0,600	0,040	15,052	0,000	-0,130	0,048	-2,714	0,007	0,470	
275	114	161		RST		SSO		TMS		INT	0,597	0,039	15,133	0,000	-0,127	0,048	-2,662	0,008	0,470	
346	101	245	TFT				WMS		ERP		0,685	0,034	20,230	0,000	-0,174	0,040	-4,338	0,000	0,511	
348	89	259	TFT	RST			WMS				0,705	0,036	19,745	0,000	-0,189	0,041	-4,594	0,000	0,515	
348	91	257	TFT				WMS			INT	0,700	0,035	19,800	0,000	-0,184	0,041	-4,493	0,000	0,515	
346	106	240		RST			WMS		ERP	INT	0,668	0,033	20,123	0,000	-0,153	0,040	-3,863	0,000	0,515	
346	91	255					WMS		ERP	INT	0,684	0,036	19,134	0,000	-0,165	0,041	-3,984	0,000	0,519	
346	89	257		RST			WMS		ERP		0,679	0,036	18,765	0,000	-0,157	0,042	-3,766	0,000	0,522	
348	74	274		RST			WMS			INT	0,714	0,039	18,241	0,000	-0,191	0,044	-4,348	0,000	0,523	
348	69	279	TFT				WMS				0,720	0,041	17,779	0,000	-0,195	0,045	-4,334	0,000	0,525	
346	116	230	TFT	RST				ERP	INT		0,636	0,032	19,871	0,000	-0,112	0,039	-2,858	0,005	0,525	
348	58	290					WMS			INT	0,745	0,044	16,938	0,000	-0,218	0,048	-4,533	0,000	0,527	
346	71	275					WMS			ERP	0,696	0,040	17,260	0,000	-0,168	0,045	-3,744	0,000	0,528	
346	98	248	TFT	RST					ERP		0,648	0,035	18,646	0,000	-0,119	0,041	-2,924	0,004	0,528	
348	54	294					WMS				0,745	0,046	16,346	0,000	-0,215	0,049	-4,353	0,000	0,530	
351	87	264	TFT	RST						INT	0,658	0,036	18,036	0,000	-0,121	0,042	-2,871	0,004	0,537	
348	34	314					WMS				0,801	0,057	14,112	0,000	-0,263	0,060	-4,423	0,000	0,538	
351	62	289	TFT	RST							0,677	0,043	15,655	0,000	-0,133	0,048	-2,798	0,005	0,544	

Fonte: o autor.

5.6.3.3. Resultados de regressão para pacotes tecnológicos e medida de eficiência gerencial

As regressões com pacotes tecnológicos renderam oito pacotes tecnológicos estatisticamente significativos, mostrados na Tabela 23, para a medida de eficiência gerencial. Todos os pacotes detectados têm impacto negativo na eficiência gerencial, quando presentes. A tecnologia WMS novamente se mostra como indutor de ineficiência quando empregado pelos PSL. O impacto negativo de WMS é minimizado quando usado concomitantemente com roteirizadores de frota teceirizada (TFT), TMS, ERP e consulta pela internet (INT).

Tabela 23: Pacotes tecnológicos estatisticamente significativos para a medida de eficiência gerencial (*cluster* Rede).

Tamanho da Amostra	# Não	# Sim	Pacotes tecnológicos								β_0	Erro Padrão(β_0)	Estim. t(β_0)	$p(\beta_0)$	β_1	Erro Padrão(β_1)	Estim. t(β_1)	$p(\beta_1)$	$Y=\beta_0+\beta_1$
275	114	161	TFT		WMS	TMS	ERP	INT			0,758	0,046	16,611	0,000	-0,152	0,055	-2,754	0,006	0,606
275	96	179			WMS	TMS	ERP	INT			0,767	0,048	15,859	0,000	-0,151	0,055	-2,734	0,007	0,616
346	119	227	TFT		WMS		ERP	INT			0,786	0,033	24,110	0,000	-0,111	0,040	-2,778	0,006	0,675
346	91	255			WMS		ERP	INT			0,806	0,037	21,730	0,000	-0,126	0,043	-2,938	0,004	0,680
346	101	245	TFT		WMS		ERP				0,794	0,035	22,474	0,000	-0,114	0,042	-2,727	0,007	0,680
346	71	275			WMS		ERP				0,817	0,042	19,535	0,000	-0,130	0,047	-2,793	0,006	0,687
348	58	290			WMS			INT			0,827	0,046	18,085	0,000	-0,135	0,050	-2,707	0,007	0,692
348	34	314			WMS						0,865	0,059	14,684	0,000	-0,166	0,062	-2,695	0,007	0,699

Fonte: o autor.

5.6.3.4. Resultados de regressão para pacotes tecnológicos e medida de eficiência de escala

As regressões com pacotes tecnológicos e sua relação com a eficiência de escala importaram em 208 pacotes tecnológicos estatisticamente significativos. Todos os pacotes detectados têm impacto positivo na eficiência de escala, quando presentes. Uma seleção de resultados é apresentada na Tabela 24. Sobressaem-se os pacotes que incluem ERP e RRT (Rastreamento via rádio de frota própria), que teve descontinuada sua inclusão nos panoramas publicados pela Revista Tecnológica desde 2008.

Os resultados para todas as regressões relativas à eficiência de escala para o *cluster* Rede estão incluídas no Apêndice C.

Tabela 24: Seleção de pacotes tecnológicos estatisticamente significativos para a medida de eficiência de escala (*cluster* Rede).

Tamanho da Amostra	# Não	# Sim	Pacotes tecnológicos										β_0	Erro Padrão(β_0)	Estim. t(β_0)	p(β_0)	β_1	Erro Padrão(β_1)	Estim. t(β_1)	p(β_1)	$Y=\beta_0+\beta_1$		
275	43	232									TMS		0,311	0,041	7,622	0,000	0,142	0,040	3,538	0,001	0,453		
275	64	211									TMS	INT	0,345	0,039	8,906	0,000	0,112	0,040	2,783	0,006	0,457		
275	54	221								SSO			0,311	0,039	7,957	0,000	0,149	0,039	3,773	0,000	0,460		
275	56	219				RST					TMS		0,316	0,039	8,112	0,000	0,144	0,040	3,645	0,000	0,460		
232	55	177				RST			RCT				0,345	0,042	8,221	0,000	0,120	0,041	2,956	0,004	0,465		
275	81	194			TFT	RST					TMS		0,345	0,037	9,434	0,000	0,122	0,040	3,056	0,003	0,466		
275	80	195								WMS	TMS	ERP	0,342	0,037	9,347	0,000	0,125	0,040	3,152	0,002	0,467		
275	76	199				RST					TMS	INT	0,334	0,037	9,074	0,000	0,134	0,040	3,379	0,001	0,468		
275	90	185			TFT	RST				SSO			0,355	0,036	9,901	0,000	0,113	0,040	2,818	0,005	0,468		
275	85	190				RST					WMS	TMS	INT	0,347	0,036	9,605	0,000	0,121	0,040	3,029	0,003	0,468	
275	97	178								SSO	WMS	TMS		0,360	0,035	10,225	0,000	0,109	0,040	2,700	0,007	0,469	
232	68	164				RST			RCT				0,359	0,041	8,709	0,000	0,110	0,042	2,619	0,009	0,469		
275	89	186				RST				SSO	WMS		0,348	0,036	9,739	0,000	0,123	0,040	3,075	0,002	0,470		
275	80	195								SSO			0,332	0,036	9,154	0,000	0,139	0,039	3,542	0,001	0,471		
42	16	26							RRT			TMS	0,251	0,124	2,035	0,049	0,220	0,067	3,298	0,002	0,471		
275	92	183								SSO	WMS	ERP	0,350	0,035	9,880	0,000	0,121	0,040	3,024	0,003	0,471		
275	97	178			TFT							ERP	0,356	0,035	10,142	0,000	0,116	0,040	2,878	0,004	0,471		
346	184	162	TFP	TSP	RSP	RST						ERP	INT	0,451	0,026	17,052	0,000	0,116	0,039	2,997	0,003	0,567	
346	195	151	TFP	TFT		RST						WMS	ERP	INT	0,456	0,026	17,721	0,000	0,112	0,039	2,893	0,004	0,569
346	181	165	TFP	TFT		RST							ERP	INT	0,445	0,027	16,717	0,000	0,127	0,038	3,321	0,001	0,572
116	22	94							RRT					0,478	0,085	5,643	0,000	0,197	0,058	3,397	0,001	0,675	
116	25	91							RRT				INT	0,459	0,082	5,630	0,000	0,228	0,057	3,978	0,000	0,687	
116	30	86				RST							INT	0,492	0,086	5,721	0,000	0,197	0,063	3,118	0,002	0,689	
116	34	82			TFT				RRT				INT	0,505	0,088	5,769	0,000	0,188	0,067	2,822	0,006	0,693	
112	38	74			TFT				RRT			ERP		0,492	0,088	5,603	0,000	0,225	0,070	3,233	0,002	0,717	
112	30	82							RRT			ERP		0,426	0,078	5,446	0,000	0,293	0,057	5,131	0,000	0,719	
112	43	69			TFT		RST		RRT			ERP		0,511	0,090	5,664	0,000	0,210	0,076	2,784	0,006	0,721	
112	35	77				RST			RRT			ERP		0,459	0,083	5,538	0,000	0,264	0,064	4,156	0,000	0,723	
112	32	80							RRT			ERP	INT	0,426	0,078	5,466	0,000	0,300	0,058	5,158	0,000	0,726	
112	39	73			TFT				RRT			ERP	INT	0,480	0,086	5,598	0,000	0,247	0,069	3,591	0,001	0,726	
112	43	69				RST			RRT		WMS	ERP		0,503	0,089	5,656	0,000	0,223	0,074	2,996	0,003	0,726	
112	43	69				RST			RRT		WMS	ERP	INT	0,503	0,089	5,656	0,000	0,223	0,074	2,996	0,003	0,726	
112	39	73							RRT		WMS	ERP		0,475	0,085	5,593	0,000	0,254	0,068	3,727	0,000	0,729	
112	39	73							RRT		WMS	ERP	INT	0,475	0,085	5,593	0,000	0,254	0,068	3,727	0,000	0,729	
112	46	66			TFT				RRT		WMS	ERP		0,513	0,090	5,691	0,000	0,216	0,078	2,769	0,007	0,729	
112	46	66			TFT				RRT		WMS	ERP	INT	0,513	0,090	5,691	0,000	0,216	0,078	2,769	0,007	0,729	
112	37	75				RST			RRT			ERP	INT	0,457	0,082	5,555	0,000	0,273	0,065	4,235	0,000	0,731	
112	44	68			TFT		RST		RRT			ERP	INT	0,500	0,088	5,661	0,000	0,232	0,075	3,100	0,003	0,732	
112	55	57				RSP			RRT			ERP		0,522	0,090	5,780	0,000	0,233	0,088	2,655	0,009	0,755	
112	57	55				RSP		RRP	RRT			ERP	INT	0,520	0,090	5,799	0,000	0,245	0,089	2,744	0,007	0,765	
112	56	56				RSP			RRT			ERP	INT	0,513	0,089	5,786	0,000	0,255	0,087	2,921	0,004	0,768	

Fonte: o autor.

5.7. CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DA FALTA DE NORMALIDADE OBSERVADA NOS RESÍDUOS DAS REGRESSÕES

Os resíduos das regressões lineares feitas para analisar a relação entre medidas de eficiência e uso de pacotes tecnológicos apresentaram, na sua totalidade, resíduos não normalmente distribuídos. No caso da variável dependente ser normalmente distribuída, os resíduos deveriam ser igualmente normalmente distribuídos para que a regressão representasse um modelo no qual a variável dependente possa ser explicada pela variável independente. Caso isto não se verificar, então existem indícios de que alguma variável "extra" influencia no resultado do experimento.

Neste trabalho, praticamente todas as variáveis disponíveis nos panoramas anuais publicados pela Revista Tecnológica foram empregadas em alguma instância do modelo: 1) na etapa de clusterização foram utilizadas 15 variáveis de natureza categórica; 2) na aplicação dos modelos DEA foram empregadas variáveis *input* e *output* que, por sua vez, foram selecionadas (através da análise de componentes principais) do conjunto de todas as variáveis contínuas disponíveis e; 3) finalmente na etapa de regressão, foram empregadas todas as variáveis categóricas referentes ao uso das TIC. Em suma, nenhuma variável disponível (e relevante) foi excluída durante a execução das etapas que conduziram aos resultados obtidos.

As inconsistências com a distribuição dos resíduos das regressões devem estar associadas com a falta de atendimento da condição de normalidade para a variável dependente. As medidas de eficiência não podem, por definição, seguir uma distribuição normal, que tem domínio estabelecido no campo dos reais, ou seja, $(-\infty, +\infty)$, enquanto as medidas de eficiência têm domínio estabelecido no campo dos reais e limitado ao intervalo $[0,1]$.

A Figura 50 mostra os resultados de teste de hipóteses para normalidade das medidas de eficiência técnica global, ou CRS, considerando dados relativos ao *cluster* Rede.

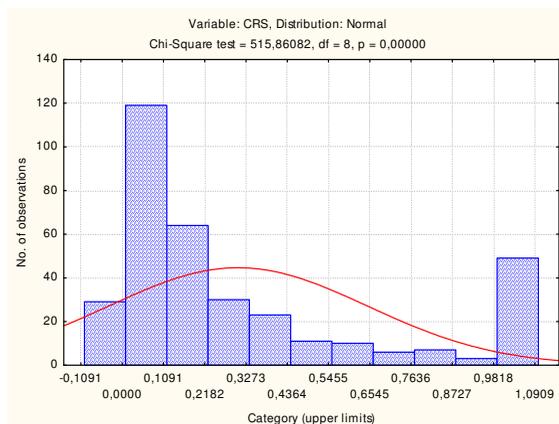


Figura 50: Distribuição das medidas de eficiência técnica global, *cluster* Rede.
Fonte: o autor.

Por construção, um número mínimo de DMUs vai estar localizado no ponto extremo, à direita do histograma. A abordagem DEA sempre produz um conjunto de DMUs eficientes, que devem servir

de referência para a análise das DMUs ineficientes. Desta forma, ter-se-á sempre frequência não nulas à direita do histograma, trazendo dificuldades à qualquer modelo de regressão que pressuponha variável dependente normalmente distribuída.

Esta característica dos modelos DEA fica ainda mais evidente quando se analisa a distribuição das medidas de eficiência técnica local, derivada do modelo VRS, como mostra a Figura 51. Como esta medida de eficiência é sempre igual ou superior à medida de eficiência técnica global, a distribuição dos valores tende a se deslocar para a direita do histograma, trazendo ainda mais dificuldades em se aceitar a hipótese de normalidade para a variável dependente.

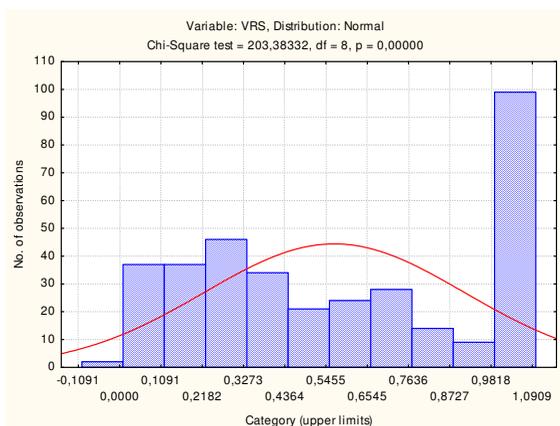


Figura 51: Distribuição das medidas de eficiência técnica local, *cluster* Rede.
Fonte: o autor.

Na Figura 52, está apresentada a distribuição das medidas de eficiência gerencial para o *cluster* Rede. Como esta medida é sempre igual ou superior à medida de eficiência técnica local, a distribuição dos valores será novamente deslocada para a direita, fazendo com que a mesma dificilmente possa ser considerada normal.

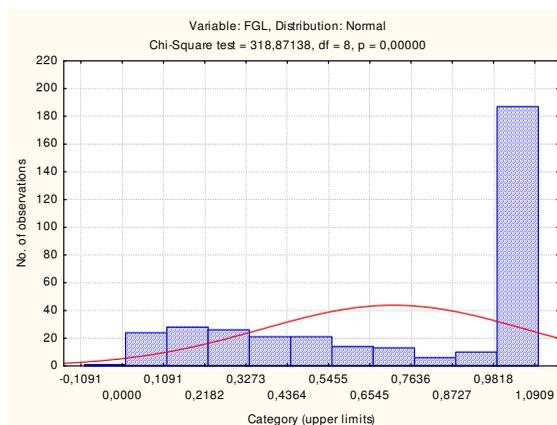


Figura 52: Distribuição das medidas de eficiência gerencial, *cluster* Rede.
Fonte: o autor.

Em suma, a condição de normalidade para as medidas de eficiências obtidas por meio do DEA é improvável de ser observada na prática. Esta constatação, no entanto, não necessariamente traz prejuízos às análises feitas neste trabalho uma vez que todas as regressões para determinada medida de eficiência consideram a mesma variável dependente (não normal) para todos os pacotes tecnológicos. Assim sendo, a função de regressão deve incorporar a não normalidade da variável dependente de forma equivalente para todos os pacotes tecnológicos. Esta observação ganha corpo quando se interpreta os resultados da regressão em termos do que se espera da amostra. As regressões sugerem interpretações plausíveis quanto ao uso de TIC pelos PSL dos três *clusters*, como por exemplo, a relação de uso de TIC voltadas ao transporte para o *cluster* Arco e TIC voltadas à armazenagem para o *cluster* Nó.

5.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados sugerem que o uso de pacotes tecnológicos está fortemente relacionado com escores de eficiência de PSL que atuaram no mercado brasileiro no período de 2004 a 2012. Esta relação é diferenciada por área de atuação dos PSL, aqui caracterizada por *clusters* que agregam operadores logísticos que partilham similares funcionais, ou seja, prestam serviços e fazem uso de recursos similares.

Dentre os resultados obtidos (lista completa é apresentada no Apêndice C) para a relação de uso das TIC e os diversos escores de

eficiência sobre o uso de pacotes tecnológicos pode-se destacar os seguintes:

- o uso de Roteirizadores de Frota Própria (TFP) somente apresenta efeito positivo nas medidas de eficiência técnica global e eficiência de escala quando combinado com Roteirizadores de Frota Terceirizada (TFT). Além disso, este efeito somente é observado para aqueles PSL que incluem serviços de transporte em seu portfólio e fazem uso de frota terceirizada. Esta constatação sugere que empresas que terceirizam seus serviços tendem a se mostrar mais eficientes do que aquelas que não o fazem;
- o uso conjunto de TFP e TFT com tecnologias de Rastreamento via Satélite de Frota Própria e Terceirizada (RSP e RST, respectivamente) e Consulta pela Internet (INT) tem forte impacto na eficiência de escala dos PSL que operam nos arcos. Ou seja, o provimento das atividades de transporte requer ferramentas que promovam conectividade lógica para que a máxima eficiência de escala seja atingida;
- para os PSL que operam tanto nos arcos quanto nos nós, a inclusão da tecnologia ERP ao pacote constituído de roteirizadores para frota própria/terceirizada e rastreadores via satélite para frota própria provê condições aos PSL para melhorar sensivelmente sua eficiência técnica global, ou seja, atingir a máxima produtividade observada;
- a tecnologia WMS apresenta comportamento variado quanto à avaliação do impacto de seu uso pelos PSL. Para as empresas incluídas no *cluster* Nó e, quando combinada com Consulta pela Internet (INT), esta tecnologia apresenta um expressivo desempenho positivo sobre a eficiência de escala. Ou seja, PSL que dispõem destas duas TIC combinadas, tendem a ter projetada sua eficiência em direção ao porte ideal de operação observado;
- o *cluster* Nó, caracterizado por uma amostra relativamente pequena, não apresentou nenhum outro pacote tecnológico com relação estatisticamente significativa entre uso de TIC e medidas de eficiência. Esta tecnologia apresenta o pior efeito negativo observado sobre a eficiência gerencial para PSL que estão incluídos no cluster Rede. Ou seja, a composição ideal dos insumos (ou inputs) é prejudicada quando esta tecnologia está presente;

- para o *cluster* Rede, um número maior de *inputs* foi utilizado nos modelos DEA e, por conseguinte, o congestionamento de insumos tende a ser mais frequente. O desempenho de WMS tem, no entanto, seu impacto minorado quando esta tecnologia é combinada com outras tecnologias - ERP, TFT e INT;
- o uso de Consulta por Celular (CEL) não teve seu impacto positivo confirmado na amostra considerada. Sua única presença no rol de pacotes tecnológicos estatisticamente significativos foi na relação com a medida de eficiência técnica local, para o *cluster* Rede. Combinada com outras TIC, seu desempenho foi o mais negativo, dentre os pacotes tecnológicos selecionados.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O objetivo geral deste trabalho é a avaliação do impacto que o uso de tecnologias de informação e comunicação tem sobre medidas de eficiência de prestadores de serviços logísticos no Brasil.

Para alcançar o objetivo, uma metodologia foi desenvolvida e testada, envolvendo a aplicação sequencial de um conjunto de técnicas matemáticas e estatísticas, a saber, clusterização, programação matemática (DEA), análise de componentes principais e regressão.

A heterogeneidade observada no mercado de PSL no Brasil, e a necessidade de se dispor de amostras homogêneas para aplicação dos modelos DEA tornou necessária a classificação do mercado em grupos de PSL que partilham similaridades funcionais. A clusterização da amostra permitiu identificar três grupos distintos: Nó, que compreende aqueles PSL que operam nos elos; Arco, que inclui PSL que operam nos arcos; e Rede, englobando os restantes, que operam tanto nos elos quanto nos arcos das cadeias de suprimentos. Ressalta-se que a classificação sugerida neste estudo, como uma etapa precedente à aplicação de modelos DEA, não foi identificada na literatura pertinente, apesar da homogeneidade da amostra consistir numa das condições fundamentais para aplicação destes modelos.

A aplicação de modelos DEA para determinação das eficiências e seu posterior emprego nos modelos de regressão permitiram identificar pacotes tecnológicos que apresentam significativa relação da eficiência com o uso de TIC. Em linhas gerais, pode-se concluir que o impacto de TIC nas medidas de eficiência é consideravelmente diferenciado para cada tecnologia e *cluster*, conforme apresentado no capítulo anterior.

Uma análise dos pacotes tecnológicos estatisticamente significativos mostra que a maior frequência observada de TIC nos pacotes se situa entre 3 e 6 tecnologias. Esta observação sugere que pacotes com número elevado de TIC não mostram efeitos sinérgicos pelo seu uso combinado, pois tendências não puderam ser verificadas pelas regressões estatísticas realizadas.

Os resultados obtidos permitem concluir que a presença de TIC exerce influência sobre medidas de eficiência e, portanto, sobre a produtividade de PSL no Brasil. A intensidade positiva ou negativa desta influência depende do pacote tecnológico empregado, das características de operação da empresa (nó, arco ou ambos) e da medida de eficiência propriamente dita. Esta conclusão permite afirmar que, à luz dos dados utilizados, o Paradoxo da Produtividade não foi observado

no setor de prestadores de serviços logísticos no Brasil no período de 2004-1012

Limitações inerentes ao trabalho induzem a sugestão de trabalhos futuros, os quais podem estender os horizontes de estudos de aplicação de TIC:

- realização de estudos de impacto do uso de TIC considerando dados primários e incluindo, na medida do possível, variáveis contínuas sobre a intensidade de uso destas tecnologias por parte dos PSL. Variáveis categóricas de dois níveis (Sim/Não) utilizadas neste trabalho restringem as conclusões, enquanto medições em escala métrica permitiriam dar mais conteúdo aos resultados;
- avaliação do efeito das TIC sobre o desempenho de PSL por meio de estudos de caso permitiria a identificação das razões das ineficiências observadas neste trabalho;
- estender estudos de avaliação do impacto de TIC na eficiência de outros setores da economia que fazem uso intenso destas tecnologias, como indústria de transformação e educação;
- o modelo de regressão e a metodologia sugerida para relacionar medidas de eficiência como variável dependente, limitadas ao intervalo $[0,1]$ da escala dos números reais, e variável independente categórica do tipo SIM/NÃO para uso ou não de determinado pacote tecnológico pode ser ainda estendida a outras aplicações DEA, configurando-se de uma contribuição significativa deste trabalho para análise DEA de dois estágios.

REFERÊNCIAS

AFRICK, J.M., CALKINS, C.S. (1994) Does asset ownership mean better service? *Transportation & Distribution*, May, p. 49-61.

AMARAL, O.S., 1999. Avaliação da Eficiência Produtiva das Unidades Acadêmicas da Universidade do Amazonas, nos Anos de 1994 e 1995, Empregando Análise Envoltória de Dados, Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.

AZADI, M.; SAEN, R.F. A new chance-constrained data envelopment analysis for selecting third-party reverse logistics providers in the existence of dual-role factors, *Expert Systems with Applications*, v. 38, n. 10, p. 12231–12236, 2011.

BANASZEWSKA, A.; CRUIJSSEN, F.; DULLAERT, W.; GERDESSEN, J. C. A framework for measuring efficiency levels - The case of express depots, *International Journal of Production Economics*, *in press*.

BANKER, R.D., CHARNES, R.F., COOPER, W.W. (1984) Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis, *Management Science* vol. 30, p. 1078–1092.

BRYNJOLFSSON, E. The Productivity Paradox of Information Technology: Review and Assessment. *Communications of the ACM*, p.67-77, 1993.

CENTRO GESTOR DE INOVAÇÃO MOVELEIRO. Gastos em TI para logística e supply chain sobem. Disponível em: <http://www.itweb.com.br/noticias/index.asp?cod=47935>. Acesso em

CETIC. Pesquisa TIC Empresas 2005. Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação. Disponível em: <http://www.cetic.br/empresas/2005/index.htm>. Acesso em 10/03/2010, 2005

CETIC. Pesquisa TIC Empresas 2006. Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação. Disponível em: <http://www.cetic.br/empresas/2006/index.htm>. Acesso em 10/03/2010, 2006

CETIC. Pesquisa TIC Empresas 2007. Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação. Disponível em:

<http://www.cetic.br/empresas/2007/index.htm>. Acesso em 10/03/2010, 2007.

CETIC. Pesquisa TIC Empresas 2008. Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação. Disponível em: <http://www.cetic.br/empresas/2008/index.htm>. Acesso em 10/03/2010, 2008.

CETIC. Pesquisa TIC Empresas 2009. Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação. Disponível em <http://www.cetic.br/empresas/2009/index.htm>. Acesso em 10/03/2010, 2009.

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

CHEN, K.; YU, X. DEAHP based on ANP weight determination and its application to selection of reverse logistics service providers. 2011 IEEE International Conference on Grey Systems and Intelligent Services, GSIS'11 - Joint with the 15th WOSC International Congress on Cybernetics and Systems. Anais do 011 IEEE International Conference on Grey Systems and Intelligent Services, GSIS'11 p.720–724, 2011.

CHING, C.T.K.; YANAGIDA, J.F. *Production Economics: Mathematical Development and Applications*. New Brunswick, New Jersey: Transaction Books, Rutgers - The State University, 1985.

COELLI, T.; RAO, D.S.P; O'DONELL, C. J.; BATTESE, G.E.; *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. New York: Springer, 2nd Edition, 2005.

COLIN, J., FABBE-COSTES, N. Les strategies développés par les prestataires Logistiques, 7th World Conference on Transport Research, Sidney, Australia, 1995.

COOPER, W.W., GU, B. & LI, S. Comparisons and evaluations of alternative approaches to the treatment of congestion in DEA, *European Journal of Operational Research*, 132, p. 62–74, 2001.

COOPER, W.W., SEIFORD, L.M., TONE, K. *Data Envelopment Analysis – A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*, 2nd Edition, New York: Springer, 2007.

COSTA NETO, P. L. O. Estatística, São Paulo, Editora Edgard Blücher Ltda., 1977.

COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS (CSCMP). Supply Chain Management Terms and Glossary. Lombard, 2010. Disponível em: <<http://cscmp.org/digital/glossary/glossary.asp>>. Acesso em: 22 março 2010.

CUI, X.-D.; QIAO, L. Research on customer service planning of the third party logistics enterprise. 2011 International Conference on Management Science and Industrial Engineering, MSIE 2011. Anais do International Conference on Management Science and Industrial Engineering, MSIE 2011 p. 109–111, 2011.

DE KOSTER, M.B.M.; BALK, B.M. Benchmarking and Monitoring International Warehouse Operations In Europe. Production and Operations Management, vol. 17, n. 2, March-April, p. 175-183, 2008.

DORNIER, P-P, ERNST, R., FENDER, M., KOUVELIS, P. Logística e Operações Globais: textos e casos, São Paulo: Atlas, 2000.

DREYFUSS, E., GADSON, A., RIDING, T., WANG, A. The IT Productivity Paradox, Working Paper in Computer Science, Stanford University, 2007.

EUROPEAN COMMISSION Protrans - The Role of Third Party Logistics Service Providers and their Impact on Transport, Deliverable No 6, Final Public Report, 2001

EUROSTAT. Information Society: ICT impact assessment by linking data from different sources. Final Report, 2008.

EUROSTAT. Methodological Manual for statistics on the Information Society. Survey year 2009, v. 1.0., 2009.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; LOVELL, C.A.K. Production Frontiers. Cambridge : University Press, 1994.

FAN, W.; XU, M. The application of QFD based on DEA to improve the TPL Quality of Service. 2010 International Conference on Management and Service Science, MASS 2010. Anais do International Conference on Management and Service Science, 2010.

FANG, D.; ZHANG, P.; YE, L. Research on fuzzy overall evaluation of logistics enterprises based on DEA with preference. 2008 International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile

Computing, WiCOM 2008. Anais da 2008 International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2008.

FARREL, M. J., 1957. The measurement of productive efficiency. Journal of the Royal Statistical Society Series A, 120 (III), p. 253-290.

FERREIRA, C.M.C.; GOMES, A.P. Introdução à análise envoltória de dados – Teoria, Modelos e Aplicações, Viçosa, MG: Editora UFV, 2009.

FORTE, S.H.A.C. Manual de elaboração de tese, dissertação e monografia, Fortaleza: Universidade de Fortaleza, 2004.

GIL, A.C. Como elaborar projetos de pesquisa. 3ª.Ed. São Paulo: Atlas, 1996.

GOLANY, B., ROLL, Y., 1989. An application procedure for DEA. Omega, 17, 3, p. 237-250.

GORDON, R. J. "Does The 'New Economy' Measure Up To The Great Inventions Of The Past?", Journal of Economic Perspectives, 2000, v14(4,Fall), p. 49-74.

GREENE, W.H. Econometric Analysis, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 7.ed., 2011.

HACKMAN, S.T.; FRAZELLE, E.H.; GRIFFIN, P.M., GRIFFIN, S.O., VLASTA, D.A. Benchmarking warehousing and distribution operations : an Input-Output approach. Journal of Productivity Analysis, v. 16, p. 79-100, 2001.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W.C. Multivariate Data Analysis, 5th Edition , New Jersey: Prentice Hall, 1998.

HAMDAN, A.; ROGERS, K.J. Evaluating the efficiency of 3PL logistics operations. International Journal of Production Economics, v. 113, n.1, p. 235-244, 2008.

JEFFERS, P. I.; MUHANNA, W. A.; NAULT, B. R. Information Technology and Process Performance: An Empirical Investigation of the Interaction Between IT and Non-IT Resources. Decision Sciences, 39: 703–735. doi: 10.1111/j.1540-5915.2008.00209, 2008.

JOHNSON, A.; CHEN, W.-C.; MCGINNIS, L. F. Large-scale Internet benchmarking: Technology and application in warehousing operations. Computers in Industry, v. 61, n. 3, p. 280–286, 2010.

JOHNSON, R.A., WICHERN, D.W., *Applied Multivariate Analysis*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1982.

JOHNSON, A.; MCGINNIS, L. Performance measurement in the warehousing industry. *IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers)*, v. 43, n. 3, p. 220–230, 2011.

KIM, T. Efficiency of trucks in logistics: technical efficiency and scale efficiency. *Asian Journal on Quality*, v. 11, n. 1, p. 89–96, 2010.

LANGLEY Jr., C. J.; CAPGEMINI US. *The State of Logistics Outsourcing 2009 third-party logistics: results and findings of the 14th annual study - Executive Summary*, 2009.

LANGLEY Jr., C. J.; CAPGEMINI US. *16th Annual Third-Party Logistics Study : The State of Logistics Outsourcing - Results and Findings of the 16th Annual Study*. 2012.

LANGLEY Jr., C. J.; CAPGEMINI US. *17th Annual Third-Party Logistics Study : The State of Logistics Outsourcing - Results and Findings of the 16th Annual Study*. 2013.

LIEB, R.; BENTZ, B.A. The North American third party logistics industry in 2004: the provider CEO perspective. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 35, n. 8, p. 595 - 611, 2005.

LIN, E. T. J.; LAN, L. W.; HSU, C. S. T. Assessing the on-road route efficiency for an air-express courier. *Journal of Advanced Transportation*, v. 44, n. 4, p. 256–266, 2010.

LIU, J.; LI, L.; WU, Z.; CHEN, Y. The assessment model of service performance for the third party logistics based on imprecise super-efficiency DEA. *8th International Conference of Chinese Logistics and Transportation Professionals - Logistics: The Emerging Frontiers of Transportation and Development in China. Anais da 8th International Conference of Chinese Logistics and Transportation Professionals* p. 3603–3608, 2008.

LIU, J.; LU, L.Y.Y.; LU, W.-M.; LIN, B.J. A survey of DEA applications, *Omega*, 41, p. 893–902, 2013.

LOVELL, C.A.K. Production frontiers and productive efficiency, in: Fried, H.O.; Know Lovell, C.A.; Schmidt, S.S. (orgs.), *The Measurement of Productive Efficiency – Techniques and Applications*, Oxford University Press, New York, p. 3-67, 1993.

LUNA, M.M.M. Operadores Logísticos In: NOVAES, A., G. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

LUNA, M.M.M.; FRIES, C.E. . Panorama e tendências do uso de TIC no mercado de prestação de serviços logísticos no Brasil. In: VI Simpósio de Engenharia de Produção da Região Nordeste, 2011, Campina Grande - PB. Anais do VI Simpósio de Engenharia de Produção da Região Nordeste. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2011.

LUNA, M.M.M., FRIES, C.E. 3PL service providers typology based on the use of ICT. *Industrie Management*, 27, 2, p. 38-40, 2011.

LUNA, M. M. M. L.; FRIES, C. E. ; ARAGÃO JÚNIOR, D. P. Logistics Service Providers in Brazil: A Comparison Between Different Developed Regions. In: Hans-Jörg Kreowski ; Bernd Scholz-Reiter; Klaus-Dieter Thoben. (Org.). *Dynamics in Logistics: Second International Conference, LDIC 2009*. 1ed. Berlin: Springer-Verlag, v. 1, p. 501-510, 2010.

LUPTÁČIK, M. *Mathematical optimization and economic analysis, Springer optimization and its applications*, Vol. 36, Springer New York Dordrecht Heidelberg London, 2010.

MARASCO, A. Third-party logistics: A literature review. *International Journal of Production Economics*, v. 113, n. 1, p. 127-147, 2008.

MACDONALD, S.; ANDERSON, P.; Dieter KIMBEL, D. Measurement or Management ? : Revisiting the Productivity Paradox of Information Technology. *Vierteljahrshäfte zur Wirtschaftsforschung*. 69. Jahrgang, v. 4, p. 601– 617, 2000.

MCGINNIS, L. F.; CHEN, W.C.; GRIFFIN, P.; SHARP, G.; GOVINDARAJ, T.; BODNER, D. Benchmarking Warehouse Performance: Initial Results for Internet-based Data Envelopment Analysis for Warehousing (iDEAs-W 1.0). Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA, 2002.

MIN, H.; JOO, S.-J. Benchmarking third-party logistics providers using data envelopment analysis: an update. *Benchmarking: an International Journal*, v. 16, n. 5, p. 572 - 587, 2009.

MIN, H.; JOO, S.-J. Benchmarking the operational efficiency of third party logistics providers using data envelopment analysis. *Supply Chain Management: An International Journal*, v. 11, n. 3, p. 259–265, 2006.

MIN, H.; JOO, S.-J. Benchmarking third-party logistics providers using data envelopment analysis: an update. *Benchmarking: an International Journal*, v. 16, n. 5, p. 572–587, 2009.

MOITA, M.H.V. Medindo a eficiência relativa de escolas municipais da cidade do Rio Grande – RS usando a abordagem DEA (Data Envelopment Analysis). Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, 1995.

NORMAN, M.; STOKER, B. *Data Envelopment Analysis: The Assessment of Performance*, New York: John Wiley & Sons, 1991.

O'BRIEN, J. A. *Administração de sistemas de informação: uma introdução*. 13. ed. São Paulo: McGraw-Hill. 2007.

OECD (2010), *OECD Information Technology Outlook 2010*, OECD Publishing. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/it_outlook-2010-en>. Acesso em: 20 fevereiro 2013.

PANAYIDES, P. M.; LAMBERTIDES, N.; SAVVA, C. S. The relative efficiency of shipping companies. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, v. 47, n. 5, p. 681–694, 2011.

PATTANAMEKAR, P.; KIM, C.; PARK, D.; LEE, K. Technical efficiency analysis of shippers using DEA. *Journal of Advanced Transportation*, v. 45, n. 3, p. 161–172, 2011.

PATTERSON, K., GRIMM, C., CORSI, T. Adopting new technologies for supply chain management. *Transportation Research Part E*, v. 39, p. 95-121, 2003.

PILAT, D. The ICT Productivity Paradox: Insights from micro data. *OECD Economic Studies*, No. 38, 2004/1, p. 349-364, 2004.

_____. *Relação Anual de Informações Sociais (RAIS)*. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br/EstudiososPesquisadores/PDET/Acesso/RaisOnline.asp>>. Acesso em: 17 jan. 2013.

REVISTA TECNOLÓGICA. Mercado Brasileiro de Operadores Logísticos, p. 72-129, 2004.

- REVISTA TECNOLÓGICA. Mercado Brasileiro de Operadores Logísticos, p. 86-136, 2005
- REVISTA TECNOLÓGICA. Mercado Brasileiro de Operadores Logísticos, p. 80-121, 2006.
- REVISTA TECNOLÓGICA. Mercado Brasileiro de Operadores Logísticos, p. 76-126, 2007.
- REVISTA TECNOLÓGICA. Mercado Brasileiro de Operadores Logísticos, p. 76-126, 2008.
- REVISTA TECNOLÓGICA. Mercado Brasileiro de Operadores Logísticos, p. 50-116, 2009.
- REVISTA TECNOLÓGICA. Mercado Brasileiro de Operadores Logísticos, p. 56-126, 2010.
- REVISTA TECNOLÓGICA. Mercado Brasileiro de Operadores Logísticos, p. 70-138, 2011.
- REVISTA TECNOLÓGICA. Mercado Brasileiro de Operadores Logísticos, p. 66-132, 2012.
- RODRIGUES, V.S. ; STANTCHEV, D. ; POTTER, A. ; NAIM, M. ; WHITEING, A. Establishing a transport operation focused uncertainty model for the supply chain. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 38, n. 5, p. 388-411, 2008.
- ROSS, A. D.; DROGE, C. An integrated benchmarking approach to distribution center performance using DEA modeling. *Journal of Operations Management*, v. 20, n. 1, p. 19–32, 2002.
- ROSS, A.; VENKATARAMANAN, M. A.; ERNSTBERGER, K. W. Reconfiguring the Supply Network Using Current Performance Data. *Decision Sciences*, v. 29, n. 3, p. 707–728, 1998.
- SAEN, R.F. A mathematical model for selecting third-party reverse logistics providers. *International Journal of Procurement Management*, v. 2, n. 2, p. 180, 2009.
- SAEN, R.F. A new model for selecting third-party reverse logistics providers in the presence of multiple dual-role factors. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 46, n. 1-4, p. 405–410, 2010.

SHEN, C.; WU, Y. The efficiency evaluating model of distribution operation based on data envelopment analysis. IEEE International Conference on Automation and Logistics, ICAL 2008. Anais do IEEE International Conference on Automation and Logistics p.992–996, 2008.

SAMOHYL, R.W. Controle Estatístico de Qualidade, Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

SOLOW, R.M. We'd Better Watch Out, New York Times, July 12, Book Review, No. 36, 1987.

STATSOFT. *Cluster Analysis*. Disponível em <<http://www.statsoft.com/textbook/cluster-analysis/#emalgorithm>>. Acesso em: 23/02/2012, 2012.

TAN, W.; ZHANG, J. The studies of selecting service supplier of logistics Based on AHP and DEA. 2010 International Conference on E-Product E-Service and E-Entertainment, ICEEE2010. Anais do 2010 International Conference on E-Product E-Service and E-Entertainment , 2010.

THE WORLD BANK. Disponível em <<http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD/countries/1W?display=graph>>. Acesso em: 20/02/2013, 2013.

TONE, K. & SAHOO, B.K. Degree of scale economies and congestion: a unified DEA approach, European Journal of Operational Research, 158, p. 755–772, 2004.

VIEIRA, C. L. S.; DE CASTRO, D.T.; LUNA, M.M.M.; NOVAES, A.G. O Uso da Tecnologia da Informação e Comunicação pelos Prestadores de Serviços Logísticos: uma revisão de literatura. *Working paper*, 2010.

VIEIRA, C.L.S. Proposta de um modelo de processo de implantação de tecnologias de informação e comunicação para prestadores de serviços logísticos. Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.

VIEIRA, C.L.S.; COELHO, A.S.; LUNA, M.M.M. ICT Implementation process model for Logistics Service Providers. *Industrial Management + Data Systems*, 2013.

WANG, Q.; ZANTOW, K.; LAI, F.; WANG, X. Strategic postures of third-party logistics providers in mainland China. *International Journal*

of Physical Distribution & Logistics Management, v. 36, n. 10, p. 793–819, 2006.

WANKE, P. F. Determinants of scale efficiency in the Brazilian third-party logistics industry from 2001 to 2009. BAR - Brazilian Administration Review, v. 9, n. 1, p. 66–87, 2012.

WANKE, P.F.; AFFONSO, C.R. Determinants of scale efficiency in the Brazilian 3PL industry. Produção, v. 21, n. 1, p. 53–63, 2011.

WEBER, M.M.; WEBER, W.L. Productivity and efficiency in the trucking industry: Accounting for traffic fatalities. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, v. 34, n. 1, p. 39–61, 2004.

ZHOU, G.; MIN, H.; XU, C.; CAO, Z. Evaluating the comparative efficiency of Chinese third-party logistics providers using data envelopment analysis. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, v. 38, n. 4, p. 262–279, 2008.

_____. An analysis of operations efficiency in large-scale distribution systems. Journal of Operations Management, v. 21, n. 6, p. 673–688, 2004.

APÊNDICE A – DADOS UTILIZADOS NOS MODELOS DEA

Neste Apêndice estão incluídas as tabelas referentes aos dados utilizados nos modelos de DEA para os *clusters* N6 (de 2008 a 2011), Arco (de 2004 a 2011) e Rede (de 2004 a 2011).

Tabela 25: Eficiências dos PSL que operam no *cluster* N6 (2008).

Ano	Nome da Empresa	Inputs		Output	Eficiências				
		Área de Armazenagem Própria	Área de Armazenagem de Clientes		Receita Bruta Anual	Técnica Global (CRS)	Retornos Não Crescentes (DRS)	Técnica Pura (VRS)	Gerencial (FGL)
2008	Panzan Armazéns e Logística	5.740	-	1.900.000	0,114	0,114	1,000	1,000	0,114
2008	Custódia Armazéns Gerais	30.000	4.000	15.300.000	0,173	0,173	0,257	0,257	0,673
2008	Granport Multimodal	10.000	-	29.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2008	Keepers Logística	15.000	7.000	20.000.000	0,432	0,432	0,540	0,540	0,800
2008	ID Logistics	-	187.000	70.000.000	0,944	1,000	1,000	1,000	0,944
2008	In-Haus Serviços de Logística	-	85.000	33.700.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2008	K-Way Brasil	-	100.000	6.000.000	0,151	0,151	0,850	0,850	0,178

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Tabela 26: Eficiências dos PSL que operam no *cluster* N6 (2009).

Ano	Nome da Empresa	Inputs		Output	Eficiências				
		Área de Armazenagem Própria	Área de Armazenagem de Clientes		Receita Bruta Anual	Técnica Global (CRS)	Retornos Não Crescentes (DRS)	Técnica Pura (VRS)	Gerencial (FGL)
2009	Treelog	50.000	-	1.000.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2009	CSI Cargo Logística	15.000	140.000	78.000.000	0,091	0,091	0,126	0,126	0,722
2009	Delta Records	50.000	2.000	55.000.000	0,055	0,055	0,833	0,833	0,066
2009	Keepers Logística	15.000	7.000	20.000.000	0,061	0,061	1,000	1,000	0,061
2009	K-Way Brasil	3.500	40.000	6.900.000	0,030	0,030	0,423	0,423	0,071
2009	ID Logistics	-	192.500	770.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2009	In-Haus Serviços de Logística	-	18.000	40.000.000	0,556	0,556	1,000	1,000	0,556
2009	LSI Logística	-	300.000	82.000.000	0,068	0,068	0,093	0,093	0,731

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Tabela 27: Eficiências dos PSL que operam no *cluster* N6 (2010).

Ano	Nome da Empresa	Inputs		Output	Eficiências				
		Área de Armazenagem Própria	Área de Armazenagem de Clientes		Receita Bruta Anual	Técnica Global (CRS)	Retornos Não Crescentes (DRS)	Técnica Pura (VRS)	Gerencial (FGL)
2010	MRS Logística	24.700	3.400	2.600.000	0,193	0,193	0,208	0,208	0,928
2010	Address Logística e Serviços	4.500	200	1.400.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2010	AGM Logística e Guarda de Documentos	35.000	22.000	18.000.000	0,354	0,354	0,367	0,367	0,965
2010	Keepers Logística	15.000	7.000	20.500.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2010	KMC Logística	22.700	1.000	3.400.000	0,486	0,912	0,912	1,000	0,533
2010	Célere Intralogística	-	100.000	30.000.000	0,563	0,563	1,000	1,000	0,563
2010	In-Haus Serviços de Logística	-	150.000	80.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Tabela 28: Eficiências dos PSL que operam no *cluster* Nó (2011).

Ano	Nome da Empresa	Inputs		Output	Eficiências				
		Área de Armazenagem Própria	Área de Armazenagem de Clientes	Receita Bruta Anual	Técnica Global (CRS)	Retornos Não Crescentes (DRS)	Técnica Pura (VRS)	Gerencial (FGL)	Escala (CRS/VRS)
2011	Stoch Tech	3.000	-	900.000	0,225	0,225	1,000	1,000	0,225
2011	TCI BPO-SCO	60.000	-	80.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2011	Keepers Logística	15.000	7.000	23.000.000	0,418	0,709	0,709	0,709	0,590
2011	Manserv Logística (LSI)	30.000	541.000	140.000.000	0,051	1,000	1,000	1,000	0,051
2011	Stock Tech	55.000	35.000	45.000.000	0,181	0,500	0,500	0,500	0,362
2011	Villanova do Brasil	2.500	22.000	8.000.000	0,071	0,071	0,085	0,085	0,835
2011	C.H. Robinson	-	2.000	10.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Tabela 29: Eficiências dos PSL que operam no *cluster* Arco (2004).

Ano	Nome da Empresa	Inputs			Output	Eficiências				
		Número de Funcionários	Número de Clientes	Área Total de Armazenagem	Receita Bruta Anual	Técnica Global (CRS)	Retornos Não Crescentes (DRS)	Técnica Pura (VRS)	Gerencial (FGL)	Escala (CRS/VRS)
2004	Cesa	2.400	20	383.935	166.440.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2004	Conseil Logística e Distribuição	850	3	3.600	42.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2004	Coopercarga	41	8	47.000	1.700.000	0,292	0,292	0,525	0,536	0,556
2004	Expresso Itamarati	14	2	32.300	3.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2004	Fassina	80	21	312.667	6.000.000	0,350	0,481	0,481	0,481	0,728
2004	Granvale Logística e Transportes	30	3	16.000	1.200.000	0,409	0,409	1,000	1,000	0,409
2004	Gtech	470	12	75.000	25.200.000	0,766	0,766	0,806	0,806	0,950
2004	Lachmann Logística	41	3	248.800	4.500.000	0,788	0,849	0,849	1,000	0,928
2004	NorlogNordibe Logística Integrada	28	10	27.000	622.980	0,162	0,162	0,839	0,902	0,193
2004	Omnitrans Logística e Transportes	101	180	40.200	17.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2004	Rodoviário Transbueno	50	15	255.050	7.880.000	0,735	1,000	1,000	1,000	0,735

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Tabela 30: Eficiências dos PSL que operam no *cluster* Arco (2005).

Ano	Nome da Empresa	Inputs			Output	Eficiências				
		Número de Funcionários	Número de Clientes	Área Total de Armazenagem	Receita Bruta Anual	Técnica Global (CRS)	Retornos Não Crescentes (DRS)	Técnica Pura (VRS)	Gerencial (FGL)	Escala (CRS/VRS)
2005	AGI-Armaz. Gerais e Logist. Integrada	25	8	31.000	1.500.000	0,666	0,666	1,000	1,000	0,666
2005	Cesa	2.407	31	383.935	179.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2005	Conseil Logística e Distribuição	1.252	7	3.600	50.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2005	Gtech	537	22	106.100	33.600.000	0,825	0,825	0,860	0,860	0,959
2005	Omnitrans Logística e Transportes	160	180	40.000	21.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Tabela 31: Eficiências dos PSL que operam no *cluster* Arco (2005).

Ano	Nome da Empresa	Inputs			Output	Eficiências				
		Número de Funcionários	Número de Clientes	Área Total de Armazenagem	Receita Bruta Anual	Técnica Global (CRS)	Retornos Não Crescentes (DRS)	Técnica Pura (VRS)	Gerencial (FGL)	Escala (CRS/VRS)
2006	Conseil Logística e Distribuição	1.400	12	3.600	50.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2006	Fly Express	300	20	92.000	34.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2006	Gtech	532	27	106.100	45.000.000	0,984	1,000	1,000	1,000	0,984

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Tabela 32: Eficiências dos PSL que operam no *cluster* Arco (2007).

Ano	Nome da Empresa	Inputs			Output	Eficiências				
		Número de Funcionários	Número de Clientes	Área Total de Armazenagem		Receita Bruta Anual	Técnica Global (CRS)	Retornos Não Crescetes (DRS)	Técnica Pura (VRS)	Gerencial (FGL)
2007	Brasiliense Cargo	113	95	30.000	17.000.000	0,084	0,084	0,842	1,000	0,100
2007	Brucaal	100	14	482.120	9.000.000	0,050	0,050	0,599	1,000	0,083
2007	Conseil Logística e Distribuição	1.468	24	3.600	85.600.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2007	DGT Logística e Transportes	196	5	4.200	8.000.000	0,081	0,081	1,000	1,000	0,081
2007	Faster	595	9	68.450	5.000.000	0,026	0,026	0,363	0,738	0,072
2007	Fly Express	350	21	92.000	44.500.000	0,099	0,099	0,286	0,287	0,346
2007	GAT Logística	170	17	41.000	21.600.000	0,071	0,071	0,591	0,600	0,120
2007	Golden Cargo	140	8	455.000	8.000.000	0,047	0,047	0,546	1,000	0,086
2007	Intermarítima Terminais	560	350	160.000	50.000.000	0,050	0,050	0,172	0,196	0,291
2007	Martin-Brower	372	31	28.400	664.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2007	MRS Logística	3.303	36	191.370	2.300.000	0,003	0,003	0,103	1,000	0,029
2007	NorlogNordibe Logística Integrada	45	12	36.000	5.700.000	0,071	0,071	1,000	1,000	0,071
2007	Quick Operadora Logística	970	12	140.000	34.000.000	0,132	0,132	0,290	1,000	0,455
2007	Rodoborges Express	100	3	80.000	5.000.000	0,078	0,078	1,000	1,000	0,078
2007	Support Cargo	82	3	28.000	22.900.000	0,356	0,356	1,000	1,000	0,356
2007	Ultracargo	1.150	15	112.100	267.000.000	0,831	0,831	0,911	1,000	0,912
2007	Usifast	717	360	382.000	150.000.000	0,117	0,117	0,163	0,526	0,718

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Tabela 33: Eficiências dos PSL que operam no *cluster* Arco (2008).

Ano	Nome da Empresa	Inputs			Output	Eficiências				
		Número de Funcionários	Número de Clientes	Área Total de Armazenagem		Receita Bruta Anual	Técnica Global (CRS)	Retornos Não Crescetes (DRS)	Técnica Pura (VRS)	Gerencial (FGL)
2008	AGR Rodasul	70	21	114.000	39.600.000	0,813	0,813	0,997	1,000	0,815
2008	CAM Brasil Multiserviços	79	3	32.500	7.000.000	0,127	0,127	1,000	1,000	0,127
2008	Cesa	1.500	18	19.000	144.080.000	0,246	0,246	0,590	0,629	0,417
2008	DGT Logística e Transportes	73	5	9.550	4.500.000	0,089	0,089	1,000	1,000	0,089
2008	Fiorde Assessoria e Despachos	500	80	2.500	22.000.000	0,212	0,212	1,000	1,000	0,212
2008	Flexsil	21	9	83.825	5.500.000	0,376	0,376	1,000	1,000	0,376
2008	Localfrío	852	964	273.278	170.000.000	0,287	0,287	0,302	1,000	0,950
2008	MRS Logística	3.591	40	91.370	2.500.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2008	NorlogNordibe Logística Integrada	48	11	27.000	5.700.000	0,171	0,171	1,000	1,000	0,171
2008	Rápido 900	288	6	300.000	15.100.000	0,075	0,075	0,500	1,000	0,150
2008	Rodoborges Express	120	3	45.000	5.000.000	0,060	0,060	1,000	1,000	0,060
2008	Support Cargo	87	3	24.000	15.600.000	0,258	0,258	1,000	1,000	0,258
2008	Vix Logística	5.200	42	-	460.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Tabela 34: Eficiências dos PSL que operam no *cluster* Arco (2009).

Ano	Nome da Empresa	Inputs			Output	Eficiências				
		Número de Funcionários	Número de Clientes	Área Total de Armazenagem	Receita Bruta Anual	Técnica Global (CAS)	Retornos Não Crescentes (DRS)	Técnica Pura (VRS)	Gerencial (FGL)	Escala (CRS/VRS)
2009	Aga Logística	30	7	35.000	4.000.000	0,216	0,216	0,781	0,781	0,277
2009	ALL - América Latina Logística	4.200	81	30.000	2.800.000	0,013	0,013	0,073	1,000	0,178
2009	Apoio Logística e Serviços	150	50	315.000	37.000.000	0,286	0,286	0,330	0,330	0,867
2009	BMS Logística	900	3	115.000	90.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2009	Brasiliense Cargo	150	110	52.500	24.000.000	0,128	0,128	0,225	0,302	0,569
2009	Brucai	110	13	44.000	10.100.000	0,249	0,249	0,521	0,521	0,478
2009	CAM Brasil Multiserviços	55	4	47.370	10.000.000	0,630	0,630	1,000	1,000	0,630
2009	CEL Logística	75	12	18.000	8.400.000	0,273	0,273	0,677	0,677	0,403
2009	Dex Log	135	5	15.633	10.400.000	0,441	0,441	1,000	1,000	0,441
2009	DGT Logística e Transportes	180	18	7.500	6.600.000	0,126	0,126	0,516	0,525	0,244
2009	GAT Logística	200	9	8.970	27.400.000	0,849	0,849	1,000	1,000	0,849
2009	Golden Cargo	150	12	182.000	18.300.000	0,396	0,396	0,506	0,570	0,783
2009	Grecco	55	7	170.000	5.700.000	0,237	0,237	0,584	1,000	0,406
2009	Irapuru Transportes	580	400	268.000	22.800.000	0,033	0,033	0,056	0,067	0,589
2009	Kieling	133	6	1.440	12.000.000	0,870	0,870	1,000	1,000	0,870
2009	KMC Logística	15	4	34.200	2.000.000	0,169	0,169	1,000	1,000	0,169
2009	LC Transportes	340	30	15.350	97.300.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2009	Martin-Brower	540	565	19.796	896.600.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2009	Mesquita Transportes e Serviços	777	5	247.000	45.000.000	0,531	0,531	0,633	1,000	0,839
2009	MRS Logística	3.500	116	73.400	3.400.000	0,009	0,009	0,050	0,061	0,180
2009	MsLog Soluções Logísticas	208	3	79.134	8.200.000	0,302	0,302	1,000	1,000	0,302
2009	Quick Operadora Logística	1.260	4	260.000	126.300.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2009	Salvador Logística	200	12	72.000	32.000.000	0,673	0,673	0,764	0,764	0,881
2009	Sankyu Logistics	25	10	8.000	7.300.000	0,382	0,382	1,000	1,000	0,382
2009	Target Logistics	25	20	212.331	6.400.000	0,169	0,169	0,697	1,000	0,242
2009	Timelog Logística	60	15	10.500	4.000.000	0,125	0,125	0,673	0,677	0,186
2009	Tora Logística	51	23	238.400	67.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2009	Ultracargo	1.390	182	897.810	335.000.000	0,588	0,857	0,857	1,000	0,686

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Tabela 35: Eficiências dos PSL que operam no *cluster* Arco (2010).

Ano	Nome da Empresa	Inputs			Output	Eficiências				
		Número de Funcionários	Número de Clientes	Área Total de Armazenagem		Receita Bruta Anual	Técnica Global (CRS)	Retornos Não Cres-centes (DRS)	Técnica Pura (VRS)	Gerencial (FGL)
2010	Aga Logística	60	7	160.000	5.000.000	0,040	0,040	0,457	0,457	0,088
2010	Apoio Logística e Serviços	450	55	370.000	55.000.000	0,059	0,059	0,134	0,134	0,440
2010	Baselog	30	12	58.000	6.200.000	0,100	0,100	0,975	0,975	0,103
2010	Brascargo	56	5	203.000	55.000.000	0,477	0,477	0,630	1,000	0,757
2010	Brasiliense Cargo	150	110	52.500	21.000.000	0,068	0,068	0,419	0,441	0,162
2010	Dex Log	144	9	18.633	10.400.000	0,035	0,035	0,929	0,929	0,038
2010	Elemar Logística	150	65	6.500	14.600.000	0,074	0,074	0,619	0,766	0,120
2010	Flexsil	20	68	44.000	15.000.000	0,364	0,364	1,000	1,000	0,364
2010	GAT Logística	200	8	18.000	29.900.000	0,073	0,073	1,000	1,000	0,073
2010	Grupo Raupp	300	3	38.000	4.000.000	0,010	0,010	1,000	1,000	0,010
2010	Grupo TPC	4.640	15	560.000	150.000.000	0,075	0,075	0,142	1,000	0,528
2010	Intermarítima Terminais	610	102	267.000	72.000.000	0,057	0,057	0,133	0,133	0,429
2010	Kieling	95	16	2.500	13.200.000	0,175	0,175	1,000	1,000	0,175
2010	Krüger	200	11	166.000	30.000.000	0,073	0,073	0,366	0,366	0,199
2010	Log-In Logística Intermodal	1.000	1.100	417.000	487.600.000	0,237	0,237	0,241	1,000	0,983
2010	Martin-Brower	452	7	30.857	931.600.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2010	Metropolitán	400	17	40.000	63.000.000	0,076	0,076	0,465	0,466	0,163
2010	Modulog Logística	30	5	57.200	3.200.000	0,052	0,052	1,000	1,000	0,052
2010	Quick Operadora Logística	285	8	315.000	25.700.000	0,044	0,044	0,250	0,250	0,176
2010	Rapidão Cometa	7.800	12.000	650.000	707.000.000	0,044	0,044	0,045	1,000	0,978
2010	Rodoborges Express	10	1	94.500	1.800.000	0,087	0,087	1,000	1,000	0,087
2010	Santos Brasil	800	50	99.700	334.000.000	0,203	0,203	0,255	0,255	0,796
2010	Standard Logística e Distribuição	1.004	146	662.000	110.000.000	0,053	0,053	0,078	0,078	0,679
2010	Transbrasa	262	400	92.100	53.300.000	0,099	0,099	0,273	0,513	0,363
2010	TTC Logística	50	2	95.200	9.000.000	0,087	0,087	0,878	0,878	0,099
2010	Tzar Logística	132	8	18.000	38.000.000	0,140	0,140	1,000	1,000	0,140
2010	Usifast	575	8	106.303	155.500.000	0,146	0,146	0,443	0,443	0,330
2010	VBR Logística	280	12	53.000	53.000.000	0,092	0,092	0,545	0,545	0,169

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Tabela 36: Eficiências dos PSL que operam no *cluster* Arco (2011).

Ano	Nome da Empresa	Inputs			Output	Eficiências				
		Número de Funcionários	Número de Clientes	Área Total de Armazenagem		Receita Bruta Anual	Técnica Global (CRS)	Retornos Não Cres-centes (DRS)	Técnica Pura (VRS)	Gerencial (FGL)
2011	Aga Logística	39	7	160.000	15.000.000	0,240	0,240	1,000	1,000	0,240
2011	Andreani Logística	250	8	32.500	22.200.000	0,280	0,280	1,000	1,000	0,280
2011	Apoio Logística e Serviços	1.000	55	350.000	42.000.000	0,068	0,068	0,159	0,159	0,428
2011	Baselog	30	15	90.000	22.000.000	0,403	0,403	1,000	1,000	0,403
2011	BMS Logística	104	6	85.000	130.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2011	Cargolift	502	17	24.000	106.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2011	Correios	2.060	20	75.000	330.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2011	Dex Log	7.000	10	15.633	11.600.000	0,165	0,165	1,000	1,000	0,165
2011	Elba	550	4	419.000	75.100.000	0,867	0,867	1,000	1,000	0,867
2011	Expresso Flexa de Prata	50	6	100.000	78.200.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2011	Grecco	1.200	14	120.000	18.000.000	0,068	0,068	0,480	0,480	0,142
2011	Intermarítima Terminais	335	120	267.000	72.000.000	0,176	0,176	0,182	0,182	0,967
2011	Kieling	300	25	1.800	14.400.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2011	Krüger	75	12	143.000	30.000.000	0,253	0,253	0,646	0,646	0,392
2011	Martini Meat	1.500	50	223.481	65.000.000	0,126	0,126	0,189	0,189	0,667
2011	Metropolitán	30	20	42.000	58.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2011	Modulog Logística	4.500	5	57.200	3.200.000	0,032	0,032	1,000	1,000	0,032
2011	Quick Operadora Logística	42	5	130.000	9.300.000	0,142	0,142	1,000	1,000	0,142
2011	Rapidão Cometa	1.175	12.000	650.000	863.000.000	0,821	1,000	1,000	1,000	0,821
2011	Standard Logística e Distribuição	12	230	749.600	126.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2011	Supporte Logística Integrada	1.302	86	56.000	58.000.000	0,231	0,231	0,275	0,276	0,840
2011	Tzar Logística	600	8	19.000	41.100.000	0,487	0,487	1,000	1,000	0,487
2011	Usifast	290	12	106.303	186.500.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Tabela 37: Eficiências dos PSL que operam no *cluster* Rede (2004).

Ano	Nome da Empresa	Inputs				Output		Eficiências				
		Nº de Funcionários	Nº de Clientes	Área de Armazenagem Própria	Área de Armazenagem de Clientes	Receita Bruta Anual	Técnica Global (CRS)	Retornos Não Crescentes (DRS)	Técnica Pura (VRS)	Gerencial (FGL)	Escala (CRS/VRS)	
2004	Aerofast Logística Integrada	70	8	4.000	-	40.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
2004	Binotto	200	10	45.000	30.000	15.000.000	0,230	0,230	0,365	0,607	0,630	
2004	Júlio Simões Logística	409	40	99.000	-	35.230.000	0,169	0,169	0,200	1,000	0,845	
2004	TNT Logistics	1.400	20	7.000	-	266.330.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
2004	Gefco Logística	384	25	31.000	500	100.000.000	0,678	0,966	0,966	1,000	0,702	
2004	Gatx Bonifácio Logística Ltda	25	5	9.000	5.000	4.800.000	0,336	0,336	0,600	1,000	0,560	
2004	Cargolift	70	6	18.000	15.000	4.930.000	0,152	0,152	0,500	1,000	0,304	
2004	Borni Farm	100	45	2.400	-	23.900.000	0,726	0,726	1,000	1,000	0,726	
2004	G-Log Granero Logística	70	95	30.000	20.000	6.500.000	0,163	0,163	0,248	1,000	0,657	
2004	SGL Express Transporte e Logística	817	15	22.000	201.000	66.440.000	0,395	0,395	0,466	1,000	0,848	
2004	Wilson, Sons	2.100	25	200.000	230.000	95.000.000	0,285	0,285	0,354	1,000	0,805	
2004	Ryder Logística	120	600	24.500	-	13.500.000	0,197	0,197	0,583	1,000	0,338	
2004	Cotia Penske Logistics	250	100	161.000	-	13.000.000	0,091	0,091	0,280	1,000	0,325	
2004	Expresso Mirassol	210	14	137.000	22.000	14.260.000	0,174	0,174	0,269	1,000	0,647	
2004	Brasilmaxi Logística	105	8	2.400	100	13.000.000	0,386	0,386	1,000	1,000	0,386	
2004	Metropolitan	105	10	16.000	200	38.700.000	0,739	0,739	0,769	1,000	0,961	
2004	CSí Cargo Logística	150	40	20.000	-	74.000.000	0,863	1,000	1,000	1,000	0,863	
2004	LC Transportes	138	15	43.000	12.000	49.000.000	0,645	0,792	0,792	1,000	0,814	
2004	Grupo Brazilian Express	1.150	288	95.000	3.000	157.540.000	0,240	0,603	0,603	1,000	0,398	
2004	AGM Logíst. e Guarda Documentos	421	9	21.000	12.000	7.000.000	0,077	0,077	0,348	0,555	0,221	
2004	Transportadora Transmiro	4.765	90	2.050	20.000	444.030.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
2004	Dry Port São Paulo	200	33	30.000	6.000	15.500.000	0,136	0,136	0,192	0,205	0,708	
2004	Exata Logística	302	12	39.000	5.000	22.110.000	0,255	0,255	0,355	0,464	0,718	
2004	AGV Logística-Armazéns Ger. Vinhedo	330	20	87.000	2.200	35.000.000	0,289	0,289	0,330	1,000	0,876	
2004	Cia. Sudeste	720	25	15.000	52.000	82.000.000	0,425	0,436	0,436	0,544	0,975	
2004	Brucai	15	3	2.000	2.000	5.000.000	0,583	0,583	1,000	1,000	0,583	
2004	Keepers Logística	4.000	26	280.000	164.000	314.000.000	0,907	1,000	1,000	1,000	0,907	
2004	Enar	110	14	6.000	-	12.960.000	0,213	0,213	0,658	0,659	0,324	
2004	Irapuru Transportes	279	11	73.700	3.500	45.000.000	0,564	0,564	0,615	1,000	0,917	

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Tabela 38: Eficiências dos PSL que operam no *cluster* Rede (2005).

Ano	Nome da Empresa	Inputs				Output		Eficiências				
		Nº de Funcionários	Nº de Clientes	Área de Armazenagem Própria	Área de Armazenagem de Clientes	Receita Bruta Anual	Técnica Global (CRS)	Retornos Não Crescentes (DRS)	Técnica Pura (VRS)	Gerencial (FGL)	Escala (CRS/VRS)	
2005	5 Estrelas Logística	13	2	25.000	5.000	2.400.000	0,800	0,800	1,000	1,000	0,800	
2005	Aerofast Logística Integrada	119	15	8.200	-	5.400.000	0,356	0,356	1,000	1,000	0,356	
2005	AGM Logíst. e Guarda de Documentos	210	25	45.000	39.000	18.000.000	0,554	0,574	0,574	1,000	0,965	
2005	AGV Logística-Armazéns Ger. Vinhedo	561	44	67.000	-	50.900.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
2005	Brasilmaxi Logística	25	6	49.000	5.000	7.400.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
2005	Brucai	74	9	18.000	4.000	5.600.000	0,482	0,482	0,790	0,811	0,610	
2005	Cia. Sudeste	75	110	30.000	20.000	6.000.000	0,471	0,471	0,584	1,000	0,807	
2005	Cotia Penske Logistics	1.100	10	22.500	75.445	82.000.000	0,762	0,762	0,848	0,864	0,899	
2005	CSI Cargo Logística	2.300	27	20.000	230.000	118.700.000	0,582	0,582	0,589	1,000	0,988	
2005	Exel	2.300	50	208.000	91.050	300.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
2005	Expresso Mirassol	115	9	2.400	100	16.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
2005	Fantinati	65	5	2.500	8.000	816.400	0,090	0,090	1,000	1,000	0,090	
2005	Grupo TPC	1.200	22	24.250	87.000	56.000.000	0,447	0,447	0,462	0,505	0,968	
2005	Irapuru Transportes	421	35	21.000	12.000	7.000.000	0,118	0,118	0,219	0,220	0,539	
2005	Júlio Simões Logística	5.692	100	2.050	20.000	317.500.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
2005	Metropolitan	700	23	101.000	2.200	42.300.000	0,781	0,823	0,823	0,823	0,949	
2005	Rápido Cometa	3.390	18	115.000	2.000	44.300.000	0,978	0,980	0,980	1,000	0,998	
2005	Rápido 900	240	6	90.000	-	8.400.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
2005	Ryder Logística	931	28	15.000	52.000	104.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
2005	TNT Logistics	4.700	26	44.500	337.000	430.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
2005	Transportadora Transmiro	115	16	6.000	-	15.800.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Tabela 39: Eficiências dos PSL que operam no *cluster* Rede (2006).

Ano	Nome da Empresa	Inputs			Output	Eficiências					
		Nº de Funcionários	Nº de Clientes	Área de Arma-zenagem Própria	Área de Arma-zenagem de Clientes	Receita Bruta Anual	Técnica Global (CRS)	Retornos Não Cres-centes (DRS)	Técni-ca Pura (VRS)	Gerencial (FGL)	Escala (CRS/ VRS)
2006	APL - Fourth Party Logistic Provider	800	18	25.000	15.000	16.500.000	0,186	0,186	0,228	1,000	0,816
2006	AGM Logist. e Guarda Documentos	250	20	35.000	22.000	20.000.000	0,250	0,250	0,291	0,335	0,859
2006	Armazéns Gerais Columbia	1.100	1.009	209.719	-	177.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2006	Binotto	2.786	68	72.000	360.000	299.000.000	0,740	1,000	1,000	1,000	0,740
2006	Brasilmaxi Logística	25	6	49.000	5.000	8.000.000	0,421	0,421	0,943	1,000	0,446
2006	Brucai	90	10	18.000	4.000	8.000.000	0,255	0,255	0,400	0,417	0,638
2006	Cargolift	75	4	3.200	1.200	15.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2006	Cesa	2.100	35	120.000	118.000	186.000.000	0,789	0,896	0,896	1,000	0,881
2006	CSI Cargo Logística	2.500	30	200.000	270.000	158.000.000	0,633	0,633	0,637	1,000	0,994
2006	Delta Records	50	10	55.000	2.000	38.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2006	DSR	50	4	2.500	8.000	3.000.000	0,236	0,236	1,000	1,000	0,236
2006	Enar	30	10	120.000	-	14.500.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2006	Exata Logística	400	30	137.000	50.000	34.600.000	0,265	0,265	0,278	0,314	0,953
2006	Grupo Beta	850	310	60.000	10.000	248.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2006	Irapuru Transportes	421	35	21.000	12.000	17.000.000	0,159	0,159	0,187	0,193	0,850
2006	Júlio Simões Logística	6.500	255	5.550	20.000	397.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2006	LC Transportes	212	24	53.000	8.250	13.500.000	0,172	0,172	0,203	0,209	0,847
2006	Movicarga	1.145	38	5.500	320.000	53.000.000	0,632	0,632	0,702	1,000	0,900
2006	Panalpina	80	6	15.000	13.500	10.500.000	0,402	0,402	0,667	0,940	0,603
2006	Penske Logistics do Brasil	1.280	14	75.000	34.000	98.000.000	0,962	1,000	1,000	1,000	0,962
2006	Quick Operadora Logística	781	12	66.650	7.450	80.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2006	Ryder Logística	950	15	22.000	53.000	152.000.000	0,002	0,002	0,267	1,000	0,007
2006	TNT Logistics	5.000	29	45.800	592.600	387.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2006	Transportadora Transmiro	125	17	6.000	100	17.500.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2006	Trans-World Transportes Especiais	22	4	3.900	200	6.200.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2006	Usifast	563	35	32.100	15.000	159.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Tabela 40: Eficiências dos PSL que operam no *cluster* Rede (2007).

Ano	Nome da Empresa	Inputs				Output		Eficiências				
		Nº de Funcionários	Nº de Clientes	Área de Armazenagem Própria	Área de Armazenagem de Clientes	Receita Bruta Anual	Técnica Global (CRS)	Retornos Não Crescentes (DRS)	Técnica Pura (VRS)	Gerencial (FGL)	Escala (CRS/ VRS)	
2007	4PL - Fourth Party Logistic Provider	800	23	60.000	15.000	26.000.000	0,030	0,030	0,094	0,102	0,319	
2007	AGM Logist. e Guarda Documentos	250	20	37.000	22.000	22.000.000	0,029	0,029	0,104	0,116	0,279	
2007	AGR Rodasul	165	26	52.500	4.600	44.200.000	0,045	0,045	0,115	0,131	0,391	
2007	AGV Logística-Armazéns Ger Vinhedo	720	51	86.750	14.000	77.400.000	0,040	0,040	0,064	0,069	0,625	
2007	Argecamp	54	8	36.000	8.000	6.000.000	0,020	0,020	0,344	0,624	0,058	
2007	Binotto	986	68	25.500	92.000	337.500.000	0,132	1,000	1,000	1,000	0,132	
2007	Brasilmaxi Logística	300	6	37.000	22.000	35.000.000	0,156	0,156	0,391	0,625	0,399	
2007	Cargolift	77	8	36.000	8.000	36.000.000	0,120	0,120	0,296	0,496	0,405	
2007	CEL Logística	120	6	14.800	-	3.800.000	0,017	0,017	0,333	0,502	0,051	
2007	Cesa	2.000	21	-	-	155.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
2007	Ceva Logistics	5.600	25	53.700	431.500	408.000.000	0,435	1,000	1,000	1,000	4,435	
2007	Delta Records	50	20	55.000	2.000	43.000.000	0,057	0,057	0,312	0,367	0,183	
2007	Ebamag	248	7	82.000	30.000	10.400.000	0,040	0,040	0,286	1,000	0,140	
2007	Eichenberg & Transeich	150	15	130.000	2.000	30.000.000	0,053	0,053	0,149	1,000	0,356	
2007	Exata Logística	400	30	310.000	30.000	42.000.000	0,037	0,037	0,083	1,000	0,446	
2007	Expresso Jundiá	1.038	4.329	28.550	500	114.700.000	0,034	0,034	0,070	0,080	0,486	
2007	Expresso Mercúrio	6.400	30.000	171.000	171.000	580.000.000	0,029	1,000	1,000	1,000	0,029	
2007	Expresso Nepomuceno	1.050	1.000	12.000	200	4.300.000	0,003	0,003	0,140	0,150	0,021	
2007	Fassina	628	10	33.100	-	108.600.000	0,290	0,290	0,392	1,000	0,740	
2007	Gefco Logística	300	5	7.500	4.000	157.400.000	0,839	0,839	0,992	1,000	0,846	
2007	Granvale Logística e Transportes	14	8	2.600	-	300.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
2007	Grecco	210	93	60.000	-	37.400.000	0,011	0,011	0,073	0,074	0,151	
2007	Gtech	656	87	52.000	6.500	63.700.000	0,020	0,020	0,037	0,037	0,541	
2007	ID Logistics	3.500	50	-	165.000	50.000.000	0,182	0,182	0,187	1,000	0,973	
2007	Irapuru Transportes	421	45	31.000	14.200	15.000.000	0,009	0,009	0,057	0,057	0,158	
2007	Júlio Simões Logística	8.651	387	6.200	20.000	443.100.000	0,320	1,000	1,000	1,000	0,320	
2007	Keepers Logística	290	35	30.000	7.000	19.500.000	0,015	0,015	0,067	0,067	0,224	
2007	M3 Armazenagens e Serviços	85	15	6.500	-	4.800.000	0,009	0,009	0,276	0,277	0,033	
2007	MBB Comércio e Serviços	109	1.300	2.880	-	38.000.000	0,112	0,112	0,625	1,000	0,179	
2007	Metropolitan	644	15	46.500	3.200	52.000.000	0,092	0,092	0,181	0,268	0,508	
2007	Penske Logistics do Brasil	1.500	14	150.000	30.000	145.000.000	0,276	0,276	0,335	1,000	0,824	
2007	Rapidão Cometa	2.000	30	250.000	100.000	76.000.000	0,068	0,068	0,107	0,201	0,636	
2007	Robinson Logística do Brasil	7	4	-	45.000	1.700.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
2007	Sab Company	63	10	23.000	-	2.500.000	0,007	0,007	0,301	0,317	0,023	
2007	Standard Logística e Distribuição	610	85	68.000	-	52.000.000	0,016	0,016	0,032	0,033	0,500	
2007	Syn da Amazônia	159	6	25.000	-	32.000.000	0,142	0,142	0,381	1,000	0,373	
2007	Target Logistics	20	20	86.620	-	5.700.000	0,013	0,013	0,700	1,000	0,019	
2007	TDS Logística	700	5	45.000	10.000	79.000.000	0,421	0,421	0,657	1,000	0,641	
2007	TGestiona	442	4	16.380	37.300	45.600.000	0,304	0,304	0,643	1,000	0,473	
2007	Transportadora Sulista	20	2	1.800	-	18.700.000	0,249	0,249	1,000	1,000	0,249	
2007	Transportadora Transmiro	65	4	6.000	100	2.500.000	0,017	0,017	0,500	0,564	0,034	
2007	Trans-World Transportes Especiais	26	4	3.900	200	8.000.000	0,053	0,053	0,732	0,739	0,072	

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Tabela 41: Eficiências dos PSL que operam no cluster Rede (2008).

Ano	Nome da Empresa	Inputs			Output	Eficiências					
		Nº de Funcionários	Nº de Clientes	Área de Armazenagem Própria	Área de Armazenagem de Clientes	Receita Bruta Anual	Técnica Global (CAS)	Retornos Não Crescentes (DRS)	Técnica Pura (VRS)	Gerencial (FGL)	Escala (CRS/ VRS)
2008	AGV Logística-Armazéns Ger. Vinhedo	1.008	53	120.850	14.000	97.200.000	0,072	0,072	0,118	0,120	0,610
2008	Atlas Transportes & Logística	107	30	70.500	4.200	7.500.000	0,043	0,043	0,204	0,536	0,211
2008	Binotto	1.500	15	25.000	60.000	165.000.000	0,331	0,331	0,370	1,000	0,895
2008	Brasilmaxi Logística	317	35	15.000	10.000	47.000.000	0,091	0,091	0,218	0,221	0,417
2008	Cargolift	92	5	10.000	-	47.000.000	0,376	0,376	1,000	1,000	0,376
2008	Célere Intralogística	1.200	9	-	150.000	61.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2008	Ceva Logistics	7.300	561	109.500	371.000	763.000.000	0,093	0,094	0,094	1,000	0,989
2008	CSI Cargo Logística	3.450	31	200.000	329.000	222.000.000	0,215	0,225	0,225	1,000	0,956
2008	DSR	180	22	5.000	22.000	18.000.000	0,061	0,061	0,341	0,352	0,179
2008	Estrela do Oriente	80	95	10.000	3.000	7.200.000	0,055	0,055	0,169	0,936	0,325
2008	Exata Logística	500	30	50.000	5.000	59.300.000	0,078	0,078	0,190	0,192	0,411
2008	Exologística	1.700	116	230.000	30.000	340.000.000	0,122	0,122	0,132	0,140	0,924
2008	Expresso Mirassol	363	88	11.000	-	54.800.000	0,092	0,092	0,489	1,000	0,188
2008	Expresso Nepomuceno	660	150	40.000	1.000	40.000.000	0,037	0,037	0,105	0,124	0,352
2008	Fassina	141	22	35.995	-	99.300.000	0,431	0,431	0,599	0,976	0,720
2008	Fly Express	221	20	24.400	8.000	47.000.000	0,130	0,130	0,319	0,328	0,408
2008	Gafor Logística	4.600	300	-	70.000	400.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2008	GAT Logística	80	7	20.000	-	25.000.000	0,191	0,191	0,680	0,680	0,281
2008	Gefco Logística	396	6	7.500	4.000	199.400.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2008	Godoy&Baptistella Transp. e Logística	33	3	20.000	-	4.500.000	0,083	0,083	1,000	1,000	0,083
2008	Golden Cargo	269	9	57.500	-	67.300.000	0,299	0,299	0,588	1,000	0,509
2008	Grupo Beta	500	670	72.000	15.000	200.000.000	0,245	0,245	0,259	1,000	0,946
2008	Gtech	930	89	56.000	5.000	78.000.000	0,051	0,051	0,092	0,092	0,554
2008	Intermodal Brasil Logística	325	22	42.500	-	49.500.000	0,093	0,093	0,252	0,252	0,369
2008	Irapuru Transportes	580	55	88.000	50.000	37.000.000	0,039	0,039	0,106	0,113	0,368
2008	LC Transportes	270	37	53.000	1.500	26.200.000	0,059	0,059	0,164	0,164	0,360
2008	Linkers Logística	120	5	10.000	30.000	3.000.000	0,023	0,023	1,000	1,000	0,023
2008	Logistock	42	27	11.600	-	4.100.000	0,060	0,060	0,714	1,000	0,084
2008	M3 Armazenagens e Serviços	85	6	6.500	-	5.400.000	0,039	0,039	1,000	1,000	0,039
2008	Martin-Brower	489	32	11.086	-	799.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2008	Metropolitán	700	15	48.000	5.240	65.000.000	0,148	0,148	0,290	0,324	0,510
2008	Penske Logistics do Brasil	2.201	20	150.000	30.000	181.000.000	0,272	0,272	0,286	1,000	0,951
2008	Robinson Logística do Brasil	13	8	-	484	6.300.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2008	Satlog	113	6	20.000	19.000	15.500.000	0,101	0,101	0,700	0,730	0,144
2008	Sétima do Brasil	85	5	25.000	-	12.400.000	0,099	0,099	0,700	0,732	0,141
2008	Smart Logística	30	7	5.000	-	5.000.000	0,102	0,102	1,000	1,000	0,102
2008	Standard Logística e Distribuição	780	100	309.000	-	77.500.000	0,061	0,061	0,092	1,000	0,663
2008	Stock Tech	170	12	28.000	-	14.000.000	0,050	0,050	0,407	0,407	0,123
2008	TA Logística	240	20	50.000	4.000	17.000.000	0,043	0,043	0,239	0,239	0,180
2008	TGestiona	600	10	16.374	37.311	85.000.000	0,264	0,264	0,541	0,558	0,488
2008	Tora Logística	71	6	57.100	3.000	50.000.000	0,431	0,431	0,818	1,000	0,527
2008	Transcastro Multimodal	182	5	25.000	-	16.000.000	0,128	0,128	0,705	1,000	0,182
2008	Transportadora Transmiro	125	17	6.000	-	21.500.000	0,105	0,105	0,854	1,000	0,123
2008	Ultracargo	1.187	340	38.700	75.000	269.000.000	0,139	0,139	0,144	0,464	0,965
2008	Usifast	640	30	40.000	10.000	205.000.000	0,263	0,263	0,322	0,327	0,817
2008	Wilson, Sons	2.039	191	77.000	92.000	386.200.000	0,116	0,116	0,118	0,144	0,983

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Tabela 42: Eficiências dos PSL que operam no *cluster* Rede (2009).

Ano	Nome da Empresa	Inputs				Output		Eficiências				
		Nº de Funcionários	Nº de Clientes	Área de Armazenagem Própria	Área de Armazenagem de Clientes	Receita Bruta Anual	Técnica Global (CRS)	Retornos Não Crescentes (DRS)	Técnica Pura (VRS)	Gerencial (FGL)	Escala (CRS/ VRS)	
2009	A.N.R Transportes Rodoviários	30	2	4.000	-	12.000.000	0,037	0,037	1,000	1,000	0,037	
2009	ADL Automotive Distr. e Logística	40	150	9.200	6.000	1.800.000	0,002	0,002	0,400	1,000	0,005	
2009	AGR Rodasul	305	15	84.300	5.500	18.900.000	0,006	0,006	0,133	0,292	0,045	
2009	AGV Logística-Armazéns Ger. Vinhedo	1.700	120	174.600	20.000	226.600.000	0,011	0,011	0,021	0,021	0,524	
2009	Armazéns Gerais Columbia	1.700	26	216.150	29.600	331.000.000	0,048	0,048	0,077	1,000	0,623	
2009	Atlas Transportes & Logística	400	41	21.000	8.000	390.000.000	0,073	0,073	0,097	0,098	0,753	
2009	Baselog	26	8	14.000	-	6.600.000	0,015	0,015	1,000	1,000	0,015	
2009	Cargolift	300	7	20.000	-	56.700.000	0,031	0,031	0,286	0,553	0,108	
2009	Célere Intralogística	1.300	15	-	210.000	78.000.000	0,110	0,110	0,373	1,000	0,295	
2009	Cesa	1.580	10	3.000	14.000	150.000.000	0,097	0,097	0,306	1,000	0,317	
2009	Ceva Logistics	6.650	940	148.500	431.000	518.000.000	0,006	0,006	0,007	0,008	0,857	
2009	Elba	745	3	-	44.000	49.700.000	0,351	0,351	1,000	1,000	0,351	
2009	Exata Logística	500	25	60.000	10.000	70.000.000	0,012	0,012	0,080	0,084	0,150	
2009	Exologística	165	12	45.000	15.000	20.000.000	0,009	0,009	0,181	0,333	0,050	
2009	Expresso Jundiá	50	11	39.761	5.500	3.000.000	0,003	0,003	0,472	1,000	0,006	
2009	Flexil	87	12	27.500	-	15.000.000	0,014	0,014	0,331	0,339	0,042	
2009	Gafor Logística	4.500	300	-	70.000	420.000.000	0,030	0,030	0,043	0,043	0,698	
2009	Gefco Logística	451	6	7.500	4.000	273.400.000	0,174	0,174	0,333	0,463	0,523	
2009	Granvale Logística e Transportes	53	8	2.500	3.500	4.500.000	0,006	0,006	0,597	0,706	0,010	
2009	Grupo Beta	500	710	72.000	15.000	220.000.000	0,021	0,021	0,044	0,065	0,477	
2009	Grupo TPC	4.200	27	78.000	229.000	125.000.000	0,018	0,018	0,074	0,117	0,243	
2009	Impacto Express	52	2	1.200	-	525.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
2009	Intermarítima Terminais	250	12	50.000	-	60.000.000	0,023	0,023	0,167	0,331	0,138	
2009	JadLog	900	2.600	15.400	4.000	60.000.000	0,003	0,003	0,037	1,000	0,081	
2009	Júlio Simões Logística	11.841	60	242.692	140.800	1.300.000	0,000	0,000	0,033	1,000	0,003	
2009	Linkers Logística	150	15	10.000	30.000	10.000.000	0,004	0,004	0,228	0,528	0,018	
2009	Linx Fast Fashion	40	8	7.000	-	3.000.000	0,005	0,005	0,732	0,734	0,007	
2009	Loghis Logística Integrada	1.500	30	15.000	130.000	44.400.000	0,007	0,007	0,072	0,089	0,097	
2009	Logistock	25	25	11.600	-	3.000.000	0,006	0,006	1,000	1,000	0,006	
2009	M3 Armazenagens e Serviços	80	6	33.000	-	7.100.000	0,008	0,008	0,373	1,000	0,021	
2009	Marlog Brasil Logística	60	20	25.000	-	20.000.000	0,019	0,019	0,450	0,450	0,042	
2009	Método Logística e Distribuição	54	32	1.010	5.690	5.500.000	0,005	0,005	0,296	0,575	0,017	
2009	Metropolitan	680	15	48.000	8.000	68.000.000	0,017	0,017	0,133	0,176	0,128	
2009	Omnitrans Logística e Transportes	45	12	6.000	-	35.000.000	0,049	0,049	0,671	0,699	0,073	
2009	Penske Logistics do Brasil	1.200	19	120.000	90.000	216.000.000	0,043	0,043	0,105	0,204	0,410	
2009	QuantiQ	40	17	-	-	803.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
2009	Quimitrans Transportes	150	15	10.000	30.000	7.000.000	0,003	0,003	0,228	0,528	0,013	
2009	Rapidão Cometa	6.400	12.000	350.000	135.000	700.000.000	0,005	0,005	0,006	0,013	0,833	
2009	Robinson Logística do Brasil	16	9	-	630	7.600.000	0,024	0,024	1,000	1,000	0,024	
2009	Rodoviário Lider	1.250	22	3.200	1.000	149.700.000	0,068	0,068	0,228	0,251	0,298	
2009	Sada Transportes e Armazenagens	921	20	72.731	244.115	639.000.000	0,122	0,122	0,170	1,000	0,718	
2009	Santa Rita Logistic	50	15	15.000	-	6.000.000	0,007	0,007	0,557	0,557	0,013	
2009	Satlog	230	6	68.000	15.000	20.400.000	0,013	0,013	0,333	1,000	0,039	
2009	Smart Logística	40	10	5.000	-	6.000.000	0,010	0,010	0,762	0,792	0,013	
2009	Standard Logística e Distribuição	852	146	309.000	-	98.500.000	0,009	0,009	0,035	0,037	0,257	
2009	Support Cargo	80	3	21.500	4.500	12.000.000	0,015	0,015	0,667	1,000	0,022	
2009	TA Logística	124	20	50.000	4.000	20.300.000	0,010	0,010	0,208	0,252	0,048	
2009	TGA Logística	180	5	8.000	-	20.000.000	0,015	0,015	0,400	0,477	0,038	
2009	TGestiona	720	22	19.640	28.114	124.500.000	0,022	0,022	0,091	0,097	0,242	
2009	Trade Logística	33	10	39.000	-	3.900.000	0,007	0,007	0,790	1,000	0,009	
2009	Transcastro Multimodal	198	8	32.000	10.000	19.000.000	0,009	0,009	0,250	0,299	0,036	
2009	Transportadora Cardoso Minas	84	6	10.000	600	15.000.000	0,015	0,015	0,369	0,376	0,041	
2009	Transportadora Transmiro	35	6	6.000	4.500	852.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
2009	TSA Transportes	220	340	5.000	-	35.600.000	0,008	0,008	0,172	1,000	0,047	
2009	Villanova do Brasil	150	300	5.000	5.000	5.000.000	0,002	0,002	0,114	0,229	0,018	
2009	Vix Logística	2.880	22	-	-	590.000.000	0,568	0,568	0,773	1,000	0,735	
2009	Wilson, Sons	965	191	77.000	92.000	607.200.000	0,033	0,033	0,037	0,042	0,892	

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Tabela 43: Eficiências dos PSL que operam no *cluster* Rede (2010).

Ano	Nome da Empresa	Inputs			Output	Eficiências					
		Nº de Funcionários	Nº de Clientes	Área de Armazenagem Própria	Área de Armazenagem de Clientes	Receita Bruta Anual	Técnica Global (CAS)	Retornos Não Crescentes (DRS)	Técnica Pura (VRS)	Gerencial (FGL)	Escala (CRS/VRS)
2010	2 Alianças Armazens Gerais	300	40	60.000	2.000	35.800.000	0,181	0,181	0,193	0,197	0,938
2010	Andreami Logística	300	20	8.000	-	35.000.000	0,530	0,530	0,644	0,644	0,823
2010	Armazéns Gerais Columbia	1.957	2.000	216.150	29.600	950.000.000	0,600	1,000	1,000	1,000	0,600
2010	Atlas Transportes & Logística	2.600	6.500	100.000	8.000	430.000.000	0,399	0,727	0,727	1,000	0,549
2010	BMS Logística	1.100	6	20.000	40.000	120.000.000	0,471	0,471	0,548	0,936	0,859
2010	C.H. Robinson	22	130	-	3.000	6.800.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2010	CAM Brasil Multiserviços	100	3	9.100	30.000	10.000.000	0,124	0,124	0,673	1,000	0,184
2010	Ceva Logistics	7.350	940	135.000	320.000	868.000.000	0,181	0,738	0,738	1,000	0,245
2010	Cootravale	72	2	500	-	278.000	0,028	0,028	1,000	1,000	0,028
2010	Correios	800	30	75.000	10.000	290.000.000	0,450	0,745	0,745	1,000	0,604
2010	CTIL Logística	6	5	5.500	-	2.500.000	0,780	0,780	1,000	1,000	0,780
2010	DGT Logística e Transportes	400	8	18.000	500	12.000.000	0,134	0,134	0,280	0,359	0,479
2010	Eichenberg & Transeich	850	200	35.000	10.000	110.000.000	0,165	0,165	0,170	0,171	0,971
2010	Elba	918	4	-	64.000	51.300.000	0,511	0,511	1,000	1,000	0,511
2010	Expresso Brilhante	80	1	5.300	1.200	6.200.000	0,146	0,146	1,000	1,000	0,146
2010	Expresso Jundiá	50	11	46.400	5.500	4.000.000	0,099	0,099	0,393	0,764	0,252
2010	Fassina	100	32	35.730	-	53.400.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2010	Gafor Logística	3.500	300	-	7.000	400.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2010	Gefco Logística	315	6	7.500	4.000	255.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2010	Godoy&Baptistella Transp. e Logística	150	8	17.000	-	35.000.000	0,875	0,875	1,000	1,000	0,875
2010	Golden Cargo	120	15	65.000	-	18.000.000	0,377	0,377	0,492	0,949	0,766
2010	Grecco	115	12	60.000	-	12.000.000	0,272	0,272	0,471	1,000	0,577
2010	Grupo Toniato	1.200	250	80.000	20.000	123.000.000	0,127	0,127	0,128	0,131	0,992
2010	ID Logistics	1.800	17	1.100	290.000	80.000.000	0,348	0,348	0,432	1,000	0,806
2010	JadLog	1.012	10.000	10.000	-	107.000.000	0,703	0,703	0,740	1,000	0,950
2010	Júlio Simões Logística	12.018	250	242.700	140.800	1.600.000.000	0,189	1,000	1,000	1,000	0,189
2010	Linkers Logística	160	18	10.000	30.000	12.000.000	0,093	0,093	0,314	0,546	0,296
2010	Loghis Logística Integrada	1.985	33	15.000	130.000	44.400.000	0,067	0,067	0,096	1,105	0,698
2010	M3 Armazenagens e Serviços	80	7	33.000	-	9.000.000	0,303	0,303	0,692	1,000	0,438
2010	Marlog Brasil Logística	130	130	21.000	-	16.500.000	0,299	0,299	0,345	0,356	0,867
2010	Método Logística e Distribuição	40	14	5.200	4.000	5.000.000	0,154	0,154	0,734	0,853	0,210
2010	New Robotica Group	400	35	35.000	-	51.200.000	0,345	0,345	0,388	0,388	0,889
2010	NYK Logistics	200	20	16.000	10.000	30.000.000	0,185	0,185	0,280	0,307	0,661
2010	Panazzolo Logística	300	5	200.000	10.000	10.000.000	0,047	0,047	0,264	1,000	0,178
2010	Penske Logistics do Brasil	1.400	17	155.000	55.000	220.000.000	0,304	0,304	0,312	1,000	0,974
2010	Salvador Logística	239	14	25.000	100	35.000.000	0,480	0,480	0,570	0,570	0,842
2010	Santa Rita Logistic	50	15	14.000	-	6.000.000	0,244	0,244	0,403	0,403	0,605
2010	Satlog	363	5	119.000	7.000	72.000.000	0,339	0,339	0,464	0,929	0,731
2010	Stock Tech	510	22	38.500	35.000	32.000.000	0,078	0,078	0,147	0,156	0,531
2010	Support Cargo	250	16	8.000	6.500	56.000.000	0,277	0,277	0,421	0,444	0,658
2010	TA Logística	185	46	50.000	4.000	8.500.000	0,057	0,057	0,104	0,104	0,548
2010	Target Logistics	30	20	86.620	-	7.900.000	0,493	0,493	0,532	1,000	0,927
2010	Tgestiona	739	22	19.640	28.114	112.000.000	0,187	0,187	0,225	0,248	0,831
2010	Timelog Logística	19	19	10.000	-	3.500.000	0,345	0,345	0,551	0,553	0,626
2010	Treelog	1.742	29	70.000	-	100.000.000	0,385	0,385	0,401	0,447	0,960
2010	Universal Armazéns	110	40	88.000	-	9.200.000	0,157	0,157	0,190	0,223	0,826
2010	Veloce Logística	350	30	22.000	-	129.600.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2010	Villanova do Brasil	150	10	5.000	5.000	7.700.000	0,063	0,063	0,403	0,444	0,156
2010	Vix Logística	6.089	26	-	-	665.500.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Tabela 44: Eficiências dos PSL que operam no *cluster* Rede (2011).

Ano	Nome da Empresa	Inputs				Output	Eficiências				
		Nº de Funcionários	Nº de Clientes	Área de Armazenagem Própria	Área de Armazenagem de Clientes	Receita Bruta Anual	Técnica Global (CRS)	Retornos Não Crescentes (DRS)	Técnica Pura (VRS)	Gerencial (FGL)	Escala (CRS/ VRS)
2011	Abrange Logística	100	45	25.500	300.000	120.000.000	0,221	0,221	0,737	1,000	0,300
2011	AGM Logística e Guarda Documentos	4.100	32	25.000	55.000	24.000.000	0,018	0,018	0,158	0,215	0,114
2011	Aqces Logística	1.934	40	31.000	-	97.000.000	0,095	0,095	0,352	0,352	0,270
2011	Atlas Transportes & Logística	24	2	201.000	27.500	480.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2011	Bertling Logísticos Brasil	1.700	20	-	-	3.000.000	0,006	0,006	0,900	1,000	0,007
2011	Binotto	1.120	13	10.000	-	220.000.000	0,635	0,635	1,000	1,000	0,635
2011	Brucai	110	14	18.000	5.000	12.600.000	0,032	0,032	1,000	1,000	0,032
2011	CSI Cargo Logística	1.300	22	18.000	60.000	118.000.000	0,128	0,128	0,265	0,283	0,483
2011	DSR	1.000	10	23.000	-	4.100.000	0,014	0,014	1,000	1,000	0,014
2011	Exata Logística	334	18	-	-	85.000.000	0,656	0,656	1,000	1,000	0,656
2011	Flexsil	4.500	9	33.000	-	18.300.000	0,062	0,062	1,000	1,000	0,062
2011	GAT Logística	350	71	25.282	-	37.100.000	0,061	0,061	0,590	1,000	0,103
2011	Gefco Logística	160	6	8.200	4.000	320.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2011	Godoy&Baptistella Transp. Logística	120	12	25.000	-	42.000.000	0,139	0,139	1,000	1,000	0,139
2011	Granvale Logística e Transportes	200	5	3.500	3.500	4.900.000	0,026	0,026	1,000	1,000	0,026
2011	Grupo Toniato	227	250	80.000	20.000	122.000.000	0,080	0,080	0,456	1,000	0,175
2011	Grupo LC Logística (LC Transportes)	220	12	50.000	5	21.100.000	0,057	0,057	0,928	0,928	0,061
2011	ID Logistics	78	8	-	358.100	115.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2011	Impacto Express	2.500	16	3.500	300.000	14.000.000	0,030	0,030	0,483	1,000	0,062
2011	Júlio Simões Logística	1.350	250	242.700	140.800	2.900.000.000	0,522	1,000	1,000	1,000	0,522
2011	Linkers Logística	200	14	10.000	30.000	12.000.000	0,030	0,030	0,777	0,831	0,039
2011	LOG Fashion	1.000	15	4.000	3.000	9.000.000	0,020	0,020	0,676	0,696	0,030
2011	M3 Armazenagens e Serviços	4.250	16	12.000	-	10.000.000	0,023	0,023	0,818	1,000	0,028
2011	New Robótica Group	230	20	16.000	1.000	50.000.000	0,120	0,120	0,843	0,904	0,142
2011	NYK Logistics	516	20	30.000	20.000	25.000.000	0,024	0,024	0,306	0,306	0,078
2011	Panazzolo Logística	2.054	5	200.000	14.000	13.000.000	0,029	0,029	0,806	1,000	0,036
2011	Penske Logistics do Brasil	6.000	18	220.000	120.000	172.000.000	0,130	0,130	0,244	0,344	0,533
2011	Rumo Logística	275	9	110.500	-	468.200.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2011	Salvador Logística	50	13	44.100	100.000	37.100.000	0,103	0,103	1,000	1,000	0,103
2011	Snap Solução Logística	1.125	54	45.000	2.000	5.000.000	0,004	0,004	0,249	0,249	0,016
2011	Support Cargo	150	16	15.000	6.500	95.000.000	0,226	0,226	0,889	0,929	0,254
2011	TA Logística	550	49	44.450	2.400	20.500.000	0,018	0,018	0,333	0,356	0,054
2011	TGestiona	100	23	19.640	28.114	111.800.000	0,254	0,254	1,000	1,000	0,254
2011	Fassina	200	29	35.723	-	106.900.000	0,162	0,162	0,692	0,755	0,234
2011	Treelog	150	45	50.300	-	1.000.000.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2011	VBR Logística	493	14	50.000	-	65.000.000	0,149	0,149	0,782	0,782	0,191
2011	Veloce Logística	400	32	30.000	-	160.200.000	0,223	0,223	0,561	0,561	0,398
2011	Vix Logística	1.800	28	-	-	698.800.000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

APÊNDICE B – DADOS UTILIZADOS NOS MODELOS DE REGRESSÃO

Neste Apêndice estão incluídas as tabelas referentes aos dados utilizados nos modelos de regressão para os *clusters* Arco e Rede.

Tabela 45: Dados utilizados nos modelos de regressão referentes ao *cluster* Arco.

Ordem	Tecnologias de Informação e Comunicação												Medidas de Eficiência					
	TFP	TFT	RSP	RST	RRP	RRT	0	RCP	RCT	SSO	WMS	TMS	ERP	INT	CEL	CRS	VRS	FGL
1	1	1	1	1	1	1	0					1	1	1	1,000	1,000	1,000	1,000
2	1	1	0	0	1	0					1	0	0		1,000	1,000	1,000	1,000
3	1	0	1	0	0	0					1	1	1		0,292	0,525	0,536	0,556
4	0	0	1	0	0	0					1	1	0		1,000	1,000	1,000	1,000
5	0	0	1	0	1	0					1	1	1		0,350	0,481	0,481	0,728
6	1	0	1	0	1	1							1		0,409	1,000	1,000	0,409
7	1	0	1	0	1	0					1		1	1	0,766	0,806	0,806	0,950
8	0	0	1	0	1	1					1	1	1	1	0,788	0,849	1,000	0,928
9	0	0	1	0	0	0						1	1	1	0,162	0,839	0,902	0,193
10	1	1	1	1	0	1						0	0	1	1,000	1,000	1,000	1,000
11	1	1	1	0	1	0					1		0		0,735	1,000	1,000	0,735
12	0	1	1	1	1	1					1	0	1		0,666	1,000	1,000	0,666
13	0	0	1	1	1	1					1	1	1		1,000	1,000	1,000	1,000
14	1	1	1	0	1	0					1	1	0		1,000	1,000	1,000	1,000
15	1	0	1	0	1	0					1	1	1		0,825	0,860	0,860	0,959
16	1	1	1	1	1	0	1				0	0	1		1,000	1,000	1,000	1,000
17	1	1	1	0	1	0					1	1	1		1,000	1,000	1,000	1,000
18	1	1	1	1	1	1	0				1	1	1		1,000	1,000	1,000	1,000
19	1	0	1	0	1	0					1	1	1		0,984	1,000	1,000	0,984
20	0	0	1	1	1	1				0	1	0	1	1	0,084	0,842	1,000	1,000
21	1	0	1	0	1	0				1	1	0	1	1	0,050	0,599	1,000	0,083
22	1	1	1	0	1	0				1	1	1	0	1	1,000	1,000	1,000	1,000
23	0	0	1	0	1	0					0	1	1	1	0,081	1,000	1,000	0,081
24	0	0	1	1	1	0					1	1	1	1	0,026	0,363	0,738	0,072
25	1	1	1	1	1	0					1	1	1	1	0,099	0,286	0,287	0,346
26	1	1	1	0	0	0					1	1	1	1	0,071	0,591	0,600	0,120
27	1	1	1	0	0	0					1	1	1	1	0,047	0,546	1,000	0,086
28	0	0	1	0	0	0					1	1	0	1	0,050	0,172	0,196	0,291
29	1	0	1	0	0	0					0	0	1	1	1,000	1,000	1,000	1,000
30	0	0	1	0	1	0					1	1	1	1	0,003	0,103	1,000	0,029
31	0	0	1	0	0	0					0	1	1	0	0,071	1,000	1,000	0,071
32	1	0	1	0	1	0					1	0	0	1	0,132	0,290	1,000	0,455
33	0	0	1	1	1	1					1	1	1	1	0,078	1,000	1,000	0,078
34	1	1	1	1	1	1					0	0	0	1	0,356	1,000	1,000	0,356
35	0	0	1	1	0	1					0	1	0	1	0,831	0,911	1,000	0,912
36	0	0	1	0	1	0					0	0	1	1	0,117	0,163	0,526	0,718
37	1	1	0	1	0	0		1	1	0	0	1	1	1	0,813	0,997	1,000	0,815
38	0	0	1	1	0	0		0	0	0	0	1	1	1	0,127	1,000	1,000	0,127
39	1	1	1	1	1	1		1	1	0	1	1	1	0	0,246	0,590	0,629	0,417
40	0	0	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	0	0,089	1,000	1,000	0,089
41	1	0	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	0,212	1,000	1,000	0,212
42	1	1	1	1	1	0		1	0	1	0	1	0	1	0,376	1,000	1,000	0,376
43	1	1	1	1	1	1		1	1	0	1	1	1	1	0,287	0,302	1,000	0,950
44	0	0	1	0	0	0		0	0	1	1	0	1	0	1,000	1,000	1,000	1,000
45	0	0	1	1	1	0		1	1	0	1	1	0	1	0,171	1,000	1,000	0,171
46	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	0,075	0,500	1,000	0,150
47	1	0	1	0	0	0		1	0	1	1	1	1	1	0,060	1,000	1,000	0,060
48	1	0	1	0	0	0		1	0	0	0	0	1	1	0,258	1,000	1,000	0,258
49	1	0	1	0	0	0		1	0	1	1	1	1	0	0,000	1,000	1,000	1,000
50	1	0	1	0	0	0		0	0	1	1	0	1	1	0,216	0,781	0,781	0,277
51	1	0	1	1	0	0		1	1	1	1	1	1	0	0,013	0,073	1,000	0,178
52	1	0	1	0	0	0		1	0	0	0	0	1	1	0,286	0,330	0,330	0,867
53	1	0	1	0	0	0		1	0	1	1	1	1	0	0,000	1,000	1,000	1,000
54	0	0	1	0	0	0		0	1	0	1	1	1	1	0,128	0,225	0,302	0,569
55	1	0	1	0	0	0		1	0	1	1	1	0	1	0,249	0,521	0,521	0,478
56	0	1	1	1	1	1		1	1	1	1	0	1	1	0,630	1,000	1,000	0,630
57	1	0	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	0	0,273	0,677	0,677	0,403
58	1	0	1	0	0	0		0	0	0	1	0	0	0	0,441	1,000	1,000	0,441
59	1	0	1	0	0	0		1	0	1	1	1	1	0	0,126	0,516	0,525	0,244
60	0	0	1	0	1	0		0	0	0	1	1	1	1	0,849	1,000	1,000	0,849
61	1	1	1	1	1	0		0	0	1	1	1	1	0	0,396	0,506	0,570	0,783
62	1	0	1	0	0	0		1	0	1	1	1	1	1	0,237	0,584	1,000	0,406
63	1	0	1	0	0	0		0	0	1	1	1	1	0	0,033	0,056	0,067	0,589
64	1	0	1	0	0	0		0	0	1	0	0	0	1	0,870	1,000	1,000	0,870
65	1	0	1	0	0	0		0	0	1	1	0	1	0	0,169	1,000	1,000	0,169
66	1	0	1	0	0	0		1	0	1	1	1	1	1	0,000	1,000	1,000	1,000
67	1	1	1	1	1	1		1	1	0	0	0	1	1	1,000	1,000	1,000	1,000
68	1	0	1	0	0	0		1	0	1	1	1	1	1	0,531	0,633	1,000	0,839
69	0	0	0	0	0	0		0	0	1	0	0	1	1	0,009	0,050	0,061	0,180
70	1	0	1	0	0	0		1	0	0	1	0	0	0	0,302	1,000	1,000	0,302
71	1	0	1	0	0	0		1	0	1	1	1	0	1	0,000	1,000	1,000	1,000
72	1	0	1	0	0	0		0	0	1	1	1	1	1	0,673	0,764	0,764	0,881
73	1	0	1	0	0	0		1	0	1	1	0	0	1	0,382	1,000	1,000	0,382
74	1	0	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	0,169	0,697	1,000	0,242
75	0	0	1	0	0	0		0	0	0	1	1	1	0	0,125	0,673	0,677	0,186
76	1	0	1	0	0	0		1	0	0	1	1	1	0	1,000	1,000	1,000	1,000
77	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	0	0,588	0,857	1,000	0,686

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Tabela 45: Dados utilizados nos modelos de regressão referentes ao *cluster* Arco (Continuação).

Ordem	Tecnologias de Informação e Comunicação													Medidas de Eficiência				
	TFP	TFT	RSP	RST	RRP	RRT	RCP	RCT	SSO	WMS	TMS	ERP	INT	CEL	CRS	VRS	FGL	ESC
78	1	0	1	1				1	1	1	0	1	1	0	0,040	0,457	0,457	0,088
79	1	0	1	0				1	0	1	0	1	1	1	0,059	0,134	0,134	0,440
80	1	0	1	0				1	0	1	1	1	1	1	0,100	0,975	0,975	0,103
81	1	0	1	0				1	0	1	1	1	1	1	0,477	0,630	1,000	0,757
82	0	0	1	0				0	1	0	1	1	1	1	0,068	0,419	0,441	0,162
83	1	0	1	0				0	0	0	1	0	0	0	0,035	0,929	0,929	0,038
84	1	0	1	0				1	0	1	1	0	1	1	0,074	0,619	0,766	0,120
85	0	0	1	0				0	0	1	1	1	1	0	0,364	1,000	1,000	0,364
86	0	0	1	1				1	0	0	1	1	1	0	0,073	1,000	1,000	0,073
87	1	0	1	0				1	0	0	1	1	1	0	0,010	1,000	1,000	0,010
88	1	0	1	0				1	0	1	1	1	1	1	0,075	0,142	1,000	0,528
89	1	0	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,057	0,133	0,133	0,429
90	1	0	1	0				1	0	1	1	0	1	1	0,175	1,000	1,000	0,175
91	1	1	0	0				1	1	1	1	1	1	0	0,073	0,366	0,366	0,199
92	1	0	1	1				1	1	1	1	0	1	0	0,237	0,241	1,000	0,983
93	1	1	0	0				1	1	0	0	0	1	1	1,000	1,000	1,000	1,000
94	0	0	1	1				1	1	0	1	1	1	1	0,076	0,465	0,466	0,163
95	1	0	1	0				1	1	0	0	1	1	1	0,052	1,000	1,000	0,052
96	1	0	1	0				1	0	1	1	0	0	1	0,044	0,250	0,250	0,176
97	1	0	1	0				1	0	1	1	1	1	1	0,044	0,045	1,000	0,978
98	0	0	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,087	1,000	1,000	0,087
99	1	0	1	0				1	0	1	1	1	1	0	0,203	0,255	0,255	0,796
100	1	1	1	1				1	1	0	1	1	1	1	0,053	0,078	0,078	0,073
101	1	1	1	1				1	1	0	0	1	1	1	0,099	0,273	0,513	0,363
102	1	0	1	0				0	0	1	0	1	1	0	0,087	0,878	0,878	0,099
103	0	0	1	1				0	0	1	1	1	1	1	0,140	1,000	1,000	0,140
104	1	1	1	1				0	1	1	0	1	1	1	0,146	0,443	0,443	0,330
105	1	1	1	1				1	1	1	1	0	0	0	0,092	0,545	0,545	0,169
106	1	0	1	0				1	0	0	1	0	1	1	0,240	1,000	1,000	0,240
107	1	0	1	0				1	0	0	1	1	0	1	0,280	1,000	1,000	0,280
108	1	1	1	1				0	0	0	1	1	1	1	0,068	0,159	0,159	0,428
109	1	0	1	1				1	0	0	1	1	0	1	0,403	1,000	1,000	0,403
110	1	0	1	0				0	0	1	1	1	1	1	1,000	1,000	1,000	1,000
111	1	0	1	0				0	0	1	1	1	1	1	1,000	1,000	1,000	1,000
112	0	0	0	1				0	0	1	1	0	1	1	0,000	1,000	1,000	1,000
113	1	0	1	0				0	0	1	1	0	0	0	0,165	1,000	1,000	0,165
114	1	1	1	0				1	0	0	1	1	1	1	0,867	1,000	1,000	0,867
115	1	1	1	1				0	0	0	0	1	1	1	0,000	1,000	1,000	1,000
116	0	0	1	0				1	0	0	1	1	1	0	0,068	0,480	0,480	0,142
117	0	0	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,176	0,182	0,182	0,967
118	1	0	1	0				1	0	1	1	1	1	1	0,000	1,000	1,000	1,000
119	1	1	0	1				1	1	1	1	1	1	1	0,253	0,646	0,646	0,392
120	1	0	0	1				0	1	1	1	1	1	1	0,126	0,189	0,189	0,667
121	1	0	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,100	1,000	1,000	1,000
122	1	0	1	0				1	1	0	0	1	1	1	0,032	1,000	1,000	0,032
123	1	0	1	0				0	0	1	1	0	0	1	0,142	1,000	1,000	0,142
124	1	0	1	0				1	0	1	1	1	1	1	0,821	1,000	1,000	0,821
125	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	1,000	1,000	1,000	1,000
126	1	0	1	0				0	0	1	1	1	1	0	0,231	0,275	0,276	0,840
127	1	1	1	1				0	0	0	1	1	1	1	0,487	1,000	1,000	0,487
128	1	1	1	1				0	1	1	0	1	1	1	1,000	1,000	1,000	1,000
129	1	0	1	0				1	0	1	1	1	1	1	0,043	0,118	0,118	0,364
130	1	0	1	0				1	0	0	1	1	1	1	0,009	0,034	1,000	0,265
131	1	1	1	1				0	0	0	1	1	1	1	0,082	0,114	0,152	0,719
132	1	0	1	0				0	0	1	1	1	1	0	0,200	0,533	1,000	0,375
133	1	0	1	1				0	0	1	1	1	1	1	0,315	1,000	1,000	0,315
134	0	0	0	1				0	0	1	1	0	1	1	0,433	0,451	0,461	0,960
135	1	0	1	0				1	0	1	1	1	1	1	0,144	0,750	1,000	0,192
136	0	0	1	0				1	0	1	1	1	1	0	0,274	1,000	1,000	0,274
137	1	0	1	0				0	1	1	0	1	1	1	0,114	0,190	0,190	0,600
138	0	0	1	0				0	0	0	1	1	1	1	0,006	0,208	0,212	0,510
139	1	0	1	0				1	0	1	1	1	1	0	0,121	0,407	0,407	0,297
140	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,078	0,470	1,000	0,166
141	1	0	1	0				0	0	1	1	1	1	1	0,103	1,000	1,000	0,103
142	1	0	1	0				1	0	1	1	1	1	1	0,064	1,000	1,000	0,064
143	1	1	1	1				1	1	1	1	0	1	1	0,084	0,102	0,106	0,824
144	1	1	1	1				1	1	0	1	0	1	1	1,000	1,000	1,000	1,000
145	1	0	1	0				1	1	0	0	1	1	1	0,007	0,392	0,393	0,018
146	1	0	1	0				0	0	1	1	1	1	1	0,047	0,061	1,000	0,770
147	1	1	1	1				0	0	0	0	1	1	1	0,000	1,000	1,000	1,000
148	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,120	0,225	0,229	0,533
149	1	0	1	0				1	0	1	1	1	1	1	0,066	0,373	0,373	0,177
150	1	1	1	0				1	0	0	1	1	1	0	0,058	0,616	0,616	0,094
151	0	0	1	0				1	0	1	1	1	1	1	0,042	0,147	0,151	0,286
152	1	0	1	0				1	1	0	1	1	1	1	0,252	0,275	1,000	0,916
153	1	1	1	1				1	1	0	0	1	1	1	0,134	0,159	0,478	0,843
154	1	1	1	0				1	1	1	1	1	0	1	0,049	0,596	1,000	0,082

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Tabela 46: Dados utilizados nos modelos de regressão referentes ao *cluster* Rede.

Ordem	Tecnologias de Informação e Comunicação											Medidas de Eficiência						
	TFP	TFT	RSP	RST	RRP	RRT	RCP	RCT	SSO	WMS	TMS	ERP	INT	CEL	CRS	VRS	FGL	ESC
1	1	1	1	1	1	1					1	1	1		1,000	1,000	1,000	1,000
2	1	1	0	1	1	1					1	1	1		0,230	0,365	0,607	0,630
3	1	1	1	1	1	1					1	1	1		0,169	0,200	1,000	0,845
4	0	0	1	1	1	0					1	0	1		1,000	1,000	1,000	1,000
5	1	1	1	1	1	1					1	1	1		0,678	0,966	1,000	0,702
6	1	1	1	1	1	1					1	1	1		0,336	0,600	1,000	0,560
7	1	1	1	1	1	0					1	0	1		0,152	0,500	1,000	0,304
8	1	1	1	0	1	0					1	1	1		0,726	1,000	1,000	0,726
9	1	1	1	1	1	1					1	1	1		0,163	0,248	1,000	0,657
10	1	1	1	1	1	1					1	1	1		0,395	0,466	1,000	0,848
11	1	1	1	1	1	1					1	1	1		0,285	0,354	1,000	0,805
12	0	1	0	1	0	1					1	1	1		0,197	0,583	1,000	0,338
13	0	1	0	1	0	1					1	0	1		0,091	0,280	1,000	0,325
14	0	1	0	1	0	1					1	1	1		0,174	0,269	1,000	0,647
15	1	1	1	1	1	1					0	1	1		0,386	1,000	1,000	0,386
16	1	1	1	0	1	1					1	1	1		0,739	0,769	1,000	0,961
17	0	1	0	1	0	1					1	1	1		0,863	1,000	1,000	0,863
18	1	1	1	1	1	1					1	1	1		0,645	0,792	1,000	0,814
19	1	1	1	1	1	1					1	1	1		0,240	0,603	1,000	0,398
20	0	0	1	1	1	1					1	1	1		0,077	0,348	0,555	0,221
21	1	1	1	1	1	1					0	1	1		1,000	1,000	1,000	1,000
22	0	1	0	1	0	1					1	1	1		0,136	0,192	0,205	0,708
23	0	0	1	1	1	1					1	1	1		0,255	0,355	0,465	0,718
24	1	1	1	1	1	1					1	1	1		0,289	0,390	1,000	0,876
25	1	1	1	1	1	1					1	1	1		0,425	0,436	0,544	0,975
26	1	0	1	1	1	1					k	k	1		0,583	1,000	1,000	0,583
27	1	1	1	1	0	1					1	1	1		0,907	1,000	1,000	0,907
28	1	1	1	1	0	0					1	1	1		0,213	0,658	0,659	0,324
29	0	1	0	1	0	1					1	1	1		0,564	0,615	1,000	0,917
30	1	1	1	1	0	0					0	1	1		0,800	1,000	1,000	0,800
31	1	1	1	1	1	1					1	1	1		0,356	1,000	1,000	0,356
32	1	1	1	1	1	1					1	1	1		0,554	0,574	1,000	0,965
33	1	1	1	1	1	1					1	1	1		1,000	1,000	1,000	1,000
34	1	1	1	1	1	1					1	1	1		1,000	1,000	1,000	1,000
35	1	1	1	1	1	1					1	0	1		0,482	0,790	0,811	0,610
36	1	1	1	1	1	1					1	1	1		0,471	0,584	1,000	0,807
37	1	1	1	1	1	1					0,762	0,848	1		0,762	0,848	0,864	0,899
38	1	1	1	1	1	1					0,582	0,589	1		0,582	0,589	1,000	0,988
39	0	1	0	1	0	1					1	1	1		1,000	1,000	1,000	1,000
40	1	1	1	1	1	1					0	1	1		1,000	1,000	1,000	1,000
41	1	1	1	1	1	1						0			0,090	1,000	1,000	0,090
42	0	1	0	1	0	1					1	1	1		0,447	0,462	0,505	0,968
43	1	1	1	1	1	1					1	1	1		0,118	0,219	0,220	0,539
44	1	1	1	1	1	1					0	1	1		1,000	1,000	1,000	1,000
45	1	1	1	1	1	1					1	1	1		0,781	0,823	1,000	0,949
46	1	1	1	1	1	1					1	1	1		0,978	0,980	1,000	0,998
47	1	1	1	1	1	1						1			1,000	1,000	1,000	1,000
48	1	1	1	1	1	1					1	1	1		1,000	1,000	1,000	1,000
49	1	1	1	1	1	1					1	1	1		1,000	1,000	1,000	1,000
50	1	1	1	1	0	0					1	1	1		1,000	1,000	1,000	1,000
51	1	1	1	1	1	0					1	1	1		0,186	0,228	1,000	0,816
52	1	1	0	0	1	1					1	1	1		0,250	0,291	0,335	0,859
53	1	1	1	0	1	1					1	1	1		1,000	1,000	1,000	1,000
54	1	1	1	1	1	1					1	1	1		0,740	1,000	1,000	0,740
55	1	1	1	1	1	1					1	1	1		0,421	0,943	1,000	0,446
56	1	1	1	1	1	1					1	0	1		0,255	0,400	0,417	0,638
57	1	1	1	1	1	1					1	1	1		1,000	1,000	1,000	1,000
58	0	0	1	1	1	1					1	1	1		0,789	0,896	1,000	0,881
59	1	1	1	1	1	1					1	1	1		0,633	0,637	1,000	0,994
60	0	1	0	1	0	1					1	1	1		1,000	1,000	1,000	1,000
61	1	1	1	1	1	0					0	1	1		0,236	1,000	1,000	0,236
62	1	1	1	1	1	0					1	1	1		1,000	1,000	1,000	1,000
63	1	1	0	1	0	1					1	1	1		0,265	0,278	0,314	0,953
64	1	1	1	1	1	1					1	1	1		1,000	1,000	1,000	1,000
65	1	1	1	1	1	1					1	1	1		0,159	0,187	0,193	0,850
66	1	1	1	1	1	1					0	1	1		1,000	1,000	1,000	1,000
67	0	0	1	1	1	1					1	1	1		0,172	0,203	0,209	0,847
68	0	1	0	1	0	1					1	1	1		0,632	0,702	1,000	0,900
69	0	1	0	1	0	1					1		1		0,402	0,667	0,940	0,603
70	1	1	1	1	1	1					0,962	1,000	1		0,962	1,000	1,000	0,962
71	1	1	1	1	1	1					1	1	1		1,000	1,000	1,000	1,000
72	1	1	1	1	1	1					1	0	1		0,002	0,267	1,000	0,007
73	1	1	1	1	1	1					1	1	1		1,000	1,000	1,000	1,000
74	1	1	1	1	1	1					1	1	1		1,000	1,000	1,000	1,000
75	1	0	1	1	1	0					1	1	1		1,000	1,000	1,000	1,000
76	0	0	1	1	1	1					1	1	1		1,000	1,000	1,000	1,000
77	1	1	1	1	1	1					1	1	1		0,030	0,094	0,102	0,319

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Tabela 46: Dados utilizados nos modelos de regressão referentes ao *cluster* Rede (continuação).

Ordem	Tecnologias de Informação e Comunicação													Medidas de Eficiência				
	TFP	TFT	RSP	RST	RRP	RRT	RCP	RCT	SSO	WMS	TMS	ERP	INT	CEL	CRS	VRS	FGL	ESC
78	1	1	0	0	1	1		1	1	1	1	1	1		0,029	0,104	0,116	0,279
79	1	1	1	1	1	1		0	1	1	1	1	1		0,045	0,115	0,131	0,391
80	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		0,040	0,064	0,069	0,625
81	0	1	0	1	0	1		1	1	1	1	1	1		0,020	0,344	0,624	0,058
82	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		0,132	1,000	1,000	0,132
83	0	0	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		0,156	0,391	0,625	0,399
84	1	1	1	1	1	1		1	1	0	0	1	1		0,120	0,296	0,496	0,405
85	1	1	1	1	1	1		1	1	0	0	1	1		0,017	0,333	0,502	0,051
86	0	0	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1,000	1,000	1,000	1,000
87	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		0,435	1,000	1,000	0,435
88	0	1	0	1	0	1		1	1	1	0	1	1		0,057	0,312	0,367	0,183
89	1	1	1	1	1	0		0	1	1	1	1	1		0,040	0,286	1,000	0,140
90	1	0	1	1	1	0		1	1	1	0	1	1		0,053	0,149	1,000	0,356
91	0	1	0	1	0	1		1	1	1	1	1	1		0,037	0,083	1,000	0,446
92	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		0,034	0,070	0,080	0,486
93	1	0	1	1	0	0		0	1	0	1	1	1		0,029	1,000	1,000	0,029
94	1	1	1	1	1	1		0	0	0	1	0	1		0,003	0,140	0,150	0,021
95	1	1	1	1	1	0		1	1	1	1	1	1		0,290	0,392	1,000	0,740
96	0	0	0	1	1	1		1	0	1	1	1	0		0,839	0,992	1,000	0,846
97	1	1	1	0	0	0		1	0	0	1	1	1		1,000	1,000	1,000	1,000
98	1	1	1	1	1	0		0	0	0	1	1	1		0,011	0,073	0,074	0,141
99	1	1	0	1	0	1		1	1	1	1	1	1		0,020	0,037	0,037	0,541
100	0	1	0	1	0	1		1	1	1	1	1	1		0,182	0,187	1,000	0,973
101	1	1	1	1	0	0		1	1	1	1	1	0		0,009	0,057	0,057	0,158
102	1	1	1	1	1	1		1	0	1	1	1	1		0,320	1,000	1,000	0,320
103	0	1	0	1	0	1		0	1	0	1	1	1		0,015	0,067	0,067	0,224
104	0	0	1	1	1	1		0	1	1	0	1	1		0,009	0,276	0,277	0,033
105	1	1	0	0	1	1		0	0	1	1	1	1		0,112	0,625	1,000	0,179
106	0	1	0	1	0	1		0	1	1	1	1	1		0,092	0,181	0,268	0,508
107	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		0,276	0,335	1,000	0,824
108	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		0,068	0,107	0,201	0,636
109	0	1	0	1	0	1		1	1	1	1	1	1		1,000	1,000	1,000	1,000
110	0	1	0	1	0	1		0	1	1	1	1	1		0,007	0,301	0,317	0,023
111	0	1	0	1	0	1		1	1	1	1	1	1		0,016	0,032	0,033	0,500
112	0	1	0	1	0	0		0	1	0	1	1	1		0,142	0,381	1,000	0,373
113	1	0	0	1	0	1		1	1	1	1	1	1		0,013	0,700	1,000	0,019
114	0	1	0	1	0	1		0	1	1	1	1	1		0,421	0,657	1,000	0,641
115	0	1	0	1	0	1		1	1	1	1	1	1		0,304	0,643	1,000	0,473
116	0	1	1	0	0	0		0	0	0	1	1	1		0,249	1,000	1,000	0,249
117	1	1	1	1	0	0		0	1	1	1	1	1		0,017	0,500	0,564	0,034
118	1	0	1	1	1	0		0	1	0	1	1	1		0,053	0,732	0,739	0,072
119	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		0,072	0,118	0,120	0,610
120	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	0	1		0,043	0,204	0,536	0,211
121	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	0	0,331	0,370	1,000	0,895
122	1	1	1	1	1	1		1	1	0	1	1	1	0	0,091	0,218	0,221	0,417
123	1	1	1	0	1	1		1	1	1	1	1	1	1	0,376	1,000	1,000	0,376
124	0	1	0	1	1	1		0	1	1	1	1	1	1	1,000	1,000	1,000	1,000
125	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	0	0,093	0,094	1,000	0,989
126	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	0,215	0,225	1,000	0,956
127	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	0,061	0,341	0,352	0,179
128	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	0,055	0,169	0,936	0,325
129	0	1	0	1	0	1		0	1	1	1	1	1	1	0,078	0,190	0,192	0,411
130	1	1	1	1	1	1		0	1	1	1	0	1	0	0,122	0,132	0,140	0,924
131	1	1	1	1	1	1		1	1	0	1	1	1	0	0,092	0,489	1,000	0,188
132	1	1	1	1	1	1		1	1	1	0	1	1	1	0,037	0,105	0,124	0,352
133	1	1	1	1	1	1		0	0	1	1	1	1	0	0,431	0,599	0,976	0,720
134	0	1	0	1	0	1		0	0	0	1	1	1	1	0,130	0,319	0,328	0,408
135	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1,000	1,000	1,000	1,000
136	1	1	1	1	1	1		1	0	1	1	1	0	1	0,191	0,680	0,680	0,281
137	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	0	0	1,000	1,000	1,000	1,000
138	1	1	1	1	1	1		0	0	0	1	0	0	1	0,083	1,000	1,000	0,083
139	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	0,299	0,588	1,000	0,509
140	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	0,245	0,259	1,000	0,846
141	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	0,051	0,092	0,092	0,554
142	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	0,093	0,252	0,252	0,369
143	1	1	1	0	1	1		0	1	1	1	1	1	0	0,039	0,106	0,113	0,368
144	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	0,059	0,164	0,164	0,360
145	0	0	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	0	0,023	1,000	1,000	0,023
146	0	1	0	1	0	1		0	1	0	1	0	1	0	0,060	0,714	1,000	0,084
147	0	1	0	1	0	1		0	1	1	1	1	0	0	0,039	1,000	1,000	0,039
148	1	1	1	1	1	1		1	1	0	0	1	1	0	1,000	1,000	1,000	1,000
149	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	0,148	0,290	0,324	0,510
150	0	1	0	1	0	1		0	1	1	1	1	1	1	0,272	0,286	1,000	0,951
151	0	1	0	1	0	1		0	0	1	0	1	1	1	1,000	1,000	1,000	1,000
152	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	0,101	0,700	0,730	0,144
153	0	1	0	1	0	1		0	1	0	1	1	1	1	0,099	0,700	0,732	0,141
154	0	1	0	0	0	0		0	0	1	0	0	1	0	0,102	1,000	1,000	0,102

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Tabela 46: Dados utilizados nos modelos de regressão referentes ao *cluster* Rede (continuação).

Ordem	Tecnologias de Informação e Comunicação													Medidas de Eficiência				
	TFP	TFT	RSP	RST	RRP	RRT	RCP	RCT	SSO	WMS	TMS	ERP	INT	CEL	CRS	VRS	FLG	ESC
155	0	1	0	1			0	1	1	1	1	1	1	1	0,061	0,092	1,000	0,663
156	0	1	0	1			0	1	1	1	0	1	1	1	0,050	0,407	0,407	0,123
157	1	1	0	1			1	1	1	1	0	1	1	1	0,043	0,239	0,239	0,180
158	0	1	0	1			0	1	1	1	1	1	1	1	0,264	0,541	0,558	0,488
159	1	1	1	1			0	1	0	0	1	1	1	1	0,431	0,818	1,000	0,527
160	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,128	0,705	1,000	0,182
161	1	1	1	1			1	1	0	1	1	0	1	1	0,105	0,854	1,000	0,123
162	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,139	0,144	0,464	0,965
163	0	0	1	1			1	1	0	1	1	1	1	1	0,263	0,322	0,327	0,817
164	1	1	0	1			0	1	1	1	1	1	1	1	0,116	0,118	0,144	0,983
165	1	1	1	1			0	1	1	0	0	1	1	1	0,037	1,000	1,000	0,037
166	0	1	0	1			0	0	0	1	0	0	1	1	0,002	0,400	1,000	0,005
167	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,006	0,133	0,292	0,045
168	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,011	0,021	0,021	0,524
169	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,048	0,077	1,000	0,623
170	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,073	0,097	0,098	0,753
171	1	1	1	1			1	1	0	1	1	0	1	1	0,015	1,000	1,000	0,015
172	1	1	1	0			1	1	1	1	1	1	1	1	0,031	0,286	0,553	0,108
173	0	1	0	1			0	1	1	1	1	1	1	1	0,110	0,373	1,000	0,295
174	1	1	1	1			0	0	0	1	1	1	1	1	0,097	0,306	1,000	0,317
175	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,006	0,007	0,008	0,857
176	1	1	0	0			1	1	1	1	1	1	1	1	0,351	1,000	1,000	0,351
177	0	1	0	1			0	1	1	1	1	1	1	1	0,012	0,080	0,084	0,077
178	1	0	1	1			0	0	1	1	1	1	1	1	0,009	0,181	0,333	0,050
179	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,003	0,472	1,000	0,006
180	0	0	1	1			0	0	0	1	1	1	1	1	0,014	0,331	0,339	0,042
181	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,030	0,043	0,043	0,698
182	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,174	0,333	0,463	0,523
183	1	1	1	1			0	0	1	1	0	1	1	1	0,006	0,597	0,706	0,010
184	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,021	0,044	0,065	0,477
185	0	1	0	1			0	1	1	1	1	1	1	1	0,018	0,074	0,117	0,243
186	1	1	1	1			0	1	1	1	1	1	1	1	0,100	1,000	1,000	1,000
187	1	1	1	1			0	0	1	1	1	1	1	1	0,023	0,167	0,331	0,138
188	1	1	1	1			0	0	1	1	1	1	1	1	0,003	0,037	1,000	0,081
189	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,000	0,033	1,000	0,003
190	1	1	1	1			0	0	1	1	1	1	1	1	0,004	0,228	0,528	0,018
191	0	1	0	1			0	1	1	1	0	1	1	1	0,005	0,732	0,734	0,007
192	1	1	1	1			0	1	1	1	0	1	1	1	0,007	0,072	0,089	0,097
193	0	1	0	1			0	1	0	1	1	0	1	1	0,006	1,000	1,000	0,006
194	0	1	0	1			0	1	1	1	0	1	1	1	0,008	0,373	1,000	0,021
195	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,019	0,450	0,450	0,042
196	0	1	0	1			0	1	1	1	1	0	1	1	0,005	0,296	0,575	0,017
197	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,017	0,133	0,176	0,128
198	1	1	1	1			1	1	0	1	1	1	1	1	0,049	0,671	0,699	0,073
199	0	1	0	1			0	1	1	1	1	1	1	1	0,043	0,105	0,204	0,410
200	0	1	0	1			0	0	1	1	1	1	1	1	0,100	1,000	1,000	1,000
201	1	1	1	1			0	0	1	1	1	1	0	1	0,003	0,228	0,528	0,013
202	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,005	0,006	0,013	0,833
203	0	1	0	1			0	0	1	0	1	0	1	1	0,024	1,000	1,000	0,024
204	1	1	1	1			1	1	0	1	1	1	1	1	0,068	0,228	0,251	0,298
205	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,122	0,170	1,000	0,715
206	0	1	0	1			0	1	1	0	0	1	1	1	0,007	0,557	0,557	0,013
207	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,013	0,333	1,000	0,039
208	0	1	0	1			0	1	0	1	0	0	0	1	0,010	0,762	0,792	0,013
209	0	1	0	1			0	1	1	1	1	1	1	1	0,009	0,035	0,037	0,257
210	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,015	0,667	1,000	0,022
211	1	1	1	1			1	1	0	1	1	1	1	1	0,010	0,208	0,252	0,048
212	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,015	0,400	0,477	0,038
213	0	1	0	1			0	1	1	1	1	1	1	1	0,022	0,091	0,097	0,242
214	1	1	1	1			1	1	1	1	0	0	1	1	0,007	0,790	1,000	0,009
215	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,009	0,250	0,299	0,036
216	1	1	1	1			1	1	1	1	0	1	0	1	0,015	0,369	0,376	0,041
217	0	0	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,100	1,000	1,000	1,000
218	1	1	1	1			0	0	1	1	1	1	1	1	0,008	0,172	1,000	0,047
219	1	1	1	0			1	1	1	1	0	1	1	1	0,002	0,114	0,229	0,018
220	1	1	1	1			0	0	1	0	1	1	0	1	0,568	0,773	1,000	0,735
221	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,033	0,037	0,042	0,892
222	0	1	0	1			0	1	0	1	1	1	1	1	0,181	0,193	0,197	0,938
223	1	1	1	1			1	1	1	1	1	0	1	1	0,530	0,644	0,644	0,823
224	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,600	1,000	1,000	0,600
225	1	0	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,399	0,727	1,000	0,549
226	1	0	1	1			0	0	1	1	1	1	1	1	0,471	0,548	0,936	0,859
227	0	1	0	1			0	0	1	0	1	1	1	1	0,100	1,000	1,000	1,000
228	0	1	0	0			0	1	1	1	0	1	1	1	0,124	0,673	1,000	0,184
229	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,181	0,738	1,000	0,245
230	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,028	1,000	1,000	0,028
231	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,450	0,745	1,000	0,604

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Tabela 46: Dados utilizados nos modelos de regressão referentes ao *cluster* Rede (continuação).

Ordem	Tecnologias de Informação e Comunicação													Medidas de Eficiência				
	TFF	TFT	RSP	RST	RRP	RRT	RCP	RCT	SSO	WMS	TMS	ERP	INT	CEL	CRS	VRS	FGL	ESC
232	1	1	1	1				1	1	0	1	1	1	1	0,780	1,000	1,000	0,780
233	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,134	0,280	0,359	0,479
234	1	1	1	1				0	1	1	1	1	1	1	0,165	0,170	0,171	0,971
235	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,511	1,000	1,000	0,511
236	1	1	1	1				1	1	0	1	0	1	1	0,146	1,000	1,000	0,146
237	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,099	0,393	0,764	0,252
238	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	1,000	1,000	1,000	1,000
239	1	1	1	1				1	1	0	1	1	0	1	1,000	1,000	1,000	1,000
240	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,000	1,000	1,000	1,000
241	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,875	1,000	1,000	0,875
242	1	1	1	1				1	1	1	1	0	1	1	0,377	0,492	0,949	0,766
243	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	0	0,272	0,471	1,000	0,577
244	1	1	1	1				0	0	1	1	1	1	1	0,127	0,128	0,131	0,992
245	0	1	0	1				0	1	1	1	1	1	1	0,348	0,432	1,000	0,806
246	1	1	1	1				1	1	1	0	0	0	1	0,703	0,740	1,000	0,950
247	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,189	1,000	1,000	0,189
248	1	1	1	1				0	0	1	1	1	1	0	0,093	0,314	0,546	0,296
249	0	1	0	1				0	1	1	1	0	1	1	0,067	0,096	0,105	0,698
250	0	1	0	1				0	1	1	1	1	0	1	0,303	0,692	1,000	0,438
251	1	0	1	1				1	1	0	1	1	1	1	0,299	0,345	0,356	0,867
252	0	1	0	1				0	1	0	1	1	0	1	0,154	0,734	0,853	0,210
253	1	1	1	1				1	1	0	1	1	1	1	0,345	0,388	0,388	0,889
254	0	1	0	1				0	1	1	1	1	1	1	0,185	0,280	0,307	0,961
255	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,047	0,264	1,000	0,178
256	0	1	0	1				0	1	1	1	1	1	1	0,304	0,312	1,000	0,974
257	1	1	1	1				0	1	1	1	1	1	1	0,480	0,570	0,570	0,842
258	0	1	0	1				0	1	0	1	1	0	0	0,244	0,403	0,403	0,605
259	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,339	0,464	0,929	0,731
260	0	1	0	1				0	1	1	1	1	1	1	0,078	0,147	0,156	0,531
261	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,277	0,421	0,444	0,658
262	0	1	0	1				0	1	0	1	1	1	1	0,057	0,104	0,104	0,548
263	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,493	0,532	1,000	0,927
264	0	1	0	1				0	1	1	1	1	1	1	0,187	0,225	0,248	0,831
265	1	1	1	1				1	1	0	1	1	1	1	0,345	0,551	0,553	0,626
266	0	0	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,385	0,401	0,447	0,960
267	0	1	0	1				0	1	1	1	0	1	0	0,157	0,190	0,223	0,826
268	1	1	1	1				1	1	1	0	1	1	1	1,000	1,000	1,000	1,000
269	1	1	1	0				0	0	1	1	1	1	1	0,063	0,403	0,444	0,156
270	1	1	1	0				1	1	1	1	1	1	0	0,100	1,000	1,000	1,000
271	1	1	1	0				1	1	1	1	1	1	1	0,221	0,737	1,000	0,300
272	0	1	0	0				0	0	1	1	1	1	1	0,018	0,158	0,215	0,114
273	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,095	0,352	0,352	0,270
274	1	0	1	1				1	1	1	1	1	1	1	1,000	1,000	1,000	1,000
275	1	1	1	0				0	0	1	0	1	1	1	0,006	0,900	1,000	0,007
276	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,635	1,000	1,000	0,635
277	1	1	1	0				1	1	1	1	1	0	1	0,032	1,000	1,000	0,032
278	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,128	0,265	0,283	0,483
279	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,014	1,000	1,000	0,014
280	0	1	0	1				0	1	1	1	1	1	1	0,656	1,000	1,000	0,656
281	0	0	1	1				0	0	0	1	1	1	0	0,062	1,000	1,000	0,062
282	0	0	1	1				1	0	1	1	1	1	0	0,061	0,590	1,000	0,103
283	1	1	1	1				0	0	1	1	1	1	1	0,100	1,000	1,000	1,000
284	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	0	0,139	1,000	1,000	0,139
285	1	1	1	0				1	0	1	1	0	1	0	0,026	1,000	1,000	0,026
286	1	1	1	1				0	0	1	1	1	1	1	0,080	0,456	1,000	0,175
287	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,057	0,928	0,928	0,061
288	0	1	0	1				0	1	1	1	1	1	1	1,000	1,000	1,000	1,000
289	1	1	1	1				1	1	1	0	1	0	1	0,030	0,483	1,000	0,062
290	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,522	1,000	1,000	0,522
291	1	1	1	1				0	0	1	1	1	1	0	0,030	0,777	0,831	0,039
292	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,020	0,676	0,696	0,030
293	0	0	0	1				0	1	0	1	1	0	1	0,023	0,818	1,000	0,028
294	1	0	1	1				1	0	1	1	1	1	1	0,120	0,843	0,904	0,142
295	0	1	0	1				0	1	1	1	1	1	0	0,024	0,306	0,306	0,078
296	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,029	0,806	1,000	0,026
297	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,130	0,294	0,344	0,333
298	0	1	0	1				0	0	1	0	0	1	1	0,100	1,000	1,000	1,000
299	1	1	1	1				0	1	1	1	1	1	1	0,103	1,000	1,000	0,103
300	0	1	0	1				0	1	0	1	1	1	1	0,004	0,249	0,249	0,016
301	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,226	0,889	0,929	0,254
302	0	1	0	1				0	1	1	1	1	1	1	0,018	0,333	0,356	0,054
303	0	1	0	1				0	1	1	1	1	1	1	0,254	1,000	1,000	0,254
304	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,162	0,692	0,755	0,234
305	0	0	1	1				1	1	1	1	0	1	1	1,000	1,000	1,000	1,000
306	1	1	1	1				1	1	1	0	0	0	0	0,149	0,782	0,782	0,191
307	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	0,223	0,561	0,561	0,398
308	1	1	1	1				1	0	1	1	1	1	0	0	1,000	1,000	1,000

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

Tabela 46: Dados utilizados nos modelos de regressão referentes ao *cluster* Rede (continuação).

Ordem	Tecnologias de Informação e Comunicação												Medidas de Eficiência					
	TFP	TFT	RSP	RST	RRP	RRT	RCP	RCT	SSO	WMS	TMS	ERP	INT	CEL	CRS	VRS	FGL	ESC
309	1	1	1	1			0	0	1	1	0	1	1	0	0,187	1,000	1,000	0,187
310	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,194	1,000	1,000	0,194
311	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,191	0,234	0,243	0,816
312	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,108	0,897	1,000	0,120
313	1	1	1	1			1	1	1	0	0	0	0	1	0,143	0,429	0,429	0,333
314	1	1	1	1			1	0	1	1	1	1	1	1	0,130	0,414	0,414	0,314
315	0	1	0	1			0	1	1	1	0	1	1	1	0,113	0,972	1,000	0,116
316	0	0	1	1			1	0	0	1	1	1	1	1	0,114	0,694	0,730	0,164
317	0	1	0	1			0	1	1	1	0	0	1	1	0,098	0,393	0,393	0,249
318	0	1	0	1			0	1	1	1	1	1	1	0	0,064	0,740	0,740	0,086
319	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1,000	1,000	1,000	1,000
320	0	1	0	1			0	1	1	1	1	1	1	1	0,109	0,192	0,192	0,568
321	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	0	0,179	0,204	0,268	0,877
322	0	1	0	1			0	1	1	1	0	0	1	1	0,408	1,000	1,000	0,408
323	0	0	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,103	0,640	0,640	0,161
324	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,110	0,339	0,343	0,324
325	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,141	1,000	1,000	0,141
326	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	0	0,148	0,258	0,262	0,574
327	0	1	0	1			0	1	1	1	1	1	1	0	0,135	0,671	0,674	0,201
328	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,410	0,545	1,000	0,752
329	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,124	0,137	0,150	0,905
330	1	0	1	1			1	0	1	1	1	1	1	0	0,151	0,174	0,186	0,868
331	0	1	0	1			0	1	1	1	1	1	1	0	1,000	1,000	1,000	1,000
332	1	1	1	1			1	0	1	1	1	1	1	1	0,095	0,102	0,125	0,931
333	0	1	0	1			0	1	0	1	1	1	1	1	0,202	0,281	0,312	0,719
334	1	1	1	1			1	1	0	1	1	1	1	1	0,120	0,408	0,408	0,294
335	0	1	0	1			0	1	1	1	1	1	1	1	0,246	0,581	1,000	0,423
336	0	1	0	1			0	1	1	1	0	1	0	1	0,157	1,000	1,000	0,157
337	1	1	1	1			1	1	1	0	0	0	0	0	0,071	0,560	0,562	0,127
338	0	0	1	1			0	0	0	1	1	1	1	0	0,117	0,860	0,887	0,136
339	1	1	1	1			0	0	1	1	1	1	0	0	0,106	0,746	1,000	0,142
340	1	1	1	0			0	0	0	1	1	1	1	0	0,050	1,000	1,000	0,050
341	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	0	0,042	0,482	0,483	0,087
342	0	0	0	1			0	1	0	1	1	0	1	1	0,169	0,435	0,461	0,389
343	0	0	0	0			0	0	1	0	1	0	1	0	1,000	1,000	1,000	1,000
344	0	1	0	1			0	1	1	1	1	1	1	1	0,255	0,328	1,000	0,777
345	1	1	1	1			0	0	1	1	1	1	1	1	0,155	0,457	0,457	0,339
346	0	1	0	1			0	1	1	1	1	1	1	0	0,103	0,523	0,530	0,197
347	0	1	0	1			1	1	0	1	1	1	1	1	0,140	0,213	0,223	0,657
348	0	1	0	1			0	1	1	1	1	1	1	1	0,136	0,180	0,219	0,756
349	1	0	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,162	0,500	0,518	0,324
350	1	1	1	1			0	1	1	0	1	1	1	1	0,398	0,566	1,000	0,703
351	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	0,391	0,397	0,436	0,985

Fonte: o autor, com dados da Revista Tecnológica (2004-2012).

APÊNDICE C – LISTA DE PACOTES TECNOLÓGICOS ESTATISTICAMENTE SIGNIFICATIVOS

Neste Apêndice estão incluídas as tabelas referentes aos resultados de regressões da relação de medida de eficiência técnica local (VRS) e os pacotes tecnológicos estatisticamente significativos para o *cluster* Rede.

Tabela 47: Pacotes tecnológicos estatisticamente significativos para a medida de eficiência técnica local para o *cluster* Rede.

Tamanho da Amostra	# Não	# Sim	Pacotes tecnológicos								β_0	Erro Padrão(β_0)	Estim. $t(\beta_0)$	$p(\beta_0)$	β_1	Erro Padrão(β_1)	Estim. $t(\beta_1)$	$p(\beta_1)$	$Y=\beta_0+\beta_1$	
233	147	86	TFT	RST	SSO			ERP	INT	CEL	0,611	0,043	14,233	0,000	-0,195	0,065	-3,012	0,003	0,416	
233	152	81	TFT	RST	SSO		TMS	ERP	INT	CEL	0,604	0,042	14,313	0,000	-0,188	0,066	-2,850	0,005	0,416	
233	153	80	TFT	RST	SSO	WMS	TMS			CEL	0,604	0,042	14,335	0,000	-0,188	0,066	-2,834	0,005	0,416	
233	149	84	TFT	RST	SSO	WMS		ERP	INT	CEL	0,607	0,043	14,251	0,000	-0,190	0,065	-2,907	0,004	0,418	
233	154	79	TFT	RST	SSO	WMS	TMS	ERP	INT	CEL	0,601	0,042	14,332	0,000	-0,183	0,067	-2,746	0,007	0,418	
233	144	89	TFT	RST				ERP	INT	CEL	0,613	0,043	14,155	0,000	-0,194	0,064	-3,023	0,003	0,419	
233	149	84	TFT	RST		WMS	TMS	ERP	INT	CEL	0,606	0,043	14,233	0,000	-0,186	0,065	-2,858	0,005	0,420	
233	140	93	TFT	RST				ERP	INT	CEL	0,615	0,044	14,040	0,000	-0,190	0,063	-3,010	0,003	0,425	
233	142	91	TFT	RST		SSO	WMS			CEL	0,612	0,043	14,066	0,000	-0,186	0,064	-2,930	0,004	0,425	
233	147	86	TFT	RST		SSO		TMS	ERP	INT	CEL	0,606	0,043	14,155	0,000	-0,181	0,065	-2,792	0,006	0,425
233	137	96	TFT	RST			WMS		ERP	INT	CEL	0,618	0,044	13,974	0,000	-0,191	0,063	-3,056	0,003	0,426
233	145	88	TFT	RST				TMS	ERP	INT	CEL	0,608	0,043	14,116	0,000	-0,182	0,064	-2,839	0,005	0,426
233	145	88	TFT	RST		SSO	WMS			INT	CEL	0,608	0,043	14,115	0,000	-0,182	0,064	-2,855	0,005	0,426
233	150	83	RST			SSO	WMS	TMS		INT	CEL	0,601	0,042	14,190	0,000	-0,173	0,065	-2,635	0,009	0,427
233	149	84	TFT			SSO	WMS	TMS	ERP	INT	CEL	0,602	0,042	14,173	0,000	-0,175	0,065	-2,686	0,008	0,427
232	152	80	TFT	RST	RCT			ERP	INT	CEL	0,601	0,042	14,194	0,000	-0,174	0,066	-2,614	0,010	0,427	
233	144	89	TFT			WMS	TMS	ERP	INT	CEL	0,608	0,043	14,077	0,000	-0,179	0,064	-2,805	0,006	0,428	
233	149	84	TFT	RST		SSO		TMS	ERP	INT	CEL	0,602	0,042	14,171	0,000	-0,174	0,065	-2,679	0,008	0,428
233	149	84	RST			SSO		TMS	ERP	INT	CEL	0,602	0,042	14,169	0,000	-0,174	0,065	-2,672	0,008	0,428
233	149	84	TFT	RST		SSO		TMS	ERP	CEL	0,602	0,042	14,166	0,000	-0,173	0,065	-2,666	0,008	0,428	
233	150	83	TFT	RST		SSO	WMS			CEL	0,601	0,042	14,188	0,000	-0,173	0,065	-2,649	0,009	0,428	
233	139	94	TFT			SSO		ERP	INT	CEL	0,614	0,044	13,988	0,000	-0,185	0,063	-3,041	0,004	0,429	
275	123	152	TFT	RST			WMS	TMS	ERP	INT	CEL	0,637	0,039	16,275	0,000	-0,207	0,049	-4,230	0,000	0,430
233	146	87	TFT	RST			WMS	TMS	ERP	CEL	0,603	0,043	14,088	0,000	-0,172	0,064	-2,677	0,008	0,431	
233	147	86	TFT	RST		SSO		TMS	ERP	INT	CEL	0,602	0,043	14,105	0,000	-0,171	0,064	-2,647	0,009	0,431
233	145	88	TFT	RST			WMS	TMS	ERP	INT	CEL	0,604	0,043	14,059	0,000	-0,171	0,064	-2,675	0,008	0,432
233	140	93	TFT					TMS	ERP	INT	CEL	0,609	0,044	13,963	0,000	-0,176	0,063	-2,792	0,006	0,433
233	142	91	RST			SSO		ERP	INT	CEL	0,607	0,043	14,003	0,000	-0,174	0,063	-2,750	0,006	0,433	
233	143	90	TFT	RST		SSO		ERP	INT	CEL	0,606	0,043	14,016	0,000	-0,172	0,064	-2,708	0,007	0,433	
233	145	88	RST				WMS	TMS	ERP	INT	CEL	0,603	0,043	14,047	0,000	-0,169	0,064	-2,640	0,009	0,434
275	114	161	TFT				WMS	TMS	ERP	INT	CEL	0,645	0,040	15,990	0,000	-0,210	0,049	-4,289	0,000	0,435
233	144	89	RST			SSO	WMS		ERP	INT	CEL	0,603	0,043	14,020	0,000	-0,168	0,064	-2,642	0,009	0,435
233	132	101	TFT				WMS	TMS	ERP	INT	CEL	0,618	0,045	13,802	0,000	-0,182	0,062	-2,956	0,003	0,436
233	140	93	TFT	RST			WMS		ERP	INT	CEL	0,607	0,044	13,939	0,000	-0,171	0,063	-2,724	0,007	0,436
233	141	92	TFT	RST		SSO				INT	CEL	0,606	0,043	13,955	0,000	-0,170	0,063	-2,690	0,008	0,436
233	142	91	TFT	RST				TMS	ERP	INT	CEL	0,605	0,043	13,973	0,000	-0,169	0,063	-2,663	0,008	0,436
233	144	89				SSO		TMS	ERP	INT	CEL	0,603	0,043	14,013	0,000	-0,167	0,064	-2,621	0,009	0,436
233	144	89	TFT			SSO		TMS	ERP	CEL	0,603	0,043	14,011	0,000	-0,167	0,064	-2,614	0,010	0,436	
233	145	88	TFT	RST		SSO	WMS			CEL	0,602	0,043	14,033	0,000	-0,166	0,064	-2,599	0,010	0,436	
233	138	95	RST				WMS		ERP	INT	CEL	0,608	0,044	13,885	0,000	-0,170	0,062	-2,725	0,007	0,438
233	137	96	TFT			SSO				INT	CEL	0,609	0,044	13,863	0,000	-0,171	0,062	-2,742	0,007	0,439
233	141	92	TFT				WMS		ERP	INT	CEL	0,604	0,043	13,934	0,000	-0,166	0,063	-2,630	0,009	0,439
233	141	92	RST				WMS	TMS	ERP	INT	CEL	0,604	0,043	13,933	0,000	-0,166	0,063	-2,627	0,009	0,439
275	110	165	TFT	RST			WMS	TMS	ERP		CEL	0,646	0,041	15,814	0,000	-0,207	0,049	-4,231	0,000	0,440
275	117	158	TFT	RST				TMS	ERP	INT	CEL	0,634	0,040	15,927	0,000	-0,194	0,049	-3,979	0,000	0,440
233	137	96	TFT	RST			WMS			INT	CEL	0,608	0,044	13,847	0,000	-0,168	0,062	-2,695	0,008	0,440
233	136	97	TFT	RST				ERP	INT	CEL	0,609	0,044	13,827	0,000	-0,169	0,062	-2,716	0,007	0,441	
233	137	96				SSO	WMS		ERP	INT	CEL	0,608	0,044	13,840	0,000	-0,167	0,062	-2,677	0,008	0,441
233	133	100	TFT				WMS		ERP	CEL	0,612	0,044	13,762	0,000	-0,170	0,062	-2,766	0,006	0,442	
233	138	95	TFT			SSO		ERP	CEL	0,606	0,044	13,853	0,000	-0,164	0,062	-2,633	0,009	0,442		
275	145	130	TFT	RST		SSO	WMS	TMS	ERP	INT	CEL	0,595	0,036	16,430	0,000	-0,153	0,050	-3,087	0,002	0,442
233	134	99	RST					ERP	INT	CEL	0,610	0,044	13,773	0,000	-0,168	0,062	-2,720	0,007	0,443	
233	137	96	TFT					TMS	ERP	INT	CEL	0,606	0,044	13,821	0,000	-0,163	0,062	-2,621	0,009	0,443

Fonte: o autor.

Tabela 47: Pacotes tecnológicos estatisticamente significativos para a medida de eficiência técnica local para o *cluster* Rede (continuação).

275	135	140	TFT	RST		SSO	WMS	TMS		INT		0,605	0,037	16,199	0,000	-0,162	0,049	-3,304	0,001	0,443
233	131	102					WMS		ERP	INT	CEL	0,613	0,045	13,709	0,000	-0,170	0,061	-2,771	0,006	0,444
233	134	99				SSO			ERP	INT	CEL	0,610	0,044	13,764	0,000	-0,166	0,062	-2,692	0,008	0,444
233	135	98	TFT			SSO			ERP		CEL	0,608	0,044	13,775	0,000	-0,164	0,062	-2,648	0,009	0,444
275	137	138	TFT			SSO	WMS	TMS	ERP	INT		0,602	0,037	16,224	0,000	-0,158	0,049	-3,220	0,001	0,444
275	107	168	TFT					TMS	ERP	INT		0,642	0,041	15,999	0,000	-0,197	0,049	-4,033	0,000	0,446
275	107	168	TFT	RST			WMS	TMS	ERP	INT		0,640	0,041	15,556	0,000	-0,193	0,049	-3,954	0,000	0,447
275	100	175	TFT				WMS	TMS	ERP			0,653	0,042	15,435	0,000	-0,205	0,049	-4,201	0,000	0,448
275	105	170		RST			WMS	TMS	ERP	INT		0,643	0,041	15,509	0,000	-0,195	0,049	-4,002	0,000	0,448
275	126	149	TFT			SSO	WMS	TMS		INT		0,610	0,038	15,897	0,000	-0,162	0,049	-3,324	0,001	0,448
275	141	134	TFT	RST		SSO	WMS	TMS	ERP	INT		0,593	0,037	16,214	0,000	-0,144	0,049	-2,930	0,004	0,449
232	112	120	TFT	RST	RCT		WMS	TMS	ERP	INT		0,639	0,048	13,311	0,000	-0,190	0,059	-3,202	0,002	0,449
233	128	105	TFT						ERP		CEL	0,612	0,045	13,592	0,000	-0,162	0,061	-2,671	0,008	0,450
275	133	142	TFT			SSO		TMS	ERP	INT		0,600	0,037	16,009	0,000	-0,150	0,049	-3,069	0,002	0,450
233	129	104	TFT				WMS			INT	CEL	0,610	0,045	13,602	0,000	-0,159	0,061	-2,620	0,009	0,451
233	126	107							ERP	INT	CEL	0,613	0,045	13,541	0,000	-0,161	0,060	-2,679	0,008	0,452
275	96	179					WMS	TMS	ERP	INT		0,653	0,043	15,239	0,000	-0,201	0,049	-4,110	0,000	0,452
275	126	149	TFT			SSO	WMS		ERP	INT		0,605	0,038	15,809	0,000	-0,153	0,049	-3,155	0,002	0,452
232	108	124	TFT	RST	RCT			TMS	ERP	INT		0,642	0,049	13,213	0,000	-0,190	0,059	-3,229	0,001	0,452
275	132	143	TFT	RST		SSO	WMS	TMS	ERP			0,598	0,038	15,939	0,000	-0,146	0,049	-3,000	0,003	0,452
275	136	139	TFT	RST		SSO	WMS	TMS	ERP	INT		0,594	0,037	16,038	0,000	-0,143	0,049	-2,921	0,004	0,452
275	122	153	TFT	RST		SSO	WMS	TMS				0,610	0,039	15,716	0,000	-0,157	0,048	-3,247	0,001	0,453
275	102	173	TFT					TMS	ERP			0,639	0,042	15,295	0,000	-0,185	0,049	-3,805	0,000	0,454
232	105	127	TFT	RST	RCT		WMS		ERP	INT		0,646	0,049	13,146	0,000	-0,192	0,059	-3,269	0,001	0,454
275	97	178	TFT				WMS	TMS	ERP	INT		0,646	0,043	15,176	0,000	-0,191	0,049	-3,925	0,000	0,455
275	99	176		RST				TMS	ERP	INT		0,640	0,042	15,166	0,000	-0,183	0,049	-3,768	0,000	0,456
275	121	154	TFT	RST		SSO	WMS			INT		0,607	0,039	15,622	0,000	-0,151	0,048	-3,132	0,002	0,456
232	107	125	TFT		RCT		WMS	TMS	ERP	INT		0,640	0,049	13,150	0,000	-0,184	0,059	-3,129	0,002	0,456
275	121	154		RST		SSO	WMS	TMS	ERP	INT		0,605	0,039	15,582	0,000	-0,148	0,048	-3,055	0,003	0,457
275	123	152	TFT			SSO	WMS	TMS	ERP			0,603	0,039	15,636	0,000	-0,146	0,048	-3,022	0,003	0,457
275	128	147	TFT	RST		SSO		TMS		INT		0,598	0,038	15,751	0,000	-0,141	0,048	-2,905	0,004	0,457
232	124	108	TFT	RST	RCT	SSO		TMS	ERP	INT		0,614	0,046	13,425	0,000	-0,157	0,060	-2,604	0,010	0,457
275	92	183	TFT	RST			WMS	TMS				0,650	0,043	14,997	0,000	-0,192	0,049	-3,936	0,000	0,458
275	110	165	TFT			SSO	WMS			INT		0,617	0,040	15,305	0,000	-0,158	0,048	-3,276	0,001	0,459
232	103	129	TFT		RCT			TMS	ERP	INT		0,643	0,049	13,055	0,000	-0,184	0,058	-3,162	0,002	0,459
232	116	116	TFT	RST	RCT	SSO		TMS		INT		0,622	0,047	13,259	0,000	-0,163	0,059	-2,750	0,006	0,459
232	120	112	TFT	RST	RCT	SSO	WMS		ERP	INT		0,617	0,046	13,328	0,000	-0,157	0,060	-2,638	0,009	0,459
275	112	163	TFT			SSO	WMS	TMS				0,613	0,040	15,316	0,000	-0,152	0,048	-3,160	0,002	0,460
232	98	134	TFT		RCT		WMS		ERP	INT		0,652	0,050	12,975	0,000	-0,192	0,058	-3,314	0,001	0,460
275	124	151				SSO	WMS	TMS	ERP	INT		0,598	0,038	15,582	0,000	-0,137	0,048	-2,848	0,005	0,460
232	105	127		RST	RCT		WMS	TMS	ERP	INT		0,638	0,049	13,072	0,000	-0,178	0,058	-3,060	0,003	0,460
275	132	143		RST		SSO	WMS	TMS	ERP	INT		0,590	0,037	15,785	0,000	-0,131	0,048	-2,695	0,008	0,460
275	89	186					WMS	TMS	ERP	INT		0,651	0,044	14,853	0,000	-0,189	0,049	-3,876	0,000	0,461
275	119	156	TFT			SSO		TMS		INT		0,602	0,039	15,449	0,000	-0,141	0,048	-2,934	0,004	0,461
232	107	125	TFT	RST	RCT		WMS	TMS	ERP			0,634	0,048	13,093	0,000	-0,173	0,058	-2,967	0,003	0,461
232	119	113	TFT	RST	RCT	SSO	WMS	TMS		INT		0,616	0,046	13,290	0,000	-0,155	0,059	-2,606	0,010	0,461
275	91	184	TFT				WMS	TMS	ERP			0,645	0,043	14,872	0,000	-0,184	0,049	-3,771	0,000	0,462
275	85	190		RST			WMS	TMS		INT		0,658	0,045	14,771	0,000	-0,197	0,049	-4,004	0,000	0,462
275	90	185					WMS	TMS	ERP			0,647	0,044	14,854	0,000	-0,186	0,049	-3,808	0,000	0,462
275	98	177	TFT	RST				TMS		INT		0,631	0,042	14,976	0,000	-0,168	0,048	-3,479	0,001	0,462
275	112	163				SSO	WMS	TMS		INT		0,611	0,040	15,285	0,000	-0,149	0,048	-3,101	0,002	0,462
232	101	131		RST	RCT			TMS	ERP	INT		0,642	0,049	12,977	0,000	-0,179	0,058	-3,095	0,002	0,463
275	121	154	TFT	RST		SSO	WMS		ERP			0,598	0,039	15,464	0,000	-0,136	0,048	-2,824	0,005	0,463
232	116	116	TFT	RST	RCT	SSO			ERP	INT		0,619	0,047	13,222	0,000	-0,156	0,059	-2,642	0,009	0,463
275	126	149	TFT	RST		SSO		TMS	ERP			0,591	0,038	15,552	0,000	-0,128	0,048	-2,648	0,009	0,464
275	106	169	TFT	RST		SSO	WMS					0,613	0,041	15,063	0,000	-0,148	0,048	-3,087	0,002	0,465
232	113	119	TFT		RCT	SSO	WMS		ERP	INT		0,620	0,047	13,141	0,000	-0,155	0,059	-2,642	0,009	0,465
275	120	155				SSO		TMS	ERP	INT		0,595	0,039	15,367	0,000	-0,130	0,048	-2,702	0,007	0,466
232	98	134	TFT	RST	RCT			WMS	ERP	INT		0,643	0,050	12,892	0,000	-0,178	0,058	-3,082	0,002	0,466
232	100	132			RCT		WMS	TMS	ERP	INT		0,639	0,049	12,915	0,000	-0,173	0,058	-2,994	0,003	0,466
275	75	200					WMS	TMS		INT		0,669	0,046	14,416	0,000	-0,201	0,050	-4,056	0,000	0,467
275	81	194	TFT				WMS	TMS				0,655	0,045	14,523	0,000	-0,188	0,049	-3,822	0,000	0,467
232	98	134	TFT	RST	RCT		WMS		ERP			0,642	0,050	12,876	0,000	-0,175	0,058	-3,035	0,003	0,467
275	80	195					WMS	TMS	ERP			0,656	0,045	14,488	0,000	-0,188	0,049	-3,829	0,000	0,468
275	107	168		RST		SSO	WMS	TMS				0,607	0,040	15,000	0,000	-0,139	0,048	-2,896	0,004	0,468
275	108	167	TFT			SSO	WMS		ERP			0,606	0,040	15,029	0,000	-0,138	0,048	-2,881	0,004	0,468
275	117	158	TFT			SSO		TMS	ERP			0,596	0,039	15,247	0,000	-0,128	0,048	-2,676	0,008	0,468
232	96	136		RST	RCT		WMS		ERP	INT		0,644	0,050	12,837	0,000	-0,177	0,057	-3,077	0,002	0,468
232	102	130	TFT	RST	RCT			TMS	ERP			0,634	0,049	12,929	0,000	-0,166	0,058	-2,881	0,004	0,468
232	109	123	TFT		RCT	SSO			ERP	INT		0,623	0,048	13,038	0,000	-0,154	0,058	-2,653	0,009	0,468
232	110	122	TFT	RST	RCT	SSO	WMS			INT		0,622	0,048	13,059	0,000	-0,154	0,058	-2,638	0,009	0,468
275	87	188	TFT					TMS		INT		0,637	0,044	14,549	0,000	-0,167	0,049	-3,443	0,001	0,469

Fonte: o autor.

Tabela 48: Pacotes tecnológicos estatisticamente significativos para a medida de eficiência de escala para o cluster Rede.

232	96	136		RCT			TMS	ERP	INT	0,643	0,050	12,823	0,000	-0,174	0,057	-3,035	0,003	0,469	
232	91	141	TFT		RCT			ERP	INT	0,650	0,051	12,726	0,000	-0,180	0,057	-3,139	0,002	0,470	
275	111	164				SSO	WMS		ERP	INT	0,600	0,040	15,052	0,000	-0,130	0,048	-2,714	0,007	0,470
275	114	161		RST		SSO			TMS	INT	0,597	0,039	15,133	0,000	-0,127	0,048	-2,662	0,008	0,470
275	113	162	TFT	RST		SSO			TMS		0,597	0,040	15,094	0,000	-0,127	0,048	-2,655	0,008	0,470
275	105	170		RST		SSO	WMS			INT	0,606	0,041	14,892	0,000	-0,135	0,048	-2,826	0,005	0,471
232	101	131	TFT		RCT		WMS	TMS	ERP		0,631	0,049	12,867	0,000	-0,160	0,057	-2,779	0,006	0,471
232	99	133	TFT	RST			WMS	TMS		INT	0,635	0,049	12,839	0,000	-0,164	0,057	-2,852	0,005	0,471
232	89	143			RCT				ERP	INT	0,651	0,051	12,672	0,000	-0,179	0,057	-3,139	0,002	0,472
275	94	181				SSO	WMS			INT	0,617	0,042	14,584	0,000	-0,144	0,048	-3,009	0,003	0,473
232	94	138	TFT	RST		RCT			TMS		0,640	0,050	12,730	0,000	-0,167	0,057	-2,921	0,004	0,473
232	104	128	TFT	RST		RCT	SSO			INT	0,624	0,048	12,896	0,000	-0,151	0,058	-2,630	0,009	0,473
275	76	199		RST					TMS		0,648	0,046	14,190	0,000	-0,174	0,049	-3,552	0,001	0,474
232	89	143	TFT		RCT		WMS		ERP		0,647	0,051	12,637	0,000	-0,173	0,057	-3,038	0,003	0,474
275	68	207		RST			WMS	TMS			0,666	0,047	14,030	0,000	-0,191	0,050	-3,839	0,000	0,475
275	97	178				SSO	WMS	TMS			0,610	0,042	14,602	0,000	-0,135	0,048	-2,830	0,005	0,475
232	99	133		RST		RCT		WMS	ERP		0,629	0,049	12,789	0,000	-0,155	0,057	-2,708	0,007	0,475
275	81	194	TFT	RST					TMS		0,634	0,045	14,234	0,000	-0,159	0,049	-3,271	0,001	0,476
275	81	194		RST					TMS	ERP	0,633	0,045	14,220	0,000	-0,157	0,049	-3,245	0,001	0,476
275	91	184	TFT			SSO	WMS				0,616	0,043	14,430	0,000	-0,140	0,048	-2,926	0,004	0,476
232	96	136	TFT		RCT			TMS	ERP		0,631	0,050	12,705	0,000	-0,153	0,057	-2,695	0,008	0,477
232	89	143		RST					ERP	INT	0,642	0,051	12,588	0,000	-0,164	0,057	-2,896	0,004	0,478
232	89	143	TFT	RST		RCT		WMS		INT	0,639	0,051	12,562	0,000	-0,159	0,056	-2,822	0,005	0,480
232	93	139	TFT	RST		RCT		WMS	TMS		0,631	0,050	12,616	0,000	-0,151	0,057	-2,669	0,008	0,480
232	93	139	TFT		RCT		WMS	TMS		INT	0,631	0,050	12,616	0,000	-0,151	0,057	-2,668	0,008	0,480
275	89	186		RST		SSO	WMS				0,609	0,043	14,228	0,000	-0,128	0,048	-2,677	0,008	0,481
232	90	142	TFT	RST		RCT			ERP		0,635	0,051	12,557	0,000	-0,154	0,056	-2,729	0,007	0,481
232	94	138		RST		RCT			TMS	ERP	0,629	0,050	12,627	0,000	-0,148	0,057	-2,625	0,009	0,481
275	57	218					WMS	TMS			0,676	0,050	13,585	0,000	-0,193	0,051	-3,822	0,000	0,482
275	64	211						TMS	ERP	INT	0,654	0,048	13,676	0,000	-0,172	0,050	-3,462	0,001	0,482
275	70	205							TMS	ERP	0,641	0,046	13,804	0,000	-0,159	0,049	-3,255	0,001	0,482
232	82	150			RCT				ERP	INT	0,649	0,052	12,428	0,000	-0,167	0,056	-2,971	0,003	0,482
232	88	144	TFT		RCT				TMS	INT	0,637	0,051	12,509	0,000	-0,154	0,056	-2,745	0,007	0,482
232	90	142		RST		RCT		WMS	TMS	INT	0,634	0,051	12,546	0,000	-0,152	0,056	-2,697	0,008	0,482
232	88	144		RST		RCT		WMS		ERP	0,636	0,051	12,503	0,000	-0,153	0,056	-2,725	0,007	0,483
275	69	206	TFT						TMS		0,637	0,047	13,703	0,000	-0,153	0,049	-3,135	0,002	0,484
232	85	147		RST		RCT			TMS	INT	0,640	0,051	12,442	0,000	-0,156	0,056	-2,780	0,006	0,484
232	87	145	TFT	RST		RCT			TMS		0,633	0,051	12,441	0,000	-0,147	0,056	-2,623	0,009	0,486
232	81	151	TFT		RCT				ERP		0,640	0,052	12,323	0,000	-0,153	0,056	-2,741	0,007	0,487
232	81	151	TFT		RCT		WMS			INT	0,641	0,052	12,333	0,000	-0,155	0,056	-2,770	0,006	0,487
232	79	153			RCT			WMS	ERP		0,641	0,052	12,271	0,000	-0,153	0,056	-2,743	0,007	0,489
232	80	152	TFT	RST		RCT				INT	0,636	0,052	12,258	0,000	-0,146	0,055	-2,627	0,009	0,491
275	56	219		RST					TMS		0,641	0,049	13,120	0,000	-0,148	0,050	-2,996	0,003	0,492
232	79	153			RCT				TMS		0,636	0,052	12,224	0,000	-0,144	0,055	-2,605	0,010	0,492
232	78	154		RST		RCT		WMS		INT	0,637	0,052	12,202	0,000	-0,145	0,055	-2,618	0,009	0,492
346	134	212	TFT	RST			WMS		ERP	INT	0,661	0,029	22,426	0,000	-0,162	0,038	-4,323	0,000	0,499
275	43	232							TMS		0,638	0,051	12,462	0,000	-0,138	0,050	-2,738	0,007	0,501
346	119	227	TFT	RST			WMS		ERP		0,674	0,031	21,583	0,000	-0,171	0,038	-4,444	0,000	0,503
346	119	227	TFT				WMS		ERP	INT	0,672	0,031	21,512	0,000	-0,168	0,038	-4,371	0,000	0,504
348	107	241	TFT	RST			WMS			INT	0,685	0,033	20,994	0,000	-0,175	0,039	-4,487	0,000	0,510
346	101	245	TFT				WMS		ERP		0,685	0,034	20,230	0,000	-0,174	0,040	-4,338	0,000	0,511
348	89	259	TFT	RST			WMS				0,705	0,036	19,745	0,000	-0,189	0,041	-4,594	0,000	0,515
348	91	257	TFT				WMS			INT	0,700	0,035	19,800	0,000	-0,184	0,041	-4,493	0,000	0,515
346	106	240		RST			WMS		ERP	INT	0,668	0,033	20,123	0,000	-0,153	0,040	-3,863	0,000	0,515
346	91	255					WMS		ERP	INT	0,684	0,036	19,134	0,000	-0,165	0,041	-3,984	0,000	0,519
346	89	257		RST			WMS		ERP		0,679	0,036	18,765	0,000	-0,157	0,042	-3,766	0,000	0,522
348	74	274		RST			WMS			INT	0,714	0,039	18,241	0,000	-0,191	0,044	-4,348	0,000	0,523
348	69	279	TFT				WMS				0,720	0,041	17,779	0,000	-0,195	0,045	-4,334	0,000	0,525
346	116	230	TFT	RST					ERP	INT	0,636	0,032	19,871	0,000	-0,112	0,039	-2,858	0,005	0,525
348	58	290					WMS			INT	0,745	0,044	16,938	0,000	-0,218	0,048	-4,533	0,000	0,527
346	71	275					WMS		ERP		0,696	0,040	17,260	0,000	-0,168	0,045	-3,744	0,000	0,528
346	98	248	TFT	RST					ERP		0,648	0,035	18,646	0,000	-0,119	0,041	-2,924	0,004	0,528
348	54	294		RST			WMS				0,745	0,046	16,346	0,000	-0,215	0,049	-4,353	0,000	0,530
351	87	264	TFT	RST						INT	0,658	0,036	18,036	0,000	-0,121	0,042	-2,871	0,004	0,537
348	34	314					WMS				0,801	0,057	14,112	0,000	-0,263	0,060	-4,423	0,000	0,538
351	62	289	TFT	RST							0,677	0,043	15,655	0,000	-0,133	0,048	-2,798	0,005	0,544

Fonte: o autor.

Tabela 48: Pacotes tecnológicos estatisticamente significativos para a medida de eficiência de escala para a *cluster* Rede (continuação).

Tamanho da Amostra	# Não	# Sim	Pacotes tecnológicos										β_0	Erro Padrão(β_0)	Estim. t(β_0)	p(β_0)	β_1	Erro Padrão(β_1)	Estim. t(β_1)	p(β_1)	$\gamma = \beta_0 + \beta_1$		
275	43	232											TMS		0,311	0,041	7,622	0,000	0,142	0,040	3,538	0,001	0,453
275	64	211											TMS	INT	0,345	0,039	8,906	0,000	0,112	0,040	2,783	0,006	0,457
275	54	221											SSO		0,311	0,039	7,957	0,000	0,149	0,039	3,773	0,000	0,460
275	56	219											RST		0,316	0,039	8,112	0,000	0,144	0,040	3,645	0,000	0,460
232	55	177											RCT		0,345	0,042	8,221	0,000	0,120	0,041	2,956	0,004	0,465
275	81	194											TFT	RST	0,345	0,037	9,434	0,000	0,122	0,040	3,056	0,003	0,466
275	80	195											WMS	TMS	0,342	0,037	9,347	0,000	0,125	0,040	3,152	0,002	0,467
275	76	199											RST		0,334	0,037	9,074	0,000	0,134	0,040	3,379	0,001	0,468
275	90	185											TFT	RST	0,355	0,036	9,901	0,000	0,113	0,040	2,818	0,005	0,468
275	85	190											RST		0,347	0,036	9,605	0,000	0,121	0,040	3,029	0,003	0,468
275	97	178											SSO	WMS	0,360	0,035	10,225	0,000	0,109	0,040	2,700	0,007	0,469
232	68	164											RST	RCT	0,359	0,041	8,709	0,000	0,110	0,042	2,619	0,009	0,469
275	89	186											RST		0,348	0,036	9,739	0,000	0,123	0,040	3,075	0,002	0,470
275	80	195											SSO	WMS	0,332	0,036	9,154	0,000	0,139	0,039	3,542	0,001	0,471
42	16	26											RRT		0,251	0,124	2,035	0,049	0,220	0,067	3,298	0,002	0,471
275	92	183											SSO	WMS	0,350	0,035	9,880	0,000	0,121	0,040	3,024	0,003	0,471
275	87	178											TFT		0,356	0,035	10,142	0,000	0,116	0,040	2,878	0,004	0,471
275	100	175											TFT		0,359	0,035	10,303	0,000	0,112	0,040	2,779	0,006	0,471
275	70	205												WMS	0,308	0,037	8,381	0,000	0,165	0,039	4,254	0,000	0,473
232	70	162											RCT		0,352	0,041	8,659	0,000	0,121	0,042	2,891	0,004	0,473
232	76	156											RCT	WMS	0,361	0,040	8,920	0,000	0,112	0,043	2,637	0,009	0,473
275	98	177											TFT	RST	0,354	0,035	10,138	0,000	0,119	0,040	2,969	0,003	0,473
275	72	203											RST		0,309	0,037	8,468	0,000	0,165	0,039	4,250	0,000	0,474
275	107	168											TFT	RST	0,363	0,034	10,587	0,000	0,111	0,041	2,738	0,007	0,474
275	91	184												WMS	0,340	0,035	9,659	0,000	0,135	0,040	3,407	0,001	0,475
232	81	151											RCT		0,363	0,040	9,069	0,000	0,112	0,043	2,604	0,010	0,475
275	103	172											TFT		0,355	0,034	10,317	0,000	0,121	0,040	2,998	0,003	0,476
275	90	185											RST		0,338	0,035	9,589	0,000	0,137	0,040	3,473	0,001	0,476
275	80	195											SSO		0,315	0,036	8,830	0,000	0,163	0,039	4,202	0,000	0,478
275	89	186												TMS	0,332	0,035	9,436	0,000	0,146	0,039	3,711	0,000	0,478
232	77	155											RST		0,353	0,040	8,829	0,000	0,125	0,042	2,956	0,003	0,478
275	107	168											TFT		0,356	0,034	10,448	0,000	0,123	0,040	3,048	0,003	0,478
275	110	165											TFT	RST	0,360	0,034	10,630	0,000	0,117	0,041	2,886	0,004	0,478
232	83	149											RCT	WMS	0,361	0,040	9,081	0,000	0,117	0,043	2,726	0,007	0,478
275	86	189											SSO		0,324	0,035	9,194	0,000	0,155	0,039	3,965	0,000	0,479
275	96	179												WMS	0,341	0,035	9,833	0,000	0,137	0,040	3,461	0,001	0,479
275	107	168											RST		0,355	0,034	10,442	0,000	0,123	0,040	3,062	0,002	0,479
275	112	163											SSO	WMS	0,360	0,034	10,684	0,000	0,120	0,041	2,947	0,004	0,479
275	119	156											TFT		0,367	0,033	11,039	0,000	0,112	0,041	2,736	0,007	0,479
275	114	161											TFT		0,362	0,034	10,789	0,000	0,117	0,041	2,879	0,004	0,479
275	117	158											TFT		0,364	0,033	10,929	0,000	0,115	0,041	2,820	0,005	0,480
275	110	165											TFT	RST	0,355	0,034	10,527	0,000	0,126	0,040	3,133	0,002	0,481
275	122	153											TFT	RST	0,368	0,033	11,149	0,000	0,113	0,041	2,743	0,007	0,481
275	81	194											RST		0,307	0,035	8,690	0,000	0,176	0,038	4,580	0,000	0,482
275	109	166												SSO	0,353	0,034	10,453	0,000	0,129	0,040	3,214	0,002	0,482
275	104	171											SSO		0,345	0,034	10,142	0,000	0,138	0,040	3,477	0,001	0,483
275	105	170											RST		0,346	0,034	10,194	0,000	0,137	0,040	3,448	0,001	0,483
275	121	154											TFT	RST	0,364	0,033	11,038	0,000	0,120	0,041	2,920	0,004	0,483
275	94	181											RST		0,328	0,034	9,512	0,000	0,156	0,039	3,987	0,000	0,484
275	123	152											TFT		0,365	0,033	11,133	0,000	0,118	0,041	2,874	0,004	0,484
232	82	150											RCT		0,346	0,039	8,850	0,000	0,139	0,042	3,294	0,001	0,485
275	97	178											RST		0,330	0,034	9,636	0,000	0,156	0,039	3,983	0,000	0,486
232	91	141											RCT	SSO	0,360	0,039	9,246	0,000	0,126	0,044	2,897	0,004	0,486
275	113	162											TFT	RST	0,351	0,033	10,548	0,000	0,135	0,040	3,356	0,001	0,486
232	90	142											TFT	RST	0,358	0,039	9,194	0,000	0,129	0,043	2,966	0,003	0,486
42	19	23											RRT		0,268	0,130	2,056	0,046	0,219	0,078	2,790	0,008	0,486
275	102	173											SSO		0,335	0,034	9,902	0,000	0,151	0,039	3,844	0,000	0,487
275	102	173											TFT	RST	0,336	0,034	9,912	0,000	0,151	0,039	3,821	0,000	0,487
275	111	164												SSO	0,348	0,033	10,427	0,000	0,138	0,040	3,456	0,001	0,487
232	98	134											TFT	RST	0,367	0,039	9,512	0,000	0,120	0,045	2,696	0,008	0,487
232	71	161											RCT		0,320	0,039	8,209	0,000	0,167	0,040	4,160	0,000	0,488
232	79	153											RCT	WMS	0,336	0,039	8,622	0,000	0,153	0,041	3,688	0,000	0,488
275	105	170											RST		0,339	0,034	10,056	0,000	0,149	0,040	3,766	0,000	0,488
275	112	163											TFT	RST	0,347	0,033	10,433	0,000	0,141	0,040	3,534	0,001	0,488
232	96	136											RCT	SSO	0,363	0,039	9,407	0,000	0,125	0,044	2,839	0,005	0,488

Fonte: o autor.

Tabela 48: Pacotes tecnológicos estatisticamente significativos para a medida de eficiência de escala para o *cluster* Rede (continuação).

232	89	143					RCT	WMS	ERP	INT	0,350	0,039	9,068	0,000	0,139	0,043	3,250	0,001	0,490		
232	104	128			RST		RCT	SSO	TMS		0,370	0,038	9,697	0,000	0,120	0,045	2,651	0,009	0,490		
275	118	157			RST			SSO	WMS	TMS	ERP	0,352	0,033	10,713	0,000	0,138	0,040	3,428	0,001	0,490	
275	102	173						SSO		TMS	ERP	0,328	0,034	9,764	0,000	0,163	0,039	4,159	0,000	0,491	
42	18	24			RST		RRT			TMS	ERP	0,249	0,122	20,930	0,048	0,242	0,071	4,325	0,001	0,491	
275	117	158	TFT					SSO		TMS	ERP	0,349	0,033	10,630	0,000	0,142	0,040	3,534	0,001	0,491	
275	105	170			RST			WMS	TMS	ERP	INT	0,332	0,033	9,933	0,000	0,159	0,039	4,053	0,000	0,491	
275	99	176			RST				TMS	ERP	INT	0,322	0,034	9,540	0,000	0,170	0,039	4,389	0,000	0,492	
275	132	143	TFT		RST			SSO	WMS	TMS	ERP	0,364	0,032	11,379	0,000	0,129	0,041	3,114	0,002	0,493	
275	95	180			RST			SSO		ERP		0,311	0,034	9,208	0,000	0,183	0,038	4,761	0,000	0,494	
275	114	161			RST				TMS	INT		0,341	0,033	10,392	0,000	0,152	0,040	3,826	0,000	0,494	
275	117	158	TFT		RST				TMS	ERP	INT	0,345	0,033	10,549	0,000	0,150	0,040	3,734	0,000	0,494	
275	121	154			RST			SSO	WMS	TMS	INT	0,350	0,032	10,781	0,000	0,144	0,040	3,552	0,001	0,494	
275	124	151						SSO	WMS	TMS	ERP	INT	0,353	0,032	10,932	0,000	0,141	0,041	3,469	0,001	0,494
275	128	147	TFT		RST			SSO		TMS	INT	0,357	0,032	11,137	0,000	0,137	0,041	3,343	0,001	0,494	
275	123	152	TFT		RST				WMS	TMS	ERP	INT	0,353	0,032	10,889	0,000	0,141	0,041	3,478	0,001	0,494
275	135	140	TFT		RST			SSO	WMS	TMS	INT	0,365	0,032	11,491	0,000	0,130	0,042	3,120	0,002	0,494	
275	137	138	TFT					SSO	WMS	TMS	ERP	INT	0,367	0,032	11,601	0,000	0,127	0,042	3,031	0,003	0,494
232	101	131	TFT				RCT		WMS	TMS	ERP	0,360	0,038	9,471	0,000	0,135	0,044	3,027	0,003	0,495	
232	108	124	TFT		RST		RCT		TMS	ERP	INT	0,369	0,038	9,792	0,000	0,127	0,046	2,778	0,006	0,495	
42	20	22					RRT	SSO				0,267	0,130	2,058	0,046	0,230	0,081	2,825	0,007	0,497	
232	89	143			RST		RCT			ERP	INT	0,338	0,038	8,895	0,000	0,159	0,042	3,762	0,000	0,497	
275	120	155						SSO		TMS	ERP	INT	0,345	0,032	10,653	0,000	0,152	0,040	3,774	0,000	0,497
232	96	136					RCT		TMS	ERP	INT	0,350	0,038	9,223	0,000	0,148	0,043	3,401	0,001	0,497	
232	96	136	TFT				RCT		TMS	ERP		0,351	0,038	9,237	0,000	0,146	0,043	3,360	0,001	0,497	
275	129	146	TFT		RST			SSO		TMS	ERP	INT	0,356	0,032	11,137	0,000	0,141	0,041	3,442	0,001	0,497
275	133	142	TFT					SSO		TMS	ERP	INT	0,360	0,032	11,345	0,000	0,136	0,041	3,303	0,001	0,497
232	109	123			RST		RCT		TMS	ERP	INT	0,368	0,038	9,789	0,000	0,129	0,046	2,819	0,005	0,497	
275	136	139	TFT		RST			SSO	WMS		ERP	INT	0,363	0,032	11,488	0,000	0,134	0,042	3,232	0,001	0,497
232	80	152			RST		RCT			ERP	INT	0,319	0,038	8,390	0,000	0,180	0,041	4,430	0,000	0,498	
232	100	132			RST		RCT	SSO		ERP		0,355	0,038	9,389	0,000	0,143	0,044	3,255	0,001	0,498	
232	114	118					RCT	SSO		TMS	ERP	INT	0,372	0,037	9,967	0,000	0,126	0,047	2,710	0,007	0,498
232	116	116					RCT	SSO	WMS	TMS	ERP	INT	0,375	0,037	10,052	0,000	0,123	0,047	2,618	0,009	0,498
232	112	120	TFT		RST		RCT		WMS	TMS	ERP	INT	0,371	0,037	9,899	0,000	0,127	0,046	2,741	0,007	0,498
275	111	164						SSO		TMS	ERP	0,329	0,033	10,062	0,000	0,170	0,039	4,336	0,000	0,499	
232	109	123			RST		RCT	SSO	WMS	TMS	ERP	0,365	0,037	9,753	0,000	0,134	0,046	2,935	0,004	0,499	
232	107	125	TFT		RST		RCT		WMS	TMS	ERP	0,364	0,038	9,679	0,000	0,135	0,045	2,986	0,003	0,499	
232	115	117	TFT				RCT	SSO	WMS	TMS	ERP	0,373	0,037	10,002	0,000	0,126	0,047	2,689	0,008	0,499	
232	88	144			RST		RCT		WMS		ERP	0,332	0,038	8,785	0,000	0,167	0,042	4,000	0,000	0,500	
275	126	149	TFT		RST			SSO		TMS	ERP	0,348	0,032	10,899	0,000	0,152	0,040	3,756	0,000	0,500	
232	100	132					RCT		WMS	TMS	ERP	INT	0,353	0,038	9,364	0,000	0,146	0,044	3,332	0,001	0,500
232	102	130	TFT		RST		RCT		TMS	ERP	0,355	0,038	9,435	0,000	0,146	0,044	3,296	0,001	0,500		
42	18	24					RRT			TMS	ERP	0,235	0,116	2,029	0,049	0,266	0,067	3,952	0,000	0,501	
232	93	139					RCT		WMS	TMS	ERP	0,340	0,038	9,017	0,000	0,160	0,043	3,758	0,000	0,501	
232	105	127			RST		RCT		SSO	TMS	ERP	0,358	0,037	9,553	0,000	0,143	0,045	3,204	0,002	0,501	
275	163	112			RSP			SSO	WMS		ERP	INT	0,382	0,030	12,711	0,000	0,119	0,045	2,652	0,009	0,501
232	88	144					RCT			TMS	ERP	0,329	0,038	8,730	0,000	0,173	0,042	4,166	0,000	0,502	
275	114	161			RST			SSO		TMS	ERP	INT	0,329	0,032	10,147	0,000	0,174	0,039	4,436	0,000	0,503
275	121	154			RST			SSO		TMS	ERP	INT	0,338	0,032	10,545	0,000	0,166	0,040	4,154	0,000	0,503
232	96	136			RST		RCT		WMS		ERP	INT	0,343	0,038	9,122	0,000	0,160	0,043	3,718	0,000	0,503
232	112	120	TFT				RCT	SSO		TMS	ERP	0,365	0,037	9,815	0,000	0,139	0,046	3,025	0,003	0,503	
232	115	117			RST		RCT	SSO	WMS	TMS	ERP	0,368	0,037	9,937	0,000	0,135	0,046	2,912	0,004	0,503	
232	121	111	TFT		RST		RCT	SSO	WMS	TMS	ERP	0,375	0,037	10,180	0,000	0,128	0,048	2,683	0,008	0,503	
232	106	126					RCT	SSO		TMS	ERP	0,356	0,037	9,556	0,000	0,147	0,045	3,293	0,001	0,504	
232	99	133			RST		RCT		WMS	TMS	ERP	0,345	0,037	9,228	0,000	0,159	0,043	3,672	0,000	0,504	
232	113	119			RST		RCT	SSO	WMS	TMS	ERP	INT	0,365	0,037	9,842	0,000	0,140	0,046	3,034	0,003	0,504
232	101	131			RST		RCT		TMS	ERP	INT	0,347	0,037	9,309	0,000	0,158	0,044	3,606	0,000	0,505	
232	94	138			RST		RCT		TMS	ERP	0,334	0,037	8,956	0,000	0,171	0,042	4,046	0,000	0,506		
42	21	21			RST		RRT	SSO				0,268	0,130	2,062	0,046	0,240	0,085	2,824	0,007	0,507	
232	124	108			RSP		RCT			ERP	0,375	0,037	10,252	0,000	0,132	0,048	2,742	0,007	0,507		
232	105	127			RST		RCT		WMS	TMS	ERP	INT	0,351	0,037	9,451	0,000	0,157	0,044	3,541	0,001	0,507
232	119	113			RST		RCT	SSO		TMS	ERP	INT	0,369	0,037	10,050	0,000	0,138	0,047	2,933	0,004	0,507
232	121	111			RST		RCT	SSO	WMS	TMS	ERP	INT	0,372	0,037	10,135	0,000	0,135	0,048	2,843	0,005	0,507
232	112	120			RST		RCT	SSO		TMS	ERP	0,360	0,037	9,747	0,000	0,148	0,046	3,255	0,001	0,508	
275	132	143			RST			SSO	WMS	TMS	ERP	INT	0,347	0,031	11,072	0,000	0,160	0,041	3,935	0,000	0,508
232	118	114	TFT		RST		RCT		TMS	ERP	0,367	0,037	9,999	0,000	0,141	0,047	3,006	0,003	0,508		
275	145	130	TFT		RST			SSO	WMS	TMS	ERP	INT	0,361	0,031	11,738	0,000	0,148	0,042	3,509	0,001	0,508
42	21	21					RRT		WMS	TMS	ERP	0,266	0,129	2,061	0,046	0,243	0,084	2,883	0,006	0,509	
42	21	21					RRT		WMS	TMS	ERP	INT	0,266	0,129	2,061	0,046	0,243	0,084	2,883	0,006	0,509
275	128	147			RST			SSO		TMS	ERP	INT	0,340	0,031	10,800	0,000	0,170	0,040	4,237	0,000	0,510

Fonte: o autor.

Tabela 48: Pacotes tecnológicos estatisticamente significativos para a medida de eficiência de escala para o *cluster* Rede (continuação).

42	21	21		RST		RRT			TMS	ERP	INT	0,264	0,128	2,060	0,046	0,247	0,084	2,950	0,005	0,511	
275	141	134	TFT	RST				SSO		TMS	ERP	INT	0,354	0,031	11,487	0,000	0,157	0,041	3,778	0,000	0,511
42	22	20		RST		RRT			WMS	TMS	ERP	0,266	0,129	2,065	0,045	0,254	0,088	2,884	0,006	0,520	
42	22	20		RST		RRT			WMS	TMS	ERP	INT	0,266	0,129	2,065	0,045	0,254	0,088	2,884	0,006	0,520
42	22	20				RRT		SSO		TMS		0,264	0,128	2,064	0,046	0,260	0,087	2,985	0,005	0,524	
351	32	319									INT	0,332	0,063	5,268	0,000	0,193	0,066	2,925	0,004	0,525	
42	20	22		RST		RRT				TMS	ERP	0,235	0,115	2,038	0,048	0,291	0,072	4,033	0,000	0,526	
346	71	275							WMS		ERP	0,403	0,042	9,629	0,000	0,129	0,047	2,770	0,006	0,532	
351	53	298		RST							INT	0,357	0,049	7,325	0,000	0,177	0,053	3,344	0,001	0,534	
346	45	301								ERP	0,309	0,051	6,081	0,000	0,226	0,054	4,180	0,000	0,535		
346	76	270	TFT							ERP	0,395	0,040	9,789	0,000	0,141	0,045	3,101	0,002	0,536		
351	87	264	TFT	RST						INT	0,420	0,038	10,971	0,000	0,116	0,044	2,632	0,009	0,536		
42	23	19		RST		RRT		SSO		TMS		0,264	0,128	2,069	0,045	0,272	0,091	2,985	0,005	0,537	
346	89	257		RST					WMS		ERP	0,399	0,037	10,664	0,000	0,143	0,043	3,318	0,001	0,542	
42	23	19				RRT		SSO		ERP	0,260	0,126	2,067	0,045	0,282	0,090	3,133	0,003	0,542		
42	23	19				RRT		SSO		TMS	ERP	0,260	0,126	2,067	0,045	0,282	0,090	3,133	0,003	0,542	
346	67	279		RST						ERP	0,332	0,042	7,888	0,000	0,215	0,047	4,615	0,000	0,547		
346	119	227	TFT	RST					WMS		ERP	0,427	0,033	13,063	0,000	0,119	0,040	2,973	0,003	0,547	
346	69	277								INT	0,333	0,041	8,024	0,000	0,216	0,046	4,675	0,000	0,548		
346	91	255							WMS		ERP	INT	0,385	0,037	10,465	0,000	0,163	0,043	3,818	0,000	0,548
346	97	249	TFT							ERP	INT	0,394	0,036	11,007	0,000	0,155	0,042	3,698	0,000	0,549	
346	119	227	TFT						WMS		ERP	INT	0,423	0,033	12,950	0,000	0,126	0,040	3,146	0,002	0,549
346	98	248	TFT	RST						ERP	0,392	0,036	11,019	0,000	0,158	0,042	3,792	0,000	0,550		
346	153	193	TFP	RST						ERP	0,448	0,029	15,438	0,000	0,102	0,039	2,639	0,009	0,551		
346	160	186	TFP	RSP						INT	0,451	0,028	15,872	0,000	0,101	0,039	2,610	0,009	0,552		
346	160	186	TFP	RSP					WMS		ERP	INT	0,452	0,028	15,885	0,000	0,100	0,039	2,588	0,010	0,552
351	139	212		RSP	RST					INT	0,437	0,030	14,460	0,000	0,117	0,039	3,016	0,003	0,554		
346	143	203		RSP						ERP	INT	0,437	0,030	14,609	0,000	0,117	0,039	2,996	0,003	0,554	
346	153	193	TFP							ERP	INT	0,444	0,029	15,320	0,000	0,110	0,039	2,838	0,005	0,554	
351	153	198	TFP	RST						INT	0,447	0,029	15,509	0,000	0,107	0,038	2,770	0,006	0,554		
346	165	181	TFP	TFT	RST					ERP	0,451	0,028	16,110	0,000	0,104	0,039	2,708	0,007	0,555		
346	171	175	TFT	RSP						ERP	0,455	0,028	16,514	0,000	0,101	0,039	2,609	0,010	0,555		
42	24	18		RST		RRT		SSO		ERP	0,261	0,126	2,072	0,045	0,295	0,094	3,133	0,003	0,556		
42	24	18		RST		RRT		SSO		TMS	ERP	0,261	0,126	2,072	0,045	0,295	0,094	3,133	0,003	0,556	
351	171	180	TFT	RSP	RST					INT	0,456	0,027	16,682	0,000	0,101	0,038	2,656	0,008	0,557		
346	172	174	TFP	TFP	RSP					ERP	INT	0,453	0,027	16,529	0,000	0,104	0,039	2,687	0,008	0,557	
351	171	180	TFP	TFP	RSP	RST				ERP	INT	0,456	0,027	16,682	0,000	0,101	0,038	2,656	0,008	0,557	
346	106	240		RST					WMS		ERP	INT	0,386	0,034	11,327	0,000	0,172	0,041	4,228	0,000	0,558
346	165	181	TFP	RST						ERP	INT	0,447	0,028	15,999	0,000	0,112	0,038	2,906	0,004	0,559	
351	167	184	TFP	TFT	RST					INT	0,450	0,028	16,314	0,000	0,110	0,038	2,878	0,004	0,560		
346	134	212	TFT	RST					WMS		ERP	INT	0,419	0,031	13,658	0,000	0,141	0,039	3,616	0,000	0,560
346	170	176		RSP	RST				WMS		ERP	INT	0,449	0,028	16,305	0,000	0,111	0,038	2,883	0,004	0,560
346	88	258		RST						ERP	INT	0,344	0,037	9,345	0,000	0,217	0,042	5,116	0,000	0,561	
346	172	174	TFP	RSP	RST					ERP	INT	0,449	0,027	16,410	0,000	0,112	0,038	2,905	0,004	0,561	
346	183	163	TFP	RST					WMS		ERP	INT	0,455	0,027	17,102	0,000	0,108	0,039	2,788	0,006	0,562
346	116	230	TFT	RST						ERP	INT	0,392	0,033	12,019	0,000	0,171	0,040	4,283	0,000	0,563	
346	156	190		RSP	RST					ERP	INT	0,435	0,029	15,210	0,000	0,129	0,038	3,351	0,001	0,564	
346	169	177	TFP	RSP	RST					ERP	INT	0,442	0,028	16,058	0,000	0,124	0,038	3,232	0,001	0,566	
346	184	162	TFP	RSP	RST					ERP	INT	0,451	0,026	17,052	0,000	0,116	0,039	2,997	0,003	0,567	
346	184	162	TFP	RSP	RST					ERP	INT	0,451	0,026	17,052	0,000	0,116	0,039	2,997	0,003	0,567	
346	195	151	TFP	TFT	RST				WMS		ERP	INT	0,456	0,026	17,721	0,000	0,112	0,039	2,893	0,004	0,569
346	181	165	TFP	TFT	RST					ERP	INT	0,445	0,027	16,717	0,000	0,127	0,038	3,321	0,001	0,572	
116	22	94				RRT					0,478	0,085	5,643	0,000	0,197	0,058	3,397	0,001	0,675		
116	25	91				RRT				INT	0,459	0,082	5,630	0,000	0,228	0,057	3,978	0,000	0,687		
116	30	86		RST		RRT				INT	0,492	0,086	5,721	0,000	0,197	0,063	3,118	0,002	0,689		
116	34	82	TFT			RRT				INT	0,505	0,088	5,769	0,000	0,188	0,067	2,822	0,006	0,693		
112	38	74	TFT			RRT			ERP	0,492	0,088	5,603	0,000	0,225	0,070	3,233	0,002	0,717			
112	30	82				RRT			ERP	0,426	0,078	5,446	0,000	0,293	0,057	5,131	0,000	0,719			
112	43	69	TFT	RST		RRT			ERP	0,511	0,090	5,664	0,000	0,210	0,076	2,784	0,006	0,721			
112	35	77		RST		RRT			ERP	0,459	0,083	5,538	0,000	0,264	0,064	4,156	0,000	0,723			
112	32	80				RRT			ERP	INT	0,426	0,078	5,466	0,000	0,300	0,058	5,158	0,000	0,726		
112	39	73	TFT			RRT			ERP	INT	0,480	0,086	5,598	0,000	0,247	0,069	3,591	0,001	0,726		
112	43	69		RST		RRT		WMS		ERP	0,503	0,089	5,656	0,000	0,223	0,074	2,996	0,003	0,726		
112	43	69		RST		RRT		WMS		ERP	INT	0,503	0,089	5,656	0,000	0,223	0,074	2,996	0,003	0,726	
112	39	73				RRT		WMS		ERP	0,475	0,085	5,593	0,000	0,254	0,068	3,727	0,000	0,729		
112	39	73				RRT		WMS		ERP	INT	0,475	0,085	5,593	0,000	0,254	0,068	3,727	0,000	0,729	
112	46	66	TFT			RRT		WMS		ERP	0,513	0,090	5,691	0,000	0,216	0,078	2,769	0,007	0,729		
112	46	66	TFT			RRT		WMS		ERP	INT	0,513	0,090	5,691	0,000	0,216	0,078	2,769	0,007	0,729	
112	37	75		RST		RRT			ERP	INT	0,457	0,082	5,555	0,000	0,273	0,065	4,235	0,000	0,731		
112	44	68	TFT	RST		RRT			ERP	INT	0,500	0,088	5,661	0,000	0,232	0,075	3,100	0,003	0,732		
112	55	57		RSP		RRT			ERP	0,522	0,090	5,790	0,000	0,233	0,088	2,655	0,009	0,735			
112	57	55		RSP		RRP	RRT		ERP	INT	0,520	0,090	5,799	0,000	0,245	0,089	2,744	0,007	0,765		
112	56	56		RSP		RRT			ERP	INT	0,513	0,089	5,786	0,000	0,255	0,087	2,921	0,004	0,768		

Fonte: o autor.