

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ANÁLISE DE RETORNO DE ESCALA E TAMANHO DO MERCADO NO
DESEMPENHO DE EQUIPES DE VENDAS APLICANDO ANÁLISE DE
ENVOLTÓRIA DE DADOS – DEA: UM ESTUDO EM EMPRESA DE
TELECOMUNICAÇÕES NO BRASIL**

por

SAMARY CARVALHO DE ALMEIDA
ADMINISTRADOR, UFRN, 1998

TESE SUBMETIDA AO PROGRAMA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE

MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

DEZEMBRO, 2007

© 2007 SAMARY CARVALHO DE ALMEIDA
TODOS DIREITOS RESERVADOS.

O autor aqui designado concede ao Programa de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Norte permissão para reproduzir, distribuir, comunicar, ao público, em papel ou meio eletrônico, esta obra, no todo ou em parte, nos termos da Lei.

Assinatura do Autor: _____

APROVADO POR:

Prof. Rubens Eugênio Barreto Ramos, D.Sc. – Orientador, Presidente

Prof. Sérgio Marques Júnior, Dr., Membro Examinador

Prof. Renato Samuel Barbosa de Araújo, Dr., Membro Examinador Externo

MEMBRO CONVIDADO DA SOCIEDADE

Eng. Denílson Pedro da Silva
Telemar Norte Leste S.A.

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Divisão de Serviços Técnicos

Catálogo da Publicação na Fonte. UFRN / Biblioteca Central Zila Mamede

Almeida, Samary Carvalho de.

Análise de retorno de escala e tamanho do mercado no desempenho de equipes de vendas aplicando análise de envoltória de dados – DEA: um estudo em empresa de Telecomunicações no Brasil / Samary Carvalho de Almeida. – Natal, RN, 2007.

72 f.

Orientador: Rubens Eugênio Barreto Ramos.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

1. Serviços de telecomunicações – Avaliação de vendas – Dissertação. 2. Fronteira de Eficiência – Dissertação. 3. Análise de Envoltória de Dados – Dissertação. I. Ramos, Rubens Eugênio Barreto. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. III. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 621.817(043.3)

CURRICULUM VITAE RESUMIDO

Samary Carvalho de Almeida é Administrador de Empresas (UFRN/1998), durante o mestrado como experiência profissional, atuou na Telemar Norte Leste S.A., passou por diversos segmentos da área de negócios Varejo, como Coordenador de Vendas Varejo, Gerente de Vendas Varejo, Gerente Regional de Negócios Pré-pagos, atuando nos estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Atualmente exerce a Função de Gerente de Contas Distribuidor Nacional, atuando nos estados do Ceará, Pernambuco, Piauí, Maranhão, Pará e Amazonas, tendo como foco a distribuição de cartões Indutivos, Cartões de Recarga com cartões físicos e On Line, além da distribuição de Chip's Pré-pagos.

À minha esposa Cleide e aos meus filhos Maria Clara e Daniel por todo o apoio, incentivo e carinho para conclusão deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A **Deus** pela saúde, paz e fé que nos revigora em todos os momentos da vida.

À **Cleide, Maria Clara e Daniel** pelo incentivo permanente e pelo que representam na minha vida.

Aos **meus pais, Benedito Canuto de Almeida e Raimunda Carvalho de Almeida** pelo amor que me deram e pelo que me ensinaram a tentar ser: generoso, compreensivo, tolerante, persistente, justo, solidário e carinhoso.

Ao **Prof. Dr. Rubens Eugênio Barreto Ramos** pela paciência, dedicação e orientação no desenvolvimento deste trabalho.

À **Telemar Norte Leste S.A.**, hoje denominada OI, e aos amigos de Trabalho, à **Redefone Comércio e Serviços Ltda**, pela disponibilização dos dados e informações necessárias ao trabalho.

Aos **meus familiares** pela compreensão e apoio nos momentos de ausência.

À **Universidade Federal do Rio Grande do Norte e ao Programa de Engenharia de Produção (PEP)** pela oportunidade de participar deste programa.

À **Cleide, Secretária** do Programa de Engenharia de Produção, pela disponibilidade e educado atendimento.

À **Katia Ellaine**, amiga de Turma do Programa de Engenharia de Produção, pelo apoio constante para conclusão deste trabalho.

Resumo da Tese apresentada à UFRN/PEP como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências em Engenharia de Produção.

ANÁLISE DE RETORNO DE ESCALA E TAMANHO DO MERCADO NO DESEMPENHO DE EQUIPES DE VENDAS APLICANDO ANÁLISE DE ENVOLTÓRIA DE DADOS – DEA: UM ESTUDO EM EMPRESA DE TELECOMUNICAÇÕES NO BRASIL

SAMARY CARVALHO DE ALMEIDA

Dezembro, 2007

Orientador: Prof. Rubens Eugênio Barreto Ramos, D.Sc.

Curso: Mestrado em Ciências em Engenharia de Produção

Esta tese de mestrado propõe utilizar a Análise de Envoltória de Dados - DEA (*Data Envelopment Analysis*) na avaliação de desempenho das equipes de vendas a partir de um estudo de suas áreas de atuação. São utilizados dados obtidos junto à empresa contratada para distribuição dos produtos no estado do Ceará. As análises das treze áreas de vendas foram realizadas considerando o método de retorno constante de escala orientado a produto (CCR-O), em seguida, esse método com utilização de região de garantia (AR-O-C) e por último o método de retorno variável de escala com utilização de região de garantia (AR-O-V). O método utilizado na primeira abordagem mostra-se inapropriado para este estudo pois apresenta o inconveniente de gerar pesos com valor igual a zero, permitindo que uma área avaliada obtenha score máximo não produzindo. Utilizando-se restrições de pesos, através dos métodos da Região de Garantia AR-O-C e AR-O-V, identificam-se a existência de retornos decrescentes de escala significando que a melhoria de desempenho não é proporcional ao tamanho das áreas analisadas. Através do método AR-O-V foram encontradas nove áreas eficientes. Observando os dados gerados pelas análises faz-se um estudo para projetar metas de melhoria para as áreas ineficientes. Complementando o estudo, comparam-se os dados do PIB de cada área com os scores obtidos na análise AR-O-V. Os resultados apresentados nesse trabalho garantem a utilidade da DEA como metodologia para a avaliação de desempenho das equipes de vendas podendo contribuir para a melhoria da qualidade do seu processo de gestão.

Palavras-chave: Serviços de telecomunicações, Avaliação de vendas, Fronteira de Eficiência, Análise de Envoltória de Dados

Abstract of the Master's Thesis submitted to UFRN/PEP in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Production Engineering

ANALYSIS OF RETURNS TO SCALE AND MARKET SIZE ON SALES TEAM PERFORMANCE APPLYING DATA ENVELOPMENT ANALYSIS - DEA: A STUDY ON A TELECOM FIRM IN BRAZIL

SAMARY CARVALHO DE ALMEIDA

December 2007

Thesis Supervisor: Professor Rubens Eugênio Barreto Ramos, D.Sc.

Program: Master of Science in Production Engineering

This Master's Thesis proposes the application of Data Envelopment Analysis – DEA to evaluate the performance of sales teams, based on a study of their coverage areas. Data was collected from the company contracted to distribute the products in the state of Ceará. Analyses of thirteen sales coverage areas were performed considering first the output-oriented constant return to scale method (CCR-O), then this method with assurance region (AR-O-C) and finally the method of variable returns to scale with assurance region (AR-O-V). The method used in the first approach is shown to be inappropriate for this study, since it inconveniently generates zero-valued weights, allowing that an area under evaluation obtain the maximal score by not producing. Using weight restrictions, through the assurance region methods AR-O-C and AR-O-V, decreasing returns to scale are identified, meaning that the improvement in performance is not proportional to the size of the areas being analyzed. Observing data generated by the analysis, a study is carried out, aiming to design improvement goals for the inefficient areas. Complementing this study, GDP data for each area was compared with scores obtained using AR-O-V analysis. The results presented in this work show that DEA is a useful methodology for assessing sales team performance and that it may contribute to improvements on the quality of the management process.

Keywords: Telecommunication services, sales assessment, production frontier, Data Envelopment Analysis

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	1
1.1.1	<i>O Mercado de Telecomunicações no Brasil.....</i>	<i>1</i>
1.1.2	<i>O Sistema de Telefonia Pública (TP).....</i>	<i>3</i>
1.1.3	<i>Principais Metodologias de Avaliação de Eficiência.....</i>	<i>5</i>
1.2	OBJETIVO.....	6
1.3	RELEVÂNCIA.....	6
1.4	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	7
CAPÍTULO 2	ANÁLISE DE DESEMPENHO UTILIZANDO DEA.....	9
2.1	O CONCEITO DE EFICIÊNCIA TÉCNICA E FRONTEIRA DE EFICIÊNCIA DE FARREL.....	9
2.2	ORIGEM DA DEA.....	12
2.3	PRINCIPAIS MODELOS DA DEA.....	15
2.3.1	<i>Modelo CCR.....</i>	<i>15</i>
2.3.2	<i>Modelo BCC.....</i>	<i>19</i>
2.4	RESTRIÇÃO DE PESOS – REGIÃO DE GARANTIA (<i>ASSURANCE REGION</i>).....	21
2.5	ECONOMIAS DE ESCALA.....	22
2.6	AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO EM VENDAS USANDO DEA.....	25
2.7	SÍNTESE PARA A PESQUISA.....	29
CAPÍTULO 3	METODOLOGIA DA PESQUISA.....	30
3.1	TIPOLOGIA DA PESQUISA.....	30
3.2	PROCESSO E METODOLOGIA DA DEA.....	30
3.3	UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA DEA.....	32
3.4	DADOS.....	34
3.5	MODELOS E ANÁLISES DE DEA UTILIZADOS.....	36
3.5.1	<i>A Orientação a Produtos.....</i>	<i>36</i>
3.5.2	<i>A Escolha do Modelo: a Análise do Método AR.....</i>	<i>37</i>
3.6	FERRAMENTA COMPUTACIONAL.....	37
CAPÍTULO 4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	38
4.1	ANÁLISE DA NECESSIDADE DE REGIÃO DE GARANTIA.....	38
4.2	ANÁLISE ECONOMIA DE ESCALA COM AR-O-C E AR-O-V.....	40
4.2.1	<i>Análise de Economia de Escala para Tamanho da Equipe.....</i>	<i>40</i>
4.2.2	<i>Análise de Economia de Escala para quantidade de PDV's.....</i>	<i>43</i>
4.2.3	<i>Análise de Economia de Escala para Múltiplos Insumos.....</i>	<i>46</i>
4.3	ANÁLISE DO IMPACTO DO PIB NO ESCORE DE EFICIÊNCIA.....	48
4.3.1	<i>Análise da relação dos escores AR-O-C com o PIB total.....</i>	<i>48</i>

4.3.2	<i>Análise da relação dos escores AR-O-C com o PIB per capita</i>	49
4.4	SÍNTESE DA ANÁLISE	50
CAPÍTULO 5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	52
5.1	SÍNTESE DOS PRINCIPAIS RESULTADOS.....	52
5.2	ANÁLISE CRÍTICA QUANTO AO OBJETIVO DO TRABALHO.....	53
5.3	LIMITAÇÃO DO TRABALHO.....	53
5.4	RECOMENDAÇÕES.....	54
5.5	CONCLUSÕES.....	54
REFERÊNCIAS	56
ANEXOS	60
ANEXO 1 – FORMULAÇÃO MATEMÁTICA DO CCR		61
ANEXO 2 – TABELA DADOS PRIMÁRIOS		63
ANEXO 3 – RESULTADOS AR-O-V E AR-O-C		65
ANEXO 4 – PIB DO ESTADO DO CEARÁ		68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1– Receita das Operadoras de Telefonia Fixa	2
Tabela 2.1 - Dados de Vendas e Empregados por Loja (Cooper, Seiford, Tone, 2006).....	16
Tabela 2.2 O Caso de Um Insumo e Dois Produtos	18
Tabela 3.1 - Lista de DMU's e resultados consolidados Equipes e PDV's no terceiro trimestre de 2006.....	35
Tabela 3.2 - Dados reescaloados das DMU's	36
Tabela 3.3 - Fatores de reescaloadamentos Bases.	36
Tabela 3.4 - Pesos das Variáveis	37
Tabela 4.1 - Escores e Pesos, Análise CCR-O, 3º trimestre de 2006 – Insumo Virtual (Equipes,PDV's).....	39
Tabela 4.2 - Escores e Pesos, Análise AR-O-C, 3º trimestre de 2006 – Insumo Virtual (Equipes,PDV's).....	39
Tabela 4.3 - Comparativo escores CCR X ARO, ranking.	40
Tabela 4.4 - Escores das Equipes, Região de Garantia com retorno constante.	40
Tabela 4.5 - Escores das Equipes, Região de Garantia com Retorno Variável.	42
Tabela 4.6 - Escores dos PDV's, Região de Garantia com Retorno Constante.....	43
Tabela 4.7 - Escores dos PDV's, Região de Garantia com Retorno Variável.	44
Tabela 4.8 – Escores e Pesos, Equipes e PDV's, Análise AR-O-C, 3º trimestre de 2006	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Eficiência Técnica e de Preço	10
Figura 2.2 - Fronteira eficiente de Farrell (isoquanta) dos dados observados para 2 insumos – y e x.....	11
Figura 2.3 - Deseconomias de Escala	12
Figura 2.4 - Fronteira eficiente CCR (retornos constantes de escala).	16
Figura 2.5 - Comparação entre Fronteira Eficiente CCR e Regressão.	17
Figura 2.6 - Projeção para CCR orientado a insumo e produto.	17
Figura 2.7 - O Caso de Um Insumo e Dois Produtos CCR (Cooper, Seiford e Tone, 2006) ...	18
Figura 2.8 - Eficiência e Melhoria (Cooper, Seiford, Tone, 2006)	19
Figura 2.9 - Fronteira eficiente BCC (retorno variável de escala)	21
Figura 2.10 - Curvas de custo de curto prazo em forma de U (baseado em Garófalo e Carvalho. 1986)	23
Figura 2.11- Curvas de custo médio de longo prazo, com fase de retornos crescentes, constantes e decrescentes (baseado em Garófalo e Carvalho, 1986).....	24
Figura 2.12 - Abordagens para avaliação de desempenho de vendedor (Boles et al.,1996)....	26
Figura 4.1 – Gráfico Escores versus Equipes.	41
Figura 4.2 - Gráfico escores versus equipes, Retorno Variável de escala.	42
Figura 4.3 - Gráfico escores versus PDV's, AR-O-C.....	44
Figura 4.4 - Gráfico escores versus PDV's, Retorno Variável de escala.	45
Figura 4.5 – Escore AR-O-C – Insumo Virtual (Equipes,PDV's).	47
Figura 4.6 – Escore AR-O-V, Insumo Virtual (Equipes, PDV's).	48
Figura 4.7 – PIB versus AR-O-C, Insumo Virtual (Equipes,PDV's).	49
Figura 4.8 – PIB per Capita versus Escore AR-O-C.....	50

LISTA DE SIGLAS, NOMES E ACRÔNIMOS

ANATEL – *Agência Nacional de Telecomunicações*

AR – *Assurance Region*

AR-O-C – *Assurance Region, Output, Constant*

AR-O-V – *Assurance Region, Output, Variable*

CRS – *Constant Returns to Scale*

CTB – *Companhia Telefônica Brasileira*

DDD – *Discagem Direta à Distância*

DEA – *Data Envelopment Analysis*

DMU – *Decision Making Unit*

EMBRATEL – *Empresa Brasileira de Telecomunicações*

PDV's – *Pontos de Vendas*

PEX – *Plano de Excelência*

STFC – *Serviço Telefônico Fixo Comutado*

TELEBRÁS – *Telecomunicações Brasileiras S.A.*

TFP – *Produtividade Total dos Fatores*

TUP – *Telefone de Uso Público*

VRS – *Variable Returns to Scale*

Capítulo 1

Introdução

Este trabalho investiga o desempenho de equipes de vendas de cartões telefônicos pré-pagos de uma grande empresa de telecomunicações no Brasil, utilizando a metodologia DEA como instrumento de avaliação, analisando a influência dos insumos, tamanho da equipe e quantidade de Pontos de Vendas e o resultado das vendas dos produtos de três tipos de cartões pré-pagos.

Este capítulo aborda a contextualização da avaliação de eficiência, o cenário do mercado de telecomunicações no Brasil, o surgimento da Tecnologia dos Cartões Indutivos no Brasil e a avaliação de eficiência baseada na metodologia DEA (*Data Envelopment Analysis* – Análise de Envoltória de Dados). Também são informados os objetivos definidos para essa dissertação, sua relevância e a estrutura geral dos capítulos que integram este trabalho acadêmico.

1.1 Contextualização

1.1.1 O Mercado de Telecomunicações no Brasil

A necessidade de se estabelecer padrões de qualidade para as linhas telefônicas no país levou o Ministério das Comunicações, no final da década de 60, a formar um grupo constituído por engenheiros da EMBRATEL e CTB com coordenação da secretaria geral desse ministério.

A dificuldade no estabelecimento de comunicações telefônicas com a necessária inteligibilidade e na realização de ligações locais, interurbanas ou internacionais sem degradação de sinal exigia a criação de normas e processos de qualidade para regulamentar o setor. Com a criação da TELEBRAS, o sistema de discagem direta a distância (DDD) começou a ser introduzido no país aumentando com isto as exigências dos clientes em relação à qualidade das ligações. Este sistema foi o grande responsável pelo

desenvolvimento das telecomunicações até a segunda metade da década de 90 (NETO, 2000).

A Lei 9.472 (Lei Geral das Telecomunicações) de julho de 1997 que dispõe sobre a organização dos serviços de telecomunicações, a criação e funcionamento de um órgão regulador e outros aspectos institucionais. Essa lei foi aprovada em votação na Câmara dos Deputados em 18/06/1997 e no Senado Federal em 10/07/97. No dia 16 de julho de 1997 a lei foi sancionada pelo Presidente da República Fernando Henrique Cardoso.

A Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) foi criada como uma autarquia especial, sendo administrativamente independente, financeiramente autônoma, não se subordinando hierarquicamente à órgãos do governo. Sua missão é promover o desenvolvimento das telecomunicações do país de modo a dotá-lo de uma moderna e eficiente infra-estrutura de telecomunicações, capaz de oferecer a sociedade serviços adequados, diversificados e a preços competitivos com os valores mundiais.

Com base em documentos da ANATEL, o acompanhamento do processo de privatização teve por função principal o controle da atuação das companhias de acordo com as definições apresentadas nos contratos de privatização. Nesses contratos foram definidas metas que deveriam ser alcançadas no período de 5 anos. A esse planejamento foi dado o nome de “Plano Geral de Metas de Universalização para o STFC” e contemplava melhorias na qualidade dos serviços prestados aos clientes.

O processo de privatização do Sistema Telebrás encerrou-se em 29 de julho de 1998, quando esse Sistema foi privatizado. O preço pago pela privatização, foi de R\$ 22,057 bilhões, somado ao valor arrecadado pela banda B, de R\$ 8 bilhões, superando os R\$ 30 bilhões previstos pelo Ministro das Comunicações, Sérgio Motta. (RNT - Revista Nacional de Telecomunicações, nº 229, - Set. 1998).

A Tabela 1.1 apresenta dados de Receita dos anos de 2003 a 2005. Nota-se que quando se analisa apenas a participação da Receita da Telefonia Pública, sem considerar a participação da Receita de assinatura e Banda Larga, esta contribui com 5,35% no primeiro ano, 7,4% no segundo e cai para 6,25% no terceiro ano. Esse fato é justificado por uma queda de 9,21% em 2005, em relação a 2004, que teve um aumento significativo de pouco mais de 40%, explicado em parte pelo cumprimento das metas de Universalização pelas Operadoras nos anos anteriores (Site Teleco.com.br, 2007).

Tabela 1.1– Receita das Operadoras de Telefonia Fixa

MILHOES R\$	2003	2004	2005
Chamadas Locais	5566	5715	5673
Chamadas Interurbanas	6860	7188	7120
Chamadas Internacionais	1336	1394	1199
Chamadas Telefonia Pública	1271	1780	1616
Serviços Fixo-Móvel	7308	7453	8191
Serviços 0800	914	1154	920
Serviços de Valor adicionado	507	524	1140
Serviços Complementares (assinaturas, mudanças de Titularidade)	9972	11060	11187
Fornecimento de conexão para acesso à Internet em banda larga	1167	1104	1480
Total	34901	37372	38526
Participação Telefonia Pública no Total	3.64%	4.76%	4.19%
Participação Telefonia Pública ex-assinaturas e banda larga	5.35%	7.06%	6.25%
Crescimento da Receita		40.05%	-9.21%

Fonte: Site Teleco

1.1.2 O Sistema de Telefonia Pública (TP)

Após breve descrição das mudanças ocorridas no Brasil, iniciando com o histórico do sistema de telecomunicações no Brasil, um pouco do contexto do processo de privatização e universalização do telefone, endente-se ser importante mostrar questões que influenciam no mercado de cartões indutivos, marcos históricos e influência de obrigações legais no que diz respeito a este assunto.

O cartão telefônico brasileiro é do tipo indutivo. Os primeiros cartões telefônicos no país foram emitidos em 1992, por ocasião da Eco-92. O sistema foi inventado pelo engenheiro Nelson Guilherme Bardini com a colaboração de Dalson Artacho, entre os anos de 1976 e 1978, com o nome de "Ficha Eletrônica".

O cartão indutivo é um "memory card" onde os dados estão armazenados em células. A célula possui um pequeno fusível que é feito de uma liga metálica. Como uma memória de computador, é possível associar códigos a cada célula do cartão, onde o valor é "1" se a célula estiver contínua e "0" se o fusível foi aberto e, conseqüentemente, a célula estiver interrompida. Normalmente, todas as células do cartão são produzidas com valor "1" e gravadas nas unidades de leitura e gravação de cartão. Esta gravação é única e não retornável. Esta característica garante a alta segurança do cartão indutivo. O cartão indutivo é mais seguro que o cartão magnético e cartão com código de barras e apresenta um custo mais favorável que o cartão Smart Card Contactless.

Além de altamente seguro, o cartão indutivo não pode ser produzido, copiado ou duplicado fora da indústria, o que lhe confere características anti-fraude com alta relação custo-benefício. O cartão é fabricado a partir de um material plástico PVC, que é o

principal substrato. Ao PVC, é adicionada uma fina camada (5 microns, que equivale a 5 milésimos de milímetro) de uma liga metálica. Nesta camada metálica é feito o desenho do circuito, que conterá um número de células necessário para cada aplicação, que pode variar desde 24 até 120 células. Uma vez feito o desenho do circuito, aplica-se uma resina que o protege. Ao final desta etapa, o cartão é impresso com o logotipo da empresa ou usuário tanto na frente como no verso e cortado no tamanho específico que pode ser o formato ISO (85x54mm), como é o caso dos cartões utilizados na telefonia pública.

Na fase anterior à Privatização, a Telefonia Pública tinha um papel secundário, pois para este segmento era destinado um pequeno percentual de toda a expansão, e não havia critérios para instalação dos “orelhões”, sendo muitas vezes direcionados por interesses políticos de líderes de comunidade, que em geral, eram ligados a algum representante do legislativo, em qualquer uma de suas esferas. Isto de certa forma beneficiava a alguns poucos e provocava uma demanda não atendida ainda maior, o mercado era alimentado pelas “fichas”, substituídas de forma gradual a partir de 1992 pelo Cartão Indutivo. Essas fichas simplesmente atendiam a um mercado de forma inercial, sem qualquer esforço de vendas, pois pela própria escassez e insuficiência de atendimento, eram consumidas de forma instantânea. Nessa fase eram exigidos esforços maiores no processo de recolhimento, embalagem e retorno das fichas ao mercado, do que mesmo, na análise do consumo.

Na fase posterior à Privatização, em função da obrigatoriedade no cumprimento das metas de universalização, destacam-se os seguintes fatos:

- Ao final dos anos 90, é realizada a organização da área de Distribuição. O atendimento ao mercado era feito de forma irregular e sem critérios específicos, por pessoas ou até mesmo algumas pequenas empresas que eram credenciadas a adquirem os cartões e revender no mercado. Esse processo foi revisto e este grupo foi reduzido a poucas empresas organizadas com base num Plano de Excelência, denominado PEX. Esse plano definia os princípios que deveriam ser seguidos para atendimento às metas obrigatórias que o regulamento exigia e ainda às metas de qualidade definidas pelas operadoras (Revista Conexão, Telemar, 2003)

- A Resolução 324 da ANATEL, de 7 de novembro de 2002, define as regras sobre o cartão de 20 créditos. A agência entendia que este tipo de cartão deveria ser usado como prioritário na distribuição e atendimento ao mercado.
- O Decreto 2.592, Capítulo II, Art. 4, II-a, define que, a partir de dezembro de 2003, todas as localidades acima de 300 habitantes deveriam ser atendidas com pelo menos um Telefone Público.
- O Decreto Presidencial 4.769, Art. 8, de 27 de junho de 2003, define que a partir de 1º de janeiro de 2006 deveria ser assegurada a disponibilidade de acesso a TUPs, na distância máxima de trezentos metros, de qualquer ponto dentro dos limites da localidade, observado o disposto na regulamentação, exigindo desta forma, a instalação dos orelhões em vários pontos ainda não atendidos.
- A resolução 9.426 da ANATEL, parágrafo 3º, de 9 de dezembro de 2005, cita que, nas localidades com TUP, a prestadora deveria assegurar a disponibilidade de cartões indutivos em postos de venda à proporção de, no mínimo, um posto para cada grupo de 12 (doze) TUPs por ela instalados.

1.1.3 Principais Metodologias de Avaliação de Eficiência

A avaliação de eficiência tem sido foco de estudo da engenharia, economia e negócios. No campo de economia e negócios, Coelli *et al.* (2005) aponta que os principais métodos de avaliar a eficiência são:

- modelos econométricos de mínimos quadrados
- índices de produtividade total dos fatores (TFP)
- fronteira estocástica
- DEA (*Data Envelopment Analysis*)

Segundo Coelli *et al.* (2005), as metodologias dos modelos econométricos de mínimos quadrados e índices de produtividade total dos fatores (TFP), são mais frequentemente aplicadas para agregar dados de séries temporais e prover medidas de mudanças técnicas ou TFP. Ambas as metodologias assumem que todas as firmas são tecnicamente eficientes. Já as metodologias da fronteira estocástica e da DEA, em outra mão, são mais frequentemente aplicadas para dados em uma amostra de firmas (em um ponto no tempo) e provêem medidas de eficiência relativa entre essas firmas. Por esta

razão, essas duas últimas metodologias não assumem que todas as firmas são tecnicamente eficientes. Todavia o índice TFP multilateral pode também ser usado para comparar a produtividade relativa de um grupo de firmas em um ponto no tempo. Também a DEA e a fronteira estocástica podem ser usadas para medir ambas a variação técnica e a variação de eficiência, se o quadro de dados estiver disponível.

Para este estudo será utilizada a metodologia DEA. Alguns estudos usando DEA no Setor de Telecomunicações no Brasil foram realizados, tais como Milioni (2001) e Maia (2002), o que é comentado no Capítulo 2. Nesse trabalho procura-se fazer um comparativo dos modelos CCR e AR-O-V da metodologia DEA (*Data Envelopment Analysis – Análise de Envoltória de Dados*), destacando qual deles apresenta melhores resultados na análise de desempenho das equipes de vendas de uma empresa do Setor de Telecomunicações do Brasil. Essa análise utiliza os dados obtidos no período de julho a setembro de 2006.

Esses dados foram coletados junto a uma das empresas que tem contrato de compra e venda de Cartões Indutivos (Cartões para “orelhão”) com um das controladoras do Serviço Telefônico Fixo Comutado na Região 1.

1.2 Objetivo

O objetivo deste trabalho é investigar o impacto de retornos de escala e tamanho do mercado no desempenho de equipes de vendas no caso de vendas de cartões pré-pagos para telefonia pública usando análise de envoltória de dados.

1.3 Relevância

Na área acadêmica:

- A contribuição ao meio acadêmico com modelos de DEA para análise de eficiência;
- Contribuir na formulação de novas aplicações de DEA.

Em termos práticos, este trabalho contribui com a apresentação e aplicação da metodologia DEA para a avaliação de desempenho das equipes de vendas de cartões indutivos de uma empresa de distribuição, podendo ser utilizado como ferramenta para análise do desempenho das vendas dos demais produtos da empresa de distribuição em análise. Face aos diversos fatores que influenciam nesta questão, e por tratar-se da utilização de métodos empíricos ou baseados no conhecimento histórico do negócio, a

aplicação de uma ferramenta de medida de desempenho, associada a estes fatores, só vem a contribuir de forma significativa na condução e aprimoramento destas análises e condução para correção ou adequações necessárias à condução do negócio. Confirmada a relevância dessa avaliação, a mesma pode servir de base para a melhoria da estrutura e processos utilizados hoje na empresa de distribuição.

1.4 Organização do Trabalho

Além desta introdução, o trabalho apresenta mais quatro (quatro) capítulos.

No capítulo 2 é feita uma revisão teórica a respeito da *Data Envelopment Analysis* (Análise de Envoltória de Dados), do seu surgimento, modelos e extensões, inclusive as aplicáveis ao presente estudo. Segue-se, uma pesquisa sobre publicações que utilizaram a metodologia DEA como parte integrante de seus estudos.

O capítulo 3 apresenta a metodologia desenvolvida na execução da pesquisa que se baseou nos procedimentos fundamentais para a pesquisa científica. Na pesquisa bibliográfica sobre a Avaliação de Eficiência, Envoltória de Dados, DEA, foram consultados artigos científicos, livros, internet e trabalhos acadêmicos que abordavam os temas pertinentes. A pesquisa é aplicada aos Estados que compõem uma das regionais da companhia de telecomunicações em estudo, com a participação dos quatro indicadores de qualidade referentes à instalação de circuitos de comunicação de dados, no período de julho a dezembro de 2006. É utilizada a ferramenta computacional DEA-SOLVER *Learning Version 3.0* (Cooper et al., 2006) e planilha eletrônica MS© Excel.

No capítulo 4, apresenta e discutem-se os resultados gerados a partir da aplicação da Metodologia DEA aos dados, com uma análise que consiste na organização de tabelas e medidas que facilitam a compreensão das informações e que estão assim dispostas: análise dos dados a serem estudados em conjunto com o método CCR-O, seguindo-se da mesma avaliação com o método AR-O-V. A partir dos resultados obtidos através desses dois métodos são analisados seus retornos de escala. Finalizando o capítulo há uma síntese do mesmo.

O capítulo 5 apresenta uma síntese geral do trabalho, de acordo com os resultados e discussão. Este capítulo está estruturado em seis tópicos: síntese dos principais resultados, análise crítica quanto aos resultados, limitações do trabalho, direções da pesquisa, recomendações e conclusões finais.

Finalmente, os anexos apresentam as tabelas com escores e pesos das DMU's a que se referem.

Capítulo 2

Análise de Desempenho utilizando DEA

É apresentada nesse capítulo a origem da Análise de Envoltória de Dados – DEA (*Data Envelopment Analysis*) bem como uma revisão teórica sobre seus modelos e extensões, incluindo aqueles aplicados ao presente estudo.

Inicialmente apresentam-se os conceitos de eficiência técnica e fronteira eficiente de Farrell. Finalizando o capítulo, é mostrada uma pesquisa sobre dissertações de mestrado e teses de doutorado que utilizaram a metodologia DEA como parte integrante de seus estudos, incluindo àquelas que dissertaram a respeito do setor de telecomunicações e sobre desempenho da força de vendas.

2.1 O conceito de eficiência técnica e fronteira de eficiência de Farrell

Ramos (2007) observa que foi Farrell (1957) quem propôs um conceito e um método para a medir a eficiência técnica de firmas e a eficiência técnica de indústrias, o qual 20 anos mais tarde daria as bases para o advento da Análise de Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* – DEA) com a aplicação de programação linear/fracionária, no assim denominado modelo CCR desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes (1978, 1981).

Ramos (2007) sugere que os mais importantes conceitos, princípios e fundamentos da DEA foram definidos na teoria de Farrell 50 anos atrás, tais como, eficiência técnica, medida radial, fronteira de eficiência baseada nos dados observados, a idéia do benchmarking, múltiplos insumos e produtos.

Os principais conceitos apresentados por Farrell foram o de eficiência técnica, fronteira eficiente baseada nos dados observados e o caso genérico da fronteira eficiente em situações de retornos variáveis de escala.

O conceito de eficiência técnica de Farrell é uma medida radial. Usando a mesma simbologia usada por Farrell (1957), a Figura 2.1 apresenta uma isoquanta SS' de dois insumos (*inputs*) x e y para um produto (*output*). Ramos (2007) observa que inicialmente Farrell usou y nesta figura como insumo, e adiante em seu artigo, quando trata de um exemplo ilustrativo com quatro insumos, adota para os insumos a terminologia x_i . O uso por Farrell da letra y para um insumo pode causar alguma confusão e, de qualquer modo, em DEA e correntemente em economia a letra y é correntemente usada para produto (*yield*) – na Figura 2.1 deve se ter em mente que x e y são insumos.

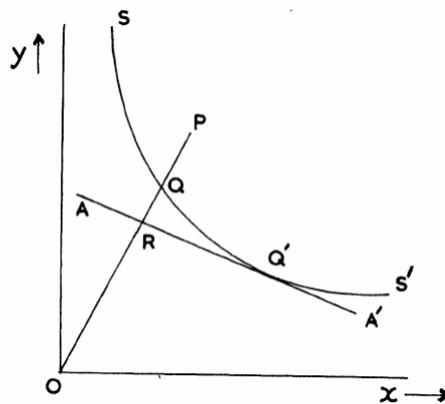


Figura 2.1 - Eficiência Técnica e de Preço

Como Farrell (1957) propôs, seja o ponto P representando um produto de alguma firma, então a razão OP/OQ poderia ser chamada *eficiência técnica*, e nesse caso a firma P usa mais insumos para um mesmo produto que as firmas eficientes representadas na isoquanta, uma isoquanta representando as combinações eficientes possíveis de insumos para um mesmo produto (produção).

Tem-se aqui a primeira contribuição de Farrell, a medida radial da eficiência técnica. Ramos (2007) observa que esta medida pode ser vista em praticamente todos modelos e aplicações de DEA usadas.

Adicionalmente ao conceito de eficiência técnica e medida radial, Farrell (1957) propôs uma abordagem para construir a isoquanta. Farrell considerou que teoricamente, poderia ser possível, embora isso seja longe de ser simples, construir uma isoquanta com base no conhecimento de engenharia industrial. Poderia ser simples no caso de um produto e um insumo, mas seria impraticável para o caso usual de múltiplos produtos, múltiplos insumos e processos complexos.

Assim, Farrell propôs usar os dados observados de firmas reais operando no Mercado. Segundo Ramos (2007) aqui tem-se a segunda idéia inovadora de Farrell – usar os dados reais das empresas em vez de tentar construir uma função de produção teórica. A eficiência técnica de uma firma deveria assim ser comparada à melhor firma observada em seu mercado (ou melhores). A linha reunindo as firmas de melhor desempenho seria então a isoquanta, a curva envoltória (*envelope*) que define a fronteira de eficiência técnica. A medida de eficiência de uma firma fora da fronteira eficiente é dada por sua comparação radial a uma firma hipotética resultado de uma média ponderada de duas firmas na fronteira. A Figura 2.2 apresenta o diagrama original de Farrell para a idéia da construção dessa isoquanta baseada nas observações reais no caso simples de dois insumos e um produto. Novamente aqui, x e y são insumos.

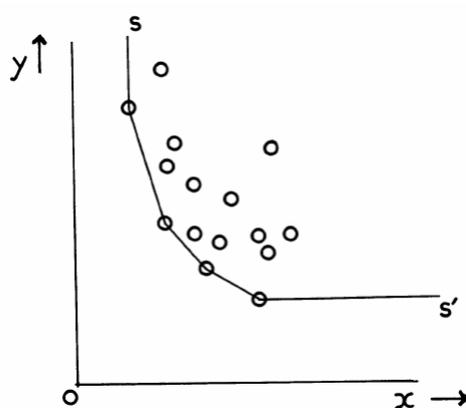


Figura 2.2 - Fronteira eficiente de Farrell (isoquanta) dos dados observados para 2 insumos – y e x

Ramos (2007) observa ainda que Farrell também considerou os casos de retornos de escala crescentes e decrescentes. Em seu artigo de 1957, todavia, faz menção ao problema mas aponta já elementos para o método, sobretudo quanto definição de facetas da fronteira de eficiência. Entretanto, considerou à época que não havia uma forma inteiramente satisfatória de admitir economias de escalas. Como seu método baseava-se no pressuposto da convexidade, o caso de economia de escala tornava-se complicado.

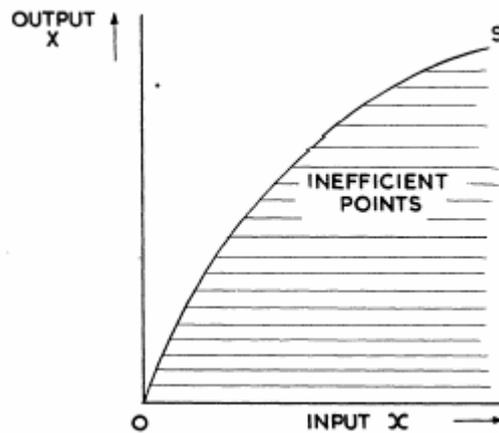


Figura 2.3 - Deseconomias de Escala

Farrell apresenta na Figura 2.3 o caso simples de um insumo e um produto em deseconomias de escala (retornos decrescentes), a função de produção eficiente S é convexa.

2.2 Origem da DEA

A pesquisa de Doutorado de Edwardo Rhodes na Escola de Assuntos Públicos e Urbanos da Universidade *Carnegie Mellon* (hoje Escola H. J. Heinz III de Política e Gestão Pública) é considerada a origem da Análise de Envoltória e Dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*). Edwardo Rhodes, sob a orientação de William W Cooper, realizou uma avaliação do programa educacional efetivado nas escolas públicas dos Estados Unidos, denominado *Program Follow Through* (Programa de Acompanhamento). Esse programa, que tinha o apoio do Governo Federal, era voltado para as crianças em desvantagem (notadamente negras ou hispânicas). Essa avaliação tinha por objetivo comparar o desempenho de um conjunto de distritos escolares participantes e não participantes do *Program Follow Through* (Charnes *et al.*, 1994; Charnes, Cooper e Rhodes, 1978). Com o intuito de realizar estimativas da “eficiência técnica” das escolas considerando resultados múltiplos e entradas múltiplas e desconsiderando informações sobre preços, tão usual em outros métodos de avaliação de eficiência, chegou-se à formulação do modelo CCR (Charnes, Cooper e Rhodes). Esse modelo era apresentado na forma da razão entre produtos e insumos e foi primeiramente apresentado em Charnes, Cooper e Rhodes (1978).

Em DEA, as unidades - firma ou empresa, que são avaliadas são chamadas genericamente de unidades de tomada de decisão (*Decision Making Units – DMU's*), em

que os preços de mercado dos insumos e produtos não se encontram disponíveis ou não se apresentam mensuráveis. É calculada uma medida máxima de performance para cada DMU relativa a todas as outras DMU's, considerando-se que todas as unidades se encontrem sobre a fronteira ou abaixo dela. Todo ponto observado, correspondente a uma DMU, que se encontre abaixo da fronteira tem sua eficiência medida em relação a uma outra DMU ou combinação de DMU's com as melhores práticas observadas e que compõem a linha de fronteira mais próxima.

O modelo CCR utilizou-se do método de otimização da programação matemática com o objetivo de aplicar a medida de eficiência técnica de Farrel (1957) para o caso de múltiplos-produtos/múltiplos-insumos, construindo assim, uma medida de eficiência relativa de um único produto “virtual” para um único insumo “virtual” dados por

$$\frac{\text{produto virtual}}{\text{insumo virtual}}$$

onde,

$$\text{insumo virtual} = v_1x_{1o} + \dots + v_mx_{mo}$$

$$\text{produto virtual} = u_1y_{1o} + \dots + u_sy_{so}$$

Originou-se, então, a forma matemática básica de programação linear dada por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) para o modelo CCR:

$$\max h_o = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \quad (1)$$

sujeito a:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1; \quad j = 1, \dots, n,$$

$$u_r, v_i \geq 0; \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m.$$

onde,

- n - número de DMU's
- m - número de variáveis de entrada (*input*)
- x_{ij} - insumos (*input*) usados pela DMU j , todos positivos
- s - número de variáveis de saída (*output*)
- y_{rj} - produtos (*output*) conhecidos gerados pela DMU j , todos positivos
- v_i - peso associado ao input i
- u_r - peso associado ao output r

Em DEA os pesos ótimos não são fixados *a priori*, ao contrário, são derivados dos dados apresentados e podem variar de uma DMU para outra DMU.

A eficiência de uma unidade de produção em DEA é sempre relativa, ou seja, considerando este conjunto de referência, de $j = 1, \dots, n$ DMU's, será sempre calculada em relação aos outros. Ela é assim representada na função objetivo, para otimização e restrições, e posteriormente distinguida pela designação do sub-escrito 'o' na função objetivo (mas preservando seu sub-escrito original nas restrições). A maximização indicada então dá a esta DMU a ponderação mais favorável que as restrições permitirem, ou seja, até que a própria DMU ou outra DMU (presente nas restrições) alcance quociente com valor 1 para os u e v definidos para a DMU_o . O conjunto das DMU's que alcançam valor 1 no quociente quando da otimização para a DMU_o analisada é denominado conjunto de referência e é a base para a melhoria no caso do modelo CCR.

Ao contrário do que ocorre com abordagens paramétricas que tem por objetivo otimizar um único plano de regressão através dos dados, a DEA, em cada observação individual, calcula a fronteira discreta, pedaço a pedaço, determinada pelo conjunto das DMU's com eficiência de Pareto. A DEA otimiza a medida de desempenho de cada DMU resultando no conhecimento de cada DMU e não na descrição de uma DMU média. Seu foco está nas observações individuais, conforme demonstrado nas n otimizações, uma para cada observação, requeridas na sua análise, em contraste com o foco nas médias e estimação de parâmetros associadas com abordagens de única otimização estatística.

Num mesmo conjunto de DMU's, a DEA calcula uma medida máxima de desempenho para cada uma delas em relação às outras indicando quais DMU's formam a fronteira extrema e são referências para as demais abaixo da fronteira. A eficiência técnica relativa de cada DMU é dada pela razão da soma ponderada dos produtos pela soma ponderada dos insumos, onde os pesos para ambos produtos e insumos são selecionados de forma a calcular a medida de eficiência de Pareto para cada DMU. Essa medida é sujeita à restrição de não ter um valor maior que a unidade (Charnes *et al.*, 1994).

No caso das DMU's ineficientes, a DEA identifica as fontes e o nível de ineficiência para insumos e produtos. Esse nível de ineficiência é determinado por comparação a uma ou algumas DMU's na fronteira eficiente que utilizam o mesmo nível de insumos e produzem o mesmo ou maior nível de produtos. A partir dessa comparação

são calculadas as melhorias, tanto em insumos quanto em produtos como indicativos de melhorias potenciais devido às projeções baseadas nos desempenhos das DMU's eficientes.

2.3 Principais Modelos da DEA

Com a introdução da metodologia DEA, vários modelos foram introduzidos para a sua diversificação e aplicabilidade. Alguns dos principais modelos serão sucintamente descritos nesse trabalho.

2.3.1 Modelo CCR

Surge com a introdução da metodologia por Charnes, Cooper e Rhodes (1978). Esse modelo constrói uma superfície linear por partes, não paramétrica, envolvendo os dados e trabalha com retornos constantes de escala, isto é, qualquer variação nas entradas (*inputs*) produz variação proporcional nas saídas (*outputs*). Ele produz uma avaliação objetiva da eficiência geral, identifica as fontes e estima as quantidades das assim identificadas ineficiências e é igualmente conhecido como modelo CRS – *Constant Returns to Scale*.

O modelo CCR admite orientação a insumos (*inputs*) e a produtos (*outputs*), com retornos constantes de escala e com medida de eficiência radial. O modelo CCR orientado a insumos determina a eficiência pela otimização da divisão entre a soma ponderada dos produtos (*output virtual*) e a soma ponderada dos insumos (*input virtual*) generalizando, assim, a definição de Farrel (1957). O modelo permite, ainda, que cada DMU escolha os pesos para cada variável (insumo ou produto) da forma que lhe for mais conveniente, com a restrição de que esses pesos aplicados às outras DMU's não gerem uma razão superior a um. A aplicação da formulação matemática do CCR encontra-se descrito no anexo 1.

O uso deste modelo de CCR orientado a produto usando q em vez de h permite uma comparação com o modelo orientado a insumo em termos do escore de eficiência (Cooper *et al.*, 2006).

A Tabela 2.1 e a Figura 2.4 apresentam uma ilustração do modelo CCR no caso de um produto e um insumo na respectiva orientação a insumo ou produto com base em exemplo apresentado por Cooper, Seiford e Tone (2006).

Tabela 2.1 - Dados de Vendas e Empregados por Loja (Cooper, Seiford, Tone, 2006)

Loja	A	B	C	D	E	F	G	H
Empregados	2	3	3	4	5	5	6	8
Vendas	1	3	2	3	4	2	3	5
Vendas/Empregados	0,5	1	0,667	0,75	0,8	0,4	0,5	0,625

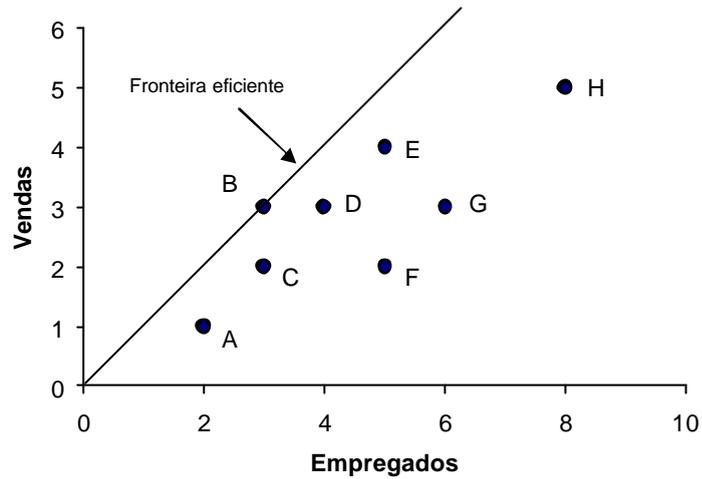


Figura 2.4 - Fronteira eficiente CCR (retornos constantes de escala).

As Figuras 2.4 e 2.9 apresentam a diferença dos modelos CCR e BCC, onde no caso CCR apenas a loja B é considerada eficiente.

A Figura 2.5 ilustra a diferença de análise de desempenho entre o modelo de fronteira eficiente CCR e de regressão (média do desempenho das lojas). Verifica-se assim que no caso da regressão o *benchmarking* de comparação não é o melhor desempenho obtido.

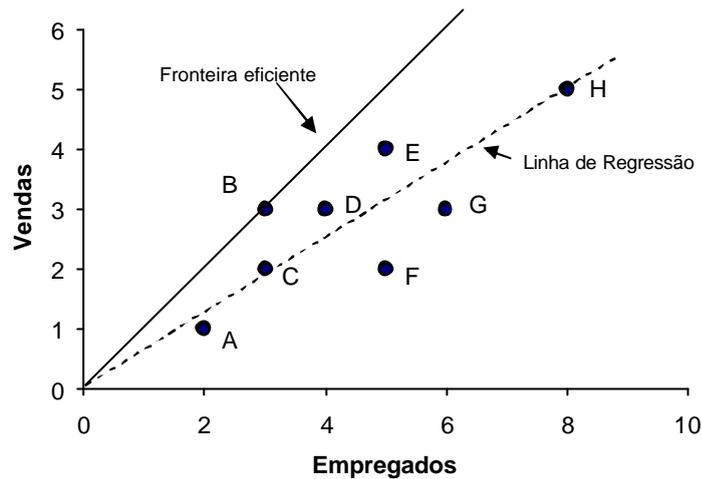


Figura 2.5 - Comparação entre Fronteira Eficiente CCR e Regressão.

A Figura 2.6 apresenta uma ilustração da diferença da abordagem de orientação a insumo e a produto para avaliação do desempenho no caso CCR para os dados da Tabela 2.1. No caso da orientação a insumo, a projeção do desempenho da loja A sobre a fronteira eficiente A_1 considera que a loja poderia realizar o mesmo produto (vendas) com menos insumos (empregados) – seu padrão de insumos eficientes no caso seria 1 (dado o desempenho eficiente de B que gera a fronteira de eficiência). Na orientação a produto, a projeção da loja A sobre a fronteira eficiente A_2 considera que a loja poderia realizar com os mesmos insumos mais produtos. A escolha da abordagem de orientação a insumo ou produto é uma decisão relacionada sobre em qual perspectiva se pretende avaliar a DMU – uso eficiente dos insumos ou se produz o que poderia produzir com os insumos que dispõe.

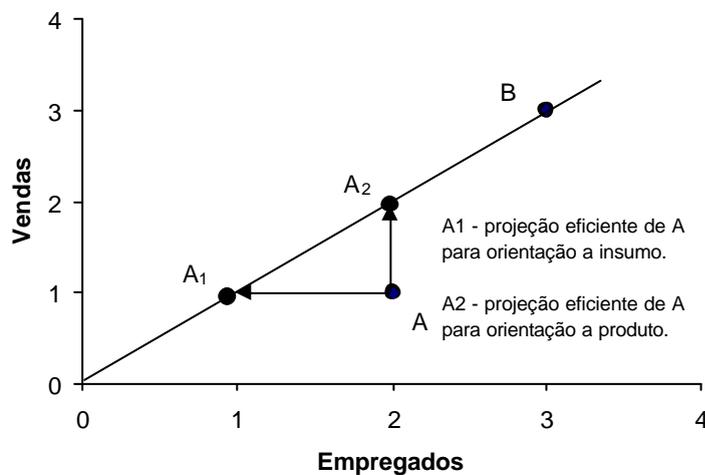


Figura 2.6 - Projeção para CCR orientado a insumo e produto.

Para ilustrar brevemente o caso de mais de um insumo ou produto tomem-se os exemplos de Cooper, Seiford e Tone (2006). A Tabela 2.2 e a Figura 2.6 ilustram a aplicação do modelo CCR para um caso de dois produtos e um insumo em que, para simplificar a análise gráfica, os valores de insumos são convertidos à unidade.

Tabela 2.2 O Caso de Um Insumo e Dois Produtos

Loja		A	B	C	D	E	F	G
Empregados	x	1	1	1	1	1	1	1
Clientes	Y_1	1	2	3	4	4	5	6
Vendas	Y_2	5	7	4	3	6	5	2

A região limitada pelos eixos e a linha de fronteira representa o conjunto de possibilidade de produção. As lojas A, C e D são ineficientes e sua eficiência pode ser avaliada com referência às lojas na linha de fronteira.

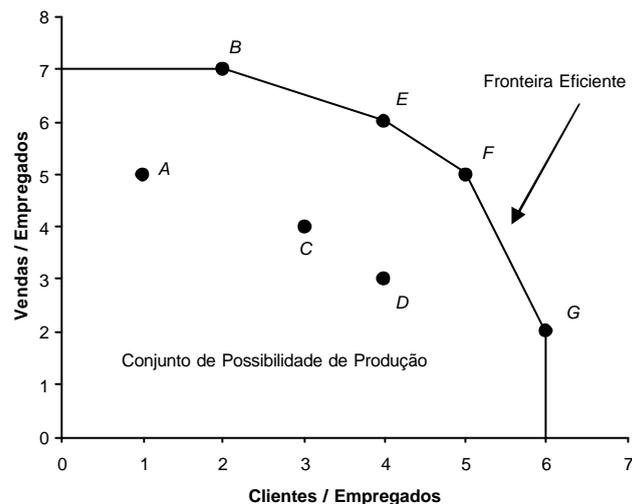


Figura 2.7 - O Caso de Um Insumo e Dois Produtos CCR (Cooper, Seiford e Tone, 2006)

A partir da Figura 2.8 pode-se compreender a medida de eficiência radial. A eficiência de D, por exemplo, é avaliada por:

$$\frac{d(O,D)}{d(O,P)} = 0,75$$

em que $d(O, D)$ e $d(O, P)$ representam, respectivamente, a distância da origem a D e a distância da origem a P.

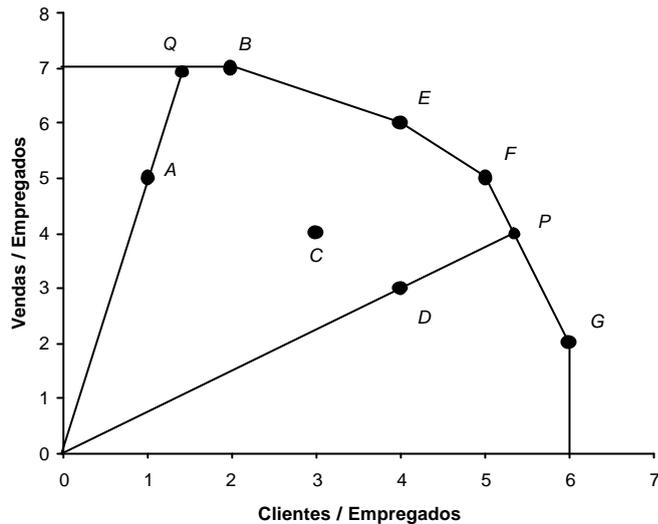


Figura 2.8 - Eficiência e Melhoria (Cooper, Seiford, Tone, 2006)

Observando-se a Figura 2.8, percebe-se que o ponto P é a projeção radial do ponto D sobre a fronteira eficiente cujas coordenadas são dadas por:

$$(Y_{P1}, Y_{P2}) = (I_F \cdot Y_{F1} + I_G \cdot Y_{G1}, I_F \cdot Y_{F2} + I_G \cdot Y_{G2}),$$

em que I_F e I_G são os valores de I no modelo em forma de envoltória, quando da análise da DMU D , e Y_{P1} , Y_{F1} e Y_{G1} são os valores dos pontos P, Y e G no eixo clientes/empregados, respectivamente, e Y_{P2} , Y_{F2} e Y_{G2} são os valores dos pontos P, Y e G no eixo vendas/empregados, respectivamente.

A partir do exemplo anterior nota-se que a DEA consegue apontar o caminho da melhoria (suas referências) e também indicar o quanto uma determinada DMU pode melhorar sua eficiência (os valores de I).

2.3.2 Modelo BCC

Esse modelo estima a eficiência técnica pura em uma dada escala de operação e identifica a existência de retornos de escala constantes, crescentes ou decrescentes para análises posteriores, em função, disso é possível diferenciar eficiências técnicas e de escala. Esse modelo foi proposto por Banker, Charnes e Cooper (1984) daí ser denominado BCC.

Ao considerar retornos variáveis de escala, esse modelo substitui o axioma da proporcionalidade entre *inputs* e *outputs* pelo axioma da convexidade, segundo Mello *et*

al., (1999). Isso o faz ser conhecido também como VRS – *Variable Returns to Scale*. Ele permite que DMU's que operam com baixos valores de insumos tenham retornos crescentes de escala e as que operam com altos valores tenham retornos decrescentes de escala, isso porque esse modelo obriga que a fronteira de eficiência seja convexa.

Nesse modelo também é exigida a definição da orientação a insumos ou a produtos. Assim, o movimento de uma DMU ineficiente busca um movimento maximal em direção a um dos hiperplanos que formam a fronteira, por meio de uma redução proporcional de insumos ou de um aumento proporcional de produtos.

Cooper *et al.* (2006) apresentam o modelo BCC orientado a insumos em sua forma de envoltória da seguinte maneira:

$$\begin{aligned}
 (BCC_o) \quad & \min_{q_B, I} \quad q_B & (2) \\
 \text{sujeito a:} \quad & q_B x_o - XI \geq 0 \\
 & YI \geq y_o \\
 & \bar{I} = 1 \\
 & I \geq 0
 \end{aligned}$$

em que q_B é um escalar.

A inclusão da restrição $\bar{I} = 1$ define para a DMU em análise uma região que é um sub-conjunto da região do CCR, e q_B^* não é menor que q^* do CCR (Cooper *et al.*, 2006). Logo, uma DMU com $q^* < 1$ na análise CCR, portanto ineficiente, poderá ter um valor $q_B^* = 1$ na análise BCC e ser eficiente em sua região (escala) (Marcelice, 2006).

A Figura 2.9 ilustra a fronteira eficiente BCC considerando retornos de escala variáveis para o caso apresentado anteriormente na Tabela 2.1 e Figura 2.4. No caso de retornos variáveis, as lojas A, E e H tornam-se também eficientes pois há o pressuposto que há diferenças de desempenho em função da escala dos insumos.

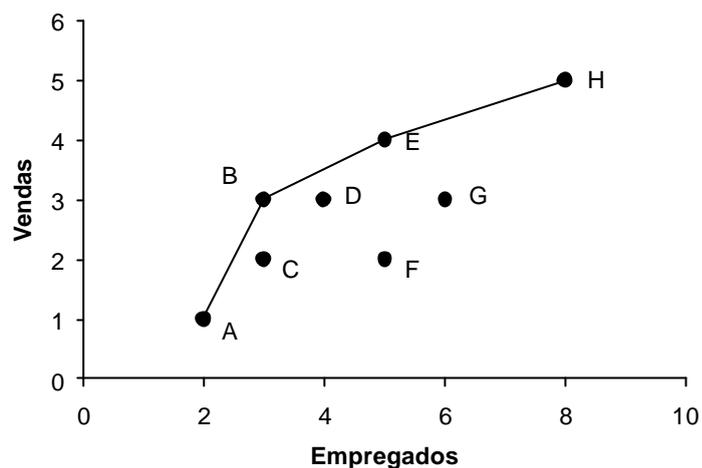


Figura 2.9 - Fronteira eficiente BCC (retorno variável de escala)

De forma simplificada, a escolha de um modelo particular de DEA determina:

- as propriedades implícitas de retorno de escala;
- a geometria da superfície envoltória que definirá quais as medições de eficiência serão feitas;
- a projeção eficiente, isto é, o caminho da DMU ineficiente para a fronteira de eficiência.

Devido às conseqüências potenciais sobre o estudo e os resultados obtidos, a seleção do modelo básico de DEA para uma análise deveria ser feita apenas após cuidadosa consideração (Charnes *et al.*, 1994).

2.4 Restrição de Pesos – Região de Garantia (*Assurance Region*)

Geralmente, em um modelo com retorno constante de escala não deve haver restrição aos pesos, podendo os mesmos variarem a partir de zero.

Por exemplo, o modelo básico CCR tem como pressuposto o retorno constante de escala, ou seja, o tamanho da DMU não altera a relação de transformação entre insumos e produtos. Este modelo pode ser orientado a insumos ou produtos, ou seja, em termos de minimizar os insumos para dado nível de produto ou maximizar produtos dado determinado nível de insumos, respectivamente modelo orientado a insumo, ou CCR-I (*Input*), e orientado a produto, ou CCR-O (*Output*).

Nas análises CCR-O ou CCR-I existe o inconveniente de permitir que o máximo escore de eficiência dado a uma DMU possa ser alcançado com peso zero em algum produto. Ou seja, uma DMU teria seu melhor desempenho se deixasse de produzir um dos produtos. Para que isso não ocorra pode-se impor limites aos pesos. Uma das propostas para realizar a imposição desses limites é àquela dada por Thompson *et al.* (1986) denominada por este como *Assurance Region*, ou Região de Garantia. Nesse caso é garantida que a variação dos pesos fique restrita (assegurada) a esta região. Assim, os pesos para produtos seriam restritos a variar na forma:

$$L_{2,1} \leq \frac{u_2}{u_1} \leq U_{2,1} \quad (10)$$

onde,

$L_{2,1}$ - limite inferior (*Lower*) para a razão dos pesos de produtos u_2/u_1

$U_{2,1}$ - limite superior (*Upper*) para a razão dos pesos de produtos u_2/u_1

Outras estratégias são apresentadas por Dyson e Thanassoulis (1988), Charnes *et al.* (1990) e Roll, Cook e Golany (1991).

2.5 Economias de Escala

Em sua teoria, Marshall (1890) apontava as vantagens da produção em larga escala versus a produção em pequena escala devido a economia de mão de obra, economia de máquina e economia de materiais, com mais importância às duas primeiras.

Haveria economia de escala quando ao se multiplicar por um escalar os fatores de produção, mantida sua proporção, obtem-se um produto total maior que a multiplicação desse escalar pelo produto original. Em outros termos, segundo Garófalo e Carvalho (1986), o aumento da produção é mais que proporcional ao aumento dos fatores de produção.

A economia de escala decorreria da redução do custo médio (unitário) de produção decorrente do tamanho (escala) da produção. Em uma função de custo de curto prazo, como tradicionalmente encontrado nos livros-textos de economia, as funções de custo, custo médio e custo marginal são como apresentadas na figura 2.10.

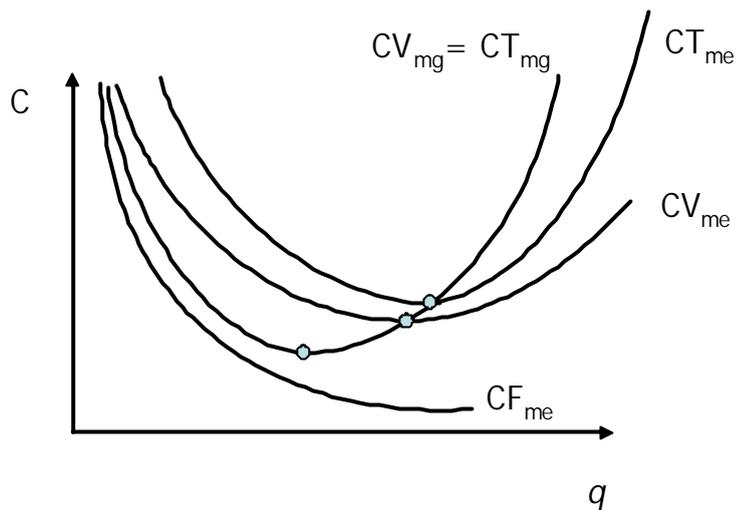


Figura 2.10 - Curvas de custo de curto prazo em forma de U (baseado em Garófalo e Carvalho, 1986)

No longo prazo, todos os fatores variam e haveria curvas de custo médio para cada nível (escala de produção). Esta variação ocorreria conforme a figura 2.11, onde se verifica trechos de economias de escala (custos decrescentes), retornos constantes (custos equivalentes), e deseconomias de escala (custos crescentes).

Segundo Garófalo e Carvalho (1986) os principais fatores de economia de escala são:

- a) indivisibilidade de fatores de produção, havendo então combinações ótimas para cada escala de fatores, especialmente bens de capital;
- b) preços reduzidos dos fatores, decorrente do poder de compra da grande empresa em reduzir o custos dos fatores, especialmente materiais;
- c) benefícios organizacionais, derivados da maior eficiência de coordenação e gestão;
- d) especialização do trabalho, decorrente da possibilidade de aumentar ou melhorar a divisão do trabalho e especializar funções.

Haveria também razões para deseconomias de escala, segundo Garófalo e Carvalho (1986):

- a) perda de eficiência da coordenação e gestão, pelo aumento da complexidade com o tamanho;
- b) custos crescentes de alguns fatores;

c) surgimento de outras funções com o tamanho, como despesas jurídicas, relações públicas, etc.

Estes aspectos apontariam para o desenvolvimento dos retornos de escala nos três trechos como apresentados na figura 2.11.

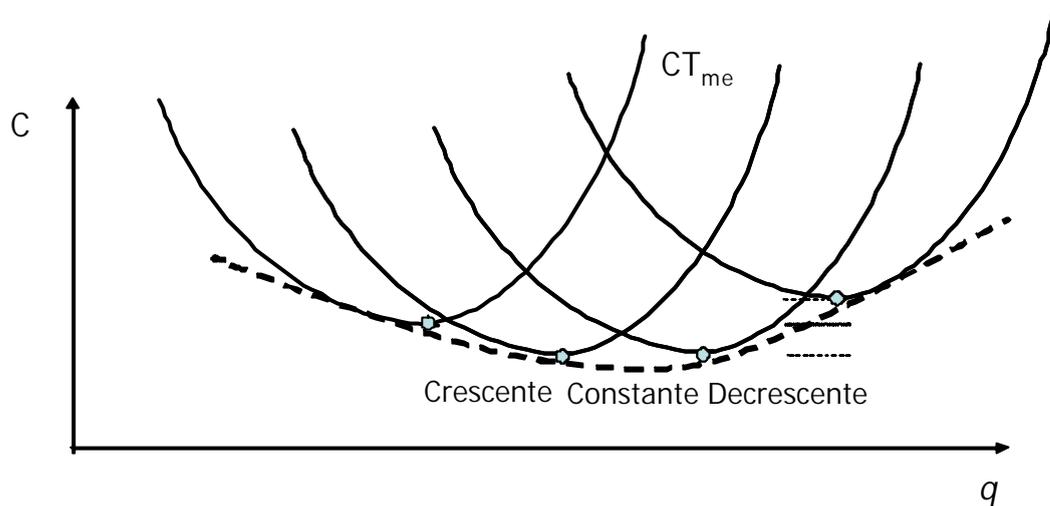


Figura 2.11- Curvas de custo médio de longo prazo, com fase de retornos crescentes, constantes e decrescentes (baseado em Garófalo e Carvalho, 1986)

Em termos mais matemáticos, como apresentado por Baumol (1975) apud Panzar e Willig (1977), seja $C(y, w)$ o custo de produzir y a preços de fatores w . Seja I um escalar que pode ser denominado fator de escala. Assim, há retornos crescente de escala (custos decrescentes) quando $C(Iy, w) < IC(y, w)$. Isto é, o custo de produzir Iy em uma única unidade de produção é menor que produzir Iy em I unidades de produção cada uma produzindo y . Quando há o reverso dessa desigualdade, há retorno decrescente de escala. Quando há igualdade, há retorno constante de escala.

Uma consequência dessa teoria para o presente estudo é que o aumento no tamanho da escala dos fatores, p.ex., tamanho das equipes, produziria retornos crescentes, constantes ou decrescentes. Em DEA, a comparação dos resultados dos métodos CCR e BCC permite realizar esta análise.

No contexto de desempenho, ao se atribuir a equipes de diferentes tamanhos a mesma meta de desempenho proporcional está se assumindo implicitamente retornos constantes de escala. Se houver retornos crescentes de escala, a meta será sub-dimensionada. Se houver retornos decrescentes, a meta será super-dimensionada.

2.6 Avaliação de Desempenho em Vendas usando DEA

Em cerca de 3.000 trabalhos pesquisados no levantamento de Seiford (2005) apenas dois trabalhos tratam diretamente de desempenho de equipes de vendas - Boles, Donthu e Lohtia (1995) e Horsky e Nelson (1996).

Boles, Donthu e Lohtia (1996) descrevem uma avaliação do uso relativo da eficiência de desempenho da evolução do vendedor, aplicando a DEA, estudam a escolha da melhor metodologia da eficiência do vendedor, a compensação do esforço de vendas é tipicamente baseado na escolha da avaliação, e daí o método de valorização usado é crítico. Alguns métodos são puramente entradas e saídas, e escolha de somente um indicador de desempenho. Há ainda o uso de outros métodos, de medias absolutas, de entradas por saídas, ou compara o desempenho com a media em relação ao melhor.

A atual ênfase na satisfação do consumidor e relacionamento empático e desenvolvimento através de compradores e vendedores indicam que as empresas dependem dos seus vendedores para prover serviços cada vez melhores para seus clientes (Crosby, Evans e Cowles 1990).

Boles, Donthu e Lohtia (1996) citam que a avaliação do vendedor é uma tarefa complexa por causa do tamanho de fatores que influenciam o desempenho da atividade de vendas de um individuo. Várias empresas podem exigir diferentes tarefas e ou comportamentos de seus vendedores, os quais exigem diferentes abordagens para avaliação de desempenho. Para algumas organizações com foco na efetividade, que podemos traduzir como fazendo a coisa certa, as quais devem incluir a venda no maior volume possível, é uma tarefa básica, enquanto uma outra empresa pode focar a eficiência operacional, entender como fazendo certas as coisas – tais como, mantendo o custo por vendedor tão baixo quanto possível, enquanto mantendo ou excedendo a quota (Parsus, 1994). Ainda outras empresas, pensam de maneira diferente, valorizar a efetividade e eficiência igualmente no desenvolvimento econômico atual, a pressão competitiva, requer que muitas empresas sejam eficientes em todos os aspectos para operar um negócio.

Boles, Donthu e Lohtia (1996) analisam cinco classes, ver Figura 2.12, onde na primeira abordagem incluem as medidas que comparam saídas pelo desempenho das quotas de vendas por gerenciamento de objetivos.

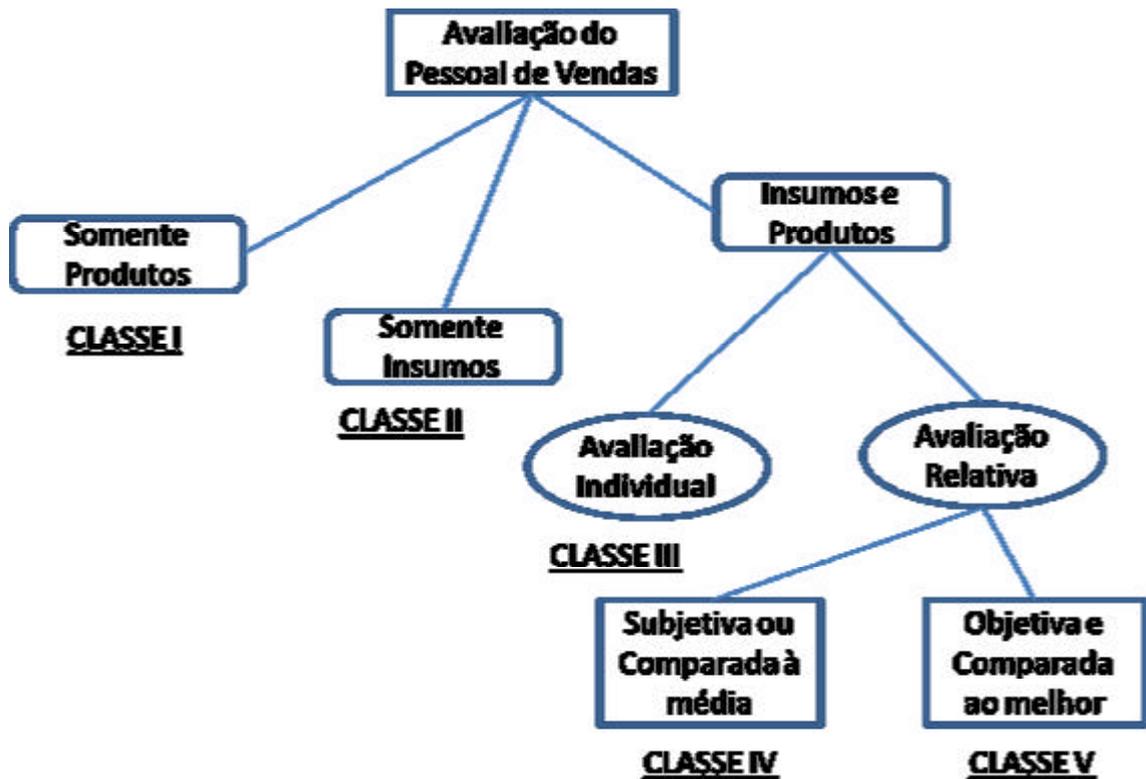


Figura 2.12 - Abordagens para avaliação de desempenho de vendedor (Boles et al.,1996)

A segunda abordagem inclui medidas que comparam entradas com objetivos de desempenho. Na terceira classe, passam abordar entradas e saídas, entradas como área territorial e desenvolvimento de habilidades (medidas subjetivas) como importante componente de avaliação do vendedor (Adkins, 1979; Cox e Havens 1977; Jackson, Keith e Schlater 1983). A quarta abordagem, Classe IV apóia no uso de entradas e saídas (implícita ou explicitamente) e um padrão explícito de avaliação relativa vendedores para seus pares.

A quinta e última abordagem, considera que embora que cada uma das quatro classes de avaliação de desempenho são apropriados em alguns cenários, eles não fornecem o nível de informação à respeito da eficiência individual, está disponível através da proposta da abordagem baseada em DEA, que tendo em vista como eficiência relativa de desempenho incorporando ambas medidas de entradas e saídas.

Comparando o desempenho do vendedor com o melhor vendedor (após usar como benchmarking), é um importante passo na direção de obter uma orientação para excelência da força de vendas (Pryor e Katz 1993). A proposta baseada na DEA proporciona um método para incorporar os padrões na avaliação dos vendedores.

Neste estudo é proposta ainda, a técnica do DEA com um caminho para alcançar uma medida de eficiência do desempenho relativo (para melhor). O exemplo empírico demonstra como a avaliação de desempenho para a mesma pessoa pode variar dependendo do método de avaliação usado. A proposta relativa do método de avaliação de eficiência-base oferece uma outra alternativa que, em alguns momentos, talvez estejam capacitados para resolver problemas, encontrados nas empresas, quando avalia-se desempenho de vendas (Boles, Donthu e Lothia, 1996).

Concluí-se na análise que o método de avaliação de desempenho, incorpora ambas as entradas e saídas, como o DEA pode ser útil para empresas que estão interessadas no uso eficiente de todos os recursos do desenvolvimento de vendas.

Para Horsky e Nelson (1996), a eficiente operação na força de vendas é um elemento crítico na rentabilidade de muitas firmas. Três fatores têm papel importante: a dimensão da força de vendas, sua distribuição e sua produtividade. Isto impulsiona as seguintes questões: pode o desempenho de o vendedor ser melhorado pelo (1) aumento do número de funcionários, (2) distribuindo-os, mas efetivamente entre os vários distritos e/ou (3) melhorando a produtividade através de padrões em função dos consumidores e na linha de produtos?

Horsky e Nelson (1996) citam em seu artigo que a prática de muitas firmas e a metodologia usada em muitas orientações acadêmicas para direcionar a força de vendas e questões de produtividade é uma abordagem “Bottom Up”. Esta abordagem inicia com a avaliação individual das vendas e esforço correspondente a cada cliente perspectiva de mercado em seu território. Estas avaliações são agregadas a níveis territoriais, distritais e nacionais. Este artigo tem uma alternativa de abordagem “Top Down”. É baseado numa relação estimada entre nível distrital e dimensão da força de vendas, esforço e outras variáveis. Este maior nível de ferramenta de decisão pode ser usado no gerenciamento em paralelo com o objetivo inicial, com uma abordagem mais convencional e subjetiva “Bottom Up”.

Horsky e Nelson (1996) desenvolveram uma eficiente metodologia de limites a qual permite estimar como responde as vendas distritais para tamanho da força de vendas, potencial distrital e atividade competitiva nas firmas de melhor desempenho distrital. A metodologia utilizada é baseada na DEA, a medição de resultados como Benchmarking e

limite de eficiência de vendas (vendas assumem a força de vendas distritais alocadas seu esforço como feito nos melhores desempenhos distritais).

Além destes dois artigos, outros também têm interesse para este trabalho como os de Babakus *et. al* (1996), Behrman e Perreauli (1982), Pilling, Donthu e Henson (1999).

Babakus *et. al* (1996), em seu trabalho descreveu um modelo conceitual desenvolvido e testado empiricamente, analisando as relações entre o sistema de controle de gestão de vendas, concepção de vendas territoriais, comportamento da força de vendas e os resultados do desempenho de vendas que constrói a eficácia organizacional. A amostra de 58 chefes de vendas executivos e 146 gerentes campo de vendas foi usada para testar o modelo. As hipóteses baseadas no modelo conceitual foram testadas usando LISREL 7. Os resultados dos testes foram significativos e na direção hipótese. Implicações gerenciais e investigação direções são discutidas.

Behrman e Perreauli (1982) abordam em seu estudo que o desempenho dos vendedores industriais, embora de importância crucial para as empresas, tem sido difícil de medir. Tradicionais medidas quantitativas envolvendo dólar vendas e clientes contas podem ser dependentes de fatores para além do controle das unidades de vendas, de gestão e avaliações de desempenho avaliações podem ser afetadas por gestores personalidade características. A auto-avaliação de desempenho escala foi desenvolvida e administrada a 200 vendedores de 5 grandes empresas industriais; 42 gestores responsáveis pelos vendedores foram administrados uma versão modificada da escala que mede: 1. Realização dos objetivos de vendas, 2. Controle de gastos desnecessários, 3. Desenvolvimento de suporte ao cliente, 4. Comunicação com a sociedade, 5. Utilização de conhecimentos técnicos, 6. Capacidade para trabalhar com os clientes, e 7. Capacidade para trabalhar bem com a empresa pessoal. A auto - avaliação de dados foi encontrado para ser significativamente correlacionada com o gerente de empresa e avaliações quantitativas das medidas de desempenho de vendas.

Pilling, Donthu e Henson (1999), fazem uma análise do impacto das características territoriais no desempenho de vendas, usando a eficiência relativa como uma medida de desempenho de vendedores. Desempenho de vendedores continua a representar um tópico importante no estudo da literatura de marketing. Estudos publicados são focados no entendimento e determinante do desempenho do vendedor (Churchil, Ford e Walker 1985), assim como na evolução do desempenho do vendedor (Jackson, Schalacter e Wolfe 1995).

Determinantes de desempenho são focados principalmente nos fatores relacionados a características individuais do vendedor, e são incluídos traços de personalidade (Kech, Leigh e Lollar 1995) e os efeitos do papel, percepções, motivações e satisfação do desempenho do vendedor (Walker, Churchil e Ford 1977)

A finalidade do estudo de Pilling, Donthu e Henson (1999), com a anterior introdução identificaram várias questões relacionadas com a conceitualização e avaliação de desempenho vendedor. O presente documento apresenta os resultados a um projeto de investigação destinada a abordar vários dessas questões. DEA, recentemente introduzida à literatura de vendas por Boles, Donthu e Lothia (1995) é utilizado para desenvolver uma medida diferente do desempenho do vendedor, a saber, relativa eficiência, calculado como a média ponderada entre múltiplas saídas e várias entradas. Eles usaram a DEA para calcular a relação de eficiência dos vendedores, ajustando os seus resultados por suas características territoriais (por exemplo, as vendas potenciais, o tamanho da conta média, ou taxa de crescimento de mercado).

2.7 Síntese para a Pesquisa

Neste capítulo foram apresentados os principais modelos de DEA, suas extensões, seus processos e metodologias para então mostrar o desenvolvimento da aplicação dessa metodologia no Brasil através das teses e dissertações pesquisadas que envolviam a utilização da DEA de uma forma geral e particularmente com aplicação em desempenho de vendedores.

A apresentação exaustiva da literatura de DEA não é escopo deste trabalho. Tavares (2002) apresenta um levantamento do período 1978-2001 contendo mais de 3.200 artigos, livros, etc., publicados por mais de 1.600 autores. A literatura referente a 2003-2006 pode bem alcançar volume semelhante e não é propósito deste estudo.

Uma visão atualizada dos principais aspectos metodológicos, além do escopo desta dissertação, pode ser encontrada em Cooper, Seiford e Tone (2006), que também contém em CD-ROM uma bibliografia abrangente de DEA.

Para esta pesquisa, como se verá a seguir, os pontos abordados neste capítulo são os necessários, desta forma, escolhe-se abordar os modelos de análise: Insumos/Produtos, Economia de Escala/Esopo e Impacto do tamanho do mercado.

Capítulo 3

Metodologia da Pesquisa

O objetivo deste capítulo é apresentar os dados e a metodologia utilizada para o tratamento dos mesmos.

Este capítulo é composto pela tipologia da pesquisa, a base de dados, os modelos utilizados, ferramenta computacional e as análises suplementares.

3.1 Tipologia da Pesquisa

Esta pesquisa, pelas suas características, é classificada, segundo Gil (2002), como: um estudo empírico-analítico na medida em que trata da codificação do contexto mensurável da realidade das equipes de vendas em suas áreas de atuação de uma empresa de distribuição de cartões indutivos pela utilização de técnicas de coletas, tratamento e análise de dados documentais e quantitativos. Portanto, quanto à sua natureza é aplicada e quanto à sua forma de abordagem é quantitativa. É classificada quanto aos objetivos como exploratória e explicativa e quanto aos procedimentos técnicos é experimental, e utiliza dados primários extraídos diretos das fontes.

3.2 Processo e Metodologia da DEA

Para que se possa processar corretamente a condução de estudos de DEA e seus vários usos, tais como análise exploratória de dados, implementação de soluções e precauções na aplicação do método (Charnes *et al.*, 1994) essa metodologia requer os seguintes itens:

- Formulação dos modelos;
- Escolha de variáveis;
- Definição de pressupostos subjacentes à função de produção;
- Representação de dados;

- Interpretação de resultados;
- Conhecimento de limitações.

A descrição do relacionamento insumo-produto em uma organização é dada pela especificação da função produção. Essa função determina a máxima quantidade de produtos que podem ser produzidos de uma combinação de vários insumos, ou alternativamente, a mínima combinação de vários insumos necessária para produzir um dado nível de produtos.

Na escolha do modelo de DEA deve ser levado em consideração se há ou não justificativa para a suposição de retornos constantes de escala e se a orientação deve ser à maximização de produtos, minimização de insumos ou uma ênfase igual de produtos e insumos.

Na construção dos conjuntos de dados deve-se escolher quais são as variáveis de insumo e produto mais relevantes e o nível e correlação entre elas, assim como considerar a precisão dos dados. Assim como na regressão múltipla, é importante estabelecer a existência de uma associação entre os insumos e produtos, além de minimizar redundâncias nos mesmos.

Freqüentemente, as soluções da DEA são mal interpretadas e tratadas como prescrições deterministas, porém, deveriam ser entendidas como resultado da projeção da DMU ineficiente sobre a fronteira de eficiência, e, portanto, um indicativo para os gestores na direção onde atuar. Adicionalmente Charnes *et al.* (1994) aponta algumas precauções na condução e análise da utilização da DEA.

Quanto à sensibilidade da metodologia DEA é importante verificar os erros de precisão ou medição dos dados, uma vez que há apenas uma única observação para cada insumo e produto, e os fora de série (*outliers*), aqueles para os quais a própria DMU é usada como única referência para si mesma e onde as soluções DEA para o conjunto de dados não são informativas.

Outra precaução é a relação entre o número de DMU's e o número de insumos e produtos. Para evitar situações onde o número relativo entre um e outro é muito pequeno levando a resultados falsos Charnes *et al.* (1994) recomenda que o número mínimo de DMU's seja igual ou maior a três vezes a soma de insumos e produtos.

Como em todos os cálculos de programação matemática, se faz necessário que medidas preventivas sejam tomadas de forma a evitar que os cálculos da DEA sejam afetados por ótimos alternados e degeneração.

3.3 Utilização da Metodologia DEA

Para Charnes *et al.* (1994) a utilização da metodologia DEA exige a formulação dos modelos, a escolha de variáveis, a definição da função de produção, a representação de dados, a interpretação de resultados e o conhecimento de limitações. Essa exigência é condição para que os estudos de DEA e seus vários usos como análise exploratória de dados, implementação de soluções e suas precauções na aplicação do método, possam ser conduzidos corretamente.

Especificar a função produção é descrever o relacionamento insumo-produto na organização em análise e a sua tecnologia de transformação. A tecnologia de transformação pode determinar a máxima quantidade de produtos que podem ser produzidos a partir de uma combinação de vários insumos ou a mínima combinação de vários insumos necessária para produzir um dado nível de produtos.

Considerando-se que a função produção esteja especificada ao se aplicar a metodologia DEA, conforme previsto por Charnes *et al.* (1994), sugere-se ordenar as três etapas fundamentais que permitirão um olhar mais seguro sobre a pesquisa: a seleção das DMU's; a seleção dos fatores (insumos e produtos); e o modelo DEA a ser aplicado, sem prejuízo da observação das demais etapas do processo.

Ao selecionar as DMU's, dado que a DEA é uma técnica utilizada para avaliar a eficiência relativa dessas unidades tomadoras de decisão, visando otimiza-las, faz-se necessário que essas DMU's sejam homogêneas entre si para que as comparações façam sentido. As DMU's podem ser consideradas homogêneas quando possuírem as duas características seguintes: as unidades, que são objeto de análise, desempenham as mesmas atividades e têm os mesmos objetivos; os fatores – insumos e produtos – são iguais, podendo contudo variar de intensidade e magnitude. Outra precaução é com a relação entre o número de DMU's e o número de insumos e produtos, pois poderia haver situações em que a aplicação da DEA não seria capaz de discriminar entre as DMU's, resultando que todas seriam calculadas eficientes posto que o número relativo entre um e outro é deveras

pequeno. Para evitar tal situação Charnes *et al.* (1994) recomenda que o número mínimo de DMU's seja igual ou maior que três vezes a soma de insumos e produtos.

Golany e Roll (1989) observam que existe uma tendência de se aumentar o número de DMU's, visando permitir a ocorrência de uma maior probabilidade de unidades de alto nível de desempenho que possam contribuir para determinar a fronteira de eficiência, e apontam que esse número deve ser no mínimo duas vezes o número de insumos e produtos considerados, enquanto Nunamaker (1985), por sua vez, defende que esse número deve ser de três vezes o de insumos e produtos, tal qual Charnes *et al.* (1994).

Uma outra etapa a ser considerada é a seleção dos fatores, recomenda-se que se faça uma lista inicial com o maior número possível de insumos e produtos – controláveis ou não-controláveis, abrangendo todas as dimensões e prováveis mudanças que podem afetar as DMU's. Após o levantamento da lista inicial de fatores, que não exige qualquer tratamento numérico, faz-se a seleção, incluindo-se aí aqueles mais relevantes. Esses conjuntos de dados, nem sempre estão à disposição e muitas vezes precisam ser construídos e para tanto se deve escolher como variáveis os insumos e produtos mais relevantes, avaliar o nível de correlação entre elas e considerar a precisão dos dados.

Golany e Roll (1989) definem que esta seleção pode ser feita em três estágios: a seleção criterial; a análise quantitativa não-DEA; e a análise baseada no modelo DEA.

Em resumo, encaminha-se que, quando da seleção das DMU's na análise de envoltória de dados, elas devem utilizar os mesmos insumos e produtos, devem ser homogêneas e ter autonomia na tomada de decisões.

Quando da escolha modelo DEA a ser aplicado à pesquisa, inicialmente deve-se levar em consideração duas questões: se há ou não justificativa para a suposição de retornos constantes de escala; e se o modelo deve ser orientado a produtos, no qual se obtém o máximo nível de produtos mantendo os insumos fixos, ou se o modelo deve ser orientado a insumos, que busca obter uma minimização insumos para um dado nível dos produtos, ou uma ênfase igual de produtos e insumos.

Uma característica distinta da DEA é que suas soluções fornecem informações detalhadas sobre as DMU's ineficientes em termos de melhoria nos insumos e produtos, e freqüentemente é mal interpretada. Estas melhorias resultam da projeção da DMU

ineficiente sobre a fronteira derivada empiricamente. Na literatura prática os cálculos de melhoria dos insumos e produtos são freqüentemente tratados como prescrições deterministas, quando, na realidade, por serem os resultados da projeção da DMU ineficiente sobre a fronteira de eficiência, apontam um indicativo para que os administradores da DMU tenham uma referência para a tomada de decisão (Charnes *et al.*, 1994).

Algumas precauções devem ser observadas na condução e análise da utilização da DEA que exige do analista conhecimento da sensibilidade do método para determinadas questões: assim como na regressão múltipla, é importante estabelecer *a priori* a existência de uma associação entre os insumos e produtos; é necessário que se minimize as redundâncias, eliminando-se as inter-correlações, por exemplo, para os insumos e produtos. Mesmo sendo raros os casos de sensibilidade, o fato de a metodologia DEA requerer apenas uma única observação para cada insumo e produto, essa observação pode ser: sensível a erros de precisão ou na medição dos dados; ou sensível a dados foras-de-padrão – *outstanding* – considerando-se que para os foras-de-série extremos, as soluções DEA não são informativas.

É importante se observar, também, que os cálculos de DEA, tal como todos os cálculos de programação matemática, podem ser afetados por ótimos alternados e degeneração, fazendo-se necessário a utilização de medidas preventivas, visto que, em particular, a circulação pode evitar que o algoritmo convirja para uma solução ótima (Charnes *et al.*, 1994).

Neste contexto, a aplicação da metodologia DEA apresenta suas vantagens e acredita-se que, mesmo com as precauções e observações aqui elencadas, a DEA provê uma nova abordagem para a organização e análise capaz de deixar os dados falarem mais diretamente por si mesmos (Charnes *et al.*, 1994).

3.4 Dados

A pesquisa é aplicada aos resultados das vendas de cartões indutivos, de 20, 40, 60 e 75 créditos, das equipes atuantes no estado do Ceará, no período de julho a setembro de 2006. Os dados consolidados ao final de cada mês em cada uma das treze áreas analisadas, no universo de 118 vendedores e 11.432 Pontos de Vendas (PDV's). No intuito de simplificar o universo pesquisado, os dados dos três meses pesquisados foram agrupados.

São utilizados como dados para esta pesquisa, no período referente ao terceiro trimestre de 2006, a quantidade de vendedores, denominadas equipes e o universo de PDV's os dados como insumos (*inputs*) e as quantidades de circuitos vendas realizadas como produtos (*outputs*).

A Tabela 3.1 apresenta os dados usados na análise, do terceiro trimestre de 2006.

Tabela 3.1 - Lista de DMU's e resultados consolidados Equipes e PDV's no terceiro trimestre de 2006.

DMUS	(I) Equipe	(I) PDV's	(O) VEN 20	(O) VEN 40	(O) VEN 60
Área 1	15	1.357	262.467	182.641	9.019
Área 2	10	821	188.187	184.055	10.766
Área 3	1	66	26.840	16.290	2.900
Área 4	7	620	120.284	92.878	4.779
Área 5	8	946	206.164	181.517	8.267
Área 6	3	316	81.688	52.358	3.396
Área 7	4	832	108.070	89.447	3.365
Área 8	7	720	89.550	74.630	4.840
Área 9	21	1.217	259.175	220.842	7.102
Área 10	12	1.101	218.100	205.250	9.940
Área 11	9	2.035	203.683	206.014	18.322
Área 12	6	207	101.900	96.800	4.750
Área 13	15	1.194	237.261	145.427	5.846

Legenda para a Tabelas 3.1:

Área – região geográfica de atuação de cada equipe

Equipes – total de vendedores em cada área

PDV's – total de PDV's em cada área

VEN (20) – total de cartões de 20 créditos vendidos no trimestre em cada área

VEN (40) – total de cartões de 40 créditos vendidos no trimestre em cada área

VEN (60) – total de cartões de 60 créditos vendidos no trimestre em cada área

Para evitar erros computacionais devido a diferenças de magnitude se fez necessário o reescalonamento dos dados de insumos e produtos conforme se apresentam na Tabela 3.2.

Na análise realizada pela empresa de distribuição em questão, por mês, são analisados o desempenho da venda dos 3 produtos em cada área de atuação por cada equipe. Para efeito de estudo, nesse trabalho os indicadores foram abertos por equipe e por PDV's que compõem cada Área, o que não interfere nos resultados, e os dados de vendas totalizados para o período de um trimestre. Dessa forma, ao invés de 39 análises no período de julho a dezembro de 2006 foram realizadas 13.

Sabe-se que os 3 produtos vendidos por área têm o mesmo nível de importância uma vez que se refere ao mix que deve ser entregue ao mercado definido pela companhia de telecomunicações detentora da concessão. Esses produtos dentro do mix estabelecido de

forma individual demandam necessidades específicas que devem ser consideradas no atendimento a demanda do mercado.

Tabela 3.2 - Dados reescalados das DMU's

DMU	(I) Equipe	(I) PDV's	(O)VEN 20	(O) VEN 40	(O) VEN 60
Área 1	15	13,57	2,62467	1,82641	0,9019
Área 2	10	8,21	1,88187	1,84055	1,0766
Área 3	1	0,66	0,2684	0,1629	0,29
Área 4	7	6,2	1,20284	0,92878	0,4779
Área 5	8	9,46	2,06164	1,81517	0,8267
Área 6	3	3,16	0,81688	0,52358	0,3396
Área 7	4	8,32	1,0807	0,89447	0,3365
Área 8	7	7,2	0,8955	0,7463	0,484
Área 9	21	12,17	2,59175	2,20842	0,7102
Área 10	12	11,01	2,181	2,0525	0,994
Área 11	9	20,35	2,03683	2,06014	1,8322
Área 12	6	2,07	1,019	0,968	0,475
Área 13	15	11,94	2,37261	1,45427	0,5846

A Tabela 3.3 mostra os fatores de divisão utilizados no reescalamento da Tabela 3.2.

Tabela 3.3 - Fatores de reescalamentos Bases.

Tipo	Divisor
PDV's	100
Cartão 20 Créditos	100.000
Cartão 40 Créditos	100.000
Cartão 60 créditos	10.000

Os dados utilizados foram coletados junto à Diretoria de Operações da empresa de distribuição, que é responsável pelo acompanhamento do desempenho de todas as equipes e PDV's e áreas de atuação, no período de julho a setembro de 2006.

3.5 Modelos e Análises de DEA Utilizados

3.5.1 A Orientação a Produtos

Considerando-se que as DMU's em análise são as áreas de distribuição dos cartões nas quais se busca melhorar a eficiência com base na maximização dos seus produtos, no caso deste trabalho: cartões de 20, 40 e 60 créditos e ainda, dado que os insumos Equipes e PDV's, encontram-se num patamar que não interessa a sua minimização, optou-se por modelos de análise orientado a produtos. No modelo orientado a produtos aqui apresentado as DMU's observadas alcançam sua máxima eficiência pela maximização da produção do conhecimento e da sua oferta de produtos.

3.5.2 A Escolha do Modelo: a Análise do Método AR

No caso da existência de valores nulos para algum peso, será empregado também o modelo da Região de Garantia orientado a produtos. Neste caso a Tabela 3.3 apresenta os pesos mínimos e máximos atribuídos a cada variável observando-se as seguintes restrições. As variáveis terão peso máximo igual a 70% de forma que não se permita uma grande prevalência de uma sobre as outras. Considerando-se a importância do cartão de 20 créditos, este produto terá peso mínimo de 10%, enquanto o cartão de 40, terá peso mínimo de 20% e o de 60 será de 30%.

Esse método assegura que no cálculo do escore de eficiência de uma instituição seu desempenho em cada um dos fatores seja considerado no mínimo com o peso mínimo apresentado na tabela 3.4. A definição das faixas de variação permite ainda um certo grau de liberdade para que a instituição tenha a combinação de pesos para seus fatores que lhe dê o melhor desempenho possível no cálculo do escore de eficiência.

Tabela 3.4 - Pesos das Variáveis

<i>Variável</i>	<i>Peso mínimo</i>	<i>Peso máximo</i>
<i>(Output) VEN (20)</i>	10%	50%
<i>(Output) VEN (40)</i>	20%	60%
<i>(Output) VEN (60)</i>	30%	70%
<i>(Input) Equipe</i>	10%	90%
<i>(Input) PDVS</i>	10%	90%

3.6 Ferramenta Computacional

É utilizado o software DEA-SOLVER *Learning Version 3.0*, disponibilizado por Cooper, Seiford e Tone (2006), e planilha eletrônica MS Excel ©. Com base nos resultados obtidos são feitas as análises.

Capítulo 4

Resultados e Discussões

A finalidade desse capítulo é apresentar e discutir os resultados obtidos a partir da aplicação da metodologia DEA aos dados. Esses resultados são mostrados através de tabelas, gráficos e medidas de forma a facilitar a compreensão das informações.

Inicialmente, este capítulo apresenta as análises das treze áreas de vendas, foram realizadas considerando o método de retorno constante de escala orientado a produto (CCR-O), em seguida, esse método com utilização de região de garantia (AR-O-C) e por último o método de retorno variável de escala com utilização de região de garantia (AR-O-V). A partir daí é definido qual método apresenta melhor desempenho e feito um comparativo com os dados do PIB do estado do Ceará pela metodologia DEA. Ao final do capítulo há uma síntese do mesmo.

4.1 Análise da Necessidade de Região de Garantia

Um modo de verificar a necessidade de uso de região de garantia, método aqui denominado de AR-O (Assurance Region – Output) é verificar se com a aplicação do modelo CCR ocorre a presença de pesos com valor zero.

A Tabela 4.1 apresenta os escores e os pesos das DMU's, com referência à análise das equipes de forma consolidada, no período que compreende o terceiro trimestre do ano de 2006, para uma verificação do comportamento dos pesos utilizados no cálculo dos escores.

Como se vê nessa análise, houve DMU's com peso zero em pelo menos um dos produtos, o que não é apropriado, pois significa que essas DMU's têm seu máximo escore de eficiência sem produzir. Também é observado que seis DMU's são eficientes, ou seja, atingiram máximo escore igual a 1 (DMU_{3,5-7,11e 12}).

Tabela 4.1 - Escores e Pesos, Análise CCR-O, 3º trimestre de 2006 – Insumo Virtual (Equipes,PDV's).

No.	DMU	Score	V(1) Equipe	V(2) PDV's	U(1) VEN 20	U(2) VEN 40	U(3) VEN 60
1	Área 1	0.6580	0.0958	0.0061	0.3104	0.1014	0.0000
2	Área 2	0.9386	0.0724	0.0415	0.0000	0.5092	0.0583
3	Área 3	1.0000	0.9757	0.0369	3.7258	0.0000	0.0000
4	Área 4	0.6816	0.1341	0.0852	0.2606	0.7392	0.0000
5	Área 5	1.0000	0.1192	0.0049	0.3810	0.1181	0.0000
6	Área 6	1.0000	0.3333	0.0000	1.2242	0.0000	0.0000
7	Área 7	1.0000	0.2500	0.0000	0.8934	0.0386	0.0000
8	Área 8	0.5064	0.1774	0.1018	0.0000	1.2473	0.1428
9	Área 9	0.5989	0.0581	0.0369	0.1129	0.3203	0.0000
10	Área 10	0.8315	0.0657	0.0377	0.0000	0.4616	0.0528
11	Área 11	1.0000	0.1111	0.0000	0.0292	0.4565	0.0000
12	Área 12	1.0000	0.1391	0.0798	0.0000	0.9781	0.1120
13	Área 13	0.5864	0.1104	0.0042	0.4215	0.0000	0.0000

A aplicação do modelo AR-O-C, Região de Garantia com retorno constante de escala - para analisar as treze DMU's observadas produziu um resultado satisfatório. como se vê na Tabela 4.2, a qual apresenta os escores e os pesos das DMU's, com referência às equipes e PDV's, no período que compreende o terceiro trimestre do ano de 2006, para uma verificação do comportamento dos pesos utilizados no cálculo dos escores.

Tabela 4.2 - Escores e Pesos, Análise AR-O-C, 3º trimestre de 2006 – Insumo Virtual (Equipes,PDV's)

No.	DMU	Score	V(1) Equipe	V(2) PDV's	U(1) VEN 20	U(2) VEN 40	U(3) VEN 60
1	Área 1	0.5746	0.1054	0.0117	0.2301	0.1790	0.0767
2	Área 2	0.7729	0.1186	0.0132	0.0747	0.3734	0.1600
3	Área 3	1.0000	0.9317	0.1035	2.0335	1.5816	0.6778
4	Área 4	0.5917	0.2198	0.0244	0.4797	0.3731	0.1599
5	Área 5	0.9040	0.1222	0.0136	0.2667	0.2075	0.0889
6	Área 6	0.8710	0.3426	0.0381	0.7478	0.5816	0.2493
7	Área 7	0.8370	0.2426	0.0270	0.5295	0.4118	0.1765
8	Área 8	0.4581	0.2798	0.0311	0.6108	0.4750	0.2036
9	Área 9	0.4829	0.0298	0.1188	0.2200	0.1711	0.0733
10	Área 10	0.6941	0.1090	0.0121	0.0686	0.3431	0.1470
11	Área 11	0.9095	0.0976	0.0108	0.0615	0.3074	0.1318
12	Área 12	1.0000	0.0778	0.2577	0.1454	0.7271	0.3116
13	Área 13	0.4944	0.1239	0.0138	0.2704	0.2103	0.0901

Pelo exposto, para assegurar a não presença de pesos com valor zero, será adotado o modelo com região de garantia orientada a produto, AR-O.

Complementado-se esta análise, compara-se na Tabela 4.3 o comportamento dos escores nas duas análises, CCR e ARO, nota-se que em apenas as DMU's 3 e 12 mantêm-se eficientes, as demais sofrem uma pequena variações para escores mais baixos, provocando desta forma pequenas alterações no ranking, destaca-se as DMUs 5, 6, 7 e 11, que perdem o nível máximo de escore, mas mantêm-se ainda bem posicionadas no ranking, sendo elas a razão da alteração das demais ineficientes.

Tabela 4.3 - Comparativo escores CCR X ARO, ranking.

DMU	CCR(O)-Equipe,PDV's		ARO C Equipes,PDV's	
	Score	Rank5	Score	Rank1
Área 1	0,6579	10	0,5746	10
Área 2	0,9385	7	0,7728	7
Área 3	1,0000	1	1,0000	1
Área 4	0,6816	9	0,5917	9
Área 5	1,0000	1	0,9040	4
Área 6	1,0000	1	0,8710	5
Área 7	1,0000	1	0,8370	6
Área 8	0,5064	13	0,4581	13
Área 9	0,5989	11	0,4828	12
Área 10	0,8315	8	0,6941	8
Área 11	1,0000	1	0,9095	3
Área 12	1,0000	1	1,0000	1
Área 13	0,5863	12	0,4944	11

4.2 Análise Economia de Escala com AR-O-C e AR-O-V

Para analisar a economia de escala serão realizadas análises de desempenho considerando retornos constantes (AR-O-C) e retornos variáveis (AR-O-V). Os resultados das medições de desempenho são então verificados para considerar a existência ou não de economias ou deseconomias de escala.

4.2.1 Análise de Economia de Escala para Tamanho da Equipe

A Tabela 4.4 apresenta os escores e os pesos das DMU's, com referência à análise das equipes com abordagem AR-O-C, considerando um único insumo, no período que compreende o terceiro trimestre do ano de 2006, para uma verificação dos comportamentos dos pesos utilizados no cálculo dos escores.

Tabela 4.4 - Escores das Equipes, Região de Garantia com retorno constante.

No.	DMU	Score	V(1) Equipe	U(1) VEN 20	U(2) VEN 40	U(3) VEN 60
1	Área 1	0,5891	0,1131	0,2301	0,1789	0,0767
2	Área 2	0,7622	0,1312	0,1913	0,2779	0,1191
3	Área 3	1,0000	1,0000	2,033	1,5816	0,6778
4	Área 4	0,6055	0,2359	0,4797	0,3731	0,1599
5	Área 5	0,9529	0,1312	0,2667	0,2074	0,0889
6	Área 6	0,9065	0,3677	0,7478	0,5815	0,2492
7	Área 7	0,9601	0,2604	0,5295	0,4118	0,1765
8	Área 8	0,4756	0,3004	0,6108	0,4750	0,2036
9	Área 9	0,4402	0,1082	0,2199	0,1710	0,0733
10	Área 10	0,7027	0,1186	0,1729	0,2513	0,1076
11	Área 11	1,0000	0,1111	0,1621	0,2355	0,1009
12	Área 12	0,6614	0,2519	0,3674	0,5339	0,2288
13	Área 13	0,5014	0,1329	0,2704	0,2103	0,0901

Identifica-se nesta análise que não há a incidência de DMU's eficientes com pesos zero, tendo apresentando apenas duas DMU's com máximo escore, enquanto todas as demais, independente da força de vendas, mantêm-se ineficientes em áreas distintas, o que sugere que, independente do tamanho da força de vendas, há níveis de ineficiência.

Na Figura 4.1 é apresentado o gráfico *Escore versus Equipe*, na região de garantia, que mostra o comportamento das DMU's. Aquelas equipes que possuem maior número de vendedores não são aquelas que possuem maior eficiência, as duas únicas com máximo escore, uma delas tem apenas um vendedor. Soma-se a isto, que as demais equipes à medida que aumentam o seu porte, reduz a eficiência.

Observa-se que no trecho de 1 a 9 vendedores, sugere-se haver retorno constante de escala.

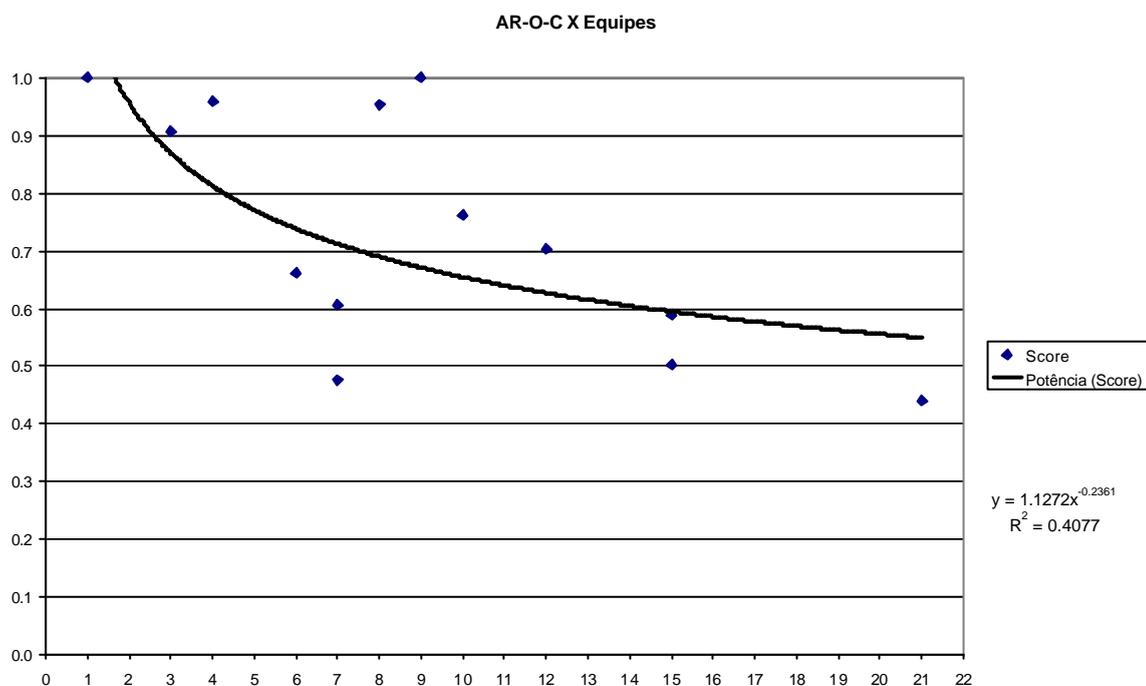


Figura 4.1 – Gráfico Escores versus Equipes.

A Tabela 4.5 apresenta os escores e os pesos das DMU's, com referência à análise das equipes na abordagem com retorno variável de escala, considerando um único insumo, no período que compreende o terceiro trimestre do ano de 2006, para uma verificação dos comportamentos dos pesos utilizados no cálculo dos escores.

Tabela 4.5 - Escores das Equipes, Região de Garantia com Retorno Variável.

No.	DMU	Score	V(0)	V(1) Equipe	U(1) VEN 20	U(2) VEN 40	U(3) VEN 60
1	Área 1	1,0000	0,8740	0,0083	0,2735	0,1094	0,0911
2	Área 2	0,8591	1,0967	0,0067	0,2723	0,2117	0,0907
3	Área 3	1,0000	0	1,0000	2,0335	1,5815	0,6778
4	Área 4	0,6394	0,0288	0,2192	0,5768	0,2307	0,1922
5	Área 5	0,9917	0,0058	0,1253	0,2667	0,2074	0,0889
6	Área 6	0,9571	0,0439	0,3336	0,8775	0,3510	0,2925
7	Área 7	0,9934	0,0116	0,2487	0,5295	0,4118	0,1765
8	Área 8	0,4998	0,0369	0,2804	0,7378	0,2951	0,2459
9	Área 9	1,0000	0,8859	0,0054	0,2199	0,1711	0,0733
10	Área 10	0,9502	0,9802	0,0061	0,2433	0,1892	0,0811
11	Área 11	1,0000	0	0,1111	0,1621	0,2354	0,1009
12	Área 12	0,6795	0,0113	0,2433	0,5180	0,4029	0,1726
13	Área 13	0,8614	1,0146	0,0097	0,3175	0,1270	0,1058

Identifica-se nesta análise que não há a incidência de DMU's eficientes com pesos zero, nota-se que DMU's que na abordagem anterior eram ineficientes, passaram a ter escore máximo de eficiência, caso das DMU's 1 e 9. Ainda assim, todas as demais mesmo mantendo-se ineficientes aumentaram os escores.

Na Figura 4.2 é apresentado o gráfico Escore *versus* Equipe, na região de garantia, que mostra o comportamento das DMU's. Nesta abordagem, percebe-se independente do tamanho das equipes, há níveis de eficiência, mesmo nas equipes de maior porte. O que sugere que há economia decrescente de escala.

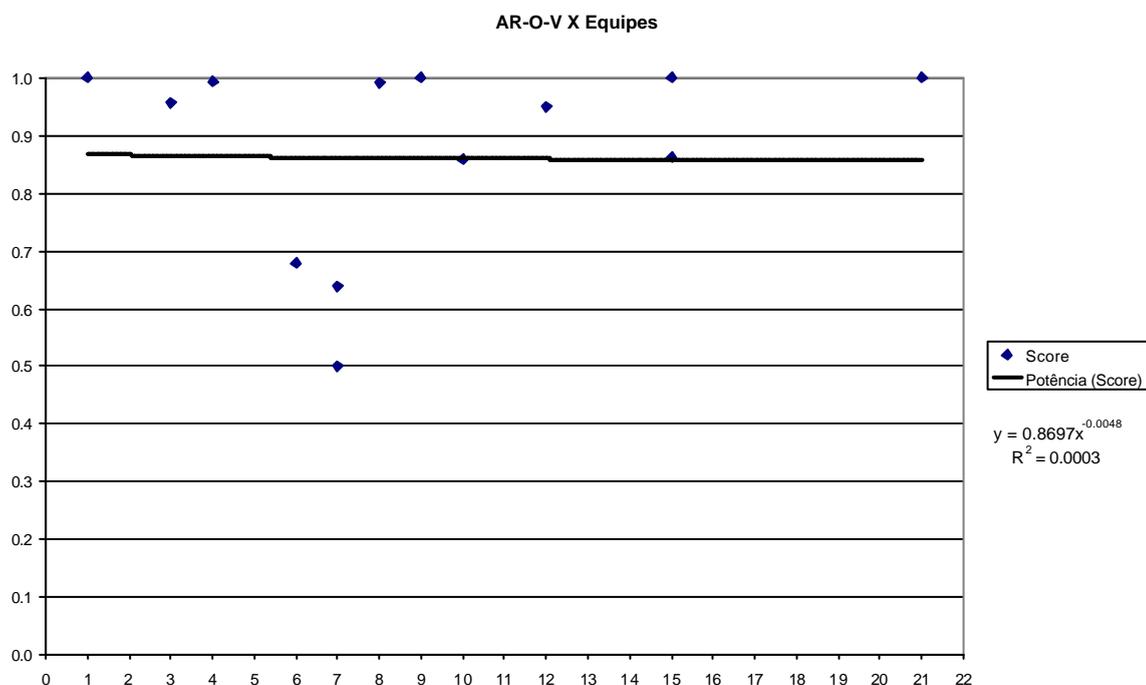


Figura 4.2 - Gráfico escores versus equipes, Retorno Variável de escala.

4.2.2 Análise de Economia de Escala para quantidade de PDV's

A Tabela 4.6 apresenta os escores e os pesos das DMU's, com referência à análise das equipes com abordagem de retorno constante de escala, considerando um único insumo, PDV's, no período que compreende o terceiro trimestre do ano de 2006, para uma verificação dos comportamentos dos pesos utilizados no cálculo dos escores.

Tabela 4.6 - Escores dos PDV's, Região de Garantia com Retorno Constante.

No.	DMU	Score	V(1) PDV's	U(1) VEN 20	U(2) VEN 40	U(3) VEN 60
1	Área 1	0,3564	0,2067	0,2735	0,1094	0,0911
2	Área 2	0,5036	0,2418	0,1036	0,2554	0,3109
3	Área 3	1,000	1,5151	1,7426	0,6970	1,4438
4	Área 4	0,3699	0,4359	0,5768	0,2307	0,1923
5	Área 5	0,4284	0,2467	0,3264	0,1305	0,1088
6	Área 6	0,4771	0,6632	0,8776	0,3510	0,2925
7	Área 7	0,2465	0,4874	0,6448	0,2579	0,2149
8	Área 8	0,2547	0,5450	0,6269	0,2507	0,5194
9	Área 9	0,4035	0,2036	0,2694	0,1077	0,0898
10	Área 10	4005	0,2267	0,3000	0,1200	0,1000
11	Área 11	0,2656	0,1850	0,0792	0,1954	0,2378
12	Área 12	1,000	0,4830	0,5180	0,4029	0,1726
13	Área 13	0,3489	0,2400	0,3175	0,1270	0,1058

Identifica-se nesta análise que não há a incidência de DMU's eficientes com pesos zero, tendo apresentando apenas duas DMU's com máximo escore, enquanto todas as demais, independente da quantidade de PDV's, mantêm-se ineficientes em áreas distintas, tendo o mesmo comportamento quando se analisa equipes, o que sugere que, independente do tamanho da quantidade de PDV's, há níveis de ineficiência.

Na Figura 4.3 é apresentado o gráfico *Escore versus PDV's*, na região de garantia, que mostra o comportamento das DMU's. Aquelas áreas que possuem maior número de PDV's não são aquelas que possuem maior eficiência, as duas únicas com máximo escore, são as duas áreas com menor quantidade de PDV's. Aliado a isto, que as demais áreas, à medida que aumentam o seu porte, reduz a eficiência.

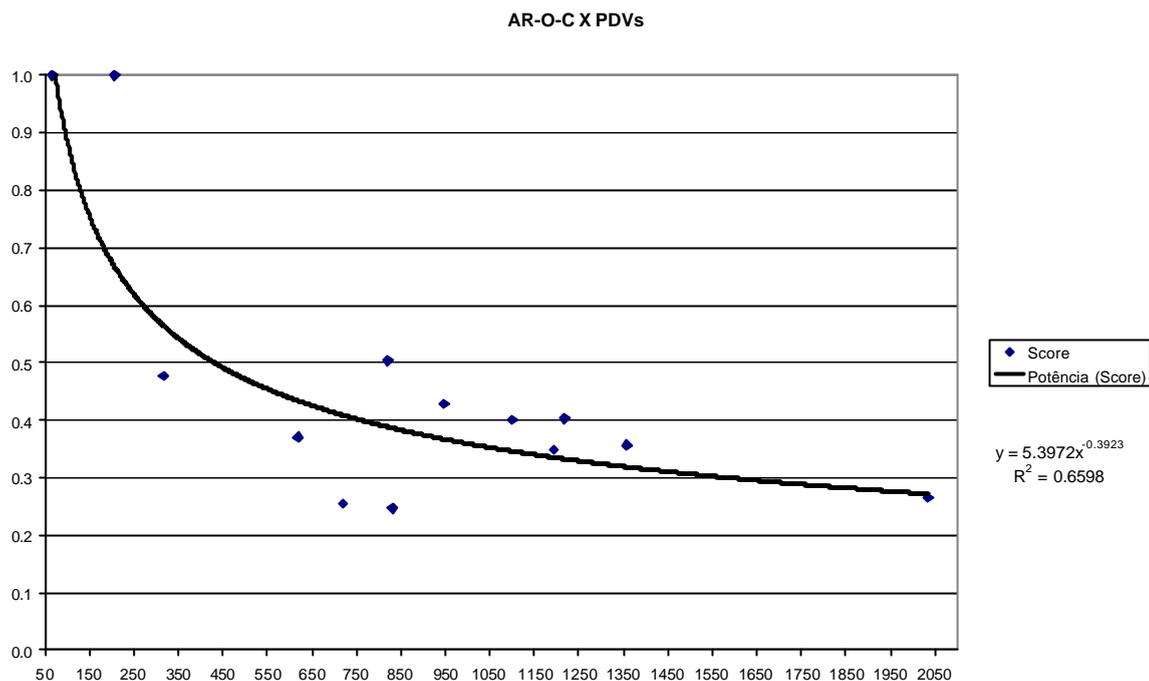


Figura 4.3 - Gráfico escores versus PDV's, AR-O-C.

A Tabela 4.7 apresenta os escores e os pesos das DMU's, com referência à análise das equipes na abordagem AR-O-V, considerando um único insumo, PDV's, no período que compreende o terceiro trimestre do ano de 2006, para uma verificação dos comportamentos dos escores.

Tabela 4.7 - Escores dos PDV's, Região de Garantia com Retorno Variável.

No.	DMU	Score	V(0)	V(1) PDV's	U(1) VEN 20	U(2) VEN 40	U(3) VEN 60
1	Área 1	0,9964	0,8324	0,0126	0,2382	0,0953	0,2223
2	Área 2	1,0000	0,3224	0,0825	0,1337	0,1719	0,4011
3	Área 3	1,0000	0	1,5151	1,7426	0,6970	1,4438
4	Área 4	0,6894	0,6277	0,1326	0,5768	0,2307	0,1922
5	Área 5	0,9546	0,4744	0,0605	0,3264	0,1305	0,1088
6	Área 6	0,6277	0,9551	0,2018	0,8775	0,3510	0,2925
7	Área 7	0,5173	0,9372	0,1196	0,6448	0,2579	0,2149
8	Área 8	0,4940	0,7605	0,1755	0,6076	0,2430	0,5671
9	Área 9	1,0000	0,3915	0,0499	0,2694	0,1077	0,0898
10	Área 10	1,0000	0,6970	0,0275	0,0669	0,3346	0,1682
11	Área 11	1,0000	0,5548	0,0218	0,0982	0,1262	0,2946
12	Área 12	1,0000	0	0,4830	0,51807	0,4029	0,1726
13	Área 13	0,8582	0,4615	0,0589	0,3175	0,1270	0,1058

Identifica-se nesta análise que não há a incidência de DMU's eficientes com pesos zero, nota-se que DMU's que na abordagem anterior eram ineficientes, passaram a ter escore máximo de eficiência, caso das DMU's 2, 9, 10 e 11. Ainda assim, todas as demais mesmo mantendo-se ineficientes aumentaram os escores.

Na Figura 4.4 é apresentado o gráfico *Escore versus PDV's*, na região de garantia, que mostra o comportamento das DMU's. Nesta abordagem, percebe-se independente do tamanho das equipes, há níveis de eficiência, mesmo nas equipes de maior porte, que na abordagem anterior eram ineficientes. O que sugere que há economia decrescente de escala.

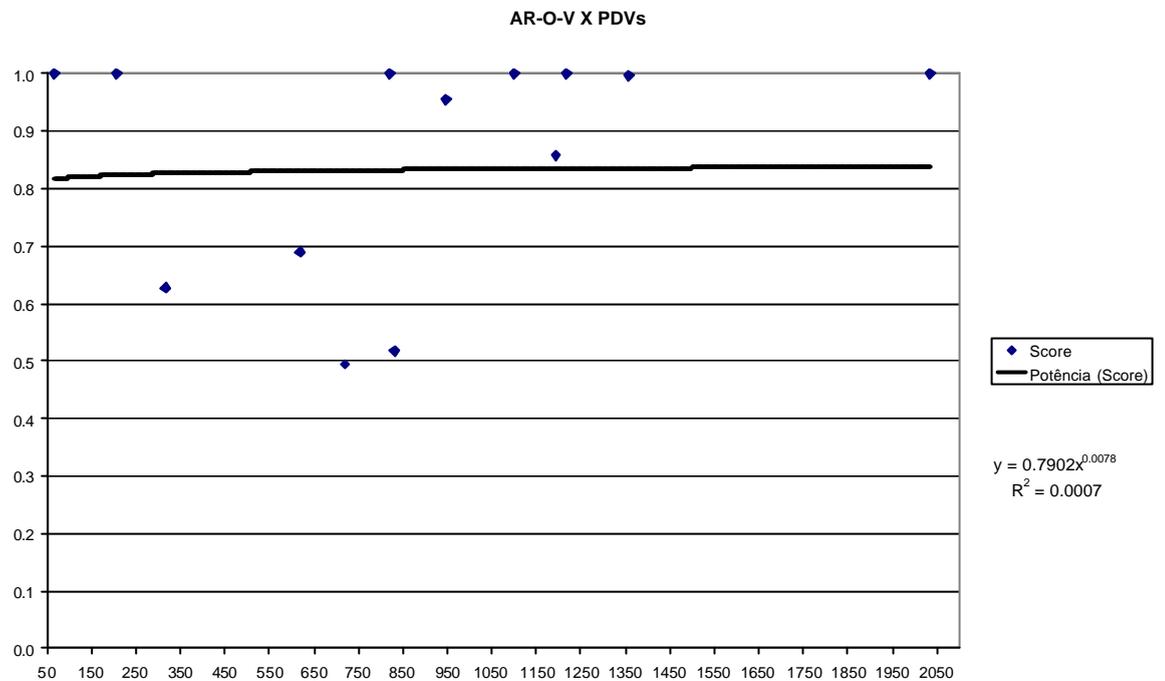


Figura 4.4 - Gráfico escores versus PDV's, Retorno Variável de escala.

4.2.3 Análise de Economia de Escala para Múltiplos Insumos

A Tabela 4.8 apresenta os escores e os pesos das DMU's, com referência à análise do Insumo Virtual (Equipes, PDV's), no período que compreende o terceiro trimestre do ano de 2006, para uma verificação do comportamento dos pesos utilizados no cálculo dos escores, utilizando a análise de região de garantia na metodologia AR-O-C.

Tabela 4.8 – Escores e Pesos, Equipes e PDV's, Análise AR-O-C, 3º trimestre de 2006

No.	DMU	Score	V(1) Equipe	V(2) PDV's	U(1) VEN 20	U(2) VEN 40	U(3) VEN 60
1	Área 1	0,5745	0,1054	0,0117	0,2301	0,1789	0,0767
2	Área 2	0,7728	0,1185	0,0131	0,0746	0,3733	0,1600
3	Área 3	1,0000	0,9316	0,1035	2,0334	1,5815	0,6778
4	Área 4	0,5917	0,2197	0,0244	0,4797	0,3731	0,1599
5	Área 5	0,9040	0,1222	0,0135	0,2667	0,2074	0,0889
6	Área 6	0,8710	0,34260	0,0380	0,7477	0,5815	0,2495
7	Área 7	0,8370	0,2426	0,0269	0,5295	0,4118	0,1765
8	Área 8	0,4581	0,2798	0,0310	0,6107	0,47504	0,2035
9	Área 9	0,4828	0,0297	0,1187	0,2199	0,1710	0,0733
10	Área 10	0,6940	0,1089	0,0121	0,0686	0,3430	0,1470
11	Área 11	0,9095	0,0976	0,0108	0,0614	0,3074	0,1317
12	Área 12	1,0000	0,0777	0,2576	0,1454	0,7271	0,3116
13	Área 13	0,4944	0,1238	0,0137	0,2703	0,2102	0,0901

Identifica-se nesta análise que não há a incidência de DMU's eficientes com pesos zero, há apenas duas DMU's com máximo escore, passaram a ter escore máximo de eficiência, caso das DMU's 3 e 12, enquanto todas as demais mantêm-se ineficientes, tendo o mesmo comportamento nas análises em separado, o que sugere que, independente do tamanho da equipe e quantidade de PDV's, há níveis de ineficiência.

Na Figura 4.5 é apresentado o gráfico *Escore versus PDV's* que mostra o comportamento das DMU's na abordagem AR-O-C. Aquelas áreas que possuem maior número de PDV's e de equipes não são aquelas que possuem maior eficiência, as duas únicas com máximo escore, são as duas áreas com menor quantidade de PDV's. Além disto, nas demais áreas, à medida que aumentam o seu porte, reduz a eficiência.

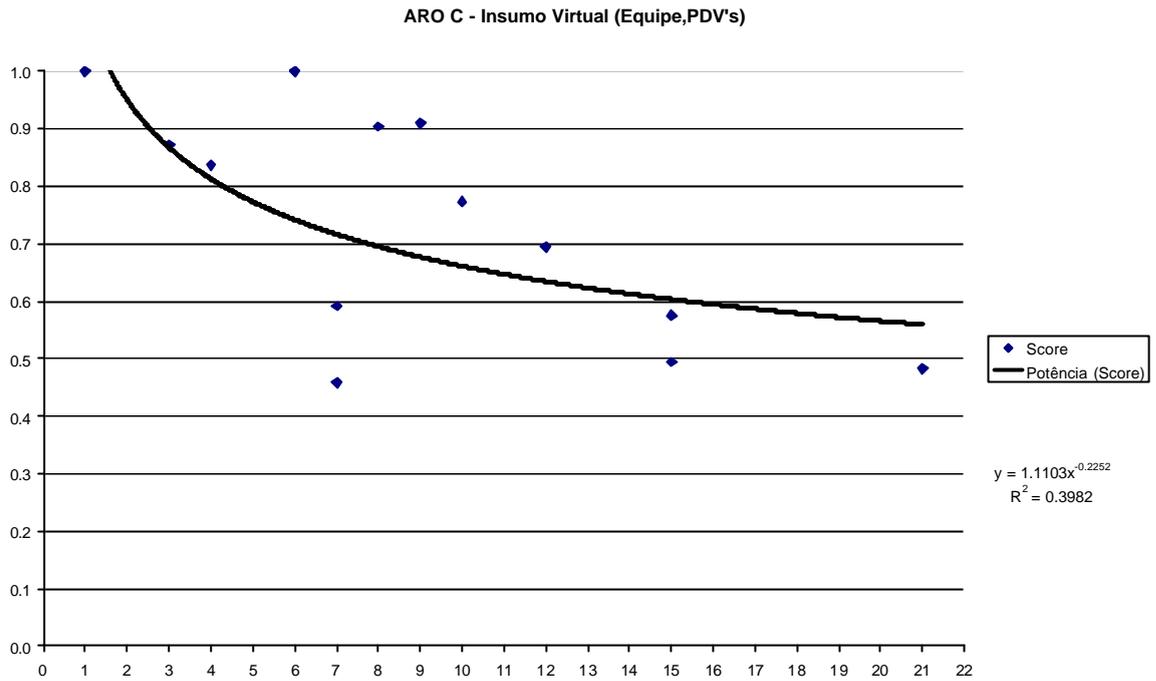


Figura 4.5 – Escore AR-O-C – Insumo Virtual (Equipes,PDV's).

Na Figura 4.6 é apresentado o gráfico Escore *versus* Insumo Virtual, na região de garantia, que mostra o comportamento das DMU's. Nesta abordagem, percebe-se independente do tamanho das equipes e quantidade de PDV's, há níveis de eficiência, mesmo nas equipes de maior porte, que na abordagem anterior eram ineficientes.

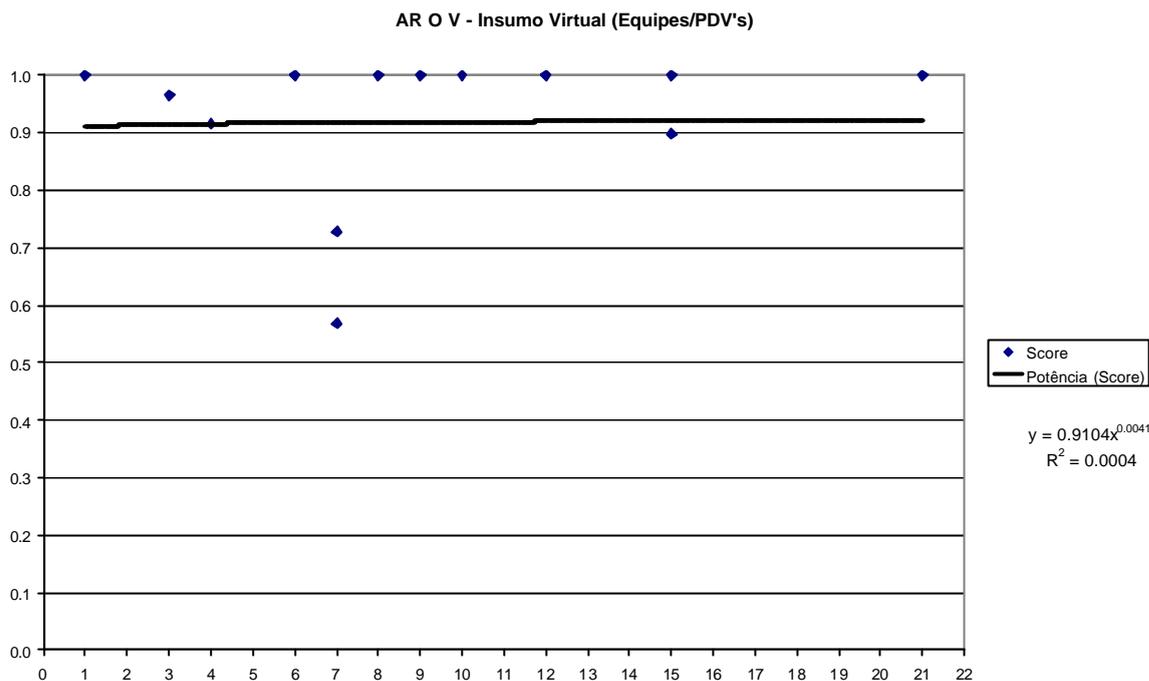


Figura 4.6 – Escore AR-O-V, Insumo Virtual (Equipes, PDV's).

A análise utilizando os insumos equipes e PDV's sugere que há economia decrescente de escala. Quanto maior Equipe e maior o número de PDV's, mais difícil será para manter o mesmo nível de desempenho, o que sugere que não se podem esperar resultados proporcionais aos aumentos de Equipes e da quantidade de PDV's a serem cobertos.

4.3 Análise do Impacto do PIB no Escore de Eficiência

Nesta análise serão utilizados os dados apurados do PIB de 2004 do estado do Ceará correspondentes às DMU's estudadas. A análise é feita considerando os resultados de escore com AR-O-C de modo a verificar se o PIB total e o PIB per capita seriam fatores a afetar esses escores. No caso de haver DMUS eficientes apenas em altos valores isso significaria um retorno crescente de escala, e de modo reverso, retorno decrescente. No caso de haver DMU's eficientes em vários níveis de PIB ou PIB per capita, isso apontaria para retornos constantes de escala e que o tamanho do PIB não seria um fator restritivo ao desempenho relativo das equipes de vendas.

4.3.1 Análise da relação dos escores AR-O-C com o PIB total

Na Figura 4.7 é apresentado o gráfico Escore *versus* PIB que mostra o comportamento das DMU's com referência aos retornos de escala. Através desse gráfico

observa-se há DMU's ineficientes tanto em áreas de PIB baixo, como em áreas de PIB mais alto, no caso das duas DMU's com nível máximo de eficiência, este resultado sugere que há retorno constante de escala, e o PIB não influencia no desempenho relativo das equipes de vendas e encontra-se equipes eficientes em diferentes tamanhos de mercado.

Tendo como exemplo a DMU 12, com nível de eficiência unitário, atuando em área de PIB muito baixo. No caso da DMU 3, cuja área de atuação é em Fortaleza, atua com apenas um vendedor e com a menor quantidade de PDV's, em uma área bastante concentrada.

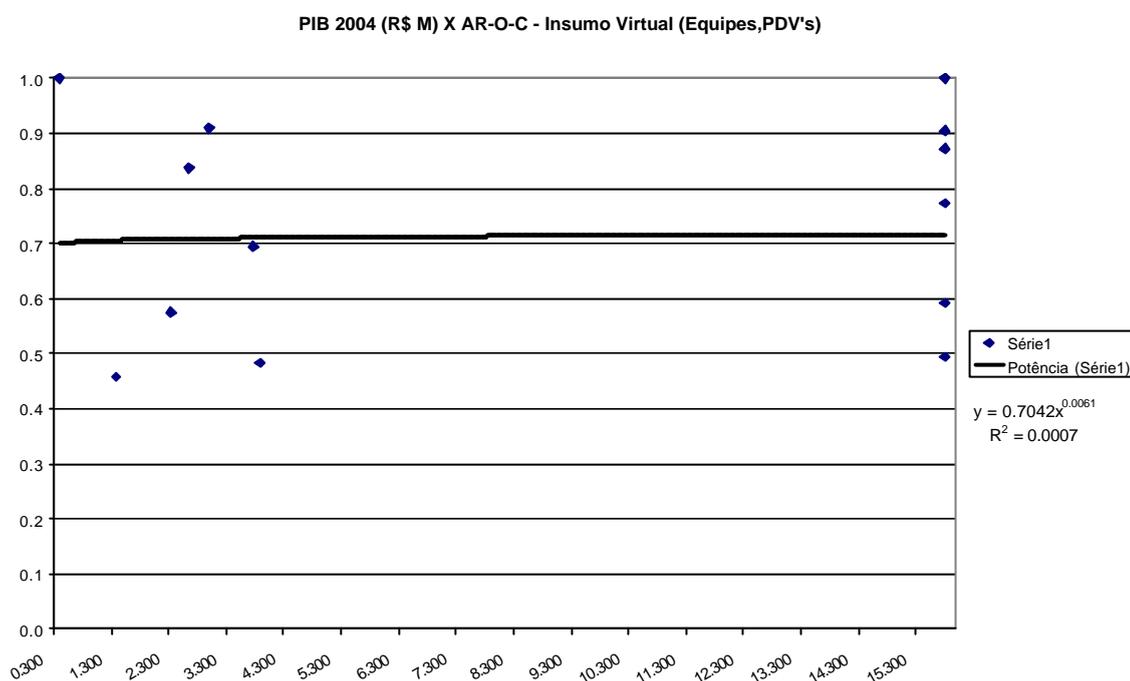


Figura 4.7 – PIB versus AR-O-C, Insumo Virtual (Equipes,PDV's).

4.3.2 Análise da relação dos escores AR-O-C com o PIB per capita

Na Figura 4.8 é apresentado o gráfico *Escore versus PIB Per Capita* que mostra o comportamento das DMU's com referência aos retornos de escala. Através desse gráfico observa-se que não há um aumento de eficiência em razão do crescimento do PIB per capita, e ainda que em apenas duas DMU's há escore máximo, semelhante à análise anterior, nota-se que mesmo tanto em áreas de PIB per capita baixo, quanto alto, há ineficiência, sugerindo também, que não há influencia do deste no desempenho das DMUS, o que se pode inferir que há retorno constante de escala, identifica-se que há existência de equipes eficientes em diferentes níveis de riqueza média do mercado.

No caso das DMUS que atuam na cidade de Fortaleza, que tem PIB per capita alto, e que apresentam baixo escore de eficiência, estas DMU's concentram-se em bairros de baixíssimo poder aquisitivo, que em geral apresentam cinquenta por cento do PIB per capita da cidade.

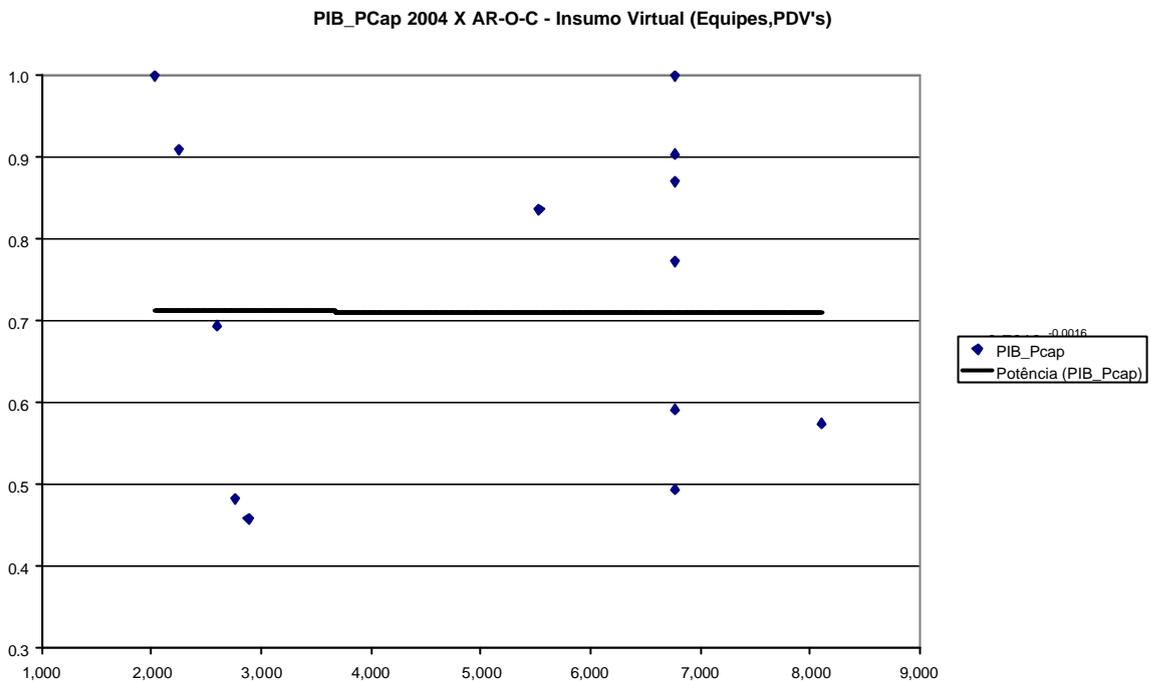


Figura 4.8 – PIB per Capita versus Escore AR-O-C.

4.4 Síntese da Análise

A análise utilizando os insumos equipes e PDV's apontou que há retorno decrescente de escala quando utilizamos a análise na região de garantia (AR). Quanto maior Equipe maior o número de PDV's, mais difícil será para manter o mesmo nível de desempenho, o que sugere que não se pode esperar resultados proporcionais aos aumentos de Equipes e da quantidade de PDV's a serem cobertos.

A análise usando os mesmos insumos, utilizando o método AR-O-C, elimina os zeros dos pesos, reduzindo escore antes eficiente com pesos com valor zero, e indicam que há retorno constante de escala. Os escores obtidos usando Equipes e PDV's isoladamente são similares quando se utiliza a análise do produto virtual.

Com base neste estudo das equipes e PDV's em suas respectivas áreas realizado a partir dos dados apresentados referentes ao terceiro trimestre de 2006, consegue-se

visualizar os resultados dos grupos diferenciados pelo porte das equipes e volumes de vendas, o que fortalece a importância da DEA.

Nota-se que, no uso de AR, quando comparando a metodologia CCR, há uma queda nos escores das DMU's, um dos fatores é a inexistência de pesos zeros, o que levava a DMU's com estas características a níveis máximos de eficiência, e ainda que não provoca grandes distorções no ranking das DMU's.

A DEA, como instrumento de avaliação de desempenho mostra-se adequada para analisar retorno de escala, no caso dos dados analisados, encontra-se economias decrescentes nas análises de insumos e retorno constante de escala na análise do tamanho de mercado e riqueza média do mercado.

Ao analisarmos o tamanho do mercado e a riqueza das pessoas identifica-se que não há influência destes fatores no desempenho das equipes, o que sugere que a força de vendas depende do seu esforço para alcançar níveis satisfatórios de eficiência.

Conclui-se, portanto, que tendo em conta a definição de metas de desempenho relativas com base em tamanho de equipe, PDV's, PIB e PIB per capita, estes fatores, nas análises realizadas não são fatores decisivos no desempenho, pois ocorrem situações de máximo escore, tanto para baixos quanto para altos valores, em cada situação estudada.

Capítulo 5

Conclusões e Recomendações

Neste capítulo apresenta-se uma síntese geral desta tese em função dos resultados e da sua discussão e está estruturado em cinco tópicos: síntese dos principais resultados; análise crítica dos resultados; limitações do trabalho; recomendações; e conclusões finais.

5.1 Síntese dos Principais Resultados

Foi aplicada neste trabalho a metodologia DEA utilizando os métodos CCR-O e AR com o intuito de analisar economia de escala, impacto do tamanho de mercado e impacto da riqueza média do mercado nas áreas de vendas de distribuição de cartões indutivos.

Inicialmente, quanto à orientação, definiu-se que o modelo deveria ser orientado a produtos, visto que, conforme regulamentação da ANATEL e dos contratos de concessão das empresas de Telefonia Fixa há a necessidade de disponibilidade de cartões indutivos em todas as localidades atendidas, em particular o cartão de 20 créditos.

Os resultados obtidos pela aplicação do método CCR, orientado a produtos e sem restrições aos pesos, apresentam inconsistência pelo inconveniente da geração de pesos com valor zero para alguns produtos significando que uma determinada área poderia ter seu escore máximo e ser considerada eficiente mesmo sem produzir.

Foi efetuada a análise aplicando-se o método da Região de Garantia orientado a produtos, utilizando o modelo de retorno constante de escala AR-O-C, e verificou-se que para os dois insumos, Equipes e PDV's, sugere-se que há economia decrescente de escala. Na seqüência da pesquisa utilizou-se o método AR-O-V, também usando como insumos Equipes e PDV's. Nos dois modelos os insumos foram analisados inicialmente de forma isolada e em seguida em conjunto.

Os resultados apresentados pela aplicação do método AR sugerem que as DMU's analisadas possuem funções de transformação diferentes em função do porte de suas áreas, considerando-se que alguns insumos ou produtos variam quase 30 vezes entre as menores e maiores áreas. Percebe-se que áreas maiores não apresentaram resultados de desempenho proporcional ao seu tamanho, considerando os insumos Equipes e PDV's, o que sugere uma maior dificuldade de gestão para essas áreas, sugerindo nestas análises que há retorno constante de escala..

Foi aplicado a mesma metodologia para identificar a influência do PIB e PIB per capita no desempenho das DMU's, concluindo-se que estes fatores não influenciam diretamente no desempenho das equipes.

5.2 Análise Crítica quanto ao Objetivo do Trabalho

Este trabalho de pesquisa teve como objetivo analisar o retorno de escala e tamanho do mercado no desempenho das Equipes de Vendas de Cartões Indutivos que atuam na área de Distribuição no Ceará, utilizando a DEA. No decorrer do estudo constatou-se a riqueza apresentada pelas diferentes possibilidades de aplicação da DEA, em suas diversas metodologias, na análise das áreas observadas e em seus diferentes enfoques. Verificou-se que a metodologia DEA é adequada para analisar e avaliar as áreas observadas neste estudo.

Os resultados obtidos apontam para se considerar que o objetivo proposto foi plenamente alcançado neste estudo.

5.3 Limitação do Trabalho

Este estudo limitou-se a investigar a utilidade da DEA em um pequeno período do ano, sendo analisado em apenas 3 meses.

Foram utilizados dados do terceiro trimestre do ano de 2006, tendo em vista que a obtenção dos dados dos demais períodos no momento da coleta não era disponível. Essa dificuldade de obtenção de dados limitou a aplicação da DEA aos dados obtidos do Sistema de Gestão da Empresa em análise.

Outros dados importantes poderiam ter sido analisados neste trabalho, que por tratar-se de um estudo acadêmico com foco na análise de retorno de escala e tamanho do

mercado no desempenho das equipes de vendas em suas áreas de atuação, limitou o uso de outras variáveis.

5.4 Recomendações

Consideradas as diversas possibilidades de aplicação da DEA e as limitações apresentadas para este trabalho recomenda-se a realização de novos estudos e o aprimoramento deste trabalho, trazendo-se outras variáveis para análise.

É recomendável, também, que esta mesma pesquisa seja aplicada aos outros produtos trabalhados no portfólio da empresa analisada com o intuito de se criar a visão e a cultura da busca da eficiência, de tal forma que parte da análise possam ser aproveitadas nas discussões sobre distribuição e dimensionamento e gestão das áreas, no seu conjunto e de modo individualizado.

Neste mesmo sentido recomenda-se a disseminação dessa metodologia na gestão da empresa analisada com o fim de torná-la uma ferramenta a ser aplicada na avaliação de desempenho das diversas equipes e áreas nos diversos produtos.

5.5 Conclusões

Esta pesquisa procurou analisar o retorno de escala e tamanho do mercado no desempenho das equipes de vendas de Cartões Indutivos que atuam na área de distribuição no estado do Ceará pela utilização da metodologia DEA e teve como objetivo investigar a utilidade da sua aplicação a estas equipes.

Aplicados três métodos de análises diferentes: CCR-O, AR-O-C e AR-O-V, verificou-se que se consegue avaliar o retorno de escala, tamanho do mercado e riqueza média do mercado no desempenho das equipes de vendas propostas, e, ao mesmo tempo, validar a utilidade da DEA.

Os resultados apresentados foram compatíveis com outras análises existentes, ao apontar para a existência de grupos com características distintas no conjunto de áreas analisadas.

Finalmente, acredita-se que a utilização da metodologia DEA na análise de economia de escala, verificando ainda o impacto do tamanho do mercado e riqueza média do mercado, apresenta-se como importante ferramenta pela eficácia e consistência

demonstrada. A DEA, por estas razões, pode contribuir de maneira efetiva para a melhoria dos processos de avaliação de eficiência na distribuição de Cartões Indutivos podendo atuar como fator decisivo nas melhores práticas das áreas eficientes e na disseminação da profissionalização do processo de gestão, seja em nível central seja nas diversas áreas estudadas.

Referências

- ALLEN, R.; ATHANASSOPOULOS, A.; DYSON, R. G.; THANASSOULIS, E. Weights restrictions and value judgments in data envelopment analysis: evolution, development and future directions. *Annals of Operations Research*, n. 73, p. 13-34, 1997.
- AVELLAR, J. V. G.; POLEZZI, A. O. D.; MILIONI, A. Z. On the evaluation of Brazilian landline telephone services companies, *Pesquisa Operacional*, v. 22, n. 2, p. 231-246, 2002.
- BABAKUS, Emin. Investigating the relationships among sales, management control, sales territory design, salesperson performance, and sales organization effectiveness. Amsterdam: 1996m Vol. 13, ISS.4; pg.345, 19 pg.
- BANKER, Rajiv D., A. Charnes, and W. W. Cooper. 1984. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science* 30, (9): 1078-1092.
- BAUMOL, W.J. Scale Economies, Average Cost and the Profitability of Marginal Cost Pricing, in *Essays in Urban Economics and Public Finance in Honor of William S. Vickrey*, R. E. Grieson, ed. (Lexington, Mass.: D.C. Heath, 1975).
- BEHRMAN, Douglas N., Perreault, William D., Jr.. Measuring the performance of Industrial salespersons. *Journal of Business Research*. New York: Sep 1982. Vol. 10, Iss. 3; pg. 355, 16 pgs
- BESSENT, A.; BESSENT, W.; ELAM, J. Efficiency frontier determination by constraint facet analysis. *Operation Research*, v. 36, p. 785-796, 1988.
- BIFULCO, R.; BRETSCHNEIDER, S. Response to comment on estimating school efficiency. *Economics of Education Review*, n. 22, p. 635-638, 2003.
- BOLES, J. S., N. Donthu, and R. Lohtia. 1995. Salesperson evaluation using relative performance efficiency: The application of data envelopment analysis. *The Journal of Personal Selling & Sales Management*.: 36.
- CABALLERO, R.; GALACHE, T.; GOMEZ, T.; MOLINA, J; TORRICO, A. Budgetary allocations and efficiency in the human resources policy of a university following multiple criteria. *Economics of Education Review*, v, 23, n. 23, p.67-74, 2004.

- CASU, B.; THANASSOULIS, E. Evaluating cost efficiency in central administrative services in UK universities. *The International Journal of Management Science*, n. 34, p. 417-426, 2006.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; LEWIN, A. Y.; SEIFORD, L. M. Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Application. Boston/ Dordrecht/ London: Kluwer Academic Publishers, 1994.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Evaluating program a managerial efficiency: an application of Data Envelopment Analysis to program follow through. *Management Science*, v. 27, n. 6. p. 668-697, 1981.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*. v. 2, n. 6. p 429-444, 1978.
- CLARK, John M. (1923) *Studies in the Economics of Overhead Costs*, Chicago, 1923.
- CLEMENS, E. (1958) Price Discrimination and the Multiproduct Firm, in Richard Hefleblower and George Stocking, eds. *AEA Readings in Industrial Organization and Public Policy*, Homewood 1958, pp. 262-276.
- COELLI, T. J.; RAO, D. S. P.; O'DONNELL, C. J.; BATTESE, G. E. An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis. 2. ed. New York: Springer, 2005.
- COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. Introduction to Data Envelopment Analysis and its uses – with DEA-Solver software and references. New York: Springer, 2006.
- DECRETO No 2592, de 15 de maio de 1998, Aprova o Plano Geral de Metas de Universalização do Serviço Telefônico Fixo Comutado no Regime Público.
- DYSON, R.G.; THANASSOULIS E. Reducing Weight Flexibility in Data Envelopment Analysis. *Journal of the Operational Research Society*, v. 39, n. 6, pp. 563-576, 1988.
- FARREL, M. J. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistic Society*, series A, part 3, p 253-290, 1957.
- FERREIRA, G. M. Avaliação de Desempenho de Instituições de Ensino Tecnológico Aplicando Análise de Envoltória de Dados – DEA: Um Estudo no Brasil. Natal: UFRN, 2006. 75p. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção.
- GARÓFALO, Gilson L.; Carvalho, Luiz Carlos P. (1986) *Teoria Microeconômica*, Atlas.
- GIL, Antonio Carlos. Como elaborar Projetos de Pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GLASS, J. C.; GILLIAN, M.; McKILLOP, D. G.; RASARATNAM, S.; STRINGER, K. S. Implications of variant efficiency measures for policy evaluations in UK higher education. *Socio-Economic Planning Sciences*, v. 40, jun. 2006, p. 119-142.

HORSKY, D., and P. Nelson. 1996. Evaluation of salesforce size and productivity through efficient frontier benchmarking. *Marketing Science* 15, (4): 301-320.

JOHNES, Jill. Data envelopment analysis and its application to the measurement of efficiency in higher education. *Economics of Education Review*, v. 25, n. 3, jun. 2005, p. 273 -288.

JOHNES, Jill. Measuring teaching efficiency in higher education: An application of data envelopment analysis to economics graduates from UK Universities 1993. *European Journal of Operational Research*, v. 174, n. 1, out. 2006, p. 443 - 456.

Lei 9.472, Lei Geral das Telecomunicações, 16 de Julho de 1997.

LOVELL, C. A. K. Production frontiers and production efficiency. The measurement of productive efficiency: techniques and applications. New York, Oxford University Press, 1993. p 3-67.

MAIA, C. C.; FONSECA, A. B. B.; MELLO, J. C. C. B. S.; NUNES, M. V. R. Localização de ERBs com uso de Análise Envoltória de Dados, p. 1-9, Rio de Janeiro, 2003.

MARSHAL, Alfred (1890) *Principles of Economics*, Macmillan, London, versão em português, *Princípios de Economia*, Abril, Os Economistas, 1982.

MELLO, João Carlos C. B. S. *et al.* Curso de análise de envoltória de dados. XXXVII *Simpósio brasileiro de pesquisa operacional*. Gramado: SBPO, 2005, p 2520-2547.

NETO, Paulo Vieira. O desaparecimento de uma profissão: O radiotelegrafista de vôo – Evolução Tecnológica e desemprego nas telecomunicações. São Paulo: PUC, 2000.

PANZAR, John C.; Willig, Robert D. (1977) Economies of Scale in Multi-Output Production, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 91, No. 3 (Aug., 1977), pp. 481-493.

PANZAR, John C.; Willig, Robert D. (1981) Economies of Scope, *The American Economic Review*, Vol. 71, No. 2, Papers and Proceedings of the Ninety-Third Annual Meeting of the American Economic Association (May, 1981), pp. 268-272.

PEDRAJA-CHAPARRA *et al.* On the role of weight restrictions in data envelopment. *Journal of Productivity Analysis*. Springer Netherlands, v8, n. 2, 1997.

PILLING, Bruce K, DONTU, Naveen, HENSON, Steve. Accounting for the impact of territory characteristics on sales performance: Relative Efficiency as a Measure of

Salesperson Performance. The journal of Personal Selling & Sales Management; Spring 1999; 19, 2; ABI/INFORM Global.

RAMOS, R. E. B. Michael J. Farrell e a Medição da Eficiência Técnica. XXVII ENEGEP. Foz do Iguaçu, 2007.

RESOLUÇÃO ANATEL, Nº 324, 7 de novembro de 2002.

RESOLUÇÃO ANATEL, Nº 9.426, de 9 de dezembro de 2005.

Revista Conexão, Publicação Interna Telemar, 2003.

Revista TELETIME, ed. 88, 9/05/2006.

RNT - Revista Nacional de Telecomunicações, nº 229, - Set. 1998

ROLL, Y.; COOK, W.D.; GOLANY, B. Controlling Factor Weights in Data Envelopment Analysis. *IIE Transactions*, v. 23, n. 1, p. 2-9. 1991.

SARRICO, C. S., S. M. Hogan, Robert G. Dyson, and Antreas D. Athanassopoulos. 1997. Data envelopment analysis and university selection. *Journal of the Operational Research Society* 48, : 1163.

SEIFORD, Lawrence M. (2005) **A Cyber-Bibliography for Data Envelopment Analysis (1978---2005)**, University of Michigan, Working Paper, August, 2005.

TAVARES, Gabriel. A bibliography of Data Envelopment Analysis (1978 – 2001). *Rutcor Research Report*, n 01-02, Jan. 2002.

THANASSOULLIS, E.; BOUSSOFIANE, A.; DYSON, R. G. Exploring output quality targets in the provision of per natal care in England using DEA. *European Journal of the Operational Research*, v. 60, p. 588-608, 1995.

THOMPSON, R.G.; SINGLETON, F.D.; THRALL JUNIOR, R.M.; SMITH, B.A. Comparative Site Evaluations for Locating a High-Energy Physics Lab in Texas, *Interfaces*, v.16, n. 6, p. 35-49, 1986.

WONG, Y. H. B.; BEASLEY, J. E. Restricting weight flexibility in DEA. *Journal of the Operational Research Society*, v. 41, p. 829-835, 1990.

Anexos

Anexo 1 – Formulação matemática do CCR

Em notação matricial, a formulação do CCR apresentada em (1) torna-se

$$(PL_o) \quad \max_{u,v} \quad \frac{uy_o}{vx_o} \quad (2)$$

$$\text{sujeito a:} \quad \frac{uY}{vX} \leq 1 \quad u \geq 0, \quad v \geq 0.$$

onde,

- PL - problema de programação linear do modelo CCR
- v - vetor linha atuando como multiplicador de insumos
- u - vetor linha atuando como multiplicador de produtos
- y_o - vetor de produtos da DMU_o em análise
- x_o - vetor de insumos da DMU_o em análise
- Y - matriz de vetores de produtos de todas as DMU's
- X - matriz de vetores de insumos de todas as DMU's

Tomando-se o PL_o (2), expresso em notação de matrix-vetor e aplicando uma transformação com mudança de variáveis (mn em vez de u,v) para mudança do Programa Fracionário em um Programa Linear (Charnes, Cooper e Rhodes, 1978),

$$\begin{aligned} \mathbf{m} &= tu \\ \mathbf{n} &= tv \end{aligned}$$

$$\text{onde,} \quad t = \frac{1}{\mathbf{n}X_o}, \quad t > 0 \quad (3)$$

tem-se o programa linear equivalente (Cooper et al., 2006),

$$(PL_o) \quad \max_{n,m} \quad \mathbf{m}y_o \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \text{sujeito a:} \quad \mathbf{n}x_o &= 1 \\ -\mathbf{n}X + \mathbf{m}Y &\leq 0 \\ \mathbf{n} \geq 0, \quad \mathbf{m} &\geq 0. \end{aligned}$$

O problema dual do PL_o (4) é expresso com uma variável real q e a transposta, T , de um vetor não negativo $\mathbf{l} = (\mathbf{l}_1, \dots, \mathbf{l}_n)^T$ de variáveis como segue (Cooper et al., 2006):

$$(DPL_o) \quad \min_{q, I} \quad \mathbf{q} \quad (5)$$

$$\text{sujeito a:} \quad \mathbf{q}x_o - X\mathbf{I} \geq 0$$

$$Y\mathbf{I} \geq y_o$$

$$\mathbf{I} \geq 0.$$

A formulação de (1), (2) e (4) é denominada *forma de multiplicadores* (os pesos). A formulação (5) é denominada forma de envoltória, onde os \mathbf{I} são os coeficientes da projeção da DMU_o sobre a fronteira de eficiência e \mathbf{q} é a medida da eficiência radial.

A análise CCR pode também ser orientada a produto, ou seja, dado um nível de insumo, qual o máximo produto que pode ser alcançado. A formulação de *PL* em forma de envoltória para o modelo orientado a produto é dada por (Cooper et al., 2006),

$$(PLO_o) \quad \max_{h, m} \quad \mathbf{h} \quad (6)$$

$$\text{sujeito a:} \quad x_o - X\boldsymbol{\mu} \geq \mathbf{0}$$

$$\mathbf{h}y_o - Y\mathbf{m} \leq \mathbf{0}$$

$$\mathbf{m} \geq 0.$$

A solução ótima do *PLO_o* (6) pode ser obtida diretamente de uma solução ótima do modelo CCR orientado a insumo dado em (5) como segue (Cooper et al., 2006).

$$\text{Seja,} \quad \mathbf{l} = \mathbf{m}/\mathbf{h}, \quad \mathbf{q} = \mathbf{1}/\mathbf{h}$$

Então o *PLO_o* (6) torna-se

$$(PLO_o) \quad \min_{q, I} \quad \mathbf{q} \quad (7)$$

$$\text{sujeito a:} \quad \mathbf{q}x_o - X\mathbf{I} \geq 0$$

$$y_o - Y\mathbf{I} \leq 0$$

$$\mathbf{I} \geq 0.$$

que é o modelo CCR orientado a insumo. Assim, uma solução ótima de um modelo orientado a produto relaciona-se àquela do modelo orientado a insumo via:

$$\mathbf{h}^* = \mathbf{1}/\mathbf{q}^*, \quad \mathbf{m}^* = \mathbf{l}^*/\mathbf{q}^* \quad (8)$$

Anexo 2 – Tabela dados primários

Cartões de 20 créditos

Mês	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	
Tipo	20 cc	20 cc	20 cc	
Área	VENDA (A)	VENDA (A)	VENDA (A)	Total
Junior (Arthur)	54567	99450	108450	262467
Ivan (Gleyser)	64493	60538	63156	188187
Odimar (Gleyser)	6240	10200	10400	26840
Januário (Luiz)	46057	28741	45486	120284
C. Mauro (Mário)	63584	67400	75180	206164
Salette (Luiz)	28896	26221	26571	81688
Giovani (Mário)	38403	36063	33604	108070
Gilberto (Deusimar)	25700	31800	32050	89550
Sérgio I (Deusimar)	74100	77500	107575	259175
Sérgio II (Paulo T.)	80900	62500	74700	218100
R. Brandão (Luiz)	65350	62078	76255	203683
Ícaro (Paulo T.)	32500	31600	37800	101900
Edinam (Paulo A.)	78140	74845	84276	237261

Cartões de 40 créditos

Mês	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	
Tipo	40 cc	40 cc	40 cc	
Área	VENDA (A)	VENDA (A)	VENDA (A)	Total
Junior (Arthur)	51432	71320	59889	182641
Ivan (Gleyser)	65009	59794	59252	184055
Odimar (Gleyser)	4050	6200	6040	16290
Januário (Luiz)	35612	23484	33782	92878
C. Mauro (Mário)	57100	64100	60317	181517
Salette (Luiz)	17868	15051	19439	52358
Giovani (Mário)	30476	31191	27780	89447
Gilberto (Deusimar)	21300	25700	27630	74630
Sérgio I (Deusimar)	66530	68056	86256	220842
Sérgio II (Paulo T.)	74150	62100	69000	205250
R. Brandão (Luiz)	76527	58518	70969	206014
Ícaro (Paulo T.)	32200	29600	35000	96800
Edinam (Paulo A.)	49780	46672	48975	145427

Cartões de 60 créditos

Mês	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	
Tipo	60 cc	60 cc	60 cc	
Área	VENDA (A)	VENDA (A)	VENDA (A)	Total
Junior (Arthur)	1312	3900	3807	9019
Ivan (Gleyser)	3474	3767	3525	10766
Odimar (Gleyser)	600	1080	1220	2900
Januário (Luiz)	1204	1733	1842	4779
C. Mauro (Mário)	1750	3120	3397	8267
Salete (Luiz)	908	1365	1123	3396
Giovani (Mário)	924	1097	1344	3365
Gilberto (Deusimar)	1020	2000	1820	4840
Sérgio I (Deusimar)	1967	2540	2595	7102
Sérgio II (Paulo T.)	2780	3260	3900	9940
R. Brandão (Luiz)	4551	6670	7101	18322
Ícaro (Paulo T.)	1170	1580	2000	4750
Edinam (Paulo A.)	1656	1889	2301	5846

Anexo 3 – Resultados AR-O-V e AR-O-C

	(I) Equipe	(I) PDV's	(O)VEN 20	(O) VEN 40	(O) VEN 60
Área 1	15	13.57	2.6247	1.8264	0.9019
Área 2	10	8.21	1.8819	1.8406	1.0766
Área 3	1	0.66	0.2684	0.1629	0.2900
Área 4	7	6.2	1.2028	0.9288	0.4779
Área 5	8	9.46	2.0616	1.8152	0.8267
Área 6	3	3.16	0.8169	0.5236	0.3396
Área 7	4	8.32	1.0807	0.8945	0.3365
Área 8	7	7.2	0.8955	0.7463	0.4840
Área 9	21	12.17	2.5918	2.2084	0.7102
Área 10	12	11.01	2.1810	2.0525	0.9940
Área 11	9	20.35	2.0368	2.0601	1.8322
Área 12	6	2.07	1.0190	0.9680	0.4750
Área 13	15	11.94	2.3726	1.4543	0.5846

0.20	(O)VEN 20	(O) VEN 40	2.50
0.33	(O)VEN 20	(O) VEN 60	3.00
0.43	(O) VEN 40	(O) VEN 60	2.33
0.11	(I) Equipe	(I) PDV's	9.00

Tabela dos dados comparativos de PIB e PIB per capita com análise AR-O-C

AR-O-C -Equipe,PDV's			PIB 2004	
RANKING	DMU	Score	PIB 2004	PIB Pcap
1	Área 3	1.0000	15.797	6,772
1	Área 12	1.0000	0.400	2,031
3	Área 11	0.9095	3.003	2,251
4	Área 5	0.9040	15.797	6,772
5	Área 6	0.8710	15.797	6,772
6	Área 7	0.8370	2.655	5,532
7	Área 2	0.7729	15.797	6,772
8	Área 10	0.6941	3.778	2,599
9	Área 4	0.5917	15.797	6,772
10	Área 1	0.5746	2.347	8,104
11	Área 13	0.4944	15.797	6,772
12	Área 9	0.4829	3.894	2,763
13	Área 8	0.4581	1.386	2,885

Projeções

No.	DMU I/O	1/Score Data	Projection	Difference	%
1	Área 1	1			
	Equipe	15	15	0	0.00%
	PDV's	13.57	13.57	0	0.00%
	VEN 20	2.62467	2.62467	0	0.00%
	VEN 40	1.82641	1.82641	0	0.00%
	VEN 60	0.9019	0.9019	0	0.00%
2	Área 2	1			
	Equipe	10	10	0	0.00%
	PDV's	8.21	8.21	0	0.00%
	VEN 20	1.88187	1.88187	0	0.00%
	VEN 40	1.84055	1.84055	0	0.00%
	VEN 60	1.0766	1.0766	0	0.00%
3	Área 3	1			
	Equipe	1	1	0	0.00%
	PDV's	0.66	0.66	0	0.00%
	VEN 20	0.2684	0.2684	0	0.00%
	VEN 40	0.1629	0.1629	0	0.00%
	VEN 60	0.29	0.29	0	0.00%
4	Área 4	1.373113			
	Equipe	7	7	0	0.00%
	PDV's	6.2	6.2	0	0.00%
	VEN 20	1.20284	1.587631	0.384791	31.99%
	VEN 40	0.92878	1.42505	0.49627	53.43%
	VEN 60	0.4779	0.668547	0.190647	39.89%
5	Área 5	1			
	Equipe	8	8	0	0.00%
	PDV's	9.46	9.46	0	0.00%
	VEN 20	2.06164	2.06164	0	0.00%
	VEN 40	1.81517	1.81517	0	0.00%
	VEN 60	0.8267	0.8267	0	0.00%
6	Área 6	1.035829			
	Equipe	3	3	0	0.00%
	PDV's	3.16	3.16	0	0.00%
	VEN 20	0.81688	0.779201	-3.77E-02	-4.61%
	VEN 40	0.52358	0.633878	0.110298	21.07%
	VEN 60	0.3396	0.442762	0.103162	30.38%
7	Área 7	1.092963			
	Equipe	4	4.379109	0.379109	9.48%
	PDV's	8.32	4.908022	-3.41198	-41.01%
	VEN 20	1.0807	1.13405	5.34E-02	4.94%
	VEN 40	0.89447	0.9605	0.06603	7.38%
	VEN 60	0.3365	0.549081	0.212581	63.17%
8	Área 8	1.761703			
	Equipe	7	7	0	0.00%
	PDV's	7.2	7.2	0	0.00%
	VEN 20	0.8955	1.577605	0.682105	76.17%
	VEN 40	0.7463	1.436102	0.689802	92.43%
	VEN 60	0.484	0.80066	0.31666	65.43%
9	Área 9	1			
	Equipe	21	21	0	0.00%
	PDV's	12.17	12.17	0	0.00%
	VEN 20	2.59175	2.59175	0	0.00%
	VEN 40	2.20842	2.20842	0	0.00%
	VEN 60	0.7102	0.7102	0	0.00%
10	Área 10	1			
	Equipe	12	12	0	0.00%
	PDV's	11.01	11.01	0	0.00%
	VEN 20	2.181	2.181	0	0.00%
	VEN 40	2.0525	2.0525	0	0.00%
	VEN 60	0.994	0.994	0	0.00%
11	Área 11	1			
	Equipe	9	9	0	0.00%
	PDV's	20.35	20.35	0	0.00%
	VEN 20	2.03683	2.03683	0	0.00%
	VEN 40	2.06014	2.06014	0	0.00%
	VEN 60	1.8322	1.8322	0	0.00%
12	Área 12	1			
	Equipe	6	6	0	0.00%
	PDV's	2.07	2.07	0	0.00%
	VEN 20	1.019	1.019	0	0.00%
	VEN 40	0.968	0.968	0	0.00%
	VEN 60	0.475	0.475	0	0.00%
13	Área 13	1.114128			
	Equipe	15	15	0	0.00%
	PDV's	11.94	11.94	0	0.00%
	VEN 20	2.37261	2.394605	2.20E-02	0.93%
	VEN 40	1.45427	2.034958	0.580688	39.93%
	VEN 60	0.5846	0.900025	0.315425	53.96%

Tabelas Escores AR-O-V – Cartão de 20 – Economia de escopo

No.	DMU	Score	Rank	1/Score	Reference set (lambda)
1	Área 1	1	1	1	Área 1 1
2	Área 2	0.983497	8	1.01678	Área 5 0.570325 Área 9 0.190623 Área 12 0.239051
3	Área 3	1	1	1	Área 3 1
4	Área 4	0.75699	12	1.321021	Área 5 0.553593 Área 6 3.57E-02 Área 12 0.410678
5	Área 5	1	1	1	Área 5 1
6	Área 6	1	1	1	Área 6 1
7	Área 7	1	1	1	Área 7 1
8	Área 8	0.526507	13	1.899311	Área 5 0.676797 Área 6 0.117864 Área 12 0.205339
9	Área 9	1	1	1	Área 9 1
10	Área 10	0.948366	11	1.054446	Área 1 0.270168 Área 5 0.567615 Área 9 0.162217
11	Área 11	0.950869	10	1.05167	Área 1 0.142857 Área 5 0.857143
12	Área 12	1	1	1	Área 12 1
13	Área 13	0.966842	9	1.034295	Área 1 0.385084 Área 5 0.283807 Área 9 0.331109

Tabela Escores AR-O-V – Cartão de 40- Economia de escopo

No.	DMU	Score	Rank	1/Score	Reference set (lambda)
1	Área 1	0.862412	9	1.159539	Área 9 0.407814 Área 10 0.368746 Área 11 0.223441
2	Área 2	1	1	1	Área 2 1
3	Área 3	1	1	1	Área 3 1
4	Área 4	0.651752	12	1.534325	Área 3 2.55E-02 Área 5 0.563727 Área 12 0.410784
5	Área 5	1	1	1	Área 5 1
6	Área 6	0.825994	10	1.210662	Área 3 0.713437 Área 5 0.283622 Área 12 2.93E-03
7	Área 7	1	1	1	Área 7 1
8	Área 8	0.496877	13	2.01257	Área 3 8.41E-02 Área 5 0.710226 Área 12 0.205685
9	Área 9	1	1	1	Área 9 1
10	Área 10	1	1	1	Área 10 1
11	Área 11	1	1	1	Área 11 1
12	Área 12	1	1	1	Área 12 1
13	Área 13	0.689946	11	1.449389	Área 9 0.351953 Área 10 0.592186 Área 11 5.59E-02

Tabela Escores AR-O-V – Cartão de 60- Economia de escopo

No.	DMU	Score	Rank	1/Score	Reference set (lambda)
1	Área 1	0.622778	8	1.605708	Área 2 0.508221 Área 11 0.491779
2	Área 2	1	1	1	Área 2 1
3	Área 3	1	1	1	Área 3 1
4	Área 4	0.564021	9	1.772984	Área 2 0.631966 Área 3 0.328996 Área 11 3.90E-02
5	Área 5	0.757076	6	1.320871	Área 2 0.577262 Área 3 0.197158 Área 11 0.22558
6	Área 6	0.65534	7	1.525927	Área 2 0.16591 Área 3 0.770739 Área 11 0.063351
7	Área 7	0.385465	13	2.594269	Área 3 0.621987 Área 11 0.378013
8	Área 8	0.53055	10	1.884836	Área 2 0.563479 Área 3 0.320435 Área 11 0.116086
9	Área 9	0.506517	11	1.974266	Área 2 0.569185 Área 11 0.430815
10	Área 10	0.784876	5	1.274087	Área 2 0.748753 Área 11 0.251247
11	Área 11	1	1	1	Área 11 1
12	Área 12	1	1	1	Área 12 1
13	Área 13	0.434389	12	2.302085	Área 2 0.643728 Área 11 0.356272

Anexo 4 – PIB do estado do Ceará

nome_uf	cod_munic	muníc	DMU	agro	ind	Serv	apu	impostos	pib	pop	pib_pcap
Ceará	2304400	Fortaleza	Diversos	23999.76	4788443	9270305	3017607	2715556	15797377	2332657	6.772.27
Ceará	2300705	Alto Santo	Gilberto	6278.407	7284.156	20065.11	14148.99	223.178	33850.85	16309	2.075.59
Ceará	2301851	Banabuiú	Gilberto	6609.172	14909.54	9614.308	3907.083	847.275	31838.65	17101	1.861.80
Ceará	2303931	Choró	Gilberto	4693.33	4072.191	5703.167	2885.818	1.848	14470.54	12631	1.145.64
Ceará	2304277	Ererê	Gilberto	2274.108	2164.555	11977.8	9982.752	98.402	16514.87	6233	2.649.59
Ceará	2304459	Fortim	Gilberto	4608.055	12122.38	10327.08	3042.32	45.902	27103.41	13316	2.035.40
Ceará	2305332	Ibicuitinga	Gilberto	2909.054	3463.842	16635.33	13504.06	65.464	23073.69	9864	2.339.18
Ceará	2306009	Iracema	Gilberto	3857.136	4920.769	27979.63	20068.7	248.605	36510.96	12714	2.871.71
Ceará	2306702	Jaguaretama	Gilberto	12464.34	6924.96	26248.08	19034.18	237.07	45874.45	18252	2.513.39
Ceará	2306900	Jaguaribe	Gilberto	13971.53	21092.87	60244.49	36861.11	1891.464	94296.58	36417	2.589.36
Ceará	2307007	Jaguaruana	Gilberto	9909.571	38599.5	52369.46	34891.34	3068.02	103036.4	31694	3.250.98
Ceará	2307601	Limoeiro do Norte	Gilberto	20901.99	57301.02	108217.8	61688.03	5512.671	186549.2	53683	3.475.01
Ceará	2308708	Morada Nova	Gilberto	21241.79	84580.2	104733.3	73929.16	1312.261	210359.3	67216	3.129.60
Ceará	2308807	Moraújo	Gilberto	4066.183	2583.038	12674.71	10083.3	53.967	19377.9	7443	2.603.51
Ceará	2309300	Nova Russas	Gilberto	3704.133	11169.53	56432.64	36192.41	768.117	70143.79	29775	2.355.80
Ceará	2310001	Palhano	Gilberto	3431.716	2961.631	15268.23	12456.08	89.478	21751.06	8279	2.627.26
Ceará	2310803	Pereiro	Gilberto	3771.729	5425.029	25238.72	19527.43	178.515	34312.8	15447	2.221.33
Ceará	2311231	Potiretama	Gilberto	3340.659	1974.313	9041.079	6981.519	26.934	14382.99	5760	2.497.05
Ceará	2311504	Quixeré	Gilberto	46861.85	10509.61	17128.53	4211.178	1151.014	75335.24	18432	4.087.20
Ceará	2311801	Russas	Gilberto	10195.22	98641.46	130168.2	63621.34	3650.931	238773.7	62837	3.799.89
Ceará	2312502	São João do Jaguaribe	Gilberto	5436.223	3854.121	17582.7	10563.4	87.311	26960.35	8974	3.004.27
Ceará	2313104	Tabuleiro do Norte	Gilberto	6130.121	14813.3	40768.71	20167.07	1892.39	61638.63	28120	2.191.99
Ceará	2301000	Aquiraz	Giovane	36907.05	155798	151547.5	82262.37	44891.11	388272.8	67736	5.732.15
Ceará	2301109	Aracati	Giovane	19346.92	112650.1	165384.9	97513.01	8595.673	298185.3	66384	4.491.83
Ceará	2302206	Beberibe	Giovane	30828.54	20395.67	34168.52	10323.69	506.53	85173.39	45186	1.884.95
Ceará	2303501	Cascavel	Giovane	26459.34	198250.1	68238.7	14182.57	4736.125	294390.6	62076	4.742.42
Ceará	2303956	Chorozinho	Giovane	9315.3	9503.856	31249.03	22764.4	152.915	50221.11	20356	2.467.14
Ceará	2304285	Eusébio	Giovane	4260.878	425631.1	125784.2	62101.56	13510.07	567860.5	37190	15.269.17
Ceará	2305233	Horizonte	Giovane	26607.53	350723.6	66866.53	9537.751	22838.73	466615.6	41746	11.177.49
Ceará	2305357	Icapuí	Giovane	9797.856	17937.88	31761.72	22230.5	1289.036	60386.73	17279	3.494.81
Ceará	2306256	Itaitinga	Giovane	1528.366	18703.63	47249.96	30761.62	2421.932	69500.86	32496	2.138.75
Ceará	2309458	Ocara	Giovane	7370.103	7520.619	10789.18	5137.171	70.506	25750.41	22485	1.145.23
Ceará	2309607	Pacajus	Giovane	21572.62	198497.1	69845.22	11506.94	11602.89	297314	50365	5.903.19
Ceará	2310852	Pindoretama	Giovane	16386.02	7545.229	27052.65	17970.27	691.251	51675.15	16741	3.086.74
Ceará	2304004	Coreaú	Icaro	3182.91	7229.611	30040.66	21914.8	244.566	40184.88	21221	1.893.64
Ceará	2304103	Crateús	Icaro	16050.51	33052.78	140848.9	84959.2	2781.389	187197.3	73076	2.561.68
Ceará	2304269	Deputado Irapuan Pinheiro	Icaro	4131.938	2937.504	12677.23	9713.011	126.01	19872.68	8583	2.315.35
Ceará	2305605	Independência	Icaro	10261.42	12033.9	16014.02	5916.029	246.227	37804.34	25894	1.459.97
Ceará	2307908	Martinópolis	Icaro	1616.682	3364.286	14471.21	11640.76	42.273	19494.45	9708	2.008.08
Ceará	2309904	Pacujá	Icaro	1392.913	2198.213	10719.25	8412.511	91.166	14401.54	5985	2.406.27
Ceará	2313302	Tauá	Icaro	17997.82	19562.92	43436.28	11939.9	1792.216	80567.72	52260	1.541.67

PIB Ceará, Continuação

Ceará	2301950	Barreira	Junior	10551.24	7933.869	30624.1	23679.57	248.177	49357.39	18186	2,714.03
Ceará	2304954	Guaiúba	Junior	7339.712	7985.971	31067.87	23544.11	213.65	46607.2	21075	2,211.49
Ceará	2307650	Maracanau	Junior	1627.551	1495516	394132.2	43710.39	146747.4	2026388	191317	10,591.78
Ceará	2309706	Pacatuba	Junior	4176.45	112419.2	89359.11	58703.01	19880.09	224987.6	59071	3,808.77
Ceará	2300101	Abaiara	Ricardo Brandão	2536.653	3059.686	4559.496	1973.761	42.501	10198.34	8639	1,180.50
Ceará	2300309	Acopiara	Ricardo Brandão	16594	19901.67	30183.74	10520.63	1000.497	66555.53	46048	1,445.35
Ceará	2300606	Altaneira	Ricardo Brandão	847.955	2198.58	3222.836	1410.547	80.337	6349.708	6139	1,034.32
Ceará	2300804	Antonina do Norte	Ricardo Brandão	809.045	2479.748	13014.71	9684.977	148.841	16452.34	7239	2,272.74
Ceará	2301257	Ararendá	Ricardo Brandão	3052.972	3546.478	16266.58	12738.77	112.936	22978.96	10361	2,217.83
Ceará	2301307	Araripe	Ricardo Brandão	8102.323	7077.859	30899.87	23523.01	256.132	45750.53	20733	2,206.65
Ceará	2301604	Assaré	Ricardo Brandão	5358.394	7577.465	19031.39	10715.59	293.867	31546.96	21535	1,464.92
Ceará	2301703	Aurora	Ricardo Brandão	6039.628	9091.293	13910.03	5842.918	362.96	28946.29	25574	1,131.86
Ceará	2301802	Baixio	Ricardo Brandão	1961.492	2190.352	9085.714	7139.789	26.564	13264.12	5884	2,254.27
Ceará	2301901	Barbalha	Ricardo Brandão	8295.749	53984.25	88721.74	54859.19	8009.212	155362.9	51444	3,020.04
Ceará	2302008	Barro	Ricardo Brandão	5724.208	7434.525	12395.79	4645.044	252.257	25277.23	20331	1,243.29
Ceará	2302503	Brejo Santo	Ricardo Brandão	7253.066	19694.76	39640.9	9350.862	4528.627	66866.83	40928	1,633.77
Ceará	2302701	Campos Sales	Ricardo Brandão	4727.404	9608.876	45089.93	30890.48	1492.097	59515.61	26738	2,225.88
Ceará	2303105	Cariré	Ricardo Brandão	6493.19	9185.51	23550.02	16822.53	192.829	39124.4	19063	2,052.37
Ceará	2303204	Caririáçu	Ricardo Brandão	6002.478	6881.674	13702.57	6396.732	138.821	26370.18	27998	941.86
Ceará	2303303	Cariús	Ricardo Brandão	4910.782	6638.035	27076.65	21286.69	263.847	38699.34	18892	2,048.45
Ceará	2303808	Cedro	Ricardo Brandão	5613.804	9121.703	36948.49	24589.6	626.23	51551.44	24643	2,091.93
Ceará	2304202	Crato	Ricardo Brandão	9703.372	101772	227759.1	106009.5	15673.74	343642.5	111894	3,071.14
Ceará	2304301	Farias Brito	Ricardo Brandão	3889.174	9199.81	34262.51	27372.85	176.702	47258.74	21695	2,178.32
Ceará	2304806	Granjeiro	Ricardo Brandão	906.036	1856.832	9057.222	7224.128	5.915	11826.01	5578	2,120.12
Ceará	2305407	Icó	Ricardo Brandão	15247.83	23701.69	46005.06	14525.05	3238.661	85544.5	63575	1,345.57
Ceará	2305506	Iguatu	Ricardo Brandão	30997.14	69209.62	131662.5	20728.72	8795.478	232256	90728	2,559.92
Ceará	2305704	Ipaumirim	Ricardo Brandão	2778.105	5721.327	15462	10403.54	651.898	24290.27	11670	2,081.43
Ceará	2307106	Jardim	Ricardo Brandão	5209.767	9137.387	16472.36	6322.022	170.61	30502.16	27671	1,102.32
Ceará	2307205	Jati	Ricardo Brandão	1540.652	2684.371	13251.03	8909.961	51.811	17527.86	7471	2,346.12
Ceará	2307304	Juazeiro do Norte	Ricardo Brandão	3386.127	208189.4	486152.9	191700.7	39696.09	718884.3	231920	3,099.71
Ceará	2307403	Jucás	Ricardo Brandão	5399.818	11088.03	33306.41	24690.37	914.148	50387.16	23418	2,151.64
Ceará	2307502	Lavras da Mangabeira	Ricardo Brandão	7248.697	11199.61	43158.48	30186.36	354.129	60324.27	31435	1,919.02
Ceará	2308104	Mauriti	Ricardo Brandão	17055.63	16558.18	55320.62	40900.01	820.688	89341.9	42852	2,084.89
Ceará	2308302	Milagres	Ricardo Brandão	6777.219	19732.04	36210.97	23637.12	411.878	61964.6	30620	2,023.66
Ceará	2308401	Missão Velha	Ricardo Brandão	8586.562	12730.84	39238.06	26547.69	914.616	60737.08	34309	1,770.30
Ceará	2309201	Nova Olinda	Ricardo Brandão	1812.505	7584.359	27674.02	22184.04	698.392	37769.27	12448	3,034.16
Ceará	2309508	Orós	Ricardo Brandão	13326.75	9739.704	37832.39	23538.18	618.997	60798.38	22028	2,760.05
Ceará	2310506	Pedra Branca	Ricardo Brandão	10875.52	13843.91	58647.64	44667.7	547.32	83421.06	41738	1,998.68
Ceará	2310605	Penaforte	Ricardo Brandão	1112.433	2984.478	11540.6	8838.952	193.992	15831.5	7316	2,163.96
Ceará	2311108	Porteiras	Ricardo Brandão	4412.649	5639.809	22992.43	18674.37	126.748	32946.62	15982	2,061.48

PIB Ceará, Continuação

Ceará	2311207	Potengi	Ricardo Brandão	2006.851	3329.69	16089.54	12385.48	205.23	21631.31	9646	2,242.52
Ceará	2311900	Saboeiro	Ricardo Brandão	4084.199	5442.728	26656.14	15939	125.542	36308.61	16618	2,184.90
Ceará	2311959	Salitre	Ricardo Brandão	8694.712	4481.929	6928.009	3331.564	25.421	20130.07	14582	1,380.47
Ceará	2312205	Santa Quitéria	Ricardo Brandão	16770.12	36600.21	61362.14	41825.86	386.528	113529.6	43351	2,618.85
Ceará	2313005	Solonópole	Ricardo Brandão	6762.309	6307.78	11019.55	3955.747	143.298	23488.78	17314	1,356.64
Ceará	2313252	Tarrafas	Ricardo Brandão	2192.543	2947.92	3767.116	1999.35	31.815	8939.394	8751	1,021.53
Ceará	2313708	Umari	Ricardo Brandão	2246.108	2745.344	3889.924	1644.534	36.246	8917.622	7198	1,238.90
Ceará	2300200	Acaraú	Sergio NORTE	25822.67	32023.21	66745.9	40778.47	1195.589	122796.5	50745	2,419.87
Ceará	2300408	Aiuaba	Sergio NORTE	3422.764	4843.384	18132.56	14004.86	134.934	26533.64	15085	1,758.94
Ceará	2300507	Alcântaras	Sergio NORTE	2491.69	3360.956	4894.032	2291.793	11.448	10758.13	10031	1,072.49
Ceará	2300754	Amontada	Sergio NORTE	15617.09	14359.87	60069.96	48095.87	536.463	90351.17	36013	2,508.85
Ceará	2302057	Barroquinha	Sergio NORTE	15911.77	6272.383	22937.17	17214.8	106.028	45227.35	14430	3,134.26
Ceará	2302305	Bela Cruz	Sergio NORTE	10919.8	10571.18	34009.33	24182.22	602.77	55643.15	29585	1,880.79
Ceará	2302602	Camocim	Sergio NORTE	45268.93	57807.71	49926.85	13185.52	2542.429	152708.5	57712	2,646.05
Ceará	2303402	Carnaubal	Sergio NORTE	3850.742	5387.792	25306.3	20551.85	222.263	34767.09	16053	2,165.77
Ceará	2303600	Catarina	Sergio NORTE	3786.893	5398.073	20960.56	16692.43	159.52	29997.9	17401	1,723.92
Ceará	2303659	Catunda	Sergio NORTE	2989.48	3255.721	4900.607	2170.246	45.781	11191.59	9499	1,178.19
Ceará	2303907	Chaval	Sergio NORTE	2044.683	4735.515	21616.22	17521.66	171.037	28567.45	12985	2,200.04
Ceará	2304251	Cruz	Sergio NORTE	8110.701	8126.337	30393.39	21147.26	421.86	47052.29	22645	2,077.82
Ceará	2304350	Forquilha	Sergio NORTE	5217.117	23496.3	30329.26	21415.24	207.968	59018.03	18639	3,166.37
Ceará	2304509	Frecheirinha	Sergio NORTE	3458.445	5384.127	18861.21	13438.79	306.126	27788.86	12924	2,150.17
Ceará	2304707	Granja	Sergio NORTE	10682.41	18584.5	58084.02	42482.62	592.507	87028.9	52067	1,671.48
Ceará	2305001	Guaraciaba do Norte	Sergio NORTE	16659.83	12992.81	24590.86	8558.753	579.492	53627.17	37461	1,431.55
Ceará	2305308	Ibiapina	Sergio NORTE	15581.74	8455.28	35542.61	26260.66	287.326	59499.78	23248	2,559.35
Ceará	2305803	Ipu	Sergio NORTE	11783.41	15372.83	42098.54	19964.5	1577.706	68328.94	40817	1,674.03
Ceará	2305902	Ipueiras	Sergio NORTE	9161.47	13852.1	55646.53	42501.49	524.081	78660.33	39820	1,975.40
Ceará	2306108	Irauçuba	Sergio NORTE	6396.042	7090.94	10495.5	4750.827	71.918	24054.4	20794	1,156.80
Ceará	2306405	Itapipoca	Sergio NORTE	31278.17	91592.65	161910.1	94595.63	8230.474	287329.6	103145	2,785.69
Ceará	2306553	Itarema	Sergio NORTE	25583.92	24826.77	44386.29	30963.8	489.025	94912.21	32809	2,892.87
Ceará	2307254	Jijoca de Jericoacoara	Sergio NORTE	4087.198	5839.006	20757.96	16297.23	407.749	31091.91	15261	2,037.34
Ceará	2307809	Marco	Sergio NORTE	6296.669	13563.68	43657.71	29397.56	1162.241	64164.83	20285	3,163.17
Ceará	2308005	Massapê	Sergio NORTE	9002.613	11323.61	49126.31	35879.96	245.625	68980.1	32593	2,116.41
Ceará	2308203	Meruoca	Sergio NORTE	2787.044	4376.6	20542.37	16768.14	199.299	27905.31	11797	2,365.46
Ceará	2308351	Milhã	Sergio NORTE	4955.204	4946.13	18401.41	13904.35	146.829	28449.57	13766	2,066.66
Ceará	2308377	Miraima	Sergio NORTE	3334.955	4005.503	15457.07	12545.6	90.583	22888.11	12117	1,888.93
Ceará	2308906	Morrinhos	Sergio NORTE	4670.494	6939.836	29565.6	22243.88	283.968	41186.62	19673	2,093.56
Ceará	2309003	Mucambo	Sergio NORTE	3496.569	5022.361	8352.918	3373.375	124.094	16995.94	14765	1,151.10
Ceará	2310951	Pires Ferreira	Sergio NORTE	2810.715	2987.52	4417.748	1877.575	11.4	10227.38	8218	1,244.51
Ceará	2311009	Poranga	Sergio NORTE	1943.667	4003.001	16890.93	13356.57	51.469	22889.07	12086	1,893.85
Ceará	2311264	Quiterianópolis	Sergio NORTE	4764.912	6375.466	9383.698	4385.958	121.661	20645.74	19197	1,075.47

PIB Ceará, Continuação

Ceará	2311702	Reriutaba	Sergio NORTE	5278.698	7724.983	13359.19	5308.524	178.78	26013.32	23235	1,119.58
Ceará	2312007	Santana do Acaraú	Sergio NORTE	10933.01	9744.361	37705.75	28549.68	218.746	57850.71	28122	2,057.13
Ceará	2312106	Santana do Cariri	Sergio NORTE	5086.553	7477.063	23708.69	18966.74	655.194	36494.76	17588	2,074.98
Ceará	2312304	São Benedito	Sergio NORTE	16537.14	16678.91	60509.73	34424.59	1247.935	93131.04	41533	2,242.34
Ceará	2312809	Senador Sá	Sergio NORTE	2783.447	1968.008	3854.921	1331.072	2.319	8608.695	5826	1,477.63
Ceará	2312908	Sobral	Sergio NORTE	17783.81	693888.4	487218.4	219284.3	56632.16	1237230	169532	7,297.91
Ceará	2313401	Tianguá	Sergio NORTE	30684.75	35523.21	108858.9	58495.62	7033.095	178199.6	65285	2,729.56
Ceará	2313500	Trairi	Sergio NORTE	20997.93	17881.44	28125.98	11132.25	270.468	66617.93	48725	1,367.22
Ceará	2313559	Tururu	Sergio NORTE	2941.017	4781.001	19666.53	16135.91	69.221	27457.77	12310	2,230.53
Ceará	2313609	Ubajara	Sergio NORTE	18169	19532.39	49291.19	33757.62	1285.489	87319.69	29004	3,010.61
Ceará	2313906	Uruoca	Sergio NORTE	3104.339	4084.531	17780.89	14216.43	150.61	25120.37	12125	2,071.78
Ceará	2313955	Varjota	Sergio NORTE	9285.012	7073.234	27830.84	19300.14	184.501	43902.8	18198	2,412.51
Ceará	2314003	Várzea Alegre	Sergio NORTE	6585.46	13659.75	45007.89	28742.03	657.387	64818.38	36646	1,768.77
Ceará	2314102	Viçosa do Ceará	Sergio NORTE	16553.1	16311.63	57864.22	42058.87	756.158	90306.79	47768	1,890.53
Ceará	2300150	Acarape	SERGIO SERTAO	1958.392	11475.66	23328.52	18272.82	1100.348	37862.91	14331	2,642.03
Ceará	2300903	Apuiarés	SERGIO SERTAO	1960.295	4773.139	19469.67	15568.23	127.315	26330.42	14091	1,868.60
Ceará	2301208	Aracoiaba	SERGIO SERTAO	5733.227	9092.459	48803.49	39350.13	269.591	63317.44	24862	2,546.76
Ceará	2301406	Aratuba	SERGIO SERTAO	6443.369	4357.633	14450.58	11149.13	25.555	25277.13	13273	1,904.40
Ceará	2301505	Arneiroz	SERGIO SERTAO	2540.044	2650.201	20154.78	17666.08	195.413	25540.43	7615	3,353.96
Ceará	2302107	Baturité	SERGIO SERTAO	7336.004	12486.16	26187.07	7110.932	671.93	43412.78	31124	1,394.83
Ceará	2302404	Boa Viagem	SERGIO SERTAO	15253.19	19681.3	33357.64	11773.34	647.103	66956.54	51531	1,299.35
Ceará	2302800	Canindé	SERGIO SERTAO	17127.87	43231.1	126085	84711.68	1774.854	184282.8	73590	2,504.18
Ceará	2302909	Capistrano	SERGIO SERTAO	4242.634	5665.037	7977.012	3724.306	81.125	17965.81	16301	1,102.13
Ceará	2303006	Caridade	SERGIO SERTAO	2403.593	7915.271	8754.872	3936.784	48.445	19122.18	17231	1,109.76
Ceará	2303709	Caucaia	SERGIO SERTAO	20105.67	371714.2	478804.9	236175.4	118545.8	982866.5	294284	3,339.86
Ceará	2304236	Croatá	SERGIO SERTAO	6607.741	5999.783	8753.683	3808.384	49.44	21410.65	16669	1,284.46
Ceará	2304608	General Sampaio	SERGIO SERTAO	1722.996	1655.767	12717.08	11082.36	101.855	16197.7	4507	3,593.90
Ceará	2304657	Graça	SERGIO SERTAO	4031.255	5198.102	26652.21	21599.27	100.198	35981.77	15043	2,391.93
Ceará	2304905	Groaíras	SERGIO SERTAO	1754.322	3381.683	16177.72	12644.43	120.043	21433.77	9081	2,360.29
Ceará	2305100	Guaramiranga	SERGIO SERTAO	2142.792	2622.442	12073.78	9528.929	130.862	16969.87	5930	2,861.70
Ceará	2305209	Hidrolândia	SERGIO SERTAO	5239.081	6386.269	25256.08	18036.54	222.718	36762.51	17578	2,091.39
Ceará	2305266	Ibaretama	SERGIO SERTAO	5225.102	4456.755	19118.88	15929.03	19.72	28820.46	13232	2,178.09
Ceará	2305654	Ipaporanga	SERGIO SERTAO	3601.931	3881.787	16970	13572.05	36.523	24490.24	11451	2,138.70
Ceará	2306207	Itaicaba	SERGIO SERTAO	3634.241	4870.557	13888.86	9938.284	117.114	22510.78	7029	3,202.56
Ceará	2306306	Itapagé	SERGIO SERTAO	13054.87	97505.98	39139.68	10261.55	994.082	149350	44914	3,325.25
Ceará	2306504	Itapiúna	SERGIO SERTAO	3771.984	6173.74	23634.23	18107.76	82.731	33474.28	17829	1,877.52
Ceará	2306603	Itaitira	SERGIO SERTAO	6710.139	5256.576	26314.06	22082.96	102.379	38383.15	16407	2,339.44
Ceará	2306801	Jaguaribara	SERGIO SERTAO	4220.248	22920.48	21944.23	15767.83	575.87	49024.75	9249	5,300.55
Ceará	2307635	Madalena	SERGIO SERTAO	7056.923	5362.342	24155.89	18989.2	93.826	36668.98	15995	2,292.53
Ceará	2307700	Maranguape	SERGIO SERTAO	13939.55	241735.6	96269.7	22062.31	31056.01	378806.4	96565	3,922.81
Ceará	2308500	Mombaça	SERGIO SERTAO	12675.49	14170.2	57263.27	39799.95	878.808	83406.26	41411	2,014.11

PIB Ceará, Continuação

Ceará	2308609	Monsenhor Tabosa	SERGIO SERTAO	4109.704	5755.238	9050.197	3829.86	228.141	19143.28	16763	1,142.00
Ceará	2309102	Mulungu	SERGIO SERTAO	5489.15	3285.782	11992.91	8822.877	140.629	20908.47	9438	2,215.35
Ceará	2309409	Novo Oriente	SERGIO SERTAO	6430.241	8905.735	40190.67	30263.55	441.413	55606.51	25693	2,164.27
Ceará	2309805	Pacoti	SERGIO SERTAO	4687.52	6706.379	15280.92	11411.32	183.617	26730.67	11354	2,354.30
Ceará	2310100	Palmácia	SERGIO SERTAO	3272.385	4573.108	5120.875	2208.401	79.557	13045.93	9666	1,349.67
Ceará	2310209	Paracuru	SERGIO SERTAO	14230.47	14394.3	57493.47	41353.63	635.353	86108.92	30927	2,784.26
Ceará	2310258	Paraipaba	SERGIO SERTAO	16314.54	16319.66	32613.18	21769.36	1903.504	67150.89	28372	2,366.80
Ceará	2310308	Parambu	SERGIO SERTAO	9539.628	10998.12	39182.66	27974.6	447.757	59661.43	33443	1,783.97
Ceará	2310407	Paramoti	SERGIO SERTAO	3036.274	3863.396	5425.379	2567.557	47.089	12372.14	11238	1,100.92
Ceará	2310704	Pentecoste	SERGIO SERTAO	7023.547	14591.23	47673.32	33216.66	373.224	68554.33	32779	2,091.41
Ceará	2310902	Piquet Carneiro	SERGIO SERTAO	3688.467	4558.877	23531.17	18105.14	170.641	31716.2	13148	2,412.25
Ceará	2311306	Quixadá	SERGIO SERTAO	37525.27	49416.34	72496.24	16875.56	2682.778	156168.5	73863	2,114.30
Ceará	2311355	Quixeló	SERGIO SERTAO	8977.883	6312.097	8834.226	3553.41	135.669	24259.88	15553	1,559.82
Ceará	2311405	Quixeramo bim	SERGIO SERTAO	20662.39	60378.12	102320.8	66483.93	2041.464	182924.6	59213	3,089.27
Ceará	2311603	Redenção	SERGIO SERTAO	6078.167	27972.98	48805.6	35450.37	2390.697	84085.41	26140	3,216.73
Ceará	2312403	São Gonçalo do Amarante	SERGIO SERTAO	15432.25	27689.21	64076.87	47425.76	1687.782	107935	38852	2,778.11
Ceará	2312601	São Luis do Curu	SERGIO SERTAO	1451.306	6085.065	23150.19	16342	195.896	30882.45	11953	2,583.66
Ceará	2312700	Senador Pompeu	SERGIO SERTAO	7731.104	13340.76	20634.16	6253.48	338.011	39735.86	27371	1,451.75
Ceará	2313203	Tamboril	SERGIO SERTAO	8951.401	8967.85	40642.97	31463.06	213.755	58538.73	25826	2,266.66
Ceará	2313351	Tejuçuoca	SERGIO SERTAO	2464.311	4763.025	18894.19	15300.38	122.302	26243.83	14398	1,822.74
Ceará	2313757	Umirim	SERGIO SERTAO	2528.744	6540.444	25631.21	20652.19	214.774	34915.17	18375	1,900.15
Ceará	2313807	Uruburetama	SERGIO SERTAO	7182.748	44729.27	32742.49	21770.42	262.896	84266.41	17945	4,695.82

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)