

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA
ÁREA INVESTIMENTOS E EMPRESA**

RONALD NASCIMENTO DA SILVA

**OPERACIONALIZAÇÃO DO PROGRAMA NACIONAL DE FORTALECIMENTO DA
AGRICULTURA FAMILIAR (PRONAF) NAS AGÊNCIAS DE UM BANCO
MÚLTIPLO EM PERNAMBUCO – Eficiência e Efetividade como Dimensões
Operacionais da Avaliação**

**Recife
2011**

RONALD NASCIMENTO DA SILVA

**OPERACIONALIZAÇÃO DO PROGRAMA NACIONAL DE FORTALECIMENTO DA
AGRICULTURA FAMILIAR (PRONAF) NAS AGÊNCIAS DE UM BANCO MÚLTIPLO
EM PERNAMBUCO – Eficiência e Efetividade como Dimensões Operacionais da
Avaliação**

Dissertação de conclusão de curso
apresentado ao Programa de Pós-
Graduação em Economia da Universidade
Federal de Pernambuco, como requisito
parcial para obtenção do Grau de Mestre
em Economia - Área Investimentos e
Empresas.

Prof. Orientador: PhD Francisco de
Souza Ramos.

Recife

2011

Silva, Ronald Nascimento da

Operacionalização do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) nas agências de um banco múltiplo em Pernambuco : eficiência e efetividade como dimensões operacionais da avaliação / Ronald Nascimento da Silva. - Recife : O Autor, 2011.

117 folhas : fig., tab., graf., quadro, abrev. e siglas.

Orientador: Profº. PhD Francisco de Souza Ramos.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCSA. Economia, 2011.

Inclui bibliografia e apêndices.

1. Análise envoltória de dados. 2. Eficiência. 3. Efetividade. I. Ramos, Francisco de Souza (Orientador). II. Título.

330 CDD (22.ed.) UFPE/CSA 2012 - 010

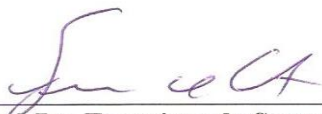
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
PIMES/PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA DE

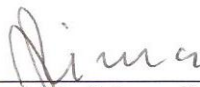
RONALD NASCIMENTO DA SILVA

A Comissão Examinadora composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera o Candidato **APROVADO**.

Recife, 20/09/2011



Prof. Dr. Francisco de Sousa Ramos
(Orientador)



Prof. Dr. João Policarpo Rodrigues Lima
(Examinador Interno)



Prof. Dr. Luiz Honorato da Silva Júnior
(Examinador Externo/UFPE-Campus do Agreste)

Dedicamos este trabalho a duas pessoas especiais, que ao longo do tempo têm lutado, sem medir esforços, para nossa formação moral e realização profissional – os nossos pais. A vocês que além de pai e mãe são nossos amigos, companheiros e confidentes, que se doaram por inteiro, renunciando, muitas vezes, os seus próprios sonhos, para que pudéssemos realizar os nossos. Graças a seus esforços e incentivos, o vivo desejo em torno de nossa formação acadêmica e realização profissional torna-se uma realidade. Por isso, dividimos com eles a responsabilidade do resultado alcançado. Aos nossos pais a nossa eterna gratidão.

AGRADECIMENTOS

Somos gratos, sobretudo a Deus por sua presença constante e suprema proteção sentida em todos os momentos de nossas vidas.

Agradecimentos especiais aos nossos pais a quem dedicamos este trabalho.

Aos Mestres que dedicaram seu tempo e compartilharam experiências, para que nossa formação fosse também um aprendizado de vida.

Ao orientador Prof. PhD. Francisco de Souza Ramos, pelo exame cuidadoso dos diferentes aspectos referentes a cada capítulo, além do diálogo constante e crítico, através do qual, as idéias centrais deste trabalho ganharam forma.

Aos diletos amigos Adriana Pimentel e Leonardo Dante, pela disposição e presteza, características que lhes são peculiares sempre quando solicitados.

À namorada e amiga que soube compreender a ausência quando o dever e o estudo nos chamaram.

Por fim, a todos os colegas e amigos, que, de uma maneira ou de outra, contribuíram efetivamente para tornar viável cada passo em busca da realização desta pesquisa.

“Sabemos que nosso conhecimento e mesmo nossa consciência é bastante limitada. Frequentemente, reclamamos, temos medo, e duvidamos das coisas que não entendemos, à semelhança de pequenas crianças. Nunca teremos todas as respostas. O que precisamos fazer é estar à altura do que conhecemos; então, mais conhecimento nos será acrescentado.”

Lição da Escola Sabatina: Auxiliar e
Comentários Adicionais - 14 mai 2001.
(com adaptações)

RESUMO

O cenário para os próximos anos aponta para a ampliação dos programas de cunho social pelo Governo Federal, e em particular suas perspectivas para expansão do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar - Pronaf, visando aumentar a inclusão produtiva. Nesse sentido, a assistência creditícia da Instituição financeira em estudo, que aqui foi denominado de Banco Múltiplo (BM), tem passado por profundas transformações no sentido da melhoria continuada da qualidade dos créditos concedidos aos agricultores familiares, sem perder de vista o alcance social do programa. Para fins de gestão do desempenho organizacional, a operacionalização do Pronaf possui interessantes questões – produção alcançada, recursos utilizados e resultados promovidos – decorrentes das características próprias dos programas sociais, que impõem investigação quando avaliados. Por razões sociais, os administradores do banco tomam decisões orientadas para expansão do programa, mantendo-se os recursos disponíveis. Dentre as técnicas existentes que consideram os recursos utilizados para medir performance e podem oferecer subsídios à tomada de decisão gerencial, destaca-se a modelagem DEA (Data Envelopment Analysis), cuja aplicação possibilita a avaliação comparativa da eficiência e efetividade das unidades operacionais sob análise, bem como suas potencialidades de melhorias. Os resultados mostraram que o Banco Múltiplo tem se destacado na qualidade de instituição financeira que cumpre o papel de dar suporte ao agricultor familiar através da concessão de crédito e que existem oportunidades reais de contribuições de melhorias, que efetivamente oferecem elementos à tomada de decisão gerencial no sentido da expansão do programa em Pernambuco.

Palavras Chaves: Análise Envoltória de Dados. Eficiência. Efetividade.

ABSTRACT

The scenario for the next few years signals the expansion of social programs sponsored by the Federal Government, and in particular its prospects for the expansion of the National Program for Strengthening Agriculture in the Family realm - Pronaf, (acronym in Portuguese) which aims at increasing social inclusion. In this view, the credit assistance from the financial institution under study, here named Multiple Bank (MB), has undergone profound changes in that a continuous improvement of the quality of loans conceded to farmers has been in effect without losing sight of the program social impact. In order to manage organizational performance, the Pronaf operation has important issues - achieved production, resources utilized and results promoted - stemming from the characteristics of the social programs themselves, which require an investigation when under assessment. For social reasons, the bank administrators make decisions which are meant to expand the program, thus keeping the resources available. Among the existing techniques that take into account the resources used to measure performance and can offer subsidies for managerial decision making, we highlight the DEA modeling (Data Envelopment Analysis), whose application makes possible the comparative assessment regarding efficiency and effectiveness of the operational units under analysis as well as its potential for improvement. Results have shown that the Multiple Bank has stood out as a financial institution which fulfills the role of providing support to family farming through the provision of credit and that there are real opportunities for exerting improvement contributions, which effectively provide information to management decision-making in order to expand the program in Pernambuco.

Keywords: Data Envelopment Analysis. Efficiency. Effectiveness

LISTA DE ILUSTRAÇÕES (FIGURAS E GRÁFICOS)

Figura 1. Mesorregiões de Pernambuco	81
Figura 2. Elaboração de um <i>Ranking</i>	94
Gráfico 1. Cenários Hipotéticos de Desempenhos	18
Gráfico 2. BM/Pronaf - Valor Contratado por Segmento em R\$ Mil - 2008	39
Gráfico 3. Eficiência X Produtividade	44
Gráfico 4. Modelo DEA CCR	50
Gráfico 5. DEA-CCR Orientação a <i>inputs</i> e a <i>outputs</i>	58
Gráfico 6. Modelo DEA-BCC	59
Gráfico 7. BCC - Fator de Escala (u^*) para Orientação <i>inputs</i>	62
Gráfico 8. BCC - Fator de Escala (v^*) para Orientação <i>outputs</i>	62
Gráfico 9. DEA-BCC - Orientação a <i>inputs</i> e a <i>outputs</i>	65
Gráfico 10. Modelo FDH	66
Gráfico 11. Modelo FDH - Orientação a <i>input</i> e a <i>output</i>	67
Gráfico 12. Tipos de Fronteiras e Retornos de Escala	69
Gráfico 13. Distribuição de Eficiência por Modelo DEA	75
Gráfico 14. Distribuição de Efetividade por Modelo DEA	76
Gráfico 15. Distribuição de Desempenho por Dimensão – Modelo CCR-O	77
Gráfico 16. Distribuição de Desempenho por Dimensão – Modelo BCC-O	78
Gráfico 17. Distribuição de Desempenho por Dimensão – Modelo FDH-O	79
Gráfico 18. Distribuição Geral – Modelos e Dimensões	84
Gráfico 19. Avaliação Tridimensional – Eficácia x Eficiência x Efetividade	92

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1. Síntese de Estudos da Eficiência Bancária com DEA	27
Quadro 2. Síntese de Estudos da Eficiência na Esfera Pública com DEA	32
Quadro 3. Possíveis Variáveis Relacionadas ao Modelo	46
Quadro 4. Variáveis Preliminarmente Seleccionadas	47
Quadro 5. Variáveis Mais Relevantes Pelo Método de Seleção <i>Stepwise</i>	48
Quadro 6. Modelo DEA-CCR - Formulação Matemática	57
Quadro 7. Fatores de Retornos de Escala	63
Quadro 8. Modelo DEA-BCC - Formulação Matemática	64
Quadro 9. Modelo FDH - Formulação Matemática.....	68
Quadro 10. Modelo Proposto	72
Quadro 11. DMUs com o mesmo desempenho nos 3 modelos	85
Tabela 1. Escores de Eficiência e Efetividade.....	74
Tabela 2. Escores Médios por Mercado	80
Tabela 3. Escores Médios por Mesorregião	82
Tabela 4. Escores Médios Considerando o Semiárido.....	83
Tabela 5. Grupos de Agências Conforme Plano de Produção	87
Tabela 6. Contribuições de melhorias para as menos eficientes	88
Tabela 7. Contribuições de melhorias para as menos efetivas	89
Tabela 8. Potencial de Melhoria - BM Pronaf PE 2010	90
Tabela 9. Fatores de Retornos de Escala	91
Tabela 10. Padrão de Desempenho Tridimensional	93
Tabela 11. Critérios Binários de Comparabilidade entre os Modelos DEA.....	96
Tabela 12. Índices Compostos	97
Tabela 13. Ordenação DEA	98
Tabela 14. <i>Ranking</i> Tridimensional	99

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

BM	Banco Múltiplo - Instituição financeira privada ou pública que realiza as operações ativas, passivas e acessórias das diversas instituições financeiras, por intermédio das seguintes carteiras: comercial, de investimento e/ou de desenvolvimento, de crédito imobiliário, de arrendamento mercantil e de crédito, financiamento e investimento.
BCC	Modelo de DEA, cuja denominação deriva de seus autores Banker, Charnes e Cooper
CCR	Modelo de DEA, cuja denominação deriva de seus autores Charnes Cooper e Rhodes
CESB	Companhia Estadual de Saneamento Básico
DAP	Declaração de Aptidão ao Pronaf
DEA	Análise de Envoltória de Dados (do inglês <i>Data Envelopment Analysis</i>)
DST	Modelo Especial de DEA, cuja denominação deriva de seus autores Deprins, Simar e Tulkens
CRS	Retornos Constantes de Escala (do inglês <i>Constant Returns to Scale</i>)
DFA	Abordagem da Livre Distribuição (do inglês <i>Distribution-Free Approach</i>)
DMU	Unidade Tomadora de Decisão (do inglês <i>Decision Making Units</i>)
ETENE	Escritório Técnico de Estudos do Nordeste
FDH	Livre Disposição de Envoltória (do inglês <i>Free Disposal Hull</i>)
FNE	Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste
GP	Gerente de Negócios do Pronaf
RH	Recursos Humanos
IA	Índice de Adimplência
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e estatística
MA	Municípios Atendidos
MCR	Manual de Crédito Rural

MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MPE	Micro e Pequena Empresa
OP	Operações Contratadas
PD	Problema Dual
PLANFOR	Plano Nacional de Qualificação do Trabalhador
PNAE	Programa Nacional de Alimentação Escolar
PNCF	Programa Nacional de Crédito Fundiário
PNRA	Programa Nacional de Reforma Agrária
PPL	Problema Primal
PPL	Problema de Programação Linear
PROGER	Programa de Geração de Emprego e Renda
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
SFA	Abordagem da Fronteira Estocástica (do inglês <i>Stochastic Frontier Approach</i>)
TFA	Abordagem da fronteira Espessa (do inglês <i>Thick Frontier Approach</i>)
VBP	Valor Bruto da Produção
VC	Valor Contratado
VRS	Retornos Variáveis de Escala (do inglês <i>Variable Returns to Scale</i>)

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	15
1. INTRODUÇÃO	15
1.1. RELEVÂNCIA DO ASSUNTO	16
1.2. OBJETIVOS, HIPÓTESES E DELIMITAÇÃO DO ESCOPO.....	20
1.3. ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO	23
 CAPÍTULO II	 25
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	25
2.1. MÉTODO PARAMÉTRICO E NÃO-PARAMÉTRICO	25
2.2. DEA APLICADA À EFICIÊNCIA BANCÁRIA.....	27
2.3. GESTÃO DO DESEMPENHO NA ESFERA PÚBLICA	29
 CAPÍTULO III	 34
3. O PROGRAMA NACIONAL DE FORTALECIMENTO DA AGRICULTURA FAMILIAR - PRONAF	34
3.1. BREVE EVOLUÇÃO HISTÓRICA	34
3.2. AGRICULTURA FAMILIAR	36
3.3. CONDIÇÕES ESTRUTURAIS DE OPERACIONALIZAÇÃO	37
 CAPÍTULO IV.....	 40
4. METODOLOGIA	40
4.1. TIPO DE PESQUISA.....	40
4.2. PLANO DE COLETA	41
4.3. ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS - DEA	42
4.3.1. Bases Conceituais.....	42
4.3.2. Definição e Seleção de DMUs	45
4.3.3. Seleção das Variáveis – <i>Inputs e Outputs</i>	46
4.3.4. Modelo DEA-CCR ou DEA-CRS	50
4.3.5. Modelo DEA-BCC ou DEA-VRS.....	58
4.3.6. Modelo DST ou FDH.....	65

4.3.7. Modelo Proposto	69
4.3.8. Limitações do Método	72
CAPÍTULO V	74
5. APLICAÇÃO DO MÉTODO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	74
5.1. DESEMPENHO POR MODELO	75
5.2. DESEMPENHO POR DIMENSÃO	77
5.3. DESEMPENHO POR MERCADO	79
5.4. DESEMPENHO POR MESORREGIÃO	81
5.5. DESEMPENHO DENTRO E FORA DO SEMIÁRIDO	83
5.6. DESEMPENHO GERAL – MODELOS E DIMENSÕES	84
5.7. POTENCIAL DE MELHORIAS	86
5.8. AVALIAÇÃO TRIDIMENSIONAL– EFICÁCIA, EFICIÊNCIA e EFETIVIDADE	92
5.9. POSSIBILIDADE DE ELABORAÇÃO DE UM <i>RANKING</i>	94
CAPÍTULO VI.....	101
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	101
7. REFERÊNCIAS.....	106
APÊNDICE A – Dados Quantificados: BM/Pronaf PE - Exercício 2010.....	113
APÊNDICE B – Método de Seleção de Variáveis I-O <i>Stepwise</i>: Modelo Operacional – BCC-O	114
APÊNDICE C – Método de Seleção de Variáveis I-O <i>Stepwise</i>: Modelo de Resultado – BCC-O	115
APÊNDICE D – Método de Seleção de Variáveis Multicritério Combinatório Por Cenário: Modelo Operacional – BCC-O	116

1. INTRODUÇÃO

O cenário para os próximos anos aponta para a ampliação dos programas de cunho social pelo Governo Federal, visando aumentar a inclusão social. O BM¹ opera como órgão executor de políticas públicas, cabendo-lhe a assistência creditícia através da operacionalização de programas como o Pronaf, e como tal, tem passado por profundas transformações no sentido de buscar a melhoria continuada da qualidade dos créditos concedidos aos agricultores familiares, sem perder de vista o alcance social do programa.

O BM tem se destacado na qualidade de instituição financeira que cumpre o papel de dar suporte ao agricultor familiar através da concessão de crédito rural. O Relatório de Resultados do Pronaf 2009, elaborado pelo Escritório Técnico e Estudo do Nordeste - ETENE, mostra que:

Em 2009, o total das aplicações do BM no segmento da agricultura familiar alcançou a importância R\$ 890,0 milhões. A quantidade de operações contratadas foi de aproximadamente 357 mil, atendendo mais de 1 milhão de beneficiários.

O Estado do Ceará recebeu o maior volume de recursos do Pronaf, com 19,7% das contratações realizadas, ou R\$ 175,1 milhões. A Bahia figurou em segundo lugar, com 16,3% dos recursos (R\$ 144,6 milhões), Pernambuco recebeu 12,3% (R\$ 109,1 milhões) e o Maranhão 12,1% (R\$ 107,8 milhões). Juntos, referidos Estados totalizaram 60,3% dos recursos aplicados pelo BM no referido Programa. [...]

¹ A fim de garantir a política de privacidade, preservamos o nome da instituição financeira em estudo, denominando-a de Banco Múltiplo – BM: De acordo com o glossário do Banco central, Banco Múltiplo é a instituição financeira privada ou pública que realiza as operações ativas, passivas e acessórias das diversas instituições financeiras, por intermédio das seguintes carteiras: comercial, de investimento e/ou de desenvolvimento, de crédito imobiliário, de arrendamento mercantil e de crédito, financiamento e investimento.

Em relação à assistência creditícia prestada pelo BM aos miniprodutores rurais, registre-se que, no ano de 2009, o Banco destinou aos beneficiários do Pronaf integrantes do chamado Grupo B a soma de R\$ 490,6 milhões, correspondente a 55,1% do total financiado pelo Programa, e atendendo a mais de 315 mil famílias. É importante mencionar que esses agricultores, pertencentes ao Grupo B do Pronaf, são aqueles beneficiários do Programa que possuem renda anual não superior a R\$ 6 mil, o que demonstra o elevado alcance social desses financiamentos.

Em termos de avaliação do programa para fins externos, os números são alvissareiros, sobretudo quando as metas são superadas. No entanto, para fins gerenciais na gestão de desempenho organizacional, os números apresentados refletem apenas o que foi produzido sem levar em consideração os recursos utilizados para alcançá-los e a capacidade de se promover resultados pretendidos.

A partir dessas contribuições, podemos perceber que, para fins de gestão do desempenho organizacional, a operacionalização do Pronaf possui interessantes questões – produção alcançada, recursos utilizados e resultados promovidos – decorrentes das características próprias dos programas sociais, que impõem investigação quando avaliados.

Dentre as técnicas existentes que consideram os recursos utilizados para medir performance e podem oferecer subsídios à tomada de decisão gerencial na gestão do desempenho organizacional, destacamos a modelagem DEA – Análise Envoltória de dados (do inglês Data Envelopment Analysis).

O presente estudo, ao utilizar uma técnica específica de avaliação, procura explorar as potencialidades do método para aplicação no Pronaf, buscando na literatura especializa, estudos dos especialistas que conhecem profundamente as bases da técnica.

1.1. RELEVÂNCIA DO ASSUNTO

Constantemente somos levados a tomar alguma decisão na qual precisamos avaliar os prós e os contras. A avaliação de desempenho, a mensuração da eficiência, e outras abordagens similares são temas recorrentes nas mais

diversas áreas de atuação, pois se constituem entre as preocupações dos gestores. Avaliamos instituições, organizações, programas, processos, pessoas, etc. Ao avaliar estamos atribuindo valores, onde ficam claras as mudanças necessárias a serem feitas, com vistas à melhoria da qualidade dos produtos/serviços prestados, encontrando, desta forma, respaldo para desenvolvimento de estudos, especialmente quanto se trata de instituições financeiras.

Ao investigar porque razão umas unidades operacionais são mais produtivas que outras, contamos com os critérios da eficiência relativa que auxiliam nessa busca, visto que perpassa o conceito de desempenho tradicionalmente relacionado à eficácia, cujos parâmetros de avaliação são tão-somente as metas estabelecidas, para considerar também os recursos utilizados para alcançá-las, incorporando, desta forma, o conceito de produtividade comparativa, pouco analisada nas experiências das agências, especialmente no âmbito de um programa com finalidades sociais como o Pronaf.

Os números têm mostrado que no desenvolvimento de uma mesma tarefa – que neste estudo consiste na operacionalização do Pronaf – algumas unidades são mais produtivas que outras, fato que pode ser investigado comparando-se suas produtividades (produto/recursos), com vistas a diagnosticar as possíveis causas da diferença de desempenho. O diagnóstico proposto servirá de apoio à tomada de decisão para melhoria da qualidade do crédito, bem como da eficiência das agências menos produtivas, de maneira a tornar mais equilibrada a concessão dos créditos entre os estados que contemplam a área atuação do banco.

Nesse sentido, a capacidade da DEA² de considerar a utilização de vários recursos para disponibilizar vários produtos/serviços, representa uma das mais adequadas ferramentas para avaliar a eficiência, pois conduz às idéias mais precisas e detalhadas sobre o desempenho das agências e outras formas de melhorar a atuação, pela identificação de unidades operacionais consideradas menos produtivas, indicando alvos de atuação. São oportunidades reais de melhorias que efetivamente oferecem elementos à tomada de decisão gerencial na gestão do desempenho organizacional, podendo inclusive nortear a definição de metas corporativas, de modo que as unidades operacionais menos eficientes possam alcançar o índice das unidades de referência, sem perder de vista a eficácia.

² Particularidades da técnica DEA são abordadas no capítulo destinado a metodologia.

A gráfico 1 apresenta um diagrama sintético que delinea alguns desempenhos que podem ser identificados em uma agência, quando além da eficácia, a eficiência e efetividade³ são as dimensões operacionais da avaliação. Os desempenhos são medidos por índices que variam de 0 (ponto central do círculo) a 100 (ponto na circunferência) que representa a plenitude da dimensão avaliada e ideal a ser perseguido. No caso da eficácia, para fins didáticos, consideramos 100 quando as metas são atingidas ou mesmo superadas.

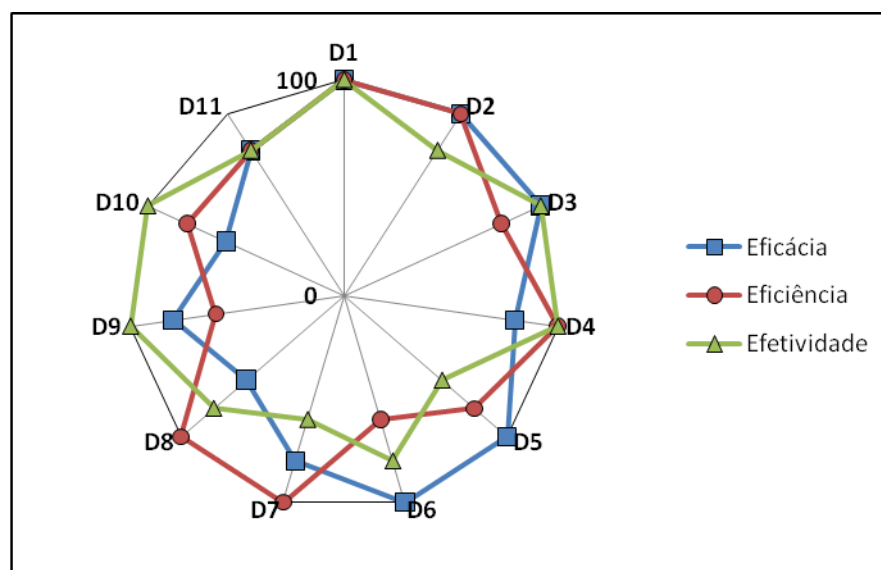


Gráfico 1. Cenários Hipotéticos de Desempenhos

Fonte: O autor

- D1 representa o desempenho ideal, no qual uma unidade produtiva alcança concomitantemente a eficácia, a eficiência e a efetividade;
- D2, D3 e D4 são desempenhos caracterizados pelas unidades que apresentam boas práticas em duas dimensões avaliadas e, por conseguinte com potencial de melhoria em uma única dimensão. Como mostra o gráfico, a unidade com D2 pode apresentar melhorias em termos de efetividade, enquanto as com D3 em termos de eficiência, já as com D4 em eficácia;

³As bases conceituais abrangendo os significados de eficácia, eficiência e efetividade são tratadas na seção 4.3.1.

- D5 a D10 são desempenhos de unidades referenciadas em uma das dimensões avaliadas, logo, tais unidades devem envidar esforços na busca de melhorias nas duas dimensões não referenciadas:
 - D5 e D6 são desempenhos em que a eficácia é a dimensão que não cabe melhoria, devendo, portanto, buscar as melhores práticas que resultem em eficiência e efetividade, esta, por sua vez exige maior esforço das unidades com D5 e aquela das unidades com D6, devido à maior distância do índice de referência, 100.
 - D7 e D8 são desempenhos em que a eficiência atinge o nível 100, revelando a existência de boas práticas. As melhorias podem ser implantadas em busca da efetividade (com maior esforço das unidades com D7) e eficácia (com maior esforço das unidades com D8).
 - D9 e D10 têm na efetividade a referência de desempenho, em razão do índice alcançado, 100. Assim, eficácia e eficiência são motivos da busca pelas melhores práticas, na qual as unidades com D9 devem dispensar maior atenção à eficiência e as unidades com D10 à eficácia.
- D11 ilustra o desempenho no qual não se atinge nenhuma das dimensões da avaliação. A busca em torno da melhoria é uma realidade sob todos os indicadores – eficácia, eficiência e efetividade – cuja concentração de esforços dependerá da disposição dos valores apresentados, uma vez que abaixo de 100 os índices podem assumir posições variadas.

A partir da identificação de possíveis cenários de desempenhos, percebe-se que há uma gama de possibilidades de melhorias, pois além da eficácia, a eficiência e efetividade passam a fazer parte do ideal a ser alcançado, quase sempre distante da realidade, pois o sucesso em um indicador não garante o sucesso em outro.

Dessa forma, pode-se vislumbrar um potencial de melhorias, visto que o gerenciamento da produtividade por meio da racionalização da operacionalização do Pronaf pode gerar ganho de eficiência com economia de custos, pelo incremento na produção e/ou resultado (*output*) com os mesmos recursos disponíveis (*input*).

1.2. OBJETIVOS, HIPÓTESES E DELIMITAÇÃO DO ESCOPO

1.2.1. Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho consiste em apresentar um estudo sobre a operacionalização do Pronaf, no qual os recursos/insumos (*inputs*) utilizados pelo BM em cada agência do estado de Pernambuco serão relacionados à produção/resultados gerados (*outputs*), de maneira a poder comparar, o que foi produzido em cada agência, dados os recursos disponíveis, com o que poderia ter sido produzido com os mesmos recursos.

Esta relação é obtida comparando-se os recursos (número de Gerentes de Negócios do Pronaf e número de colaboradores lotados na área do Pronaf) com indicadores de produção e de resultado (quantidade de operações, valores contratados e índice de adimplência)

1.2.2. Objetivos específicos

Para se atingir o resultado desejado, deve-se passar por diferentes processos necessários que impõem uma série de objetivos específicos, tais como mencionados a seguir

- Disseminar a técnica de Análise Envoltória de Dados (DEA) como ferramenta auxiliar na gestão de desempenho organizacional;
- Proporcionar, através de uma abordagem conceitual, conhecimentos necessários para o entendimento de concepções fundamentais – eficácia, produtividade, eficiência e efetividade;
- Ordenar as agências que compõem a área de atuação do BM em Pernambuco por níveis de eficiência operacional e de resultado;

- Classificar as agências – de acordo com a relação insumo x produto; insumo x resultado – em dois grupos: os mais eficientes e os menos eficientes;
- Definir uma fronteira de eficiência a partir das agências com as melhores práticas (*benchmarks*);
- Identificar oportunidades reais de melhorias para unidades operacionais menos eficientes, tais como o ganho de produtividade sem reduzir a qualidade;
- Motivar estudos elucidativos quanto aos padrões de trabalho associados ao conjunto de unidades operacionais com melhores práticas;

Todos esses objetivos indicam ações a serem desenvolvidas, com vistas a alcançar o objetivo geral.

1.2.3. Hipóteses

O contexto empírico do problema busca responder a seguinte questão: Que oportunidades reais de melhoria de produtividade e resultado poderiam ser produzidas na Assistência Creditícia do BM, quando a operacionalização do Pronaf nas unidades que compõem a área de atuação do banco no estado de Pernambuco é confrontada, de maneira que os menos eficientes são comparados com os de melhores práticas?

A pergunta é formulada, visto que as respostas se encontram no mesmo contexto da pergunta e as condições para tais respostas estão dadas de forma disciplinada e sistematizada, restando, portanto, o desenvolvimento do método.

Partindo do princípio de que eficiência é um conceito relativo, a observação atenta ao objeto de estudo nos permite o estabelecimento de hipóteses como explicação do que se busca, de forma a orientar a pesquisa e coordenar os resultados obtidos. Assim, consideramos como respostas parciais provisórias que orientam a coleta e a organização de resultados, as seguintes hipóteses:

- A Hipótese Básica: gerenciamento da produtividade, por meio da aplicação da Análise Envoltória de Dados, pode gerar economia de custos com ganho de eficiência, mediante racionalização da assistência creditícia do BM na operacionalização do Pronaf em Pernambuco.

- Hipótese Secundária: Não há evidências de uma relação direta entre eficácia, eficiência e efetividade. Uma agência pode-se revelar eficaz no cumprimento de metas sem apresentar eficiência operacional e efetividade quanto aos resultados pretendidos, dados os recursos disponíveis. Da mesma forma, uma agência pode ser considerada eficiente em termos de produção, dados os insumos disponíveis, todavia apresentar ineficácia em função da meta estabelecida e ineficiência de resultado (sem efetividade). Pelo mesmo motivo, a efetividade traduzida em eficiência de resultado, dados os recursos disponíveis, não implica necessariamente em eficiência operacional nem eficácia no alcance de metas.

Embora o ideal seja alcançar a plenitude nas três dimensões, é possível alcançar uma sem alcançar as outras. Razão pela qual, podemos vislumbrar possibilidades de melhoria contínua.

Certamente tais hipóteses precisam ser confirmadas pelos fatos, que devem ser precedidos de extenso trabalho e rigorosa elaboração conceitual.

1.2.4. Delimitação do Escopo

O estudo do presente tema com seus objetivos, questão problema, hipóteses, relevância do assunto, referencial teórico, como vistos anteriormente, bem como a metodologia a ser desenvolvida delimitam o escopo do trabalho à avaliação do desempenho das agências que compõem a área de atuação do BM na aplicação do Pronaf em Pernambuco, referente ao exercício de 2010.

O ponto focal, destarte, passa a ser a eficiência e efetividade como dimensões operacionais da avaliação do Pronaf, à luz do método não paramétrico

de Análise de Envoltória de Dados, baseada em Programação Linear. Para tanto, são propostas 2 (duas) abordagens distintas para medição da eficiência:

- Eficiência Operacional – traduz em medidas quantitativas o esforço operacional do banco na contratação de operações do Pronaf. Representam a oferta de programa do governo à população. Avalia a capacidade das unidades contemplarem um maior número de operações contratadas com o crédito rural para os agricultores familiares.
- Eficiência de Resultado – diz respeito à efetividade na realização da função social de atender satisfatoriamente a sociedade por meio da capacidade de se promover resultados pretendidos. São aqueles vinculados diretamente ao aporte de recursos financeiros destinado ao agricultor familiar através do Pronaf e o respectivo sucesso no empreendimento, que lhe permite honrar o compromisso financeiro assumido perante o banco. Trabalha com a definição importante de adimplência - principal indicador de resultado.

Assim sendo, as conclusões do presente ensaio não podem ser extrapoladas desse contexto, visto que a análise está limitada pelas agências incluídas, pelo período de tempo de abrangência e pelas informações disponíveis. Ademais, as citações, observações, análises e conclusões relacionadas a quaisquer referências à instituição financeira em estudo, contidas neste trabalho acadêmico, e suas eventuais implicações, são de inteira responsabilidade do autor e não representam, necessariamente, o pensamento e a concordância do Banco nem de seus administradores.

1.3. ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

Visando apresentar um panorama geral do estudo em tela, após a delimitação do escopo no tempo e no espaço, o capítulo introdutório (capítulo 1), passa a descrever a relevância do assunto e estruturação do trabalho por meio de uma ligeira abordagem sobre cada capítulo.

No segundo capítulo, tem-se o referencial teórico, sob o qual será construída a discussão do tema em função do problema levantado. Inicialmente buscar-se-á apresentar o estado da arte sobre o tema em questão, no cenário nacional e mundial, com base nas informações fundamentadas nos dados existentes em obras e referências sobre o assunto, assim como nos casos das operações das instituições financeiras brasileiras.

O terceiro capítulo faz uma abordagem dos principais aspectos que determinam as condições estruturais de operação do Pronaf e permitem-nos obter maior conhecimento sobre a assistência creditícia do BM com o enfoque da decisão que se pretende avaliar.

O quarto capítulo será dedicado à apresentação da metodologia da pesquisa para obtenção dos resultados pretendidos, cujo objetivo consiste na avaliação comparativa de desempenho das agências que operacionalizam o Pronaf, com uma abordagem voltada para a mensuração da eficiência técnica no campo operacional e de resultado, propostos com base na definição das variáveis.

No quinto capítulo têm-se a análise dos resultados, iniciando com a quantificação e aplicação dos dados existentes sobre as práticas do Pronaf no âmbito das agências do banco, conforme delimitado no tempo e no espaço. Com isso, busca-se a consolidação de informações que sejam fundamentais para a dissolução do problema nuclear, estabelecendo-se o estrito liame entre as dimensões operacionais da avaliação, com vistas a identificar fatores que influenciam a eficiência e efetividade, através de resultados e discussões para então estabelecer um consenso em torno do estado da arte e das variáveis chaves selecionadas no estudo em questão.

,Por meio da utilização de ferramentas computacionais, contendo aplicativos para Análise de Envoltória de Dados baseada em programação linear, obtemos os escores de desempenho das unidades operacionais em comparação, fundamentado na mensuração das eficiências técnicas – operacional e de resultado – propostas a partir das variáveis selecionadas, de sorte que será possível chegar a algumas conclusões preliminares.

Por fim, o sexto capítulo encerra o trabalho apresentando as conclusões e recomendações originadas das conclusões preliminares e sugestões que se fizerem necessárias ao enriquecimento do tema abordado.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo procura oferecer, em grandes traços, o referencial teórico que constitui a base para construção da discussão do tema, em virtude do problema levantado. Para que seja proporcionando uma visão geral do assunto, por meio de um arcabouço teórico, faremos objetivas incursões acerca dos estudos sobre a eficiência em instituições bancárias internacionais e nacionais, para então discorrermos sobre a gestão do desempenho na esfera pública. Além disso, nesta seção e ao longo de todo trabalho, procura-se apresentar alguns conceitos básicos, fundamentais para o entendimento do estudo em tela.

Entender, portanto, o contexto em que o setor bancário está circunscrito em termos de avaliação de desempenho com o uso do modelo DEA é ponto de partida para que sejam proporcionados os conhecimentos necessários para o entendimento global do estado da arte relativo ao tema, bem como a ampliação da compreensão do problema que representa a avaliação de um programa social operacionalizado pelo banco, objetivando transformá-lo em produtos/resultados.

2.1. MÉTODO PARAMÉTRICO E NÃO-PARAMÉTRICO

Ao procurarmos definir de forma sucinta os métodos normalmente empregados para mensuração de desempenho, encontramos os denominados métodos paramétricos e os não-paramétricos para construção da fronteira eficiente.

- Métodos Paramétricos – Modelo matemático para estimar a fronteira estocástica. Especificam uma determinada forma funcional particular para a fronteira de eficiência, tal função determina os recursos necessários para alcançar um produto.
- Métodos Não-Paramétricos - Baseado em programação linear, não impõem nenhuma forma funcional da fronteira de eficiência, uma vez que constroem a fronteira a partir dos próprios dados disponíveis.

Conforme os resultados da pesquisa de Berger e Humphrey (1997), de um modo geral, em estudos realizados sobre eficiência em instituições financeiras, a quantidade de técnicas paramétricas e não paramétricas utilizadas para avaliar eficiência são similares. Os principais métodos paramétricos são: *Stochastic Frontier Approach* (SFA), *Distribution-Free Approach* (DFA) e *Thick Frontier Approach* (TFA); enquanto a *Data Envelopment Analysis* (DEA) e a *Free Disposal Hull* (FDH) são os principais métodos não-paramétricos.

Importantes distinções encontramos na forma de avaliar através de métodos paramétricos e não paramétrico com a técnica DEA (programação linear). Conforme Angulo Meza et al (2005):

Os chamados métodos paramétricos supõem uma relação funcional pré-definida entre os recursos e o que foi produzido. Normalmente, usam médias para determinar o que poderia ter sido produzido. Outros métodos, entre os quais encontra-se a Análise de Envoltória de Dados, não fazem nenhuma suposição funcional e consideram que o máximo que poderia ter sido produzido é obtido por meio da observação das unidades mais produtivas.

Dentre outras, a principal vantagem de se utilizar o método não paramétrico, notadamente a DEA, é o fato de não impor que sejam previamente assumidas premissas a respeito de distribuições matemáticas de probabilidades, ademais, os *inputs* e *outputs* não precisam ser mensurados na mesma unidade de medida, o que contribui para simplicidade de aplicação e o amplo aproveitamento encontrado nos diversos ramos de estudos.

2.2. DEA APLICADA À EFICIÊNCIA BANCÁRIA

Alguns estudos nacionais e internacionais avaliaram a eficiência bancária através da técnica não paramétrica DEA. Sem pretender enumerar exaustivamente os diversos estudos sobre o assunto, procuramos aqui apresentar uma revisão da literatura considerada suficiente para exposição sucinta do estado da arte, destacando alguns publicados.

A partir da consolidação dos estudos apresentados como referência, tem-se um quadro que permite uma visualização sintética da revisão da literatura sobre o tema, conforme ilustrado no quadro 1.

Quadro 1. Síntese de Estudos da Eficiência Bancária com DEA

AUTOR	(ANO)	APLICAÇÃO
Sherman e Gold	(1985)	<i>Pioneiros na aplicação da DEA no setor bancário (USA)</i>
Berg, Forsund e Jansen	(1991)	<i>Mensurar a eficiência técnica dos bancos noruegueses</i>
Yue	(1992)	<i>Analisar o desempenho dos bancos comerciais de Missouri (USA)</i>
Sherman e Ladino	(1995)	<i>Utilizar a DEA para melhorar a produtividade e o lucro de um banco norte americano</i>
Sathye	(2003)	<i>Avaliar a produtividade dos bancos públicos, privados e estrangeiros na Índia</i>
Hung	(2007)	<i>Aplicar a DEA para mensurar a eficiência de 13 bancos comerciais vietnamitas</i>
Aggelopoulos, Georgopoulos e Siriopoulos	(2009)	<i>Estudar o impacto da crise financeira internacional sobre a eficiência bancária de um grande banco privado na Grécia.</i>
Régis	(2001)	<i>Analisar a eficiência de custo dos bancos brasileiros.</i>
Campos	(2002)	<i>Avaliar a evolução do nível de eficiência e da produtividade dos bancos privados brasileiros</i>
Camargo, Matias e Merlo	(2004)	<i>Comparar 19 bancos comerciais e múltiplos de grande porte que atuam no Brasil</i>
Freaza, Guedes e Gomes	(2006)	<i>Analisar a eficiência do mercado bancário brasileiro utilizando a metodologia DEA</i>
Adelino & Paula	(2007)	<i>Avaliar se as fusões e aquisições melhoraram a eficiência dos maiores bancos privados no Brasil</i>

Fonte: O autor

Sherman e Gold (1985, apud SATHYE, 2003, p. 9) foram os primeiros a aplicar a DEA no Setor Bancário nos Estados Unidos. Aplicabilidade mais geral para o desempenho dos bancos também tem sido demonstrado por Berg, Forsund e Jansen (1991, apud BERGER e HUMPHREY, 1997, p. 190) ao mensurar Eficiência técnica dos bancos noruegueses; Charnes et al (1990, apud SHERMAN E LADINO, 1995, p. 62) aplicaram seu estudo nos Estados Unidos, e Yue [1992] após avaliar desempenho dos bancos comerciais por meio da análise envoltória de dados desenvolveu uma cartilha com aplicações para bancos de Missouri nos estados Unidos.

Sherman e Ladino (1995) utilizaram a DEA para melhorar substancialmente a produtividade e o lucro de um banco norte americano com 33 agências bancárias. Obteve uma economia de mais de \$ 6 milhões de dólares em suas despesas anuais, o que não identificava quando se utilizava da análise financeira e operacional tradicional.

Sathye (2003) utilizou a Análise Envoltória de Dados para medir a eficiência da produtividade dos bancos em um país em Desenvolvimento - a Índia. A conclusão mostrou que os bancos públicos, na média, têm uma eficiência maior que os bancos privados e estrangeiros quando se trata de intermediação financeira e, já na produção, perde para os estrangeiros. O estudo observou ainda que a maioria dos bancos eficientes é estrangeira.

Hung (2007) aplicou a DEA para mensurar a eficiência de 13 bancos comerciais vietnamitas durante o período de 2001 a 2003, cujos resultados indicaram uma eficiência média de 60,6%, com fontes de ineficiência técnica e alocativa, sendo esta bem mais significativa em relação àquela.

Aggelopoulos, Georgopoulos e Siriopoulos (2009) estudaram pela primeira vez o impacto da crise financeira internacional sobre a eficiência bancária ao nível da rede de agências de um grande banco privado na Grécia. O resultado mostrou que algumas agências apresentavam grau de ineficiência devido à administração operacional, isso antes e depois da crise. As agências que consideradas eficientes antes da crise, apresentaram problemas depois da crise.

Da apreciação do estudo em nível mundial, tem-se uma visão geral sobre o tema, possibilitando levantar subsídios para o contexto brasileiro do ponto de vista das possíveis similaridades e diferenças.

Régis (2001) analisou, através de DEA, a eficiência de custo dos bancos brasileiros. Para tanto, utilizou uma amostra que representava 96,62% do total de ativos do sistema bancário brasileiro. Os resultados mostram um nível médio de eficiência de custo de 60,53%. Os bancos com controle estrangeiro apresentaram níveis superiores aos de controle nacional.

Campos (2002) avaliou a evolução do nível de eficiência e da produtividade dos bancos privados brasileiros, aplicando a técnica DEA numa amostra de 60 bancos múltiplos e comerciais. Os resultados indicaram que houve um crescimento expressivo da produtividade total média, notadamente, do índice que representa mudança na tecnologia.

Camargo, Matias e Merlo (2004) compararam 19 bancos comerciais e múltiplos de grande porte que atuam no Brasil, utilizando a técnica DEA nos modelos com retornos constantes de escala e com retornos variáveis de escala⁴. Seus resultados mostraram que a única fonte de ineficiência para os bancos com mais de R\$ 50 bilhões de ativos totais é de ordem de escala de produção. Nos bancos com ativos inferiores a R\$ 50 bilhões que apresentam ineficiência, há as duas fontes de ineficiência (técnica e de escala).

Freaza, Guedes e Gomes (2006) analisaram a eficiência do mercado bancário brasileiro utilizando a metodologia da Análise Envoltória de Dados, Chegando à conclusão de que 2/3 das instituições não foram consideradas eficientes, em razão, principalmente, de problemas históricos na carteira de crédito.

Adelino & Paula (2007) avaliaram se as fusões e aquisições melhoraram a eficiência dos maiores bancos privados no Brasil, utilizando DEA, chegando a conclusão de que houve melhora na eficiência da intermediação financeira.

2.3. GESTÃO DO DESEMPENHO NA ESFERA PÚBLICA

Na esfera pública, Conforme Dutra & Ensslin (2005), dentre as principais abordagens de avaliação de desempenho em destaque na literatura, o processo de

⁴ Os aspectos relacionados aos retornos de escala são abordados com mais detalhes no capítulo 4 - Metodologia.

Benchmarking aparece na relação das cinco mais aplicadas na avaliação de gestão de desempenho organizacional.

Benchmarking consiste no processo contínuo de comparação, feita por meio de indicadores de desempenho, com outras unidades tomadoras de decisão que sejam reconhecidas como *Benchmark*⁵ em termos de eficiência e eficácia. Logo, a busca pelas referências pode dar-se dentro da própria organização em sistemas diferentes, como unidades operacionais, departamentos, superintendências, etc.

Nesse sentido, a DEA é um modelo matemático não paramétrico amplamente aplicado como ferramenta de apoio à gestão, auxiliando na avaliação de desempenho organizacional, através da identificação de *Benchmark*, cujas práticas são referências para melhoria da *performance* em termos de eficiência e alcance do resultado.

Relativamente a técnica de *benchmarking*, o método DEA explicitamente considera todos os recursos que cada unidade operacional utiliza e os produtos/serviços que prestam. É uma técnica que permite identificar *benchmarks* de uma forma praticamente inequívoca, pois compara objetivamente para identificar as unidades com melhor e menor desempenho, e o alvo que as unidades com menor desempenho precisam mirar para chegar ao nível de melhores práticas.

Ghelman & Costa (2006) afirmam que uma organização pública, para prestar serviços com excelência, precisa realizar a sua função social (efetividade) com qualidade na prestação de serviços (eficácia) e com o menor consumo de recursos possível (eficiência).

Assim, com vistas à avaliação de desempenho, interessa obter medidas importantes de eficiência e efetividade organizacional do conjunto de dados observações. Tal avaliação impõe a existência de informações que agrupam *inputs* e *outputs* múltiplos para um número significativo de unidades de tomadoras de decisão (DMU), cuja técnica DEA pode ser utilizada para se obter, tais medidas.

No Brasil, podemos citar Marinho, Resende e Façanha (1997), que empregaram o método DEA na avaliação da eficiência comparativa de universidades federais; e Façanha e Marinho (1998), no estudo da eficiência de hospitais universitários federais.

⁵ O processo de comparação do desempenho entre dois ou mais sistemas é chamado de *benchmarking*, e as unidades, cujos padrões são usados como referência são chamadas de *benchmark*.

Carmo e Távora Júnior (2003) estudaram o setor de saneamento brasileiro visando avaliar a eficiência das Companhias Estaduais de Saneamento Básico – CESBs, utilizando a metodologia DEA. Concluíram que as companhias estaduais de saneamento básico, de um modo geral apresentaram bons resultados. Entretanto, observou-se que, a ineficiência técnica foi mais expressiva que a ineficiência de escala.

Gasparini e Ramos (2003) avaliaram a eficiência pública dos municípios do Estado de Pernambuco utilizando abordagem não paramétrica DEA. Chegando a conclusão de que a preocupação com as municipalidades com reduzido contingente populacional é procedente e que os novos municípios criados no Estado a partir de 1980, em geral, não figuram entre os mais ineficientes e possuem, em média, níveis de eficiência superiores aos do conjunto de municípios pernambucanos.

Faria e Januzzi (2006) investigaram através da análise envoltória de dados, a eficiência dos gastos municipais em saúde e educação no Estado do Rio de Janeiro. Concluíram que os municípios de São Gonçalo, Japeri, Queimados, Cantagalo, São João de Meriti e Resende destacam-se como “boas práticas”, no que se refere à eficiência das políticas públicas, pelos resultados que alcançam em termos do que alocam como recursos ou pelas condições de renda média,

Brunet et al (2006) avaliaram a eficiência e efetividade dos gastos públicos estaduais no Brasil, comparando as 27 unidades da federação por funções do orçamento, através do método DEA. Ao verificar os resultados obtidos em cada uma das funções do orçamento analisadas, chegou-se à conclusão que, de forma geral, estados com menor insumo (menor despesa *per capita*) apresentam um desempenho melhor em termos de eficiência e efetividade do gasto público.

A partir de suas peculiaridades, os programas sociais também costumam ser avaliados nessas três dimensões – eficácia, eficiência e efetividade.

Marinho e Façanha (2001) propõem que a eficácia almejada dos programas sociais não se dissocie de objetivos de efetividade e de eficiência, extraíndo daí justificativas para a utilização da análise de envoltória de dados (DEA), para fins de mensuração possível de efetividade, e de eficiência comparativa no âmbito de tais programas.

Cardoso, Façanha e Marinho (2002) avaliaram a eficiência relativa dos programas sociais governamentais brasileiros denominados: PNAE, PLANFOR e

PROGER⁶, concluindo que, em pelo menos dois dos três casos, os resultados obtidos foram favoráveis e valiosos, inclusive como instrumentos de política, e de aprimoramento.

Na qualidade de referencial teórico no estudo da eficiência através da metodologia DEA, além da área bancária mencionada anteriormente, o quadro 2 apresenta uma síntese de trabalhos realizados na esfera pública, conforme descritos nesta seção.

Quadro 2. Síntese de Estudos da Eficiência na Esfera Pública com DEA

AUTOR	(ANO)	ÁREA	APLICAÇÃO
Marinho, Resende e Façanha	(1997)	Educação	<i>Avaliar a eficiência comparativa de universidades federais</i>
Façanha e Marinho	(1998)	Saúde	<i>Estudar o desempenho de hospitais universitários federais</i>
Marinho e Façanha	(2001)	Programas Sociais	<i>Mensurar efetividade e eficiência comparativa no âmbito de programas sociais brasileiros</i>
Cardoso, Façanha e Marinho	(2002)	Programas Sociais	<i>Avaliar eficiência dos programas sociais brasileiros (PNAE, PLANFOR e PROGER)</i>
Carmo e Távora Júnior	(2003)	Saneamento	<i>Avaliar a eficiência das Companhias Estaduais de Saneamento Básico do Brasil</i>
Gasparini e Ramos	(2003)	Serviços Públicos	<i>Avaliar a eficiência pública na prestação de serviços pelos municípios do Estado de Pernambuco</i>
Faria e Januzzi	(2006)	Saúde e Educação	<i>Investigar a eficiência dos gastos municipais em saúde e educação no Estado do Rio de Janeiro.</i>
Brunet et al	(2006)	Serviços Públicos	<i>Avaliar, com uso do modelo FDH, a eficiência e efetividade dos gastos públicos estaduais no Brasil</i>

Fonte: O autor

Nota: Gasparini e Ramos (2003) dividiram as atividades municipais em 5 grupos: Saúde, Educação, Habitação, Desenvolvimento e Serviços Administrativos e Urbanísticos. Brunet et al (2006) contempla as seguintes áreas: Educação, Saúde, Segurança Pública, Poder Legislativo, Poder Judiciário, Habitação, Agricultura, Indústria e Comércio, Energia,

Naturalmente, as listas de trabalhos realizados descritas acima não são exaustivas, visto que extrapolam para diversas áreas de atuação. No entanto, os trabalhos aqui referenciados e seus respectivos resultados são suficientes para indicar que a modelagem DEA mostra-se adequada naquilo a que se propõe, pela

⁶ Significado de cada programa encontra-se na lista de abreviaturas, siglas e símbolos

possibilidade de evidenciar, através de uma análise comparativa, planos de eficiência que seguramente auxiliam na tomada de decisões.

Como o Pronaf trata-se de um programa do Governo Federal (esfera pública), o estudo em tela propõe que a avaliação de desempenho deva perpassar a capacidade de as agências atingirem a produção que tinha como meta (eficácia), para ser vista na dimensão da comparação de desempenho entre o que foi realizado (produzido/gasto) e o que poderia ter sido realizado (produzido/gasto) com base em uma unidade produtiva de referência (eficiência relativa), inclusive em termos de resultado (efetividade), tendo como principal indicador o índice de adimplência, de modo a não dissociar uma dimensão da outra.

Desse modo, conforme dito, o estudo fará uso da técnica DEA, por tratar-se de uma ferramenta de grande importância para se obter indicações de eficiência efetividade, sendo, portanto, uma metodologia propícia para o estudo de políticas sociais dirigidas para consolidação de atividades similares.

3. O PROGRAMA NACIONAL DE FORTALECIMENTO DA AGRICULTURA FAMILIAR - PRONAF

3.1. BREVE EVOLUÇÃO HISTÓRICA

De acordo com o MDA, as contratações do Crédito do Pronaf apresentam crescimentos sustentados ao longo dos anos: O números de municípios atendidos são ampliados a cada ano agrícola e a contratação efetiva do crédito indica que o montante de crédito contratado pelos agricultores do Pronaf tem crescido ano a ano.

3.1.1. Municípios Atendidos:

1999/2000 - O Pronaf passou de 3.403 municípios para 4.539 no ano seguinte, o que representou um aumento de 33% na cobertura de municípios, ou seja, a ampliação de mais de 1.100 municípios em apenas um ano.

2005/2006 - Houve a inserção de quase 1.960 municípios em relação a 1999/2000.

2007/2008 - Foram atendidos 5.379 municípios, o que representou um crescimento de 58% em relação a 1999/2000, com a inserção de 1.976 municípios..

3.1.2. Contratação Efetiva

2003/2004 - Primeira grande evolução no montante financiado pelos agricultores familiares, fechando uma contratação de R\$ 4,49 bilhões, representando uma evolução de 109% em relação a 1999/2000.

2004/2005 – Evolução de 185% na contratação de créditos do Pronaf, representando um financiamento de R\$ 6,13 bilhões.

2005/2006 - Foram financiados R\$ 7,61 bilhões com uma evolução de 254%.

2007/2008 - Rompeu-se a casa dos 300%, perfazendo um financiamento de R\$ 9 bilhões.

Os histórico mostra que o PRONAF causou um impacto considerável na agricultura brasileira na década de 90 e na última década (2001 a 2008), ao permitir que os agricultores familiares investissem em sua atividade e ampliassem as áreas plantadas.

Conforme Guanziroli (2007), os impactos causados pelo Pronaf justificam a permanente revisão, avaliação e aperfeiçoado do programa, de forma a que não perca sua característica original de proteger de maneira eficiente um segmento da população rural que tem uma importante participação na vida nacional.

Em seu estudo⁷, no qual tenta avaliar a eficiência e eficácia do Pronaf em gerar renda e melhoria de condições de vida para os agricultores familiares nos últimos dez anos, Guanziroli resume a focalização do PRONAF em 13 avaliações realizadas ao longo de 10 anos por diversas instituições acadêmicas e por autores de diferente extração ideológica. Das 13 avaliações efetuadas no decorrer do processo de implementação do PRONAF, 5 revelaram resultados positivos, 2 resultados ambíguos e 6 negativos, o que o levou a afirmar que as avaliações realizadas até o presente momento não são conclusivas, no que diz respeito ao impacto na renda e a melhoria do padrão de vida da população rural beneficiada.

Com base no trabalho de Mattei (2005), publicado pelo MDA, foi feita uma análise dos impactos do Pronaf para os 100 municípios que tiveram maior volume de contratações do Pronaf no período de 1999-2004. Dentre os principais resultados foi observado que, dos 100 municípios entre os maiores tomadores de crédito do Pronaf, 82 estão localizados na região Sul do País. Essa dinâmica leva a uma forte concentração dos contratos (90%) e montante de recursos (85%) no Sul do País

⁷ Ver site <http://www.anpec.org.br/encontro2006/artigos/A06A169.pdf>

3.2. AGRICULTURA FAMILIAR

Estatísticas oficiais produzidas pelo Censo Agropecuário 2006 - IBGE divulgam a participação da agricultura familiar no Valor Bruto da Produção (VBP) total por produtos brasileiros, segundo critérios de definição de agricultura familiar pela Lei 11.326⁸: 88 % da mandioca, 69 % do feijão; 56 % do leite de vaca; 47 % do milho e 51 % de suínos. Em Pernambuco os números referentes à participação da agricultura familiar (critério Lei 11.326) são ainda mais expressivos: 97% da mandioca, 91% do feijão; 61% do leite de vaca; 89% do milho e 81% de suínos. Os números indicam que a agricultura familiar é responsável pela produção dos principais alimentos consumidos no Brasil.

Vê-se aí claramente a importância sócio-econômica da agricultura familiar, que em 24/07/2006, foi regulamentada, através da Lei 11.326, como segmento produtivo. Em seu Art. 3º a Lei estabelece definições e caracterizações a respeito do que vem a ser agricultor familiar

Art.3º Para os efeitos desta Lei, considera-se agricultor familiar e empreendedor familiar rural aquele que pratica atividades no meio rural, atendendo, simultaneamente, aos seguintes requisitos:

I - não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais;

II - utilize predominantemente mão-de-obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento;

III - tenha renda familiar predominantemente originada de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento;

IV - dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família.

Com a aprovação da Lei 11.326 de 2006, garantiu-se a institucionalização de políticas públicas para os agricultores familiares. Com isso, os órgãos que atuam como executor de políticas públicas, cabendo-lhes a operacionalização do Pronaf⁹,

⁸ A Lei 11.326 estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais.

⁹ O Pronaf foi instituído em 1996, através de decreto presidencial nº 1.946, de 28 de junho, deste então, o programa vem sofrendo modificações e aprimoramentos em suas diretrizes e processos operacionais. É operacionalizado de acordo com as normas estabelecidas pelo Conselho Monetário Nacional - CMN, disciplinadas no Manual de Crédito Rural - MCR 10, por Resolução do CMN/BACEN.

têm como finalidade promover o desenvolvimento sustentável do empreendedor rural constituído pelos agricultores familiares estabelecidos pela Lei 11.326.

3.3. CONDIÇÕES ESTRUTURAIS DE OPERACIONALIZAÇÃO

Para contextualizar o assunto, faremos uma abordagem das características do Pronaf quanto à finalidade, público alvo e subsegmentos, por se constituírem os principais aspectos do Programa.

De acordo com o Manual de Crédito Rural (MCR) publicado pelo Banco Central, o Pronaf destina-se ao apoio financeiro das atividades agropecuárias e não-agropecuárias exploradas mediante emprego direto da força de trabalho da família produtora rural, entendendo-se por atividades não-agropecuárias os serviços relacionados com turismo rural, produção artesanal, agronegócio familiar e outras prestações de serviços no meio rural, que sejam compatíveis com a natureza da exploração rural e com o melhor emprego da mão-de-obra familiar.

Ainda de acordo com o MCR, são beneficiárias do Pronaf as pessoas que compõem as unidades familiares de produção rural e que comprovem seu enquadramento mediante apresentação da "Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP)" válida, que deve ser prestada por agentes credenciados pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário e elaborada:

- a) para a unidade familiar de produção, prevalecendo para todos os membros da família que habitem a mesma residência e explorem as mesmas áreas de terra;
- b) segundo normas estabelecidas por aquela pasta.

O Pronaf financia projetos individuais ou coletivos, que gerem renda aos agricultores familiares e assentados da reforma agrária. O programa possui as mais baixas taxas de juros dos financiamentos rurais. Os créditos podem destinar-se a custeio, investimento ou integralização de cotas-partes de agricultores familiares em cooperativas de produção.

Os créditos de custeio destinam-se ao financiamento das atividades agropecuárias, não agropecuárias e de beneficiamento ou industrialização de produção própria ou de terceiros agricultores familiares enquadrados no Pronaf.

Os créditos de investimento se destinam ao financiamento da implantação, ampliação ou modernização da infraestrutura de produção e serviços, agropecuários ou não-agropecuários, no estabelecimento rural ou em áreas comunitárias rurais próximas, de acordo com projetos específicos.

O BM atua diretamente na operacionalização da linha de financiamento da produção da agricultura familiar através do Pronaf, cuja concessão de crédito está voltada para dois segmentos específicos denominados: Microcrédito Rural (Pronaf Grupo B) e Agricultura Familiar propriamente dita (Demais Pronafs exceto Grupo B).

Microcrédito Rural – Abrange os Agricultores familiares enquadrados no Pronaf que possuam renda bruta anual de até R\$ 6.000,00. Esses microempreendedores são classificados no Pronaf Grupo B e atendidos através do Programa de Microcrédito Rural, que visa à concessão de financiamento, adotando metodologia própria de atendimento, cuja premissa consiste no crédito orientado e acompanhado.

Agricultura Familiar (Exceto Pronaf Grupo B) – Compreende todos os agricultores familiares com renda bruta anual acima de R\$ 6.000,00, classificados nos demais grupos do Pronaf (exceto B), incluindo os agricultores assentados pelo Programa Nacional de Reforma Agrária (PNRA) e do Programa Nacional de Crédito Fundiário (PNCF).

Para se ter uma idéia da composição do volume de contratações do BM por segmento, no gráfico 2 vemos que em 2008, 55% do total de valores contratados foram dirigidos ao Pronaf Grupo B (Microcrédito Rural) e 45% aos demais grupos Pronafs (Agricultura Familiar exceto Pronaf Grupo B).

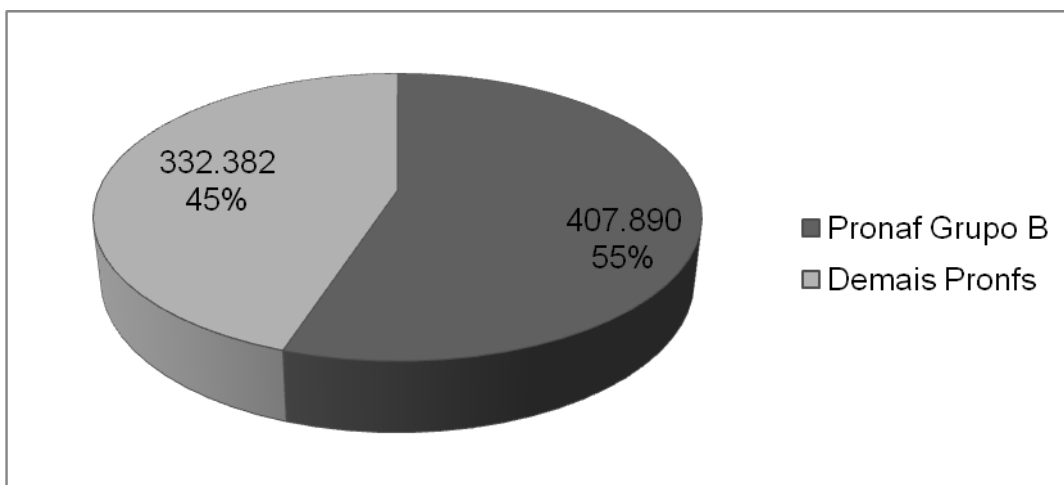


Gráfico 2. BM/Pronaf - Valor Contratado por Segmento em R\$ Mil - 2008

Fonte: Elaboração do autor a partir de dados do Relatório de Resultados 2008

Para o ano de 2009, do total de recursos destinados para aplicação no Pronaf, 54% foram reservados à aplicação no segmento Microcrédito Rural (Pronaf Grupo B), e o restante, 46%, ao segmento Agricultura Familiar (demais Grupos do Pronaf).

4. METODOLOGIA

Registre-se que a produção deste capítulo se beneficiou densamente das informações compendiadas no trabalho de Meza (2005), Curso de Análise de Envoltória de Dados.

4.1. TIPO DE PESQUISA

Em relação ao método, a pesquisa foi realizada por intermédio da Construção Hipotético-Dedutiva, que consiste na elaboração de hipóteses que relaciona diversos fatos inerentes ao objeto de análise, seguida da coleta de dados para verificar as hipóteses e da geração de informações que corroborem ou não tais hipóteses, produzindo interpretações acerca das causas e mecanismos do fenômeno.

O método caracteriza-se por observar o desempenho das agências - referente à operacionalização do PRONAF - a partir das diversas grandezas que a compõem. Tendo em vista o objetivo fundamental do estudo em termos de eficiência e efetividade, é natural que o interesse maior recaia sobre a produtividade e a capacidade de promover resultados, cujo comportamento se quer verificar em relação às demais agências.

Adotou-se o estudo com a intervenção observacional analítica, ou seja, coletam-se dados e extraem informações, procurando não influenciar os eventos, de

modo a identificar as associações entre as variáveis, descrever os acontecimentos e permitir a validação do modelo proposto.

No que se refere ao relacionamento com o tempo, a investigação fez uso do estudo transversal, no qual são coletados dados referentes a um único instante de tempo, obtendo-se um recorte instantâneo do fenômeno investigado.

Os registros das ocorrências de desempenho em estudo foram expressos, de modo matemático, através das chamadas escalas numéricas de razão – quantificação produzida a partir da identificação de um ponto zero representando um ponto de nulidade, ausência, e de um ponto unitário, representando a plenitude (100%). Cada observação é aferida segundo a sua distância do ponto zero ou do ponto 1. O que permite a comparação de valores.

Trata-se de uma pesquisa de laboratório com a utilização de ferramentas computacionais – softwares SIAD v3.0 e o EMS 1.3 – para a aplicação do estudo de caso, onde a assistência creditícia do BM na operacionalização do PRONAF em Pernambuco é analisada. Por ser um estudo bibliográfico, não foram realizadas pesquisas de campo. Os dados utilizados encontram-se acessíveis ao público em geral através da internet ou foram obtidos a partir de fonte primária.

4.2. PLANO DE COLETA

Além da consulta as obras, periódicos e revistas existentes sobre o assunto, bem como trabalhos acadêmicos específicos sobre o tema; a coleta de dados será feita através de levantamento de informações públicas por meio eletrônico (on-line), bem como fontes primárias. Assim, algumas publicações do Escritório Técnico de Estudos do Nordeste – ETENE, serão as principais fontes, das quais destacamos o Relatório de Resultados Anual do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf). Com o intuito de enriquecer o conteúdo, outras entidades/fontes foram consultadas.

Com vistas à aplicação do modelo DEA, dentre outras informações, o plano de coleta busca obter a base de dados relativa às variáveis necessárias a sua aplicabilidade, ou seja, os *inputs* e *outputs* do modelo, determinados a partir de

critérios que não são arbitrários ou estranhos às agências, enquanto unidades que operacionalizam o PRONAF.

Assim, os dados coletados devem ser compreendidos como um reflexo razoavelmente confiável dos acontecimentos concretos que serão transformados em informações, por meio de processos que envolvem a organização, transformação e análise dos dados através de procedimentos lógicos de programação linear.

4.3. ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS - DEA

4.3.1. Bases Conceituais

Conforme Ceretta e Costa Jr (2001), a análise por envoltório de dados é uma poderosa ferramenta gerencial, utilizada para avaliação e comparação de unidades organizacionais, que auxilia no processo de tomada de decisão por considerar conjuntamente um grande número de informações, as quais são ponderadas e convertidas em um único índice global indicador de eficiência..

Segundo Zhu (2000), a DEA representa uma das mais adequadas ferramentas para avaliar a eficiência, em comparação com ferramentas convencionais. Os resultados de DEA são mais detalhados do que os obtidos em outras abordagens, servindo melhor ao embasamento de recomendações de natureza gerencial.

Trata-se de uma ferramenta matemática que se utiliza da programação linear para medir a eficiência comparativa de unidades operacionais, cujos modelos passaremos a descrever nesta seção. Antes, porém, mister se faz a apresentação de alguns termos essenciais que se encontram intrinsecamente relacionados ao desempenho – eficácia, efetividade, produtividade e eficiência - cujos conceitos¹⁰ são de fundamental importância para o entendimento do assunto, sendo necessário que saibamos distingui-los previamente.

¹⁰ As informações pertinentes às definições conceituais aqui apresentadas foram obtidas junto ao Glossário de Administração Pública, disponível em <http://www.monsenhorpaulo.mg.gov.br/informacoes-uteis/glossario-de-administracao-publica#E>

Eficácia - Capacidade da organização em cumprir as suas metas e objetivos previamente fixados. Neste estudo refere-se à capacidade de a agência, enquanto unidade produtiva, atingir a produção que tinha como meta, na concessão de crédito do Pronaf. Está ligada apenas ao que é produzido, sem levar em conta os recursos usados para a produção.

Efetividade - Impacto de uma programação em termos de solução de problemas. Neste ensaio, diz respeito à capacidade de se promover resultados pretendidos, cujo principal indicador é o índice de adimplência, e assim, realizar a função social de atender satisfatoriamente o público-alvo na concessão de créditos do PRONAF.

Produtividade é o quociente entre o que foi produzido (output) e o que foi gasto para produzir (input). Leva em conta os recursos usados para a produção.

$$Produtividade = \frac{\sum Produção(Output)}{\sum Recursos (Input)}$$

Eficiência - Medem a capacidade da organização em utilizar, com rendimento máximo, todos os insumos necessários ao cumprimento dos seus objetivos e metas. A eficiência preocupa-se com os meios, com os métodos e procedimentos planejados e organizados a fim de assegurar otimização dos recursos disponíveis. No nosso estudo consiste na comparação entre o que foi realizado (produzido/gasto) pela agência e o que poderia ter sido realizado (produzido/gasto) com base em uma agência como unidade de referência na concessão de crédito do PRONAF.

$$Eficiência DMU_K = \frac{\left(\frac{\sum Produção_K}{\sum Recursos_K} \right)}{\left(\frac{\sum Produção_{ef}}{\sum recurso_{ef}} \right)} = \frac{P_K}{P_{ef}}$$

A eficiência de uma DMU é a razão entre a sua produtividade (P_K) e a produtividade da DMU mais eficiente (P_{ef}). Trata-se de um conceito relativo.

O gráfico 3 nos ajuda a certificar de que produtividade e eficiência são conceitos distintos, através das diferenças que podem ser mais bem visualizadas através do diagrama traçado no gráfico 3.

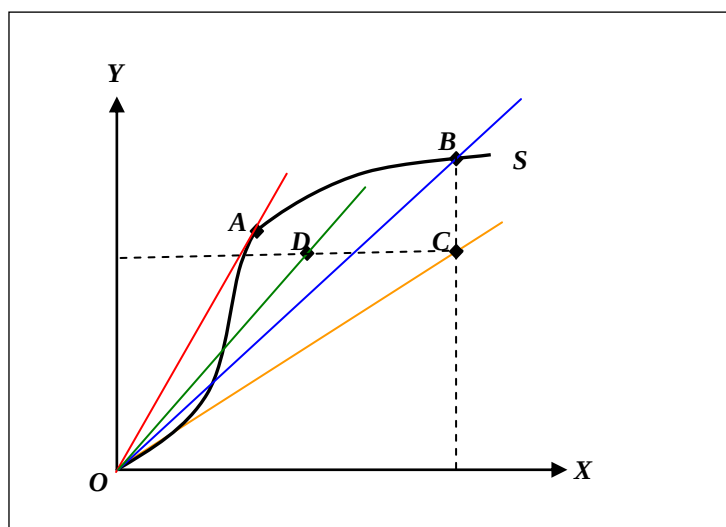


Gráfico 3. Eficiência X Produtividade

Fonte: Elaboração do autor com base em Meza et al (2005)

OS → fronteira de produção máxima para cada nível de recurso. Unidades na fronteira são tecnicamente eficientes, abaixo da fronteira temos o conjunto de possibilidades de produção (ineficiente).

A e B → são unidades eficientes.

D e C → são ineficientes.

Y/X → produtividade.

A → tecnicamente eficiente e de maior produtividade.

B → eficiente, porém não é a unidade mais produtiva.

D → mais produtiva que B, mas não é eficiente

C → ineficiente e de menor produtividade

Lins e Meza (2000) atribuem ao trabalho de Pareto-Koopmans e Debreu (1951) a origem da abordagem aplicada à medida da eficiência na produção, no qual afirma que, segundo Pareto-Koopmans, a definição de eficiência técnica é que um vetor insumo-produto é tecnicamente eficiente se, e somente se:

- Nenhum dos produtos pode ser aumentado sem que algum outro produto seja reduzido ou algum insumo necessite ser aumentado;
- Nenhum dos insumos possa ser reduzido sem que algum outro insumo seja aumentado ou algum produto seja reduzido.

Portanto, uma organização é eficiente tecnicamente se e somente se um aumento em qualquer produto/serviço gerado pela organização requer redução do nível de outro produto/serviço ou um aumento em pelo menos um insumo empregado; e se uma redução em qualquer insumo empregado por ela implica num aumento em pelo menos outro insumo ou a redução em pelo menos um produto/serviço. Por isso, diz-se eficiência relativa ou Pareto eficiente.

4.3.2. Definição e Seleção de DMUs

Na condição de unidade operacional do Pronaf, as agências que atendem os agricultores familiares distribuídas por todo o estado de Pernambuco foram definidas para compor o conjunto de DMUs¹¹. A inclusão das agências na análise é justificada pela proposta de estudo sob uma perspectiva fechada, na qual procura avaliar o Pronaf nos pontos de atendimento que compõem a área de atuação do banco no estado de Pernambuco, investigando de forma fidedigna, a questão da distribuição espacial do programa no estado. Somado a isso, pesou a questão de realizar um estudo aplicado ao interesse local, que possibilitasse a viabilidade do estudo em curso, através da disponibilização da base de dados necessária à aplicação do modelo.

Assim, uma amostra composta pelas 16 agencias atende o objetivo a que se propõe, pois, além de contemplar todos os pontos de atendimentos do Pronaf no estado, os mesmos possuem as características de homogeneidade, imprescindíveis à comparação por DEA, quais sejam: realizam as mesmas tarefas, com os mesmos objetivos; trabalham nas mesmas condições, têm autonomia na tomada de decisões, possuem a mesma utilização de entradas e saídas, variando apenas em intensidade.

¹¹ Em Pernambuco o BM conta com 19 agências distribuídas por todo o estado, das quais 16 atendem o segmento agricultores familiares,.

4.3.3. Seleção das Variáveis – *Inputs e Outputs*

Dos estudos delineados como referencial teórico, observamos que não existe um padrão na escolha das variáveis de entrada (*inputs*) e de saída (*outputs*). No entanto, para que os resultados obtidos tenham sentido e representem a realidade do banco, recomenda-se que a seleção das variáveis seja feita de forma cuidadosa. O quadro 3 apresenta uma lista de possibilidades, a partir de um levantamento de possíveis variáveis relacionadas ao modelo, objetivando possibilitar uma seleção que melhor represente a modelagem da operacionalização do Pronaf pelas agências.

Para identificação das variáveis, a assistência creditícia do BM na concessão de crédito do Pronaf, conforme visto no capítulo anterior, tem sua atuação voltada para dois segmentos específicos denominados: Microcrédito Rural (Pronaf grupo B) e Agricultor Familiar (Demais Pronafs).

Quadro 3. Possíveis Variáveis Relacionadas ao Modelo

VARIÁVEIS	UNIDADE DE MEDIDA
1. Jurisdição (Municípios Atendidos)	Qtde de municípios
2. Gerente do Pronaf	Nº Gerentes
3. Recursos Humanos	Nº Colaboradores
4. Operações Contratadas Pronaf Grupo B	Quantidade
5. Operações Contratadas Demais Pronafs	Quantidade
6. Montante Contratado Pronaf Grupo B	Valor (R\$)
7. Montante Contratado Demais Pronafs	Valor (R\$)
8. Adimplência Pronaf Grupo B	Índice (%)
9. Adimplência Demais Pronafs	Índice (%)

Fonte: O autor

A fim de evitar que a omissão de variáveis pertinentes possa limitar a utilidade gerencial da análise, utilizamos indicações de especialista (Gerente de Negócios do Pronaf), de forma que a seleção de variáveis resultou preliminarmente em: 3 indicadores de insumo (Municípios Atendidos, Gerente do Pronaf, Recursos Humanos), 3 indicadores de produto/resultado (Quantidade de Operações, Valores Contratados e Adimplência). O quadro 4 relaciona essas variáveis, que representam os recursos utilizados (variáveis de entrada) para serem transformados em

produtos/resultados (variáveis de saída), e permitem-nos obter maior conhecimento sobre as unidades a serem avaliadas, explicando melhor as diferenças inter-agências, sendo, de antemão, as que melhor descrevem a performance das agências sob análise.

Quadro 4. Variáveis Preliminarmente Selecionadas

<i>In/out</i>	Variável	Sigla
inputs	Municípios Atendidos (Qtde)	MA
	Gerente do Pronaf (Qtde)	GP
	Recursos Humanos (Qtde)	RH
Outputs	Operações Contratadas (Qtde)	OP
	Valor Contratado (em R\$ Mil)	VC
	Índice de Adimplência (%)	IA

Fonte: O autor

Uma vez que a importância da escolha das variáveis a serem utilizadas é categórica para a modelagem em DEA, as variáveis preliminarmente relacionadas estão condicionadas à utilização de testes do próprio modelo de DEA e serão submetidas à comparação com os métodos de seleção de variáveis em DEA (I-O *Stepwise* e Multicritério Combinatório Por Cenário) de maneira que as dimensões da avaliação proposta – operacional e de resultado – com seus respectivos indicadores possam atender a recomendação¹² de Nunamaker e Bowlin quanto à relação quantitativa variáveis/DMUs.

Estudos comprovam que, quanto maior o número de variáveis em relação à quantidade de DMU's, menor será a capacidade de discriminar as DMUs eficientes das ineficientes. Por isso, buscamos, a partir dos dados quantificados (Apêndice A), a seleção das variáveis chaves que serão aplicadas nos modelos – operacional e de resultado – de forma cuidadosa, de maneira a mantê-los o mais compacto possível, visando elevar o poder discriminatório da análise, maximizando a capacidade da DEA de ordenar as DMU's. Para tanto aplicamos os dados, utilizando o método de seleção de variáveis em DEA denominado I-O *Stepwise*¹³ (Apêndice B e C), o que

¹² Nunamaker (1985, apud FREAÇA, 2006, p. 25) e Bowlin (1998, FREAÇA, 2006, p. 25) recomendam que o número de DMU's observadas na amostra seja pelo menos três vezes a soma dos *inputs* e dos *outputs*.

¹³, o método *Stepwise* parte da premissa que a seleção de variáveis deve obedecer ao princípio de máxima relação causal entre *inputs* e *outputs*. O método preocupa-se em aumentar a eficiência média com um número limitado de variáveis, por meio da observação de que algumas variáveis contribuem

resultou nos modelos constantes no quadro 5, que ilustra a definição das variáveis mais relevantes e apropriadas para estabelecer a eficiência e efetividade das agências, destacando os *inputs* e *outputs* conforme suas indicações.

Quadro 5. Variáveis Mais Relevantes Pelo Método de Seleção *Stepwise*

BM 2010 Pronaf-PE 16 DMUs	Modelo	Variável	Indicador	in/out	Dimensão	Obs.
	Operacional	GP	Insumo	Input	Eficiência	Eficiência Média: 85%; Fronteira: 6 DMUs;
		RH	Insumo			
		OP	Produto	Output		
	de Resultado	GP	Insumo	Input	Efetividade	Eficiência Média: 98%; Fronteira: 6 DMUs;
		RH	Insumo			
		VC	Resultado	Output		
		IA	Resultado			
Legenda: GP - Gerente do Pronaf, RH - Recursos Humanos, OP - Operações Contratadas, VC - Valor Contratado e IA - Índice de Adimplência						

Fonte: Elaboração do autor, a partir da aplicação dos dados quantificados ao modelo DEA BCC-O

Nota: No presente estudo, o acréscimo da eficiência média pela inclusão de uma variável extra é considerado significativo quando contribuir com pelo menos 1% e, ao mesmo tempo, representar no mínimo 1/4 do que falta para alcançar 100%.

Vale ressaltar que no modelo de eficiência operacional, a utilização do método Multicritério por Cenário¹⁴ (Apêndice D) resultou na seleção das variáveis GP (*input*), RH (*input*), OC (*output*) e VC (*output*). No entanto, podemos afirmar que o método apresenta semelhança com os resultados da seleção do método *Stepwise*, ao excluirmos a variável VC, motivada pela existência de informações redundantes com OC, refletida no valor do coeficiente de Pearson que indica forte correlação (0,75).

pouco para a eficiência média - elemento decisor do modelo. Sendo assim, uma vez identificadas podem ser retiradas no modelo (Angulo Meza et al (2007)).

¹⁴ O método Multicritério Combinatório por Cenário exige menos informação ao decisor. Para isso, não há critério de parada do algoritmo, devendo ser todas as variáveis incluídas para em seguida ser feita a comparação entre os modelos com diferentes número de variáveis. Este é um método em duas fases. A primeira fase constrói cenários que serão analisados na segunda. A segunda fase limita-se a escolha do melhor cenário (Angulo Meza et al (2007)).

Assim, para a qualidade dos resultados, o método assinala que os indicadores selecionados, conforme quadro 5, são em número suficiente para o objetivo a que se propõe o modelo. Como se vê, todos os insumos são considerados controláveis pela administração do banco.

Com isso, as dimensões da avaliação proposta nos modelos, contendo 16 DMU'S e no máximo 2 *Inputs* e 2 *Outputs*, atendem a indicação de Nunamaker (1985, apud FREAZA, 2006, p. 25) e Bowlin (1998, FREAZA, 2006, p. 25), quando recomendam que o número de DMU's observadas na amostra seja pelo menos três vezes a soma dos *inputs* e dos *outputs*.

Os ***inputs*** informam a quantidade de recursos alocados em cada agência. No presente trabalho definimos dois *inputs*: Número de Gerentes do Pronaf (GP) e Recursos Humanos (RH), ou seja, quantidade de colaboradores lotados na área do Pronaf, segmentos Microcrédito Rural e Agricultor Familiar.

Os ***Outputs indicadores de produto*** traduzem em medidas quantitativas o esforço operacional das agências na contratação de operações do Pronaf. Representam a oferta de programa do governo às unidades familiares da área rural enquadradas no programa. Como exemplo deste tipo de indicador, identificamos o *output*: Quantidade de Operações Contratadas (OC).

Os ***Outputs indicadores de resultado*** dizem respeito à efetividade na realização da função social de atender satisfatoriamente a sociedade por meio da capacidade de se promover resultados pretendidos. São aqueles vinculados diretamente ao aporte de recursos financeiros destinado ao agricultor familiar através do Pronaf e o respectivo sucesso no empreendimento que lhe permite honrar o compromisso financeiro assumido perante o banco. Portanto estabelecemos dois *outputs*: Valores Contratados (R\$) e Índice de Adimplência (IA).

Temos, portanto, a configuração de um problema de programação linear em que o modelo DEA multivariável pode ser aplicado na condição de ferramenta de avaliação de desempenho de unidades bancárias que transformam insumos/recursos (*inputs*) em produtos/resultados (*outputs*), considerando, portanto, a eficiência e efetividade como dimensões da avaliação.

4.3.4. Modelo DEA-CCR ou DEA-CRS

Os modelos DEA são definidos em função da forma como a fronteira é determinada, diferenciando-se, portanto, quanto à obtenção dos planos de produção dos *benchmarks* (unidades de referência) que constituem a envoltória.

O modelo CCR, apresentado originalmente por Charnes Cooper e Rhodes (1978), constrói uma fronteira linear, não paramétrica, envolvendo os dados. Trabalha com retornos constantes de escala, isto é, qualquer variação nas entradas (*inputs*) produz variação proporcional nas saídas (*outputs*). Esse modelo é igualmente conhecido como modelo CRS – *Constant Returns to Scale*. Gráfico 4.

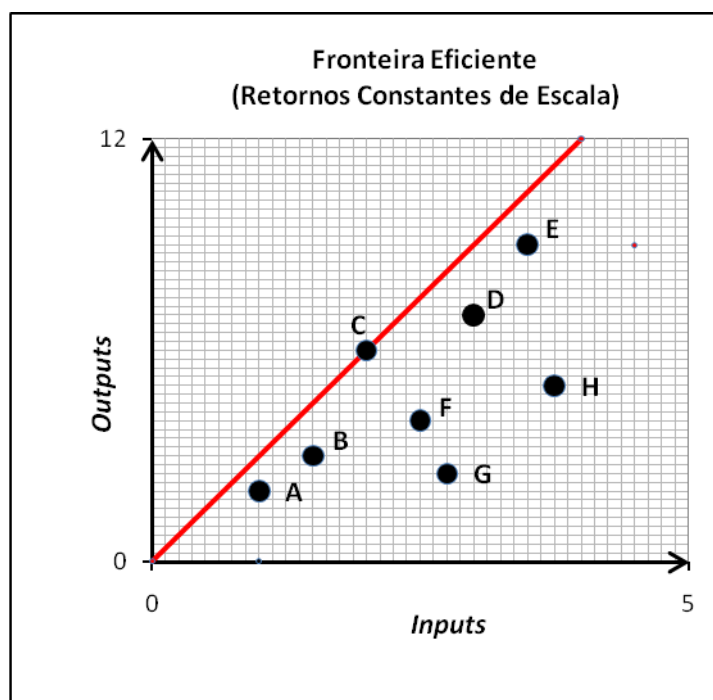


Gráfico 4. Modelo DEA CCR

Fonte: O autor

Esse modelo define a eficiência como a otimização da soma ponderada dos *outputs* pela soma ponderada dos *inputs*. O modelo permite a escolha de pesos para cada variável, da forma que lhe seja mais favorável. A única limitação imposta é que todas as unidades tenham eficiência menor ou igual a 1 (equivale a 100%).

4.3.4.1. CCR - Formulação matemática a *inputs*

A formulação original do modelo CCR tem orientação ao consumo e está formalizada na equação abaixo e suas restrições:

$$Max Ef_o = \left(\frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jo}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{io}} \right) \quad (1.1)$$

Sujeito a

$$\frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}} \leq 1, \forall k \quad (1.2)$$

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

Onde:

Ef_o é a eficiência da DMU o em análise;

v_i e u_j são os pesos de *inputs* i e *outputs* j respectivamente; ($i=1, \dots, r$ e $j=1, \dots, s$);

x_{ik} e y_{jk} são os *inputs* i e *outputs* j da DMU k , $k=1, \dots, n$;

x_{io} e y_{jo} são os *inputs* i e *outputs* j da DMU o .

O problema apresentado é de programação fracionária e pode ser transformado em um problema de programação linear (PPL), que deve ser resolvido para cada uma das DMUs. Para tal, obriga-se que o denominador da função objetivo (1.1) deva ser igual a uma constante, normalmente igual à unidade. A formulação do modelo CCR orientado a *inputs* transformado em PPL é apresentado a seguir:

$$Max Ef_o = \sum_{j=1}^s u_j y_{jo} \quad (1.3)$$

Sujeito a

$$\sum_{i=1}^r v_i x_{io} = 1 \quad (1.4) \quad (\text{Formulação I})$$

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} \leq 1, \forall k \quad (1.5)$$

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

Em (1.3), o modelo busca minimizar o consumo de insumos de forma a produzir no mínimo o nível de produção dado, expresso pela maximização da somatória das quantidades produzidas y multiplicadas pelos pesos u .

A primeira restrição (1.4), o somatório do produto das quantidades consumidas de recursos pelos pesos específicos para a DMU o é igual a 1. Portanto o máximo resultado possível de se obter para Ef_o é 1. Se a DMU o for eficiente, Ef_o será igual a 1. Se não for, obterá um indicador sempre inferior a 1.

A restrição em (1.5) pode ser definida como o resultado da DMU k , pois é a subtração entre o somatório das quantidades produzidas multiplicadas pelos pesos dos produtos $(\sum_{j=1}^s u_j y_{jk})$ e o somatório da multiplicação dos insumos consumidos pelos pesos $(\sum_{i=1}^r v_i x_{ik})$. Está limitado a 0 (zero). Assim, as empresas eficientes obterão o resultado 0 para esta restrição.

Após resolver o PPL para cada DMU, observam-se aquelas, cujos planos de produção, dados os pesos atribuídos para as suas variáveis de *input* e *output*, não podem ser superados pelo plano de produção de nenhuma outra DMU. As DMU's, cuja eficiência obtém valor 1, são consideradas eficientes e servem de referência às demais.

A cada modelo de Programação Linear com seus respectivos coeficientes, corresponde um outro modelo, formado por esses mesmos coeficientes, porém dispostos de maneira diferente. Até este momento usamos o PPL chamado Modelo dos Multiplicadores, no qual as variáveis de decisão são os pesos v_i e u_j , no entanto, o dual desse modelo proporciona uma melhor visualização da orientação em busca da eficiência, que neste caso deve ser atingida com redução de recursos.

Ao modelo original – visto na (Formulação I) – dá-se o nome de “Modelo Primal (multiplicadores)”, enquanto ao outro modelo correspondente, denomina-se de “Modelo Dual (envelope)”. Sobre estes dois modelos estão relacionadas propriedades que estabelecem:

a) se a função objetivo do primal é de maximização, então a função objetivo do dual é de minimização;

b) os coeficientes da função objetivo do dual são os termos independentes das restrições do primal;

c) os termos independentes das restrições do dual são os coeficientes da função objetivo do primal;

d) o número de variáveis do dual é igual ao número de restrições do primal;

e) o número de restrições do dual é igual ao número de variáveis do primal;

f) a matriz dos coeficientes do dual é a transposta da matriz dos coeficientes do primal;

Dado um Problema de Programação Linear

(PP): $\max c^t x; c, x \in \mathcal{R}^n$

s.a.

$Ax \geq b; A \in \mathcal{R}^{m \times n}, b \in \mathcal{R}^m$

$x \geq 0$

O dual de (PP) é expresso por:

(PD): $\min b^t w; b, w \in \mathcal{R}^m$

s.a.

$A^t x \leq c; A^t \in \mathcal{R}^{n \times m}, c \in \mathcal{R}^n$

$w \geq 0$

Por serem duais, o valor ótimo¹⁵ para a função objetivo são os mesmos nos modelos dos multiplicadores e do envelope, este apresentado a seguir:

¹⁵ O ótimo, como descrito aqui, associa-se à definição de Pareto.

$$\text{Min } h_o \quad (1.6)$$

Sujeito a

$$h_o x_{io} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall i \quad (1.7) \quad (\text{Formulação II})$$

$$\sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k - y_{jo} \geq 0, \forall j \quad (1.8)$$

$$\lambda_k \geq 0, \forall k$$

Em (1.6) a função objetivo representa a eficiência, que é o valor que deve ser multiplicado por todos os *inputs* de forma a obter valores que coloquem a DMU na fronteira eficiente (ou seja, provoca decréscimo no valor dos *inputs*).

O primeiro conjunto de restrições (1.7) garante que essa redução em cada um dos *inputs* não ultrapasse a fronteira definida pelas DMUs eficientes.

O segundo grupo de restrições (1.8) garante que redução nos *inputs* não altere o nível atual dos *outputs* da DMU.

No dual as variáveis de decisão são o h_o e os λ_k 's. Um λ igual a zero significa que a DMU correspondente não é *benchmark* para a DMU em análise. Quanto maior for o λ , maior a importância da DMU correspondente como referência para a DMU ineficiente.

As DMU's que se localizam na fronteira fortemente eficiente ou fronteira pareto eficiente possuem folga¹⁶ zero. Nesse modelo com orientação a *input*, a folga igual a zero ocorre quando as restrições (1.7) e (1.8) são iguais a zero, ou seja: $h_o x_{io} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k = 0$ e $\sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k - y_{jo} = 0$, para *inputs* e *outputs*, respectivamente, com valores ótimos de h_o e λ_k .

Pode ocorrer situação em que, apesar de ser 100% eficiente, a DMU possui folga, isto é, quantidade extras de insumos (produtos) que ainda é possível ser reduzida (aumentada), localizando-se, portanto, na fronteira fracamente eficiente ou não pareto eficiente.

¹⁶ Folgas são as quantidades extras a serem reduzidas (aumentadas) nos insumos (produtos) para que o produtor atinja o conjunto eficiência após todos os insumos (produtos) terem sido reduzidos (aumentados) para atingir a isoquanta. Após as reduções (aumentos) adicionais, o plano de produção resultante pertence ao conjunto eficiência e, portanto, é eficiente tecnicamente, segundo a definição Pareto-Koopmans.

4.3.4.2. CCR - Formulação matemática a *outputs*

Podemos agora desenvolver um modelo que maximiza as saídas mantendo inalteradas as entradas (orientado a *outputs*). As equações apresentadas em (2.1) a (2.2) mostram o modelo CCR orientado a *outputs*, na forma fracionária.

$$\text{Min } h_o = \left(\frac{\sum_{i=1}^r v_i x_{io}}{\sum_{j=1}^s u_j y_{jo}} \right) \quad (2.1)$$

Sujeito a

$$\frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}} \geq 1, \forall k \quad (2.2)$$

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

Em (Formulação III) é apresentada a equação linearizada, que resulta no modelo dos multiplicadores (primal). Neste modelo as variáveis de decisão são as mesmas do modelo orientado a *inputs*, v_i e u_j .

$$\text{Min } h_o = \sum_{i=1}^r v_i x_{io} \quad (2.3)$$

Sujeito a

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jo} = 1 \quad (2.4) \quad (\text{Formulação III})$$

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} \leq 0, \forall k \quad (2.5)$$

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

Conforme as propriedades da dualidade em programação linear, a formulação do modelo dual (envelope) correspondente pode ser expresso:

$$\text{Max } h_o \quad (2.6)$$

Sujeito a

$$x_{io} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall i \quad (2.7) \quad (\text{Formulação IV})$$

$$\sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k - h_o y_{jo} \geq 0, \forall j \quad (2.8)$$

$$\lambda_k \geq 0, \forall k$$

Neste modelo dual, apresentado em (Formulação IV), as variáveis de decisão são as mesmas do modelo orientado a *inputs* (Formulação II), h_o e os λ_k 's. Temos que λ_k é a contribuição da DMU k na formação do alvo da DMU o . Entretanto, h_o representa por quanto todos os produtos devem ser multiplicados, mantendo-se constantes os recursos, para a DMU o atingir a fronteira eficiente. Temos que o $h_o = 1/Ef_o$, então, h_o é um número maior ou igual a 1, pelo que a eficiência é o $1/h_o$.

Assim, quando:

$h_o = 1 \rightarrow Ef_o = 100\% \rightarrow$ DMU o encontra-se na fronteira eficiente.

$h_o > 1 \rightarrow$ provoca incremento no valor dos *outputs* para que a DMU o atinja a fronteira eficiente após os produtos terem sido aumentados

4.3.4.3. CCR: Orientação a *inputs* X Orientação a *outputs*

No caso do modelo CCR, as duas orientações fornecem o mesmo valor de eficiência, no entanto, com λ 's diferentes. O quadro 6 apresenta um comparativo sintético contendo a formulação matemática dos problemas primal e dual dos modelos DEA-CCR para minimização de *inputs* e maximização de *outputs*, bem como suas representações nos gráfico 5.

Quadro 6. Modelo DEA-CCR - Formulação Matemática

Orientação → Problema ↓	Minimização de Inputs	Maximização de Outputs
Primal (Multiplicadores) Variáveis de decisão: v_i e u_j	$Max Ef_o = \sum_{j=1}^s u_j y_{jo}$ Sujeito a $\sum_{i=1}^r v_i x_{io} = 1$ $\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} \leq 0, \forall k$ $v_i, u_j \geq 0, \forall i, j$	$Min h_o = \sum_{i=1}^r v_i x_{io}$ Sujeito a $\sum_{j=1}^s u_j y_{jo} = 1$ $\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} \leq 0, \forall k$ $v_i, u_j \geq 0, \forall i, j$
Dual (Envelope) Variáveis de decisão: h_o e λ_k	$Min h_o$ Sujeito a $h_o x_{io} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall i$ $\sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k - y_{jo} \geq 0, \forall j$ $\lambda_k \geq 0, \forall k$	$Max h_o$ Sujeito a $x_{io} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall i$ $\sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k - h_o y_{jo} \geq 0, \forall j$ $\lambda_k \geq 0, \forall k$

Onde:

Ef_o e h_o – eficiência da DMU o em análise;

v_i e u_j – pesos de inputs i e outputs j respectivamente; ($i=1, \dots, r$ e $j=1, \dots, s$);

x_{ik} e y_{jk} – inputs i e outputs j da DMU k , $k=1, \dots, n$;

x_{io} e y_{jo} – inputs i e outputs j da DMU o .

λ_k – importância da DMU k como referência para a DMU o em análise.

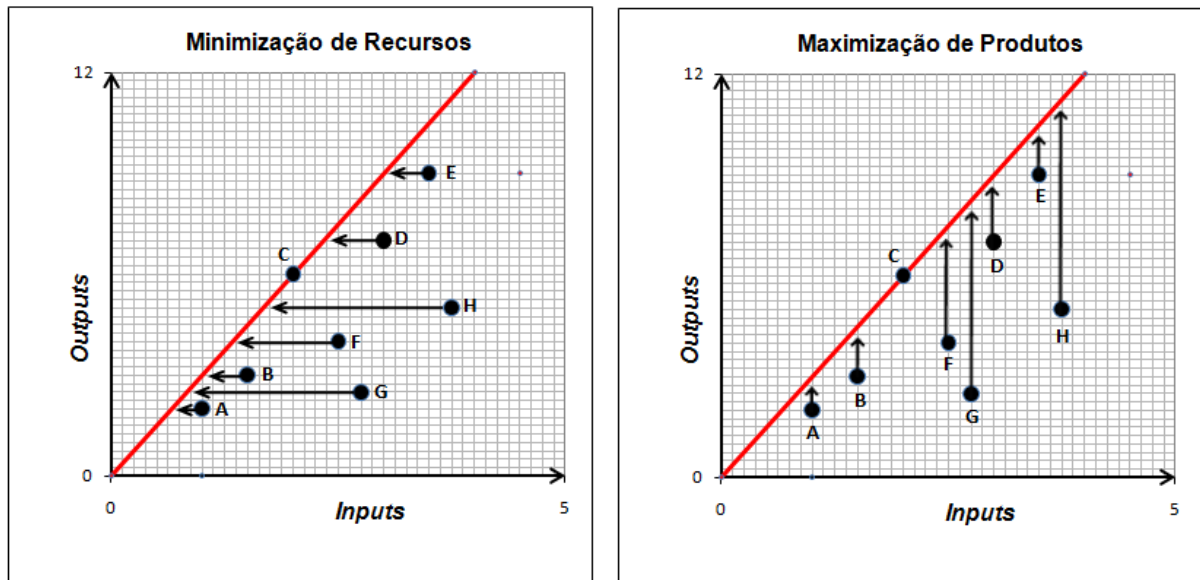


Gráfico 5. DEA-CCR Orientação a *inputs* e a *outputs*

Fonte: O autor

4.3.5. Modelo DEA-BCC ou DEA-VRS

O modelo BCC, devido a Banker, Charnes e Cooper (1984), considera retornos variáveis de escala, isto é, substitui o axioma da proporcionalidade entre *inputs* e *outputs* pelo axioma da convexidade. As combinações lineares que geram os *benchmarks* são convexas, determinando uma fronteira com retornos crescentes ou decrescentes de escala. Por isso, esse modelo também é conhecido como VRS – *Variable Returns to Scale*. Gráfico 6.

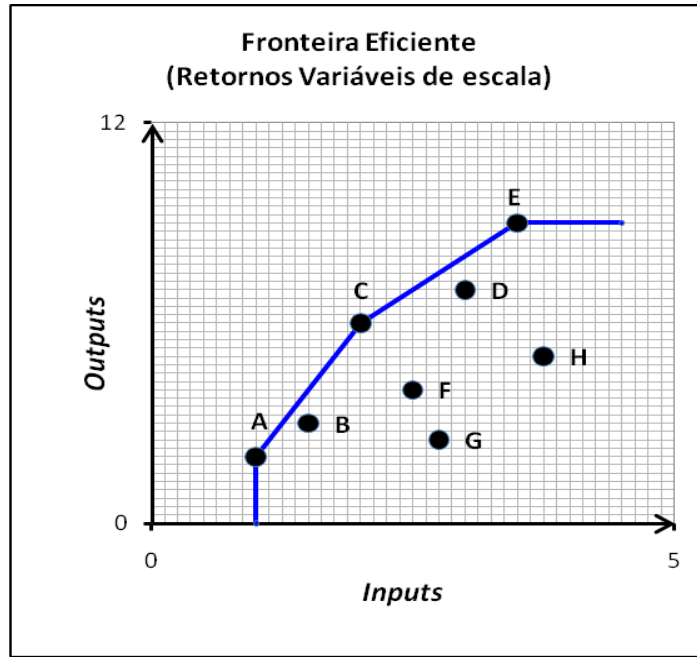


Gráfico 6. Modelo DEA-BCC

Fonte: O autor

4.3.5.1. BCC - Formulação matemática a *Inputs*

Matematicamente, a convexidade da fronteira equivale a uma restrição adicional (3.4) ao Modelo do Envelope, que passa a ser o indicado em (Formulação V) para orientação a *inputs*.

$$\text{Min } h_o \quad (3.1)$$

Sujeito a

$$h_o x_{io} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall i \quad (3.2) \quad (\text{Formulação V})$$

$$\sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k - y_{jo} \geq 0, \forall j \quad (3.3)$$

$$\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1 \quad (\text{Restrição adicional}) \quad (3.4)$$

$$\lambda_k \geq 0, \forall k$$

A exclusão da restrição (3.4) gera uma fronteira que é linha reta partindo da origem e passando pela DMU que tem a maior razão produto/insumo, que caracteriza o modelo DEA com retornos constantes de escala ou modelo CCR, visto na seção anterior.

Conforme as propriedades da dualidade o PPL primal (modelo do envelope) gera o modelo dual BCC dos Multiplicadores orientados a *inputs*, conforme apresentado em (Formulação VI). Neste modelo u^* é a variável dual associada à condição $\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$ e é interpretada como fator de escala do modelo.

$$Max\ Ef_o = \sum_{j=1}^s u_j y_{jo} + u^* \quad (3.5)$$

Sujeito a

$$\sum_{i=1}^r v_i x_{io} = 1 \quad (3.6) \quad \text{(Formulação VI)}$$

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + u^* \leq 0, \forall k \quad (3.7)$$

$$v_i, u_j \geq 0, \forall i, j \quad u^* \in \Re$$

4.3.5.2. BCC - Formulação matemática a *Outputs*

O modelo com orientação a outputs segue o mesmo raciocínio matemático referente à restrição adicional ao modelo do Envelope em razão do axioma da convexidade da fronteira. De sorte que o modelo para orientação a *outputs* passa a ser o indicado em (Formulação VII).

$$Max\ h_o \quad (4.1)$$

Sujeito a

$$x_{io} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall i \quad (4.2) \quad \text{(Formulação VII)}$$

$$\sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k - h_o y_{jo} \geq 0, \forall j \quad (4.3)$$

$$\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1 \quad \text{(Restrição adicional)} \quad (4.4)$$

$$\lambda_k \geq 0, \forall k$$

O dual do PPL primal (Formulação VII) gera o modelo BCC dos Multiplicadores orientados a *outputs*, conforme apresentado em (Formulação VIII). O fator de escala neste modelo é v^* (variável dual associada à condição $\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$).

$$\text{Min } Ef_o = \sum_{i=1}^r v_i x_{io} + v^* \quad (4.5)$$

Sujeito a

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jo} = 1 \quad (4.6) \quad (\text{Formulação VIII})$$

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} - v^* \leq 0, \forall k \quad (4.7)$$

$$v_i, u_j \geq 0, \forall i, j \quad v^* \in \Re$$

4.3.5.3. BCC: Orientação a *Inputs* X Orientação a *Outputs*

Os fatores de escala u^* e v^* representam os interceptos dos hiperplanos suporte (3.7) e (4.7) das faces da fronteira de eficiência, como mostra o gráficos 7 e 8.

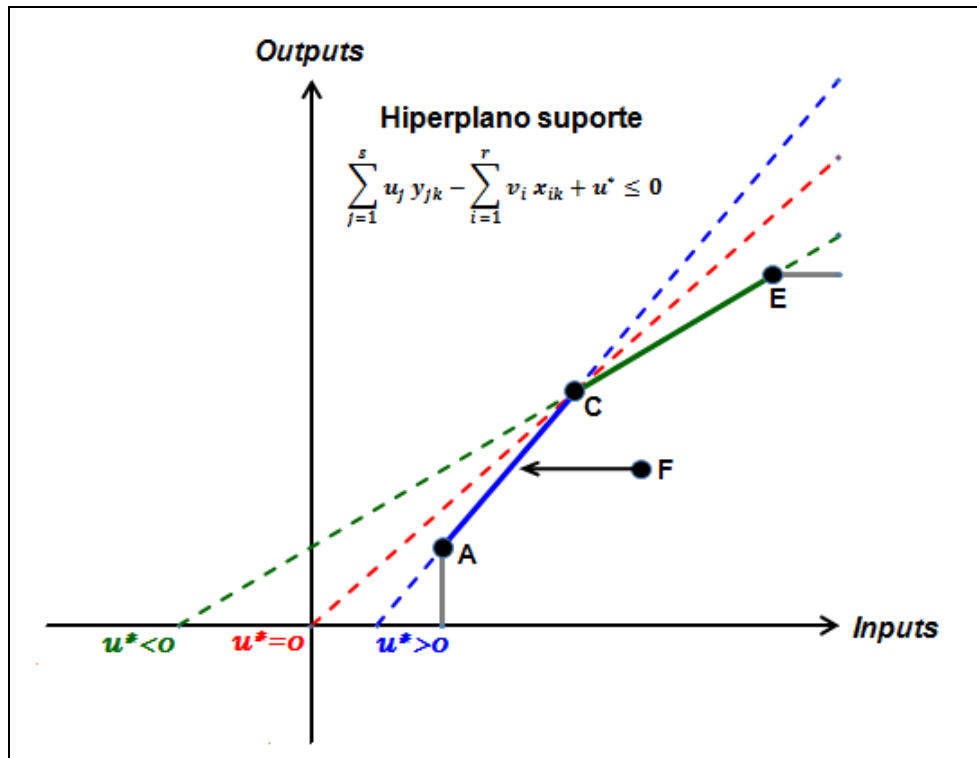


Gráfico 7. BCC - Fator de Escala (u^*) para Orientação *inputs*

Fonte: Meza et al (2005)

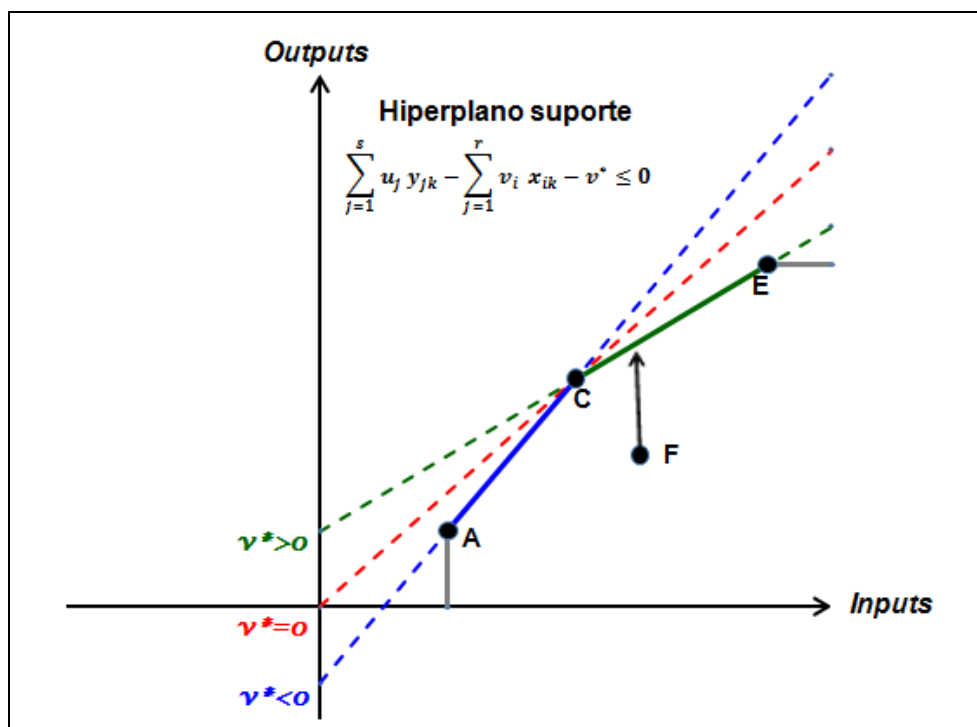


Gráfico 8. BCC - Fator de Escala (v^*) para Orientação *outputs*

Fonte: Meza et al (2005)

No modelo orientado a *inputs*, quando os fatores de escala u^* são positivos, indicam retornos crescentes de escala; quando negativos, indicam retornos decrescentes de escala; caso sejam nulos, a situação é de retornos constantes de escala. Já no modelo orientado a *outputs*, quando positivos, indicam retornos decrescentes de escala; quando negativos, indicam retornos crescentes de escala; caso sejam nulos, a situação é de retornos constantes de escala (Quadro 7).

Quadro 7. Fatores de Retornos de Escala

DEA-VRS		
Orientação	Fator	Retornos
a <i>inputs</i>	$u^* < 0$	Decrescentes
	$u^* = 0$	Constantes
	$u^* > 0$	Crescentes
a <i>outputs</i>	$v^* < 0$	Crescentes
	$v^* = 0$	Constantes
	$v^* > 0$	Decrescentes

Fonte: O autor

A quadro 8 contém uma representação comparativa das formulações matemáticas dos problemas primal e dual dos modelos DEA-BCC para minimização de *inputs* e maximização de *outputs*. Logo em seguida (gráfico 9) temos as representações gráficas.

Quadro 8. Modelo DEA-BCC - Formulação Matemática

Orientação→ Problema ↓	Minimização de <i>Inputs</i>	Maximização de <i>Outputs</i>
Primal (Envelope) Variáveis de decisão: h_o e λ_k	$\text{Min } h_o$ Sujeito a $h_o x_{io} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall i$ $\sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k - y_{jo} \geq 0, \forall j$ $\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$ $\lambda_k \geq 0, \forall k$	$\text{Max } h_o$ Sujeito a $x_{io} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall i$ $\sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k - h_o y_{jo} \geq 0, \forall j$ $\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$ $\lambda_k \geq 0, \forall k$
Dual (Multiplicadores) Variáveis de decisão: v_i e u_j	$\text{Max } Ef_o = \sum_{j=1}^s u_j y_{jo} + u^*$ Sujeito a $\sum_{i=1}^r v_i x_{io} = 1$ $\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + u^* \leq 0, \forall k$ $v_i, u_j \geq 0, \forall i, j \quad u^* \in \Re$	$\text{Min } Ef_o = \sum_{i=1}^r v_i x_{io} + v^*$ Sujeito a $\sum_{j=1}^s u_j y_{jo} = 1$ $\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} - v^* \leq 0, \forall k$ $v_i, u_j \geq 0, \forall i, j \quad v^* \in \Re$

Onde:

Ef_o e h_o – eficiência da DMU o em análise;

v_i e u_j – pesos de *inputs* i e *outputs* j respectivamente; ($i=1, \dots, r$ e $j=1, \dots, s$);

u^* e v^* – fatores de escala orientado a *inputs* i e *outputs* j respectivamente;

x_{ik} e y_{jk} – *inputs* i e *outputs* j da DMU k , $k=1, \dots, n$;

x_{io} e y_{jo} – *inputs* i e *outputs* j da DMU o .

λ_k – importância da DMU k como referência para a DMU o em análise.

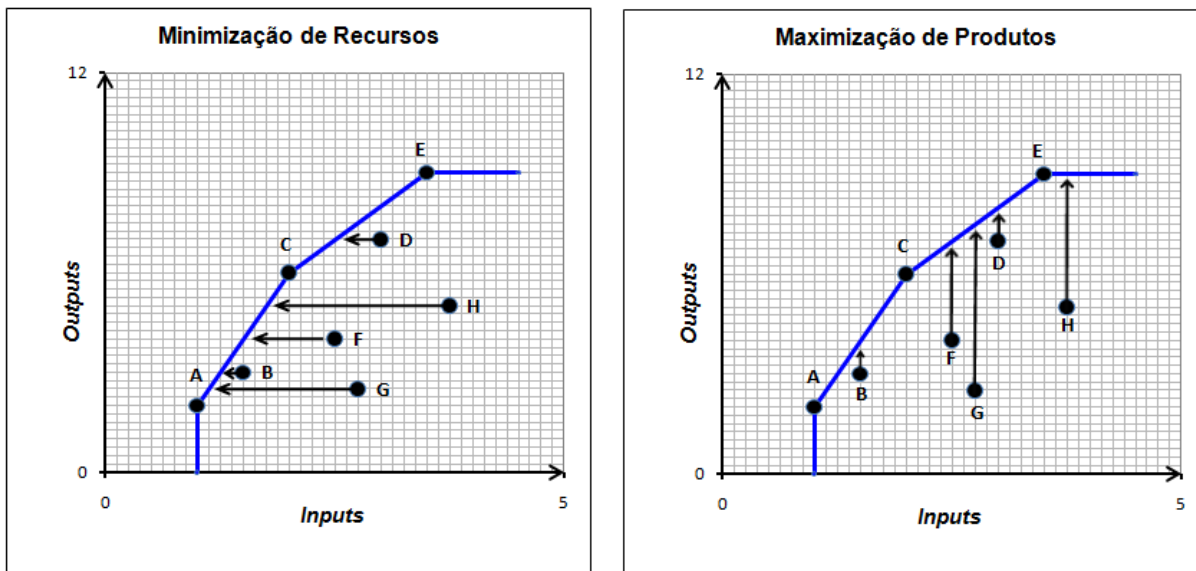


Gráfico 9. DEA-BCC - Orientação a *inputs* e a *outputs*

Fonte: O autor

4.3.6. Modelo DST ou FDH

O modelo DST, devido a Deprins, Simar e Tulkens (1984), é uma extensão de DEA relacionada com o relaxamento da condição de convexidade. Trata-se de um caso especial, em que os pontos das linhas que conectam o vértice DEA não são incluídos na fronteira, pelo fato de considerar indesejável que planos de produção que não ocorrem na prática pertençam à fronteira de produção. Neste modelo, portanto, a fronteira é formada pela intersecção das linhas perpendiculares observadas em uma combinação existente. Assim, os *benchmarks* são planos de produção observados na prática e a fronteira de produção é construída unicamente por unidades operacionais existentes, recebendo a denominação de *Free Disposal Hull* - FDH. Gráfico 10.

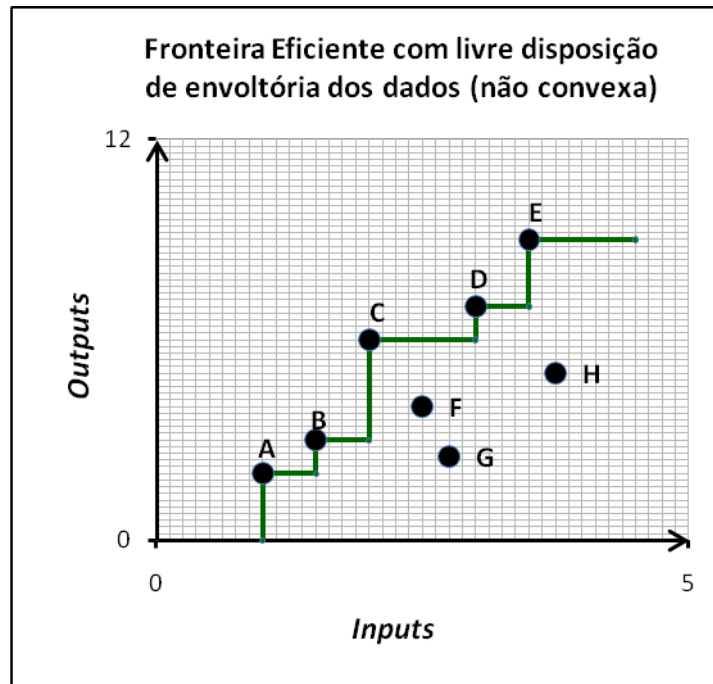


Gráfico 10. Modelo FDH

Fonte: O autor

4.3.6.1. Conceito de Dominância

O conceito de dominância constitui-se uma característica importante do modelo FDH. Quando uma unidade - comparada com as outras - alcançar maior produção/resultado com no máximo o mesmo nível de insumo ou utilizar menor quantidade de insumo para produzir no mínimo o mesmo nível de produto/resultado, essa unidade é considerada dominante em relação às demais.

Com base no conceito de dominância, Gasparini e Ramos (2003), descrevem que uma observação será declarada eficiente se não for dominada por nenhuma outra, por outro lado, será ineficiente se for dominada pelo menos por uma outra observação, se a observação não é dominada nem domina é dita “eficiente por *default*”¹⁷.

No gráfico 11 temos as representações do modelo FDH conforme o sentido da busca de melhoria. Vemos que, quando se trata de minimizar recursos, a DMU localizada no ponto C é eficiente em relação a todas as outras localizadas à

¹⁷ Eficiente por *default* são unidades que não podem ser comparadas com nenhuma outra. Elas são consideradas eficientes por ausência de outras unidades, cujos indicadores sejam semelhantes aos seus.

direita ou abaixo da fronteira. Em relação às unidades F e H, a unidade C alcança uma produção (*outputs*) maior, utilizando uma menor quantidade de insumos (*inputs*), sendo, portanto, referência no sentido da minimização de recursos para F e H. Pelos mesmos motivos, B que é eficiente, domina G. As unidades A, D e E, embora estejam localizadas na fronteira eficiente, são unidades que não podem ser comparadas com nenhuma outra, por isso são consideradas eficientes por *default*.

Por outro lado, na orientação da maximização de produtos, em relação às unidades F e G, a DMU C, com uma quantidade menor de *inputs*, produz uma quantidade maior de *outputs*, de modo que no sentido da maximização de produtos, C domina F e G, e a unidade H é dominada pela DMU E que se encontra na fronteira eficiente. As DMUs A, B e D, são consideradas eficientes por *default*, uma vez que não podem ser comparadas com nenhuma outra.

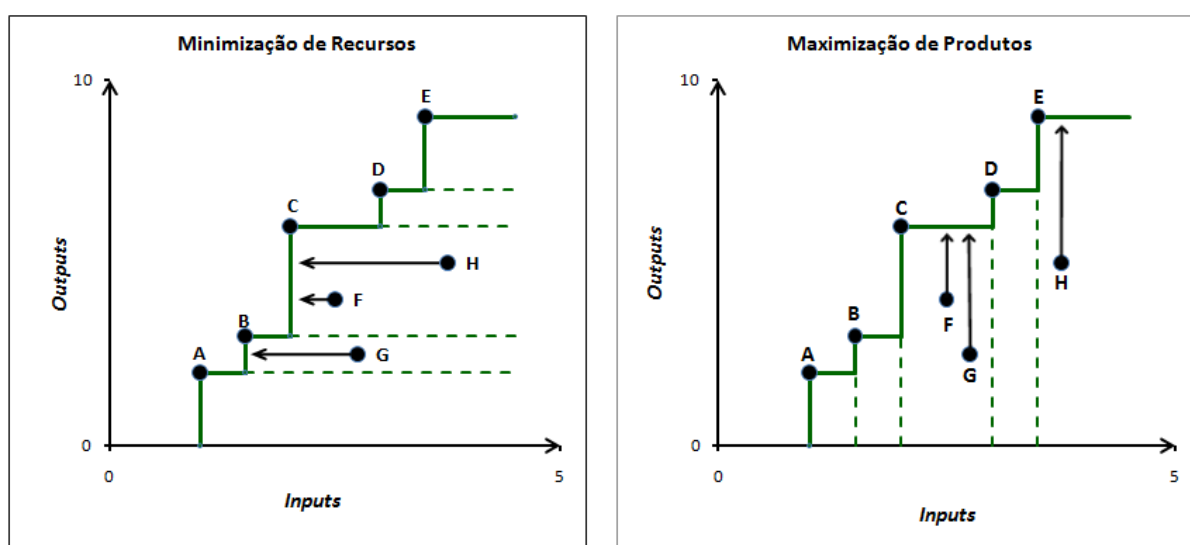


Gráfico 11. Modelo FDH - Orientação a *input* e a *output*

Fonte: O autor

4.3.6.2. FDH: Formulação Matemática

Enquanto no modelo CCR a restrição $\sum_{k=1}^n \lambda_k$ é livre (não existe) e no modelo BCC assume a forma $\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$; no modelo FDH tal restrição assume a forma $\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$, $\lambda_k \in \{0,1\}$, nesse caso, a região de viabilidade supõe retornos variáveis de escala e não convexidade. Assim sendo, a estrutura de programação

matemática do modelo FDH é igual a do modelo BCC com a introdução de uma restrição $\lambda_k \in \{0,1\}$.

A quadro 9 apresenta uma representação comparativa das formulações matemáticas do envelopamento do modelo FDH para minimização de *inputs* e maximização de *outputs*. A restrição adicional $\lambda_k \in \{0,1\}$ relaxa a suposição de convexidade inerente aos modelos CCR e BCC. Na orientação a *inputs*, h_o representa os escores da eficiência técnica das DMUs. No caso da orientação a *outputs*, os escores da eficiência são obtidos invertendo-se o valor de h_o , isto é, eficiência técnica = $1/h_o$.

Quadro 9. Modelo FDH - Formulação Matemática

Orientação→ Problema ↓	Minimização de <i>Inputs</i>	Maximização de <i>Outputs</i>
(Envelope) Variáveis de decisão: h_o e λ_k	$\text{Min } h_o$ Sujeito a $h_o x_{io} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall i$ $\sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k - y_{jo} \geq 0, \forall j$ $\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$ $\lambda_k \in \{0,1\}$	$\text{Max } h_o$ Sujeito a $x_{io} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall i$ $\sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k - h_o y_{jo} \geq 0, \forall j$ $\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$ $\lambda_k \in \{0,1\}$

Onde:

h_o – eficiência da DMU o em análise;

x_{ik} e y_{jk} – *inputs* i e *outputs* j da DMU k , $k=1, \dots, n$;

x_{io} e y_{jo} – *inputs* i e *outputs* j da DMU o .

λ_k – importância da DMU k como referência para a DMU o em análise.

4.3.7. Modelo Proposto

O objetivo primário de DEA consiste em comparar certo número de DMUs que realizam tarefas similares e se diferenciam nas quantidades dos recursos consumidos (*inputs*) e das saídas produzidas (*outputs*), para então identificar uma fronteira de eficiência, determinada pelas unidades que são Pareto eficientes¹⁸. Como vimos na seção 4.3.1.(Conceitos Básicos).

Da junção dos gráficos 4, 6 e 10, resulta o gráfico 12, no qual podemos visualizar em um mesmo plano, os tipos de fronteiras eficientes descritos anteriormente. Como vemos, o modelo CCR é o mais rígido, pois apenas a DMU “C” trabalha na fronteira eficiente, em razão dos retornos constantes de escala. Já no modelo BCC, as mesmas DMUs foram comparadas e três delas (A, C e E) determinam a fronteira de eficiência, tendo em vista os retornos variáveis de escala. Já no caso especial do modelo FDH, o mais flexível em razão do relaxamento da condição da convexidade, 5 DMUs são consideradas eficientes (A, B, C, D e E), devido ao envelopamento mais próximo ao conjunto de dados, pois unicamente seus planos de produção foram utilizados para construção da fronteira eficiente, conseqüentemente, apenas as DMU’s F, G e H estão fora da fronteira eficiente.

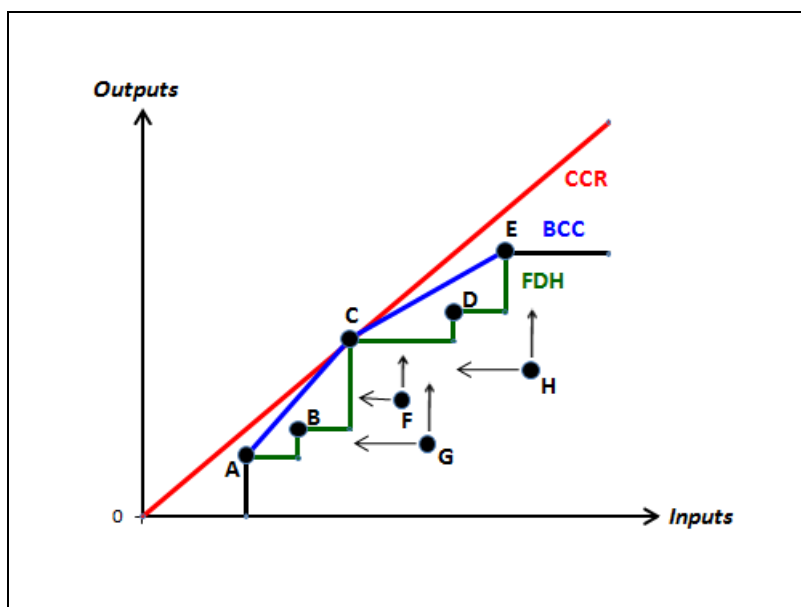


Gráfico 12. Tipos de Fronteiras e Retornos de Escala
Fonte: O autor

¹⁸ Uma unidade é Pareto eficiente se, e somente se, ela não consegue melhorar alguma de suas características sem piorar as demais.

Podemos observar que o modelo FDH embora não admita a hipótese de convexidade dos modelos DEA (CCR e BCC), também faz envelopamento, o que possibilita a comparabilidade entre os métodos com base na Desigualdade FGL (FÄRE, GROSSKOPF & LOVELL (1994)):

$$0 \leq h_k(x_k, y_k, CCR) \leq h_k(x_k, y_k, BCC) \leq h_k(x_k, y_k, FDH) \leq 1 \quad (5)$$

A ordenação estabelecida em (5) permite concluir que, quando uma DMU é eficiente no modelo CCR ela será eficiente em todos os outros modelos. No entanto, quando uma DMU revela-se ineficiente no modelo FDH significa dizer que ela é ineficiente nos demais modelos. Fatos que também podem ser observados graficamente (gráfico 15). Em qualquer modelo, a unidade produtiva que apresentar a melhor relação *output/input* será sempre eficiente.

Apesar das agências possuírem as características de homogeneidade, imprescindíveis à comparação por DEA, as características geográficas das regiões onde atuam e porte das agências apresentam diferenças que justificam a utilização do modelo com retornos variáveis de escala – VCS, sem prejuízo às agências de pequeno porte e/ou localizadas em regiões distintas. Ademais, quando se trata de políticas públicas, não se verifica proposição acerca de retornos constantes de escalas, em estudos anteriores com DEA. Em geral são escolhidos retornos variáveis de escala.

Com base no exposto, o modelo que utilizaremos para avaliar a eficiência – operacional e de resultados – das agências com relação ao Pronaf é o modelo de fronteira de desempenho com retornos variáveis de escala, denominado BCC ou VCS. Comparativamente, utilizaremos o modelo com retornos constantes de escala – CCR, para obtermos a(s) DMU(s) realmente mais eficiente(s); e o modelo *Free Disposal Hull* – FDH, para verificarmos a(s) DMU(s) realmente mais ineficiente(s).

Quanto à orientação, há duas formas básicas de uma unidade não eficiente tornar-se eficiente: A primeira é reduzindo os recursos, mantendo constantes os produtos (orientação a *inputs*); a segunda é fazendo o inverso, aumentando a produção, mantendo constantes os recursos (orientação a *outputs*). Também é possível uma combinação de redução de custos com aumento da produção. Assume-se, por razões sociais, que os administradores do banco tomam

decisões para gerir seus escassos recursos disponíveis, orientados para expansão do programa (direção *output*), sem reduzir tais recursos (*inputs*).

Assim, conforme delimitação do escopo, para mensuração da eficiência são propostas, com foco no produto e resultado, duas abordagens distintas:

- Eficiência Operacional – traduz em medidas quantitativas o esforço operacional na contratação de operações do Pronaf, visando aumentar a inclusão social. Representam a oferta de programa do governo à população, avaliada na capacidade das unidades contemplarem um maior número de operações de crédito rural ao agricultor familiar.
- Eficiência de Resultado – diz respeito à efetividade na realização da função social de atender satisfatoriamente a sociedade por meio da capacidade de se promover resultados pretendidos. São aqueles vinculados diretamente ao aporte de recursos financeiros destinados ao agricultor familiar da região, através do Pronaf e o respectivo sucesso no empreendimento, que lhe permite honrar o compromisso financeiro assumido perante o banco. Trabalha com a definição importante de adimplência - principal indicador de resultado.

Como se vê, os escores de eficiência operacional serão apresentados a partir da seleção de indicadores de insumo x produção; e os escores de eficiência de resultado (como proxy da efetividade) a partir de indicadores de insumo x resultado.

De posse da base de dados de entrada (*inputs*) e saída (*outputs*), conforme plano de coleta e aplicação do método de seleção de variáveis (I-O Stepwise), e uma vez escolhidos o tipo de fronteira de eficiência (DEA-VRS) e a projeção dos planos ineficientes (orientação a *output*); podemos então definir o modelo DEA de acordo com as abordagens propostas pelo presente estudo, como mostra o quadro 10.

Quadro 10. Modelo Proposto

Avaliação BM/PRONAF		Fronteira de Desempenho		
		DEA-CRS	DEA-VRS-O	FDH
Eficiência	Operacional (insumo x produto)	<i>Benchmarks</i> <i>Antibenchmarks</i>	<i>Benchmarks</i> <i>Antibenchmarks</i>	<i>Benchmarks</i> <i>Antibenchmarks</i>
	De Resultado (insumo x resultado)	<i>Benchmarks</i> <i>Antibenchmarks</i>	<i>Benchmarks</i> <i>Antibenchmarks</i>	<i>Benchmarks</i> <i>Antibenchmarks</i>

Fonte: Elaboração do autor

Nota: (1) O modelo considera a fronteira de desempenho com retornos variáveis de escala (VRS) e orientação do enfoque na direção da expansão do programa (orientação a *Output*).
 (2) Fronteiras DEA-CRS e FDH serão utilizadas de forma comparativa.
 (3) Eficiência de resultado como proxy da efetividade.

Com a aplicação de ferramenta computacional¹⁹, para cada agência em análise serão apresentados escores de eficiência, separando-as em duas classes:

- *Benchmarks* (Escore = 1 ou 100%) – são agências com planos de produção eficiente e que, portanto, servirão de referência para as demais agências;
- *Antibenchmarks* (Escore < 1 ou < 100%) – são agências consideradas menos eficientes ou simplesmente ineficientes, cujos planos de produção podem melhorar, tendo como direção à fronteira de eficiência construída pelos *benchmarks*.

4.3.8. Limitações do Método

Como em qualquer outra metodologia, procurou-se explorar as potencialidades da técnica DEA na aplicação do Pronaf, considerando as indicações de limitações de seu uso na análise, conforme identificadas a seguir.

¹⁹ Software SIAD v3.0 (Sistema Integrado de Apoio à Decisão) empregado na aplicação dos modelos CCR e BCC. Para o modelo FDH será utilizado o EMS 3.1 (*Efficiency Measurement System*).

- É uma técnica amplamente difundida nas áreas de pesquisa operacional e engenharia, que necessita de ambientação dos usuários para ser utilizada em outras áreas, o que pode dificultar a aceitação por parte dos gestores que não possuam formação específica.
- Por ser uma técnica não-paramétrica não permite a extrapolação de suas conclusões, que, neste estudo, estão limitadas ao contexto das agências selecionadas, período de tempo considerado e variáveis incluídas na análise.
- A análise DEA é afetada pelo número de variáveis do modelo em relação ao número de DMUs avaliadas. Por isso, uma das limitações do método diz respeito ao número mínimo de unidades que devem compor a amostra para que o modelo apresente resultados consistentes. Para Fitzsimmons e Fitzsimmons (2000, apud KASSAI, 2002, p. 167), o número de DMUs necessárias deve ser duas vezes maior que o número de produtos e insumos considerados como variáveis da análise. Outros estudiosos como Nunamaker (1985, apud FREAZA, 2006, p. 25) e Bowlin (1998, FREAZA, 2006, p. 25), recomendam que o número de DMU's analisadas seja pelo menos três vezes a soma dos *inputs* e dos *outputs*. Por prudência, este estudo acolheu a recomendação destes últimos estudiosos.
- A entrada ou retirada de uma ou mais unidades no conjunto de observações altera os valores da produtividade relativa para todas as unidades que estão sendo avaliadas, portanto, conforme Bandin (1997 apud KASSAI, 2002, p. 83), a produtividade relativa de uma empresa é indicativo de sua eficiência somente no conjunto de observações avaliado. Este indicativo faz com que a DEA constitua um modelo em aberto e essencialmente dinâmico.
- O caráter subjetivo na escolha das variáveis iniciais que farão parte do modelo constitui-se outra limitação atribuída à DEA. Para minimizar tal dificuldade, recomenda-se que o envolvimento dos gestores as indicações de especialistas sejam incorporados ao modelo, e em alguns casos, a utilização de Métodos de Seleção de Variáveis.
- A DEA, na condição de método que possui caráter comparativo, é vulnerável ao surgimento de DMU's denominadas eficientes por *default*, ou seja, unidades cujos resultados não agregam valor para a melhoria da performance de nenhuma outra DMU, uma vez que são referências somente para si próprias.

5. APLICAÇÃO DO MÉTODO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**Tabela 1. Escores de Eficiência e Efetividade**

B M Pronaf PE 2010	Insumo x Produto			Insumo x Resultado		
	EFICIÊNCIA (Operacional)			EFETIVIDADE (Resultado)		
DMUs	CCR-O	BCC-O	FDH-O	CCR-O	BCC-O	FDH-O
A1	0,988	1,000	1,000	0,927	0,979	0,979
A2	0,869	0,880	0,880	0,887	0,947	0,947
A3	0,887	0,903	1,000	0,808	0,982	0,989
A4	0,767	0,767	0,933	0,738	0,975	0,979
A5	1,000	1,000	1,000	0,650	0,979	0,979
A6	0,572	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
A7	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
A8	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
A9	0,707	0,715	0,715	0,933	0,947	0,947
A10	0,707	0,733	0,775	0,994	1,000	1,000
A11	0,724	0,732	0,732	0,938	0,979	0,979
A12	0,849	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
A13	0,929	0,940	0,940	0,986	1,000	1,000
A14	0,609	0,620	0,686	0,720	0,919	0,925
A15	0,546	0,644	0,644	0,989	0,989	0,989
A16	0,711	0,722	0,826	0,831	0,954	0,957
Eficiência Média	0,804	0,853	0,883	0,900	0,978	0,979
Eficiência Máxima	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Eficiência Mínima	0,546	0,620	0,644	0,650	0,919	0,925
Desvio Padrão	0,157	0,144	0,133	0,116	0,025	0,023
Qtde Benchmarks	3	5	4	4	3	3
Qtde Eficiente por default	-	1	3	-	3	3
Qtde DMUs na Fronteira	3	6	7	4	6	6

Fonte: Elaboração do autor

De posse da base de dados referente às variáveis relevantes do modelo (Apêndice A) e utilizando-se para os cálculos as ferramentas computacionais SIAD v3.0 e EMS 1.3, para cada agência foi mensurado os escores de eficiência operacional (insumo x produto) e de resultado (insumo x resultado), compreendidos no intervalo entre zero e um (100%), sendo este último o valor atribuído às agências que estão localizadas sobre a fronteira de desempenho máximo. Tais escores estão indicados na tabela 1.

A medida de desempenho das agências em cada dimensão proposta – Eficiência e Efetividade – está baseada em uma posição ótima relativa à fronteira de eficiência construída com a aplicação da metodologia DEA para retornos variáveis de escala (BCC), com orientação a *outputs*; sendo comparada com as fronteiras de retornos constantes de escala (CCR) e de livre descarte de recursos (FDH), conforme definida na seção 4.3.7.

5.1. DESEMPENHO POR MODELO

O desempenho das agências bancárias nos modelos CCR, BCC e FDH pode ser mais bem visualizado através das frequências ilustradas nos gráficos 13, e 14 respectivamente.

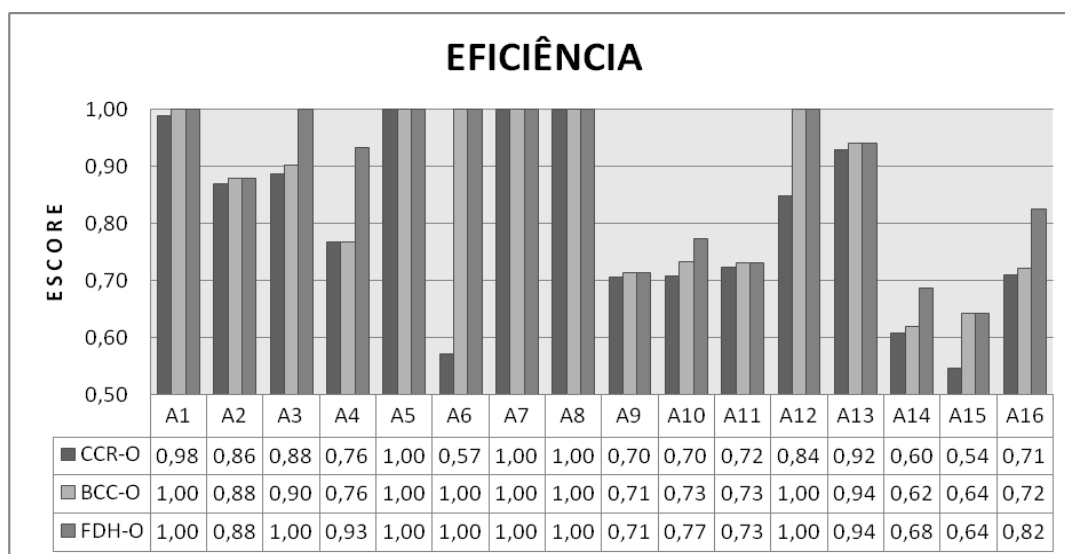


Gráfico 13. Distribuição de Eficiência por Modelo DEA

Fonte: O autor

No gráfico 13, ver-se aí claramente que no modelo CCR os escores foram mais baixos e apenas 3 agências revelaram-se eficientes. Já no modelo BCC, os escores foram mais altos quando comparados com o modelo CCR e o número de agências eficientes aumentou para 6. No modelo FDH, os escores das agências em geral aumentam e cresce o número de eficientes para 7.

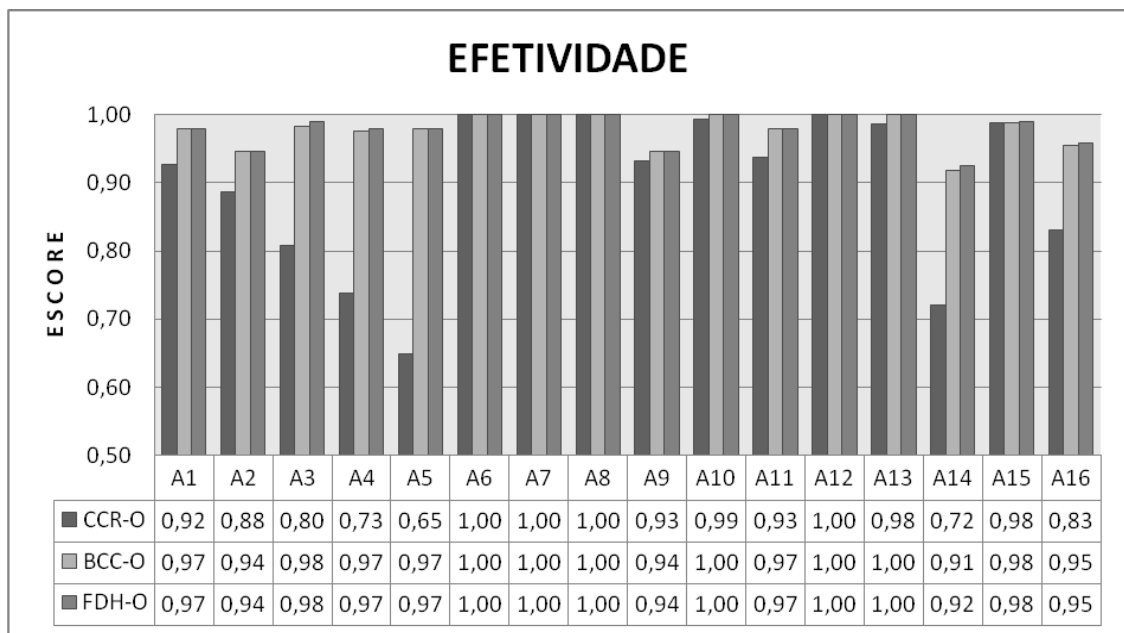


Gráfico 14. Distribuição de Efetividade por Modelo DEA

Fonte: O autor

Comparativamente, igual comportamento é observado na distribuição de efetividade. O gráfico 14 mostra que no modelo CCR os escores foram mais baixos e 4 agências revelaram-se efetivas. No modelo BCC, os escores foram mais altos quando comparados com o modelo CCR e o número de agências efetivas sobe para 6. Já no modelo FDH os escores das agências em geral também aumentam, permanecendo em 6 o número de efetivas, devido ao elevado grau de efetividade média verificada nessa dimensão, fazendo com que o modelo BCC apresente um comportamento próximo ao modelo FDH, refletida no escore médio (BCC=0,978 e FDH=0,979).

Observa-se o aumento tanto da eficiência quanto da efetividade médias quando se considera o modelo com retornos variáveis de escala a partir dos

modelos BCC e FDH. O que condiz com a desigualdade de FGL mencionada na seção 4.3.7

5.2. DESEMPENHO POR DIMENSÃO

Nos 15, 16 e 17 encontramos a distribuição de desempenho das agências por dimensão - eficiência e efetividade - resultante da aplicação dos modelos CCR, BCC e FDH.

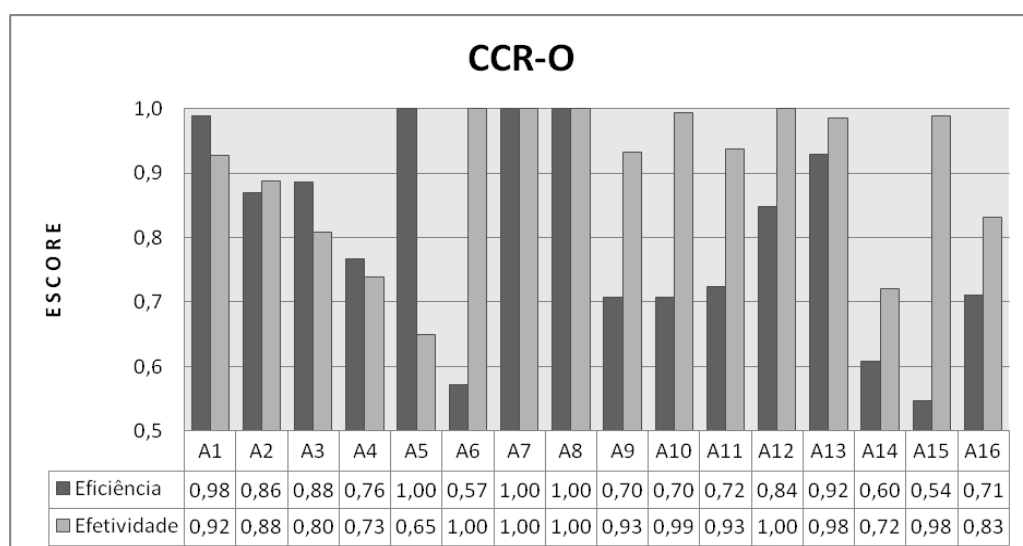


Gráfico 15. Distribuição de Desempenho por Dimensão – Modelo CCR-O

Fonte: Os autor

Ao observar o gráfico 15, percebe-se que as unidades bancárias sob a ótica da eficiência operacional são mais ineficientes quando comparada com eficiência de resultado (efetividade), em razão do maior escore médio desta em relação àquela.

Constata-se ainda que a variabilidade da dimensão eficiência é maior que a da dimensão efetividade. Esta possui as Agências concentradas em níveis superiores (maioria acima de 0,9), enquanto aquela possui agências praticamente em todas as faixas de eficiência a partir de 0,50.

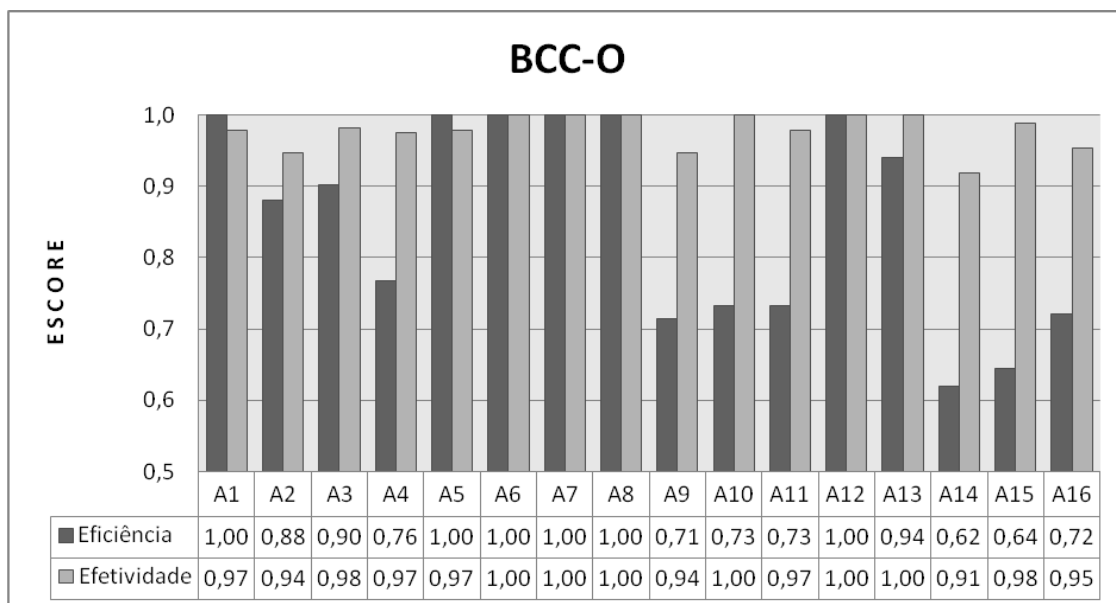


Gráfico 16. Distribuição de Desempenho por Dimensão – Modelo BCC-O

Fonte: O autor

Os modelos BCC e FDH (gráficos 16 e 17 respectivamente), corroboram o desempenho apresentado no modelo CCR (gráfico 15), no qual as unidades bancárias demonstram ser mais efetivas que eficientes, pois a eficiência operacional média, em todos os modelos, foi inferior a eficiência média dos modelos que utilizaram indicadores de resultado (efetividade).

Nos modelos de retorno variável de escala (BCC e FDH), confirma-se também a maior variabilidade da dimensão eficiência em relação à efetividade. Esta, por sua vez, possui todas as agências concentradas em níveis superiores a 0,90, enquanto aquela possui agências em faixas de eficiência a partir de 0,60, constatando-se, o que era de se esperar, um aumento nos escores médios de eficiência e efetividade quando comparados com o modelo CCR.

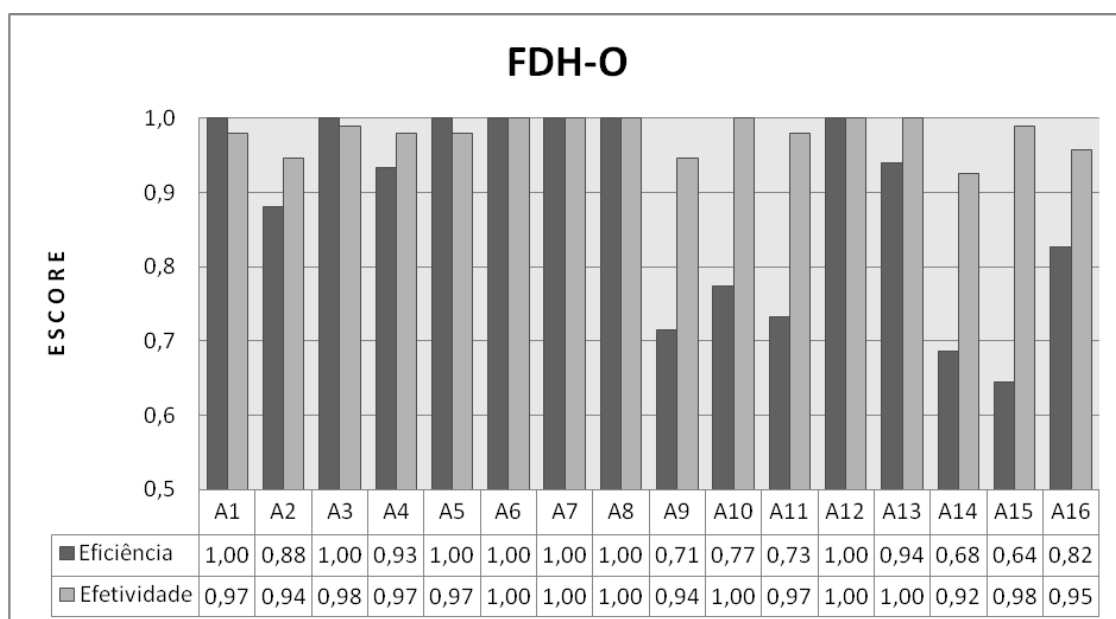


Gráfico 17. Distribuição de Desempenho por Dimensão – Modelo FDH-O

Fonte: O autor

O elevado grau da efetividade média verificado já no modelo CCR mostra a importância da variável Índice de Adimplência (IA) na condição de principal indicador de efetividade, uma vez que sua inclusão deu causa ao aumento relevante na eficiência média do modelo insumo x resultado (dimensão efetividade) quando comparado com o modelo insumo x produto (dimensão eficiência), aumentando, inclusive, o poder discriminatório no modelo FDH-O (gráfico 17), ao reduzir o número de DMUs na fronteira, de 7 eficientes (escore = 1,00) para 6 efetivas (escore = 1,00).

5.3. DESEMPENHO POR MERCADO

Em função das características de mercado, as agências são classificadas em 5 diferentes grupos conforme o potencial mercadológico do conjunto dos municípios que compõem a jurisdição das agências. A classificação parte do M1, que representa a praça eminentemente de muito baixa qualificação de mercado; depois temos o M2, praça de baixa qualificação de mercado; em seguida temos o M3, praças com qualificação de mercado que varia entre baixa e média; a seguir vem o M4, praças com qualificação de mercado que varia entre média e alta até

chegar ao M5, praças com qualificação de mercado que variam entre alta e muito alta. No caso específico de Pernambuco temos:

M1 – Não existe agência classificada nesse segmento de mercado;

M2 – Composto por 2 agências: A1 e A7;

M3 – Classificação de 9 agências: A2, A4, A6, A8, A11, A12, A13, A14 e A15;

M4 – Segmento de mercado das agências A3, A5 e A16;

M5 – Mercado potencial das agências A9 e A10.

Através da tabela 2 é possível constatar que as agências M2 destacam-se com escores médios de eficiência e efetividade superiores, seguidas, em termos de eficiência operacional, pelas M4 e depois pelas agências de mercado M3. Nas M5 encontramos as menores médias de eficiência operacional em todos os modelos. Em se tratando de efetividade, as agências M2 são seguidas pelas agências de mercado M3, exceto no modelo CCR. As M4 são, em média, as menos efetivas com comportamento próximo às agências M5 nos modelos com retornos variáveis de escala (BCC-O e FDH-O).

Tabela 2. Escores Médios por Mercado

MERCADO	ESCORES MÉDIOS					
	EFICIÊNCIA			EFETIVIDADE		
	CCR-O	BCC-O	FDH-O	CCR-O	BCC-O	FDH-O
M2 (12,5%)	0,994	1,000	1,000	0,964	0,989	0,989
M3 (56,3%)	0,763	0,843	0,868	0,918	0,979	0,980
M4 (18,8%)	0,866	0,875	0,942	0,763	0,972	0,975
M5 (12,5%)	0,707	0,724	0,745	0,963	0,973	0,973

Fonte: Elaboração do autor a partir dos escores de eficiência e efetividade – 2010

Percebe-se que as agências M2 apresentaram os melhores desempenhos, enquanto as agências M5 revelaram-se, em média, as menos eficientes, notadamente no que se refere à eficiência operacional. Isso se deve ao fato de que o objeto de avaliação é o programa de governo Pronaf, cujo público-alvo é o mini-produtor rural, cliente que caracteriza fortemente o mercado 2. O M5 caracteriza-se pela presença de clientes de diversos portes e segmentos, com

potencial para formação de negócios principalmente com clientes Micro e Pequena Empresas (MPE) , Médio e Grande Porte.

Não se verifica nos mercados intermediários, principalmente em termos de efetividade, uma relação nítida suficiente para estabelecer um padrão de desempenho das agências com relação ao potencial de mercado.

5.4. DESEMPENHO POR MESORREGIÃO

As 16 agências sob análise estão distribuídas ao longo de todo estado de forma a contemplar as mesorregiões pernambucanas, conforme abaixo.



Figura 1. Mesorregiões de Pernambuco

Fonte: CONDEPE/FIDEM

- 1- São Francisco – A4 e A9
- 2- Sertão – A1, A7, A11, A12 e A13
- 3- Agreste – A2, A3, A5, A8 e A14
- 4- Zona da Mata – A6, A10, A15 e A16
- 5- Metropolitana – A10

Registre-se, todavia, que unicamente a A10 possui em sua jurisdição tanto municípios da Mesorregião Metropolitana quanto da Zona da Mata, no entanto,

para efeito de avaliação, consideramos esta última, tendo em vista a concentração de operações, em virtude do público-alvo do programa (área rural).

A tabela 3 mostra que as agências do Sertão possuem os melhores escores médios de eficiência e efetividade em todos os modelos, seguidas pelas agências do Agreste quando se trata de eficiência operacional, e das agências da Zona da Mata no que se refere à efetividade. Os menores escores médios são encontrados na eficiência operacional das agências da Zona da Mata (exceto no modelo BCC-O) e na efetividade das agências da mesorregião do São Francisco (Exceto no modelo CCR-O).

Tabela 3. Escores Médios por Mesorregião

MESORREGIÃO		ESCORES MÉDIOS					
		EFICIÊNCIA			EFETIVIDADE		
		CCR-O	BCC-O	FDH-O	CCR-O	BCC-O	FDH-O
Agreste	31,3%	0,873	0,880	0,913	0,813	0,965	0,968
Zona da Mata	25,0%	0,634	0,774	0,811	0,954	0,986	0,987
São Francisco	12,5%	0,737	0,741	0,824	0,836	0,961	0,963
Sertão	31,3%	0,898	0,934	0,934	0,970	0,991	0,992

Fonte: Elaboração do autor a partir dos escores de eficiência e efetividade - 2010

Nota: Dados referentes às Mesorregiões Pernambucanas: Agência Estadual de Planejamento e Pesquisa de Pernambuco - CONDEPE/FIDEM. Disponível em: <http://www.bde.pe.gov.br/estruturacaogeral/mesorregioes.aspx>

Com exceção da mesorregião Sertão (encabeçada pela A7), as agências, de uma maneira geral, não demonstraram um padrão espacial nítido de desempenho com relação às mesorregiões, em razão da variabilidade da ordenação dos escores médios conforme o modelo,

5.5. DESEMPENHO DENTRO E FORA DO SEMIÁRIDO

Das 16 agências distribuídas no estado, 12 estão localizadas dentro do semiárido²⁰ pernambucano, que se estende por 122 municípios e 4 fora do semiárido, congregando 63 municípios.

Na tabela 4 vemos que as agências localizadas dentro do semiárido apresentam melhores escores médios de eficiência operacional em todos os modelos, enquanto as agências fora do semiárido são em média mais efetivas, também em todos os modelos.

Tabela 4. Escores Médios Considerando o Semiárido

SEMIÁRIDO	ESCORES MÉDIOS					
	EFICIÊNCIA			EFETIVIDADE		
	CCR-O	BCC-O	FDH-O	CCR-O	BCC-O	FDH-O
Dentro (75%)	0,861	0,880	0,907	0,882	0,976	0,977
Fora (25%)	0,634	0,774	0,811	0,954	0,986	0,987

Fonte: Elaboração do autor a partir dos escores de eficiência e efetividade – 2010

Nota: Região do Semiárido conforme Cartilha: Nova Delimitação do Semiárido Brasileiro (2005), do Ministério da Integração do Governo Federal

É importante ressaltar que os municípios integrantes do semiárido gozam de benefícios que certamente representam um atrativo a mais que estimulam a realização de operação através do Programas do governo, senão vejamos:

- Produtores rurais beneficiários do Pronaf no semiárido têm à disposição linha de crédito especial (Pronaf semiárido) com juros reduzidos (1% ao ano), prazo de pagamento de até 10 anos e três anos de carência;
- Taxas de juros reduzidas em 25% para os mutuários que desenvolvam suas atividades na região do semi-árido nordestino (15% para os clientes das demais

²⁰ O Ministério da Integração Nacional assinou, em março de 2005, Portaria que instituiu a nova delimitação do semiárido brasileiro, que atualizou os municípios que passam a fazer parte dessa região. A esse respeito consultar:
<http://www.integracao.gov.br/desenvolvimentoregional/publicacoes/delimitacao.asp>

regiões) a título de bônus de adimplência nos financiamentos com recursos do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE);

- A Constituição assegura que pelo menos metade dos recursos do FNE seja aplicada no financiamento de atividades produtivas em municípios do semi-árido;

5.6. DESEMPENHO GERAL – MODELOS E DIMENSÕES

Algumas observações, ainda, podem ser extraídas da comparação entre os desempenhos das Agências, resultantes da aplicação dos modelos abordados (CCR, BCC e FDH) juntamente com as dimensões de avaliação propostas (Eficiência e Efetividade). Unindo-se os resultados correspondentes aos modelos e dimensões analisados, obtém-se o gráfico 18 que permite uma visualização comparativa do desempenho geral das agências

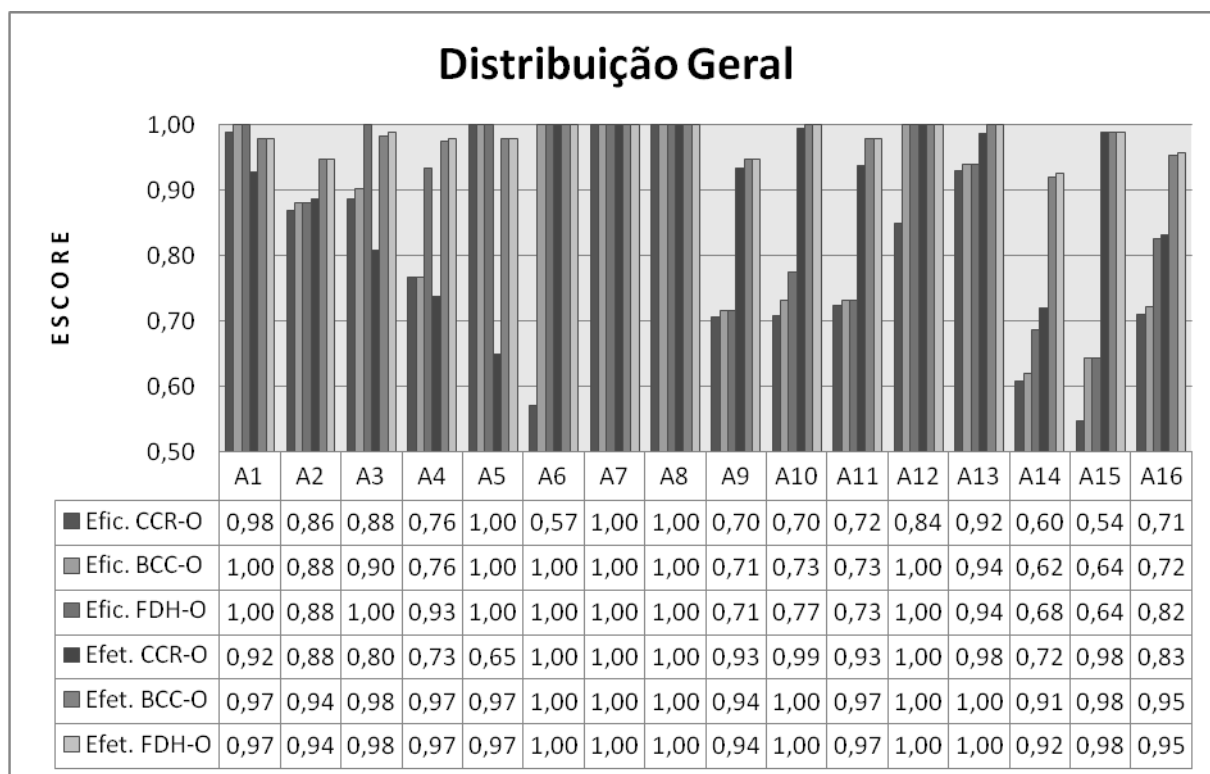


Gráfico 18. Distribuição Geral – Modelos e Dimensões

Fonte: O autor

Ao observar o gráfico 18, percebe-se que apenas as agências A7 e A8 destacam-se em termos de melhores práticas, em razão da eficiência e efetividade concomitantes em todos os modelos; por outro lado, as agências A2, A4, A9, A11, A14, A15 e A16, merecem especial atenção por parte dos gestores, tendo em vista o potencial de melhoria relacionado tanto à dimensão eficiência quanto a efetividade, também em todos os modelos.

Como era de se esperar, verifica-se, de um lado, que as agências consideradas eficientes/efetivas no modelo CCR são também eficientes/efetivas nos demais modelos. Por outro lado, as consideradas ineficientes/inefetivas no modelo FDH²¹ apresentam igual desempenho nos outros modelos. O quadro 11, a seguir, ilustra essa assertiva, destacando as agências que apresentam o mesmo desempenho (in)eficiente/(in)efetivo nos três modelos – CCR, BCC e FDH.

Quadro 11. DMUs com o mesmo desempenho nos 3 modelos

Desempenho (CCR, BCC e FDH)		DMUs	%
Melhores Práticas	Eficiente	A5, A7 e A8	18,8%
	Efetivo	A6, A7, A8 e A12	25,0%
	Eficiente e Efetivo	A7 e A8	12,5%
Potencial de Melhoria	Ineficiente	A2, A4, A9, A10, A11, A13, A14, A15 e A16	56,3%
	Inefetivo	A1, A2, A3, A4, A5, A9, A11, A14, A15 e A16	62,5%
	Ineficiente e Inefetivo	A2, A4, A9, A11, A14, A15 e A16	43,8%

Fonte: Elaboração do autor com base na tabela de escores de eficiência e efetividade -2010

Analisando os dados do quadro 11, observa-se que, 19% das 16 agências analisadas revelaram-se eficientes, 25% efetivas e menos de 13% eficientes e

²¹ Devido ao fato de a metodologia FDH apontar um grande número de unidades como eficientes por *default*, existe um viés do método em favor das unidades que se situam nesta classe. Razão pela qual se argumenta que tal metodologia é mais apropriada para indicar os casos mais explícitos de ineficiência que para mostrar os eficientes, em que as observações são escassas. (Gasparini e Ramos (2003))

efetivas. Seguindo o mesmo raciocínio, nota-se que quase 57% foram consideradas ineficientes, um pouco mais de 62% inefetivas e 44% ineficientes e inefetivas.

Vale ressaltar que os resultados aqui apontados levam em consideração a aplicação dos três modelos (CCR-O, BCC-O e FDH-O), objetivando a comparabilidade. No entanto, como já se assinalou, o modelo de avaliação proposto, explorado densamente nas seções seguintes, considera retornos variáveis de escala, orientados para expansão do programa (BCC-O).

5.7. POTENCIAL DE MELHORIAS

Os escores de eficiência e efetividade do modelo proposto podem ser classificados em três grupos distintos conforme os planos de produção: O primeiro é o grupo de agências *benchmarks*, cujo plano de produção é usado como referência para outras agências e, portanto, são considerados eficientes; o segundo representa as agências que apesar de eficientes, tem um comportamento diferente das demais, uma vez que seus planos de produção não são comparáveis e, portanto, não servem de referência, por isso são chamadas de eficientes por *default*; e o terceiro grupo representado pelas demais agências, estas com planos de produção situados abaixo da fronteira de produção, por isso, consideradas *antibenchmarks* ou ineficientes, tendo em vista o potencial de melhoria quando comparadas com os *benchmarks*. Ver tabela 5.

Tabela 5. Grupos de Agências Conforme Plano de Produção

DEA BCC-O Operacional				DEA BCC-O Resultado			
DMUs	Score	Eficiência	Ref. Benchmarks	DMUs	Score	Efetividade	Ref. Benchmarks
A1	100,00%	100,00%	7	A1	102,17%	97,88%	A13 (1,00)
A2	113,65%	87,99%	A1 (1,00)	A2	105,62%	94,68%	A13 (1,00)
A3	110,79%	90,26%	A1 (0,33) A7 (0,67)	A3	101,79%	98,24%	A7 (0,67) A13 (0,33)
A4	130,33%	76,73%	A5 (0,33) A8 (0,67)	A4	102,54%	97,52%	A7 (0,33) A13 (0,67)
A5	100,00%	100,00%	2	A5	102,15%	97,90%	A7 (1,00)
A6	100,00%	100,00%	0	A6	100,00%	100,00%	0
A7	100,00%	100,00%	3	A7	100,00%	100,00%	5
A8	100,00%	100,00%	2	A8	100,00%	100,00%	0
A9	139,85%	71,51%	A1 (1,00)	A9	105,62%	94,68%	A13 (1,00)
A10	136,50%	73,26%	A5 (0,56) A8 (0,44)	A10	100,00%	100,00%	0
A11	136,56%	73,23%	A1 (1,00)	A11	102,17%	97,88%	A13 (1,00)
A12	100,00%	100,00%	1	A12	100,00%	100,00%	1
A13	106,37%	94,01%	A1 (1,00)	A13	100,00%	100,00%	8
A14	161,40%	61,96%	A1 (0,33) A7 (0,67)	A14	108,81%	91,90%	A7 (0,67) A13 (0,33)
A15	155,31%	64,39%	A12 (1,00)	A15	101,12%	98,89%	A12 (1,00)
A16	138,59%	72,16%	A1 (0,67) A7 (0,33)	A16	104,81%	95,41%	A7 (0,33) A13 (0,67)
Benchmarks		100% ≥ 1	A1, A5, A7, A8 e A12	Benchmarks		100% ≥ 1	A7, A12 e A13
Eficiente por default		100% 0	A6	Eficiente por default		100% 0	A6, A8 e A10
Ineficientes		<100% -	Demais	Inefetivos		<100% -	Demais

Fonte: Elaboração do autor

Assim, para cada agência considerada *antibenchmark*, são apresentadas possibilidades de melhoria, com o estabelecimento de alvos de atuação com base nas agências *benchmarks* que lhe servem de referência, cuja importância é representada pelo valor de λ , conforme apresentada nas tabelas 6 e 7 adiante.

Tabela 6. Contribuições de melhorias para as menos eficientes

DEA BCC-O	INEFICIENTE	REFERÊNCIAS				
Escore	0,8799 A2	A1	Meta	Folga	%	
λ		1				
GP	2	2	2	0		0
RH	6	6	6	0		0
OC	2498	2839	2839	341		14%
Escore	0,9026 A3	A1	A7	Meta	Folga	%
λ		0,33	0,67			
GP	2	2	2	2	0	0
RH	8	6	9	8	0	0
OC	3307	2839	4076	3664	357	11%
Escore	0,7673 A4	A5	A8	Meta	Folga	%
λ		0,33	0,67			
GP	3	3	3	3	0	0
RH	7	13	4	7	0	0
OC	2650	6021	2170	3454	804	30%
Escore	0,7151 A9	A1	Meta	Folga	%	
λ		1				
GP	2	2	2	0		0
RH	6	6	6	0		0
OC	2030	2839	2839	809		40%
Escore	0,7326 A10	A5	A8	Meta	Folga	%
λ		0,56	0,44			
GP	4	3	3	3	-1	0
RH	9	13	4	9	0	0
OC	3157	6021	2170	4309	1152	37%
Escore	0,7323 A11	A1	Meta	Folga	%	
λ		1				
GP	2	2	2	0		0
RH	6	6	6	0		0
OC	2079	2839	2839	760		37%
Escore	0,9401 A13	A1	Meta	Folga	%	
λ		1				
GP	2	2	2	0		0
RH	6	6	6	0		0
OC	2669	2839	2839	170		6%
Escore	0,6196 A14	A1	A7	Meta	Folga	%
λ		0,33	0,67			
GP	2	2	2	2	0	0
RH	8	6	9	8	0	0
OC	2270	2839	4076	3664	1394	61%
Escore	0,6439 A15	A12	Meta	Folga	%	
λ		1				
GP	2	2	2	0		0
RH	5	5	5	0		0
OC	1336	2075	2075	739		55%
Escore	0,7216 A16	A1	A7	Meta	Folga	%
λ		0,67	0,33			
GP	2	2	2	2	0	0
RH	7	6	9	7	0	0
OC	2346	2839	4076	3251	905	39%

Fonte: Elaboração do autor

Tabela 7. Contribuições de melhorias para as menos efetivas

DEA BCC-O	INEFETIVA		REFERÊNCIAS				
Escore	0,9788	A1	A13	Meta	Folga	%	
λ			1				
GP		2	2	2	0	0	
RH		6	6	6	0	0	
VC		6.802	8.537	8537	1735	26%	
IA		92	94	94	2	2%	
Escore	0,9468	A2	A13	Meta	Folga	%	
λ			1				
GP		2	2	2	0	0	
RH		6	6	6	0	0	
VC		6.122	8.537	8537	2415	39%	
IA		89	94	94	5	6%	
Escore	0,9824	A3	A7	A13	Meta	Folga	%
λ			0,67	0,33			
GP		2	2	2	2	0	0
RH		8	9	6	8	0	0
VC		7.873	20.475	8.537	16496	8623	110%
IA		93	95	94	95	2	2%
Escore	0,9752	A4	A7	A13	Meta	Folga	%
λ			0,33	0,67			
GP		3	2	2	2	-1	0
RH		7	9	6	7	0	0
VC		8.343	20.475	8.537	12516	4173	50%
IA		92	95	94	94	2	3%
Escore	0,9790	A5	A7		Meta	Folga	%
λ			1				
GP		3	2		2	-1	0
RH		13	9		9	-4	0
VC		18.530	20.475		20475	1945	10%
IA		93	95		95	2	2%
Escore	0,9468	A9	A13		Meta	Folga	%
λ			1				
GP		2	2		2	0	0
RH		6	6		6	0	0
VC		8.053	8.537		8537	484	6%
IA		89	94		94	5	6%
Escore	0,9788	A11	A13		Meta	Folga	%
λ			1				
GP		2	2		2	0	0
RH		6	6		6	0	0
VC		7.246	8.537		8537	1291	18%
IA		92	94		94	2	2%
Escore	0,9190	A14	A7	A13	Meta	Folga	%
λ			0,67	0,33			
GP		2	2	2	2	0	0
RH		8	9	6	8	0	0
VC		5.083	20.475	8.537	16496	11413	225%
IA		87	95	94	95	8	9%
Escore	0,9889	A15	A12		Meta	Folga	%
λ			1				
GP		2	2		2	0	0
RH		5	5		5	0	0
VC		4.032	6.572		6572	2540	63%
IA		89	90		90	1	1%
Escore	0,9541	A16	A7	A13	Meta	Folga	%
λ			0,33	0,67			
GP		2	2	2	2	0	0
RH		7	9	6	7	0	0
VC		6.784	20.475	8.537	12516	5732	84%
IA		90	95	94	94	4	5%

Fonte: Elaboração do autor

A tabela 6 mostra que o grupo de agências ineficientes realizou a contratação de 24.342 operações do pronaf, quando, comparativamente às agências referências, poderia ter realizado 31.773 operações. A tabela 7 indica que o grupo de agências inefetivas poderia ter realizado um aporte de R\$ 119,2 milhões em vez dos R\$ 78,8 aplicados, bem como alcançado um índice médio de adimplência 3 pontos percentuais acima do apresentado. Com isso, identifica-se um potencial de melhoria de 7.431 operações contratadas, R\$ 40,3 milhões aplicados e um ponto percentual no índice médio de Adimplência geral, como mostra a tabela 8.

Tabela 8. Potencial de Melhoria - BM Pronaf PE 2010

Desempenho Geral		Potencial de Melhoria	
<i>Outputs</i>	Realizado		
OC (Qtde)	42.688	7.431	17%
VC (R\$ Mil)	150.932	40.351	27%
IA médio	0,90	0,01	1%

Fonte: O autor

Considerando o cenário para os próximos anos, que aponta para a ampliação dos programas de cunho sociais por parte do Governo federal e em particular suas perspectivas para expansão do Pronaf; para além das melhorias apontadas, é escusado afirmar que o incremento de recursos humanos é condição básica para a ampliação do programa.

Os fatores de escala ilustrados na tabela 9 adiante mostram que 75% das agências apresentam rendimentos crescentes de escala do ponto de vista operacional, e no mesmo percentual, rendimentos decrescentes de escala em termos de resultado. Tal fato nos leva depreender que o acréscimo de recursos humanos necessários a operacionalização do programa nessas agências implicaria em um aumento mais que proporcional no número de famílias beneficiadas com operações do Pronaf, e, embora menos que proporcional, pois já se deparam com índices elevados de efetividade, tais agências seriam beneficiadas com a agregação de resultado.

Tabela 9. Fatores de Retornos de Escala

DMU	EFICIÊNCIA			EFETIVIDADE		
	ν^*		Retornos	ν^*		Retornos
A1	-1,219796	↑	Crescente	1,000000	↓	Decrescente
A2	-0,040788	↑	Crescente	1,033708	↓	Decrescente
A3	-0,068441	↑	Crescente	0,989247	↓	Decrescente
A4	0,172998	↓	Decrescente	1,000000	↓	Decrescente
A5	0,000000	→	Constante	1,021505	↓	Decrescente
A6	-4,371674	↑	Crescente	-2,377806	↑	Crescente
A7	-0,428361	↑	Crescente	0,000000	→	Constante
A8	0,000000	→	Constante	-2,022302	↑	Crescente
A9	-1,705911	↑	Crescente	1,033708	↓	Decrescente
A10	0,145215	↓	Decrescente	0,011861	↓	Decrescente
A11	-1,665705	↑	Crescente	1,000000	↓	Decrescente
A12	-1,668916	↑	Crescente	0,644444	↓	Decrescente
A13	-1,297490	↑	Crescente	0,978723	↓	Decrescente
A14	-0,099706	↑	Crescente	1,057471	↓	Decrescente
A15	-2,592066	↑	Crescente	0,000000	→	Constante
A16	-0,096476	↑	Crescente	0,733333	↓	Decrescente

Fonte: Elaboração do autor

Nota: No modelo DEA BCC orientado a *outputs*, quando o fator de escala ν^* é positivo, indica retornos decrescentes de escala; quando negativo, indica retornos crescentes de escala; caso sejam nulos, a situação é de retornos constantes de escala.

Torna-se, portanto, uma visão estratégica, em decorrência da perspectiva de expansão do programa para além das melhorias apontadas, o incremento de recursos humanos que propicie grande possibilidade de agregar eficiência operacional e de resultado.

5.8. AVALIAÇÃO TRIDIMENSIONAL – EFICÁCIA, EFICIÊNCIA e EFETIVIDADE

As abordagens do presente estudo propõem que os objetivos de eficiência e efetividade não estejam dissociados da almejada eficácia dos programas do governo. Desse modo, a partir das peculiaridades do programa Pronaf, o modelo proposto (DEA-BCC-O) foi aplicado para obtenção de uma posição ótima relativa à fronteira de eficiência e efetividade, sem, no entanto, perder de vista a eficácia - dimensão tradicionalmente relacionada ao desempenho, através do estabelecimento de metas.

O gráfico 19 sugere a comparação entre as dimensões, ilustrando, de uma forma geral, diagnósticos tridimensionais, no qual são apresentados escores de desempenho das unidades bancárias sob avaliação, relacionados à eficiência e efetividade juntamente com a eficácia.

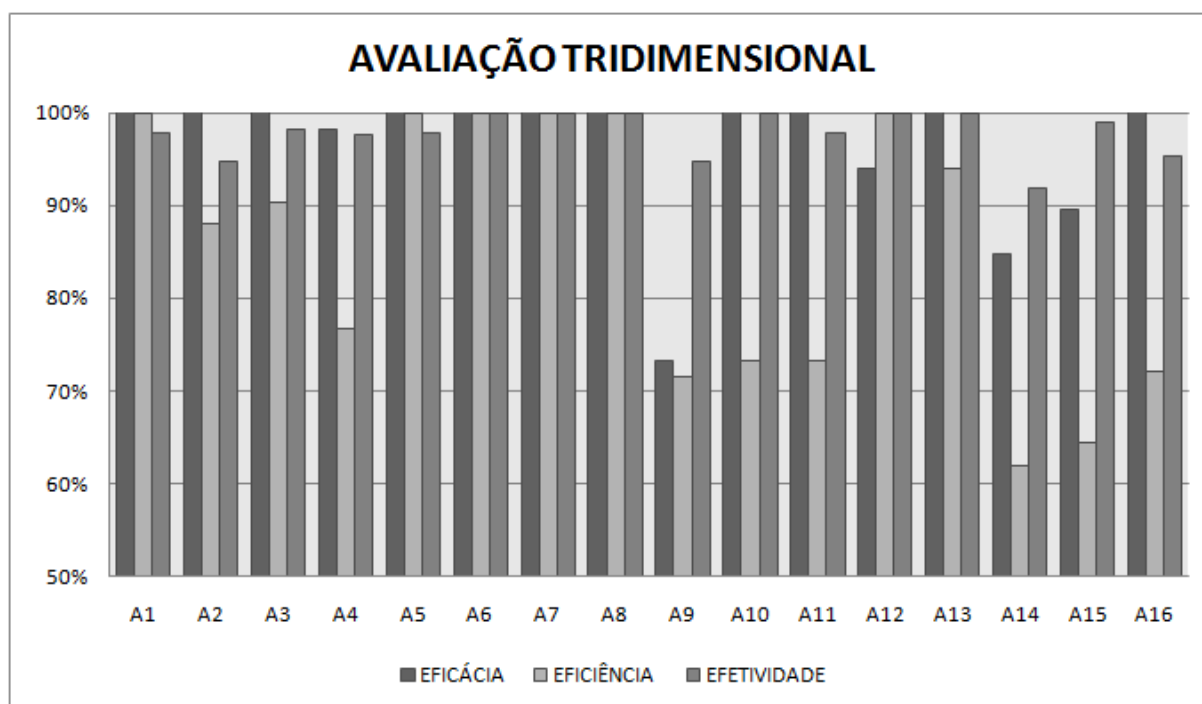


Gráfico 19. Avaliação Tridimensional – Eficácia x Eficiência x Efetividade

Fonte: Elaboração do Autor com base nos dados quantificados (Apêndice A) e tabela 1.

Nota: Eficácia reflete a relação entre Valor Realizado e Meta Estabelecida, cujo escore 100% indica o alcance ou superação da meta, conforme dados contidos no apêndice A. Eficiência e efetividade obtidas a partir dos escores do modelo proposto, DEA BCC-O, conforme tabela 1.

Os desempenhos observados no gráfico 19 podem ser segmentados por níveis designados por padrões conforme o alcance das dimensões, quais sejam: Agências que atingem simultaneamente as 3 dimensões são consideradas Padrão A; para obtenção do Padrão B, as agências devem alcançar 2 dimensões; o Padrão C é designado para as agências que atingem apenas uma das dimensões e por fim, o Padrão D, quando as agências não alcançam nenhuma das dimensões. Nesse sentido, obtemos a tabela 10 contendo os respectivos padrões das unidades bancárias.

Tabela 10. Padrão de Desempenho Tridimensional

DMUs	EFICÁCIA (Realizado/Meta)	EFICIÊNCIA (Insuno x Produto)	EFETIVIDADE (Insumo x Resultado)	PADRÃO	
A6	SIM	SIM	SIM	A	18,8%
A7	SIM	SIM	SIM		
A8	SIM	SIM	SIM		
A1	SIM	SIM	Não	B	31,3%
A5	SIM	SIM	Não		
A10	SIM	Não	SIM		
A12	Não	SIM	SIM		
A13	SIM	Não	SIM	C	25,0%
A2	SIM	Não	Não		
A3	SIM	Não	Não		
A11	SIM	Não	Não		
A16	SIM	Não	Não	D	25,0%
A4	Não	Não	Não		
A9	Não	Não	Não		
A14	Não	Não	Não		
A15	Não	Não	Não		
Qtd	11	6	6		
%	68,8%	37,5%	37,5%		

Fonte: Elaboração do autor com base nos dados do gráfico 19

Como se pode verificar, a avaliação apresentou 11 agências eficazes, 6 eficientes e 6 efetivas, representando respectivamente 68,8%, 37,5% e 37,5% do total. Desde logo, percebe-se uma distribuição com certo equilíbrio em termos de padrão de desempenho, com 19% das agências no padrão A, 31% no B e nos padrões C e D, 4 agências em cada nível, representando 25% do total.

Sob esse prisma é possível constatar que a ocorrência de sucesso em uma dimensão não garante o mesmo resultado em outra. Isso fica claro quando observamos as agências com padrão intermediário: No padrão B, por exemplo, A12 não alcança a eficácia desejada, enquanto as agências A10 e A13 não atingem a eficiência e A1 e A5, a efetividade. No padrão C, vemos que a eficácia não garantiu a eficiência nem efetividade almejadas. Percebe-se, mais uma vez, a existência de possibilidades de melhorias sob a ótica tridimensional, isto é, quando além da eficácia, a eficiência e efetividade passam a fazer parte do ideal a ser alcançado.

5.9. POSSIBILIDADE DE ELABORAÇÃO DE UM RANKING

Para a obtenção de um *ranking* tridimensional a estratégia adotada nesse estudo foi a ordenação do modelo DEA (eficiência e efetividade) considerando o alcance das metas corporativas (eficácia), através de critérios binários (0 ou 1) e índices compostos (0 a 1), conforme ilustrado na figura abaixo.

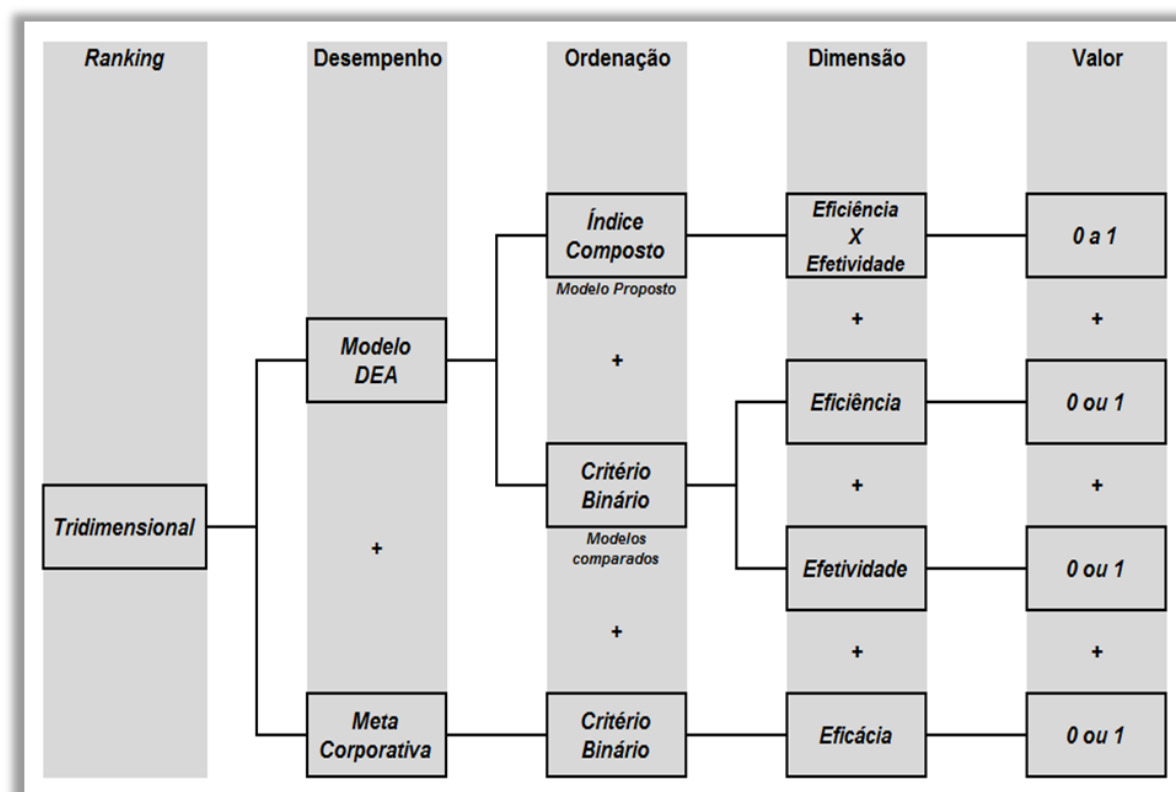


Figura 2. Elaboração de um Ranking

Fonte: O autor

5.9.1. Desempenho pelo Modelo DEA – Ordenação Bidimensional

O modelo DEA indica as agências localizadas na fronteira de eficiência (operacional e/ou de resultado) em um grupo de agências sob análise, de maneira que, para obter-se a ordenação utilizamos critérios binários (0-Não ou 1-Sim) referentes ao alcance da eficiência e efetividade nos modelos comparados, juntamente com um índice composto, contemplando tais dimensões, no modelo proposto.

a) Critérios binários de comparabilidade entre os modelos DEA

A tabela 11 recomenda a ordenação das agências pela comparabilidade das versões DEA, utilizando-se critérios binários. Consiste em observar em cada modelo, o alcance ou não das dimensões eficiência e/ou efetividade, acrescentando-se ao modelo proposto a indicação da agência na condição de referência (*benchmark*), em função de sua localização ou não na fronteira fortemente eficiente/efetiva.

Tabela 11. Critérios Binários de Comparabilidade entre os Modelos DEA

DMUS	CCR-O			BCC-O					FDH-O			ORDENAÇÃO
AGÊNCIAS	(a)			(b)					(c)			(a + b + c)
	Eficiência	Efetividade	Efic. e Efet.	Eficiência	Efetividade	Efic. e Efet.	Ref. Eficiência	Ref. Efetividade	Eficiência	Efetividade	Efic. e Efet.	CRITÉRIOS BINÁRIOS
A7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
A8	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	10
A12	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9
A6	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	7
A5	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	4
A1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	3
A13	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	3
A10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2
A3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaboração do autor

Em princípio podemos observar, a partir dos resultados apresentados, a existência de grupos de agências em três tipos de desempenhos: superiores, intermediários e inferiores.

- **Desempenhos Superiores** (A7 e A8) - eficiência e efetividade em todos os modelos, com destaque para A7, em razão da condição de referência;
- **Desempenhos Intermediários** (A1, A3, A5, A6, A10, A12 e A13) – eficiência ou efetividade pelo menos no modelo mais flexível, FDH;
- **Desempenhos Inferiores** (A2, A4, A9, A11, A14, A15, A16) – ineficiência e inefetividade em todos os modelos.

Os critérios binários fazem com que ocorram alguns empates, sobretudo para as agências com desempenhos inferiores, que podem ser contornados pelo emprego de índices compostos, conforme abordados a seguir.

b) Índices compostos

Os índices compostos, a partir dos escores de eficiência e efetividade do modelo proposto, permitem ordenar as agências de acordo com a fronteira empírica composta pelas agências com desempenhos operacionais e de resultado superiores, servindo a mesma de referencial comparativo do desempenho de cada agência, como mostra a tabela 12.

Tabela 12. Índices Compostos

DEA-BCC-O			
DMU (Agências)	EFICIÊNCIA (a)	EFETIVIDADE (b)	ÍNDICE COMPOSTO (a x b)
A7	1,00000	1,00000	1,00000
A8	1,00000	1,00000	1,00000
A12	1,00000	1,00000	1,00000
A6	1,00000	1,00000	1,00000
A5	1,00000	0,97895	0,97895
A1	1,00000	0,97872	0,97872
A13	0,94012	1,00000	0,94012
A3	0,90265	0,98239	0,88676
A2	0,87989	0,94681	0,83308
A4	0,76730	0,97527	0,74832
A10	0,73258	1,00000	0,73258
A11	0,73230	0,97872	0,71672
A16	0,72155	0,95406	0,68840
A9	0,71504	0,94681	0,67701
A15	0,64386	0,98889	0,63670
A14	0,61960	0,91901	0,56942

Fonte: O Autor

Podemos observar que os índices compostos não conseguem eliminar a ocorrência de empates para as agências com desempenhos superiores. No entanto, com o emprego dos critérios binários, vistos anteriormente, é possível diferenciá-los.

c) Critérios Binários e Índices Compostos

A junção de Critérios Binários com os Índices Compostos resulta na ordenação do modelo DEA, conforme apresentada na tabela 13.

Tabela 13. Ordenação DEA

DMUs (Agências)	CRITÉRIOS BINÁRIOS (a)	ÍNDICES COMPOSTOS (b)	ORDENAÇÃO MODELO DEA (c) = (a + b)	ORDENAÇÃO NORMALIZADA (d) = (c / 12)
A7	11	1,00000	12,00000	1,00000
A8	10	1,00000	11,00000	0,91667
A12	9	1,00000	10,00000	0,83333
A6	7	1,00000	8,00000	0,66667
A5	4	0,97895	4,97895	0,41491
A1	3	0,97872	3,97872	0,33156
A13	3	0,94012	3,94012	0,32834
A10	2	0,73258	2,73258	0,22772
A3	1	0,88676	1,88676	0,15723
A2	0	0,83308	0,83308	0,06942
A4	0	0,74832	0,74832	0,06236
A11	0	0,71672	0,71672	0,05973
A16	0	0,68840	0,68840	0,05737
A9	0	0,67701	0,67701	0,05642
A15	0	0,63670	0,63670	0,05306
A14	0	0,56942	0,56942	0,04745

Fonte: Elaboração do autor

Nota: Obtém-se a ordenação normalizada dividindo a ordenação do modelo DEA (coluna c) pela maior ordenação do modelo DEA, que neste caso é 12.

Como se vê, os empates nos critérios binários, de maneira especial os inevitavelmente inferiores, são resolvidos com os índices compostos. Por sua vez, os empates originados nos índices compostos superiores podem ser diferenciados

através dos critérios binários, estabelecendo-se, assim, a possibilidade de um *ranking* DEA. A partir de então, passa-se a recorrer à eficácia na condição de dimensão operacional da avaliação, e como tal, deve ser considerada na ordenação final, como mostra a seção seguinte.

5.9.2. Modelo DEA e Metas Corporativas – Ordenação Tridimensional

Quando a dimensão eficácia, refletida no alcance ou não das metas corporativas, são incorporadas, pelo critério binário, à ordenação de desempenho do modelo DEA, o ranking passa a ser tridimensional e admite uma nova ordenação. Vejamos a tabela abaixo.

Tabela 14. *Ranking* Tridimensional

DMUs (Agências)	ORDENAÇÃO MODELO DEA (Efici. e Efeti.) (a)	META CORPORATIVA (Eficácia) (b)	ORDENAÇÃO TRIDIMENCIONAL (c) = (a + b)	ORDENAÇÃO NORMALIZADA (d) = (c / 13)
A7	12,00000	1	13,00000	1,00000
A8	11,00000	1	12,00000	0,92308
A12	10,00000	0	10,00000	0,76923
A6	8,00000	1	9,00000	0,69231
A5	4,97895	1	5,97895	0,45992
A1	3,97872	1	4,97872	0,38298
A13	3,94012	1	4,94012	0,38001
A10	2,73258	1	3,73258	0,28712
A3	1,88676	1	2,88676	0,22206
A2	0,83308	1	1,83308	0,14101
A11	0,71672	1	1,71672	0,13206
A16	0,68840	1	1,68840	0,12988
A4	0,74832	0	0,74832	0,05756
A9	0,67701	0	0,67701	0,05208
A15	0,63670	0	0,63670	0,04898
A14	0,56942	0	0,56942	0,04380

Fonte: Elaboração do autor

Nota: O ranking será determinado pela ordenação normalizada: ordenação tridimensional (coluna c) dividida pela maior ordenação tridimensional, que neste caso é 13.

Observa-se que, pelo fato de terem alcançado a eficácia, as agências A11 e A16 sobem uma posição no ranking. Já no caso da unidade A4, a mesma desce

duas posições tendo em vista o não alcance da dimensão eficácia. Os escores de eficácia possibilitam a diferenciação dos empates, caso persistam, na ordenação final.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A análise em tela trata-se de um estudo sobre a operacionalização do Pronaf pelo BM em Pernambuco, a partir da consolidação dos dados referentes ao exercício de 2010, objetivando avaliar a eficiência e efetividade das agências para fins gerenciais na gestão de desempenho organizacional, de maneira a oferecer contribuições de melhorias no sentido da expansão do programa.

Longe de determinar uma fórmula pronta para a avaliação das agências, o trabalho ora apresentado visa servir como plano para a discussão mais aprofundada acerca da comparabilidade dos desempenhos alcançados, baseado na produção que tinha como meta (eficácia), considerando os recursos utilizados (eficiência) e resultados promovidos (efetividade), características próprias dos programas sociais.

Utilizando a metodologia DEA, na qual os recursos utilizados são considerados na avaliação, foi possível obter alguns subsídios à gestão do desempenho organizacional, podendo, inclusive, orientar na definição de metas corporativas para o alcance da eficácia.

Levando em consideração a quantidade de *inputs/outputs* com o número de DMU's, fez-se a escolha das variáveis através da aplicação e comparação dos métodos de seleção denominados *Stepwise* e Multicritério Combinatório por Cenário e, em seguida, foi feita uma análise comparativa entre os modelos, obtendo-se, como era de se esperar, tanto em termos de eficiência quanto efetividade, um maior escore médio no modelo FDH-O, por ser o mais flexível, seguido pelo DEA-BCC-O e por último (menor escore médio) o modelo mais rígido, DEA-CCR-O, que em razão dos retornos constantes de escala, apresentou um número de agências

eficientes/efetivas menor que os modelos com retornos variáveis de escala, o que condiz com a desigualdade FGL.

Pelos escores individuais apresentados pudemos constatar que as agências consideradas eficientes/efetivas no modelo mais rígido DEA-CCR-O, também são nos demais modelos. Por isso, podemos inferir que as agências A7 e A8, destacam-se em termos de melhores práticas, por serem consideradas eficientes e efetivas em todos os modelos, obtendo, dessa forma, um desempenho geral superior ao das demais agências. Logo em seguida temos a A12 considerada, também em todos os modelos, efetiva.

A partir do modelo mais flexível, FDH-O, também foi possível constatar que as agências tidas como ineficientes/inefetivas nesse modelo, no qual o envelopamento é mais próximo do conjunto de dados (retornos variáveis de escala e relaxamento da condição da convexidade), também são nos demais modelos. Assim, podemos afirmar, a partir dos escores apresentados, que A2, A4, A9, A11, A14, A15 e A16 revelam-se as agências com desempenhos inferiores ao das demais, pelo fato de serem consideradas ineficientes e inefetivas, em todos os modelos. Os resultados demonstram que a grande maioria de tais agências apresentou desempenho abaixo da média, merecendo, assim, especial atenção por parte dos gestores.

Conclui-se, portanto, que das 16 agências, menos de 13% foi considerada ao mesmo tempo eficiente e efetiva e quase 44% ineficiente e inefetiva, em todos os modelos.

Sob a ótica das dimensões, a observação dos escores nos permite afirmar que as agências são mais efetivas que eficientes, uma vez que na dimensão efetividade as agências estão concentradas, em todos os modelos, em níveis superiores, quando comparadas com a dimensão eficiência. O elevado nível de efetividade média demonstra a importância da variável Índice de Adimplência (IA) na condição de principal indicador de efetividade.

A avaliação das agências, em razão do potencial mercadológico, revela que as unidades bancárias agrupadas na praça de baixa qualificação de mercado (M2) apresentam os melhores desempenhos em todos os modelos, enquanto as agências agrupadas na praça com qualificação de mercado que varia de alta a muito alta (M5), são, em média, as menos hábeis, especialmente no que se refere à eficiência operacional. Tal constatação pode estar relacionada com as características

do mercado. No M2, os clientes, em sua maioria, caracterizam-se por serem mini-produtores no setor rural e este é justamente o público-alvo do Pronaf. Já no M5, o potencial para formação de negócios é principalmente com clientes Micro e Pequena Empresas (MPE), Médio e Grande Porte, razão pela qual existem agências M5 que não operacionalizam o Pronaf.

Os números mostraram também, com exceção da mesorregião Sertão (encabeçada pelo bom desempenho da A7), que as agências, de uma maneira geral, não demonstraram um padrão espacial nítido de desempenho com relação às mesorregiões, em razão da variabilidade da ordenação dos escores médios conforme o modelo,

Ademais, constatamos que as agências localizadas dentro do semiárido apresentam melhores escores médios de eficiência operacional em todos os modelos, enquanto as agências fora do semiárido são em média mais efetivas, também em todos os modelos.

A julgar pelas considerações até aqui apresentadas, nota-se que ao abordar aspectos relevantes do problema, unindo-se os resultados correspondentes aos modelos – do mais rígido (DEA-CCR) ao mais flexível (FDH) – obtém-se uma visualização comparativa que permite distinguir categorias de desempenho (por dimensão, por mercado, por mesorregião, dentro e fora do semiárido).

A utilização do modelo proposto no presente estudo (DEA BCC-O) como instrumento para obtenção de uma posição ótima relativa às fronteiras de eficiência e de efetividade, nos levou a identificar, a partir dos índices apresentados, um potencial de melhoria de 17% no número de operações contratadas, 27% nos recursos financeiros aplicados na agricultura familiar e de 1% no índice médio de adimplência. Assim, para cada agência ineficiente e/ou inefetiva foram estabelecidas alvos com base nas agências *benchmarks* que lhe servem de referência.

Os fatores de escala indicam que grande parte das agências apresenta rendimentos crescentes de escala do ponto de vista da eficiência operacional, e rendimentos decrescentes de escala quando se trata de eficiência de resultado. Logo, com o acréscimo de recursos humanos necessários a operacionalização do programa, o número de operações contratadas do Pronaf resultaria em um aumento mais que proporcional, e a atuação do banco seria beneficiada com a agregação de eficiência de resultado, embora menos que proporcional, visto que as agências já se deparam com índices elevados de efetividade.

A investigação sugere uma análise tridimensional, confrontando os escores correspondentes à dimensão eficácia, com os das dimensões analisadas no modelo proposto – eficiência e efetividade. Da análise, foi possível verificar a existência de 11 (68,8%) agências eficazes, 6 (37,5%) eficientes e 6 (37,5%) efetivas, sendo que, das 16 agências, apenas 3 (A6 por *default*, A7 e A8) alcançaram desempenho tridimensional (padrão A); 5 bidimensional (padrão B); outras 5 unidimensional (padrão C) e 4 agências adimensional (padrão C), ou seja, não alcançaram nenhuma das dimensões. Isto representa respectivamente 19%, 31%, 25% e 25% do total. Com isso, espera-se que o desempenho das agências que alcançaram desempenho tridimensional, notadamente A7 e A8, possam motivar estudos elucidativos quanto aos padrões de trabalho considerados como de melhores práticas.

Verifica-se ainda que a ocorrência de sucesso em uma dimensão não garantiu o mesmo resultado em outra. No padrão B, por exemplo, a A12 não alcança a eficácia desejada, enquanto as agências A10 e A13 não atingem a eficiência e A1 e A5, a efetividade. No padrão C, vemos que a eficácia não garantiu a eficiência nem efetividade almejadas.

Embora o ideal seja alcançar as três dimensões – eficácia, eficiência e efetividade – os resultados mostraram que é possível alcançar uma sem alcançar a outra e assim identificar oportunidades reais de melhorias, a partir do gerenciamento do desempenho das agências por meio da racionalização da operacionalização do Pronaf, que podem gerar ganhos de eficiência e efetividade orientadas à expansão do programa com os mesmos recursos disponíveis, bem como nortear a definição de metas corporativas relacionadas ao alcance da eficácia.

A partir da consolidação dos resultados ora apresentados, pode-se concluir que a atuação das agências do BM em Pernambuco, por meio do sistema de crédito rural do Pronaf, confirma-se como importante mecanismo de promoção de benefícios no meio rural, tanto no que se refere à quantidade de famílias contempladas com o financiamento da produção dos agricultores familiares (operações contratadas), como no sentido dos resultados pretendidos, refletidos no retorno dos aportes de recursos concedidos (valor contratado e índice de adimplência).

Seguramente a Administração do banco realiza estudos criteriosos dos problemas operacionais e administrativos que o programa implica; logo, este estudo

não tem a pretensão de substituí-lo, mas constitui valiosa ferramenta auxiliar de avaliação alternativa da operacionalização do Pronaf em Pernambuco, mas que não esgota, em si, todas as necessidades de verificação da matéria.

A dificuldade de obtenção de dados foi um dos grandes fatores limitadores no tamanho da amostra e na seleção dos indicadores para o estudo. Assim, o critério para definição dos indicadores a serem utilizados no estudo foi sua disponibilidade para as agências da amostra, no período em estudo, o que levou ao emprego de métodos de seleção de variáveis em DEA visando aumentar o poder discriminatório do modelo.

A inclusão de outras variáveis, tais como custos operacionais, bem como a disponibilidade de dados referentes ao conjunto de agências que compõem toda área de atuação do banco (Instituição como um todo), certamente conduziria a resultados que poderiam indicar considerações mais precisas sobre o desempenho das agências e suas potencialidades de melhorias na operacionalização do Pronaf.

Por conseguinte, recomendam-se outros estudos com novas formas de aplicabilidade do método, na qual as agências, na condição de unidades tomadora de decisão, sejam avaliadas sob uma perspectiva macro, que leva em consideração a organização como um todo, ou ainda sob uma perspectiva micro, buscando avaliar o Pronaf ou outros programas e áreas específicas da instituição, mas que contemple toda área de atuação do banco.

7. REFERÊNCIAS

ADELINO, J.; PAULA, L. F. **Eficiência no Setor Bancário Brasileiro: a experiência recente das fusões e aquisições.** 2007. Disponível em: <<http://www.anpec.org.br/encontro2007/artigos/A07A097.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2011.

AGGELOPOULOS, E.; GEORGOPOULOS, A.; SIRIOPOULOS; C. **Comparative efficiency analysis of Greek bank branches in the light of the financial crisis.** 2009. Disponível em: <<http://www.eefs.eu/conf/Athens/Papers/555.pdf>>. Acesso em 05 fev 2011.

ANGULO-MEZA, L. *Data Envelopment Analysis (DEA) na Determinação da Eficiência dos Programas de Pós-Graduação do COPPE/UFRJ.* Rio de Janeiro, 1998. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção) - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 1998.

ANGULO MEZA, L. et.al. Curso de Análise de Envoltória de Dados. In: XXXVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 37, 2005, Gramado - RS. Disponível em: <http://www.uff.br/decisao/sbpo2005_curso.pdf>. Acesso em 5 jan 2011.

BANCO CENTRAL DO BRASIL – BACEN. **Manual do Crédito Rural – MCR.** Brasília, DF, 2011. Disponível em: <http://www4.bcb.gov.br/NXT/gateway.dll?f=templates&fn=default.htm&vid=nmsGeropMCR:idxGeropMCR>.> Acesso em 30 abr 2011.

BANCO DO NORDESTE (BNB). Programa nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – Pronaf: Relatório de resultados 2009. Fortaleza, CE, 2010.

_____. Agricultura Familiar e Pronaf – Prograna Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar. Material Instrucional, Comunidade Virtual de Aprendizagem. Fortaleza, CE, 2010.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W.; 1984. Some models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. Management Science. Vol. 30, n. 9, 1078-1092. Disponível em: <https://typo3.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/orga/Banker_MS84.pdf> Acesso em 01 fev 2011.

BERG, S. A., FORSUND, F., and JANSEN, E. (1991), "Technical efficiency of Norwegian banks: A nonparametric approach to efficiency measurement", *Journal of Productivity Analysis* 2, 127-142.

BERGER, A.; HUMPHREY, D., 1997. Efficiency of financial institutions: international survey and directions for future research. *European Journal of Operational Research* 98, 175-212. Disponível em: <http://eco.isu.ac.ir/EDU/New_Folder/dlc1/lectures/lecture%204/berger-efficiency.pdf> . Acesso em 5 fev 2011.

BOWLIN, WILLIAM F. (1998). Measuring performance: an introduction to Data Envelopment Analysis. *The Journal of Cost Analysis*, Fall. Disponível em: <www.sceaonline.net/Journ_Fall98_BOWLIN.pdf>. Acesso em 07 jan 2011.

BRUNET, J. F.G.; BORGES, C. B.; BERTÊ, A. M. A. e BUSSATO, L. M. Estados Comparados por Funções do Orçamento – uma Avaliação da Eficiência e Efetividade dos Gastos Públicos Estaduais. Monografia (Secretaria de Planejamento e Gestão). SEPLAG, Porto Alegre, 2006. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/ipeacaixa/premio2006/docs/trabpremiados/IpeaCaixa2006_Profissional_MH01_tema01.pdf>. Acesso em 07 jan 2011.

CAMARGO Jr. A. S.; MATIAS, A. B.; MERLO, E. M. *Desempenho dos bancos comerciais e múltiplos de grande porte no Brasil*. 2004. Mimeo. Disponível em: <http://www.cepefin.com.br/publicados_pdf/desempenho_dos_bancos_comerciais_e_multiplos_de_grande_porte_no_brasil_argentina_e_mexico_cladea_2004.pdf> Acesso em 29 jan 2011.

CAMPOS, M.B. *Produtividade e eficiência do setor bancário brasileiro de 1994 a 1999*. São Paulo: Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getulio Vargas, 2002.

CARDOSO, L. C.; FAÇANHA, L. O.; MARINHO, A. Avaliação de programas sociais (PNAE, PLANFOR, PROGER): eficiência relativa e esquemas de incentivos. Rio de Janeiro: IPEA, jan 2002 (Texto para Discussão nº 859). Disponível em: <http://www.enap.gov.br/downloads/ec43ea4fAvaliacao_programas_sociais_PNAE_PLANFOR_PROGER.pdf>. Acesso em 20 fev 2011.

CARMO, C.M.; TÁVORA JÚNIOR, J.L. Avaliação da eficiência técnica das empresas de saneamento brasileiras utilizando a metodologia DEA. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 31., Porto Seguro, 2003. **Anais**. Belo Horizonte: ANPEC, 2003. Disponível em: <<http://www.anpec.org.br/encontro2003/artigos/D32.pdf>>. Acesso em 09 fev 2011.

CENSO AGROPECUÁRIO IBGE (2006). Disponível em:
<<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 20 fev 2011.

CERETTA, P. S.; COSTA Jr, N. C. A. Avaliação e seleção de fundos de investimento: um enfoque sobre múltiplos atributos. **Revista de Administração Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 5, n.1, p. 7-27, Janeiro/Abril, 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-65552001000100002&script=sci_arttext>. Acesso em 10 mar 2011.

_____, Paulo Sergio & NIEDERAUER, Carlo Alberto Pittaluga. Rentabilidade e eficiência do setor bancário brasileiro. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 5, n. 3, set./dez. 2001. Disponível em: http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1561>. Acesso 02 mar 2011.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; HUANG, Z. M., and SUN, D.B., (1990), “polyhedral cone-ratio DEA models with an illustrative application to large commercial banks”, *Journal of Econometrics* 46, 73-91.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. 1978. Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*. Vol. 2, 429-444. Disponível em: <http://www.vwl.tuwien.ac.at/hanappi/Lehre/MSM2010/Charnes_1978.pdf>. Acesso em 01 fev 2011.

DEBREU, G. (1951), The Coefficient of Resource Utilisation , *Econometrica* 19, p. 273-293.

DEPRINS, D., SIMAR, L., and TULKENS, H. Measuring Labor efficiency in post offices. In: Marchand, M., Pestieau, P. and Tulkens, H. (Eds.) *The Performance of Public Enterprises: Concepts and Measurements*. Amsterdam/North-Holland, 1984.

DUTRA, A.; ENSSLIN, S. R. **Avaliação de desempenho de órgãos públicos:** proposta de um estudo de caso. Trabalho apresentado durante o X CONGRESSO INTERNACIONAL DEL CLAD SOBRE LA REFORMA DEL ESTADO Y DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA. Santiago, Chile, 2005.

FAÇANHA, L. O., MARINHO, A. Hospitais universitários: mecanismos de coordenação e avaliação comparativa de eficiência. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, v. 19, n. 6, p. 201-235, abr./jun. 1998.

FARIA, A. F.; JANUZZI, P. M. *Eficiência dos gastos municipais em saúde e educação: uma investigação através da análise envoltória no Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Ipea, 2006 (Prêmio Ipea-Caixa 2006; Concurso de Monografias. Tema 1: Eficiência e Efetividade do Estado no Brasil). Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rap/v42n1/a08v42n1.pdf>>. Acesso em 15 fev 2011.

FITZSIMMONS, James A.; FITZSIMMONS, Mona J. *Administração de serviços: operações, estratégias e tecnologia de informação*. Tradução de Service Management: operations, strategy, and information technology. 2 ed. Porto Alegre: bookman, 2000.

FRANÇA, C. G.; DEL GROSSI, M. E.; MARQUES, V. P. M. A. O Censo Agropecuário 2006 e a agricultura familiar no Brasil. Brasília: MDA, 2009. Disponível em: <http://www.mineiropt.com.br/arquivos estudo/arg4b10179787f8b.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2011.

FREAZA, F.P., GUEDES, L.E.M, GOMES, L.F.A.M. Análise de eficiência do mercado bancário brasileiro utilizando a metodologia da Análise Envoltória de Dados. XXXVIII SOBPAPO, SBPO, 2006. Disponível em: http://www.ibmecrj.br/sub/RJ/files/ADM_flaviofrezza_ago.pdf>. Acesso em 01 fev 2011.

GASPARINI, C. E.; RAMOS, F. S. Avaliação da Eficiência Pública Municipal: O Caso de Pernambuco. Revista Econômica do Nordeste, v. 34, nº 2, p. 288-307, 2003. Disponível em: http://www.bnb.gov.br/projwebren/Exec/artigoRenPDF.aspx?cd_artigo_ren=301>. Acesso em 05 mar 2011

GHELMAN, S.; COSTA, S. R. **Adaptando o BSC para o setor público utilizando os conceitos de efetividade, eficácia e eficiência**. Trabalho apresentado durante o II SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em:<http://www.inmetro.gov.br/producao intelectual/obras_intelectuais/170_obraIntelectual.pdf>. Acesso em 02 fev 2011.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 2. ed. SP: Atlas, 1991.

GONÇALVES, Hortência de Abreu Normas para Referências, Citações e Notas de Rodapé da Universidade Tiradentes / Hortência de Abreu Gonçalves. Aracaju: UNIT, 2003. 82p. il. Disponível em: < <http://www.unit.br/downloads/manuais/citacoes-e-referencias1.pdf>> . Acesso em 20 jan 2011.

GUANZIROLI, C. E. PRONAF dez anos depois: resultados e perspectivas para o desenvolvimento rural. In: **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.45 n.2 Brasília: abr./jun. 2007.

Kassai, S. **Utilização da Análise por Envoltória de Dados (DEA) na Análise de Demonstrações Contábeis**. 2002. 308 p. Tese (Doutorado). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: < www.teses.usp.br>, Acesso em 03 mar 2011.

KOOPMANS, T. (1951), Analysis of Production as an Efficient Combination Activities, in: KOOPMANS, T. (ed), *Activity Analysis of Production and Allocation: Proceedings of a Conference*, Yale University Press, New Haven, p. 33-97.

LAKATOS, Eva e Marconi, Marina. Metodologia do Trabalho Científico. SP : Atlas, 1992.

LEONTIEF, W. A economia do insumo-produto. São Paulo: Abril Cultural, 1983. (Coleção "Os Economistas").

LINS, M.P.S., MEZA, L.A. **Análise envoltória de dados e perspectivas de integração no ambiente do apoio à decisão**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2000. 232p.

MATTEI, L. **Impactos do Pronaf**: análise de indicadores. Brasília: MDA/NEAD, 2005. (NEAD Estudos, 11).

L

MARINHO, A., FAÇANHA, L. *Programas sociais: efetividade, eficiência e eficácia como dimensões operacionais da avaliação*. Rio de Janeiro: IPEA, 2001 (Texto para Discussão, 787). Disponível em: <http://desafios2.ipea.gov.br/pub/td/2001/td_0787.pdf>. Acesso em 30 jan 2011.

MARINHO, A., RESENDE, M., FAÇANHA, L. O. Brazilian federal universities: relative efficiency evaluation and data envelopment analysis. *Revista Brasileira de Economia*, v. 51, n. 4, p. 489-508, out./dez. 1997.

NUNAMAKER, T. *Using data envelopment analysis to measure the efficiency of non-profit organizations: a critical evaluation*. Managerial and Decision Economics 6(1): 50-58. 1985.

RAMOS, J.A. **Utilização da Análise Envolvória de Dados (DEA) como ferramenta de Gestão de Desempenho Organizacional no Setor Público: Uma Avaliação da Eficiência Técnica do Instituto Federal da Bahia (IFBA)**. 2010. 57f. Monografia (Especialista em Controladoria e Finanças) – Escola Superior Aberta do Brasil, Vila Velha, Espírito Santo. 2010. Disponível em: <http://www.esab.edu.br/arquivos/monografias/monografia%202%20-%20joscelia%20ferreira%20do%20amaral.pdf> >. Acesso em: 19 jan 2011.

RÉGIS, Fernando Antônio De Paiva. **Eficiência de custo no setor bancário brasileiro**. Dissertação (Mestrado), Departamento de Economia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2001.

RUIZ, João Álvaro. Metodologia Científica. Guia para eficiência nos estudos. 4. ed. SP: Atlas, 1996.

SATHYE. “**Efficiency of Banks in a Developing Economy: The Case of India.**” European Journal of Operational Research, 148, 2003, 662–71. Disponível em: <http://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&sciodt=0&q=Efficiency+of+Banks+in+a+Developing+Economy%3A&lr=&cites=6000866771067740111&as_ylo=&as_vis=0 >. Acesso em 15 jan 2011.

Senra, L.F.A.C.; Gonçalves, L.C.N.I.; Soares de Mello, J.C.C.B. & Angulo Meza, L. (2007). Estudo sobre métodos de seleção de variáveis em DEA. *Pesquisa Operacional*, 27(2), 191-207. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-74382007000200001&lng=en&nrm=iso&tlng=en#tab04 >. Acesso em 15 fev 2011.

Sherman, H. D. and Gold, F. (1985), “Branch operating efficiency: Evaluation with Data Envelopment Analysis”, *journal of banking and Finance* 9, 297-315.

Sherman, H. D. and Ladino, G. 1995, **Managing bank productivity using data envelopment analysis (DEA)**, *Interfaces*, Vol. 25, No. 2, pp. 60-73.

SILVA, J. L. M.; PINHEIRO, G. M. T. L. Eficiência Técnica da Agricultura Familiar no Projeto de Irrigação do Baixo Açu (RN). *Revista Econômica do Nordeste*, v. 40, nº 2, p. 283-296, 2009. Disponível em: http://www.bnb.gov.br/projwebren/Exec/artigoRenPDF.aspx?cd_artigo_ren=1130 >. Acesso em 04 mar 2011.

_____; SAMPAIO, Y.S.B. A eficiência técnica dos colonos nos perímetros irrigados em Petrolina, Juazeiro: uma análise de modelos de fronteiras de produção. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 33, n. 2, p. 159-179, 2002. Disponível em:

<http://www.bnb.gov.br/projwebren/Exec/artigoRenPDF.aspx?cd_artigo_ren=267>. Acesso em 05 mar 2011.

SILVA, T.L.; JORGE NETO, P.M. Economia de escala e eficiência nos bancos brasileiros após o Plano Real. In: SEMINÁRIO DE EFICIÊNCIA, PRODUTIVIDADE E ESTABILIDADE BANCÁRIA, 2003, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: Banco Central do Brasil, 2003. Disponível em: <<http://www.usp.br/estecon/index.php/estecon/article/viewFile/436/147>>. Acesso em 22 jan 2001.

TABAK, B.M.; SOUZA, G.S. Fatores que afetam a eficiência técnica de produção do sistema bancário brasileiro: uma comparação de quatro modelos estatísticos no contexto da análise DEA. *Relatório de Estabilidade Financeira*, Brasília, Banco Central do Brasil, v.2, n.1, .173-188, 2003.

TULKENS, Henry. On FDH Efficiency Analysis: some Methodological Issues and Applications to Retail Banking, Courts, an Urban Transit. **The Journal of Productivity Analysis**, Boston, v. 4, n.1/2, p.183-210, 1993.

YUE, P. Data envelopment analysis and commercial bank performance: a primer with applications to Missouri banks. **Federal Reserve Bank of St Louis**, St. Louis, v. 74, p. 31-45, jan./feb. 1992. Disponível em: http://www.research.stlouisfed.org/publications/review/92/01/Data_Jan_Feb1992.pdf>. Acesso em 12 fev 2011.

ZHU, J. *Multi-factor Performance Measure Model with Application to Fortune 500 Companies*. European Journal of Operational Research. n. 123, 2000, p. 105-124. Disponível em: < http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D_Papers/38385.pdf >. Acesso em 12 mar 2011.

APÊNDICE A – Dados Quantificados: BM/Pronaf PE - Exercício 2010

DMUs (Agências)	RECURSOS			PRODUTO/RESULTADO			META em R\$ Mil
	Municípios Atendidos (MA)	Gerente Pronaf (GP)	Recursos Humanos (RH)	Operações Contratadas (OC)	Valor Contratado em R\$ Mil (VC)	Índice % de Adimplência (IA)	
A1	6	2	6	2839	6.802	92	5.000
A2	8	2	6	2498	6.122	89	6.000
A3	15	2	8	3307	7.873	93	6.300
A4	7	3	7	2650	8.343	92	8.500
A5	25	3	13	6021	18.530	93	16.000
A6	5	1	6	1165	4.677	81	4.500
A7	6	2	9	4076	20.475	95	12.000
A8	10	3	4	2170	10.313	92	6.000
A9	5	2	6	2030	8.053	89	11.000
A10	33	4	9	3157	21.490	81	15.000
A11	9	2	6	2079	7.246	92	7.200
A12	12	2	5	2075	6.572	90	7.000
A13	15	2	6	2669	8.537	94	5.500
A14	15	2	8	2270	5.083	87	6.000
A15	9	2	5	1336	4.032	89	4.500
A16	10	2	7	2346	6.784	90	5.500

Fonte: Elaboração do autor, a partir da consolidação de resultados da Superintendência Estadual - PE.

APÊNDICE B – Método de Seleção de Variáveis I-O *Stepwise*: Modelo Operacional – BCC-O

Comparação das Opções do Par Inicial							Escolha da 3ª Variável			Escolha da 4ª Variável		5ª Var	MODELO OPERACIONAL
<i>Input</i>	MA	GP	RH	MA	GP	RH	-	MA	GP	-	MA	MA	GP RH
<i>Output</i>	OC	OC	OC	VC	VC	VC	VC	-	-	VC	-	-	OC
DMU 1	0,697	0,697	0,938	0,332	0,332	0,460	0,938	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	DMUs: 16 DMUs na Fronteira: 6 Inputs: 2 Outputs: 1 Variáveis: 3 Eficiência Média: 0,853 CONDIÇÃO: (3 x n ^o V < n ^o DMUs) 9 < 16 OK Acréscimo significativo quando [ΔEff méd ≥ 0,25(1-Eff méd)] A partir de 1%
DMU 2	0,584	0,613	0,826	0,298	0,299	0,414	0,826	0,856	0,880	0,883	0,880	0,883	
DMU 3	0,662	0,811	0,852	0,378	0,385	0,409	0,852	0,859	0,903	0,903	0,903	0,903	
DMU 4	0,634	0,440	0,767	0,407	0,398	0,490	0,767	0,805	0,767	0,767	0,838	0,805	
DMU 5	1,000	1,000	1,000	0,875	0,883	0,862	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
DMU 6	0,574	1,000	0,385	0,581	1,000	0,316	0,385	0,574	1,000	1,000	1,000	1,000	
DMU 7	1,000	1,000	0,946	1,000	1,000	0,953	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
DMU 8	0,484	0,360	1,000	0,500	0,492	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
DMU 9	1,000	0,498	0,671	1,000	0,393	0,545	0,671	1,000	0,715	0,797	1,000	1,000	
DMU 10	0,524	0,524	0,733	1,000	1,000	1,000	1,000	0,733	0,733	1,000	0,733	1,000	
DMU 11	0,474	0,510	0,687	0,352	0,354	0,490	0,687	0,706	0,732	0,787	0,732	0,790	
DMU 12	0,442	0,509	0,799	0,317	0,321	0,524	0,799	0,799	1,000	1,000	1,000	1,000	
DMU 13	0,534	0,655	0,882	0,410	0,417	0,577	0,882	0,882	0,940	0,991	0,940	0,991	
DMU 14	0,454	0,557	0,585	0,244	0,248	0,264	0,585	0,590	0,620	0,620	0,620	0,620	
DMU 15	0,305	0,328	0,514	0,196	0,197	0,321	0,514	0,525	0,644	0,644	0,741	0,741	
DMU 16	0,523	0,576	0,679	0,329	0,331	0,399	0,679	0,698	0,722	0,722	0,722	0,722	
Eficiência Média	0,618	0,630	0,766	0,514	0,503	0,564	0,787	0,814	0,853	0,882	0,882	0,903	
Acréscimo	-	-	-	-	-	-	0,020	0,048	0,087	0,029	0,028	0,021	
Acréscimo/(1-Eff)									0,37	0,20	0,19	0,18	
DMUs na fronteira	3	3	2	3	3	2	4	5	6	7	7	8	

APÊNDICE C – Método de Seleção de Variáveis I-O *Stepwise*: Modelo de Resultado – BCC-O

Comparação das Opções do Par Inicial										Escolha da Terceira Variável				Escolha da Quarta Variável			5ª Variável	MODELO EFETIVIDADE	
<i>Input</i>	MA	GP	RH	MA	GP	RH	MA	GP	RH	-	-	MA	GP	-	-	MA	-	GP RH	
<i>Output</i>	OC	OC	OC	VC	VC	VC	IA	IA	IA	OC	VC	-	-	OC	VC	-	OC	VC IA	
DMU 1	0,697	0,697	0,938	0,332	0,332	0,460	0,968	0,968	0,979	0,985	0,979	1,000	0,979	1,000	0,979	1,000	1,000	1,000	DMUs: 16
DMU 2	0,584	0,613	0,826	0,298	0,299	0,414	0,937	0,937	0,947	0,947	0,947	0,957	0,947	0,947	0,947	0,963	0,947	0,963	DMUs na Fronteira: 6
DMU 3	0,662	0,811	0,852	0,378	0,385	0,409	0,979	0,977	0,982	0,982	0,982	0,982	0,982	0,982	0,982	0,982	0,982	0,982	Inputs: 2
DMU 4	0,634	0,440	0,767	0,407	0,398	0,490	0,968	0,960	0,975	0,975	0,975	0,984	0,975	0,975	0,975	0,984	0,975	0,984	Outputs: 2
DMU 5	1,000	1,000	1,000	0,875	0,883	0,862	0,979	0,971	0,979	1,000	0,979	0,979	0,979	1,000	0,979	0,979	1,000	0,979	Variáveis: 4
DMU 6	0,574	1,000	0,385	0,581	1,000	0,316	0,910	1,000	0,862	0,862	0,862	0,910	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	Eficiência Média: 0,978
DMU 7	1,000	1,000	0,946	1,000	1,000	0,953	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	CONDIÇÃO: (3 x n ^o V < n ^o DMUs)
DMU 8	0,484	0,360	1,000	0,500	0,492	1,000	0,968	0,965	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
DMU 9	1,000	0,498	0,671	1,000	0,393	0,545	1,000	0,932	0,947	0,947	0,947	1,000	0,947	0,947	0,947	1,000	0,947	1,000	
DMU 10	0,524	0,524	0,733	1,000	1,000	1,000	0,853	0,854	0,853	0,853	1,000	0,853	0,853	0,853	1,000	0,853	1,000	1,000	
DMU 11	0,474	0,510	0,687	0,352	0,354	0,490	0,968	0,970	0,979	0,979	0,979	0,986	0,979	0,979	0,979	0,993	0,979	0,993	Acréscimo significativo quando [ΔEff méd ≥ 0,25(1-Eff méd)] A partir de 1%
DMU 12	0,442	0,509	0,799	0,317	0,321	0,524	0,947	0,948	0,968	0,968	0,968	0,968	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
DMU 13	0,534	0,655	0,882	0,410	0,417	0,577	0,989	0,981	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
DMU 14	0,454	0,557	0,585	0,244	0,248	0,264	0,916	0,908	0,919	0,919	0,919	0,919	0,919	0,919	0,919	0,919	0,919	0,919	
DMU 15	0,305	0,328	0,514	0,196	0,197	0,321	0,937	0,932	0,957	0,957	0,957	0,962	0,989	0,989	0,989	1,000	0,989	1,000	
DMU 16	0,523	0,576	0,679	0,329	0,331	0,399	0,947	0,938	0,954	0,954	0,954	0,957	0,954	0,954	0,954	0,959	0,954	0,959	
Eficiência Média	0,618	0,630	0,766	0,514	0,503	0,564	0,954	0,951	0,956	0,958	0,965	0,966	0,969	0,972	0,978	0,977	0,981	0,986	
Acréscimo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,002	0,009	0,010	0,013	0,003	0,01	0,008	0,003	0,008	
Acréscimo %													0,29		0,30				
DMUs na fronteira	3	3	2	3	3	2	2	2	3	4	4	5	5	7	6	8	8	9	

APÊNDICE D – Método de Seleção de Variáveis Multicritério Combinatório Por Cenário: Modelo Operacional – BCC-O

1ª FASE: Multicritério Combinatório Inicial (Comparação das Opções do Par Inicial - Método Exaustivo Completo)						Escolha da 3ª Variável			Escolha da 4ª Variável		
<i>Input Output</i>	MA OC	GP OC	RH OC	MA VC	RH VC	VC	MA	GP	MA(VC)	MA(GP)	GP
DMU 1	0,6965	0,6965	0,9383	0,3322	0,4601	0,9383	1,0000	1,0000	1,0000	1,000	1,0000
DMU 2	0,5835	0,6129	0,8256	0,2979	0,4141	0,8256	0,8564	0,8799	0,8564	0,880	0,8832
DMU 3	0,6618	0,8113	0,8520	0,3783	0,4089	0,8520	0,8590	0,9026	0,8590	0,903	0,9026
DMU 4	0,6342	0,4401	0,7673	0,4067	0,4902	0,7673	0,8054	0,7673	0,8054	0,838	0,7673
DMU 5	1,0000	1,0000	1,0000	0,8745	0,8623	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,000	1,0000
DMU 6	0,5739	1,0000	0,3850	0,5808	0,3164	0,3851	0,5739	1,0000	0,5808	1,000	1,0000
DMU 7	1,0000	1,0000	0,9458	1,0000	0,9528	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,000	1,0000
DMU 8	0,4838	0,3604	1,0000	0,5000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,000	1,0000
DMU 9	1,0000	0,4980	0,6709	1,0000	0,5447	0,6709	1,0000	0,7150	1,0000	1,000	0,7966
DMU 10	0,5243	0,5243	0,7326	1,0000	1,0000	1,0000	0,7326	0,7326	1,0000	0,733	1,0000
DMU 11	0,4743	0,5101	0,6871	0,3520	0,4901	0,6871	0,7062	0,7323	0,7062	0,732	0,7866
DMU 12	0,4424	0,5091	0,7987	0,3175	0,5237	0,7987	0,7987	1,0000	0,7987	1,000	1,0000
DMU 13	0,5341	0,6548	0,8821	0,4102	0,5775	0,8821	0,8821	0,9401	0,8821	0,940	0,9914
DMU 14	0,4542	0,5569	0,5848	0,2442	0,2640	0,5848	0,5896	0,6196	0,5896	0,620	0,6196
DMU 15	0,3048	0,3278	0,5143	0,1958	0,3213	0,5143	0,5253	0,6439	0,5253	0,741	0,6439
DMU 16	0,5230	0,5756	0,6793	0,3289	0,3986	0,6793	0,6984	0,7216	0,6984	0,722	0,7216
Eficiência Média	0,6182	0,6299	0,7665	0,5137	0,5640	0,7866	0,8142	0,8534	0,8314	0,8817	0,8820
DMUs na fronteira	3	3	2	3	2	4	5	6	6	7	7
S_{EF}	0,41336	0,45957	1,00000	0,00000	0,19919	0,00000	0,41350	1,00000	0,00000	0,99383	1,00000
S_{DIS}	0	0	1	0	1	1	0,5	0	1	0	0
S	0,20668	0,22978	1,00000	0,00000	0,59959	0,50000	0,45675	0,50000	0,50000	0,49692	0,50000

2ª FASE: Multicritério Combinatório Por Cenário						
Qtde Variáveis	2 (1X1)	3 (1X2)	3 (2X1)	4 (2X2)	4 (2X2)	5 (3 X 2)
Input	RH	RH	GP RH	MA RH	GP RH	MA GP RH
Output	OC	OC VC	OC	OC VC	OC VC	OC VC
DMU 1	0,9383	0,9383	1,0000	1,0000	1,0000	1,000
DMU 2	0,8256	0,8256	0,8799	0,8564	0,8832	0,883
DMU 3	0,8520	0,8520	0,9026	0,8590	0,9026	0,903
DMU 4	0,7673	0,7673	0,7673	0,8054	0,7673	0,805
DMU 5	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,000
DMU 6	0,3850	0,3851	1,0000	0,5808	1,0000	1,000
DMU 7	0,9458	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,000
DMU 8	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,000
DMU 9	0,6709	0,6709	0,7150	1,0000	0,7966	1,000
DMU 10	0,7326	1,0000	0,7326	1,0000	1,0000	1,000
DMU 11	0,6871	0,6871	0,7323	0,7062	0,7866	0,790
DMU 12	0,7987	0,7987	1,0000	0,7987	1,0000	1,000
DMU 13	0,8821	0,8821	0,9401	0,8821	0,9914	0,991
DMU 14	0,5848	0,5848	0,6196	0,5896	0,6196	0,620
DMU 15	0,5143	0,5143	0,6439	0,5253	0,6439	0,741
DMU 16	0,6793	0,6793	0,7216	0,6984	0,7216	0,722
Eficiência Média	0,7665	0,7866	0,8534	0,8314	0,8820	0,9034
DMUs na fronteira	2	4	6	6	7	8
S _{EF}	0,00000	0,14678	0,63486	0,47378	0,84382	1,00000
S _{DIS}	1,0000	0,6667	0,3333	0,3333	0,1667	0,0000
S	0,50000	0,40672	0,48410	0,40356	0,50524	0,50000

$$0 \geq S_{EF} \geq 1$$

$$S_{EF} = \frac{(Ef Média) - (Ef Média Min)}{(Ef Média Max) - (Ef Média Min)}$$

$$0 \geq S_{DIS} \geq 1$$

$$S_{DIS} = \frac{(Qtde DMU front) - (Qtde Max DMU front)}{(Qtde Min DMU front) - (Qtde Max DMU front)}$$

$$0 \geq S \geq 1$$

$$S = \alpha S_{EF} + (1 - \alpha) S_{DIS} \quad \alpha = 0,5$$