



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Leonardo Souza Costa Barros

**APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA) PARA
AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE PEQUENOS FRUTICULTORES DO
NÚCLEO SEIS DO PROJETO DE IRRIGAÇÃO SENADOR NILO
COELHO**

Juazeiro - BA
2016

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Leonardo Souza Costa Barros

**APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA) PARA
AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE PEQUENOS FRUTICULTORES DO
NÚCLEO SEIS DO PROJETO DE IRRIGAÇÃO SENADOR NILO
COELHO**

Monografia apresentada à Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, como requisito para conclusão do curso de Engenharia de Produção.
Orientadora: Msc. Fabiana Gomes dos Passos.

Juazeiro - BA
2016

B277a Barros, Leonardo Souza Costa.
Aplicação da Análise Envoltória de Dados(DEA) para avaliação da eficiência de pequenos fruticultores do núcleo seis do projeto de irrigação Senador Nilo Coelho/Leonardo Souza Costa Barros. --Juazeiro, 2016. 60f. : il.; 29 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro-BA, 2016.

Orientadora: Professora Msc. Fabiana Gomes dos Passos.

1.Fruticultura. 2. Análise envoltória de dados. I.Título. II.Passos, Fabiana Gomes dos. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 634

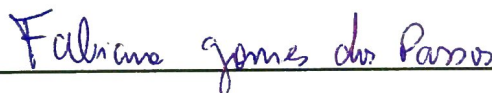
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

FOLHA DE APROVAÇÃO

Leonardo Souza Costa Barros

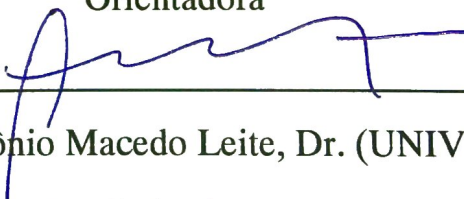
**APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA) PARA
AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE PEQUENOS FRUTICULTORES DO
NÚCLEO SEIS DO PROJETO DE IRRIGAÇÃO SENADOR NILO
COELHO**

Monografia apresentada como requisito para a conclusão do curso de Engenharia de
Produção- da Universidade Federal do Vale do São Francisco.



Fabiana Gomes dos Passos, Msc. (UNIVASF)

Orientadora



Ângelo Antônio Macedo Leite, Dr. (UNIVASF)

Avaliador interno



Francisco Ricardo Duarte, Dr. (UNIVASF)

Avaliador Externo

Aprovado pelo Colegiado de Engenharia de Produção em 31 / 08 / 2016

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por todas as coisas, tenho fé no poder d'Ele e nada sou sem Ele, pois me acompanha e me protege em diversos momentos da minha vida.

Agradeço aos meus pais que se dedicaram e não fraquejaram ao batalhar pela minha educação e também dos meus irmãos, me sinto grato pelos valores e princípios que me foram passados, eu tenho certeza que levo para toda a vida.

Agradeço dentre os familiares, em especial os de mais idade, avôs e avós, tios-avôs e tias-avós, alguns já não estão mais entre nós, mas que se doaram bastante para que tudo isto esteja acontecendo, além de passarem toda a experiência de vida para os mais jovens.

Agradeço a minha amada Alane Santos por ter me acompanhado nessa trajetória desde o começo curso e me ajudou a me manter motivado e otimista com as situações, tenho grande consideração por ela aturar meus defeitos, mas também reconhecer minhas virtudes.

Agradeço aos amigos que sempre fizeram com que o curso se tornasse mais divertido e descontraído, especialmente o pessoal da turma 2010.2, na qual ingressei.

Agradeço aos melhores amigos por estarem presentes no meu dia a dia e tornarem minha vida diferente, são eles: Luan Santos, Danillo Xavier, Tamires Lago, Thamires Tavares, e tantos outros, agradeço por me darem todo esse suporte.

Agradeço a Associação dos Produtores Rurais do Núcleo Seis, ao seu presidente Jadiel Barros e todos os produtores que colaboraram compartilhando seus dados e dedicando tempo para que este trabalho pudesse ser realizado.

A Fabiana Passos, a minha orientadora. Ela é com certeza uma pessoa muito prestativa e não mediu esforços para me ajudar com o projeto, e me mostrar temas e caminhos que antes eu não havia pensado.

Agradeço aos professores do Colegiado de Engenharia de Produção, em especial ao professor Abdinardo Oliveira, por ter dado a oportunidade de aprender muito sobre Excel e outras ferramentas que utilizo até hoje.

Dedico este trabalho aos meus familiares e amigos, bem como todos aqueles que vieram antes de mim e conquistaram muito para a região com bastante suor e dificuldade.

Barros, Leonardo Souza Costa. **APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA) PARA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE PEQUENOS FRUTICULTORES DO NÚCLEO SEIS DO PROJETO DE IRRIGAÇÃO SENADOR NILO COELHO**. Monografia. Juazeiro (BA). Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2016.

RESUMO

A falta de gerenciamento dos recursos de produção é ainda um grande problema em diversos ramos de negócio, não sendo diferente para os pequenos fruticultores de modo geral, tudo isto leva a ser realizada algum tipo de análise de eficiência dos mesmos, para poder entender melhor como estão empregando os seus recursos ou inputs para se obter a produção ou outputs. Para realizar essa análise, buscou-se uma associação de pequenos fruticultores localizada no Núcleo Seis do Perímetro de Irrigação Senador Nilo Coelho, para se obter os dados acerca de custos e receitas com suas respectivas propriedades. Foram elencados os pequenos fruticultores mais eficientes através da Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis-DEA*). O modelo de DEA utilizado foi o de Banker, Charnes e Cooper (BCC) também chamado de Retornos Variáveis de Escala, orientado a inputs. Foi utilizado o Método Multicritério para Seleção de variáveis em DEA ou *Multicriteria Decision Aid* (MCDA) (Problemática da escolha $P\alpha$). Verificou-se que 4 dos 11 produtores estudados foram considerados eficientes, entretanto, apenas um serviu como *benchmark* (referência) para a maioria dos produtores ineficientes.

Palavras-chaves: Análise Envoltória de Dados, eficiência, fruticultura, *inputs*, *outputs*, Multicritério.

Barros, Leonardo Souza Costa. **APPLICATION OF DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA) TO EVALUATE THE EFFICIENCY OF SMALL SCALE FRUIT GROWERS IN CORE SIX OF THE IRRIGATION PROJECT SENADOR NILO COELHO**. Monograph. Juazeiro (BA). Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2016.

ABSTRACT

The Lack of management of production resources is still a major problem in many branches of business, no different for small fruit growers in general, this all leads to be held some kind of efficiency analysis thereof, to better understand how they are using their resources or inputs to obtain the production or outputs. To perform this analysis, we sought was a in a small scale fruit growers association located in the Core six of the Irrigation Perimeter Senator Nilo Coelho, to obtain data on costs and revenues to their respective properties. The most efficient small scale fruit growers were ranked through Data Envelopment Analysis (DEA). The DEA model used was the Banker, Charnes and Cooper (BCC) also called Scale Variable Returns, driven to inputs. Was used Multicriteria method for selecting variables in DEA or Multicriteria Decision Aid (MCDA) (Problematic of $P\alpha$ choice). It was found that 4 of the 11 producers that were studied, were considered efficient, however, only one served as a benchmark (reference) for most inefficient producers.

Keywords: Data Envelopment Analysis, Efficiency, Orchardng, Inputs, Outputs, Multicriteria.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1-CULTURAS POR ÁREA EM JUN/2016	31
TABELA 2-DADOS COLETADOS	42
TABELA 3-ESCOLHA DA TERCEIRA VARIÁVEL PARA COMPOR O MODELO	43
TABELA 4-CLASSIFICAÇÃO DOS PRODUTORES PELA MODELAGEM DEA	44
TABELA 5-VARIAÇÃO DOS NÍVEIS DE INPUTS E OUTPUT PARA QUE AS DMUS ATINJAM A FRONTEIRA DE EFICIÊNCIA	45
TABELA 6-RESUMO DAS VARIAÇÕES NECESSÁRIAS	46
TABELA 7-PRINCIPAIS BENCHMARKS PARA AS DMUS INEFICIENTES	47

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1-ETAPAS DA PESQUISA	20
FIGURA 2-ROTAS QUE LEVAM PARA O NÚCLEO SEIS	21
FIGURA 3-IMAGEM DE SATÉLITE DA AGROVILA DO NÚCLEO SEIS	22
FIGURA 4-ALGORITMO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO DE SELEÇÃO DE VARIÁVEIS	25
FIGURA 5-PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DOS INPUTS EM OUTPUTS	26
FIGURA 6-FRUTAS MAIS EXPORTADAS EM 2014	29
FIGURA 7-ESTADOS COM MAIOR EXPORTAÇÃO DE FRUTAS	29
FIGURA 8-PRINCIPAIS COMPRADORES DAS FRUTAS E VEGETAIS DO BRASIL	30
FIGURA 9-COMPARAÇÃO ENTRE DEA (ABORDAGEM NÃO PARAMÉTRICA) E REGRESSÃO(TÉCNICA PARAMÉTRICA)	33
FIGURA 10-AS FRONTEIRAS BCC E CCR	37

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1-VARIÁVEIS RELEVANTES AO ESTUDO	24
QUADRO 2-CLASSIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS	24
QUADRO 3-OCUPAÇÃO ESPACIAL POR TAMANHO DE PRODUTORES	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BCC- Banker, Charnes e Cooper

CCR- Charnes, Cooper e Rhodes

CNA- Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil

CODEVASF- Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba

DEA- *Data Envelopment Analysis* (Análise Envoltória de Dados)

DINC- Distrito de Irrigação Nilo Coelho

DMU- *Decision Making Units* (Unidades que Tomam Decisões)

MCDA- *Multicriteria Decision Aid*(Apoio Multicritério a Decisão)

RIDE- Região Integrada de Desenvolvimento Econômico

SBF- Sociedade Brasileira de Fruticultura

S- Critério síntese, soma ponderada ou média aritmética entre SEF e SDIS

SDIS- Variável descritora de impacto do critério “máxima discriminação”

SEBRAE- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SEF- Variável descritora de impacto do critério “melhor ajuste à fronteira”

SIAD- Sistema Integrado de Apoio à Decisão

SUVALE- Superintendência do Vale do São Francisco

VBP- Valor Bruto da Produção

Sumário

1.	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Tema	13
1.2	Problemática	13
1.3	Justificativa	15
1.4	Estrutura do trabalho	16
2.	OBJETIVOS.....	17
2.1	Geral	17
2.2	Específicos	17
3.	METODOLOGIA.....	18
3.1	Tipo e Natureza da Pesquisa	18
3.2	Etapas da Pesquisa	19
3.3	Campo de atuação	20
3.3.1	O Núcleo Seis	21
3.3.2	A Associação dos Produtores Rurais do Núcleo Seis	22
3.4	Procedimentos de coleta de dados	22
3.5	Seleção das Variáveis	23
3.6	Tratamento dos dados	26
4.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	28
4.1	A Fruticultura no Brasil e no sub-médio do Vale do São Francisco	28
4.2	Eficácia, Produtividade e Eficiência	31
4.3	Análise Envoltória de Dados (DEA)	33
4.3.1	O Modelo CCR	34
4.3.2	O Modelo BCC	35
4.4	O SIAD	37
4.5	Apoio Multicritério a Decisão – MCDA	38
4.5.1	Problemáticas de Apoio a Decisão	39
4.6	Estudos utilizando DEA associado ao algoritmo do Método Multicritério de seleção de variáveis	40
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
6.1	Sugestões para trabalhos futuros	49
	REFERÊNCIAS.....	50
	APÊNDICE A- Questionário.....	56
	ANEXOS.....	57

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país que se destaca no cenário do agronegócio mundial mostrando números expressivos em termos de exportação da produção agropecuária, que mesmo em tempos de crise, mostra o quão é importante para o país. Segundo a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), em 2016, o Valor Bruto da Produção (VBP) da agropecuária deverá ser de R\$ 529,9 bilhões, resultado que equivalerá a um aumento de 2,7% em comparação com as estimativas para 2015. Outro ponto destacado pela CNA é que, enquanto os outros setores da economia fecharam 900 mil vagas de emprego, a agropecuária assegurou um saldo positivo de 75 mil vagas de Janeiro a Outubro de 2015. “Isso mostra a importância do setor tanto no aspecto econômico como social do País”, disse o superintendente técnico da CNA, Bruno Lucchi (PORTAL BRASIL, 2016).

Uma região que vemos destacar-se é a Região Administrativa Integrada de Desenvolvimento – RIDE do Polo Petrolina/PE e Juazeiro/BA, é constituída pelos municípios de Lagoa Grande, Orocó, Petrolina, Santa Maria da Boa Vista, no Estado de Pernambuco, e pelos municípios de Casa Nova, Curaçá, Juazeiro e Sobradinho, no Estado da Bahia. (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2011).

Concluindo o ano de 2015 como a segunda cidade que mais exporta em Pernambuco, Petrolina fechou o ano com um superávit de US\$ 153.462.690,00. O município Pernambucano é responsável por 60% das exportações da Região Integrada de Desenvolvimento Econômico – RIDE. O êxito econômico deve-se à fruticultura irrigada, principal fonte econômica do município. Todos os investimentos em técnicas de irrigação estabelecidos no município favoreceram o cultivo de manga e uva e a expansão de sua rede comercial produtiva para a Europa, Estados Unidos, Japão e outros lugares. A exportação da manga cresceu em 1,48%, entre 2005 a 2015 (PREFEITURA DE PETROLINA, 2016).

Entretanto, apesar de números que aparentam mostrar bons resultados, a fruticultura no Brasil apresenta, segundo o SEBRAE (2015), seis grandes desafios que podem ser transformados em oportunidades: Logística; Desenvolvimento das exportações; Práticas sustentáveis; Controle de pragas e doenças; Desperdício de frutas; Gestão de empreendimentos rurais.

Inicialmente, em conversas com o presidente da Associação dos produtores rurais do núcleo seis do Distrito de Irrigação Nilo Coelho, verificou-se que os pequenos produtores da associação encontram-se com problemas na gestão e controle dos recursos empregados na produção, mas também com a falta de compreender os impactos causados pela má gestão,

cada qual tem situações diferenciadas em certos aspectos tanto de estrutura de custos, bem como produção e receitas geradas por tais produções, tornando se necessário um estudo sobre quais estão sendo mais eficientes do que os demais, pois podem servir de elemento balizador para os menos eficientes tornarem-se mais eficientes.

Pois, para grande maioria dos produtores, é importante saber seu nível de utilização de insumos, em termos de eficiência, em relação aos produtores que se assemelham. Ainda que seja o mais eficiente, cabe buscar quais melhorias ainda podem ser realizadas ou saber como pode se superar. Esse é um ponto crucial na busca pela melhoria contínua, porque exige inovar, ou seja, percorrer caminhos desconhecidos, pelo menos para os agricultores da mesma classe (ALVES & GOMES, 1998).

Como forma de se analisar a eficiência do grupo estudado, buscou-se a Análise Envoltória de Dados (DEA), que constitui-se em um enfoque não paramétrico (não se submete a condições parametrizadas das análises estatísticas e econométricas) baseado em programação matemática linear para estimar a fronteira de possibilidades de produção (FERREIRA e GOMES, 2009). Já que para Steffanello *et al.* (2009), o estudo da análise de desempenho de unidades agrárias vem se tornando cada vez mais comum, principalmente com a utilização de métodos com base em análise não-paramétrica, como, por exemplo, a aplicação de DEA. O que atrai pesquisadores de várias áreas é a eficiência obtida nos resultados.

Mello *et al.*,(2005), expõem que há importantes distinções na forma de avaliar a quantidade mencionada. 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 se encontra a Análise de Envoltória de Dados (DEA), não fazem nenhuma suposição funcional e consideram que o máximo poderia ter sido produzido é obtido por meio da observação das unidades mais produtivas.

1.1 Tema

Este trabalho está relacionado com a área de Pesquisa Operacional, conforme regulamentação da Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO, 2016).

1.2 Problemática

Quando falamos de insumos que em seguida serão transformados em produtos finais, vamos observar que a produtividade por si só não vai distinguir se realmente estamos sendo eficientes ou não, mas poderemos verificar tal fato, quando realizarmos alguns comparativos das respectivas produtividades de diversas unidades produtivas. Para vários ramos de negócio, é de suma importância ter o conhecimento do desempenho, para corrigir suas falhas, sem mencionar a importância da mitigação de desperdícios que é algo tão buscado e que move muitas pesquisas, pois os recursos são bastante limitados. Na fruticultura irrigada, todo esse assunto não está distante, e ainda mais em um cenário em que o DINC registra o total de 1961 lotes de pequenos produtores, na qual a região do sub-médio do São Francisco se destaca pela sua produção tanto voltada para o mercado interno quanto o externo.

Segundo Thanassoulis (2001), a Análise Envoltória de Dados (DEA) foi inicialmente desenvolvida como um método de apoio para a comparação da eficiência organizacional de unidades de negócios como filiais de bancos, escolas, departamentos e restaurantes hospitalares, entre outros. Por meio desse tipo de estudo é possível analisar o impacto dos insumos nos resultados de um DMU (Unidades Tomadoras de Decisões), quais os insumos que estão mais relacionados com a geração de valor, quais as possibilidades de otimização no uso destes e, conseqüentemente, como otimizar os ganhos da organização, através da melhoria de cada unidade de negócio.

Sobre o histórico do Projeto de Irrigação Senador Nilo Coelho, o DINC (2016), apresenta que, em 1969 a Superintendência do Vale do São Francisco (SUVALE) realizou estudo de viabilidade técnico-econômico para uma área de 6.000 ha. Em 1977 a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba (CODEVASF) contratou a elaboração de um projeto executivo visando implantar a agricultura irrigada como alternativa de desenvolvimento da região Petrolina-Juazeiro. As obras do projeto original e suas ampliações foram estabelecidas entre os anos de 1979 a 1983, ano em que foi realizado o primeiro assentamento de produtores. O projeto passou a ser um perímetro público com 41.000 hectares de área total, sendo 22.949 hectares destinados para agricultura irrigada.

Inicialmente, em conversas com o presidente da Associação dos produtores rurais do núcleo seis do Distrito de Irrigação Nilo Coelho, verificou-se que os pequenos produtores da associação encontram-se com problemas na gestão e controle dos recursos empregados na produção, mas também com a falta de compreender os impactos causados pela má gestão, cada qual tem situações diferenciadas em certos aspectos tanto de estrutura de custos, bem como produção e receitas geradas por tais produções, tornando se necessário um estudo sobre quais estão sendo mais eficientes do que os demais, pois podem servir de elemento balizador

para os menos eficientes tornarem-se mais eficientes.

Dessa forma, este trabalho se propõe através da Análise Envoltória de Dados (DEA), responder a seguinte pergunta: **Dentre os pequenos produtores de frutas da Associação dos Produtores Rurais do Núcleo Seis, quais podem ser avaliados em situação de eficiência ou não eficiência, comparados entre eles?**

1.3 Justificativa

O Pólo Frutícola Petrolina/Juazeiro situado no Semi-árido brasileiro é uma área que vivenciou uma significativa transformação do seu espaço agrário depois de receber investimentos do Estado para o aprimoramento da sua atividade agrícola. Os investimentos nas técnicas de irrigação favoreceram os produtores a cultivar culturas mais valorizadas no mercado, como também expandir sua rede comercial para o exterior (ARAÚJO e SILVA, 2013).

A RIDE do polo Petrolina–Juazeiro foi definida pelo Congresso Nacional como região prioritária para aplicação de investimentos que venham minimizar as desigualdades socioeconômicas. Como potencialidades, a Região constitui-se hoje em um polo de desenvolvimento tecnológico da fruticultura irrigada. Tornou-se o segundo polo vitivinicultor do Brasil, com produção anual de 7 milhões de litros de vinho 15% da produção nacional, sendo que, desse percentual, 30% são vinhos finos, premiados nacional e internacionalmente, produzidos nas oito vinícolas instaladas nos municípios pernambucanos de Lagoa Grande e Santa Maria da Boa Vista e em Casa Nova, na Bahia (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2011).

Para qualquer produtor, é importante saber seu nível de utilização de insumos, em termos de eficiência, em relação aos produtores que se assemelham. Ainda que seja o mais eficiente, cabe buscar quais melhorias ainda podem ser realizadas ou saber como pode se superar. Esse é um ponto crucial na busca pela melhoria contínua, porque exige inovar, ou seja, percorrer caminhos desconhecidos, pelo menos para os agricultores da mesma classe (ALVES & GOMES, 1998).

Os preços negociados na fruticultura seguem bastante a lei da oferta e demanda e muitas vezes os produtores vendem toda sua produção fora da realidade dos recursos gastos, sem mencionar que, faltam estudos atualizados na fruticultura da região do sub-médio do São Francisco e falta de intercâmbio entre os produtores com relação ao compartilhamento de informações das boas decisões, que é de grande importância para estimular o *benchmarking*

(avaliação em relação aos concorrentes, visando adotar as melhores práticas) entre os produtores, já que estando em associação, se fortalecem de forma a poder otimizar seus custos e receitas a fim de alcançarem juntos, a sustentabilidade financeira do negócio, fortalecendo a Associação de modo geral.

O estudo da análise de desempenho de unidades agrárias vem se tornando cada vez mais comum, principalmente com a utilização de métodos com base em análise não-paramétrica, como, por exemplo, a aplicação de DEA. O que atrai pesquisadores de várias áreas é a eficiência obtida nos resultados (STEFFANELLO *et al.*, 2009). Sem mencionar que, será possível localizar os produtores que não estão sendo eficientes, e, em quais recursos eles estão aproveitando de forma pior.

1.4 Estrutura do trabalho

A estrutura deste trabalho é composta por seis capítulos, neste primeiro, abordamos todas as questões relacionadas ao tema, problemática e justificativa do estudo. No segundo capítulo são apresentados os objetivos, o geral e os específicos da pesquisa. O terceiro capítulo é dedicado a mostrar todos os assuntos a cerca da metodologia que foi utilizada na realização da pesquisa.

O quarto capítulo nos apresenta uma síntese teórica dos conceitos que guiam todo esse trabalho, trazendo a experiência de outros trabalhos com temática parecida e conceitos de autores, com o intuito de embasar e enriquecer a pesquisa. No quinto capítulo, são apresentados os resultados e discussões acerca do que foi alcançado. Por fim, no sexto capítulo está reservado para as conclusões e sugestões para futuros trabalhos.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar a performance relacionada a eficiência dos produtores dentro da Associação dos Produtores Rurais do Núcleo Seis.

2.2 Específicos

- Identificar as variáveis ligadas à produção, através do presidente da associação;
- Coletar os dados dos produtores de acordo com as variáveis listadas inicialmente;
- Utilizar o Método Multicritério de Seleção de Variáveis em modelos DEA proposto por Senra, Nanci e Mello, (2004), para selecionar variáveis pertinentes ao modelo, colaborando com melhor discriminação entre eficientes e não eficientes;
- Aplicar o modelo BCC (de Banker, Charnes e Cooper) orientado a *inputs*, pertencente à Análise Envoltória de Dados (DEA), pois com a orientação aos *inputs*, mostra-se a possibilidade dos produtores reduzirem os seus custos de produção a partir da identificação dos insumos que possuem maior impacto;
- Realizar comparativo, identificando os produtores com maior eficiência da produtividade, a partir dos seus custos de produção e seu *benchmark* (referência para os demais).

3. METODOLOGIA

Segundo Lakatos e Marconi (2005), o método é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo. Já no portal Significados (2016), diz que a Metodologia é uma palavra derivada de “método”, do Latim “*methodus*” cujo significado é “caminho ou a via para a realização de algo”. Método é o processo para se atingir um determinado fim ou para se chegar ao conhecimento. Metodologia é o campo em que se estuda os melhores métodos praticados em determinada área para a produção do conhecimento.

Nesta secção é abordada a metodologia escolhida para a concretização desta pesquisa, mostrando em qual tipo se encaixa, bem como a natureza da mesma, e também, todas as etapas da pesquisa, abordando todo o processo para coletar e tratar os dados.

3.1 Tipo e Natureza da Pesquisa

Para Ganga (2012, p.203), a compreensão dos propósitos de uma pesquisa é um importante passo para decidir quais os métodos e instrumentos de coleta de dados utilizarem. Gil (2002), afirma que as pesquisas estão classificadas em três grandes grupos: exploratórias, descritivas e explicativas.

Pesquisas exploratórias, segundo Gil (2002, p. 42) têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de idéias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado. Na maioria dos casos, essas pesquisas envolvem: (a) levantamento bibliográfico; (b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e (c) análise de exemplos que “estimulem a compreensão”.

As pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis. São inúmeros os estudos que podem ser classificados sob este título e uma de suas características mais significativas está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistemática (GIL, 2002).

As pesquisas explicativas têm como preocupação central identificar os fatores que

determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Esse é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas. Por isso mesmo, é o tipo mais complexo e delicado, já que o risco de cometer erros aumenta consideravelmente (GIL, 2002).

Sobre as pesquisas quantitativas, Ganga (2012, p.208) diz que muitos autores de metodologia científica atribuem um rótulo de pesquisa quantitativa à capacidade de se quantificar e confirmar estatisticamente as relações de causa e efeito que ocorrem entre as variáveis de pesquisa, que explicariam os fatores que influenciam um determinado fenômeno. Dessa maneira, seria possível, por meio de pesquisas quantitativas, aceitar ou rejeitar estatisticamente as hipóteses declaradas no processo de pesquisa. No entanto, é um equívoco formalizar que toda pesquisa quantitativa necessita de uma postura confirmatória das hipóteses da pesquisa. Em muitas situações, o pesquisador não tem ainda uma ideia clara e específica sobre o nível ou o tipo de relacionamento entre as variáveis de pesquisa.

O método de pesquisa *survey* é quantitativo, e sua escolha deve estar associada aos objetivos da pesquisa, para o autor tanto os métodos qualitativos quanto os quantitativos possuem vantagens e desvantagens. O método *survey* é pertinente quando o pesquisador pretende investigar o que, porque, como ou quanto se dá determinada situação, não sendo possível através do método, determinar variáveis dependentes e independentes, a pesquisa dá-se no momento presente ou recente e trata situações reais do ambiente (FREITAS *et al.*, 2000).

São etapas de um *survey* típico: definição do objetivo da pesquisa, definição da população e da amostra, elaboração do(s) questionário(s), coleta de dados (ou trabalho de campo), processamento dos dados, análise dos dados e divulgação dos resultados (DUARTE, 2010).

Portanto, esta pesquisa caracteriza-se como exploratória, assumindo a forma de um *survey*, pois contempla várias peculiaridades como, por exemplo, o levantamento bibliográfico, o contato direto com os envolvidos com o problema pesquisado, através de aplicação de questionários buscando explorar uma situação real. Quanto à abordagem do problema caracteriza-se como quantitativa, porque foi feita a quantificação da produtividade para a comparação dos pequenos produtores, buscando compreender os porquês de alguns estarem melhores do que outros.

3.2 Etapas da Pesquisa

A figura 1 expõe a sequência na qual ocorreram as diversas etapas da pesquisa:

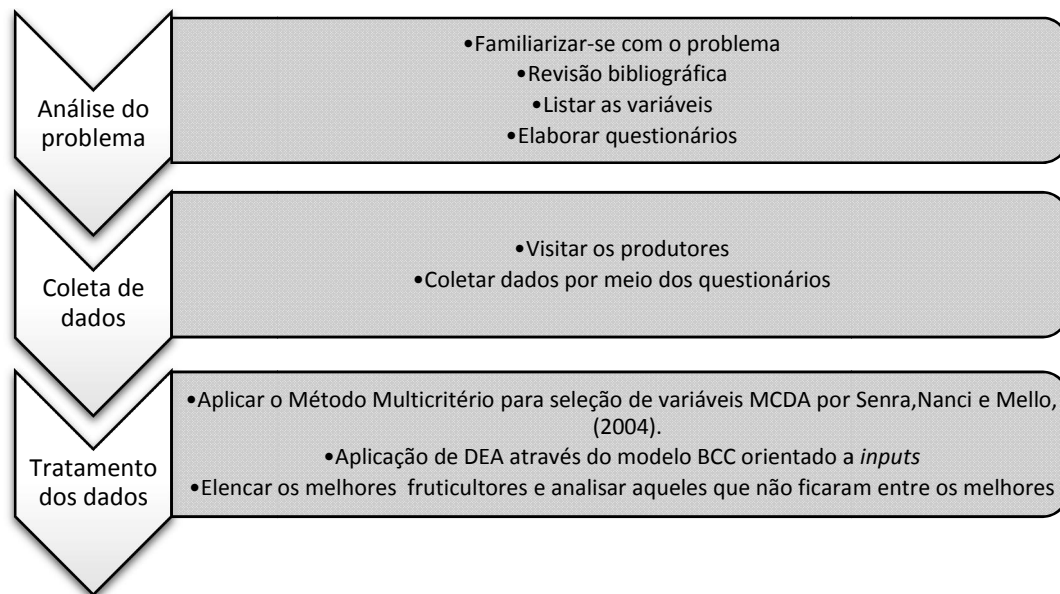


Figura 1-Etapas da pesquisa

Fonte: Autor

A primeira etapa tratou-se de habituar e contextualizar com o tema e o problema, realizando então pesquisa bibliográfica em estudos de natureza semelhante, construindo o embasamento teórico desta pesquisa, utilizando-se de artigos publicados e também de livros.

O foco da segunda etapa se deu, nos pequenos produtores, coletando os dados *in loco* através de questionário (Apêndice A), sobre as variáveis listadas pelo presidente da associação, os dados foram divididos em duas categorias: *Inputs* e *Outputs*. Além de que os produtores são respectivamente chamados de *Decision Making Units* (DMU's ou Unidades que Tomam Decisões).

Na terceira etapa ocorreu a tabulação dos dados obtidos, sendo realizado o Método Multicritério de Seleção de Variáveis em modelos DEA, dando seguimento para a Análise Envoltória dos Dados, pelo método BCC (Banker, Charnes e Cooper) a partir das variáveis selecionadas levando a elencar os produtores mais eficientes do grupo estudado, direcionando para as interpretações feitas acerca das performances individuais.

Com isso, a seguinte pesquisa tem como propósito aplicar o método DEA de forma longitudinal aos dados coletados dos pequenos produtores do núcleo seis do Distrito de Irrigação Nilo Coelho com a finalidade de identificar os pequenos produtores mais eficientes e os não eficientes para avaliar os quesitos que os diferenciaram.

3.3 Campo de atuação

Nesta seção será explanado o máximo acerca do ambiente onde foi realizada esta pesquisa, bem como antes, primeiramente em uma visão macro, para depois adentrar no campo específico da concretização desta pesquisa.

3.3.1 O Núcleo Seis

Ao todo o perímetro contém Doze Núcleos, o Núcleo Seis do Perímetro de Irrigação Nilo Coelho pertinente a este trabalho, localiza-se na cidade de Petrolina-PE e segundo o DINC, é composto por 140 lotes, sendo 136 de pequenos produtores e 4 médios produtores. Segundo a CODEVASF, o N6 conta com uma área total de 1.044 ha e os principais sistemas de irrigação utilizados são micro-aspersão e aspersão (vide ANEXO A). Nas figuras 2, podemos ver a localização através do *Google Maps*:

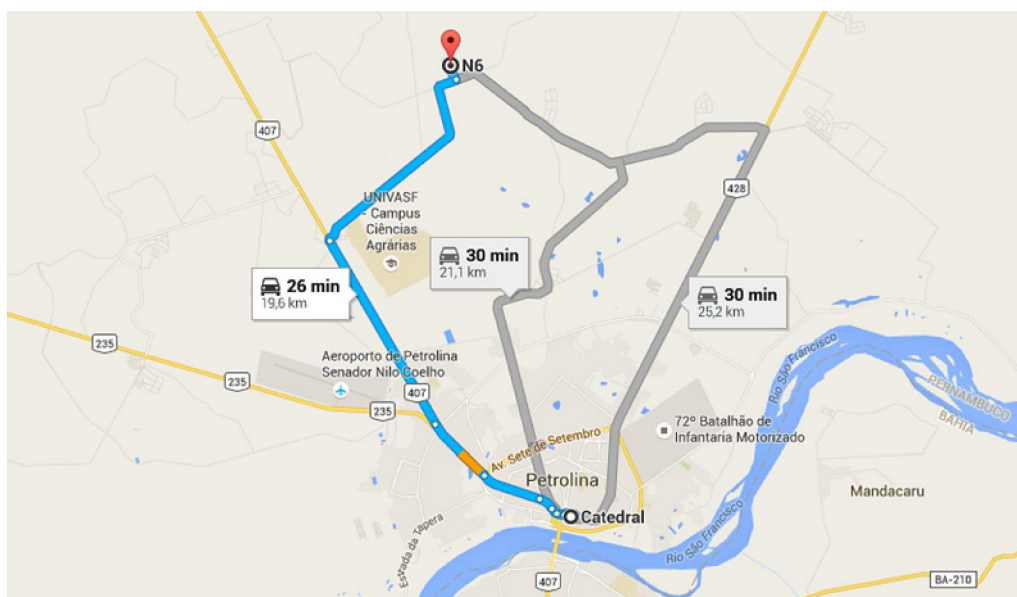


Figura 2-Rotas que levam para o Núcleo Seis

Fonte: Elaborado pelo Autor, através do Google Maps.

Ainda, pelo *Google Maps*, podemos ter a vista por imagens de satélites, na figura 3, temos a vista da Agrovila correspondente ao Núcleo 6 do projeto de Irrigação Nilo Coelho:

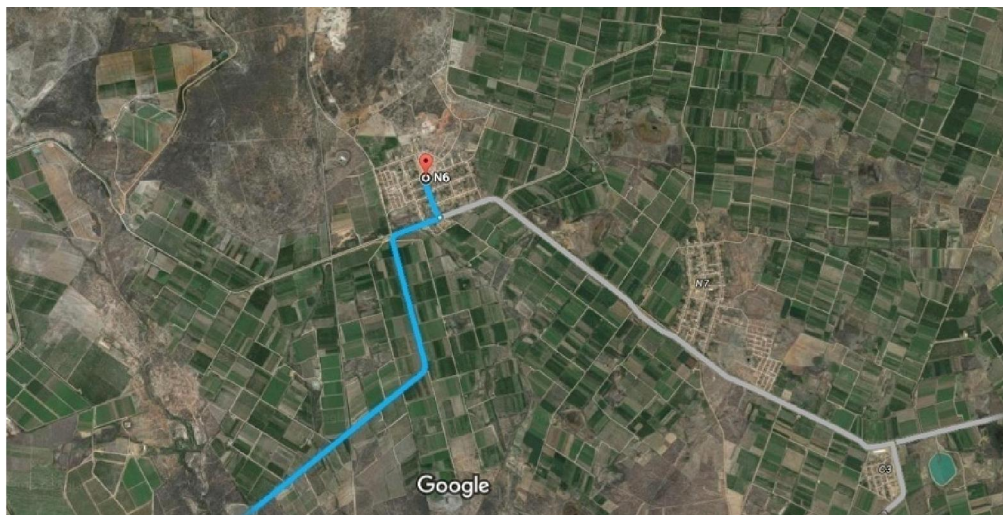


Figura 3-Imagem de satélite da Agrovila do Núcleo Seis

Fonte: Elaborado pelo próprio Autor, através do Google Maps.

Nos ANEXOS B e C deste trabalho, encontram-se, respectivamente, a planta com as delimitações de todo o Perímetro de Irrigação e as delimitações do Núcleo seis, com os lotes devidamente divididos, todos os arquivos das plantas foram cedidos pela CODEVASF.

3.3.2 A Associação dos Produtores Rurais do Núcleo Seis

O *survey* foi realizado com os pequenos produtores da Associação dos Produtores Rurais do Núcleo Seis, localizada no Perímetro de Irrigação Nilo Coelho, Petrolina-PE. A associação é uma organização sem fins lucrativos, fundada em 1999, voltada para as questões da comunidade em que estava inserida. No ano de 2004, ampliou sua visão, reformulou o seu Estatuto Social e assumiu o papel de organizar a produção e assessorar na comercialização dos produtos nos mercados internos e externos, buscando sempre a otimização dos resultados, atuando como um elo entre o sócio (produtor) e o comprador. Ao todo são 64 pessoas associadas que produzem: Banana, Goiaba, Manga, Abóbora, Melancia, Mandioca. A escolha de tal campo de pesquisa deve-se por estar abordando produtores que buscam destaque e ter maior competitividade no mercado, sem mencionar a falta de estudos realizados com eles, existe muito para ser explorado.

3.4 Procedimentos de coleta de dados

Lakatos e Marconi (2005, p. 160) afirmam que para a obtenção de dados podem ser utilizados três procedimentos: pesquisa documental, pesquisa bibliográfica e contatos diretos. A pesquisa bibliográfica é um apanhado geral sobre os principais trabalhos já realizados,

revestidos de importância, por serem capazes de fornecer dados atuais e relevantes relacionados com o tema. O estudo da literatura pertinente pode ajudar a planificação do trabalho, evitar publicações e certos erros, e representa uma fonte indispensável de informações, podendo até orientar as indagações.

A investigação preliminar – estudos exploratórios – deve ser realizada através de dois aspectos: documentos e contatos diretos. Os principais tipos de documentos são:

- a) **Fontes Primárias** – dados históricos, bibliográficos e estatísticos; informações, pesquisas e material cartográfico; arquivos oficiais e particulares; registros em geral; documentação pessoal (diários, memórias, autobiografias); correspondência pública ou privada, etc.
- b) **Fontes Secundárias** – imprensa em geral e obras literárias.

Os contatos diretos, pesquisa de campo ou de laboratório são realizados com pessoas que podem fornecer dados ou sugerir possíveis fontes de informações úteis (LAKATOS e MARCONI, 2005).

Dentre os vários procedimentos para a realização da coleta de dados, esta pesquisa se utilizará das seguintes técnicas:

- Observação;
- Entrevista;
- Questionário;
- Coleta Documental.

O foco se encontra, nos pequenos produtores, coletando os dados *in loco* sobre as variáveis listadas pelo presidente da associação e os dados divididos em duas categorias: *Inputs* e *Outputs*. Além de que os produtores são respectivamente chamados de *Decision Making Units* (DMU's ou Unidades que Tomam Decisões).

3.5 Seleção das Variáveis

Para Mello *et al.*(2005), a escolha das variáveis de entrada e saída deve ser feita a partir de uma ampla lista de possíveis variáveis ligadas ao modelo. Esta listagem permite-nos ter maior conhecimento sobre as unidades a serem avaliadas, explicando melhor suas diferenças. É possível que um grande número de DMUs localize-se na fronteira de eficiência. Isto reduz a capacidade de DEA em discriminar unidades eficientes de ineficientes. Devemos, assim, procurar um ponto de equilíbrio na quantidade de variáveis e DMUs escolhidas, visando aumentar o poder discriminatório de DEA.

Buscando abranger o máximo de variáveis possíveis de serem coletadas, foi exposta uma lista de possíveis critérios, nos quais um conjunto apresentado no quadro 1 foi escolhido pelo presidente da Associação dos Produtores Rurais do Núcleo Seis:

Variáveis
Água (Irrigação)
Fertilizantes e Agrotóxicos
Mão de Obra
Máquinas e Ferramental
Receitas com a Produção

Quadro 1-Variáveis relevantes ao estudo

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Foi estabelecido que todas as variáveis estivessem em uma base mensal, mesmo que fossem coletados os dados por safra, e a mão de obra foi considerada pela quantidade de trabalhadores na propriedade. Além de que, as variáveis foram classificadas entre *Inputs* e *Outputs*, essas relações foram estabelecidas no mesmo momento da listagem em conjunto com o presidente da associação, no quadro 2 pode ser visto a classificação entre *Inputs* e *Outputs*:

Variáveis	Classificação
Água (Irrigação)	<i>Input1</i>
Fertilizantes e Agrotóxicos	<i>Input2</i>
Mão de Obra	<i>Input3</i>
Máquinas e Ferramental	<i>Input4</i>
Receitas com a Produção	<i>Output1</i>

Quadro 2-Classificação das Variáveis

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Após a coleta dos dados, a seleção das variáveis escolhida se deu pelo Método Multicritério para Seleção de variáveis em modelos DEA, que, segundo Soares de Mello *et al.* (2002), deve-se procurar um método de escolha das variáveis que seja um compromisso entre máximo ajuste e máxima discriminação. Com esta finalidade, é proposta uma metodologia *Multicriteria Decision Aid*(MCDA) (Problemática da escolha $P\alpha$) que considera como alternativas as variáveis candidatas a serem inseridas no modelo e como critérios o melhor ajuste a fronteira e a máxima discriminação.

O ajuste à fronteira é medido através da eficiência média e sua normalização cria a variável SEF, descritor de impacto do critério “melhor ajuste à fronteira”, que atinge o valor 1 na eficiência máxima e zero na eficiência mínima. A máxima discriminação é medida pelo número de DMUs eficientes, que se deseja minimizar. A normalização desta medida gera a variável SDIS, descritor de impacto do critério “máxima discriminação”, que atinge valor 1

para o menor número de DMUs na fronteira e zero para o maior número (SENRA, NANJI e MELLO, 2004).

Para selecionar a variável que produz a melhor solução de compromisso e que deve entrar no modelo, agregam-se os dois critérios em um critério síntese, S , através da soma ponderada dos respectivos descritores de impacto, SEF e SDIS (SENRA, NANJI e MELLO, 2004).

A variável que apresentar maior valor de S é incorporada ao modelo e, se o número de variáveis incorporadas não exceder $1/5$ das DMUs, repete-se o processo para incorporar nova variável. Caso contrário, o procedimento está completo, ou seja, todas as variáveis que devem ser incorporadas ao modelo estão selecionadas. O método pode ser descrito pelo algoritmo a seguir na figura 4 (SENRA, NANJI e MELLO, 2004):

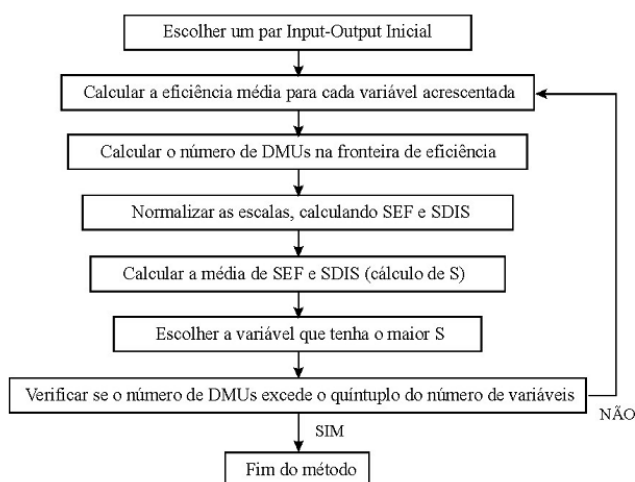


Figura 4-Algoritmo do Método Multicritério de Seleção de Variáveis

Fonte: Senra, Nanci e Mello, 2004.

1. Escolher um par *Input-Output* inicial. Nessa etapa o decisor escolhe qual é o melhor par *Input-Output* para iniciar a análise, tendo como base apenas o seu conhecimento sobre o assunto.

2. Calcular a eficiência média para cada variável acrescentada. Utilizando como base o conjunto de variáveis eleitas é calculada a eficiência média de se inserir cada variável ainda não utilizada.

3. Calcular o número de DMUs na fronteira de eficiência. É contado o número de DMUs 100% eficientes em cada uma das alternativas calculadas na etapa 2.

4. Normalizar as escalas, calculando SEF e SDIS. SEF é a normalização da eficiência média de cada alternativa da etapa 2, é atribuído o valor de 1 a alternativa com maior eficiência média e 0 para a com menor eficiência média, as demais alternativas recebem notas entre 0 e 1 proporcionalmente as suas eficiências médias. Já o SDIS é a normalização da etapa

3, a alternativa com menos DMUs 100% eficientes recebe 1, a com mais DMUs eficientes recebe 0 e as demais como no sistema anterior.

5. Fazer a soma ponderada de SEF e SDIS. É feita a média dos valores de SEF e SDIS, de tal forma que cada alternativa tenha agora um valor S. Essa média, a princípio, deve ser aritmética; entretanto, fica disponível para o decisor a possibilidade de se usar pesos diferenciados para SEF e SDIS.

6. Escolher a variável que tenha maior valor de S. A alternativa que tiver o maior valor de S é considerada a alternativa que melhor concilia uma boa ordenação (alto valor de SDIS) e uma boa relação causal (alto valor de SEF).

7. Verificar se o número de DMUs excede o quádruplo do número de variáveis. Se sim, deve-se reiniciar o processo na etapa 2 caso contrário, deve-se encerrar a escolha de variáveis (SENRA, NANJI e MELLO, 2004).

3.6 Tratamento dos dados

O uso da Análise Envoltória de Dados (DEA), pelo modelo BCC (Banker *et al*, 1984) na qual uma DMU é eficiente se, em sua escala de operação é a que melhor aproveita os *inputs* de que dispõe. O modelo BCC é mais interessante no caso da pesquisa, pois com a orientação aos *inputs*, mostra-se a possibilidade dos produtores reduzirem os seus custos de produção a partir da identificação dos insumos que possuem maior impacto. Mantendo os *outputs* constantes, só que poderão fazer com menos *inputs*. A figura 5 demonstra o processo de transformação que ocorre de acordo com as variáveis listadas:

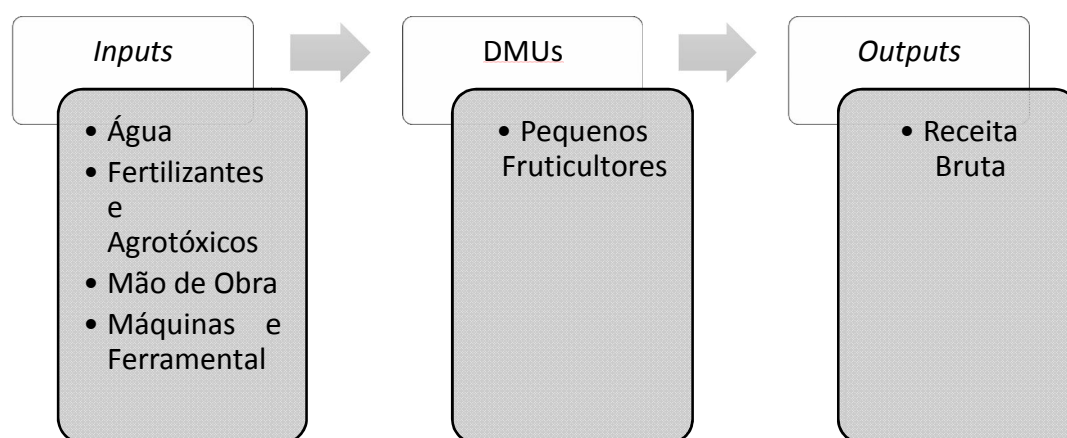


Figura 5-Processo de transformação dos inputs em outputs

Fonte: Elaborado pelo autor.

O tratamento de dados foi feito pelo o software livre SIAD – Sistema Integrado de

Apoio à Decisão (ÂNGULO-MEZA et al., 2003), que se encontra na versão 3.0. A partir do tratamento, elencam-se os produtores mais eficientes e se pode partir para análise das performances.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção vai proporcionar maior familiarização com o trabalho que foi realizado, baseando-se em conceitos que são necessários para o melhor entendimento. Será explanado mais acerca da Análise Envoltória de Dados (DEA) bem como os caminhos que esta análise pode proporcionar.

4.1 A Fruticultura no Brasil e no sub-médio do Vale do São Francisco.

Segundo a Sociedade Brasileira de Fruticultura (SBF), nos anos de 1970, a fruticultura nacional passava por um período de grande expansão, resultante do desenvolvimento de relevantes pesquisas que deram suporte à expansão da área cultivada com frutíferas e aumento nos índices de produtividade. Assim, o Brasil passou a ocupar posição de destaque no cenário internacional, tornando-se o maior exportador de suco de laranja, posição que mantém até os dias atuais. À época da fundação da SBF, o Brasil era o maior produtor mundial de banana, com 430 milhões de cachos anuais, a viticultura ganhava impulso, com destaque para a região do Rio Grande do Sul, que possuía quase 47 mil hectares de uvas para vinho. Além disso, nesse período, o Brasil dava passos decisivos na pesquisa sobre cultivos de espécies de clima temperado (pêssego, figo, ameixa, maçã, nêspera, pêra, marmelo e caqui) e avançava no cultivo intensivo das frutíferas tropicais e subtropicais (caju, coco, abacate, manga, goiaba, mamão, maracujá e abacaxi), algumas no Vale do São Francisco.

De acordo com SEBRAE (2015), o Brasil foi responsável pela produção de 43,6 milhões de toneladas de frutas em 2013, foram utilizados cerca de 2,2 milhões de hectares para a produção de frutas, estima-se que a indústria do processamento consumiu 23,8 milhões de toneladas do total de frutas produzidas e o processamento de frutas atende basicamente os segmentos de sucos, néctares, drinques de frutas e polpas. Em 2014 as oito frutas mais exportadas podem ser vistas na figura 6:



Figura 6-Frutas mais exportadas em 2014

Fonte: SEBRAE, 2015.

Em termos dos Estados que mais exportaram em 2014, o Ceará foi destaque nacional, de acordo com a figura 7:



Figura 7-Estados com maior exportação de frutas

Fonte: SEBRAE, 2015.

Ainda falando sobre exportação, a FreshPlaza (2016), concluiu para o ano de 2015, que as exportações brasileiras de frutas frescas e vegetais foram 16% maior do que no ano de 2014 com 800 mil toneladas exportadas. Em termos de valor monetário, totalizou o valor de 2,1 bilhões de reais, bem maior do que no ano de 2014 que correspondeu a 1,5 bilhões de reais, e o maior importador do Brasil foi a Holanda, que foi responsável por comprar 300 mil toneladas, correspondendo a 38% do total, em segundo lugar foi o Reino Unido com 17%, seguido da Espanha com 12%, e os demais 33% para outros países, podemos visualizar na figura 9:

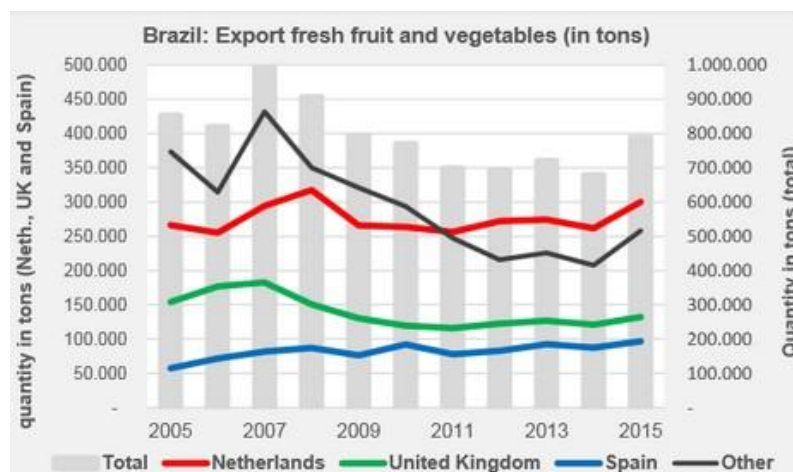


Figura 8-Principais compradores das frutas e vegetais do Brasil

Fonte: FreshPlaza, 2016.

A FreshPlaza (2016) conclui que, em 2015 as vendas foram muito focadas nos países da União Européia, que foram responsáveis por quase 80% da compra de toda a exportação brasileira de frutas e vegetais.

O sub-médio do Vale do São Francisco se mostra importante em todos estes números apresentados até agora, pois tem parcela de contribuição com a produção oriunda dos projetos de irrigação. Ao olharmos para o Perímetro de irrigação Nilo Coelho com seus 12 núcleos, a relação de quantidade de produtores, o DINC, nos fornece, no quadro 3, a ocupação espacial do perímetro total em termos de produtores e área:

CATEGORIA		TOTAL	ÁREA MÉDIA
GRANDES EMPRESAS	nº	47	ACIMA 50,00 ha
	Há	6.139,10	
PEQ. E MÉDIAS EMPRESAS	nº	309	DE 7,10 a 50,00 ha
	Há	5.231,35	
PEQUENOS PRODUTORES	nº	1961	ATÉ 7,00 há
	Há	11.634,41	

Quadro 3-Ocupação Espacial por tamanho de produtores

Fonte: DINC, 2016.

Ou seja, 1.961 lotes de pequenos usuários e 356 pequenas, médias e grandes empresas, que em termos de percentual, 50,57% do perímetro é composto por pequenos produtores. Sobre as frutas mais cultivadas, os números em termos de área plantada no Perímetro de Irrigação Nilo Coelho são divulgados pelo DINC, na tabela 1:

Tabela 1-Culturas por Área em Jun/2016

CULTURA	ÁREA EM Ha	Área(%)
Manga	8.218,26	37,11%
Uva	4.776,82	21,57%
Coco	2.545,03	11,49%
Goiaba	2.030,55	9,17%
Banana	2.016,38	9,11%
Acerola	1.013,85	4,58%
Milho	244,02	1,10%
Maracujá	196,01	0,89%
Caju	181,46	0,82%
Capim	160,43	0,72%
Pupunha	145,00	0,65%
Mandioca	141,15	0,64%
Mamão	85,38	0,39%
Abobora	72,65	0,33%
Pinha	67,40	0,31%
Feijão	47,75	0,22%
Cebola	34,86	0,16%
Melancia	25,10	0,11%
Limão	19,56	0,09%
Diversas	122,09	0,55%
Total	22.143,99	100,00%

Fonte: DINC, 2016.

Grande destaque para a Manga, Uva e Coco. Especialmente falando de Manga e Uva, estas têm grande prestígio no mercado externo, mas na Associação dos produtores rurais do núcleo seis não tem produtores de uvas.

4.2 Eficácia, Produtividade e Eficiência

Muitas pessoas confundem alguns dos conceitos, por causa disto, faz-se necessário delinear cada conceito, sem falar de que nesses conceitos residem problemas e soluções para as organizações de um modo geral. De forma breve, Maximiano (2012), define que a eficácia é a palavra utilizada para indicar que a organização realiza seus objetivos. Também de forma resumida, Chiavenato (1994) diz que eficácia é uma medida normativa do alcance dos resultados. Então eficácia, significa dizer que basta atingir o resultado final alcançado, de qualquer maneira.

Ferreira e Gomes (2009) afirmam que a produtividade está relacionada à forma de utilização dos recursos para realizar a produção e, assim se expressa pelo quociente da produção pelo insumo empregado: $\frac{Produção}{Insumo}$. Moreira (2014), também formula de forma matemática, já que a produtividade é relacionada com o melhor ou pior aproveitamento dos

recursos, pode-se definir formalmente a produtividade em um período t, como:

$$Prod_t = \frac{Q_t}{I_t}$$

Fonte: Moreira (2014)

Onde: $Prod_t$ = Produtividade absoluta no período t

Q_t = produção obtida no período t

I_t = insumos utilizados no período t, na obtenção da produção Q_t

Mello *et al.* (2005), exemplifica o caso de um agricultor que produz soja, a sua produtividade pode ser medida pela divisão da quantidade colhida pela área plantada. Teríamos, assim, a produtividade medida em toneladas/hectare. O mesmo agricultor pode estar mais interessado em comparar o que colheu com o trabalho que teve, ou que pagou para que outros o fizessem. Neste caso, a produtividade seria calculada em toneladas/homem.hora.

Neumann (2013) cita três formas básicas para melhorar a produtividade, são elas:

- Produzir mais *output* usando o mesmo nível de *inputs*;
- Produzir a mesma quantia de *output* usando menor nível de *inputs*;
- Produzir mais *output* usando menor nível de *inputs*.

Portanto Maximiano (2012) afirma que, eficiência é a palavra usada para indicar que a organização utiliza produtivamente, ou de maneira econômica, seus recursos. Enquanto que Chiavenato (1994) diz que eficiência é uma medida normativa da utilização dos recursos no processo de alcance de resultados. Assim, a eficiência está voltada para a melhor maneira pela qual as coisas devem ser feitas ou executadas (métodos), a fim de que os recursos sejam aplicados da forma mais racional possível.

Podemos então abordar sobre a eficiência técnica, que para Ferreira e Gomes (2009), é um conceito relativo que compara o que foi produzido por unidade de insumo utilizado com o que poderia ser produzido, do seguinte modo: $\frac{Produção}{Insumo}$ realizada, comparada com $\frac{Produção}{Insumo}$ a mais adequada. Assim, a definição geral de *eficiência técnica* de uma organização ou atividade produtiva, quando se comparam duas ou mais dessas organizações, está relacionada à produção de um bem ou serviço com a menor utilização possível de recursos, ou seja, eliminando-se as folgas. Por sua vez, a forma de utilização dos recursos necessários para a produção está relacionada à tecnologia adotada e ao respectivo processo de produção (modelos de combinação de insumos de dada tecnologia).

Ferreira e Gomes (2009) incluem a chamada eficiência econômica ou eficiência alocativa, definindo que um processo é economicamente eficiente se permitir a produção de um mesmo nível que as demais de um dado conjunto de atividades, com o menor custo

possível. E que a eficiência técnica combinada a eficiência alocativa se combinadas, podemos obter uma medida final de eficiência econômica total. Por sua vez, as medidas de eficiência podem tomar duas formas distintas:

- a) Orientação insumo: medida que fundamenta na redução dos insumos;
- b) Orientação produto: medida que se fundamenta no aumento dos produtos.

4.3 Análise Envoltória de Dados (DEA)

A Análise Envoltória de Dados ou Teoria da Fronteira, DEA (sigla inglesa para *Data Envelopment Analysis* ou *Frontier Analysis*) baseia-se em modelos matemáticos não paramétricos, isto é, não utiliza inferências estatísticas nem se apega a medidas de tendência central, testes de coeficientes ou formalizações de análises de regressão (FERREIRA e GOMES, 2009). Na figura 9, podemos visualizar a diferença entre a regressão linear e DEA, a regressão linear é construída uma reta média, sem analisar o desempenho de cada DMU, além de ser necessária uma função de produção, fazendo com que variáveis independentes se relacionem com variáveis dependentes, já o DEA para Ferreira e Gomes (2009), considera a possibilidade de que os dados *outliers* (fora do esperado) não representem apenas desvios em relação ao comportamento médio, mas possíveis *benchmarks* a serem estudados pelas demais DMUs:

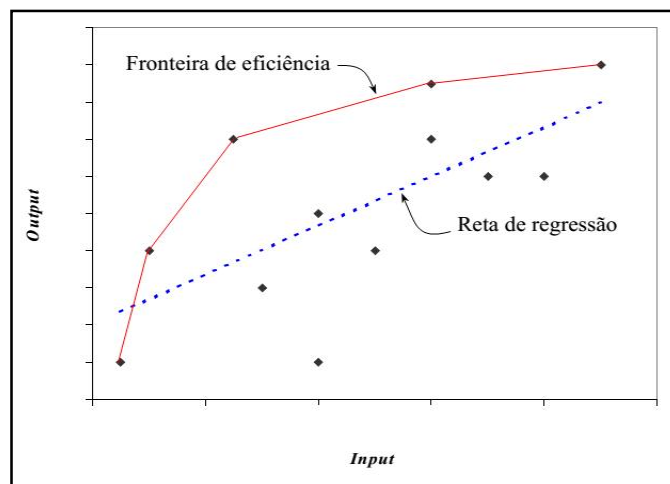


Figura 9-Comparação entre DEA (abordagem não paramétrica) e regressão(técnica paramétrica)

Fonte: Mello *et al.* (2005).

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

A Análise Envoltória de Dados constitui-se em um enfoque não paramétrico (não se submete a condições parametrizadas das análises estatísticas e econométricas) baseado em programação matemática linear para estimar a fronteira de possibilidades de produção. Em DEA, as organizações e, ou, atividades denominam-se Unidades que Tomam Decisões ou DMUs (*Decision Making Units*). Esta classificação visa ser suficientemente genérica para abrigar os mais diversos tipos de organizações e atividades econômicas, sociais, empresariais, beneméritas, públicas, privadas, departamentais, tipos de produtos, etc. (FERREIRA e GOMES, 2009).

Mello et al. (2005) afirmam, que o objetivo primário de DEA consiste em comparar um determinado número de DMUs que realizam tarefas similares e se diferenciam nas quantidades dos recursos consumidos e das saídas produzidas, e ainda destaca alguns objetivos:

- Determinar a eficiência relativa das DMUs, contemplando cada uma relativamente a todas as outras que compõem o grupo a ser estudado;
- Identificar as DMUs eficientes, medir e localizar a ineficiência e estimar uma função de produção linear por partes (*piece-wise linear frontier*), que fornece a referência para as DMUs ineficientes. Ao identificar a origem e a ineficiência relativa de cada uma das DMUs, é possível analisar qualquer de suas dimensões relativas a entradas e/ou saídas;
- Subsidiar estratégias de produção que maximizem a eficiência das DMUs avaliadas, corrigindo as ineficientes através da determinação de alvos.

Embora várias formas da fronteira possam ser determinadas, existem dois modelos que são considerados clássicos: o CCR e o BCC.

4.3.1 O Modelo CCR

Esse método começa a ter maior interesse somente após o artigo de Charnes, Cooper e Rhodes (1978), quando foi criado o termo Análise Envoltória de Dados, e proposto um modelo DEA com orientação a insumo e retornos constantes de escala, também chamado de modelo proporcional, CCR/CRS ou RCE (siglas de *constant return to scale* ou rendimentos constantes de escala) (FERREIRA e GOMES, 2009).

Por meio de programação matemática selecionam-se conjuntos de pesos ótimos específicos para cada DMU, em um conjunto de k DMUs, ($k = 1, 2, \dots, n$), sendo os pesos dos produtos u_j ($j = 1, \dots, m$) e os pesos dos insumos v_i ($i = 1, 2, \dots, r$), respectivamente. As

variáveis conhecidas y_{jk} e x_{ik} , sendo os produtos (*outputs*) e insumos (*inputs*), por definição maiores do que zero, como no modelo (1) a seguir:

$$\text{Maximizar (Função Objetivo) } E_{fo} = \frac{\sum_{j=1}^m u_j y_{jo}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{io}}$$

Sujeito a: (1)

$$\frac{\sum_{j=1}^m u_j y_{jo}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{io}} \leq 1, \forall k;$$

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

A solução dessa programação matemática resulta valores para as incógnitas u_j e v_i , que maximizam a medida de eficiência técnica da DMU_o (objetivo), sujeitos a restrição de que todas as medidas de eficiência de todas as DMUs sejam menores do que ou iguais a unidade. Como visto, se a eficiência E_{fo} da DMU_o é igual a 1, ela é 100% eficiente, se menor que 1, maior ou igual a zero, ela é ineficiente. Uma DMU_o ineficiente combina os insumos e produtos de um dado processo de produção de maneira inadequada (FERREIRA e GOMES, 2009).

Tal modelo quando linearizado e transformado em uma programação matemática linear (PML), toma a seguinte forma apresentada em (2):

$$\text{Maximizar } E_{fo} = \sum_{j=1}^m u_j y_{jo}$$

Sujeito a: (2)

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

$$\sum_{j=1}^m u_j y_{jo} - \sum_{i=1}^r v_i x_{io} \leq 0, \forall k$$

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

4.3.2 O Modelo BCC

Logo após a criação dos modelos básicos CCR, foram propostos modelos complementares ou extensões dos modelos básicos, como o modelo BCC. Este acrônimo é formado pelas iniciais dos autores do modelo BCC/VRS (*Variable returns to scale*) ou Retornos Variáveis de Escala (RVE), Banker, Charnes e Cooper (1984). O modelo generaliza o modelo CCR, considerando tecnologias com rendimentos de escala constantes, crescentes e

decrecentes (FERREIRA e GOMES, 2009).

Mello *et al.* (2005) nos dizem que, ao obrigar que a fronteira seja convexa, o modelo BCC permite que DMUs que operam com baixos valores de inputs tenham retornos crescentes de escala e as que operam com altos valores tenham retornos decrescentes de escala. Matematicamente, a convexidade da fronteira equivale a uma restrição adicional ao Modelo do Envelope, indicado nos modelos em (3) para orientação a *inputs*, e (4) para orientação a *outputs*, os modelos foram baseados em Ferreira e Gomes (2009, p.118):

Minimizar θ

Sujeito a: (3)

$$\begin{aligned} \theta x_{i0} - \sum_{k=1}^n \lambda_k x_{ik} &\geq 0 \quad \forall i; & i = 1, 2, \dots, r; \\ \sum_{k=1}^n \lambda_k y_{mk} - y_{m0} &\geq 0 \quad \forall m; & m = 1, 2, \dots, s; \\ \lambda_k &\geq 0 \quad \forall k; & k = 1, 2, \dots, n; \\ \sum_{k=1}^n \lambda_k &= 1 \end{aligned}$$

Maximizar ϕ

Sujeito a: (4)

$$\begin{aligned} x_{i0} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k &\geq 0 \quad \forall i; & i = 1, 2, \dots, r; \\ \sum_{k=1}^n y_{mk} \lambda_k - \phi y_{m0} &\geq 0 \quad \forall m; & m = 1, 2, \dots, s; \\ \lambda_k &\geq 0 \quad \forall k; & k = 1, 2, \dots, n; \\ \sum_{k=1}^n \lambda_k &= 1 \end{aligned}$$

Mello *et al.* (2005) afirmam que os duais dos PPLs (Problema de Programação Linear) (3) e (4) geram os modelos BCC dos Multiplicadores orientados a *inputs* e a *outputs*, apresentados em (5) e (6), respectivamente. Nestes modelos u_0 e v_0 são as variáveis duais associadas à condição $\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$ e são interpretados como fatores de escala.

Maximizar $E_{fo} = \sum_{j=1}^m u_j y_{jo} + u_0$

Sujeito a: (5)

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

$$\sum_{j=1}^m u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + u_0 \leq 0, \forall k;$$

$$u_j, v_i \geq 0, u_0 \in \Re$$

$$\text{Minimizar } E_{fo} = \sum_{i=1}^r v_i x_{io} + v_0$$

Sujeito a: (6)

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jo} = 1;$$

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + v_0 \leq 0, \forall k;$$

$$u_j, v_i \geq 0, v_0 \in \Re$$

Podemos visualizar a representação dos modelos CCR e BCC em uma fronteira de duas dimensões. No exemplo da figura abaixo, a eficiência de uma determinada DMU E é dada por $\frac{\overline{E''E'}}{\overline{E''E}}$ para o modelo BCC, e por $\frac{\overline{E''E'''}}{\overline{E''E}}$ para o modelo CCR, com orientação a inputs (MELLO et al. , 2005):

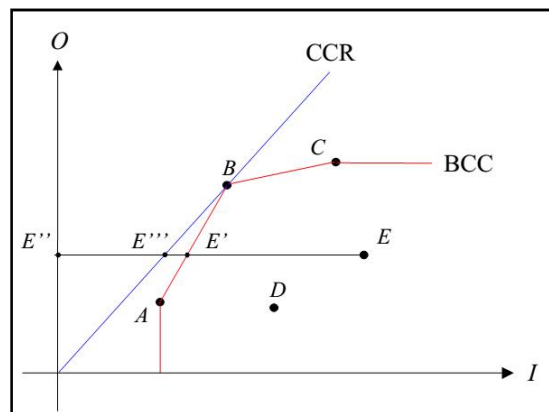


Figura 10-As fronteiras BCC e CCR

Fonte: Mello *et al.* , 2005.

4.4 O SIAD

O Sistema Integrado de Apoio à Decisão – SIAD é um software desenvolvido para resolução de problemas típicos de DEA, pois a tarefa de determinação de eficiência, sem um software especializado, pode ser altamente onerosa, dependendo da quantidade de DMUs. De

modo a minimizar esses problemas, vários programas computacionais foram desenvolvidos. No entanto, em muitos casos, os resultados apresentados ou não são completos, ou quando diferentes softwares são diferentes para um mesmo modelo DEA, o que leva a dúvidas com relação à sua implementação computacional. Verificou-se, assim uma grande necessidade de desenvolver um software confiável, acessível, que fornecesse resultados completos e que incluísse os novos desenvolvimentos teóricos de modelos DEA. Dessa forma surgiu o SIAD- Sistema Integrado de Apoio à Decisão, que, além de implementar os modelos clássicos de DEA e fornecer resultados completos, inclui modelos avançados que não foram implementados em outros softwares de DEA (ANGULO MEZA et al., 2003).

O SIAD utiliza o algoritmo Simplex para solução de problemas de programação linear. O procedimento de solução dos PPLs é único; o que muda é a forma dos PPLs, pois para cada modelo DEA um PPL diferente é executado. Os dados de entrada devem ser colocados no formato adequado, dentro de uma matriz, dependendo do modelo utilizado. O procedimento da ordenação dos dados dentro da referida matriz e no formato requerido é o que comporta maior dificuldade, depois da implementação do algoritmo (ANGULO MEZA *et al.*, 2003)

Angulo Meza *et al.* (2003) descrevem que o SIAD deve ser utilizado em uma plataforma Windows e permite trabalhar com até 100 DMUs e 20 variáveis, entre inputs e outputs. E que embora para muitas outras áreas de pesquisa pudesse parecer um número insuficiente, para a área de DEA essa quantidade de DMUs representa um número de grande porte, já que na literatura quase não existem aplicações com uma quantidade de DMUs maior do que 100. Com relação às variáveis, cabe destacar que o número 20 é um número que pode ser considerado suficiente, pois em muitas aplicações reais, e devido às próprias características da análise de eficiência, trabalha-se com um máximo de 10 variáveis.

4.5 Apoio Multicritério a Decisão – MCDA

As Metodologias Multicritério de Apoio à Decisão (*Multicriteria Decision Aid – MCDA*) objetivam auxiliar analistas e decisores em situações nas quais há a necessidade de identificação de prioridades sob a ótica de múltiplos critérios, o que ocorre normalmente quando coexistem interesses em conflito (GOMES, 1999).

Para Mello (2003), em um problema multicritério é necessário, em primeiro lugar, estabelecer claramente qual o objetivo da análise. Podem ser definidas quatro problemáticas multicritério: correta descrição do problema, ordenação, escolha e alocação em classes. Deve-

se ainda definir as alternativas, os critérios, o método a ser usado e quem atua como decisor (aquele que emite juízos de valor sobre as alternativas e os critérios).

Ainda em Mello (2003), são expostos alguns conceitos elementares para o entendimento de um problema multicritério, dentre os componentes básicos, encontram-se:

Os Decisores – São os indivíduos que fazem escolhas e assumem preferências, como uma entidade única, chamada de decisor, agente ou tomador de decisão; O Analista – É a pessoa encarregada de interpretar e quantificar as opiniões dos decisores, estruturar o problema, elaborar o modelo matemático e apresentar os resultados para a decisão. Deve atuar em constante diálogo e interação com os decisores, em um processo de aprendizagem constante. Embora não seja recomendável, é comum que o analista seja um dos decisores; O Modelo – É o conjunto de regras e operações matemáticas que permitem transformar as preferências e opiniões dos decisores em um resultado quantitativo; As Alternativas – Alternativas são ações globais, ou seja, ações que podem ser avaliadas isoladamente. Podem representar diferentes cursos de ação, diferentes hipóteses sobre a natureza de uma característica, diferentes conjuntos de características etc. Os Critérios – Os critérios são as ferramentas que permitem a comparação das ações em relação a pontos de vista particulares (ROY, 1985).

Bouyssou (1990) define um critério mais precisamente como uma função de valor real no conjunto A das alternativas, de modo que seja significativo comparar duas alternativas a e b de acordo com um particular ponto de vista, ou seja, é a expressão qualitativa ou quantitativa de um ponto de vista utilizado na avaliação das alternativas.

Logo, na perspectiva da Análise Envoltória de Dados, Soares de Mello *et al.* (2002) nos dizem que as DMUs podem ser vistas como alternativas que se quer ordenar segundo suas eficiências, ou alocar em duas classes, a saber, eficientes e não eficientes, ou ainda, escolher a mais eficiente. Em qualquer destas situações, *inputs* e *outputs* são usados como critérios.

4.5.1 Problemáticas de Apoio a Decisão

Roy e Bouyssou (1993) definem quatro problemáticas de apoio à decisão:

Problemática $P\delta$ (descrição ou cognição): Objetiva esclarecer a decisão por uma descrição em uma linguagem adequada; Problemática $P\alpha$ (seleção): Tem como objetivo recomendar a escolha de uma alternativa; Problemática $P\gamma$ (ordenação): O processo de decisão objetiva a recomendação de uma ordenação das alternativas; Problemática $P\beta$ (alocação em classes): O objetivo do processo de seleção é recomendar a triagem das alternativas em categorias (classes) preestabelecidas, podendo ser ordenadas ou não.

Com o intuito de se obter um método de escolha das variáveis com compromisso entre máximo ajuste e máxima discriminação, Soares de Mello *et al.* (2002) propôs a metodologia MCDA (problemática da escolha $P\alpha$), foi aprimorada em Senra, Nanci e Mello (2004), que consideram como alternativas as variáveis candidatas a serem inseridas no modelo e como critérios o melhor ajuste a fronteira e a máxima discriminação. O decisor sabe *a priori* quais variáveis devem ser consideradas como *inputs* e quais devem ser consideradas *outputs*.

4.6 Estudos utilizando DEA associado ao algoritmo do Método Multicritério de seleção de variáveis

Com relação a estudos que se utilizaram do mesmo método para seleção de variáveis, pode-se destacar alguns trabalhos que serviram como base para esta pesquisa, por exemplo, Pinheiro e Altafin (2007) ao estudarem a eficiência da produção de leite em escala familiar em projetos de assentamento com 16 DMUs, se utilizaram do método multicritério de seleção de variáveis visando selecionar 5 das 11 variáveis pré-selecionadas, observaram que 43,75% dos produtores apresentaram eficiência abaixo da média e apenas 25% obtiveram máxima eficiência.

Em outro estudo realizado no setor aéreo, Sant'ana Júnior (2011), analisou se as operações de fusões e aquisições envolvendo empresas do setor trouxeram melhorias nos resultados das operações das mesmas, utilizou-se de DEA e para seleção de variáveis o método multicritério, e concluiu que duas empresas sofreram perdas ao longo de alguns anos.

Ao estudarem o campeonato brasileiro de futebol de 2011, Santos, Meza e Mello (2011), utilizaram o método multicritério para seleção de variáveis nos modelos DEA para avaliar o desempenho das equipes em três objetivos: Defesa, Ligação e Ataque. Concluíram que os resultados foram compatíveis com a realidade e destacaram que o método multicritério auxiliou a construção dos modelos garantindo boa discriminação sem comprometer a representatividade do modelo.

Em Andrade, Brandão e Soares de Mello (2009), é utilizado o método adaptado do método multicritério em DEA para avaliar 28 polos de cursos de licenciatura em Matemática a distância e concluíram que 5 polos se encontravam em situação de eficiência.

No estudo realizado por Cunha, Soares de Mello, Ângulo-Meza (2006), é mostrada a implementação computacional que torna o método multicritério de seleção de variáveis em DEA mais rápido e o empregaram para analisar a eficiência de cursos de pós-graduação, concluíram que com a implementação conseguiu-se maior rapidez e confiabilidade nas respostas do método.

Em estudo realizado no setor elétrico, Senra e Soares de Mello (2004), é analisado o caso real de avaliação da eficiência de algumas empresas distribuidoras de energia utilizando o mesmo método de seleção de variáveis deste artigo, concluindo que o método possui boa ordenação.

Em outro estudo também voltado ao setor elétrico, Meza *et al.* (2005) se propuseram a

medir a eficiência na transformação do consumo de energia elétrica em bem estar e desenvolvimento, contudo, utilizando um método alternativo baseado no método multicritério, alcançando boa discriminação.

No estudo realizado sobre a pecuária de gado de corte realizado por Abreu *et al.* (2008), avaliou, por meio de diferentes modelos de Análise Envoltória de Dados (DEA), a eficiência da introdução e adaptação de tecnologias no sistema de produção de cria extensiva do Pantanal, foi utilizada uma variante do método, ressaltando que o melhor modelo encontrado foi obtido com a proposta do método multicritério de seleção de variáveis.

O estudo para avaliar cursos de pós graduação da UFRJ, Soares de Mello *et al.* (2006) utilizou o método multicritério, resultando em um modelo no qual 2 dos 12 cursos se encontravam em situação de eficiência devido ao número de projetos financiados.

Acrescentando ao estudo de Soares de Mello *et al.* (2006), Ângulo-Meza (2010) agregada ao método multicritério, ainda traz uma técnica adicional, chamada de Avaliação Cruzada, que segundo a autora, não é mais do que a avaliação feita pelo conjunto de unidades em avaliação.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da coleta de dados, apenas 11 produtores entraram no estudo, pois entre os associados existiam pessoas que estavam associadas, mas não eram as proprietárias dos lotes, portanto a análise passou a ser por lotes, ao todo 21 lotes. Entre eles, alguns se dispuseram a participar da pesquisa, entretanto alguns não estavam munidos dos dados necessários para a pesquisa, portanto 11 foram considerados. Na tabela 2 são apresentados os custos e as receitas levantados nas pequenas propriedades visitadas, os custos e receitas em R\$/mês, a mão de obra em trabalhadores fixos (maior parte da mão de obra é de caráter familiar):

Tabela 2-Dados Coletados

DMUs	Água irrigação (R\$/mês)	Fertilizantes& Agrotóxicos (R\$/mês)	Mão de Obra (N° de trabalhadores)	Máquinas&Fer ramental (R\$/mês)	Receitas com a produção (R\$/mês)
DMU1	1050	250	1	670	10000
DMU2	1800	550	4	400	12000
DMU3	1400	400	2	150	3600
DMU4	1700	670	5	250	8300
DMU5	1200	125	3	0	3000
DMU6	750	1300	3	50	6250
DMU7	1250	2000	1	1500	5850
DMU8	1200	800	2	0	1750
DMU9	1500	1200	3	715	9375
DMU10	1300	1300	2	0	10000
DMU11	1050	700	3	585	2000

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Logo após esta etapa, foram selecionadas as variáveis que adentrariam no modelo, logo no primeiro passo do algoritmo escolhe-se um par *Input-Output* inicial, com base na indicação do presidente da Associação dos Produtores Rurais do Núcleo Seis, o *Input1*(Água irrigação)) foi selecionado para compor o par inicial.

Na sequência, são rodados os modelos DEA BCC orientados a *Inputs*, associando o par inicial (*Input1-Output1*) as demais variáveis: *Input2*, *Input3*, *Input4*, através do SIAD. Então tabulados de modo a calcular as eficiências médias de cada modelo, calcular as variáveis SEF e SDIS para se obter o valor S.

Para se calcular a variável SEF, é atribuído o valor igual a 1 a alternativa com maior eficiência média, e valor igual a 0 para a com menor eficiência média, as demais alternativas recebem notas entre 0 e 1 proporcionalmente as suas eficiências médias, na tabela 3 o valor SEF da primeira alternativa é igual a: $(0,82779 - 0,82229)/(0,82966 - 0,82229) = 0,74573$.

Para se calcular a variável SDIS, a alternativa com menos DMUs 100% eficientes recebe o valor 1, a alternativa com mais DMUs eficientes recebe valor igual a 0.

Por fim, a variável S é calculada por média aritmética simples entre SEF e SDIS.

De forma completa, pode-se ver todo o algoritmo Multicritério utilizado na seleção da terceira variável através da tabela 3:

Tabela 3-Escolha da terceira variável para compor o modelo

Input	Scores da DEA		
	(Input1+Input2)	(Input1+Input3)	(Input1+Input4)
Output	Output1	Output1	Output1
DMU1	1,00000	1,00000	1,00000
DMU2	1,00000	1,00000	1,00000
DMU3	0,74057	0,70588	0,53571
DMU4	0,59290	0,53765	0,59061
DMU5	1,00000	0,72727	1,00000
DMU6	1,00000	1,00000	1,00000
DMU7	0,61569	1,00000	0,60000
DMU8	0,78500	0,80000	1,00000
DMU9	0,66667	0,66667	0,68567
DMU10	0,80769	0,80769	1,00000
DMU11	0,89714	0,80000	0,71429
Eficiência média	0,82779	0,82229	0,82966
DMUs na fronteira	4	4	6
SEF	0,74573	0,00000	1,00000
SDIS	1	1	0
S	0,87287	0,50000	0,50000

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Feito o cálculo da normalização (S), selecionou-se a variável *Input2*(Agrotóxicos e Fertilizantes) para fazer parte do modelo, pois a alternativa que tiver o maior valor de S é considerada a alternativa que melhor concilia uma boa ordenação (alto valor de SDIS) e uma boa relação causal (alto valor de SEF) (SENRA, NANJI e MELLO, 2004).

Como o quántuplo do número de variáveis ($3 \times 5 = 15$) excede o número de DMUs (11), então o critério de parada da aplicação do método é alcançado. Pode-se observar que somente 4 DMUs encontram-se na fronteira de eficiência, o que vem a comprovar a boa capacidade de ordenação imposta pelo método utilizado.

O modelo gerado pelas variáveis *Input1*, *Input2*, *Output1*, pode então propor análises acerca das DMUs eficientes e também as ineficientes, na tabela 4, destacam-se todas as DMUs e como ficaram classificadas:

Tabela 4-Classificação dos produtores pela modelagem DEA

Categoria	DMU	Scores da DEA	Ranking
DMUs Eficientes	DMU1	1,00000	1
	DMU2	1,00000	1
	DMU5	1,00000	1
	DMU6	1,00000	1
DMUs Ineficientes	DMU11	0,89714	2
	DMU10	0,80769	3
	DMU8	0,78500	4
	DMU3	0,74057	5
	DMU9	0,66667	6
	DMU7	0,61569	7
	DMU4	0,59290	8
Score médio		0,82779	

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Pela Tabela 4, observam-se os dois grupos que a modelagem apresenta: produtores eficientes ou ineficientes, vale salientar que todos são produtores de pequena escala. No grupo dos eficientes encontram-se: DMU1, DMU2, DMU5, DMU6. No grupo dos ineficientes encontram-se: DMU3, DMU4, DMU7, DMU8, DMU9, DMU10 e DMU11. E a eficiência média das DMUs estudadas foi de 0,82779, embora, algumas DMUs não atingiram valores próximos da média, devendo então serem observados com maior cautela, em quais quesitos precisam de melhoras significantes para se atingir a fronteira de eficiência.

Sendo assim, a modelagem apresenta em quais quesitos as DMUs ineficientes precisam melhorar para se atingir a fronteira de eficiência, isto é, quais *inputs/output* o produtor terá que focalizar suas decisões para (reduzir ou aumentar) para se atingir a situação de eficiência, na Tabela 5 se pode observar de forma mais detalhada:

Tabela 5-Variação dos níveis de Inputs e Output para que as DMUs atinjam a fronteira de eficiência

DMUs	Variável	Observado	Alvo	Varição(%)
DMU4 (eficiência:0,59290)	Input1	1.700,00	1.007,93	-40,71%
	Input2	670	397,24	-40,71%
	Output1	8.300,00	9.474,13	14,15%
DMU7 (eficiência:0,61569)	Input1	1.250,00	769,62	-38,43%
	Input2	2.000,00	1.231,37	-38,43%
	Output1	5.850,00	6.495,10	11,03%
DMU9 (eficiência:0,66667)	Input1	1.500,00	1.000,00	-33,33%
	Input2	1.200,00	425	-64,58%
	Output1	9.375,00	9.375,00	0,00%
DMU3 (eficiência:0,74057)	Input1	1.400,00	1.036,79	-25,94%
	Input2	400	296,23	-25,94%
	Output1	3.600,00	9.834,91	173,19%
DMU8 (eficiência:0,78500)	Input1	1.200,00	942	-21,50%
	Input2	800	628	-21,50%
	Output1	1.750,00	8.650,00	394,29%
DMU10 (eficiência:0,80769)	Input1	1.300,00	1.050,00	-19,23%
	Input2	1.300,00	250	-80,77%
	Output1	10.000,00	10.000,00	0,00%
DMU11 (eficiência:0,89714)	Input1	1.050,00	942	-10,29%
	Input2	700	628	-10,29%
	Output1	2.000,00	8.650,00	332,50%

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Observando os desempenhos individuais, o modelo fornece os alvos de cada variável, o valor alvo deve ser entendido como o valor que se alcançado, proporcionará situação de eficiência para a DMU, então, olhando para a DMU4, considerada a de menor eficiência, observa-se que esta deve reduzir seus custos com *Input1*(Água/irrigação) de R\$1700/mês para R\$1007,93/Mês, reduzir seus custos com *Input2*(Agrotóxicos e fertilizantes) de R\$670/Mês para R\$397,24/Mês, ambos precisam ser reduzidos em 40,71%, além de que o *Output1*(Receita Bruta) tem que aumentar de R\$8300/Mês para R\$9474,13/Mês, ou seja, tem que crescer 14,15%, provocando tais variações a DMU4 passa a compor a fronteira de eficiência, de modo similar essa análise serve para as demais DMUs do grupo.

Pode-se observar que no modelo BCC orientado a *inputs* o foco para se alcançar a eficiência é justamente reduzir o uso dos recursos empregados, sem necessariamente aumentar a receita, porém ainda assim, o modelo pode sugerir que a DMU maximize seus *outputs*, o que se pode ver que as DMUs, 3, 8 e 11, necessitam alterar bastante suas receitas, a DMU3 deve maximizar em 173,19%, a DMU8, tem que maximizar em 394,29% (a maior variação do grupo) e a DMU11 necessita maximizar em 332,50% (a segunda maior variação), e curiosamente essas DMUs situam-se com eficiências maiores do que as três piores

colocadas, isto deve-se ao fato de que os alvos de redução de *inputs* são mais próximos de serem alcançados quando comparado com os demais, a DMU3 tem que reduzir os custos em 25,94%, a DMU8 tem que reduzir em 21,50% e a DMU11 tem que reduzir em 10,29%. Mas também traz preocupação, pois um indicador como a receita estar necessitando sofrer variações muito grandes, sugere que o negócio tem baixa rentabilidade, devendo-se buscar alternativas, sejam elas de caráter técnico ou da gestão do empreendimento.

A necessidade menor em reduzir os custos dos *Inputs* ocorre na DMU11, 10,29% para ambos os *inputs* e a maior redução necessária ocorre na DMU10, 80,77% para o *Input2*(Agrotóxicos e Fertilizantes), um panorama geral da situação das DMUs ineficientes pode ser visto na tabela 6:

Tabela 6-Resumo das variações necessárias

DMUs	Variação Necessária (%)		
	(Redução) Input1	(Redução) Input2	(Aumento) Output1
DMU3	25,94%	25,94%	173,19%
DMU4	40,71%	40,71%	14,15%
DMU7	38,43%	38,43%	11,03%
DMU8	21,50%	21,50%	394,29%
DMU9	33,33%	64,58%	0,00%
DMU10	19,23%	80,77%	0,00%
DMU11	10,29%	10,29%	332,50%
Média	27,06%	40,32%	132,16%
Menor	10,29%	10,29%	0,00%
Maior	40,71%	80,77%	394,29%

Fonte: Elaborado pelo Autor.

A média percentual do grupo para redução do custo do *Input1*(Água(irrigação)) foi de 27,06% enquanto a média para redução do custo do *Input2*(Agrotóxicos e Fertilizantes) foi de 40,32%, indicando que os produtores observem com maior cautela as práticas adotadas na utilização dos Insumos.

A média percentual para o aumento necessário no *Output1*(Receita bruta) foi de 132,16%, mas esta média foi elevada por causa das DMUs, 3, 8 e 11, pois as demais necessitaram pouco aumento ou nenhum, estas DMUs(3, 8, 11) necessitam de revisar e avaliar a rentabilidade de suas propriedades e verificar se estão sendo prejudicados pela escala de produção ou por suas colheitas coincidirem com os picos de oferta no mercado, causando preços muito baixos.

Observando-se as DMUs eficientes, faz-se necessário saber quais das DMUs eficientes podem servir como *benchmarks* (aqueles cujo desempenho pode ser considerado como referência para os demais) para aqueles que não alcançaram a eficiência. Através da tabela 7, podem-se observar quais DMUs no estudo são *benchmarks*:

Tabela 7-Principais benchmarks para as DMUs ineficientes

Principais <i>Benchmarks</i>	Lotos Ineficientes	Índice de Importância de referência
DMU1	DMU3	0,9560
	DMU4	0,8598
	DMU8	0,6400
	DMU9	0,8333
	DMU10	1,0000
	DMU11	0,6400
DMU2		
DMU5		
DMU6	DMU7	0,9346

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Destaca-se a DMU1 como principal *benchmark* do grupo pela maior quantidade de DMUs ineficientes que engloba de acordo com o índice, DMU3, DMU4, DMU8, DMU9, DMU10 e DMU11, além de que as DMUs mais próximas da DMU1 são, a DMU10 e a DMU3, por seus índices se aproximarem do valor 1 inclusive, o fato de a DMU10 atinge tal valor, significa que estas DMUs se encontram mais próximas de alcançar a DMU1 que está na fronteira de eficiência.

Outro destaque é para a DMU6 que é o *benchmark* para a DMU7, pelo índice observado (0,9346) a DMU7 se encontra próxima da DMU6 para alcançar a fronteira de eficiência. As DMUs 2 e 5 apesar de se encontrarem em situação de eficiência, não se estabelecem como principal referência para nenhuma outra DMU, devido a não proximidade das DMUs ineficientes pelo índice de referência.

Portanto, o *benchmark* do grupo estudado deve ser visto como aquele produtor que possui boas práticas e boas decisões no negócio e que pode compartilhar seus conhecimentos e técnicas, para poder auxiliar os outros DMUs da associação no alcance da fronteira de eficiência, os índices mostrados serviram para identificar o *benchmark* que, antes do estudo não se tinha o conhecimento, pois não havia estudos comparativos na associação.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Buscou-se nesta pesquisa, avaliar a eficiência dos produtores da Associação dos Produtores Rurais do Núcleo Seis, que foi escolhida por estar necessitando que os seus associados busquem por melhoria contínua e tenham maior competitividade no mercado da fruticultura. Então, foi conduzido um *survey* a partir de 11 produtores que se dispuseram a participar e colaborar com os dados necessários, com as principais variáveis listadas pelo presidente da associação e consideradas como importantes para a atividade agrícola, envolvendo basicamente recursos (Água (Irrigação), Agrotóxicos e fertilizantes, Mão de Obra, Máquinas e ferramental) e a receita bruta gerada por cada lote.

Portanto, selecionaram-se as variáveis que adentraram o modelo através do Método Multicritério de Seleção de variáveis em modelos DEA que tem como vantagens: Possibilitar uma eficiência média relativamente alta com boa capacidade de ordenação, através de uma ponderação entre a capacidade discriminatória e a eficiência média do modelo. Por utilizar a opinião do decisor para a escolha do par inicial, apresenta custo de cálculo inferior entre demais métodos e permite fazer com que o modelo gerado seja condizente com a realidade do problema estudado.

Foi escolhido como par inicial o *Input1*(Água (irrigação)) e o *Output1*(Receita bruta) indicado pelo tomador de decisão (o presidente da associação), visto que o mesmo considera a o *Input1* uma variável importante para a atividade agrícola. Ao concluir o algoritmo a variável que foi adicionada foi o *Input2*(Agrotóxicos e Fertilizantes), então o modelo analisado estava composto por *Input1*, *Input2* e *Output1*.

O modelo utilizado foi o BCC orientado a *inputs*, que se fundamenta na redução dos insumos, na qual uma DMU é eficiente se, em sua escala de operação é a que melhor aproveita os *inputs* de que dispõe. O modelo BCC foi mais interessante no caso desta pesquisa, pois com a orientação aos *inputs*, mostrou-se a possibilidade dos produtores reduzirem os seus custos de produção a partir da identificação dos insumos que possuem maior impacto e resultou que 36,36% das DMUs se encontravam em situação de eficiência 100%, mas dentre elas DMU que se destacou por representar um *benchmark* (a principal referência que possui técnicas e decisões que podem ajudar as DMUs ineficientes) para as demais, foi a DMU1 sendo que a DMU3 e a DMU10 situaram-se próximas da DMU1. Algumas DMUs apresentaram índices preocupantes com relação à maximização da receita bruta, as DMUs 3, 8 e 11, sugerindo que estão com problemas de rentabilidade nos seus lotes e devem verificar se não estão sendo afetadas pelos picos de ofertas no mercado que causam

baixos preços negociados e ou, o emprego de técnicas aleatórias em suas produções, fazendo com que necessitem mais ainda do intercâmbio de técnicas e decisões com as DMUs eficientes, para contornarem tal situação. As DMUs mais ineficientes do grupo (DMUs 4, 7 e 9) tem mau aproveitamento dos seus *inputs*, ou seja, mais desperdícios em seus lotes, mas que por meio da melhor observação dos seus respectivos *benchmarks* podem se basear melhor na gestão de tais recursos e técnicas de manejo em seus lotes.

Em média os Associados considerados como ineficientes tem como metas a redução em 27,06% dos seus custos com Água para Irrigação, a redução de 40,32% dos seus custos com Agrotóxicos e fertilizantes, este quesito não é somente de importância financeira, mas também do ponto de vista ambiental. Também devem maximizar em média 132,16% de suas receitas, embora esta média esteja bastante elevada pelas DMUs 3,8 e 11.

A pesquisa atingiu seus objetivos ao avaliar a eficiência dos produtores da Associação dos Produtores Rurais do Núcleo seis, mas também possui importância por servir de elemento balizador para subsidiar estratégias de produção que maximizem a eficiência das DMUs avaliadas, corrigindo as ineficientes através do estabelecimento de alvos que é algo em falta, não somente para os produtores pertencentes ao estudo, mas também para os demais produtores que acabaram por não adentrar no estudo, fazendo-os ficarem desprovidos de um oriente/subsídio para a tomada de decisão.

6.1 Sugestões para trabalhos futuros

Propõe-se que, os dados deste estudo podem ser aplicados através de outros métodos de seleção de variáveis, aplicando o Método Multicritério Combinatório Inicial para seleção de variáveis proposto por Senra, Nanci e Mello (2004), que propõe menor intervenção do decisor na escolha do par inicial e deste modo, comparar os resultados obtidos.

Outra questão que pode ser analisada é com relação ao fato de que os produtores estudados em sua maioria não eram monocultores, mas dentro do grupo existe certa homogeneidade, então este estudo deixa como sugestão, a aplicação da Análise Envoltória de Dados em monocultores de uva e manga em pequena, média e grande escala de produção na região do submédio do Vale do São Francisco.

Como última proposta para futuros trabalhos, uma avaliação atual da eficiência dos produtores do Projeto Senador Nilo Coelho, separando-se pelos tamanhos dos lotes e por núcleo, as DMUs sendo comparadas na mesma escala e internamente ao núcleo a qual a propriedade está localizada.

REFERÊNCIAS

- ABEPRO, **Áreas e subáreas da Engenharia de Produção**, 2016. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/interna.asp?c=362>>. Acesso em: 05 Jun 2015.
- ABREU, Urbano G.P. de *et al.* Avaliação sistêmica da introdução de tecnologias na pecuária de gado de corte do Pantanal por meio de modelos de análise envoltória de dados (DEA). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 11, p. 2069-2076, 2008.
- ALVES, E. ; GOMES, A. P. Medidas de eficiência na produção de leite. **Revista Brasileira de Economia**, São Paulo, v. 52, n. 1, p. 145-167, 1998.
- ANDRADE, Fernando do Valle Silva; BRANDÃO, Luana Carneiro; SOARES DE MELLO, J. C. C. B. Avaliação de um curso de matemática à distância com modelos DEA e seleção de variáveis. **Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção da UFF**, v. 9, n. 10, p. 1-10, 2009.
- ANGULO MEZA, L., BIONDI NETO, L., SOARES DE MELLO, J. C. C. B., GOMES, E. G., & COELHO, P. H. **SIAD – Sistema Integrado de Apoio à Decisão**: uma implementação computacional de modelos de análise de envoltória de dados. Simpósio de pesquisa operacional da marinha, v. 6, 2003.
- ANGULO MEZA, Lidia *et al.* Avaliação do ensino nos cursos de pós-graduação em engenharia: Um enfoque quantitativo de avaliação em conjunto. **ENGEVISTA**, v. 5, n. 9, 2010.
- ARAÚJO, Guilherme José Ferreira; SILVA, Marlene Maria. Crescimento econômico no semi-árido brasileiro: o caso do pólo frutícola Petrolina/Juazeiro. **Revista Caminhos de Geografia**, v. 14, n. 46, 2013.
- BANKER, R.D., CHARNES, A., COOPER, W.W. Models for the estimation of technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, 30, pp. 1078-1092, 1984.

BOUYSSOU, B. Building criteria: a prerequisite for MCDA. In: BANA E COSTA C.A. (Org.). **Readings in Multiple Criteria Decision Aid**, 1990, p. 58-80.

CHIAVENATO, Idalberto. **Recursos humanos na Empresa**: pessoas, organizações e sistemas. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 1994. p. 67-76.

CUNHA, Bruno Tonioni; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; ANGULO-MEZA, L. Implementação computacional de seleção de variáveis em DEA: um estudo de caso em avaliação educacional. In: **CLAIO - Congresso Latino-Iberoamericano de Investigación Operativa**. 2006.

DINC - Distrito de Irrigação Nilo Coelho, **O Perímetro Nilo Coelho**.

Disponível em: <<http://www.dinc.org.br/>>. Acesso em: 22 Jul. 2016.

DUARTE, A.W.B.D. Survey. In: OLIVEIRA, D.A.; DUARTE, A.M.C.; VIEIRA, L.M.F. **DICIONÁRIO**: trabalho, profissão e condição docente. Belo Horizonte: UFMG/Faculdade de Educação, 2010. CDROM. Disponível em: <<http://www.gestrado.net.br/pdf/203.pdf>>. Acesso em: 21 Mar. 2016.

FERREIRA, C. M. C.; GOMES, A. P. **Introdução à Análise Envoltória de Dados**: Teoria, Modelos e Aplicações. Viçosa-MG: Editora UFV, 2009.

FREITAS, Henrique et al. O método de pesquisa *survey*. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 35, n. 3, p.105-112, jul. 2000. Trimestral. Disponível em: <<http://rausp.usp.br/wp-content/uploads/files/3503105.pdf>>>. Acesso em: 20 Mai. 2016.

FRESHPLAZA, **Export of Brazilian fruit and vegetables has grown in 2015**. Disponível em:<<http://www.freshplaza.com/article/152281/Export-of-Brazilian-fruit-and-vegetables-has-grown-in-2015>>. Acesso em: 15 Mai. 2016.

GANGA, Gilberto. **Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) na engenharia de produção**: um guia prático de conteúdo e forma. São Paulo: Atlas, 2012.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo, Editora: Atlas,

2002.

GOMES, Eliane Gonçalves. **Integração entre Sistemas de Informação Geográfica e Métodos Multicritério no Apoio à Decisão Espacial**. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção), COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1999.

GOMES, Eliane Gonçalves. Uso de modelos DEA em agricultura: revisão da literatura. **Engevista**, v. 10, n. 1, 2010.

G1 PETROLINA E REGIÃO, **Cresce em quase 121% a exportação de frutas no Vale do São Francisco**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/pe/petrolina-regiao/noticia/2016/05/cresce-em-quase-121-exportacao-de-frutas-do-vale-do-sao-francisco.html>>. Acesso em: 14 Jun. 2016.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos da metodologia científica**. - 6. Ed. - São Paulo: Atlas, 2005.

MAXIMIANO, Antonio Cesar Amaru. (2012). **Teoria Geral da Administração – da revolução urbana à revolução industrial**. 7 ed., São Paulo: Atlas, 2012.

MELLO, J.C.C.B.S; ANGULO MEZA, Lídia; GOMES, Eliane Gonçalves; NETO, Luiz Biondi. **Curso de análise de envoltória de dados**. XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 27 a 30 de Maio de 2005. Gramado-RS.

MELLO, João C. C. B. S.; GOMES, Eliane G.; LETA, Fabiana R.; PESSOLANI, Raul B. V. Conceitos básicos do apoio multicritério à decisão e sua aplicação no projeto aerodesign. **Engevista**, v. 5, n. 8, p. 22-35, 2003.

MEZA, Lidia Angulo *et al*. Modelo DEA com Seleção de Variáveis para Avaliar uma Eficiência do Setor Elétrico Brasileiro. **XXXVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL**, p. 377-386, 2005

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, **Região Integrada de Desenvolvimento - RIDE Petrolina-Juazeiro**, 2011. Disponível em:

<<http://mi.gov.br/regiao-integrada-de-desenvolvimento-do-polo-petrolina-e-juazeiro>>.

Acesso em: 12 Mai. 2016.

NEUMANN, Clóvis. **Gestão de sistemas de produção e operações: Produtividade, lucratividade e competitividade.** Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2013.

PINHEIRO, Mauro Estenio Façanha; ALTAFIN, Iara Guimarães. Eficiência da produção familiar de leite em projetos de assentamento de reforma agrária: estudo multicaso. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 9, n. 2, 2007.

PORTAL BRASIL, **Agropecuária Brasileira crescerá 2,4% em 2016.** Disponível em:

<<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2015/12/agropecuaria-brasileira-crescera-2-4-em-2016>>. Acesso em: 28 Mar. 2016.

PREFEITURA DE PETROLINA, **Petrolina se destaca como segunda maior exportadora do estado,** 10 de Janeiro de 2016. Disponível em: <<http://www.petrolina.pe.gov.br/petrolina2015/noticias.php?id=10563>>. Acesso em: 25 Fev. 2016.

ROY, B.; BOUYSSOU, D. Aide Multicritère à la Décision: Méthods et Cas. **Economica:** Paris, 1993.

ROY, B. Méthodologie multicritère d'aide à la décision. **Economica**, Paris, 1985.

SANT'ANA JÚNIOR, Leonardo Francisco. **Fusões e aquisições no setor aéreo.** Monografia: Faculdade de Economia e Administração. São Paulo: Insper Instituto de Ensino e Pesquisa, 2011.

SANTOS, Carlos André Faccini dos; MEZA, Lidia Ângulo; MELLO, João C. C. B. S. Dea para avaliação da eficiência dentro de campo das equipes participantes do campeonato brasileiro de 2011. **Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção**, v. 11, p. 12, 2011.

SEBRAE, **MERCADO DE FRUTICULTURA: Panorama do setor no Brasil.** Boletim de Inteligência, Outubro de 2015. Disponível em:

<[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/64ab878c176e5103877bfd3f92a2a68f/\\$File/5791.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/64ab878c176e5103877bfd3f92a2a68f/$File/5791.pdf)>. Acesso em: 7 Mar. 2016.

SENRA, Luis Felipe A. de C.; NANCI, Luiz Cesar; MELLO, João C. C. B. S.. **Comparação de Métodos de Seleção de Variáveis em DEA**. XXXVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 23 a 26 de Novembro de 2004. São João del-Rei-MG. Disponível em: <<http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2004/pdf/arq0040.pdf>>. Acesso em: 27 Jun. 2016.

SENRA, Luís F.A.D.C; SOARES DE MELLO, João C. C. B. Uso de Técnicas de Seleção de Variáveis em DEA para analisar o Setor Elétrico. **Relatório de Pesquisa em Engenharia de Produção**, v. 4, n. 4, 2004.

SIGNIFICADOS. **Significado de Metodologia**. 2016. Significados: descubra o que significa, conceitos e definições, Disponível em: <<http://www.significados.com.br/metodologia/>>. Acesso em: 6 Jul. 2016.

SOARES DE MELLO, João C. C. B. *et al.* Método Multicritério para seleção de variáveis em modelos DEA. **Pesquisa Naval**, v. 15, p. 55-66, 2002. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/secctm/sites/www.marinha.mil.br/secctm/files/flipping_book/rp_n15/index.html>. Acesso em: 15 Jul. 2016.

SOARES DE MELLO, João C.C.B. *et al.* Engineering post-graduate programmes: A quality and productivity analysis. **Studies in Educational Evaluation**, v. 32, n. 2, p. 136-152, 2006.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FRUTICULTURA (SBF). **História**. Disponível em: <<http://www.fruticultura.org/historia>>. Acesso em 10 Fev. 2016.

STEFFANELLO, Marinês; DA SILVA MACEDO, Marcelo Alvaro; ALYRIO, Rovigati Danilo. Eficiência produtiva de unidades agropecuárias: uma aplicação do método não-paramétrico análise envoltória de dados (DEA). **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 11, n. 1, 2009.

THANASSOULIS, Emmanuel. **Introduction to the theory and application of data envelopment analysis: a foundation text with integrated software**. New York, NY: Springer

Science + Business Media, 2001. 281 p.

APÊNDICE A- Questionário



Data: __/__/__

Questionário sobre custos e receitas, para fins do estudo realizado sobre eficiência dos pequenos produtores da Associação do Núcleo VI

DMU: Proprietário:

Localidade:

Área total:

Área Cultivada:

Custos referentes a safra mais recente:	Água(Irrigação)	<input type="text"/>
	Fertilizantes e Agrotóxicos	<input type="text"/>
	Mão de Obra(Nº de trabalhadores)	<input type="text"/>
	Máquinas e ferramental	<input type="text"/>

Produção no Período

Receita obtida com a produção:

Fonte: Autor

ANEXOS

ANEXO A: Principais sistemas de irrigação utilizados

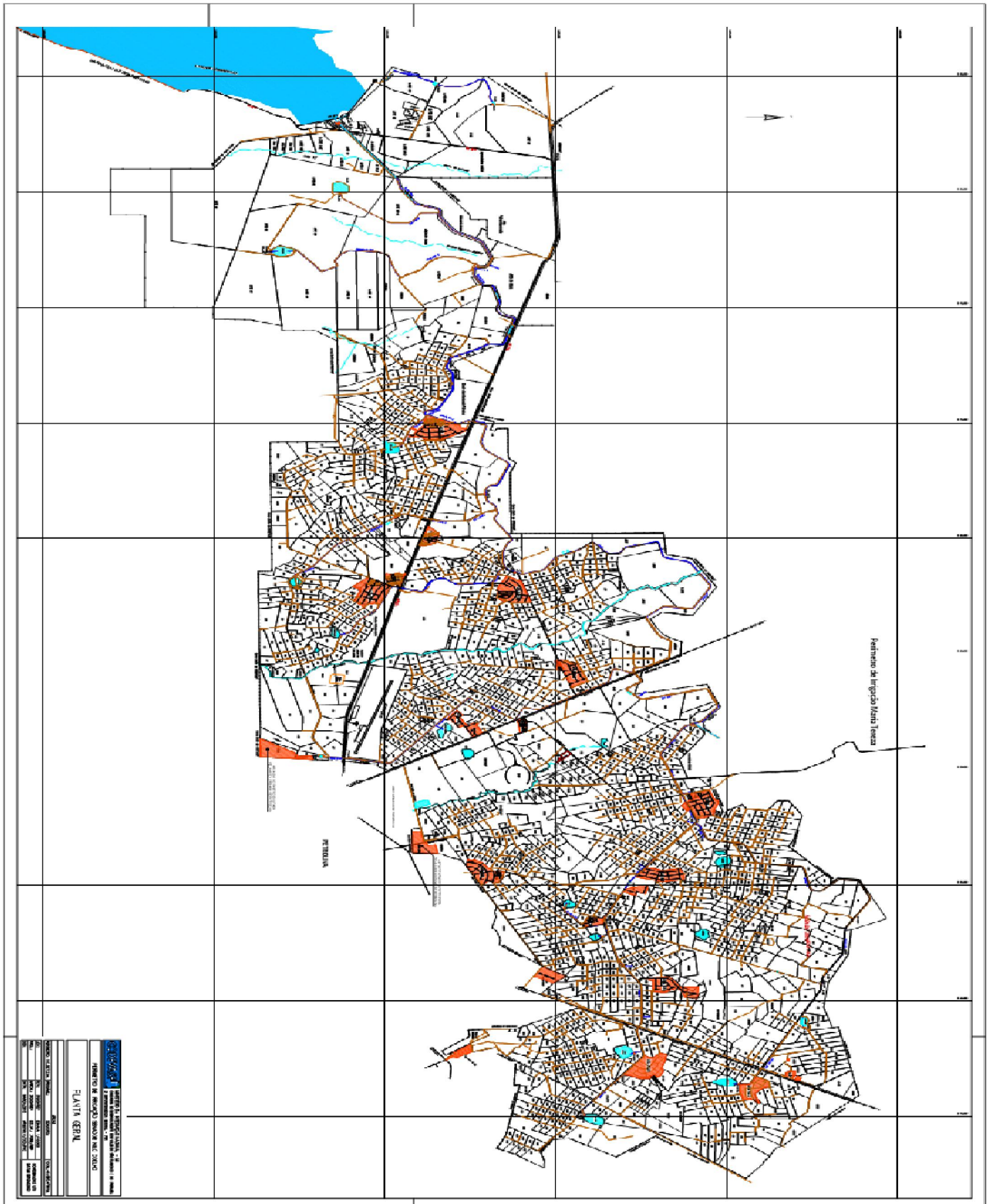
SISTEMA DE IRRIGAÇÃO NILO COELHO 2013

NÚCLEO	ESTAÇÕES	SISTEMA DE IRRIGAÇÃO NILO COELHO 2013							TOTAL
		A ASPERSAO	B BACIA	C CANHAO	G GOTEJO	M MICRO	P PIVO	S SUPERFICIE	
CA-NC	CA-NC	77,35	-	12,50	1.406,99	1.751,29	86,00	15,46	3.349,59
N-01	15.09	165,30	3,50	6,39	172,33	521,91	6,50	-	875,93
N-02	16.07	32,28	-	4,70	97,40	558,78	-	-	693,16
	17.05	45,00	-	-	60,90	118,20	-	-	224,10
TOTAL		77,28	-	4,70	158,30	676,98	-	-	917,26
N-03	10.04	14,60	-	4,00	23,45	254,98	-	-	297,03
	14.09	393,57	2,50	7,90	86,40	543,71	-	-	1.034,08
TOTAL		408,17	2,50	11,90	109,85	798,69	-	-	1.331,11
N-04	07.06	139,10	-	17,80	60,11	310,34	-	-	527,35
	08.05	199,65	-	22,66	37,88	198,45	-	-	458,64
	09.05	133,60	-	43,98	34,50	241,19	-	-	453,27
TOTAL		472,35	-	84,44	132,49	749,98	-	-	1.439,26
N-05	11.04	63,82	1,94	-	98,69	136,33	-	-	300,78
	12.06	63,85	-	1,50	47,82	99,18	-	-	212,35
	13.05	100,82	-	3,84	61,79	261,56	-	-	428,01
TOTAL		228,49	1,94	5,34	208,30	497,07	-	-	941,14
N-06	18.05	93,80	-	2,00	4,40	253,31	-	-	353,51
	19.04	140,22	-	-	32,40	162,37	-	-	334,99
	20.05	174,40	-	-	27,40	153,70	-	-	355,50
TOTAL		408,42	-	2,00	64,20	569,38	-	-	1.044,00
N-07	21.09	285,42	-	3,50	22,50	429,00	-	-	740,42
	26.06	150,27	-	-	24,60	209,02	-	-	383,89
TOTAL		435,69	-	3,50	47,10	638,02	-	-	1.124,31
N-08	29.05	66,50	-	-	45,18	181,81	-	-	293,49
	30.07	136,52	0,10	1,50	93,83	312,65	-	-	544,60
TOTAL		203,02	0,10	1,50	139,01	494,46	-	-	838,09
N-09	27.05	68,90	-	6,75	23,68	227,18	-	-	326,51
	28.06	61,32	-	1,50	41,96	448,77	-	-	553,55
TOTAL		130,22	-	8,25	65,64	675,95	-	-	880,06
N-10	31.07	126,05	-	-	76,47	458,18	-	-	660,70
	32.06	61,92	-	-	99,25	307,71	-	-	468,88
	33.01	-	-	-	18,00	58,97	-	-	76,97
TOTAL		187,97	-	-	193,72	824,86	-	-	1.206,55
N-11	24.04	126,20	0,50	3,00	11,50	119,00	-	-	260,20
	25.06	119,64	7,44	6,70	37,20	328,41	-	-	499,39
TOTAL		245,84	7,94	9,70	48,70	447,41	-	-	759,59
PA-II	22.06	41,80	0,81	-	165,80	202,59	-	-	411,00
	23.04	22,50	-	-	25,85	361,74	-	-	410,09
TOTAL		64,30	0,81	-	191,65	564,33	-	-	821,09
PA-III	02.04	-	-	-	9,50	118,43	-	-	127,93
	03.05	-	-	-	22,00	313,37	-	-	335,37
	04.04	-	-	-	30,00	243,03	-	-	273,03
	05.07	57,00	-	-	8,10	319,60	139,70	-	524,40
TOTAL		57,00	-	-	69,60	994,43	139,70	-	1.260,73
TOTAL GERAL NILO COELHO		3.161,40	16,79	150,22	3.007,88	10.204,76	232,20	15,46	16.788,71

SISTEMA DE IRRIGAÇÃO MARIA TEREZA 2013

NÚCLEO	ESTAÇÕES	SISTEMA DE IRRIGAÇÃO MARIA TEREZA 2013							TOTAL
		A ASPERSAO	B BACIA	C CANHAO	G GOTEJO	M MICRO	P PIVO	S SUPERFICIE	
CA-MT	CA-MT	46,50	0,40	3,00	825,19	646,94	-	4,14	1.526,17
N-17	09.R2	118,22	0,30	10,00	71,30	145,60	-	-	345,42
N-19	10.1	158,31	-	9,30	99,82	158,28	-	-	425,71
		255,55	-	-	57,85	288,59	-	-	601,99
TOTAL		413,86	-	9,30	157,67	446,87	-	-	1.027,70
N-20	10.2	176,02	-	3,45	51,52	197,35	-	-	428,34
		154,49	-	4,20	145,40	179,94	-	-	484,03
TOTAL		330,51	-	7,65	196,92	377,29	-	-	912,37
N-23	11.R4	136,06	-	2,13	87,09	181,30	-	-	406,58
N-24	11.R5	44,76	-	-	16,00	121,65	-	-	182,41
TOTAL GERAL MARIA TEREZA		1.089,91	0,70	32,08	1.354,17	1.919,65	-	4,14	4.400,65
TOTAL GERAL PNC & MT		4.251,31	17,49	182,30	4.362,05	12.124,41	232,20	19,60	21.189,36

ANEXO B: Planta compreendendo todos os Núcleos do Projeto de Irrigação Nilo Coelho



ANEXO C: Planta do Núcleo Seis do Projeto de Irrigação Nilo Coelho

