



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA

Uma análise da eficiência dos municípios
paraibanos em relação a utilização dos recursos
do programa Bolsa Família com a utilização da
Análise Envoltória de Dados e da Regressão
Beta Inflacionada

GEISISLANE DA COSTA LOPES

João Pessoa - PB
2017

GEISISLANE DA COSTA LOPES

Uma análise da eficiência dos municípios paraibanos em relação a utilização dos recursos do programa Bolsa Família com a utilização da Análise Envoltória de Dados e da Regressão Beta Inflacionada

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Estatística da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Flávia Uzeda dos Santos Macambira

João Pessoa - PB
2017

GEISISLANE DA COSTA LOPES

Uma análise da eficiência dos municípios paraibanos em relação a utilização dos recursos do programa Bolsa Família com a utilização da Análise Envoltória de Dados e da Regressão Beta Inflacionada

Este Trabalho de Conclusão de Curso de autoria de Geislane da Costa Lopes apresentado como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Estatística foi julgado adequado e aprovado pela Banca Examinadora designada pela Comissão de Coordenação de Monografia do Curso de Estatística da Universidade Federal da Paraíba – Campus I, abaixo assinada:

Monografia aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Ana Flávia Uzeda dos Santos Macambira - UFPB
ORIENTADORA

Prof^a. Dr^a. Izabel Cristina Alcantara - UFPB
EXAMINADORA

Prof. Dr. João Agnaldo do Nascimento - UFPB
EXAMINADOR

"Comece fazendo o que é necessário,
depois o que é possível e de repente
você estará fazendo o que é impossível."
São Francisco de Assis

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele eu não teria tido forças de enfrentar essa longa jornada, hoje sei que muito mais que um sonho meu, esse diploma faz parte dos planos Dele;

À minha mãe Gerlane Pereira, por ser a minha base, por me incentivar a nunca desistir, por sonhar comigo por esse momento tão desejado por tantos e a minha família, em especial a minha avó Marina da Silva, por todos os conselhos, abraços, orações e palavras de apoio. Foi por causa de vocês que persisti e cheguei onde estou;

Às minhas irmãs do coração, Rayanne Souza e Emanuelle Macêdo. Obrigada pelas broncas e puxões de orelha nos dias de preguiça. Pelas risadas nos dias de desânimo e por todo o incentivo para que eu conseguisse finalizar essa graduação, vocês foram e são fantásticas.

Agradeço também aos meus professores, em especial, Ana Flávia Uzêda, minha orientadora, pois apesar de todos os contratempos conseguiu finalizar esse trabalho comigo. E a todos os demais docentes que passaram pela minha vida nesse período de faculdade, obrigada pela disponibilidade e dedicação em me transmitir seus conhecimentos;

À todos que conheci durante essa graduação, pelos conhecimentos compartilhados, pelas horas de estudo, pelas dúvidas tiradas e em especial à Camila Ribeiro, Aldine Cabral, Diego José, Alisson Santos, Marília Moura, Michelle Valeriano e Maizza Micaelle, que acreditaram em mim e me incentivaram mesmo quando deixamos de ser colegas de turma, foi então que percebi que nossa amizade ultrapassa as paredes da sala de aula. Sem vocês com certeza meus dias durante esse período de faculdade teriam sido mais tristes;

Por fim, agradeço ao meu namorado, Bruno Ramos. Apesar de ter entrado na minha vida no fim dessa etapa acadêmica, me passou toda a paz que eu precisava nos dias de desespero e toda a confiança nos dias de descrença. Me apoiou e motivou quando ninguém mais acreditava, ly.

GEISISLANE DA COSTA LOPES

Resumo

O Programa Bolsa Família (PBF), foi criado em outubro de 2003, com o propósito de combater a pobreza e desigualdade no Brasil. Ele é destinado às famílias que se encontram em situação classificada como de pobreza ou extrema pobreza, sendo esta atualmente, aquelas famílias que possuem uma renda per capita inferior a R\$ 85,00 mensais. Com isso, através desse programa social, o governo federal, concede mensalmente benefícios em dinheiro para famílias mais necessitadas, visando proporcionar-lhes seus direitos sociais básicos - saúde, alimentação, educação e assistência social. O programa busca garantir a essas famílias a segurança alimentar e nutricional, além do acesso à educação e à saúde, em todo país. De modo que consigam superar essa situação de vulnerabilidade. Neste contexto, foi aplicada a técnica conhecida como DEA (Análise Envoltória de Dados, originada do inglês, Data Envelopment Analysis), essa técnica permite a análise de valores relacionados a eficiência/ineficiência das DMU'S, unidades tomadoras de decisão, possibilitando assim, possíveis direções para a melhoria do status dessas unidades, sendo elas os 223 municípios paraibanos. Com o propósito de explicar os valores obtidos através da técnica DEA, o trabalho é finalizado ao ajustar um modelo de regressão beta inflacionado. Este modelo proporciona uma maior flexibilidade para a modelagem de dados contidos no intervalo $(0,1]$, que é este o caso. Então, o objetivo principal deste trabalho pode ser definido como, conhecer a eficiência e ineficiência produtiva de cada município paraibano na gestão de recursos do programa federal, Bolsa Família. E possíveis variáveis explicativas para os municípios que se mostraram ineficientes. Com o intuito de gerar informações que poderão ser utilizadas como base para um melhor aproveitamento dos recursos públicos.

Palavras - Chaves: Bolsa Família, Análise Envoltória de Dados – DEA, Regressão Beta Inflacionado – RBI.

Abstract

The Bolsa Família Program (PBF) was created in October 2003 with the purpose of combating poverty and inequality in Brazil. It is intended for families who are in a situation classified as poverty or extreme poverty, and these are currently those families that have a per capita income of less than R\$ 85.00 per month. Thus, through this social program, the federal government grants monthly cash benefits to needy families in order to provide them with their basic social rights - health, food, education and social assistance. The program seeks to guarantee these families food and nutrition security, as well as access to education and health, in every country. So that they can overcome this situation of vulnerability. In this context, the technique known as DEA (Data Envelopment Analysis) was applied, this technique allows the analysis of values related to the efficiency/inefficiency of the DMU's, decision-making units, thus enabling possible directions To improve the status of these units, being the 223 municipalities of Paraíba. In order to explain the values obtained through the DEA technique, the work is finalized by adjusting an inflated beta regression model. This model provides a greater flexibility for the modeling of data contained in the interval $(0,1]$, which is the case. So the main objective of this work can be defined as knowing the efficiency and inefficiency of each municipality in the management Of resources of the federal program, Bolsa Família, and possible explanatory variables for municipalities that have been inefficient, in order to generate information that can be used as a basis for a better use of public resources.

Keywords: Bolsa Família, Data Envelopment Analysis - DEA, Inflated Beta Regression - RBI.

Lista de Siglas

APS - Atenção Primária a Saúde;

BCC - Banker, Charnes e Cooper. Criadores de um Modelo da Análise Envoltória de Dados;

BEOI - Distribuição Beta Inflacionada no ponto um;

BEZI - Distribuição Beta Inflacionada no ponto zero;

CEF - Caixa Econômica Federal;

CCR - Charnes, Cooper e Rhodes. Criadores de um Modelo da Análise Envoltória de Dados;

CRAS - Centro de Referência de Assistência Social;

DEA - Análise Envoltória de Dados;

DMU - Unidades Tomadoras de Decisões;

EF5 - Média de Alunos Matriculados no 5º ano do ensino Fundamental;

EF8 - Média de Alunos Matriculados no 8º ano do ensino Fundamental;

EFIC - Eficiência dos Municípios Paraibanos no ano de 2015;

EM2 - Média de Alunos Matriculados no 2º ano do ensino Médio;

EM3 - Média de Alunos Matriculados no 3º ano do ensino Médio;

FICO - Empresa de softwares analíticos;

GAM - Modelos Aditivos Generalizados;

GINI - Índice de GINI;

GLM - Modelos Lineares Generalizados;

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;

IDEME - Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual;

IGD - Índice de Gestão Descentralizada;

MDS - Ministério de Desenvolvimento Social;

PBF - Programa Bolsa Família;

PCL - Percentual da população que reside com acesso a Coleta de Lixo;

PEA - Percentual de jovens entre 6 e 17 anos, que estão com pelo menos 2 anos atrasados no ensino básico;

PFE - Percentual de crianças com idade entre 0 e 5 anos que não frequentam a escola;

PHS - Partido Humanista da Solidariedade;

PNI - Programa Nacional de Imunização;

PPS - Partido Popular Socialista;

PTA - População Total Residente;

PZR - População residente na Zona Rural;

R18 - Rendimento médio da população que possui ocupação com idade igual ou superior a 18 anos;

RBI - Regressão Beta Inflacionado.

Sumário

1	Introdução	1
2	Objetivos	6
2.1	Objetivo geral	6
2.2	Objetivos específicos	6
3	Referencial Teórico	7
3.1	Análise Envoltória de Dados (DEA)	7
3.1.1	O modelo CCR	9
3.1.2	O modelo BCC	12
3.2	Análise de Regressão	13
3.2.1	Modelo de Regressão Beta	14
3.2.2	Modelo de Regressão Beta Inflacionado	14
4	Material e Métodos	19
4.1	Descrição da amostra	19
4.1.1	Descrição dos Itens	20
4.2	Aspectos Computacionais	35
5	Resultados e Discussões	37
5.1	Análise Envoltória de Dados (DEA)	37
5.2	Análise Descritiva	46
5.3	Análise de Regressão Beta Inflacionada	48
6	Conclusão	53
6.1	Sugestões de trabalhos futuros	54

Lista de Figuras

4.1	Mesorregiões Geográficas do estado da Paraíba.	28
5.1	Mapa da Eficiência dos municípios da Paraíba.	41
5.2	Histograma e Box-plot da variável Eficiência	47
5.3	Gráfico dos Resíduos e gráfico da probabilidade normal com envelopes simulados, para os municípios paraibanos.	52

Lista de Tabelas

3.1	Dados do modelo.	10
3.2	Resultados do Exemplo.	11
4.1	Valores de Input e Outputs.	22
4.2	Dados da Mesorregião do Agreste Paraibano.	29
4.3	Dados da Mesorregião de Borborema.	31
4.4	Dados da Mesorregião da Mata Paraibana.	32
4.5	Dados da Mesorregião do Sertão Paraibano.	33
5.1	Resultado das eficiências calculadas pelo método DEA.	37
5.2	Resultado das eficiências para a Mesorregião do Agreste Paraibano.	42
5.3	Resultado das eficiências para a Mesorregião de Borborema.	43
5.4	Resultado das eficiências para a Mesorregião da Mata Paraibana.	44
5.5	Resultado das eficiências para a Mesorregião do Sertão.	44
5.6	Estatísticas Descritivas da Variável Eficiência	46
5.7	Estatística Descritiva das Covariáveis	48
5.8	Estimativas dos parâmetros para μ	49
5.9	Estimativas dos parâmetros para α	50
5.10	Estimativas dos parâmetros para ϕ	51

Capítulo 1

Introdução

Tem-se conhecimento que, apesar do Brasil ser uma das maiores economias do mundo, uma parte considerável de sua população encontra-se em situação de pobreza, e até mesmo, extrema pobreza, apresentando assim, um perfil de grandes desigualdades socioeconômicas. Estas desigualdades estão relacionadas não somente em termos financeiros, mas em aspectos como, analfabetismo, condições de moradia, além do acesso a infraestrutura. Cerca de metade dos pobres do mundo são crianças, e essa pobreza, especialmente no início da vida, pode causar deficiências nutricionais e sérios problemas de saúde, reduzindo a capacidade da criança de sustentar uma vida normal e lidar com as dificuldades (UNICEF, 2000).

Com o intuito de reduzir a grande desigualdade socioeconômica brasileira, em 2004 foi criado o programa Bolsa Família, considerado até hoje, um dos maiores programas de transferência de renda do mundo (VIEIRA et al, 2013). Programas semelhantes ao Bolsa Família, cujo objetivo é a transferência de renda, começaram a ser implantados no século XX em diversos países, como México, Alemanha e Finlândia (FROTA e ZIMMERMANN, 2010). No ano de 2016, cerca de 52 países utilizavam o mesmo formato do programa Bolsa Família em seus programas de transferência de renda, segundo o Banco Mundial. Programas de transferência de renda são considerados uma estratégia efetiva na redução da pobreza e desigualdade nos países em desenvolvimento (RASELLA, 2013) e, a curto prazo, esse tipo de programa, tem o objetivo de aliviar os efeitos da pobreza.

O programa Bolsa Família, criado pelo Ministério de Desenvolvimento Social (MDS) brasileiro, instituído pela Lei nº 10.836/2004 e regulamentado pelo Decreto nº 5.209/2004 originou-se da fusão de quatro programas sociais nacionais pré-existent, sendo eles, o Bolsa Escola (2001), Bolsa Alimentação (2001), Auxílio Gás (2002) e Fome Zero (2003) (LINDERT et al, 2007). Através desta iniciativa, o governo brasileiro beneficia famílias em situação

de pobreza e extrema pobreza, com renda familiar per capita inferior a R\$ 85,00 mensais e busca assegurar o que está dito na Declaração Universal dos Direitos Humanos, artigo 25: "Toda pessoa tem direito a um padrão de vida capaz de assegurar a si e a sua família, saúde e bem-estar, inclusive alimentação, vestuário, habitação, assistência médica e os serviços sociais indispensáveis...". Para que as famílias cadastradas no programa recebam um auxílio em dinheiro, precisam, em contrapartida, obedecer algumas regras relacionadas às áreas de saúde e educação.

Condicionalidades são os compromissos que as famílias cadastradas no Bolsa Família assumem e o não cumprimento das mesmas acarreta o bloqueio do pagamento do benefício. Nas chamadas condicionalidades de saúde estão inclusos o acompanhamento do crescimento e desenvolvimento das crianças menores de 7 anos, além de estarem em dia com as vacinas dispostas no cronograma do Programa Nacional de Imunização (PNI). Este programa define os calendários de vacinação considerando a situação epidemiológica, o risco, a vulnerabilidade e as especificidades sociais, com orientações específicas para crianças, adolescentes, adultos, gestantes, idosos e povos indígenas. Mulheres com idade fértil, ou seja, entre 14 e 44 anos deverão ser assistidas por uma equipe de saúde da família, como agentes comunitários de saúde ou unidades básicas de saúde, que proverão os serviços necessários ao cumprimento das ações de responsabilidade da família e, se gestantes, devem realizar o pré-natal e o pós-natal, além de participarem de atividades de educação nutricional. Como é possível observar, as condicionalidades de saúde do programa são geralmente cumpridas a nível de atenção primária à saúde (APS), e a interação com a APS é, portanto, um elemento importante para a eficácia dos Programas de Transferência de Renda Condicional (RASELLE, 2013). Estudos recentes já demonstraram que a APS pode melhorar a situação de saúde de uma população, especialmente nas áreas pobres, contribuindo para reduzir as desigualdades (MACINKO et al, 2009; KRUK, 2010; WHO, 2008). Nas condicionalidades de educação estão inclusos matrícula e frequência escolar mensal mínima de 85% da carga horária para todas as crianças e adolescentes entre 6 e 15 anos, e para os estudantes entre 16 e 17 anos, é exigida matrícula e frequência escolar mensal mínima de 75% (CEF, 2017).

A transferência monetária é centralizada na esfera federal, enquanto que a gestão do programa Bolsa Família é descentralizada entre a União, Estados, Distrito Federal e municípios, que trabalham em conjunto para ampliar, aperfeiçoar e fiscalizar a execução do mesmo (SILVA e MONTEIRO, 2012). Atualmente o Brasil possui 1 Distrito Federal, 26 estados, 5.570 municípios (<http://www.ibge.gov.br/estadosat/index.php>) e 13.936.791 famílias cadastradas no Bolsa Família no ano de 2015 segundo o Ministério de Desenvolvimento Social, o que torna a sua gestão uma tarefa complicada. O problema

é: como gerir um programa que funciona em milhares de municípios e atende a milhões de famílias?

No ano de 2006, visando avaliar o desempenho dessas administrações no cumprimento das metas institucionais regulamentadores do programa, foi criado o Índice de Gestão Descentralizada do Programa Bolsa Família – IGD, (SILVA e MONTEIRO, 2012). O IGD é um indicador que combina a integridade, a qualidade e a atualização das informações constantes no CadÚnico e informações sobre os cumprimentos das condicionalidades da área de educação e de saúde (MDS, 2015). O IGD pode ser considerado, simultaneamente, uma ferramenta de monitoramento do desempenho dos municípios, além de incentivo financeiro à boa gestão local do programa, pois permite remuneração por resultados, algo bastante complexo na administração pública (CUNHA e PINTO, 2011).

Segundo a cientista política Marta Arretche, as pesquisas acadêmicas em relação às políticas brasileiras nos permitem melhorar o conhecimento da nossa realidade. Com esse intuito, diversos estudos já foram feitos com o propósito de analisar o desempenho da gestão do Programa Bolsa Família no Brasil. É possível observar uma certa preocupação por parte de alguns pesquisadores como Estrella e Ribeiro (2008), Calmon e Bandeira (2009), Ferreira e Teixeira (2009), em avaliar a capacidade do programa de promover, além da elevação do consumo no curto prazo, o combate e a superação da pobreza estrutural, pela melhora dos padrões de saúde e educação. Como já mencionado, o Programa Bolsa Família é aplicado em todo o território brasileiro, uma área de 8.515.767.049 km^2 . Um país de extensões continentais, dividido em 5 regiões, norte, nordeste, sudeste, sul e centro oeste. Esse estudo será concentrado na região nordeste, mais precisamente no estado da Paraíba. Sendo o terceiro estado com o maior número de municípios da região nordeste, um total de 223 e uma população de aproximadamente 3.766.528 pessoas, ainda não foi feito nenhum estudo que divulgasse a eficiência do programa social Bolsa Família para todos os municípios desse estado de forma plena. Alguns municípios paraibanos foram estudados separadamente, como João Pessoa (COSTA, 2005), Campina Grande (SANTANA, 2016) e Dona Inês (FELICIO, 2014), contudo existem grandes municípios em área e população que precisam de atenção, como Monteiro, o maior município paraibano em área com 986.356 km^2 e Santa Rita que está entre os 10 maiores municípios em área com 730.205 km^2 e o terceiro mais populoso da Paraíba com 120.310 habitantes, perdendo em população apenas para a capital João Pessoa e Campina Grande. Sendo assim, o estudo se faz de suma importância uma vez que busca analisar a eficiência do programa bolsa família em todo o território paraibano.

Para que se possa analisar o desenvolvimento do Programa Bolsa Famí-

lia nos municípios paraibanos, seria necessária uma medida de comparação. Com a utilização do método, Análise Envoltória de Dados, esta medida de comparação pode ser fornecida. A Análise Envoltória de Dados (DEA – do inglês Data Envelopment Analysis) é um método que permite a análise da eficiência ou ineficiência de unidades produtivas em estudo (DMU's – do inglês Decision Making Unit), pois fornece dados quantitativos sobre possíveis direções a serem seguidas, para a melhoria do status dessas unidades, quando elas forem ineficientes.

O método tem por intuito estabelecer uma medição entre o que foi produzido (denominado output ou produto), em relação aos recursos disponíveis de cada unidade (denominados inputs ou insumos). É uma análise de eficiência, que compara o resultado de cada unidade, em relação a todas as outras unidades produtivas participantes do estudo. Tomando-se os dados de insumos (quantidade de famílias beneficiadas) e produtos (número de pessoas que atendem às condicionalidades de educação e o número de pessoas que atendem às condicionalidades de saúde) relativos ao Bolsa Família para cada Município paraibano, pode-se calcular a eficiência de cada um deles.

A Análise Envoltória de Dados (DEA), desenvolvida por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), é um método que apura as medidas de ineficiência produtiva, empregado para avaliar o desempenho gerencial de organizações que se utilizam de múltiplos insumos/recursos para gerar múltiplos produtos/resultados e, para as quais, questões de lucro, custos dos insumos/recursos e preços de mercado dos seus produtos/resultados não são bem definidos, são difíceis de apurar ou são inexistentes. De acordo com Farrel (1957), "Os modelos DEA são ferramentas técnicas, atualmente cada vez mais utilizadas para orientar decisões estratégicas de organizações...". Segundo Charnes (1978), "... a técnica DEA consiste em determinar para cada Unidade Tomadora de Decisão (DMU) a razão máxima entre a soma ponderada dos produtos e a soma ponderada dos insumos, condicionada à disponibilidade dos recursos e à quantidade gerada de produtos. Neste caso, os termos de ponderação são às incógnitas a serem determinadas pelo modelo. Dessa forma a técnica DEA é identificada como um modelo de programação fracional que pode ser transformado em um modelo de programação linear."

Após a identificação dos municípios eficientes e ineficientes, através do DEA, será possível ajustar um modelo de regressão beta inflacionado, com o propósito de identificar que fatores podem ter influenciado na eficiência desses municípios. O modelo de regressão beta inflacionado foi proposto por Ospina e Ferrari (2010) e se faz necessário para a modelagem de uma variável resposta (Y), inserida em intervalos que contém zero ou/e um.

Esta pesquisa é altamente relevante uma vez que contribui para o desenvolvimento de metodologias que proporcionam a identificação de ações

benéficas para a utilização dos recursos oferecidos pelo Programa Bolsa Família. Através da quantificação da ineficiência do Programa Bolsa Família nos 223 Municípios da Paraíba é possível a partir das informações geradas ter uma base para ações que tornem eficientes os Municípios ineficientes, proporcionando assim um melhor aproveitamento dos recursos públicos.

Capítulo 2

Objetivos

2.1 Objetivo geral

Gerar valores de eficiência ou/e ineficiência de cada Município do Estado da Paraíba em relação à gestão dos recursos do Programa Bolsa Família no ano de 2015, utilizando a metodologia de Análise Envoltória de Dados (DEA) no intuito de disponibilizar um critério de comparação para que se possa averiguar o melhor ou pior funcionamento do Programa em cada Município. Posteriormente, encontram possíveis variáveis explicativas através da Análise de Regressão Beta Inflacionada.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar os municípios eficientes e conseqüentemente os ineficientes;
- Identificar os municípios alvo, ou seja, aqueles que influênciam diretamente no aumento do nível de eficiência dos demais municípios;
- Identificar os fatores que podem influenciar na eficiência do Programa Bolsa Família nos municípios paraibanos.

Capítulo 3

Referencial Teórico

3.1 Análise Envoltória de Dados (DEA)

Em 1957, o trabalho intitulado “*The measurement of productive efficiency*” (FARREL, 1957) deu início ao desenvolvimento de uma técnica para medir a eficiência de sistemas produtivos, dada a crescente necessidade de se conhecer o quanto uma indústria poderia aumentar a sua produção sem haver a necessidade do aumento consumido nos insumos. Neste trabalho foi utilizada uma abordagem baseada em conceitos econômicos sobre a eficiência na produção (THANASSOULIS, 2001). A técnica é baseada na determinação de uma medida para a eficiência de uma organização, comparando-a com o melhor nível de eficiência observado. Para que possa haver a comparação, as unidades de produção, Decision Making Units, ou seja, Unidades Tomadoras de Decisão, obrigatoriamente utilizam os mesmos insumos e geram a mesma quantidade de produtos, por outra forma, não há como comparar eficiências. Neste trabalho já é utilizada a definição de eficiência relacionada à maior produção possível a partir de um dado conjunto de insumos.

A Data Envelopment Analysis (DEA), ou seja, Análise Envoltória de Dado, surgiu em 1978 com o trabalho “*Measuring the efficiency of decision-making units*” de Charnes, Cooper e Rhodes (Charnes et al, 1978), onde foi publicado o modelo de Programação Linear utilizado para resolver o problema idealizado por Farrel (FARREL, 1957). É uma técnica não paramétrica de otimização, ou seja, uma técnica que assume pouca ou nenhuma hipótese sobre a distribuição de probabilidade da população da qual os dados são retirados. É utilizada para obtenção de medidas relativas de eficiência, permitindo uma classificação numérica para as unidades tomadoras de decisão, ou DMUs. É importante ressaltar que a medida relativa de eficiência possui esta característica porque é dada por comparação, o que quer dizer que uma

DMU que seja eficiente em um determinado conjunto de unidades produtivas pode deixar de ser considerada eficiente se houver alteração do conjunto a ser analisado, por exemplo, a inserção de uma nova DMU no conjunto.

Todos os modelos propostos utilizam uma combinação linear dos insumos utilizados pelas DMUs, denominada insumo virtual e dada por:

$$v_1x_{1j} + v_2x_{2j} + \dots + v_nx_{nj},$$

onde n é o número de insumos utilizados e j é a quantidade de DMUs analisadas. Os modelos utilizam também uma combinação linear dos produtos gerados pelas DMUs, denominada produto virtual, que é dada por:

$$u_1y_{1j} + u_2y_{2j} + \dots + u_sy_{sj},$$

onde s é o número de produtos gerados e j é a quantidade de DMUs analisadas. A técnica consiste em encontrar os valores para as variáveis v e u relacionadas, respectivamente, aos dados de insumos x_{kj} , $k = 1, \dots, n$ e produtos y_{rj} , $r = 1, \dots, s$ de forma a otimizar o modelo.

O modelo mais geral, considerando que cada DMU k ($k = 1, 2, \dots, s$) é uma unidade de produção que utiliza n insumos x_{ik} , $i=1, 2, \dots, n$ para produzir m produtos y_{jk} , $j=1, 2, \dots, m$ é dado por:

$$\text{Maximizar: } h_k = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^n v_i x_{ik}} = \frac{u_1 y_{1k} + u_2 y_{2k} + \dots + u_s y_{sk}}{v_1 x_{1k} + v_2 x_{2k} + \dots + v_n x_{nk}} \quad (3.1)$$

$$\text{Sujeito a: } \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^n v_i x_{ij}} = \frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots + v_n x_{nj}} \leq 1, \quad \forall j = 1, \dots, m. \quad (3.2)$$

$$u_1, u_2, \dots, u_r \geq 0, \quad \forall r = 1, \dots, m. \quad (3.3)$$

$$v_1, v_2, \dots, v_j \geq 0, \quad \forall i = 1, \dots, n. \quad (3.4)$$

O objetivo do modelo é encontrar os pesos u_r e v_i que maximizem a razão

$$h_k = \frac{\text{Produto Virtual}}{\text{Insumo Virtual}},$$

onde h_k é a eficiência técnica da DMU_k , dada pela equação 3.1.

A primeira restrição, dada em 3.2, significa que a eficiência técnica deve ser, no máximo, igual a 1 para cada DMU. As restrições 3.3 e 3.4 determinam que os pesos u e v devem ser não negativos.

O modelo dado pelas equações 3.1-3.4 é não linear fracionário e estas características acarretam maior dificuldade na sua resolução. Porém, pode-se linearizá-lo e desta forma, consegue-se chegar a uma única solução para a eficiência técnica de cada DMU em questão.

Existem dois modelos DEA bastante tradicionais na literatura, conhecidos como CCR, uma referência aos seus criadores Charnes, Cooper e Rhodes e o modelo BCC (Banker et al). Nas seções 3.1.1 e 3.1.2 os modelos CCR e BBC são descritos de forma mais detalhada.

3.1.1 O modelo CCR

O modelo CCR também é conhecido como CRS (Constant Returns to Scale), adota como hipótese retornos constantes de escala, ou seja, se a relação (x, y) é possível, então (tx, ty) também é possível (CCR, 1978), o que significa que, aumentando a quantidade de insumos, a quantidade de produtos irá aumentar na mesma proporção. O modelo CCR orientado a produto tem por objetivo determinar o valor dos pesos v e u , associados respectivamente aos insumos e produtos, que irão maximizar o produto final gerado, utilizando uma determinada quantidade de insumo. Já o modelo CCR orientado a insumo tem como objetivo encontrar o valor dos pesos v e u que minimizem o insumo utilizado na produção de uma quantidade específica de produto.

Primal Orientado a Produto

O modelo CCR de programação linear a seguir visa determinar os pesos que maximizam a quantidade de produto final gerado, para cada DMU tomada como referência, com os mesmos ou menos recursos. Isto significa que existem k problemas de programação linear para serem resolvidos, o que dá a dimensão do trabalho computacional a ser realizado (BRITO, 2004). Seja x_{ik} a quantidade disponível do insumo i usada na atividade k , y_{jk} a quantidade do produto j gerada na atividade k , v_i o peso dado ao insumo utilizado na atividade k e u_r o peso dado ao produto gerado na atividade k . Para obter o modelo linear a partir do modelo 3.1-3.4, deve-se tornar o denominador da função objetivo igual a uma constante (usualmente igual a 1) e tornar a restrição 3.2 uma diferença entre o numerador e o denominador que seja menor ou igual a zero. Então tem-se:

$$\text{Maximizar: } h_k = \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} \quad (3.5)$$

$$\text{Sujeito a: } \sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} \leq 0 \quad (3.6)$$

$$\sum_{i=1}^n v_i x_{ik} = 1 \quad (3.7)$$

$$u_r, v_i \geq 0. \quad (3.8)$$

A transformação do modelo não linear 3.1-3.4 para o modelo linear 3.13-3.17 pode ser vista em sua totalidade em (Charnes,1978)

Abaixo, é exibido um exemplo que utiliza somente 3 municípios da Paraíba. A primeira coluna da tabela exibe o nome dos municípios, a segunda coluna apresenta o número de famílias cadastradas no programa Bolsa Família, a terceira, o número de pessoas que atendem as condicionalidades de educação e a quarta o número de pessoas que atendem as condicionalidades de saúde.

Tabela 3.1: Dados do modelo.

Cidades	Famílias	Educação	Saúde
João Pessoa	57.734	47.161	44.453
Campina Grande	33.491	36.848	18.375
Santa Rita	16.702	16.108	13.263

Para cada um dos municípios será resolvido um modelo de Programação Linear, como apresentado abaixo.

Modelo CCR orientado a produto para cidade de João Pessoa:

$$\begin{aligned} \text{Maximizar} & : 47.161u_1 + 44.453u_2 \\ \text{Sujeito a} & : 47.161u_1 + 44.453u_2 - 57.734v \leq 0 \\ & 36.848u_1 + 18.375u_2 - 33.491v \leq 0 \\ & 16.108u_1 + 13.263u_2 - 16.702v \leq 0 \\ & 57.734v = 1 \\ & u_1, u_2, v \geq 0 \end{aligned}$$

Modelo CCR orientado a produto para cidade de Campina Grande:

$$\text{Maximizar} : 36.848u_1 + 18.375u_2$$

$$\begin{aligned}
\text{Sujeito a} : \quad & 47.161u_1 + 44.453u_2 - 57.734v \leq 0 \\
& 36.848u_1 + 18.375u_2 - 33.491v \leq 0 \\
& 16.108u_1 + 13.263u_2 - 16.702v \leq 0 \\
& 33.491v = 1 \\
& u_1, u_2, v \geq 0
\end{aligned}$$

Modelo CCR orientado a produto para cidade de Santa Rita:

$$\begin{aligned}
\text{Maximizar} : \quad & 16.108u_1 + 13.263u_2 \\
\text{Sujeito a} : \quad & 47.161u_1 + 44.453u_2 - 57.734v \leq 0 \\
& 36.848u_1 + 18.375u_2 - 33.491v \leq 0 \\
& 16.108u_1 + 13.263u_2 - 16.702v \leq 0 \\
& 16.702v = 1 \\
& u_1, u_2, v \geq 0
\end{aligned}$$

Na tabela a seguir encontram-se as soluções do exemplo, onde as colunas v , u_1 e u_2 são referentes, respectivamente, aos valores dos multiplicadores relativos ao insumo e aos produtos. Observa-se que, para o município de João Pessoa, para o melhor valor da eficiência, foi melhor não considerar o produto 1.

Tabela 3.2: Resultados do Exemplo.

Municípios	Eficiência	v	u_1	u_2
João Pessoa	0.969608	0.0173208	0	0.021812
Campina Grande	1	0.0298588	0.0212699	0.0117685
Santa Rita	1	0.0598731	0.0426507	0.0235982

Dual

Para cada modelo de programação linear, chamado primal, existe um outro modelo, denominado dual, que é composto pelos mesmos coeficientes do primal, porém dispostos de maneira diferente (BRITO, 2004). Em sua formulação dual, o modelo CCR orientado a produto é dado por:

$$w_k = \max_{w, \lambda}(w) \quad (3.9)$$

Sujeito a:

$$wy_{km} \leq \sum_{j=1}^K \lambda_j y_{jm} \quad m = 1, \dots, M \quad (3.10)$$

$$x_{kn} \geq \sum_{j=1}^K \lambda_j x_{jn} \quad n = 1, \dots, N \quad (3.11)$$

$$w\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, K \quad (3.12)$$

A partir dessa formulação, é possível verificar que seu objetivo é determinar os valores dos pesos que minimizam o uso dos recursos disponíveis para cada DMU, com a finalidade de gerar a mesma quantidade de produtos ou mais. Quanto às restrições, pode-se notar que o vetor de intensidade, λ , representa retornos constantes de escala (BRITO, 2004).

Pelo teorema básico de dualidade, se o primal e o dual têm soluções compatíveis, então a solução ótima do primal é igual a solução ótima do dual (PUCCINI, 1989). Sendo assim, é possível encontrar a solução do problema em ambas as formas, primal ou dual.

3.1.2 O modelo BCC

O modelo BCC, também conhecido como VRS (Variable Returns to Scale), não assume proporcionalidade entre insumos e produtos. Ele surgiu a partir de uma pequena alteração no modelo CCR, feita por Banker, Charnes e Cooper (1984), onde foi acrescentado uma nova restrição, para que fosse possível a existência do retorno variável de escala. Desta forma, contempla os casos em que é necessário levar em consideração desajustes estruturais de longo prazo para a obtenção de medidas relativas de eficiência (BRITO, 2004). Abaixo é possível observar, um exemplo simples de aplicação do modelo BCC:

A formulação do modelo BCC:

$$\text{Maximizar } h_0 = \sum_{j=1}^m u_j y_{j0} - u_* \quad (3.13)$$

$$\text{Sujeito a: } \sum_{i=1}^n v_i x_{i0} = 1 \quad (3.14)$$

$$\sum_{j=1}^m u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ik} - u_* \leq 0 \quad (3.15)$$

$$k = 1, \dots, s \quad (3.16)$$

$$u_j, v_i \geq 0 \quad \forall x, y \quad (3.17)$$

$$u_* \in \mathbb{R}. \quad (3.18)$$

Neste modelo, para a DMU o em análise, a eficiência é dada por h_o , x_{ik} representa o insumo i da DMU k , y_{jk} representa o produto j da DMU k , v_i e u_j representam os pesos dados aos insumos i e aos produtos j , respectivamente e u_* é um fator de escala, que quando é negativo significa que os retornos de escala são crescentes. Tanto no modelo DEA-CCR como no BCC é resolvido um problema de Programação Linear para cada DMU e a solução fornece a ineficiência de cada DMU e seus multiplicadores v_i e u_j .

3.2 Análise de Regressão

Modelos estatísticos são ferramentas usadas para resumir e interpretar dados. O modelo de regressão é o mais aplicado nas diversas áreas de conhecimento, seu objetivo é investigar e modelar a relação entre uma variável aleatória de interesse, denominada variável resposta (Y), e um conjunto de variáveis explicativas (X_1, \dots, X_k), as quais se acredita serem as responsáveis pela variabilidade de Y (RIBEIRO, 2014).

Existem diversos modelos de regressão, o mais utilizado é o modelo de regressão normal linear. Contudo, para o estudo a ser realizado aqui ele será inapropriado, pois a variável resposta encontrada a partir do método DEA, é restrita ao intervalo $(0,1]$.

Uma alternativa geralmente empregada para esse tipo de problema, é transformar a variável resposta de tal forma que esta assuma valores em toda reta e em seguida, modelar a resposta transformada. No entanto, esse enfoque apresenta algumas desvantagens, como por exemplo, o fato de que os parâmetros do modelo não podem ser facilmente interpretados em termo de resposta original, dependendo da transformação (PAOLINO, 2001).

Este modelo assume uma relação linear entre a variável resposta e as variáveis explicativas, ou seja,

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \dots + \beta_k x_{ki} + \epsilon_i, \quad i = 1, \dots, n \quad (3.19)$$

Em que, Y_i representa a variável resposta, x_{1i}, \dots, x_{ki} representa k variáveis explicativas e ϵ o erro aleatório do modelo, que é assumido ter distribuição $N(0, \sigma^2)$.

No entanto, esse e muitos outros modelos desenvolvidos, como os Modelos Lineares Generalizados (Generalized Linear Models – GLM), Modelos Aditivos Generalizados (Generalized Additive Models – GAM), Modelos Lineares Mistos, entre outros, que surgiram como alternativas para a modelagem de dados, não apresentam uma estrutura que permita modelar uma variável que está restrita no intervalo unitário, $0 < y < 1$, que será estudado aqui.

Devido a essas limitações FERRARI & CRIBARI-NETO (2004) propuseram um modelo para o ajuste de variáveis que continuam valores no intervalo unitário padrão, denominado modelo de regressão beta.

3.2.1 Modelo de Regressão Beta

O modelo de regressão beta tem como objetivo, a modelagem de respostas que pertencem ao intervalo $(0,1)$, por meio de uma estrutura de regressão que contém uma função de ligação, covariáveis e parâmetros desconhecidos (FERRARI & CRIBARI-NETO, 2004). Muitos estudos, em diferentes áreas do conhecimento, como em BREHM & GATES (1993), HANCOX et al. (2010), KIESCHNICK & MCCULLOUGH (2003), SMITHSON & VERKUILEN (2006), utilizam regressão beta ou outras abordagens para examinar como um conjunto de covariáveis se relaciona com alguma porcentagem ou proporção.

Como mencionado na seção anterior, o modelo de regressão beta foi proposto por FERRARI & CRIBARI-NETO (2004) como uma forma de complementar os modelos tradicionais (Modelos de Regressão Linear) e satisfazer algumas das limitações associadas, em especial, na estrutura da variável resposta. Os autores fazem uso de uma parametrização alternativa que permite a modelagem da média da resposta envolvendo um parâmetro de dispersão. Com isso, utilizando uma função de ligação, a média fica relacionada a um preditor linear, de forma semelhante ao que se observa nos modelos lineares generalizados (MCCULLAGH & NELDER, 1989). O parâmetro de dispersão indexado no modelo, em certas situações, pode variar ao longo das observações (SMITHSON & VERKUILEN, 2006; ESPINHEIRA et al. 2008a, 2008b). Podendo existir, portanto, uma extensão do modelo que considera um submodelo para a média e um submodelo para a precisão, dando mais visibilidade ao ajuste dos dados (SIMAS et al., 2010). Dessa forma, o modelo de regressão beta torna-se mais adequado para modelagem da variável resposta, quando esta se trata de uma proporção ou taxa, em que se verifica simultaneamente a presença de heterocedasticidade e assimetria.

3.2.2 Modelo de Regressão Beta Inflacionado

Após a obtenção dos valores de eficiência e ineficiência dos municípios paraibanos em relação ao programa bolsa família, o presente estudo tem interesse em identificar quais fatores afetam essa eficiência. Com isso, há uma restrição no intervalo $(0,1)$ da variável resposta. Foi visto, que o modelo de regressão beta pode ser aplicado nesses casos. Contudo, existem casos em que a variável de interesse pode conter zeros e uns, quando isso acontece, a

função de log-verossimilhança do modelo de regressão beta se torna ilimitada. Se deparando com esse problema, Ospina e Ferrari (2010) introduziram uma família de distribuições, conhecidas como distribuições beta inflacionadas, que são misturas de uma distribuição beta e uma distribuição de Bernoulli degenerada em zero e/ou um, para permitir a modelagem de dados contidos em intervalos como esses $[0,1)$, $(0,1]$ ou $[0,1]$ (PEREIRA et al., 2014).

Definição

O modelo inclui um submodelo de regressão para a probabilidade de que a variável dependente seja igual a um dos limites do intervalo. Uma vez que os dados de eficiência adquiridos, assumem valores no intervalo $(0,1]$, será abordado a seguir apenas o modelo de regressão beta inflacionado em zero ou um. Esse modelo faz parte da classe de modelos inflacionados em que a distribuição de probabilidade assumida para os dados é uma mistura entre uma variável distribuída de forma contínua no intervalo $(0,1)$ e uma distribuição degenerada concentrada no valor conhecido c , em que c é igual a 0 ou 1 (PEREIRA et al., 2014).

Sejam y_1, \dots, y_n variáveis aleatórias independentes, em que cada $y_t, t = 1, \dots, n$, segue a função de densidade (Ospina e Ferrari, 2010)

$$bi_c(y; \alpha_t, \mu_t, \phi_t) = \begin{cases} \alpha_t, & y = c \\ (1 - \alpha_t)f(y; \mu_t, \phi_t), & y \in (0, 1) \end{cases} \quad (3.20)$$

em que $0 < \alpha_t < 1$ é o parâmetro de mistura da distribuição dado por $\alpha_t = P_r(y_t = c)$, $0 < \mu_t < 1$ é a média de y_t condicional em $y_t \in (0,1)$, $\phi_t > 0$ é o parâmetro de precisão e $f(y; \mu_t, \phi_t)$ é a função de densidade beta. Sob a parametrização de Ferrari e Cribari-Neto (2004), a densidade beta é dada por:

$$f(y; \mu, \phi) = \frac{\Gamma(\phi)}{(\Gamma(\mu\phi)\Gamma((1-\mu)\phi))} y^{\mu\phi-1} (1-y)^{(1-\mu)\phi-1}, \quad (3.21)$$

em que $0 < y < 1$, $0 < \mu < 1$ e $\phi > 0$.

A densidade (3.20) é de uma variável aleatória beta inflacionada no ponto c , $c = 0$ ou $c = 1$. Se $c = 0$, a distribuição (3.20) é denominada distribuição beta inflacionada no ponto zero e escrevemos $y \sim BEZI(\alpha, \mu, \phi)$. Se $c = 1$, a distribuição (3.20) é denominada distribuição beta inflacionada no ponto um e escrevemos $y \sim BEOI(\alpha, \mu, \phi)$. Para esta distribuição, tem-se o valor da Esperança e da Variância, dados da seguinte forma:

$$E(y_t) = \alpha_t c + (1 - \alpha_t) \mu_t \quad (3.22)$$

$$Var(y_t) = \frac{(1 - \alpha_t)\mu_t(1 - \mu_t)}{(\phi + 1) + \alpha_t(1 - \alpha_t)(c - \mu_t)^2}. \quad (3.23)$$

Os modelos de regressão beta inflacionado, são extensões naturais do modelo de regressão beta (PEREIRA et al., 2014). A parte contínua dos dados é modelada pela distribuição beta e a parte discreta, pela distribuição degenerada no valor conhecido c , em que c é igual a zero ou um. O modelo de regressão beta inflacionado em c com dispersão variável é definido supondo que a média condicional de y_t , a massa de probabilidade em c e o parâmetro de precisão satisfazem às seguintes relações funcionais:

$$h(\alpha_t) = \sum_{i=1}^M z_{ti}\gamma_i = \zeta_t, \quad (3.24)$$

$$g(\mu_t) = \sum_{i=1}^m x_{ti}\beta_i = \eta_t, \quad (3.25)$$

$$b(\phi_t) = \sum_{i=1}^q s_{ti}\lambda_i = \kappa_t, \quad (3.26)$$

em que $\gamma = (\gamma_1, \dots, \gamma_M)^\top$, $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_m)^\top$ e $\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_q)^\top$ são vetores de parâmetros de regressão desconhecidos, tais que $\gamma \in \mathbb{R}^M$, $\beta \in \mathbb{R}^m$ e $\lambda \in \mathbb{R}^q$, x_{t1}, \dots, x_{tm} , z_{t1}, \dots, z_{tM} e s_{t1}, \dots, s_{tq} são observações de covariáveis conhecidas ($m + M + q < n$) que podem coincidir total ou parcialmente.

Funções de Ligação

As funções de ligação $h : (0, 1) \rightarrow \mathbb{R}$, $g : (0, 1) \rightarrow \mathbb{R}$ e $b : (0, \infty) \rightarrow \mathbb{R}$ são estritamente monótonas e duas vezes diferenciáveis. Entre as funções de ligação mais utilizadas para μ e α estão a função logit com:

$$g(\mu) = \log\left(\frac{\mu}{(1 - \mu)}\right). \quad (3.27)$$

A função de ligação probit com:

$$g(\mu) = \phi^{-1}(\mu), \quad (3.28)$$

em que $\phi(\cdot)$ é a função de distribuição normal padrão, a especificação log-log complementar com:

$$g(\mu) = \log(-\log(1 - \mu)). \quad (3.29)$$

A ligação log-log com:

$$g(\mu) = -\log(-\log(\mu)). \quad (3.30)$$

E a função de ligação Cauchy com:

$$g(\mu) = \tan(\pi(\mu - 0.5)). \quad (3.31)$$

Já para ϕ é possível utilizar a função logarítmica com:

$$b(\phi) = \log(\phi). \quad (3.32)$$

Ou raiz quadrada com:

$$b(\phi) = \sqrt{\phi}. \quad (3.33)$$

A função de log-verossimilhança para o modelo de regressão beta inflacionado em c é da forma:

$$\ell(\theta) = \ell_1(\gamma) + \ell_2(\beta, \lambda), \quad (3.34)$$

em que,

$$\ell(\gamma) = \sum_{t=1}^n \ell_t(\alpha_t), \quad (3.35)$$

$$\ell_2(\beta, \lambda) = \sum_{t:y_t \in (0,1)} \ell_t(\mu_t, \phi_t), \quad (3.36)$$

Sendo,

$$\ell_t(\alpha_t) = \mathbb{1}_{\{c\}}(y_t) \log \alpha_t + (1 - \mathbb{1}_{\{c\}}(y_t)) \log(1 - \alpha_t), \quad (3.37)$$

$$\ell_t(\mu_t, \phi_t) = \log \Gamma(\phi_t) - \log \Gamma(\mu_t \phi_t) - \log \Gamma((1 - \mu_t) \phi_t) +$$

$$\{(1 - \mu_t) \phi_t - 1\} \log(1 - y_t) + (\mu_t \phi_t - 1) \log y_t, \quad (3.38)$$

em que $\mathbb{1}_{\{c\}}(y)$ é uma função indicadora que assume valor 1 se $y = c$ e 0 caso contrário. Os parâmetros μ_t , α_t e ϕ_t são definidos como funções de γ , β e λ , através de (3.23), (3.24) e (3.25), ou seja,

$$\alpha_t = h^{-1}(\zeta_t), \quad (3.39)$$

$$\mu_t = g^{-1}(\eta_t), \quad (3.40)$$

$$\phi_t = b^{-1}(\kappa_t). \quad (3.41)$$

Temos que $\ell_1(\gamma)$ é a função de log-verossimilhança de um modelo linear generalizado com resposta binária e $\ell_2(\beta, \lambda)$ é a função de log-verossimilhança de um modelo de regressão beta em que a variável dependente é restrita ao intervalo aberto $(0,1)$.

O vetor de parâmetros γ é ortogonal ao vetor de parâmetros $(\beta^\top, \lambda^\top)^\top$. Consequentemente, os componentes do vetor escore são não-correlacionados e, assintoticamente, o estimador de máxima verossimilhança de γ é independente dos estimadores de máxima verossimilhança de β e λ . Tais estimadores não possuem forma fechada e devem ser obtidos numericamente pela maximização da função de log-verossimilhança usando um algoritmo de otimização não-linear, como o algoritmo de Newton ou o quasi-Newton (PEREIRA et al., 2014).

Capítulo 4

Material e Métodos

4.1 Descrição da amostra

Uma pesquisa pode ser definida como um procedimento formal, de um pensamento reflexivo que exige tratamento científico e se constitui para compreender a realidade ou para encontrar verdades parciais (LAKATOS & MARCONI, 1992). Esta pesquisa será caracterizada como sendo uma pesquisa exploratória e descritiva, pois o estudo terá como finalidade medir a eficiência produtiva dos 223 municípios do estado da Paraíba, através dos recursos disponibilizados pelo governo federal para programa social Bolsa Família. Observando o número de famílias beneficiárias do Programa Bolsa Família que saíram da extrema pobreza, a quantidade de pessoas que atendem às condicionalidades de saúde e a quantidade de pessoas que atendem às condicionalidades de educação. A pesquisa exploratória pode ser realizada com diversas técnicas permitindo ao pesquisador explicar a problematização do estudo e a formulação de uma hipótese com precisão. A pesquisa descritiva, não tem a interferência do pesquisador, pois relata o objetivo de pesquisa descobrindo a frequência com que um fato ocorre, sua natureza, causas, características, relações e vínculos com outros fenômenos. Dessa maneira, é importante salientar que essas tipologias de pesquisas podem gerar a construção de trabalhos inéditos revendo, reanalisando, interpretando e criticando considerações teóricas, paradigmas e mesmo criando novas proposições de explicação para compreensão dos fenômenos das mais diferentes áreas do conhecimento (Barros e LEHFELD, 2007).

A pesquisa documental de fonte secundária para a coleta dos dados foi realizada através da internet. Esse tipo de pesquisa, documental, baseia-se em materiais que ainda não receberam um tratamento analítico ou que podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa, visando assim,

selecionar, tratar e interpretar a informação bruta, buscando contribuir com a comunidade científica a fim de que outros possam voltar a desempenhar futuramente o mesmo papel (GIL, 2008). Por fim, será usada a pesquisa quantitativa que se caracteriza pelo emprego de instrumentos estatísticos, tanto na coleta quanto no tratamento dos dados. Esse procedimento não é tão profundo na busca do conhecimento da realidade dos fenômenos, uma vez que se preocupa com o comportamento geral dos acontecimentos.

Os dados utilizados nesse estudo foram obtidos pelo Ministério do Desenvolvimento Social, disponível no site <http://mds.gov.br/assuntos/bolsa-familia/dados>. A amostra foi composta pelos 223 municípios do estado da Paraíba e os dados coletados referem-se ao ano de 2015.

4.1.1 Descrição dos Itens

A seguir, serão descritos os Insumos e Produtos utilizados no método DEA, e as Variáveis Explicativas utilizadas no modelo de Regressão Beta Inflacionado, bem como a nomenclatura adotada em cada um.

Insumos

Nesse estudo, foi utilizado apenas um insumo, sendo ele o número de famílias beneficiadas pelo Programa Bolsa Família, em cada município paraibano no ano de 2015.

Produtos

- O número de famílias que atendem as condicionalidades de saúde, em cada município paraibano no ano de 2015;
- O número de famílias que atendem as condicionalidades de educação, em cada município paraibano, no ano de 2015.

A baixa quantidade escolhida de Insumos e Produtos se deu devido a dificuldade de acesso para obter essas variáveis. Em relação aos Insumos ainda foi obtido o valor monetário repassado a cada município, mas observou-se que este possuía uma alta correlação com a quantidade de famílias beneficiadas.

Variáveis Explicativas

Inicialmente foram utilizadas 68 variáveis explicativas. Dentre elas apenas as 13 descritas a seguir, se mostraram significativas.

- CRAS - Quantidade de Centros de Referência de Assistência Social: Unidade pública que oferta serviços a famílias e indivíduos em situação de ameaça ou violação de direitos;
- EF5 - Média de alunos matriculados no 5º ano do ensino Fundamental;
- EF8 - Média de alunos matriculados no 8º ano do ensino Fundamental;
- EM2 - Média de alunos matriculados no 2º ano do ensino Médio;
- EM3 - Média de alunos matriculados no 3º ano do ensino Médio;
- GINI - Índice de GINI: é um instrumento para medir o grau de concentração de renda em determinado grupo, apontando a diferença entre os rendimentos dos mais pobres e dos mais ricos. Varia de zero a um, onde o valor zero representa a situação de igualdade, ou seja, todos têm a mesma renda. Enquanto o valor um corresponde a uma só pessoa contendo toda a riqueza;
- PCL - Percentual da população que reside com acesso Coleta de Lixo;
- PEA - Percentual de jovens entre 6 e 17 anos, que estão com pelo menos 2 anos atrasados no ensino básico;
- PFE - Percentual de crianças com idade entre 0 e 5 anos que não frequentam escola;
- PHS - Variável *dummy*: Apresenta 1 se o prefeito do município pertence ao partido PHS e 0 caso contrário;
- PPS - Variável *dummy*: Apresenta 1 se o prefeito do município pertence ao partido PPS e 0 caso contrário;
- PTA - Percentual de Trabalhadores Autônomos com idade igual ou superior a 18 anos;
- PTR - População Total Residente;
- PZR - População residente na zona Rural;
- R18 - Rendimento médio da população que possui ocupação com idade igual ou superior a 18 anos.

A variável resposta foi definida como a eficiência do programa bolsa família, obtido na Análise Envoltória de Dados. Enquanto as demais variáveis descritas acima foram consideradas como variáveis explicativas, que podem influenciar a variável resposta.

Na tabela a seguir é possível observar todos os valores correspondentes ao input e outputs utilizados.

Tabela 4.1: Valores de Input e Outputs.

Municípios	Educação	Saúde	Família
Água Branca	1560	1510	1656
Aguiar	824	801	960
Alagoa Grande	4739	3197	4957
Alagoa Nova	3249	2113	2784
Alagoinha	2077	1729	2245
Alcantil	746	557	766
Algodão de Jandaíra	620	234	503
Alhandra	3293	2608	3214
Amparo	409	243	422
Aparecida	1002	903	1311
Araçagi	2262	2519	3182
Arara	1223	1327	2033
Araruna	2932	2037	2916
Areia	3193	2156	3719
Areia de Baraúnas	230	223	312
Areial	1106	813	1040
Aroeiras	4015	2313	3615
Assunção	542	441	589
Baía da Traição	1409	873	1526
Bananeiras	3240	2771	3609
Baraúna	830	648	884
Barra de Santa Rosa	1956	2278	2640
Barra de Santana	1463	872	1272
Barra de São Miguel	765	726	824
Bayeux	11877	7450	11345
Belém	2225	2334	2815
Belém do Brejo do Cruz	1058	1067	1258
Bernardino Batista	628	456	544
Boa Ventura	726	629	865
Boa Vista	773	668	811

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 4.1

Bom Jesus	420	275	385
Bom Sucesso	531	483	888
Bonito de Santa fé	1533	1109	1695
Boqueirão	2578	1795	2434
Borborema	904	584	900
Brejo do Cruz	1122	1266	2063
Brejo Dos Santos	991	330	1107
Caaporã	3209	2414	3461
Cabaceiras	688	617	779
Cabedelo	6052	3403	5545
Cachoeira Dos Índios	1619	1338	1387
Cacimba de Areia	519	509	661
Cacimba de Dentro	2654	2080	2920
Cacimbas	1614	886	1337
Caicara	855	928	1246
Cajazeiras	7432	3461	7147
Cajazeirinhas	645	499	608
Caldas Brandão	970	957	1019
Camalaú	955	714	1108
Campina Grande	36848	18375	33491
Capim	1005	763	891
Caraúbas	693	448	625
Carrapateira	338	280	390
Casserengue	1132	1113	1264
Catingueira	930	635	807
Catolé do Rocha	3327	2680	3994
Caturité	754	628	678
Conceição	2585	2716	3137
Condado	893	930	1164
Conde	3864	2606	3457
Congo	790	704	902
Coremas	2010	1977	2642
Coxixola	246	280	326
Cruz do Espírito Santo	3520	2294	2879
Cubati	1192	1161	1243
Cuité	2845	2816	3498
Cuité de Mamanguape	1413	846	1135
Cuitegi	1063	909	1098
Curral de Cima	818	621	983

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 4.1

Curral Velho	410	278	405
Damião	841	765	1021
Desterro	1393	1064	1488
Diamante	1092	937	1134
Dona Inês	1762	1651	1798
Duas Estradas	662	595	639
Emas	615	369	525
Esperança	3718	3670	4850
Fagundes	2131	1559	2070
Frei Martinho	349	312	408
Gado Bravo	1388	1180	1740
Guarabira	6475	3652	5695
Gurinhém	2119	563	2410
Gurjão	473	365	498
Ibiara	626	666	1104
Igaracy	927	759	959
Imaculada	1777	1531	1800
Ingá	2749	1873	2964
Itabaiana	2740	3159	4193
Itaporanga	2216	2064	2968
Itapororoca	2909	2721	2955
Itatuba	1833	1354	1812
Jacaraú	2238	1863	2559
Jericó	877	737	1191
João Pessoa	47161	44453	57734
Juarez Távora	1428	932	1405
Juazeirinho	2500	2024	2779
Junco do Seridó	919	727	1118
Juripiranga	1346	1141	1739
Juru	1224	1309	1691
Lagoa	600	840	848
Lagoa de Dentro	1497	928	1399
Lagoa Seca	3449	3086	3859
Lastro	536	363	496
Livramento	1439	985	1361
Logradouro	539	528	701
Lucena	2066	1270	1737
Mãe D'água	473	543	755
Malta	775	641	859

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 4.1

Mamanguape	6038	1746	6442
Manaíra	1713	1481	1848
Marcação	1425	825	1532
Mari	2675	2841	3712
Marizópolis	841	374	998
Massaranduba	1820	1806	2213
Mataraca	1294	765	1348
Matinhas	874	555	732
Mato Grosso	267	292	406
Maturéia	964	787	1081
Mogeiro	2406	1962	2373
Montadas	787	720	853
Monte Horebe	635	509	706
Monteiro	4191	3087	4827
Mulungu	1451	1180	1758
Natuba	1251	1159	1295
Nazarezinho	1101	1143	1423
Nova Floresta	1493	1307	1876
Nova Olinda	965	920	1027
Nova Palmeira	459	444	709
Olho D'água	1242	1099	1256
Olivedos	565	597	688
Ouro Velho	310	410	509
Parari	208	206	213
Passagem	277	280	424
Patos	11151	5313	11964
Paulista	1410	965	1869
Pedra Branca	560	431	644
Pedra Lavrada	891	1005	1201
Pedras de Fogo	4547	2499	4510
Pedro Régis	826	855	1056
Piancó	1893	1674	2696
Picuí	2524	2493	3031
Pilar	1774	1474	1817
Pilões	1484	1176	1168
Pilõezinhos	899	758	941
Pirpirituba	1301	1455	1681
Pitimbu	2687	138	3433
Pocinhos	2473	2381	2816

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 4.1

Poço Dantas	735	570	738
Poço de José de Moura	522	504	596
Pombal	3628	2869	4637
Prata	541	544	634
Princesa Isabel	2478	2148	2710
Puxinanã	2224	1617	2011
Queimadas	5622	6227	6322
Quixabá	250	177	248
Remígio	3210	2722	2833
Riachão	494	470	597
Riachão do Bacamarte	711	554	759
Riachão do Poço	690	428	769
Riacho de Santo Antônio	288	196	269
Riacho Dos Cavalos	1029	1019	1510
Rio Tinto	3120	3338	3961
Salgadinho	537	435	562
Salgado de São Félix	1839	1802	2209
Santa Cecília	1201	924	1133
Santa Cruz	670	572	932
Santa Helena	838	430	936
Santa Inês	486	390	675
Santa Luzia	1703	1702	2123
Santa Rita	16108	13263	16702
Santa Teresinha	686	688	780
Santana de Mangueira	755	635	891
Santana Dos Garrotes	959	917	1099
Santarém	390	384	430
Santo André	396	389	474
São Bentinho	569	570	632
São Bento	3565	2821	3963
São Domingos de Pombal	355	294	477
São Domingos do Cariri	280	299	335
São Francisco	420	372	534
São João do Cariri	537	410	653
São João do Rio do Peixe	2050	2021	2897
São João do Tigre	680	580	936
São José da Lagoa Tapada	1143	993	1392
São José de Caiana	834	645	938
São José de Espinharas	620	523	779

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 4.1

São José de Piranhas	2805	2411	2709
São José de Princesa	398	550	724
São José do Bonfim	672	400	548
São José do Brejo do Cruz	274	173	266
São José do Sabugi	459	472	575
São José Dos Cordeiros	452	484	666
São José Dos Ramos	935	693	1070
São Mamede	925	780	1129
São Miguel de Taipu	1140	1125	1320
São Sebastião de Lagoa de Roça	847	825	1745
São Sebastião do Umbuzeiro	387	405	548
Sapé	6546	7940	8818
Seridó	1368	1503	1877
Serra Branca	1563	1598	2004
Serra da Raiz	333	337	446
Serra Grande	447	384	556
Serra Redonda	935	634	1176
Serraria	854	937	1105
Sertãozinho	728	436	647
Sobrado	1039	1057	1367
Solânea	3411	3433	4560
Soledade	2100	1779	2110
Sossêgo	520	458	603
Sousa	8370	3538	9013
Sumé	1920	1843	2676
Tacima	1183	1167	1619
Taperoá	2197	1902	2460
Tavares	1969	1879	2290
Teixeira	2252	1667	2643
Tenório	389	400	452
Triunfo	1181	1307	1349
Uiraúna	1633	1985	2247
Umbuzeiro	1340	1217	1511
Várzea	296	287	339
Vieirópolis	597	811	892
Vista Serrana	478	467	536
Zabelê	371	287	378

De acordo com aspectos econômico, social e político, a Paraíba está dividida em 4 mesorregiões, denominadas por, Agreste Paraibano, Borborema,

Mata Paraibana e Sertão Paraibano, de acordo com a classificação estabelecida pelo IBGE. A divisão é caracterizada principalmente pelas formas de organização sócio-econômica e política. No mapa a seguir, retirado do endereço virtual do IDEME, Instituto de desenvolvimento municipal e estadual, é possível observar como se dá a divisão do estado da Paraíba por mesorregiões.

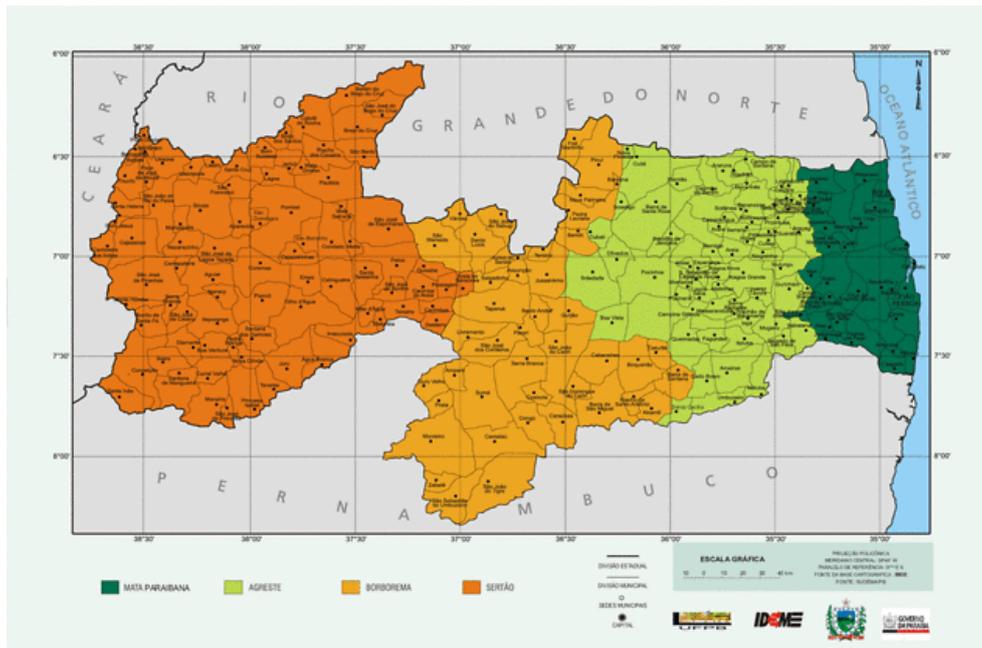


Figura 4.1: Mesorregiões Geográficas do estado da Paraíba.

Nas tabelas a seguir, as informações para a Análise Envoltória de Dados estarão dispostas por mesorregião. A Tabela 4.2 apresenta os municípios que fazem parte do Agreste Paraibano, como é possível observar na Figura 4.1 é a mesorregião localizada entre a Mata Paraibana e a tradicional região do Sertão Paraibano. De forma geral a mesorregião é caracterizada pelo clima semi-árido e uma economia rica em cana de açúcar e algodão. Possui 66 municípios no total e uma área de 12.931 km^2 . Mesorregião onde se encontra o município de Campina Grande.

Tabela 4.2: Dados da Mesorregião do Agreste Paraibano.

Municípios	Educação	Saúde	Família
Alagoa Grande	4739	3197	4957
Alagoa Nova	3249	2113	2784
Alagoinha	2077	1729	2245
Algodão de Jandaíra	620	234	503
Araçagi	2262	2519	3182
Arara	1223	1327	2033
Araruna	2932	2037	2916
Areia	3193	2156	3719
Areial	1106	813	1040
Aroeiras	4015	2313	3615
Bananeiras	3240	2771	3609
Barra de Santa Rosa	1956	2278	2640
Belém	2225	2334	2815
Boa Vista	773	668	811
Borborema	904	584	900
Cacimba de Dentro	2654	2080	2920
Caiçara	855	928	1246
Caldas Brandão	970	957	1019
Campina Grande	36848	18375	33491
Casserengue	1132	1113	1264
Cuité	2845	2816	3498
Cuitegi	1063	909	1098
Damião	841	765	1021
Dona Inês	1762	1651	1798
Duas Estradas	662	595	639
Esperança	3718	3670	4850
Fagundes	2131	1559	2070
Gado Bravo	1388	1180	1740

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 4.2

Guarabira	6475	3652	5695
Gurinhém	2119	563	2410
Ingá	2749	1873	2964
Itabaiana	2740	3159	4193
Itatuba	1833	1354	1812
Juarez Távora	1428	932	1405
Lagoa de Dentro	1497	928	1399
Lagoa Seca	3449	3086	3859
Logradouro	539	528	701
Massaranduba	1820	1806	2213
Matinhas	874	555	732
Mogeirol	2406	1962	2373
Montadas	787	720	853
Mulungu	1451	1180	1758
Natuba	1251	1159	1295
Nova Floresta	1493	1307	1876
Olivedos	565	597	688
Pilões	1484	1176	1168
Pilõezinhos	899	758	941
Pirpirituba	1301	1455	1681
Pocinhos	2473	2381	2816
Puxinanã	2224	1617	2011
Queimadas	5622	6227	6322
Remígio	3210	2722	2833
Riachão	494	470	597
Riachão do Bacamarte	711	554	759
Salgado de São Félix	1839	1802	2209
Santa Cecília	1201	924	1133
São Sebastião de Lagoa de Roça	847	825	1745
Serra da Raiz	333	337	446
Serra Redonda	935	634	1176
Serraria	854	937	1105
Sertãozinho	728	436	647
Solânea	3411	3433	4560
Soledade	2100	1779	2110
Sossêgo	520	458	603
Tacima	1183	1167	1619
Umbuzeiro	1340	1217	1511

A tabela a seguir mostra os dados referentes aos municípios da mesor-

região de Borborema, dentre as quatro mesorregiões da Paraíba ela possui a menor concentração populacional, com um total de 298.304 habitantes, apesar de contém 44 municípios, 14 a mais que a mesorregião da Mata. Localizada entre o Sertão Paraibano a Oeste e Agreste ao Leste é a mesorregião onde as chuvas são mais escassas.

Tabela 4.3: Dados da Mesorregião de Borborema.

Municípios	Educação	Saúde	Família
Alcantil	746	557	766
Amparo	409	243	422
Assunção	542	441	589
Baraúna	830	648	884
Barra de Santana	1463	872	1272
Barra de São Miguel	765	726	824
Boqueirão	2578	1795	2434
Cabaceiras	688	617	779
Camalaú	955	714	1108
Caraúbas	693	448	625
Caturité	754	628	678
Congo	790	704	902
Coxixola	246	280	326
Cubati	1192	1161	1243
Frei Martinho	349	312	408
Gurjão	473	365	498
Juazeirinho	2500	2024	2779
Junco do Seridó	919	727	1118
Livramento	1439	985	1361
Monteiro	4191	3087	4827
Nova Palmeira	459	444	709
Ouro Velho	310	410	509
Parari	208	206	213
Pedra Lavrada	891	1005	1201
Picuí	2524	2493	3031
Prata	541	544	634
Riacho de Santo Antônio	288	196	269
Salgadinho	537	435	562
Santa Luzia	1703	1702	2123
Santo André	396	389	474
São Domingos do Cariri	280	299	335
São João do Cariri	537	410	653

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 4.3

São João do Tigre	680	580	936
São José do Sabugi	459	472	575
São José dos Cordeiros	452	484	666
São Mamede	925	780	1129
São Sebastião do Umbuzeiro	387	405	548
São Vicente do Seridó	6546	7940	8818
Serra Branca	1563	1598	2004
Sumé	1920	1843	2676
Taperoá	2197	1902	2460
Tenório	389	400	452
Várzea	296	287	339
Zabelê	371	287	378

A Tabela 4.4 apresenta os municípios da Mata Paraibana, um total de 30. Como é possível observar na Figura 4.1, é a mesorregião que cobre o litoral paraibano, incluindo a capital João Pessoa, o que acaba fazendo dela a mesorregião com maior número de habitantes, apesar de ter o menor número de municípios. Ela possui uma densidade de 266 habitantes por km^2 . Seu clima é úmido devido a região ser litorânea.

Tabela 4.4: Dados da Mesorregião da Mata Paraibana.

Municípios	Educação	Saúde	Família
Alhandra	3293	2608	3214
Baía da Traição	1409	873	1526
Bayeux	11877	7450	11345
Caaporã	3209	2414	3461
Cabedelo	6052	3403	5545
Capim	1005	763	891
Conde	3864	2606	3457
Cruz do Espírito Santo	3520	2294	2879
Cuité de Mamanguape	1413	846	1135
Curral de Cima	818	621	983
Itapororoca	2909	2721	2955
Jacaraú	2238	1863	2559
João Pessoa	47161	44453	57734
Juripiranga	1346	1141	1739
Lucena	2066	1270	1737
Mamanguape	6038	1746	6442
Marcação	1425	825	1532

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 4.4

Mari	2675	2841	3712
Mataraca	1294	765	1348
Pedras de Fogo	4547	2499	4510
Pedro Régis	826	855	1056
Pilar	1774	1474	1817
Pitimbu	2687	138	3433
Riachão do Poço	690	428	769
Rio Tinto	3120	3338	3961
Santa Rita	16108	13263	16702
São José dos Ramos	935	693	1070
São Miguel de Taipu	1140	1125	1320
Sapé	1368	1503	1877
Sobrado	1039	1057	1367

Por fim, a mesorregião do Sertão Paraibano, com 22.729 km^2 é a mesorregião com a maior concentração de municípios paraibanos, um total de 83. Possui um clima menos seco que a mesorregião da Borborema, tem como vegetação a caatinga. Possui na sua área municípios como Cajazeiras, Patos e Souza, conhecidos por ser um polo comercial.

Tabela 4.5: Dados da Mesorregião do Sertão Paraibano.

Municípios	Educação	Saúde	Família
Água Branca	1560	1510	1656
Aguiar	824	801	960
Aparecida	1002	903	1311
Areia de Baraúnas	230	223	312
Belém do Brejo do Cruz	1058	1067	1258
Bernardino Batista	628	456	544
Boa Ventura	726	629	865
Bom Jesus	420	275	385
Bom Sucesso	531	483	888
Bonito de Santa Fé	1533	1109	1695
Brejo do Cruz	1122	1266	2063
Brejo dos Santos	991	330	1107
Cachoeira dos Índios	1619	1338	1387
Cacimba de Areia	519	509	661
Cacimbas	1614	886	1337
Cajazeiras	7432	3461	7147
Cajazeirinhas	645	499	608

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 4.5

Carrapateira	338	280	390
Catingueira	930	635	807
Catolé do Rocha	3327	2680	3994
Conceição	2585	2716	3137
Condado	893	930	1164
Coremas	2010	1977	2642
Curral Velho	410	278	405
Desterro	1393	1064	1488
Diamante	1092	937	1134
Emas	615	369	525
Ibiara	626	666	1104
Igaracy	927	759	959
Imaculada	1777	1531	1800
Itaporanga	2216	2064	2968
Jericó	877	737	1191
Joca Claudino	390	384	430
Juru	1224	1309	1691
Lagoa	600	840	848
Lastro	536	363	496
Mãe d'Água	473	543	755
Malta	775	641	859
Manaíra	1713	1481	1848
Marizópolis	841	374	998
Mato Grosso	267	292	406
Maturéia	964	787	1081
Monte Horebe	635	509	706
Nazarezinho	1101	1143	1423
Nova Olinda	965	920	1027
Olho d'Água	1242	1099	1256
Passagem	277	280	424
Patos	11151	5313	11964
Paulista	1410	965	1869
Pedra Branca	560	431	644
Piancó	1893	1674	2696
Poço Dantas	735	570	738
Poço de José de Moura	522	504	596
Pombal	3628	2869	4637
Princesa Isabel	2478	2148	2710
Quixaba	250	177	248

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 4.5

Riacho dos Cavalos	1029	1019	1510
Santa Cruz	670	572	932
Santa Helena	838	430	936
Santa Inês	486	390	675
Santa Teresinha	686	688	780
Santana de Mangueira	755	635	891
Santana dos Garrotes	959	917	1099
São Bentinho	569	570	632
São Bento	3565	2821	3963
São Domingos	355	294	477
São Francisco	420	372	534
São João do Rio do Peixe	2050	2021	2897
São José da Lagoa Tapada	1143	993	1392
São José de Caiana	834	645	938
São José de Espinharas	620	523	779
São José de Piranhas	2805	2411	2709
São José de Princesa	398	550	724
São José do Bonfim	672	400	548
São José do Brejo do Cruz	274	173	266
Serra Grande	447	384	556
Sousa	8370	3538	9013
Tavares	1969	1879	2290
Teixeira	2252	1667	2643
Triunfo	1181	1307	1349
Uiraúna	1633	1985	2247
Vieirópolis	597	811	892
Vista Serrana	478	467	536

4.2 Aspectos Computacionais

A Análise Envoltória de Dados foi desenvolvida no software Xpress-Mosel, desenvolvido pela empresa FICO há mais de 30 anos. Software que produz soluções em modelagem matemática e otimização, utilizando algoritmos em um ambiente de modelagem flexível.

Todos os resultados gráficos e numéricos referentes a análise de regressão (estimação dos parâmetros, testes de hipóteses, análise de diagnóstico) apresentados nesta monografia foram obtidos utilizando o ambiente de programação, análise de dados e gráficos R em sua versão 3.0.2 para sistema operacional Microsoft Windows, que se encontra disponível gratuitamente

através do site <http://www.R-project.org>. O R foi criado por Ross Ihaka e Robert Gentleman na Universidade de Auckland com o objetivo de produzir um ambiente de programação parecido com S, uma linguagem desenvolvida no AT&T Bell Laboratories, cuja versão comercial é o S-Plus, tendo as vantagens de ser de livre distribuição e possuir código fonte aberto.

O procedimento computacional para obtenção das estimativas de máxima verossimilhança dos parâmetros foi desenvolvido utilizando o pacote BETA-REG, que consiste em um conjunto de rotinas voltadas para a construção de modelos de regressão beta. Além das rotinas para obtenção das estimativas dos parâmetros, o pacote contém um conjunto de gráficos úteis para a análise de adequação do modelo. Para maiores detalhes consultar (CRIBARI-NETO & ZELEIS, 2010).

O pacote GAMLSS implementado no software R (STASINOPOULOS et al., 2008) permite o ajuste de diversos modelos da classe em estudo. No pacote GAMLSS já estão implementadas o ajuste com várias distribuições de probabilidade. Sendo incluídas no pacote tanto distribuições simples, que pertencem a família exponencial, quanto várias distribuições que envolvem três ou quatro parâmetros. O pacote permite ainda selecionar modelos a partir de procedimentos automáticos que utilizam o critério de informação de Akaike generalizado (AKAIKE, 1983) e construir gráficos de diagnóstico utilizando resíduos quantílicos (DUNN & SMYTH, 1996).

Esta monografia foi digitada utilizando o sistema de tipografia LATEX desenvolvido por Leslie Lamport em 1985, que consiste em uma série de macros ou rotinas do sistema TEX (criado por Donald Knuth na Universidade de Stanford) que facilitam o desenvolvimento da edição do texto. Detalhes sobre o sistema de tipografia LATEX podem ser encontrados em (LAMPOR, 1994) ou através do site <http://www.tex.ac.uk/CTAN/latex>.

Capítulo 5

Resultados e Discussões

5.1 Análise Envoltória de Dados (DEA)

Utilizando o software XPRESS foram obtidos os resultados referentes aos níveis de eficiência relacionados a cada município paraibano no ano de 2015. Pilões foi o único município considerado plenamente eficiente alcançando o valor 1 na Análise Envoltória de Dados. Na Tabela 5.1 é possível observar o valor encontrado para a eficiência dos 223 municípios paraibanos.

Tabela 5.1: Resultado das eficiências calculadas pelo método DEA.

Municípios	Efic	Municípios	Efic
Água Branca	0,906	Mari	0,760
Aguiar	0,829	Marizópolis	0,663
Alagoa Grande	0,752	Massaranduba	0,811
Alagoa Nova	0,919	Mataraca	0,756
Alagoinha	0,765	Matinhas	0,940
Alcantil	0,767	Mato Grosso	0,714
Algodão de Jandaíra	0,970	Maturéia	0,723
Alhandra	0,806	Mogeiro	0,821
Amparo	0,763	Montadas	0,838
Aparecida	0,684	Monte Horebe	0,716
Araçagi	0,786	Monteiro	0,683
Arara	0,648	Mulungu	0,667
Araruna	0,791	Natuba	0,889
Areia	0,676	Nazarezinho	0,798
Areia de Baraúnas	0,710	Nova Floresta	0,692
Areial	0,837	Nova Olinda	0,890

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 5.1

Aroeiras	0,874	Nova Palmeira	0,622
Assunção	0,744	Olho D'água	0,869
Baía da Traição	0,727	Olivedos	0,862
Bananeiras	0,763	Ouro Velho	0,800
Baraúna	0,739	Parari	0,961
Barra de Santa Rosa	0,857	Passagem	0,656
Barra de Santana	0,905	Patos	0,734
Barra de São Miguel	0,875	Paulista	0,594
Bayeux	0,824	Pedra Branca	0,684
Belém	0,823	Pedra Lavrada	0,831
Belém do Brejo do Cruz	0,842	Pedras de Fogo	0,794
Bernardino Batista	0,909	Pedro Régis	0,804
Boa Ventura	0,722	Piancó	0,617
Boa Vista	0,818	Picuí	0,817
Bom Jesus	0,859	Pilar	0,806
Bom Sucesso	0,540	Pilões	1
Bonito de Santa fé	0,712	Pilõezinhos	0,800
Boqueirão	0,834	Pirpirituba	0,860
Borborema	0,791	Pitimbu	0,616
Brejo do Cruz	0,609	Pocinhos	0,840
Brejo Dos Santos	0,705	Poço Dantas	0,784
Caaporã	0,730	Poço de José de Moura	0,840
Cabaceiras	0,787	Pombal	0,616
Cabedelo	0,859	Prata	0,852
Cachoeira Dos Índios	0,958	Princesa Isabel	0,787
Cacimba de Areia	0,765	Puxinanã	0,870
Cacimba de Dentro	0,715	Queimadas	0,978
Cacimbas	0,950	Quixabá	0,793
Caiçara	0,740	Remígio	0,954
Cajazeiras	0,818	Riachão	0,782
Cajazeirinhas	0,835	Riachão do Bacamarte	0,737
Caldas Brandão	0,933	Riachão do Poço	0,706
Camalaú	0,678	Riacho de Santo Antônio	0,843
Campina Grande	0,866	Riacho Dos Cavalos	0,670
Capim	0,888	Rio Tinto	0,837
Caraúbas	0,873	Salgadinho	0,769
Carrapateira	0,713	Salgado de São Félix	0,810
Casserengue	0,875	Santa Cecília	0,834
Catingueira	0,907	Santa Cruz	0,610

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 5.1

Catolé do Rocha	0,666	Santa Helena	0,705
Caturité	0,920	Santa Inês	0,574
Conceição	0,860	Santa Luzia	0,796
Condado	0,794	Santa Rita	0,789
Conde	0,880	Santa Teresinha	0,876
Congo	0,775	Santana de Mangueira	0,708
Coremas	0,743	Santana Dos Garrotes	0,829
Coxixola	0,853	Santo André	0,815
Cruz do Espírito Santo	0,962	São Bentinho	0,896
Cubati	0,928	São Bento	0,708
Cuité	0,800	São Domingos de Pombal	0,612
Cuité de Mamanguape	0,980	São Domingos do Cariri	0,886
Cuitegi	0,822	São Francisco	0,692
Curral de Cima	0,655	São João do Cariri	0,647
Curral Velho	0,797	São João do Rio do Peixe	0,693
Damião	0,744	São João do Tigre	0,615
Desterro	0,737	São José da Lagoa Tapada	0,709
Diamante	0,821	São José de Caiana	0,700
Dona Inês	0,912	São José de Espinharas	0,667
Duas Estradas	0,925	São José de Piranhas	0,884
Emas	0,922	São José de Princesa	0,755
Esperança	0,752	São José do Bonfim	0,965
Fagundes	0,810	São José do Brejo do Cruz	0,811
Frei Martinho	0,760	São José do Sabugi	0,815
Gado Bravo	0,674	São José Dos Cordeiros	0,722
Guarabira	0,895	São José Dos Ramos	0,688
Gurinhém	0,692	São Mamede	0,686
Gurjão	0,748	São Miguel de Taipu	0,846
Ibiara	0,599	São Sebastião de Lagoa de Roça	0,470
Igaracy	0,786	São Sebastião do Umbuzeiro	0,734
Imaculada	0,845	Sapé	0,894
Ingá	0,730	Seridó	0,795
Itabaiana	0,748	Serra Branca	0,792
Itaporanga	0,691	Serra da Raiz	0,750
Itapororoca	0,915	Serra Grande	0,686
Itatuba	0,796	Serra Redonda	0,626
Jacaraú	0,723	Serraria	0,842
Jericó	0,615	Sertãozinho	0,886
João Pessoa	0,765	Sobrado	0,768

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 5.1

Joca Claudino	0,887	Solânea	0,748
Juarez Távora	0,800	Soledade	0,837
Juazeirinho	0,723	Sossêgo	0,754
Junco do Seridó	0,647	Sousa	0,731
Juripiranga	0,652	Sumé	0,684
Juru	0,769	Tacima	0,716
Lagoa	0,984	Taperoá	0,768
Lagoa de Dentro	0,842	Tavares	0,815
Lagoa Seca	0,794	Teixeira	0,671
Lastro	0,851	Tenório	0,879
Livramento	0,832	Triunfo	0,962
Logradouro	0,748	Uiraúna	0,877
Lucena	0,936	Umbuzeiro	0,800
Mãe D'água	0,714	Várzea	0,841
Malta	0,741	Vieirópolis	0,903
Mamanguape	0,738	Vista Serrana	0,865
Manaíra	0,796	Zabelê	0,772
Marcação	0,732		

Analisando as eficiências em grupos de proporção, tem-se apenas 1 município com o nível de eficiência abaixo de 50%, sendo ele São Sebastião de Lagoa de Roça. Dos 222 municípios restantes, 42 possuem um nível de eficiência superior a 50% e inferior a 70%, estando entre eles o município de Passagem, que se encontra entre os 20 municípios com menor número de famílias beneficiadas pelo programa. Também encontra-se dentro desse intervalo o município de Bom Sucesso, com o menor escore de eficiência desse intervalo, no valor de 0,54 e São José de Caiana, sendo o município mais próximo do nível de 70% de eficiência. Em um intervalo com o nível de eficiência superior a 70% e inferior a 90%, tem-se 153 municípios, sendo o mais próximo do nível de 90% o município de São Bentinho e o mais distante o município de Brejo dos Santos. Dentro desse intervalo, também é possível observar os municípios de Campina Grande e João Pessoa, com os valores de 0,86 e 0,76 respectivamente. O grupo com o escore de eficiência acima de 90% é composto por 26 municípios, sendo o menor, o município de Vieirópolis, com a eficiência no valor de 0,90 aproximadamente. Por fim, o único município a atingir o nível máximo de eficiência, Pilões. Com uma área territorial de 64,4 km^2 e uma população total residente de 6.978 pessoas, Pilões é o 107º município paraibano com o maior número de famílias beneficiadas com o Programa Bolsa Família e o 1º quando se trata do nível de eficiência do programa.

Com o auxílio da Figura 5.1, é possível observar as proporções dos diferentes níveis de eficiência entre os municípios paraibanos. A maior parte delas quase 70% encontra-se em um nível intermediário, estando em uma classe que varia de 70% a 90% de eficiência, apenas 0,45%, que é referente a um único município, está com o nível de eficiência nada satisfatório abaixo de 50% e entretanto a mesma proporção é usada para os municípios considerados plenamente eficientes, uma fatia razoável dos municípios, quase 20% encontrasse em uma classe muito próxima da eficiência. Ao observar os dados, podemos ver que não há tendência entre os valores de eficiência, mostrando a independência entre os dados.

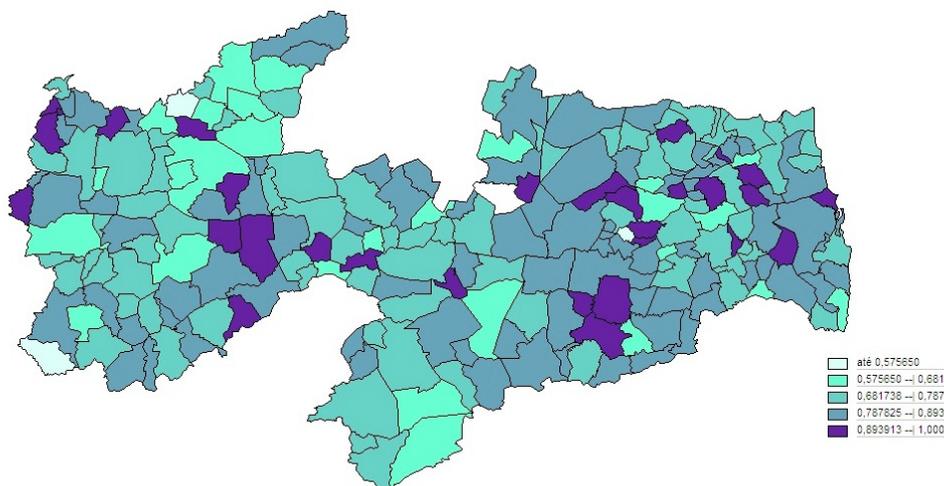


Figura 5.1: Mapa da Eficiência dos municípios da Paraíba.

Essa análise também foi feita por mesorregião, proporcionando resultados bem distintos, com não apenas 1, mas 10 municípios eficientes. Pode-se observar isso nas tabelas a seguir. A Tabela 5.2 apresentação a mesorregião do Agreste com Paraibano, ela apresentou um único município eficiente, o de Pilões. São Sebastião de Lagoa de Roça considerado anteriormente como o município mais próximo de alcançar a eficiência, nessa análise foi o pior município da mesorregião, com um nível de eficiência no valor de 0,4696.

Tabela 5.2: Resultado das eficiências para a Mesorregião do Agreste Paraibano.

Municípios	Efic.	Municípios	Efic.
Alagoa Grande	0,7524	Juarez Távora	0,7999
Alagoa Nova	0,9185	Lagoa de Dentro	0,8422
Alagoinha	0,7649	Lagoa Seca	0,7942
Algodão de Jandaíra	0,9701	Logradouro	0,7481
Araçagi	0,7863	Massaranduba	0,8105
Arara	0,6483	Matinhas	0,9397
Araruna	0,7914	Mogeiro	0,8212
Areia	0,6757	Montadas	0,8383
Areial	0,8370	Mulungu	0,6667
Aroeiras	0,8742	Natuba	0,8889
Bananeiras	0,7626	Nova Floresta	0,6920
Barra de Santa Rosa	0,8570	Olivedos	0,8618
Belém	0,8235	Pilões	1
Boa Vista	0,8181	Pilõezinhos	0,8000
Borborema	0,7906	Pirpirituba	0,8597
Cacimba de Dentro	0,7154	Pocinhos	0,8398
Caçara	0,7397	Puxinanã	0,8704
Caldas Brandão	0,9328	Queimadas	0,9783
Campina Grande	0,8660	Remígio	0,9543
Casserengue	0,8745	Riachão	0,7819
Cuité	0,7996	Riachão do Bacamarte	0,7373
Cuitegi	0,8222	Salgado de São Félix	0,8102
Damião	0,7442	Santa Cecília	0,8343
Dona Inês	0,9120	São Sebastião de Lagoa de Roça	0,4696
Duas Estradas	0,9248	Serra da Raiz	0,7505
Esperança	0,7516	Serra Redonda	0,6258
Fagundes	0,8103	Serraria	0,8422
Gado Bravo	0,6735	Sertãozinho	0,8856
Guarabira	0,8949	Solânea	0,7477
Gurinhém	0,6920	Soledade	0,8374
Ingá	0,7300	Sossêgo	0,7544
Itabaiana	0,7483	Tacima	0,7159
Itatuba	0,7962	Umbuzeiro	0,7999

Na Tabela 5.3 observa-se as eficiências dos municípios relacionados a Mesorregião de Borborema. Foram um total de 3 municípios considerados eficientes pelo método DEA e nenhum teve um nível de eficiência abaixo de

0,65. Dentre os municípios considerados plenamente eficientes encontram-se, Barra de Santana, Caturité e Parari.

Tabela 5.3: Resultado das eficiências para a Mesorregião de Borborema.

Municípios	Eficiência	Municípios	Eficiência
Alcantil	0,865174	Parari	1
Amparo	0,842662	Pedra Lavrada	0,865238
Assunção	0,825227	Picuí	0,850986
Baraúna	0,838122	Prata	0,887201
Barra de Santana	1	Riacho de Santo Antônio	0,942226
Barra de São Miguel	0,920276	Salgadinho	0,856463
Boqueirão	0,934223	Santa Luzia	0,828938
Cabaceiras	0,838903	Santo André	0,850188
Camalaú	0,765805	São Domingos do Cariri	0,922866
Caraúbas	0,971067	São João do Cariri	0,732299
Caturité	1	São João do Tigre	0,664814
Congo	0,827988	São José do Sabugi	0,848763
Coxixola	0,888081	São José dos Cordeiros	0,751421
Cubati	0,969563	São Mamede	0,743449
Frei Martinho	0,810593	São Sebastião do Umbuzeiro	0,764164
Gurjão	0,846758	São Vicente do Seridó	0,931028
Juazeirinho	0,806295	Serra Branca	0,824501
Junco do Seridó	0,734831	Sumé	0,717397
Livramento	0,931027	Taperoá	0,826313
Monteiro	0,77022	Tenório	0,915027
Nova Palmeira	0,651118	Várzea	0,879757
Ouro Velho	0,832872	Zabelê	0,875239

Na tabela a seguir encontra-se a mesorregião da Mata Paraibana, onde estão os municípios litorâneos da Paraíba. A mesorregião mais populosa e urbanizada do estado obteve o maior número de municípios eficientes, um total de 4. Sendo eles, Capim, Cruz do Espírito Santo, Cuité de Mamanguape e Itapororoca. A capital João Pessoa teve um nível de eficiência de 0,83 aproximadamente, sendo o 13º município mais próximo de alcançar a eficiência plena e apenas um município ficou abaixo de 0,65, o município de Pitimbu com 0,6287.

Tabela 5.4: Resultado das eficiências para a Mesorregião da Mata Paraibana.

Municípios	Efic	Municípios	Efic
Alhandra	0,932998	Mamanguape	0,752881
Baía da Traição	0,746993	Marcação	0,747153
Bayeux	0,849179	Mari	0,831174
Caaporã	0,817902	Mataraca	0,771078
Cabedelo	0,876700	Pedras de Fogo	0,809845
Capim	1	Pedro Régis	0,879288
Conde	0,930417	Pilar	0,916934
Cruz do Espírito Santo	1	Pitimbu	0,628706
Cuité de Mamanguape	1	Riachão do Poço	0,726084
Curral de Cima	0,737735	Rio Tinto	0,915188
Itapororoca	1	Santa Rita	0,900445
Jacaraú	0,822346	São José dos Ramos	0,764648
João Pessoa	0,836177	São Miguel de Taipu	0,925566
Juripiranga	0,736461	Sapé	0,869608
Lucena	0,960654	Sobrado	0,839722

Finalizando com a maior mesorregião da Paraíba em quantidade de municípios. O Sertão Paraibano teve 3 municípios considerados plenamente eficientes segundo o método DEA, sendo eles, Cachoeira dos Índios, Lagoa e São José do Bonfim. O município mais distante de obter a eficiência equivalente a 1, foi Bom Sucesso com o valor de 0,56.

Tabela 5.5: Resultado das eficiências para a Mesorregião do Sertão.

Municípios	Efic	Municípios	Efic
Água Branca	0,93641	Monte Horebe	0,76656
Aguiar	0,85666	Nazarezinho	0,82181
Aparecida	0,71023	Nova Olinda	0,92073
Areia de Baraúnas	0,73394	Olho d'Água	0,90322
Belém do Brejo do Cruz	0,86911	Passagem	0,67659
Bernardino Batista	0,96834	Patos	0,76006
Boa Ventura	0,75158	Paulista	0,62720
Bom Jesus	0,90119	Pedra Branca	0,73615
Bom Sucesso	0,56055	Piancó	0,64097
Bonito de Santa Fé	0,75821	Poço Dantas	0,84418
Brejo do Cruz	0,62528	Poço de José de Moura	0,86855

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 5.5

Brejo dos Santos	0,73002	Pombal	0,66531
Cachoeira dos Índios	1	Princesa Isabel	0,81920
Cacimba de Areia	0,79023	Quixaba	0,84232
Cacimbas	0,98443	Riacho dos Cavalos	0,69216
Cajazeiras	0,84800	Santa Cruz	0,63491
Cajazeirinhas	0,89885	Santa Helena	0,73010
Carrapateira	0,74413	Santa Inês	0,61375
Catingueira	0,95776	Santa Teresinha	0,90409
Catolé do Rocha	0,71053	Santana de Mangueira	0,73796
Conceição	0,88528	Santana dos Garrotes	0,85746
Condado	0,81732	São Bentinho	0,92449
Coremas	0,76779	São Bento	0,76503
Curral Velho	0,84049	São Domingos	0,63884
Desterro	0,79155	São Francisco	0,71906
Diamante	0,85452	São João do Rio do Peixe	0,71571
Emas	0,95627	São José da Lagoa Tapada	0,73719
Ibiara	0,61645	São José de Caiana	0,75330
Igaracy	0,82679	São José de Espinharas	0,69506
Imaculada	0,87941	São José de Piranhas	0,92032
Itaporanga	0,71570	São José de Princesa	0,76729
Jericó	0,64079	São José do Bonfim	1
Joca Claudino	0,91624	São José do Brejo do Cruz	0,84664
Juru	0,79081	Serra Grande	0,71421
Lagoa	1	Sousa	0,75730
Lastro	0,89704	Tavares	0,84330
Mãe d'Água	0,73222	Teixeira	0,71687
Malta	0,77351	Triunfo	0,98812
Manaíra	0,82842	Uiraúna	0,89705
Marizópolis	0,68719	Vieirópolis	0,91894
Mato Grosso	0,73393	Vista Serrana	0,89430
Maturéia	0,76238		

Lembrando que a eficiência é caracterizada pelo uso dos insumos existentes para a produtividade ideal, pode-se dizer que apenas 1 município paraibano é eficiente no repasse do benefício do Programa Bolsa Família. As demais DMUs são ditas ineficientes por terem alcançado um nível de eficiência menor do que um.

5.2 Análise Descritiva

Para analisar o nível de Eficiência do Programa Bolsa Família nos municípios da Paraíba, torna-se imprescindível realizar inicialmente uma análise exploratória dos dados, com o objetivo de identificar as principais particularidades deste índice para cada município.

Na Tabela 5.6, encontram-se algumas estatísticas descritivas da variável resposta Eficiência. Para os 223 municípios do estado da Paraíba, o valor médio da Eficiência foi de 0,7854 com um desvio padrão de 0,0963. Os valores extremos verificados foram 0,4695, para o município de São Sebastião de Lagoa de Roça como sendo menor valor na eficiência e 1 referente ao município de Pilões. Quanto à simetria e curtose, verifica-se que a variável é assimétrica negativa, indicando que a distribuição normal não é adequada para modelar esses dados, o que é esperado, já que dados restritos ao intervalo unitário tendem a ser assimétricos.

Tabela 5.6: Estatísticas Descritivas da Variável Eficiência

Estatística	Estimativa
Mínimo	0,4695
Máximo	1,0000
Média	0,7854
Mediana	0,7919
Desvio Padrão	0,0963
Assimetria	-0,1518
Curtose	-0,2431

Na Figura 5.2 é possível observar o histograma à esquerda e Box-plot, à direita, da variável resposta Eficiência (*EFIC*). Com a visualização do histograma verifica-se que essa variável é de natureza contínua e seu domínio é estritamente positivo. Além disso, é possível observar uma assimetria negativa, como observado pelo coeficiente de assimetria anteriormente.

Através do box-plot da variável é possível identificar a existência de uma observação atípica. Do total da amostra, apenas 1 município apresenta valor atípico para esta variável, ou seja, o município de São Sebastião de Lagoa de Roça, que é o responsável pela menor eficiência do Programa Bolsa Família no estado da Paraíba, com o valor de 0,4695. Todos os demais municípios possuem um valor maior 0,5 de eficiência.

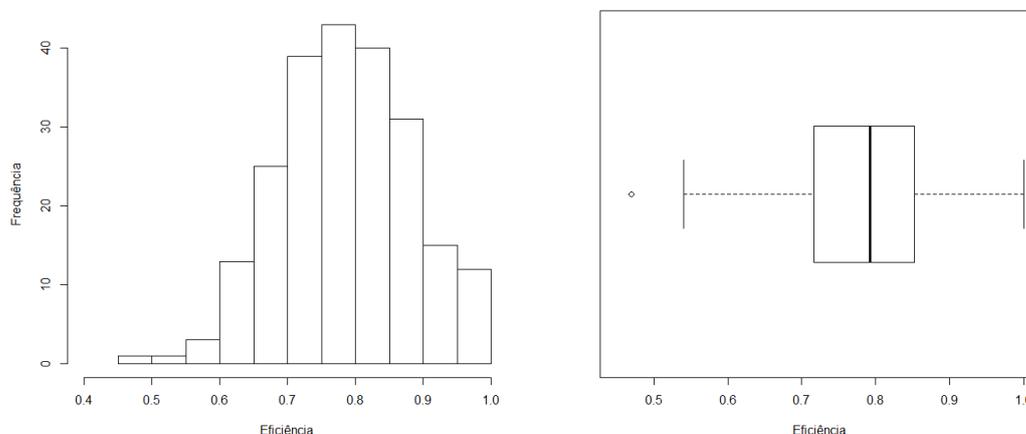


Figura 5.2: Histograma e Box-plot da variável Eficiência

Além da variável resposta, também verificou-se as principais características das covariáveis presentes no estudo. A quantidade de CRAS, é equivalente a 1 em 150 municípios da Paraíba, enquanto o município com maior número de Centros de Referência a Assistência Social é naturalmente a capital paraibana, que no ano de 2015, possuía um total de 11. Foram coletadas as médias de alunos matriculados em cada ano escolar, após a modelagem verificou-se que as turmas referentes ao 5º e 8º ano do ensino fundamental foram significativas para nosso estudo, além das turmas de 2º e 3º ano do ensino médio. O índice de Gini, que tem como objetivo avaliar a diferença de renda, no caso do presente estudo, dentro da Paraíba, obteve como valor mínimo 0,40 para o município de Várzea, ou seja, esse é o município paraibano com menor desigualdade de renda. O município de extremo oposto é Cabedelo, com o maior índice no valor de 0,70. Em relação a variável PCL, percentual da população residente em domicílio que possui coleta de lixo, a média é de 94 domicílios por município, com um desvio padrão de 6 aproximadamente. Existindo 20 municípios que fazem coleta de lixo em 100% dos domicílios. A variável PEA, é o percentual de estudantes entre 6 e 17 anos que estão com pelo menos 2 anos de atraso no rendimento escolar, tendo ficado com seu valor mínimo de 9,88 e 47,92 para seu valor máximo. O menor percentual de trabalhadores autônomos acima dos 18 anos (PTA) é 7,76% no município de Santo André, enquanto o maior percentual é referente ao município de Matinhas com 44% aproximadamente, a média para o estado da Paraíba é de 21,68% com um desvio padrão de aproximadamente 6,39. As variáveis População Total

Residente (PTR) e População da Zona Rural (PZR) também entraram no estudo. Tendo como município menos populoso, Parari e enquanto a capital João Pessoa se encontra como o mais populoso com 723.515 habitantes no ano de 2015. Em relação a População Rural, o município com habitantes nessa região foi Cabedelo, com apenas 8. Enquanto o maior foi o município de Queimadas com mais de 18 mil habitantes na zona rural. Por fim, a variável R18, que se refere a renda média produzida por maiores de 18 anos em cada município da Paraíba no ano de 2015. A menor renda é equivalente a 177,49 enquanto a maior é de 1.665,70. Todos esses dados referentes a valor mínimo, valor máximo, média e desvio padrão das covariáveis podem ser observados na Tabela 5.7 a seguir.

Tabela 5.7: Estatística Descritiva das Covariáveis

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	Desvio
CRAS	1	11	1,16	1,01
EF5	4,8	37	19,93	4,72
EF8	12,40	41	23,95	5,17
EM2	8,50	45,5	24,95	6,26
EM3	9,50	44	23,62	5,84
GINI	0,40	0,70	0,50	0,04
PCL	61,37	100	94,68	6,50
PEA	9,88	47,92	28,45	6,13
PFE	41,00	77,00	59,86	6,79
PTA	7,76	44,71	21,68	6,39
PTR	1.256	723.515	16.890	55.804
PZR	8	18.813	4.161	3.285
R18	177,49	1.665,70	432,22	174,23

5.3 Análise de Regressão Beta Inflacionada

O interesse desse estudo ao utilizar a Análise de Regressão Beta Inflacionada, consiste em explicar a eficiência dos municípios paraibanos encontrada por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA). Nesta seção, será mostrado a modelagem dos valores adquiridos no DEA utilizando o modelo de regressão beta inflacionado. Mais especificamente, identificar, a partir do modelo obtido, os principais fatores que influenciam (a eficiência ou/e ineficiência) a gestão do Programa Bolsa Família. Dentre eles estão o Índice de Gini, o número de Centros de Referência a Assistência Social, a população total residente, partido político em gestão no ano referente a pesquisa, Média de

alunos matriculados no ensino fundamental e médio, entre outras variáveis já descritas na seção Materiais.

Inicialmente, o interesse se dá em determinar se a precisão é fixa, ou seja, se há ou não estrutura de regressão para o parâmetro de precisão. Para isso, foi realizado o teste da razão de verossimilhanças (Cribari-Neto e Pereira, 2013) em que a hipótese nula é:

$$H_0 : \phi_1 = \dots = \phi_n = \phi \quad (5.1)$$

Ou seja, foi testada a hipótese de que a precisão é constante. Rejeitou-se, para cada município, a hipótese nula aos níveis usuais de significância, ou seja, pode-se concluir que a precisão é variável para os modelos de regressão beta inflacionados ajustados para todos os municípios paraibanos. Sendo assim, além da modelagem com a média condicional e a massa de probabilidade em um, também se faz necessário a modelagem para precisão.

Nesse estudo também foi realizado o teste de especificação RESET (Ramsey, 1969; Pereira e Cribari-Neto, 2013). Foi colocado como a hipótese nula que o modelo estimado está bem especificado e como a hipótese alternativa que ele está mal especificado. A má especificação do modelo pode ser decorrente de variável regressora omitida, não linearidade negligenciada ou forma distribucional errada. Aplicou-se o teste RESET ao modelo selecionado e concluiu-se que ao nível de 5% de confiança a hipótese nula não será rejeitada, tendo o teste obtido o p-valor de 0,7236. O teste RESET foi realizado utilizando o quadrado do preditor linear estimado como variável de teste.

As Tabela 5.8, 5.9 e 5.10 apresentam os coeficientes estimados, erros-padrão e p-valores dos modelos selecionados para os municípios paraibanos. É importante salientar que as funções de ligação utilizadas para os modelos de regressão beta inflacionados foram logit, log e logit para média condicional, massa de probabilidade em um e precisão, respectivamente, exceto para o modelo selecionado.

Tabela 5.8: Estimativas dos parâmetros para μ .

Variáveis	Estimativa	Erro-Padrão	p-valor
(Intercept)	-0.9928526	0.1055631	< 2e-16
EF5	0.0270909	0.0073502	0.000288
EM2	-0.0042798	0.0014210	0.002907
EM3	-0.0088151	0.0011604	9.11e-13
PCL	0.0189057	0.0006934	< 2e-16
PEA	0.0187994	0.0029357	9.33e-10
PTA	-0.0147029	0.0034598	3.18e-05

Através da análise dos coeficientes estimados para o modelo selecionado é possível verificar que as covariáveis EM2, EM3 e PTA influenciam de forma negativa a eficiência do Programa Bolsa Família, ou seja, quanto maiores essas variáveis, menor a eficiência do programa no município correspondente. É interessante observar que isso ocorre com duas variáveis que estão relacionadas a educação, média dos alunos matriculados no 2º e 3º ano do ensino médio respectivamente, sendo que o objetivo do programa é aumentar o nível de escolaridade da população carente. Especula-se que isso possa se dar devido ao número de observações e a heterogeneidade dos dados. Enquanto que a variável média de alunos matriculados no 5º ano do ensino fundamental (EF5), o percentual de pessoas residentes em domicílio com coleta de lixo (PCL) e o percentual de estudantes entre 6 e 17 anos com pelo menos 2 anos de atraso no rendimento escolar (PEA), influenciam de forma positiva, logo quanto maiores os valores dessas variáveis, maior será o valor de eficiência do programa no município. Novamente chama atenção a PEA, pois envolve um atraso na educação e não avança como pretende o programa.

Tabela 5.9: Estimativas dos parâmetros para α .

Variáveis	Estimativa	Erro-Padrão	p -valor
(Intercept)	9.009e+00	4.600e-01	< 2e-16
CRAS	-1.597e+00	1.751e-01	< 2e-16
EF8	-6.059e-02	1.432e-02	3.44e-05
PFE	-3.696e-02	8.705e-03	3.24e-05
PHS	1.791e+01	1.257e-01	< 2e-16
PPS	1.801e+01	1.372e-01	< 2e-16
PTR	4.802e-05	2.447e-06	< 2e-16
PZR	-1.206e-04	1.318e-05	< 2e-16
R18	-2.090e-03	5.791e-04	0.000383

Em relação à estrutura de regressão para a massa de probabilidade em um, foram selecionadas 8 covariáveis, onde 5 tem influência negativa e 3 tem influência positiva. As de influência positiva são equivalentes PHS, PPS e PTR influenciam positivamente a eficiência dos municípios paraibanos, logo conclui-se que quanto maior a população do município, mais eficiente será a gestão do Programa Bolsa Família e ainda aqueles municípios onde os prefeitos são filiados ao partido PHS ou PPS, tendem a ser mais eficientes, ao passo que as covariáveis CRAS, EF8, PFE, PZR e R18 exercem um efeito negativo sobre a eficiência do Programa. Ou seja, quanto maior o número de Centros de Referência de Assistência Social, a quantidade de matriculados no 8º ano do ensino fundamental, o percentual de crianças entre 0 e 5 anos

que não frequentam a escola, a população residente na zona rural e a renda média gerada por maiores de 18 anos, menor a eficiência do município. Assim como na estrutura de regressão da média condicional, o fato do aumento de matriculados no 8º ano do ensino fundamental equivaler a diminuição da eficiência chama atenção, pois um dos objetivos do Programa Bolsa Família é aumentar o nível de escolaridade da população. Suspeita-se que essa influência negativa se deva ao grande número de observações, assim como a grande heterogeneidade dos dados.

Tabela 5.10: Estimativas dos parâmetros para ϕ .

Variáveis	Estimativa	Erro-Padrão	p -valor
(Intercept)	-17.9668	7.5363	0.0180
PEA	0.3627	0.1861	0.0525

Considerando a estrutura de regressão para o parâmetro de precisão, tem-se que apenas uma covariável, foi selecionada a um nível de 10% de confiança. Ela influencia de maneira positiva, ou seja, os municípios com maiores percentuais de alunos com pelo menos dois de atraso no rendimento escolar, tendem a apresentar respostas mais precisas. Novamente chama-se a atenção para o fato de que a variável envolve uma análise negativa da evolução no quadro de educação dos municípios, para que o programa seja eficiente, o que a princípio não convém pois o programa visa melhorar esse fator na população. É interessante ressaltar que dos 223 municípios avaliados no estado da Paraíba, apenas 1 foi considerado plenamente eficiente, ou seja, menos de 1% dos municípios têm eficiência plena. Supondo-se que essa seja a razão do resultado dessa análise.

Foram feitas diversas manipulações dos dados, onde foi possível observar a repetição dessa interpretação. Em outro modelo encontrado verificou-se que a estrutura de regressão para o parâmetro de precisão possível como variável significativa foi o Índice de Gini, influenciando de forma positiva a eficiência do programa, ou seja, quanto maior o Índice de Gini, maior a eficiência. Contudo, esse índice mede o grau de diferença entre as rendas dos indivíduos mais pobres e os de melhores condições financeiras, dentro de um determinado grupo, no caso do presente estudo, os municípios paraibanos. Ele varia entre 0 e 1, onde 0 representa uma situação de igualdade, ou seja, todos tem a mesma renda e 1 o oposto, apenas 1 indivíduo concentra toda a riqueza do grupo. Logo, não faz sentido o aumento do índice de Gini aumentar a eficiência do programa, quando ele visa justamente melhorar a desigualdade social. Em um terceiro modelo encontrou-se como variável significativa, ao nível de 5% de confiança a média de alunos matriculados no

ensino médio por município, influenciando de forma negativa a eficiência do programa, ou seja, quanto maior o número de matriculado menor a eficiência do programa.

Com o intuito de verificar possíveis afastamentos das suposições feitas para o modelo, a Figura 5.3 apresenta os gráficos dos resíduos e também o gráfico de probabilidade normal com envelopes simulados. O modelo de regressão parece estar bem ajustado. Há apenas um resíduo em cima do intervalo $(-3, 3)$. Adicionalmente, é possível notar que estando os resíduos, em geral, dentro das bandas de confiança dos envelopes simulados, não há indícios de afastamento da suposição de que o modelo de regressão beta inflacionado fornece uma boa representação para os dados.

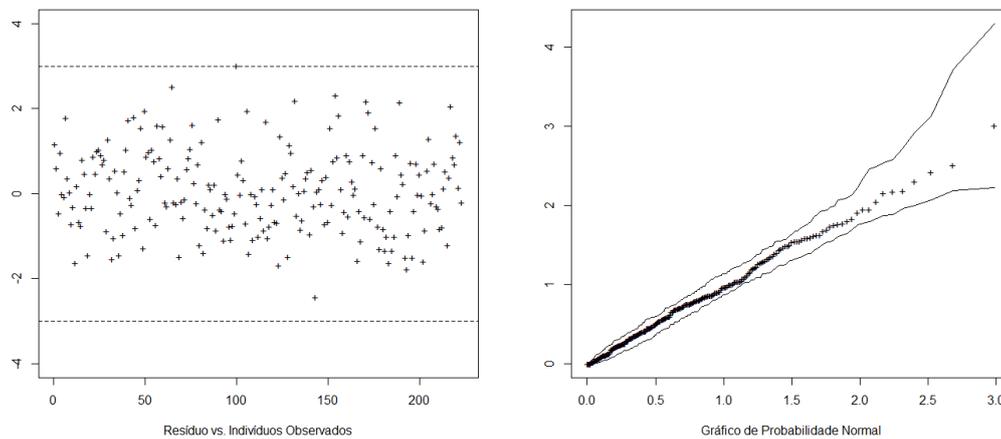


Figura 5.3: Gráfico dos Resíduos e gráfico da probabilidade normal com envelopes simulados, para os municípios paraibanos.

Capítulo 6

Conclusão

A aplicação da técnica Análise Envoltória de Dados (DEA) possibilitou a identificação dos níveis de eficiência para cada município paraibano no ano de 2015. Neste contexto verificou-se que o único município que obteve o valor 1, ou seja, o maior nível de eficiência, foi Pilões, um pequeno município da região agreste, com área de um pouco mais de 64 mil km^2 e um população em torno de 6.500 habitantes deixou para trás todos os demais municípios paraibanos, incluindo logicamente a capital paraibana João Pessoa, que obteve um índice de 76% na eficiência do Programa Bolsa Família e o município de Campina Grande, considerado um grande polo, obteve um nível de eficiência ainda maior que a capital, 86%. Ao analisar os resultados, pode-se verificar também que o município que se encontra mais próximo do nível 1 de eficiência é Lagoa, um município com uma população ainda menor que Pilões, cerca de 4.500 habitantes. Obteve 98% de eficiência na gestão do programa Bolsa Família. O pior caso é referente ao município de São Sebastião de Lagoa de Roça, ele obteve um nível de eficiência de 46%. Ao comparar o insumo e os produtos de Pilões e São Sebastião de Lagoa de Roça, se depara com fatos interessantes, apesar do município de São Sebastião possuir mais de 500 famílias beneficiadas a mais que o município de Pilões, a população que possui um nível de educação e saúde razoável é bem menor, o que provavelmente, faz com que o município seja menos eficiente.

Neste trabalho também foi avaliado algumas variáveis explicativas no que se refere a eficiência na gestão do programa bolsa família e foi identificado possíveis fatores que influenciam a eficiência entre um e outro município paraibano. Com isso, utilizou-se o modelo de regressão beta inflacionado, dado que a variável resposta pertence ao intervalo $(0,1]$.

No ajuste do modelo de regressão beta inflacionado obtido para estes municípios, foi observado que o percentual de alunos com o ensino em pelo menos 2 anos de atraso influencia positivamente a eficiência média dos muni-

cípios e a probabilidade de eficiência plena. Este fato exige atenção como já mencionado, pois o programa visa melhorar a educação do país e consequentemente de seus municípios, contudo, especula-se que isto se deva ao fato de apenas 1 município ter sido plenamente eficiente, além da heterogeneidade dos dados.

6.1 Sugestões de trabalhos futuros

Com os resultados obtidos na realização deste trabalho, assim como o conhecimento adquirido no desenvolvimento do estudo, sugerem-se os seguintes trabalhos a serem desenvolvidos.

- Ainda utilizando-se da mesma técnica DEA, sugere-se que sejam analisados os municípios de outros estados nordestinos ou ainda uma análise de todos os municípios brasileiros, podendo assim obter uma comparação de como anda a eficiência do Programa Bolsa Família em outras regiões.
- Inclusão de novas variáveis referentes a aspectos sociais da população.

Referências Bibliográficas

- [1] AQUINO R.; OLIVEIRA N.F.; Barreto M.L. Impact of the family health program on infant mortality in Brazilian municipalities. *Am J Public Health*. 2009;99:87-93.
- [2] BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S.; Fundamentos de metodologia científica. 3a Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007
- [3] BREHM, J.; GATES, S. (1993). Donut shops and speed traps: Evaluating models of supervision on police behavior. *American Journal of Political Science*, 37(2), 555-581.
- [4] BRITO, F. C. S. Uma avaliação estatística da eficiência do gasto público municipal no Brasil. 2004. 130 f. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Departamento de Estatística, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2004.
- [5] CAIXA ECONOMICA FEDERAL (CEF). Disponível em: <<http://www20.caixa.gov.br/Paginas/Noticias/Noticia/Default.aspx?newsID=3278>>
(b)<http://www.caixa.gov.br/programas-sociais/bolsa-familia/Paginas/default.aspx>
Acesso em 07 mar. de 2016
- [6] CHARNES, A.; COOPER, W.W. *An explicit general solution in linear fractional programming*. *Naval research Logistics Quarterly*. V.20, n.3,1973.
- [7] CHARNES, A.; COOPER, W.W. *Programming with linear fractional functional*. *Naval Research logisticks Quarterly*, v.9, n.3 e 4 , p.181-185, 1962.
- [8] CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. *Measurering the efficiency of decisionmaking units*, *European Journal of Operational Research*, v.2, p. 429-444, 1978.

- [9] Com Ciência. Revista Eletrônica de Jornalismo Científico. Avaliação de políticas públicas é objeto de pesquisa. SBPC/Labjor, 2002. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/entrevistas/ppublicas/arretche.htm>>. Acesso em 23 de abr. de 2015.
- [10] COOPER, Willian W; SEIFORD, Lawrence M.; TONE, Kaoru. E-book. *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive text with models, applications e references and DEA-Solver Software*. KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS. 2002.
- [11] COSTA, A. P. Políticas Públicas: Programas Sociais Federais de Transferência de Renda – Bolsa Família. 2005. 77 f. Monografia (Especialização em Gestão Pública) – Departamento de Administração, Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa. 2005.
- [12] Cribari-Neto, F., Pereira, T. L. (2013). Avaliação da eficiência de administrações municipais no estado de São Paulo: uma nova abordagem via modelos de regressão beta. *Revista Brasileira de Biometria*, 31(31), 270–294.
- [13] CRIBARI-NETO, F.; ZARKOS, S. G. (1999). R: Yet another econometric programming environment, *Journal of Applied Econometrics* 14, 319-329.
- [14] CRIBARI-NETO, F.; ZELEIS, A. (2010). Beta regression in R. *Journal of Statistical Software* 34(2),1-24.
- [15] CUNHA, R. E.; PINTO, B. H. B. C. O Programa Bolsa Família como estratégia para redução da pobreza e os processos de cooperação e coordenação intergovernamental para sua implementação. Biblioteca virtual Bolsa Família. Disponível em: <<http://www.ipc-undp.org/publications/mds/19M.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2017.
- [16] DEBREU, G. (1951). The coefficient of resource utilization. *Econometrica*, 19:273-292.
- [17] DECLARAÇÃO UNIVERSAL DOS DIREITOS HUMANOS, ONU, 1948 <http://www.onu.org.br/img/2014/09/DUDH.pdf>
- [18] DIAS, R. H. Eficiência da atenção primária à saúde nos municípios brasileiros. 2010. 50 f. Dissertação (Mestrado em Economia do Setor Público) – Departamento de Economia, Universidade de Brasília, Brasília. 2010.

- [19] ESPINHEIRA, P. L. (2007). Regressão beta. Tese de Doutorado, Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo.
- [20] ESPINHEIRA, P. L.; FERRARI, S. L. P.; CRIBARI-NETO, F. (2008a). On beta regression residuals. *Journal of Applied Statistics* 35, 407-419.
- [21] ESPINHEIRA, P. L.; FERRARI, S. L. P. ; CRIBARI-NETO, F. (2008b). Inuence diagnostics in beta regression. *Computational Statistics and Data Analysis* 52, 4417-4431.
- [22] ESTRELLA, J.; RIBEIRO, L. M. Qualidade da gestão das condicionalidades do Programa Bolsa Família: uma discussão sobre o índice de gestão descentralizada. *Revista de Administração Pública*. v. 42, n.3, 625-641, mai/jun. 2008.
- [23] FARREL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 120, p. 252-290, 1957.
- [24] FELICIO, J. D. L. Impactos Socioeconômicos do Programa Bolsa Família no município de Dona Inês-PB. 2014. 32 f. Monografia (Licenciatura em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Estadual da Paraíba, Guarabira. 2014.
- [25] FERRARI, S. L. P.; CRIBARI-NETO, F. (2004). Beta regression for modeling rates and proportions. *Journal of Applied Statistics* 31, 799-815.
- [26] FERREIRA, C. M. C.; GOMES, A. P, Introdução à Análise Envoltória de Dados: Teoria, Modelos e Aplicações. Viçosa: UFV, 2009.
- [27] FROTA, M. M. R.; ZIMMERMANN, C. R. O Brasil e as experiências internacionais de Programas de Transferência de Renda. <http://www.sinteseeventos.com.br/bien> 07 mar. de 2017
- [28] GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- [29] HANCOX, D.; HOSKIN, C. J.; WILSON, R. S. (2010). Evening up the score: Sexual selection favours both alternatives in the colour-polymorphic ornate rainbowfish. *Animal Behaviour*, 80(5), 845-851.
- [30] HOLLINGSWORTH, B. (2008). The measurement of efficiency and productivity of health care delivery. *Health Economics*, 17 (10), pp. 1107-1128.

- [31] KIESCHNICK, R. ; McCULLOUGH, B. D. (2003). Regression analysis of variates observed on (0,1): percentages, proportions and fractions. *Statistical Modelling*, 3, 19-213.
- [32] KOOPMANS, T. C. (1951). Na analysis of production as an eficiente combination of activities. Em: *Activity Analysis of Production and Allocation*, Cowles Commission for Research in Economics. Nova York: John Wiley e Sons.
- [33] KOOPMANS, R. e PORTNOY, S. (1996). Quantile regression. University of Illiniois at Urbana-Champaign Working Paper, 97-100.
- [34] KRUK M. E.; PORINGON D.; ROCKERS P. C.; VAN LERBERGHE W. The contribution of primary care to health and health systems in low- and middle-income countries: a critical review of major primary care initiatives. *Soc Sci Med* 2010; 70: 904–11.
- [35] LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Metodologia científica*. São Paulo: Atlas, 1992.
- [36] LINDERT K.; LINDER A.; HOBBS J.; BRIERE B., The Nuts and Bolts of Brazil's Bolsa Família Program: Implementing Conditional Cash Transfers in a Decentralized Context. Brasília: WB; 2007. Disponível em: < <http://siteresources.worldbank.org/INTLACREGTOPLABSOCPRO/Resources/BRBolsaFamiliaDiscussionPaper.pdf>> . Acesso em: 20 Fev. 2017.
- [37] LOPES, M. T. *Avaliação da eficiência produtiva das comarcas do Tribunal de Justiça da Paraíba*. 2015. 42 f. Monografia (Bacharelado em Estatística) – Departamento de Estatística, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2015.
- [38] MACINKO J.; STARFIELD B.; ERINOSHO T. The impact of primary healthcare on population health in low- and middle-income countries. *J Ambul Care Manage* 2009; 32: 150–71.
- [39] MACINKO J.; OLIVEIRA V. B.; TURCI M. A. et al. The influence of primary care and hospital supply on ambulatory care-sensitive hospitalizations among adults in Brazil, 1999-2007. *Am J Public Health*. 2011;101:1963-70.
- [40] Ministério do Desenvolvimento Social e Agrário (MDS). Disponível em: <<http://mds.gov.br/assuntos/bolsa-familia>>. Acesso em: 08 Out. 2016.

- [41] MONTEIRO, D. A. A.; FERREIRA, M. A. M.; TEIXEIRA, K. M. D. Determinantes da gestão do Programa Bolsa Família: análise do índice de gestão descentralizada em Minas Gerais. *Saúde e Sociedade (USP. Impresso)*, v. 18, p. 214-226, 2009.
- [42] McCULLAGH, P. ; NELDER, J.A. (1989). *Generalized Linear Models*, 2nd ed. London: Chapman and Hall.
- [43] Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). Representação da UNESCO no Brasil. Pobreza e desigualdade no Brasil: traçando caminhos para a inclusão social. Disponível em:
 (a) <<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001339/133974por.pdf>> e Declaração universal dos direitos humanos.
 (b) <<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001394/139423por.pdf>> Acesso em 23 abr, 2015.
- [44] OSPINA, R. Modelos de Regressão Beta Inflacionados. 2008. 160 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2008.
- [45] OSPINA, R.; FERRARI, S. L. P.; Inflated beta distributions. *Statistical Papers*, 51, p. 111-126, 2010.
- [46] OSPINA, R.; FERRARI, S. L. P.; A general class of zero-or-one inflated beta regression models. *Computational Statistics & Data Analysis*, 56, p. 1609-1623, 2012.
- [47] PAOLINO, P. (2001). Maximum likelihood estimation of models with beta-distributed dependent variables. *Political Analysis*, 9, 325-346.
- [48] PEDROSO, M. M.; CALMON, P. C. P.; BANDEIRA, L. F. O uso da Análise Envoltória de Dados para avaliação da gestão do Programa Bolsa Família. *Comunicação em Ciências da Saúde*. v. 20, n.1, 37-44, jan/mar. 2009.
- [49] PEREIRA T. L.; SOUZA T. C.; CRIBARI-NETO F. (2014) *Ciência e Natura*, Santa Maria, v. 36 Ed. Especial, 2014, p. 23-36.
- [50] PUCCINE, A. L. *Introdução à Programação Linear*. Rio de Janeiro: 1989, LTC.
- [51] Ramsey, J. B. (1969). Tests for specification errors in classical linear least squares regression analysis. *Journal of the Royal Statistical Society B*, 31, 350–371.

- [52] RASELLA, D.; Impacto do Programa Bolsa Família e seu efeito conjunto com a Estratégia Saúde da família sobre a mortalidade no Brasil. 2013. 92f. Tese (Doutorado em Epidemiologia) - Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia, Salvador. 2013.
- [53] RASELLA D.; AQUINO R.; BARRETO M. L. Reducing childhood mortality from diarrhea and lower respiratory tract infections in Brazil. *Pediatrics*. 2010;126:e534-40.
- [54] RIBEIRO, C. S. Modelagem da taxa de analfabetismo no estado da Paraíba via modelo de Regressão Beta. 2014. 69 f. Monografia (Bacharelado em Estatística) – Departamento de Estatística, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2014.
- [55] SANTANA, L. K. A. Avaliação de Impacto do Programa Bolsa Família no município de Campina Grande-PB. 2016. 24 f. Monografia (Bacharelado em Administração) – Departamento de Administração e Economia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande. 2016.
- [56] SANTOS, S. M. C.; SANTOS, L. M. P. Avaliação de políticas públicas de segurança alimentar e combate à fome no período de 1995-2002. 1 – Abordagem metodológica. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 23(5):1029-1040, mai, 2007.
- [57] SILVA, A. A. P.; MONTEIRO, D. A. A.; Análise do Desempenho da Gestão Pública do Programa Bolsa Família em Minas Gerais por meio da Data Envelopment Analysis (DEA), *XXXVI Encontro da ANPAD*, Rio de Janeiro, 2012.
- [58] SIMAS, A. B.; BARRETO-SOUZA, W.; ROCHA, A. V. (2010). Improved estimators for a general class of beta regression models. *Computational Statistics and Data Analysis* 54, 348-366.
- [59] SMITHSON, M. ; VERKUILEN, J. (2006). A better lemon-squeezer? Maximum likelihood regression with beta-distributed dependent variables. *Psychological Methods*, 11,54-71.
- [60] SOUZA, P. C. T.; WILHELM, V. E. Tuiuti: Ciência e Cultura. Uma introdução aos modelos DEA de eficiência técnica, Curitiba, n. 42, p. 121-139, 2009.
- [61] THANASSOULIS, E. *Introduction to the Theory and application of Data Envelopment Analysis*. A foundation text with integrated software. Birmingham, England: Springer-Verlag New York, 2001. 280 p.

- [62] THE WORLD BANK. Working for a World Free of Poverty. Disponível em: <<http://www.worldbank.org/>>. Acesso em: 20 fev. 2017.
- [63] UNICEF. Poverty Reduction Begins with Children. New York: UNICEF; 2000. Disponível em: <http://www.unicef.org/publications/files/pub_poverty_reduction_en.pdf>. Acesso em 01 fev, 2017.
- [64] VIEIRA, G. C.; SOUZA, F. R.; BRANDÃO, R. K. S.; ASSIS, E. C.; LIMA, F. **Políticas públicas de transferência de renda e seus impactos no comércio local programa bolsa família no município de Ibatiba – ES.** Disponível em: <<http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos13/29918358.pdf>>. Acesso em: 07 mar. de 2017.
- [65] WILHELM, V. E. Data Envelopment Analysis – DEA. Curitiba, Paraná, 2013.
- [66] World Health Organization. World Health Report 2008 – Primary Health Care: now more than ever. Geneva: WHO,2008.
- (b) World Health Organization. Commission on social determinants of health. Closing the gap in a generation. Geneva, Switzerland: WHO; 2008. Disponível em: <http://www.who.int/social_determinants/thecommission/finalreport/en/index.html>. Acesso em 01 fev, 2017.

Apêndice

A rotina do programa R

```
#####  
###          AJUSTE DO MODELO BEOI          ###  
###          LOPES, G. C.                   ###  
#####  
  
rm(list=ls()) #limpar R  
  
library(tcltk) # TCL/TK para abrir o conjunto de dados  
local <- tclvalue(tkgetOpenFile(title="Abrir Banco de Dados"))  
dados <- read.table(file=local,header=T,dec=",")  
attach(dados) # Acessar objetos por nomes  
names(dados) # Nome das variáveis do banco de dados  
  
### BIBLIOTECAS ###  
  
library(fBasics)  
library(betareg)  
library(gamlss)  
library(gamlss.dist)  
library(lmtest)  
  
### MODELANDO ###  
  
modelo1<-gamlss(EFIC~(EF5+EM2+EM3+PCL+PEA+PTA),sigma.formula=~  
(CRAS+EF8+PFE+PHS+PPS+PTR+PZR+R18),nu.formula=~(PEA),family=BEOI)  
summary(modelo1)  
  
modelo2<-gamlss(EFIC~(EF5+EM2+EM3+PCL+PEA+PTA),sigma.formula=~
```

```

(CRAS+EF8+PFE+PHS+PPS+PTR+PZR+R18),nu.formula=~(GINI),family=BEOI)
summary(modelo2)

modelo3<-gamlss(EFIC~(EF5+EM2+EM3+PCL+PEA+PTA),sigma.formula=~
(CRAS+EF8+PFE+PHS+PPS+PTR+PZR+R18),nu.formula=~(Y3),family=BEOI)
summary(modelo3)

### TESTE RESET ###
lrtest(modeloprecisao,modelo1)

### Teste de especificação ###
lrtest(modelo1,.~.+I(predict(modelo1,type="link")^2))

### COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO ###

ajustenovo= gamlss(EFIC~ 1 ,sigma.formula = ~1 , nu.formula = ~1 ,
family = BEOI,trace = FALSE)
ltheta<-logLik(modelo1)
lthetah0<-logLik(ajustenovo)

pR2<-1-(lthetah0/ltheta)
pR2

### GRÁFICO DE ENVELOPE ###

ajusterbeoif = modelo1

ybeoi=ajusterbeoif$y
muhatbeoi=ajusterbeoif$mu.fv
nuhatbeoi=(ajusterbeoif$nu.fv)
phihatbeoi=(ajusterbeoif$sigma.fv)

Xbeoi=ajusterbeoif$mu.x
Xbeoi<-as.matrix(Xbeoi)
Xbeoin=ajusterbeoif$nu.x
Xbeoin<-as.matrix(Xbeoin)
Xbeois=ajusterbeoif$sigma.x
Xbeois<-as.matrix(Xbeois)

n <- nrow(Xbeoi)
j<-seq(n)

```

```

yhatbeoi<-meanBEOI(ajusterbeoif)
rqbeoi<-residuals(ajusterbeoif, what = "z-scores")

sim = 500

f<- matrix(0,n,sim)

f1<- numeric(n)
f2<- numeric(n)
f3<- numeric(n)

for(i in 1:sim) {
  respbeoi<- rBEOI(n, muhatbeoi, phihatbeoi, nuhatbeoi)
  fitbeoi <- gamlss(respbeoi~Xbeoi-1,nu.formula=~Xbeoi-1,
  sigma.formula=~Xbeois-1,family=BEOI)

  rqbeoibeta<-residuals(fitbeoi, what = "z-scores")
  rqbeoibeta<-sort(abs(rqbeoibeta))

  f[,i]<-rqbeoibeta
}

for(i in 1:n) {

  f1[i] <- min(f[i,])
  f2[i] <- mean(f[i,])
  f3[i] <- max(f[i,])

}

t<-1:n
qq <- qnorm((t+n-1/8)/(2*n+0.5))

par(mfrow=c(1,2))
plot(j, rqbeoi,main = "",xlab="Resíduo vs. Individuos
Observados",ylab="", pch = "+",ylim=c(-4,4))
abline(h = c(-3,3), lty = 2)
plot(qq, sort(abs(rqbeoi)), pch = "+", ylim=range(abs(rqbeoi), f1,

```

```
f3),  
main="",xlab="Gráfico de Probabilidade Normal",ylab="")  
lines(qq,f1,lty=1)  
lines(qq,f3,lty=1)
```