



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ANNA PAOLA BEZERRA E SILVA

**ESTUDO DA EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE UNIDADES DO PROGRAMA DA
SAÚDE DA FAMÍLIA (PSF)**

JOÃO PESSOA-PB

2016

ANNA PAOLA BEZERRA E SILVA

**ESTUDO DA EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE UNIDADES DO PROGRAMA DA
SAÚDE DA FAMÍLIA (PSF)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Paraíba, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, área de concentração em Pesquisa Operacional, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Roberto Quirino do Nascimento

Orientador

JOÃO PESSOA-PB

2016

S586e Silva, Anna Paola Bezerra e.
Estudo da eficiência produtiva de unidades do Programa da Saúde da
Família (PSF) / Anna Paola Bezerra e Silva.- João Pessoa, 2016.
69f. : il.

Orientador: Roberto Quirino do Nascimento
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT

1. Engenharia de produção. 2. Pesquisa operacional. 3. Análise
Envoltória de Dados (AED). 4. Unidades de Saúde da Família (USF) -
eficiência. 5. Programação linear.

UFPB/BC

CDU: 62:658.5(043)

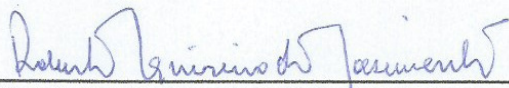
ANNA PAOLA BEZERRA E SILVA

**ESTUDO DA EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE UNIDADES DO PROGRAMA DA
SAÚDE DA FAMÍLIA (PSF).**

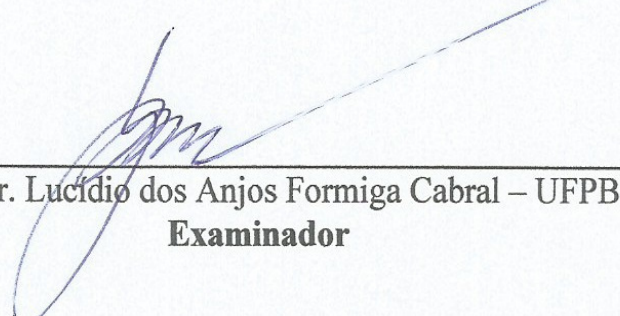
Dissertação apresentada à Universidade Federal da Paraíba, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, área de concentração em Pesquisa Operacional, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 28 de 04 2016

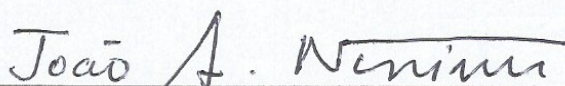
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Roberto Quirino do Nascimento
Orientador



Prof. Dr. Lucídio dos Anjos Formiga Cabral – UFPB
Examinador



Prof. Dr. João Aginaldo do Nascimento – UFPB
Examinador

Dedico este trabalho de conclusão da pós-graduação aos meus pais, irmãos, familiares, esposo e amigos que de muitas formas me incentivaram e ajudaram para que fosse possível a concretização deste trabalho.

E, principalmente a minha filha, **Bianca** Bezerra de Assis, que ainda em meu ventre já é muito amada. Que Deus abençoe todos os seus dias!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas do meu convívio que acreditaram e contribuíram, mesmo que indiretamente, para a conclusão deste curso.

Aos colegas componentes da Comissão Especial de Avaliação, por aceitarem a incumbência desta tarefa e pela contribuição à melhoria desta tese.

Aos meus pais Maria Madalena Nunes Bezerra e José Tranquilino da Silva, pelo amor incondicional e pela paciência. Por terem feito o possível e o impossível para me oferecerem a oportunidade de estudar, acreditando e respeitando minhas decisões e nunca deixando que as dificuldades acabassem com os meus sonhos, serei imensamente grata.

Aos meus irmãos e sobrinhos, que mesmo inconscientemente me incentivaram a correr atrás dos meus objetivos, agradeço de coração.

Ao meu esposo Ailton Ribeiro de Assis, por compreender a importância dessa conquista e aceitar a minha ausência quando necessário.

Ao meu orientador Roberto Quirino do Nascimento, pelo empenho, paciência e credibilidade, obrigada por tudo.

A todos os familiares e amigos que torceram e acreditaram na conclusão deste curso, fico muito grata.

RESUMO

Este trabalho visa identificar eficiência de Unidades de Saúde da Família (USF) estabelecendo um modelo que possa ser aplicado em qualquer município ou Estado, em qualquer ano de referência, uma vez que tal modelo deve ter como base os parâmetros legais estabelecidos para a implantação deste Sistema. Para validar este modelo usaremos como base de dados os USFs da Grande João Pessoa/PB. Foi construído uma ferramenta computacional utilizando o software MATLABR2010a para resolver os PPL existentes em cada USF do município de João Pessoa/PB. Por fim, foi apresentado um modelo de relatório indicando ao gestor de saúde, a USF com eficiência produtiva significativa.

Palavras-chave: Análise Envoltória de Dados (AED). Eficiência. Programação Linear. Unidade de Saúde da Família (USF).

ABSTRACT

This work aims to identify health units efficiency Family (USF) setting a model that can be applied in any city or state in any reference year , since this model should be based on established legal parameters for the implementation of this System. To validate this model we will use as a database USFs of the Great João Pessoa / PB . It was built a computational tool using MATLABR2010a software to solve the existing PPL in each USF in the city of João Pessoa / PB . Finally , a report template was presented indicating the health manager , the USF with significant production efficiency.

Keywords: Data envelopment analysis (DEA). Efficiency. Linear programming. Health Unit Family (FHP).

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1:	Produtividade X Eficiência	38
Figura 2:	Curva de um processo de produção	39
Figura 3:	Alcance da fronteira de eficiência	40

GRÁFICOS

Gráfico 1:	Fronteira Eficiente_Cenário Real	56
Gráfico 2:	Fronteira Eficiente_Cenário Necessário	58
Gráfico 3:	Fronteira Eficiente_Cenário Real e Cenário Necessário	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Artigos publicados sobre Análise Envoltória de Dados e Saúde, nos anos de 2010 a 2015, com no mínimo 5 citações	31-33
Tabela 2:	Profissionais (ano 2013)	54
Tabela 3:	Instalações físicas para Assistência (dados indiretos)	54
Tabela 4:	Procedimentos realizados (ano 2013)	54
Tabela 5:	Comparativo das Eficiências Produtivas das Unidades de Saúde da Família (USF) de João Pessoa/PB para os dados do Cenário Real (ano 2013) e Cenário Necessário	58-60
Tabela 6:	Valores da Eficiência e Pesos para DMU 1 (USF Alto do Mateus I)	61-62
Tabela 7:	Valores da Eficiência e Pesos para DMU 10 (USF Integrada Costa e Silva)	62-63
Tabela 8:	Valores da Eficiência e Pesos para DMU 20 (USF Funcionários I – 2ª Etapa)	63
Tabela 9:	Valores da Eficiência e Pesos para DMU 30 (USF Saúde e Vida)	63-64

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA	12
1.2	DA INFRAESTRUTURA E FUNCIONAMENTO DA ATENÇÃO BÁSICA	13
1.3	ESPECIFICIDADES DA EQUIPE DE SAÚDE DA FAMÍLIA	15
2	OBJETIVOS	20
2.1	OBJETIVO GERAL	20
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
3	JUSTIFICATIVA	21
4	DELIMITAÇÃO	23
5	PROBLEMA A SER ESTUDADO	24
6	LOCAL DE ESTUDO E FONTE DE DADOS	27
7	VARIÁVEIS DE ESTUDO	28
8	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	30
9	REVISÃO DA LITERATURA	31
10	CONCEITOS FUNDAMENTAIS	34
10.1	BENCHMARCKS	34
10.2	EFICÁCIA	35
10.3	EFICIÊNCIA	35
10.4	PRODUTIVIDADE	35
10.5	DMU “UNIDADES QUE TOMAM DECISÕES” (do inglês <i>Decision Making Unit</i>)	36
10.6	INPUTS	36
10.7	OUTPUTS	37

10.8	EFICIÊNCIA EM DEA	38
10.9	EFICIÊNCIA EM SAÚDE PÚBLICA	41
11	DEA (ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS)	43
11.1	MODELO CCR	45
11.2	EXEMPLO DE APLICAÇÃO	51
12	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	52
12.1	TIPO DE PESQUISA	52
12.2	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	52
12.3	PROCEDIMENTOS DA PESQUISA	52
12.4	CONFECÇÃO DO BANCO DE DADOS	53
13	RESULTADOS	55
14	CONCLUSÃO	65
	REFERÊNCIAS	66
	APÊNDICE A (EXTERNO)	

1 INTRODUÇÃO

Durante anos, a saúde não era vista como uma atividade econômica. Entretanto, com o passar do tempo, ela vem se destacando como um tema recorrente, tanto no âmbito acadêmico quanto nas distintas esferas de governo, nas organizações internacionais de financiamento e cooperação técnica, assim como nas organizações não-governamentais que se preocupam com a qualidade dos serviços de saúde a serem prestados para a população (QUEIROZ et al, 2013).

No entanto, um exame mais atento da realidade tem mostrado que, apesar de todos os municípios brasileiros fazerem parte do mesmo ambiente institucional e estarem submetidos às mesmas leis, aos mesmos controles e às mesmas obrigações constitucionais, ostentam distintos desempenhos quanto à eficiência do gasto das verbas públicas destinadas à saúde (QUEIROZ et al, 2013).

A oferta de bons serviços de saúde em uma comunidade é a garantia de um direito universal do cidadão. E, esse tipo de serviço custa muito caro aos cofres públicos e, portanto, deve ser bem administrado para que o serviço oferecido ao usuário seja de boa qualidade. A combinação de fatores tais como: economia, qualidade e satisfação, levam ao termo mais esperado nesse trabalho: a eficiência. Nesse momento algumas perguntas surgem: **Como medir essa eficiência quando se trata de serviços públicos?** Essa eficiência, produtividade e economia devem ser medidas de forma absoluta ou universal ou deve ser relativa, isto é, considerar apenas competidores ou parceiros mais próximos. Nesse sentido, direcionaremos esse trabalho visando identificar eficiência de unidades de PSF estabelecendo um modelo que possa ser aplicado em qualquer município ou Estado, uma vez que tal modelo deve ter como base os parâmetros legais estabelecidos para a implantação deste Sistema. Para validar este modelo usaremos como base de dados os PSFs da Grande João pessoa. A seguir será falado de forma breve da metodologia a ser utilizada.

A Análise Envoltória de Dados – doravante denominada DEA é uma técnica não-paramétrica que emprega programação matemática para construir fronteiras de produção de unidades produtivas – DMUs que empregam processos tecnológicos semelhantes para transformar múltiplos insumos em múltiplos produtos. Tais fronteiras são empregadas para avaliar a eficiência relativa dos planos de operação executados pelas DMUs e servem, também, como referência para o estabelecimento de metas eficientes para cada unidade produtiva. DEA foi desenvolvida para avaliar a eficiência de organizações cujas atividades não visam lucros ou para as quais não existem preços pré-fixados para todos os insumos e/ou todos os produtos (CASADO; SOUZA, 2011, p. 2).

A Análise Envoltória de Dados ou Teoria da Fronteira, DEA (sigla inglesa para Data Envelopment Analysis ou Frontier Analysis) baseia-se em modelos matemáticos não paramétricos, isto é, não utiliza inferências estatísticas nem se apega a medidas de tendência central, testes de coeficientes ou formalizações de análises de regressão. A DEA não exige a determinação de relações funcionais entre os insumos e os produtos, nem se restringe a medidas únicas, singulares dos insumos e produtos e permite utilizar variáveis discricionárias, instrumentais ou de decisão, variáveis não discricionárias ou exógenas (fixas), e categóricas (tipo dummies) em suas aplicações (FERREIRA; GOMES, 2009).

A Análise Envoltória de Dados (DEA) é um processo para avaliar eficiências relativas de um conjunto de unidades produtivas semelhantes, a partir dos insumos utilizados e dos produtos resultantes da atividade (EHRLICH, 2005), atividade essa que pode ser explicada de acordo com a quantidade de recursos utilizados (inputs) e de bens produzidos (outputs).

DEA foi introduzida por Charnes em 1978, para avaliação de escolas públicas americanas (COOPER et al, 2004). Foi aprofundada nos anos subsequentes, notadamente na última década, quando da introdução de julgamento de valor e de restrição aos pesos na modelagem. Trata-se de um método que, embora hoje prevaleça aplicado ao setor privado (bancário, por exemplo), nasceu com o objetivo de avaliar o desempenho no setor público, sob a ótica de eficiência produtiva, em que não havia o “mercado” para selecionar as organizações mais eficientes, nem um modelo de regulação que garantisse aumento de eficiência (LOBO; LINS, 2011).

1.1 TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA

De acordo com a PNAB (BRASIL, 2012) temos que: O Decreto nº 7.508, de 28 de julho de 2011, que regulamenta a Lei nº 8.080/90, define que “o acesso universal, igualitário e ordenado às ações e serviços de saúde se inicia pelas portas de entrada do SUS e se completa na rede regionalizada e hierarquizada”. Nesse sentido, a atenção básica deve cumprir algumas funções para contribuir com o funcionamento das Redes de Atenção à Saúde (RAS), são elas:

- a) **Ser base:** ser a modalidade de atenção e de serviço de saúde com o mais elevado grau de descentralização e capilaridade, cuja participação no cuidado se faz sempre necessária;
- b) **Ser resolutiva:** identificar riscos, necessidades e demandas de saúde, utilizando e articulando diferentes tecnologias de cuidado individual e coletivo, por meio de uma clínica ampliada capaz de construir vínculos positivos e

intervenções clínicas e sanitariamente efetivas, na perspectiva de ampliação dos graus de autonomia dos indivíduos e grupos sociais;

- c) **Coordenar o cuidado:** elaborar, acompanhar e gerir projetos terapêuticos singulares, bem como acompanhar e organizar o fluxo dos usuários entre os pontos de atenção das RAS. Atuar como o centro de comunicação entre os diversos pontos de atenção, responsabilizando-se pelo cuidado dos usuários por meio de uma relação horizontal, contínua e integrada, com o objetivo de produzir a gestão compartilhada da atenção integral. Articular também as outras estruturas das redes de saúde e intersetoriais, públicas, comunitárias e sociais. Para isso, é necessário incorporar ferramentas e dispositivos de gestão do cuidado, tais como: gestão das listas de espera (encaminhamentos para consultas especializadas, procedimentos e exames), prontuário eletrônico em rede, protocolos de atenção organizados sob a lógica de linhas de cuidado, discussão e análise de casos traçadores, eventos-sentinela e incidentes críticos, entre outros. As práticas de regulação realizadas na atenção básica devem ser articuladas com os processos regulatórios realizados em outros espaços da rede, de modo a permitir, ao mesmo tempo, a qualidade da microrregulação realizada pelos profissionais da atenção básica e o acesso a outros pontos de atenção nas condições e no tempo adequado, com equidade; e
- d) **Ordenar as redes:** reconhecer as necessidades de saúde da população sob sua responsabilidade, organizando-as em relação aos outros pontos de atenção, contribuindo para que a programação dos serviços de saúde parta das necessidades de saúde dos usuários.

1.2 DA INFRAESTRUTURA E FUNCIONAMENTO DA ATENÇÃO BÁSICA:

São necessárias à realização das ações de atenção básica nos municípios e Distrito Federal:

I - Unidades Básicas de Saúde (UBS) construídas de acordo com as normas sanitárias e tendo como referência o manual de infraestrutura do Departamento de Atenção Básica/SAS/MS;

II - As Unidades Básicas de Saúde:

a) Devem estar cadastradas no sistema de cadastro nacional vigente de acordo com as normas vigentes;

b) Recomenda-se que disponibilizem, conforme orientações e especificações do manual de infraestrutura do Departamento de Atenção Básica/SAS/MS:

1 - Consultório médico/enfermagem; consultório odontológico e consultório com sanitário; sala multiprofissional de acolhimento à demanda espontânea; sala de administração e gerência; e sala de atividades coletivas para os profissionais da atenção básica;

2 - Área de recepção, local para arquivos e registros; sala de procedimentos; sala de vacinas; área de dispensação de medicamentos e sala de armazenagem de medicamentos (quando há dispensação na UBS); sala de inalação coletiva; sala de procedimentos; sala de coleta; sala de curativos; sala de observação, entre outros;

3 - As Unidades Básicas de Saúde Fluviais deverão cumprir os seguintes requisitos específicos:

3.1 Quanto à estrutura física mínima, devem dispor de: consultório médico; consultório de enfermagem; ambiente para armazenamento e dispensação de medicamentos; laboratório; sala de vacina; banheiro público; banheiro exclusivo para os funcionários; expurgo; cabines com leitos em número suficiente para toda a equipe; cozinha; sala de procedimentos; e, se forem compostas por profissionais de saúde bucal, será necessário consultório odontológico com equipe odontológico completo;

c) Devem possuir identificação segundo padrões visuais do SUS e da atenção básica pactuados nacionalmente;

d) Recomenda-se que possuam conselhos/colegiados, constituídos de gestores locais, profissionais de saúde e usuários, viabilizando a participação social na gestão da Unidade Básica de Saúde;

III - Manutenção regular da infraestrutura e dos equipamentos das Unidades Básicas de Saúde;

IV - Existência e manutenção regular de estoque dos insumos necessários para o seu funcionamento das Unidades Básicas de Saúde, incluindo dispensação de medicamentos pactuados nacionalmente quando estiver prevista para ser realizada naquela UBS;

V - Equipes multiprofissionais compostas, conforme modalidade das equipes, por médicos, enfermeiros, cirurgiões-dentistas, auxiliar em saúde bucal ou técnico em saúde bucal, auxiliar de enfermagem ou técnico de enfermagem e agentes comunitários de saúde, entre outros profissionais em função da realidade epidemiológica, institucional e das necessidades de saúde da população;

VI - Cadastro atualizado dos profissionais que compõem a equipe de atenção básica no sistema de cadastro nacional vigente, de acordo com as normas vigentes e com as cargas horárias de trabalho informadas e exigidas para cada modalidade;

VII - Garantia pela gestão municipal, de acesso ao apoio diagnóstico e laboratorial necessário ao cuidado resolutivo da população; e

VIII - Garantia pela gestão municipal, dos fluxos definidos na Rede de Atenção à Saúde entre os diversos pontos de atenção de diferentes configurações tecnológicas, integrados por serviços de apoio logístico, técnico e de gestão, para garantir a integralidade do cuidado. Com o intuito de facilitar os princípios do acesso, do vínculo, da continuidade do cuidado e da responsabilidade sanitária e reconhecendo que existem diversas realidades socioepidemiológicas, diferentes necessidades de saúde e maneiras de organização das UBS, recomenda-se:

a) Para Unidade Básica de Saúde (UBS) sem Saúde da Família em grandes centros urbanos, o parâmetro de uma UBS para, no máximo, 18 mil habitantes, localizada dentro do território, garantindo os princípios e diretrizes da atenção básica; e

b) Para UBS com Saúde da Família em grandes centros urbanos, recomenda-se o parâmetro de uma UBS para, no máximo, 12 mil habitantes, localizada dentro do território, garantindo os princípios e diretrizes da atenção básica.

1.3 ESPECIFICIDADES DA EQUIPE DE SAÚDE DA FAMÍLIA

São itens necessários à Estratégia Saúde da Família:

I - Existência de equipe multiprofissional (equipe de Saúde da Família) composta por, no mínimo, médico generalista ou especialista em Saúde da Família ou médico de Família e Comunidade, enfermeiro generalista ou especialista em Saúde da Família, auxiliar ou técnico de enfermagem e agentes comunitários de saúde, podendo acrescentar a esta composição, como parte da equipe multiprofissional, os profissionais de saúde bucal: cirurgião-dentista generalista ou especialista em Saúde da Família, auxiliar e/ou técnico em saúde bucal;

II - O número de ACS (agente comunitário de saúde) deve ser suficiente para cobrir 100% da população cadastrada, com um máximo de 750 pessoas por ACS e de 12 ACS por equipe de Saúde da Família, não ultrapassando o limite máximo recomendado de pessoas por equipe;

III - Cada equipe de Saúde da Família deve ser responsável por, no máximo, 4.000 pessoas, sendo a média recomendada de 3.000, respeitando critérios de equidade para essa

definição. Recomenda-se que o número de pessoas por equipe considere o grau de vulnerabilidade das famílias daquele território, sendo que, quanto maior o grau de vulnerabilidade, menor deverá ser a quantidade de pessoas por equipe;

IV - Cadastramento de cada profissional de saúde em apenas uma eSF, exceção feita somente ao profissional médico, que poderá atuar em, no máximo, duas eSF e com carga horária total de 40 horas semanais; e

V - Carga horária de 40 horas semanais para todos os profissionais de saúde membros da equipe de Saúde da Família, à exceção dos profissionais médicos, cuja jornada é descrita no próximo inciso. A jornada de 40 horas deve observar a necessidade de dedicação mínima de 32 horas da carga horária para atividades na equipe de Saúde da Família, podendo, conforme decisão e prévia autorização do gestor, dedicar até oito horas do total da carga horária para prestação de serviços na rede de urgência do município ou para atividades de especialização em Saúde da Família, residência multiprofissional e/ou de Medicina de Família e de Comunidade, bem como atividades de educação permanente e apoio matricial.

Serão admitidas também, além da inserção integral (40h), as seguintes modalidades de inserção dos profissionais médicos generalistas ou especialistas em Saúde da Família ou médicos de Família e Comunidade nas equipes de Saúde da Família, com as respectivas equivalências de incentivo federal:

I - Dois médicos integrados a uma única equipe em uma mesma UBS, cumprindo individualmente carga horária semanal de 30 horas – equivalente a um médico com jornada de 40 horas semanais –, com repasse integral do incentivo financeiro referente a uma equipe de Saúde da Família;

II - Três médicos integrados a uma equipe em uma mesma UBS, cumprindo individualmente carga horária semanal de 30 horas – equivalente a dois médicos com jornada de 40 horas, de duas equipes –, com repasse integral do incentivo financeiro referente a duas equipes de Saúde da Família;

III - Quatro médicos integrados a uma equipe em uma mesma UBS, com carga horária semanal de 30 horas – equivalente a três médicos com jornada de 40 horas semanais, de três equipes –, com repasse integral do incentivo financeiro referente a três equipes de Saúde da Família;

IV - Dois médicos integrados a uma equipe, cumprindo individualmente jornada de 20 horas semanais, e demais profissionais com jornada de 40 horas semanais, com repasse mensal equivalente a 85% do incentivo financeiro referente a uma equipe de Saúde da Família; e

V - Um médico cumprindo jornada de 20 horas semanais e demais profissionais com jornada de 40 horas semanais, com repasse mensal equivalente a 60% do incentivo financeiro referente a uma equipe de Saúde da Família. Tendo em vista a presença do médico em horário parcial, o gestor municipal deve organizar os protocolos de atuação da equipe, os fluxos e a retaguarda assistencial, para atender a esta especificidade. Além disso, é recomendável que o número de usuários por equipe seja próximo de 2.500 pessoas. As equipes com essa configuração são denominadas equipes transitórias, pois, ainda que não tenham tempo mínimo estabelecido de permanência nesse formato, é desejável que o gestor, tão logo tenha condições, transite para um dos formatos anteriores que preveem horas de médico disponíveis durante todo o tempo de funcionamento da equipe.

A quantidade de equipes de Saúde da Família na modalidade transitória ficará condicionada aos seguintes critérios:

I - Município com até 20 mil habitantes e contando com uma a três equipes de Saúde da Família poderá ter até duas equipes na modalidade transitória;

II - Município com até 20 mil habitantes e com mais de três equipes poderá ter até 50% das equipes de Saúde da Família na modalidade transitória;

III - Municípios com população entre 20 mil e 50 mil habitantes poderá ter até 30% das equipes de Saúde da Família na modalidade transitória;

IV - Município com população entre 50 mil e 100 mil habitantes poderá ter até 20% das equipes de Saúde da Família na modalidade transitória; e

V - Município com população acima de 100 mil habitantes poderá ter até 10% das equipes de Saúde da Família na modalidade transitória.

Em todas as possibilidades de inserção do profissional médico descritas acima, considerando a importância de manutenção do vínculo e da longitudinalidade do cuidado, esse profissional deverá ter usuários adscritos de modo que cada usuário seja obrigatoriamente acompanhado por um agente comunitário de saúde, um auxiliar ou técnico de enfermagem, um enfermeiro e um médico e preferencialmente por um cirurgião-dentista, um auxiliar e/ou técnico em saúde bucal, sem que a carga horária diferente de trabalho comprometa o cuidado e/ou processo de trabalho da equipe.

As equipes de Saúde da Família devem estar devidamente cadastradas no sistema de cadastro nacional vigente de acordo com conformação e modalidade de inserção do profissional médico. O processo de trabalho, a combinação das jornadas de trabalho dos profissionais das equipes e os horários e dias de funcionamento das UBS devem ser

organizados de modo que garantam o maior acesso possível, o vínculo entre usuários e profissionais, a continuidade, coordenação e longitudinalidade do cuidado.

Os profissionais de saúde bucal que compõem as equipes de Saúde da Família podem se organizar nas seguintes modalidades:

I – Cirurgião-dentista generalista ou especialista em Saúde da Família e auxiliar em saúde bucal (ASB);

II – Cirurgião-dentista generalista ou especialista em Saúde da Família, técnico em saúde bucal (TSB) e auxiliar em saúde bucal (ASB); e

III – Profissionais das Modalidades I ou II que operam em Unidade Odontológica Móvel. Independentemente da modalidade adotada, recomenda-se que os profissionais de saúde bucal estejam vinculados a uma eSF e compartilhem a gestão e o processo de trabalho da equipe, tendo responsabilidade sanitária pela mesma população e território que a eSF à qual integra, e com jornada de trabalho de 40 horas semanais para todos os seus componentes.

Cada equipe de Saúde de Família que for implantada com os profissionais de saúde bucal ou quando se introduzir pela primeira vez esses profissionais numa equipe já implantada, Modalidade I ou II, o gestor receberá do Ministério da Saúde os equipamentos odontológicos, por meio de doação direta ou repasse de recursos necessários para adquiri-los (equipe odontológico completo).

No entanto, observando-se as Leis apresentadas acima e a realidade do nosso dia-a-dia, observa-se que na prática o nosso Sistema de Saúde deixa a desejar. É observado frequentemente com situações em que famílias enfrentam horas numa fila de espera para ser atendido. Outras enfrentam dias e até meses por uma simples consulta médica. Em alguns PSF's não existem sequer os profissionais básicos de saúde, como: enfermeiro e médico. E diante destes fatores que surge o interesse no estudo.

Como Bacharel em Estatística, tive a oportunidade de trabalhar na Secretaria de Saúde no município de João Pessoa/PB, no setor de Processamento de Dados, com acesso direto aos dados das Unidades de Saúde da Família (USF). Dados estes que também podem ser encontrados na apostila do Ministério da Saúde – PNAB (Política Nacional de Atenção Básica), no TabWin e no próprio site do CNES, tais como: número de médico, enfermeiro, técnico de enfermagem, odontólogo, auxiliar de enfermagem e agentes comunitários de saúde, sala de curativo, sala de enfermagem, sala de espera e procedimentos realizados.

Neste trabalho pretende-se construir um modelo de avaliação da eficiência de unidades integrantes da USF tendo como base os parâmetros legais estabelecidos por lei, deseja-se que

tal modelo possa ser aplicado em qualquer município brasileiro, bastando adequar os dados aquela realidade. Como forma de avaliação do modelo apresenta-se o cenário relativo a grande João Pessoa.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Construir um modelo de DEA (Análise Envoltória de Dados) baseado nos fundamentos legais de criação dos PSF's para medir suas eficiências.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Estudar a metodologia DEA (Análise Envoltória de Dados);
- b) Construir um modelo de eficiência para grupos integrantes de um PSF em quaisquer municípios brasileiros;
- c) Aplicar esse modelo as unidades integrantes do PSF da grande João Pessoa.

3 JUSTIFICATIVA

A motivação que originou o problema desta pesquisa é a proposta de alcançar uma eficiência produtiva nas USF (Unidades de Saúde da Família) no município de João Pessoa/PB, utilizando o modelo DEA (Análise Envoltória de Dados).

DEA (Análise Envoltória de Dados) foi introduzida por Charnes em 1978, para avaliação de escolas públicas americanas (COOPER et al, 2004). Foi aprofundada nos anos subsequentes, notadamente na última década, quando da introdução de julgamento de valor e de restrição aos pesos na modelagem. Trata-se de um método que, embora hoje prevaleça aplicado ao setor privado (bancário, por exemplo), nasceu com o objetivo de avaliar o desempenho no setor público, sob a ótica de eficiência produtiva, em que não havia o “mercado” para selecionar as organizações mais eficientes, nem um modelo de regulação que garantisse aumento de eficiência (LOBO; LINS, 2011).

Analisando o fato de que a qualidade dos serviços públicos de saúde no Brasil segue sendo uma das principais necessidades para a sociedade, surgiu a proposta de medir a eficiência produtiva das Unidades de Saúde da Família – USF em cada bairro do município de João Pessoa/PB.

Dentre as variáveis importantes a serem estudadas e analisadas, temos: quantidade de profissionais, a infraestrutura e os procedimentos realizados de cada USF (Unidade de Saúde da Família).

Esse trabalho contribui para o direcionamento eficiente das políticas públicas, captando, portanto, a atuação governamental no que concerne ao gerenciamento entre a relação repasse e aplicação de recursos.

Inicialmente tínhamos a proposta de fazer um estudo comparativo entre os anos de 2010 a 2015. Porém, para aplicabilidade da ferramenta utilizada (DEA), precisamos dos dados referentes às variáveis de entrada (*inputs*) e saída (*outputs*), onde, respectivamente, são encontradas no CNES (Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde) e TABWIN/DATASUS.

No CNES encontram-se apenas os dados atuais pesquisados no mês de referência, que no nosso Universo, é o ano de 2015. Já no TABWIN/DATASUS, só existem os dados até o ano de 2013, uma vez que para o ano de 2015 foi modificado o sistema responsável pela coleta de informações sobre os procedimentos realizados para cada PSF, onde apenas a Secretaria de Saúde do Estado pode fornecer essas informações, trazendo dificuldades relevantes para elaboração e confecção do Banco de Dados, pois os gestores não souberam

informar em quanto tempo e, nem se poderiam nos fornecer os dados solicitados. Enfim, devido às dificuldades encontradas, utilizamos apenas as informações referentes ao ano de 2013.

4 DELIMITAÇÃO

Esse trabalho está delimitado em identificar a eficiência de Unidades da Saúde da Família (USF), utilizando um modelo que pode ser aplicado a qualquer município ou estado. Usamos como referência os dados referentes ao município de João Pessoa/PB, no ano de 2013, por ser um período significativo com disponibilidade completa de informações, já que o método de DEA compara a eficiência produtiva de unidades. Como base, temos os parâmetros legais estabelecidos para a implantação deste Sistema, como número de profissionais cadastrados no CNES, instalações físicas e procedimentos ambulatoriais realizados. Para medir a eficiência das USF usaremos o modelo clássico CCR orientado a *output*, uma vez que temos como objetivo minimizar o número de profissionais e infraestrutura, para obtermos uma quantidade máxima de procedimentos realizados existentes. Por fim, será construído um modelo de relatório que indique ao gestor a eficiência existente em cada uma das 99 USF encontradas em funcionamento na grande João Pessoa/PB.

5 PROBLEMA A SER ESTUDADO

Embora o Brasil tenha avançado na área social nos últimos anos, ainda persistem muitos problemas que afetam a vida dos brasileiros. Nos dias de hoje, pessoas que possuem uma condição financeira melhor estão procurando os planos de saúde e o sistema privado, pois a saúde pública encontra-se em estado de crise aguda. Hospitais super lotados, falta de medicamentos, greves de funcionários, aparelhos quebrados, filas para atendimento, prédios mal conservados são os principais problemas encontrados em hospitais e postos de saúde da rede pública. A população mais afetada é aquela que depende deste atendimento médico, ou seja, as pessoas mais pobres (JANNUZZI, 2015).

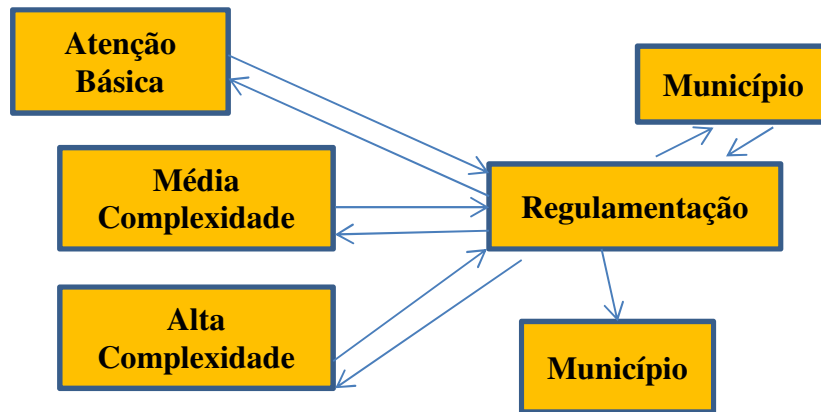
Como estão funcionando os postos de saúde Brasil afora? Falta remédio? Falta equipamento? Falta até estrutura? É essa a triste realidade que milhões de brasileiros enfrentam todos os dias.

De acordo com o **SISREG (Regulação da Atenção à Saúde no SUS)**, existem alguns problemas básicos no acesso aos serviços de Assistência à Saúde no SUS, são eles:

- a) Nas vagas de internação, quem pede primeiro é atendido primeiro, sem levar em conta a gravidade do estado de saúde do paciente;
- b) Profissionais de saúde “reservam” leitos com base na influência pessoal;
- c) Estabelecimentos de Saúde recusam pacientes do SUS de um dia para o outro;
- d) Municípios com capacidade instalada sofrem com a invasão de pacientes de outros municípios, e seu orçamento destinado para a Saúde é sempre insuficiente por este motivo;
- e) Filas imensas nos serviços de marcação de consultas e exames;
- f) Sobrecarga nos serviços de pronto-socorro, que atendem a casos não-urgentes, justamente pela dificuldade de acesso da população aos serviços de Assistência à Saúde;
- g) Os pacientes são encaminhados de modo assistemático (ou desorganizado).

Como resolver estes problemas?

Por meio da instituição da Regulação Assistencial como função de gestão, introduzindo mecanismos de ordenação das práticas de assistência à Saúde no SUS.



O Conceito de **Regulação** é o desenvolvimento de estratégias que viabilizem o acesso adequado e oportuno aos serviços de saúde. Atua pelo lado da oferta, buscando otimizar os recursos assistenciais disponíveis, e pelo lado da demanda, buscando garantir a melhor alternativa assistencial em face das necessidades de atenção e de assistência à saúde da população, além de possibilitar a responsabilização dos gestores frente a estas necessidades.

A **Central de Regulação** consiste na estrutura que operacionaliza a regulação do acesso assistencial no escopo e na abrangência no PDCRA (Plano Diretor de Controle, Regulação e Avaliação).

O **SISREG** é a ferramenta de informática disponibilizada pelo MS (Ministério da Saúde), desenvolvido com tecnologia de última geração, na linguagem Java, com banco de dados Oracle, buscando a integração com outros sistemas do MS, como cartão SUS, CNES e SisPPI (Sistema de Programação Pactuada Integrada), além de garantias na segurança e no sigilo das informações. De acordo com o presidente do Conselho Federal de Medicina, Carlos Vital

o posto de saúde é um local de mais fácil acesso à comunidade, onde essa comunidade e os seus cidadãos podem ser atendidos em diagnósticos mais simples, em tratamentos mais simples e, se nós tivéssemos um sistema de atenção primária, ou seja de postos de saúde, onde a prevenção fosse eficaz, nós teríamos 80% dos casos da saúde resolvidos nesse sistema, evitando naturalmente a superlotação dos hospitais do SUS (FANTÁSTICO, 2015, *online*).

As problemáticas que envolvem o setor saúde, no Brasil, são muitas e destacam-se ao analisarmos os estabelecimentos médicos, as políticas setoriais e o modelo de saúde que vem sendo adotado nas últimas décadas. Torna-se necessário, então, racionalizar as ações em saúde, analisando as relações de custo-efetividade e minimizando os equívocos no

direcionamento dos investimentos e na condução das políticas públicas voltadas ao setor, buscando sempre a otimização dos recursos (FERREIRA, 2009).

Após a descentralização das ações e serviços de saúde, os recursos financeiros passam a ser transferidos do Ministério da Saúde para os fundos municipais de saúde, ficando a cargo do gestor municipal a administração dos recursos e a garantia de serviços de qualidade para a população (FERREIRA, 2009).

A cidade de João Pessoa / PB possui 113 PSFs que apresentam grande diversidade em relação às características da população, ao nível tecnológico e aos recursos disponíveis. Considerando a existência de recursos e as características e especificidades de cada PSF da cidade de João Pessoa / PB, é oportuno questionar a forma como tem sido gerenciada a relação entre repasse e aplicação de recursos, como forma de se criar políticas públicas de intervenção em prol de melhorias quantitativas e qualitativas na saúde.

Buscando contribuir com essa discussão, o presente estudo fará uso da técnica DEA para quantificar e comparar a eficiência na utilização de recursos para o provimento de bens e serviços. Essa técnica, componente do método de investigação, foi escolhida por ser apropriada à pesquisa proposta, que tem como objetivo analisar os níveis de eficiência em unidades homogêneas do setor de saúde, tomando como referência os PSFs da cidade de João Pessoa / PB.

6 LOCAL DE ESTUDO E FONTE DE DADOS

O trabalho visa identificar eficiência de Unidades de Saúde da Família (USF) estabelecendo um modelo que possa ser aplicado em qualquer município ou Estado, em qualquer ano de referência, uma vez que tal modelo deve ter como base os parâmetros legais estabelecidos para a implantação deste Sistema. Para validar este modelo usaremos como base de dados as USFs da Grande João pessoa / PB.

Os dados foram coletados em meio eletrônico, no site oficial do TABWIN / DATASUS e no CNES (Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde) que divulga indicadores de recursos, produção e resultados na área da saúde.

Todos os dados do DATASUS (2008) têm como fonte o Ministério da Saúde, através do Cadastro Nacional dos Estabelecimentos de Saúde no Brasil (CNES), Sistema de Informações sobre Mortalidade e Sistema de Informações Ambulatoriais. Foram utilizadas as informações disponíveis em diferentes tabelas da base de dados da pesquisa, considerando, como referência, o período de 2013, por ser um período significativo com disponibilidade completa de informações, já que o método de DEA compara a eficiência produtiva de unidades. Nesse ponto, ressalta-se que a matriz completa de informações é condição imprescindível para realização dos procedimentos quantitativos de análise.

7 VARIÁVEIS DE ESTUDO

A análise de eficiência na área de saúde deve tomar como referência para a fundamentação de suas variáveis duas dimensões centrais: a saúde preventiva – que tem como *proxy* alguma variável que reflita atendimentos de orientação e procedimentos de prevenção e manutenção da saúde e melhoria da qualidade de vida; a saúde curativa – que toma como referência procedimentos capazes de traduzir o papel do Estado no oferecimento de atendimento em saúde curativa, através de infraestrutura e pessoal.

Nas variáveis de insumos, todo esforço foi realizado no sentido de contemplar recursos humanos, infraestrutura e estabelecimentos capazes de ser, de forma direta e indireta, traduzidos em esforços para o atendimento universal na área de saúde. Dentro das variáveis que representam os produtos, foram priorizados os serviços tanto de caráter preventivo, quanto aqueles que se caracterizam enquanto serviços de tratamento e acompanhamento das questões de saúde.

Nessa ótica, tendo como referência os recursos físicos e humanos utilizados no setor de saúde, foram escolhidas as variáveis que compuseram a análise da eficiência. São elas:

DMU's:

- **Estabelecimentos de saúde:** representados por 99 USF's na cidade de João Pessoa / PB;

Recursos / Insumos – *inputs* (X):

- **Equipamentos:** representados por alguns tipos de equipamentos, incluindo consultório médico; consultório de enfermagem; ambiente para armazenamento e dispensação de medicamentos; laboratório; sala de vacina; banheiro público; banheiro exclusivo para os funcionários; expurgo; cabines com leitos em número suficiente para toda a equipe; cozinha; sala de procedimentos; e, se forem compostas por profissionais de saúde bucal, será necessário consultório odontológico com equipo odontológico completo;
- **Profissionais:** composta por, no mínimo, médico generalista ou especialista em Saúde da Família ou médico de Família e Comunidade, enfermeiro generalista ou especialista em Saúde da Família, auxiliar ou técnico de enfermagem e agentes

comunitários de saúde, podendo acrescentar a esta composição, como parte da equipe multiprofissional, os profissionais de saúde bucal: cirurgião-dentista generalista ou especialista em Saúde da Família, auxiliar e/ou técnico em saúde bucal;

Produtos / Serviços – outputs (Y):

- **Produção ambulatorial:** representada por alguns tipos de serviços realizados em ambulatorios, incluindo consultas, vacinação, exames, cirurgias ambulatoriais, etc.

Para a manipulação e operacionalização quantitativa dos dados foram utilizados os programas *Microsoft Excel* versão *Office 2007*®, o *MATLAB* e o *Statistical Package for the Social Sciences – SPSS v. 15.0*®, em versões licenciadas.

8 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Na primeira seção aborda-se as leis que regem as Unidades de Saúde da Família (USF) e apresenta-se a organização da eficiência em saúde, destacando os recursos, número de profissionais, área física, número de internações e medicamentos que cada USF (Unidade de Saúde da Família) possui em sua estrutura, caracterizando os inputs e outputs relevantes.

No segundo momento aborda-se os estudos sobre aplicações do modelo DEA na área da Saúde Pública e é feita a ligação entre a eficiência em saúde com a ferramenta DEA.

No terceiro e último momento será apresentado a conclusão, onde na região da fronteira eficiente destacaremos aqueles postos de saúde que não apresentam eficiência, usando o Matlab como ferramenta principal para a análise em questão.

9 REVISÃO DA LITERATURA

Sabe-se que DEA é uma área vastamente estudada, portanto uma pesquisa inicial sobre Análise Envoltória de Dados (DEA), no período entre 2010 e 2015, encontrou-se 5.260 artigos pesquisados. Para relevância significativa filtraram-se os trabalhos sobre Análise Envoltória de Dados (DEA) e Saúde, totalizando 323 trabalhos publicados nesta área. Destes, analisaram-se os artigos com no mínimo cinco (5) citações, restando 65. Por fim, foi realizada uma revisão dos artigos que abordavam Análise Envoltória de Dados (DEA) voltados nas áreas de Assistência em Saúde, Administração de Serviços em Saúde e Políticas Públicas em Saúde, apresentados a seguir:

Tabela 1: Artigos publicados sobre Análise Envoltória de Dados e Saúde, nos anos de 2010 a 2015, com no mínimo 5 citações.

Área	Título	Referências	Objetivo
Eficiência Hospitalar	Impacts of market and organizational characteristics on hospital efficiency and uncompensated care.	Hsieh, Hui-Min; Clement, Dolores G.; Bazzoli, Gloria J.	examinar os efeitos de pressões ambientais em duas dimensões do desempenho hospitalar : eficiência hospitalar e prestação de cuidados descompensada.
Gestão em Saúde	Costs and efficacy of management measures to improve udder health on Dutch dairy farms.	Huijps, K.; Hogeveen, H.; Lam, T. J. G. M.; et al.	avaliar os custos e eficácias de 18 medidas de gestão, para agentes patogênicos contagiosos e ambientais, e seu efeito sobre a contagem de tanque de expansão de células somáticas (BTSCC) e incidência de mastite clínica (CM).
Serviços Públicos de Saúde	Explaining the efficiency of local health departments in the US: an exploratory analysis.	Mukherjee, Kankana; Santerre, Rexford E.; Zhang, Ning Jackie	empregar análise envoltória de dados (DEA) para explorar a eficiência técnica relativa de LHDs (departamentos locais de saúde) operando nos Estados Unidos usando dados de 2005.
Qualidade nos serviços de Saúde	Efficiency and quality in health services: a crucial link.	Luis Navarro-Espigares, Jose; Hernandez Torres, Elisa	analisar a evolução da eficiência e qualidade nos Hospitais da Andaluzia durante os anos 1997-2004 e estudar a associação entre indicadores de eficiência e qualidade .
Eficiência Hospitalar	The productive efficiency of Chinese	Ng, Ying Chu	fornecer evidências empíricas de ineficiência

	hospitals		dos hospitais na China.
Custos de Serviços de Saúde	Efficiency and quality of care in nursing homes: an Italian case study.	Garavaglia, Giulia; Lettieri, Emanuele; Agasisti, Tommaso; et al.	investigar a eficiência e qualidade dos cuidados em lares de idosos: um estudo de caso na Itália.
Apoio à decisão em Sistemas de Saúde	Integrating clinicians, knowledge and data: expert-based cooperative analysis in healthcare decision support.	Gibert, Karina; Garcia-Alonso, Carlos; Salvador-Carulla, Luis	apresentar uma nova metodologia para melhorar o apoio à decisão em sistemas de saúde.
Eficiência Hospitalar	On the effect of prospective payment on local hospital competition in Germany.	Herwartz, Helmut; Strumann, Christoph	aumentar a eficiência hospitalar no sector da saúde alemão.
Eficiência Técnica, Qualidade e Custos dos cuidados de Saúde	Relationships between technical efficiency and the quality and costs of health care in Italy.	Nuti, S.; Daraio, C.; Speroni, C.; et al.	relatar a medição da eficiência técnica das autoridades locais de saúde de Toscana e sua relação com a qualidade e adequação dos cuidados.
Gestão em Saúde	The challenge of corporatisation: the experience of Portuguese public hospitals	Rego, Guilhermina; Nunes, Rui; Costa, Jose	avaliar o impacto da gestão empresarial nos hospitais públicos portugueses no que diz respeito à eficiência.
Eficiência técnica dos sistemas de saúde.	Estimating the technical efficiency of health care systems: A cross-country comparison using the directional distance function.	Cheng, Gang; Zervopoulos, Panagiotis D.	aplicar uma função de distância direcional generalizada para medir a eficiência dos sistemas de saúde dos 171 países.
Eficiência Hospitalar	Assessment of hospital efficiency under health transformation program in Turkey.	Sahin, Ismet; Ozcan, Yasar A.; Ozgen, Hacer	explorar o desempenho operacional do Ministério dos hospitais públicos gerais de saúde após a implantação do Programa de Saúde, na Turquia.
Serviços Hospitalares	Performance and congestion analysis of the portuguese hospital services.	Simoes, Pedro; Marques, Rui Cunha	avaliar o desempenho dos hospitais portugueses e, particularmente, a contribuição do efeito congestionamento.
Eficiência Hospitalar	Potential gains from hospital mergers in Denmark.	Kristensen, Troels; Bogetoft, Peter; Pedersen, Kjeld Moeller	realizar uma análise de eficiência dos hospitais e estimar as potenciais economias de custos das fusões hospitalares planejadas na Dinamarca.
Eficiência Hospitalar	Evaluation of China's regional hospital	Hu, H-H; Qi, Q.; Yang, C-H	investigar a eficiência hospitalar regional na

	efficiency: DEA approach with undesirable output.		China.
Eficiência da prestação de cuidados de Saúde Pública	A conditional nonparametric analysis for measuring the efficiency of regional public healthcare delivery: An application to Greek prefectures	Halkos, George E.; Tzeremes, Nickolaos G.	medir a eficiência da saúde pública grega, aplicando modelos não paramétricos condicionais.
Eficiência e Qualidade Hospitalar	Rural vs urban hospital performance in a 'competitive' public health service	Garcia-Lacalle, Javier; Martin, Emilio	busca explorar se as reformas orientadas para o mercado afetam hospitais urbanos e rurais de forma diferente em um serviço de saúde europeu.
Eficiência da Produção e financiamento da Saúde Pública	Production efficiency and financing of public health: an analysis of small municipalities in the state of Sao Paulo – Brazil	Varela, Patricia Siqueira; Martins, Gilberto de Andrade; Lopes Favero, Luiz Paulo	medir as variações no desempenho de pequenos municípios do Estado de São Paulo, Brasil, em relação à eficiência técnica na utilização de fundos públicos em ações básicas de saúde públicas relativas ao perfil de financiamento, em um cenário de federalismo fiscal.
Eficiência Hospitalar	Incorporating health outcomes in Pennsylvania hospital efficiency: an additive super-efficiency DEA approach	Du, Juan; Wang, Justin; Chen, Yao; et al.	avaliar a eficiência hospitalar nos EUA.
Eficiência Hospitalar	Measuring Hospital Efficiency with Data Envelopment Analysis: Nonsubstitutable vs. Substitutable Inputs and Outputs	Barnum, Darold T.; Walton, Surrey M.; Shields, Karen L.; et al.	desenvolver indicadores de eficiência válidos para variáveis nonsubstitutable
Eficiência Hospitalar	Employing post-DEA Cross-evaluation and Cluster Analysis in a Sample of Greek NHS Hospitals	Flokou, Angeliki; Kontodimopoulos, Nick; Niakas, Dimitris	empregar pós- DEA Cross-avaliação e análise de cluster em uma amostra de hospitais do SNS gregas
Eficiência nos cuidados de saúde primários	Measuring Technical Efficiency in Primary Health Care: The Effect of Exogenous Variables on Results	Manuel Cordero-Ferrera, Jose; Crespo-Cebada, Eva; Murillo-Zamorano, Luis R.	estender a literatura existente sobre a medição da eficiência nos cuidados de saúde primários com a aplicação de um método recentemente desenvolvido para lidar com variáveis exógenas.

Fonte: autoria própria

10 CONCEITOS FUNDAMENTAIS

10.1 BENCHMARKS

A Análise por Envoltória de Dados geralmente é utilizada para avaliar a eficiência relativa de cada unidade em relação às outras. Essa informação é importante porque permite que a administração da empresa “aprenda” com as DMU’s mais eficientes e que a tecnologia utilizada para essa maior eficiência possa ser replicada nas DMU’s menos eficientes. Portanto, a técnica em si serve mais para avaliar a eficiência das DMU’s do que para resolver o problema de eficiência propriamente dito. Após conhecer a eficiência das DMU’s, um outro trabalho deve ser realizado, com a finalidade de melhorar a eficiência das DMU’s com pior desempenho. Dentro da Administração esse tipo de análise é convencionalmente chamado de “análise de *benchmarks*”, ou “análise de melhores práticas”. Embora ainda não haja uma teoria “consistente” sobre *benchmarks* como uma disciplina, grandes consultorias de gestão e empresas de uma forma geral têm boa parte de seu trabalho baseada em *benchmarks*. Além do *benchmark* “interno”, a DEA pode ser utilizada para a criação de *benchmarks* “externos”, ou seja, avaliação de empresas com relação a competidores (COLIN, 2007).

Diferentemente de outras técnicas utilizadas na análise de *benchmarks*, em que os analistas/gerentes comparam, observam e identificam as melhores práticas, a DEA ajuda esses interessados a identificar melhores práticas que são difíceis, muito complexas ou impossíveis de serem avaliadas pela simples observação, ou pelas técnicas convencionais de análise (COLIN, 2007).

De acordo com Colin (2007) em linhas gerais, a DEA avalia problemas com múltiplos recursos (usados para gerar produtos e/ou serviços) e múltiplas saídas (produtos e serviços gerados) para cada unidade. A capacidade com que as DMU’s conseguem gerar saídas para determinadas entradas define sua eficiência. Supõe-se que as DMU’s menos eficientes podem melhorar sua eficiência até o limite das melhores DMU’s, cuja eficiência é de 100%. Mais especificamente, a AED determina:

- a) A melhor prática – grupo de DMU’s mais eficientes;
- b) As DMU’s menos eficientes comparadas com as melhores práticas;
- c) A quantidade de recursos utilizados de forma improdutiva nas DMU’s menos eficientes;

- d) Para cada uma das DMU's menos eficientes, o grupo das unidades de melhor prática que são mais parecidas com elas e que poderiam ser usadas como benchmarks.

10.2 EFICÁCIA

De acordo com Ferreira (1988), seguem as definições:

- a) Eficácia: Qualidade ou propriedade de eficaz; eficiência.
- b) Efetividade: Qualidade de efeito; Atividade real. Resultado verdadeiro; Realidade, existência.
- c) Eficiência: Ação, força, virtude de produzir um efeito; eficácia.

É importante lembrar as definições de eficácia, efetividade e eficiência, para que se entenda bem o intuito do referido trabalho. Conforme Marinho e Façanha (2001), a eficácia refere-se à obtenção de resultados planejados em condições ideais, sem considerar os recursos empregados; a efetividade diz respeito à capacidade de promover resultados em termos de alcance e cobertura; e a eficiência é utilizar os recursos com dispêndio mínimo.

10.3 EFICIÊNCIA

A eficiência está ligada à comparação entre DMUs. Com base nisso, podemos supor que a DMU eficiente será aquela com maior produtividade. Assim, a unidade mais produtiva é aquela cuja reta que a liga a origem tem o maior coeficiente angular possível. Existem duas formas básicas de uma unidade não eficiente tornar-se eficiente. A primeira é reduzindo os recursos, mantendo constante os produtos (orientação a inputs); a segunda é fazendo o inverso (orientação a outputs) (MELLO et al, 2005).

A fronteira de produção (ou função fronteira de produção) pode ser definida a partir da máxima quantidade de “outputs” (produtos) que podem ser obtidos dados os “inputs” (insumos ou recursos) utilizados (LINS; CALÔBA, 2006).

10.4 PRODUTIVIDADE

De acordo com Ferreira (1988): Qualidade ou estado de produtivo.

Conceito de produtividade (MELLO et al, 2005): A razão entre o que foi produzido e o que foi gasto para produzir.

10.5 DMU “UNIDADES QUE TOMAM DECISÕES” (do inglês *Decision Making Unit*)

Define-se DMU, ou Decision Making Unit, como uma firma, departamento, divisão ou unidade administrativa, cuja eficiência está sendo avaliada. O conjunto de DMUs adotados em uma análise DEA deve ter em comum a utilização dos mesmos “inputs” e “outputs” e ser homogêneos (LINS; CALÔBA, 2006).

Praticamente qualquer empresa que possua múltiplas unidades (denominadas DMUs) que operem de forma similar, e que esteja preocupada com a uniformização do desempenho das unidades, pode se beneficiar com a técnica. Exemplos reais de aplicações de grande sucesso podem ser encontrados em bancos de varejo, redes de postos de gasolina, hospitais, programas sociais, empresas de energia, entidades de ensino, lojas de departamento, redes de farmácia, classes de aula, times de futebol, agências dos correios etc (COLIN, 2007).

De acordo com Mello et al (2005), a eficiência nada mais é do que uma quantidade ligada ao quociente entre uma soma ponderada dos produtos e uma soma ponderada dos recursos. Para os pesos não serem arbitrários, e assim eliminarmos a subjetividade da análise, vamos permitir que cada DMU escolha os pesos mais apropriados, ou seja, aqueles que maximizem essa razão. Entretanto, isto não pode ser feito de forma totalmente livre, já que o resultado tem que ser uma eficiência, isto é, um número entre 0 e 1. Assim, impomos que os pesos que uma DMU escolhe, quando aplicados a ela mesma e às outras (no local de k DMUs) não podem dar um quociente superior à unidade. Estas considerações equivalem ao problema de programação matemática apresentado em (1).

$$\text{Maximizar } \frac{uI_o}{vX_o} \text{ sujeito a} \quad (1) \frac{uI_k}{vX_k} \leq 1, \text{ para todo } k$$

10.6 INPUTS

Input trata-se do primeiro item a adentrar no processo de transformação, geralmente uma matéria prima ou um outro produto terminado que agora será transformado novamente, temos como exemplo a fabricação de um automóvel, podem ser chamados de *Inputs* ou Entradas as partes metálicas, de borracha, plástico, tecido, etc., que seguirão pela linha de montagem para fabricação do mesmo (LEÃO, 2015).

De acordo com Chiavenato (2011, p. 418) “O sistema recebe entradas (*inputs*) ou insumos para poder operar. A entrada de um sistema é tudo o que o sistema importa ou recebe de seu mundo exterior”.

De outra banda assinalam Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 9, grifo dos autores)

[...] *inputs* [...] Estes são os recursos que são tratados, transformados ou convertidos de alguma forma. Portanto, *input* (entrada) versa-se de todo tipo de recurso que vai adentrar/seguir por um determinado processo a fim de sofrer alterações em sua natureza a fim de criar algo novo, geralmente um produto.

10.7 OUTPUTS

A saída ou *Output* versa-se do produto final depois de concluído o processo de transformação, este por sua vez já pronto para ser fornecido ao consumidor (LEÃO, 2015).

Hoje em dia é cada vez mais nítido a presença dos serviços em concorrência ao setor de produtos, a grande diferença entre os mesmos é a questão da tangibilidade, sobre tal matéria, vale ressaltar a seguinte lição: Em geral, os produtos são tangíveis. Por exemplo, você pode tocar fisicamente um aparelho de televisão ou um jornal. Geralmente, os serviços são intangíveis. Você não pode tocar a orientação de consultoria ou um corte de cabelo (embora possa, frequentemente, ver ou sentir os resultados desses serviços) (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p. 11).

Ainda neste sentido, Lima et al (2007) expõem maiores detalhes: a principal diferença é o momento da produção. No mercado de produtos, as mercadorias são em geral produzidas antes de serem vendidas, o que possibilita o controle de qualidade antes da entrega ao cliente. No mercado de serviços, a venda ocorre antes da produção. Em outras palavras, no mercado de produtos o cliente pode ter contato físico com a mercadoria antes de adquiri-la, ao passo que no mercado de serviços o cliente compra uma promessa de prestação de serviços que será concluída com a experiência do serviço desejado, como por exemplo um show (LEÃO, 2015).

Vale ressaltar que atualmente grande parte dos *Outputs* (Saídas) é um composto de bens e serviços, dada a grande dinâmica do mercado bem como da concorrência. Logo é necessária às organizações um esquematizado processo de transformação para que o mesmo seja eficaz no recebimento dos *Inputs*, sua Conversão e finalmente liberação dos *Outputs* (LEÃO, 2015).

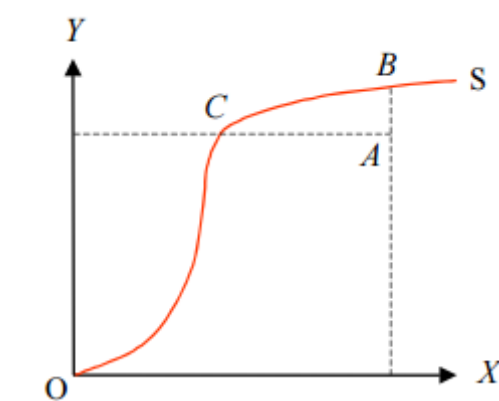
10.8 EFICIÊNCIA EM DEA

A discussão acerca da análise da eficiência tem ocupado destaque nos mais diversos setores da economia, particularmente, no âmbito das políticas públicas. A mensuração provém de técnica não paramétrica conhecida no Brasil como Análise Envoltória de Dados (DEA). Segundo Faria, Januzzi e Silva (2008 apud QUEIROZ et al, 2013) a metodologia DEA tem sido utilizada recentemente em pesquisas que analisam as distintas funções econômicas dentro do arcabouço de finanças públicas, tais como a saúde, educação, saneamento, segurança pública

Eficiência é um conceito relativo. Compara o que foi produzido, dado os recursos disponíveis, com o que poderia ter sido produzido com os mesmos recursos. Há importantes distinções na forma de avaliar a quantidade mencionada. Os chamados métodos paramétricos supõem uma relação funcional pré-definida entre os recursos e o que foi produzido. Normalmente, usam médias para determinar o que poderia ter sido produzido (MELLO et al, 2005).

Na Figura 1, o eixo X representa os Recursos (inputs); Y representa a Produção (outputs); a curva S, chamada Fronteira de Eficiência, indica o máximo que foi produzido para cada nível de recurso. A região abaixo da curva é chamada de Conjunto Viável de Produção (MELLO et al, 2005).

Figura 1: Produtividade X Eficiência

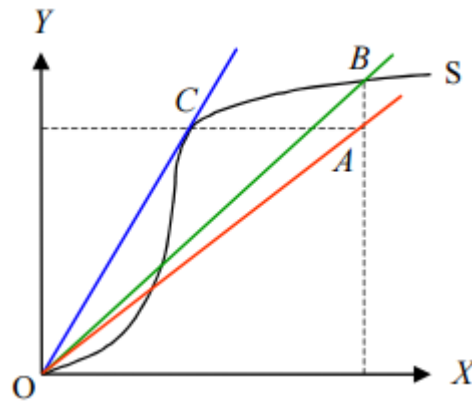


Fonte: MELLO et al (2005)

Na Figura 2 mostramos a diferença entre os conceitos de produtividade e eficiência. Enquanto as unidades B e C são eficientes (uma vez que estão localizadas na fronteira de eficiência), apenas a unidade C é a mais produtiva. Podemos observar este fato comparando-se os coeficientes angulares das retas OC e OB. Assim, a unidade mais produtiva é aquela

cuja reta que a liga a origem tem o maior coeficiente angular possível. Em outras palavras, sendo C a unidade mais produtiva, a reta OC tem por coeficiente angular a derivada da função que relaciona produção com recursos, caso esta derivada exista. A unidade A é simultaneamente uma unidade não produtiva e não eficiente (MELLO et al, 2005).

Figura 2: Curva de um processo de produção

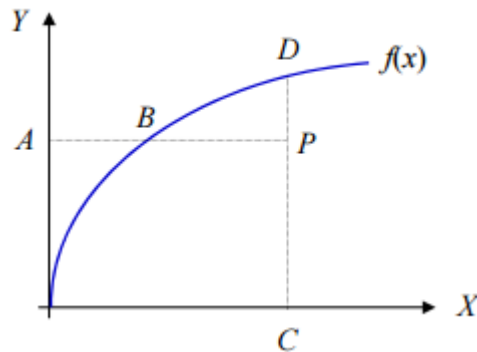


Fonte: MELLO et al (2005)

A abordagem analítica rigorosa aplicada à medida da eficiência na produção teve origem com o trabalho de Pareto-Koopmans e Debreu (1951). A definição de Pareto-Koopmans para a eficiência técnica é que um vetor “input-output” é tecnicamente eficiente se e só se: nenhum dos “outputs” pode ser aumentado sem que algum outro output seja reduzido ou algum “input” necessite ser aumentado; nenhum dos “inputs” possa ser reduzido sem que algum outro “input” seja aumentado ou algum “output” seja reduzido (LINS; CALÔBA, 2006).

Existem duas formas básicas de uma unidade não eficiente tornar-se eficiente. A primeira é reduzindo os recursos, mantendo constantes os produtos (orientação a inputs); a segunda é fazendo o inverso (orientação a outputs) (MELLO et al, 2005).

Na Figura 3 apresentamos essas duas formas. Seja a fronteira de eficiência definida por $f(x)$. A DMU ineficiente P precisa caminhar até o ponto B se quiser tornar-se eficiente reduzindo recursos. No entanto, se preferir aumentar os produtos, tem que caminhar até o ponto D (MELLO et al, 2005).

Figura 3: Alcance da fronteira de eficiência

Fonte: MELLO et al (2005)

No primeiro caso, a eficiência é definida pelo quociente AB/AP e é um número entre 0 e 1. Já no segundo caso, a eficiência é dada por CP/CD que também é um valor entre 0 e 1 (MELLO et al, 2005).

Charnes et al (1985) nos lembram da necessidade de tratar esta definição como um conceito relativo: a eficiência de 100% é atingida por uma unidade quando comparações com outras unidades relevantes não provêm evidência de ineficiência no uso de qualquer “input” ou “output”. Este conceito nos permite diferenciar entre estados de produção eficientes e ineficientes, mas não permite medir o grau de ineficiência de um vetor ou identificar um vetor ou uma combinação de vetores eficientes com os quais comparar um vetor ineficiente (LINS; CALÔBA, 2006).

Esta questão foi abordada por Debreu (1951), que introduziu uma medida radial de eficiência técnica: o coeficiente de utilização de recursos. Esta medida radial pretende buscar a máxima redução equiproporcional de todos os “inputs” ou a máxima expansão equiproporcional de todos os “outputs”. A grande vantagem do uso deste coeficiente é que ele independe da unidade de medida de cada variável. A grande desvantagem é que um vetor “input-output” eficiente com base na medida radial de Debreu pode não ser eficiente com base na definição de Pareto-Koopmans (LINS; CALÔBA, 2006).

Farrel estendeu o trabalho de Koopmans e Debreu de forma a incluir uma componente capaz de refletir a habilidade dos produtores em selecionar o vetor “input-output” eficiente considerando os respectivos preços. Esta componente foi denominada por eficiência alocativa. Entretanto, a dificuldade em medir estes preços de forma acurada, segundo Charnes e Cooper, foi um dos motivos que levou os trabalhos em DEA a enfatizarem a medida de eficiência técnica (LINS; CALÔBA, 2006).

A eficiência de qualquer atividade é, sem sombra de dúvida, a decisão tomada. Para tanto utilizamos “Unidades que Tomam Decisões” (Decision Making Unit – DMU). A eficiência ou ineficiência está ligada à comparação entre DMUs (VINÃS, 2011).

No caso destas DMUs não apresentarem eficiência, serão abordados dois modelos básicos: primeiro, redução de recursos, mantendo constantes os produtos (orientação a inputs - CCR); segundo, é fazendo o inverso (orientação a outputs - BCC) (VINÃS, 2011).

10.9 EFICIÊNCIA EM SAÚDE PÚBLICA

O desenvolvimento de formas alternativas no atendimento de saúde, fruto do processo de descentralização do estado, tem entre seus objetivos primordiais a melhoria e o aumento da eficiência e da eficácia nos serviços prestados à população. Ou seja, tem como foco o alcance de metas preestabelecidas para o setor, diante da observância dos princípios de universalização do acesso à saúde preventiva e curativa e da observância dos impactos positivos sobre a qualidade de vida da população (FERREIRA, 2009).

Durante anos, a saúde não era vista como uma atividade econômica. Entretanto, com o passar do tempo, ela vem se destacando como um tema recorrente, tanto no âmbito acadêmico quanto nas distintas esferas de governo, nas organizações internacionais de financiamento e cooperação técnica, assim como nas organizações não-governamentais que se preocupam com a qualidade dos serviços de saúde a serem prestados para a população (QUEIROZ et al, 2013).

Segundo Lobo e Lins (2011), no campo da pesquisa operacional (PO), a metodologia mais frequentemente escolhida para abordagem de eficiência em saúde é a Análise Envoltória de Dados, não paramétrica, baseada em programação linear. DEA pode ser considerada uma ferramenta importante para pesquisadores e gestores no estudo de eficiência e na formulação de políticas de saúde.

Em termos gerais, o uso da DEA, constituiu-se recentemente uma ferramenta promissora no campo das políticas públicas, em especial, na função saúde. Por meio desse método, os estudos de avaliações econômicas em saúde têm sido fundamentais para o conhecimento da aplicação dos recursos, tornando possível, portanto, efetuar comparações entre as unidades de análise, identificando as causas e dimensões da ineficiência (QUEIROZ et al, 2013).

Portanto, a necessidade de se obter melhor aproveitamento dos recursos públicos tem conduzido à um aprimoramento nos instrumentos e técnicas para tomada de decisão e para avaliação das políticas públicas no país (COSTA; CASTANHAR, 2003).

Desse modo, eficiência é entendida, de forma geral, como a capacidade, ou até mesmo a habilidade, de fazer o uso mais adequado do que se tem à disposição a fim de alcançar um resultado pretendido. Nessa vertente, a eficiência pode ser considerada uma medida da capacidade que agentes ou mecanismos têm para melhor atingir seus objetivos, produzindo o efeito por eles esperado, em função dos recursos disponíveis (FERREIRA, 2009).

Todavia, a correta aplicação desse conceito, nas condições normais em que operam as unidades de serviço em saúde, exige certos cuidados, sendo apropriada uma definição mais precisa do termo eficiência. Daí a necessidade de conjugação do termo à realidade observável nessas organizações, o que se dá por meio da formulação de medidas empíricas, construídas na égide das relações produtivas e esboçadas pelas teorias existentes (FERREIRA, 2009).

11 DEA (ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS)

Análise Envoltória de Dados (DEA) é uma abordagem "orientada a dados" para avaliar o desempenho de um conjunto de pares de unidades chamados unidades de decisão (DMU), que converte múltiplas entradas em várias saídas. A definição de uma DMU é genérico e flexível. Nos últimos anos temos visto uma grande variedade de aplicações de DEA para uso na avaliação do desempenho de muitos tipos diferentes de unidades envolvidas em muitas atividades diferentes em muitos contextos diferentes em muitos países diferentes. Estas aplicações DEA usaram DMU de várias formas para avaliar o desempenho de unidades, tais como hospitais, asas da Força Aérea dos Estados Unidos, universidades, cidades, tribunais, escritórios de negócios, e outros, incluindo o desempenho dos países, regiões, etc. Por exigir poucas hipóteses, DEA também abriu possibilidades para o uso em casos que têm sido resistentes a outras abordagens por causa da Natureza complexa (muitas vezes desconhecida) das relações entre as múltiplas entradas e múltiplas saídas envolvidas no DMU (COOPER et al, 2015).

Como apontado em Cooper et al (2007), DEA também tem sido usado para fornecer novas introspecções sobre atividades (e unidades) que tenham sido previamente avaliados por outro método. Por exemplo, estudos de práticas de benchmarking com a DEA identificou numerosas fontes de ineficiência em algumas das empresas mais rentáveis - empresas que tinha servido como referência por referência ao presente (rentabilidade) critério - mas DEA providenciou um veículo para a identificação de melhores padrões de referência em muitos estudos aplicados. Devido a estas possibilidades, estudos da DEA, da eficiência de diferentes formas legais de organização, tais como "ações" versus "mútuos" companhias de seguros têm mostrado que estudos anteriores têm ficado aquém em suas tentativas para avaliar as potencias dessas diferentes formas de organização. Do mesmo modo, uma utilização de DEA sugeri reconsideração de estudos anteriores de que a eficiência com a pré - e actividades pós-fusão foram realizados em bancos que foram estudados por DEA (COOPER et al, 2015).

Desde que DEA foi introduzido pela primeira vez em 1978, na sua forma atual, os investigadores em um número de campos reconheceram rapidamente que é um excelente e facilmente metodologia usada para a modelagem de processos operacionais para avaliações de desempenho. Este tem sido acompanhado por outros desenvolvimentos. Por exemplo, Zhu (2003 a 2009) fornece um número de modelos de planilhas DEA que pode ser usado na avaliação de desempenho e benchmarking. Orientação empírica da DEA e da ausência de uma necessidade para as numerosas suposições a priori que acompanham outras abordagens (tais

como as formas habituais de análise de regressão estatística) resultou no seu uso em número de estudos envolvendo estimativa fronteira eficiente no governamental e setor sem fins lucrativos, do setor regulado, e no setor privado. Ver, por exemplo, o uso de DEA para orientar a remoção da Dieta e outras agências governamentais de Tóquio, tal como descrito em Takamura e Tone (2003 apud COOPER et al, 2015).

Em seu artigo, originários, Charnes et al (1978), descrevia como DEA

Um modelo de programação matemática aplicado a dados observacionais [que] fornece uma nova forma de obtenção de estimativas empíricas de relações - tais como as funções de produção e/ou superfícies de possibilidades de produção eficientes - que são pedras angulares da moderna economia (COOPER et al, 2015).

Formalmente, DEA é uma metodologia dirigida para fronteiras em vez de centro de tendências. Em vez de tentar encaixar uma regressão plano através do centro dos dados como em regressões, por exemplo, uma superfície linear "flutua" por partes a descansar em cima das observações. Devido a esta perspectiva, DEA prova particularmente adepto de relacionamentos descobrindo que permanecem escondidos a partir de outras metodologias. Por exemplo, considere o que se quer dizer com "Eficiência", ou, mais geralmente, o que se quer dizer por dizer que uma DMU é mais eficiente do que a outra DMU. Isto é conseguido numa simples maneira pela DEA sem exigir pressupostos explicitamente formuladas e variações que são necessários com os vários tipos de modelos, como regressão linear e modelos não-linear (COOPER et al, 2015).

A eficiência relativa de DEA está de acordo com a seguinte definição, que tem a vantagem de evitar a necessidade de atribuir a priori medidas relativamente importantes para qualquer entrada ou saída (COOPER et al, 2015).

Definição 1.1 (Eficiência - Definição Pareto - Koopmans): A eficiência é atingido 100% por qualquer DMU se, e somente se, nenhuma das suas entradas ou saídas pode ser melhorada sem agravamento de algumas das suas outros entradas ou saídas (Cooper et al; 2015).

Na maioria das aplicações de gestão ou das ciências sociais, a possível teoria de níveis de eficiência não são conhecidas. A definição anterior é, por conseguinte, substituído por enfatizar seus usos com apenas a informação que é empiricamente disponível como na seguinte definição:

Definição 1.2 (Eficiência Relativa): Uma DMU é para ser classificado como totalmente (100 %) eficiente com base na evidência disponível se, e somente se, os

desempenhos de outra DMU não mostram que algumas das suas entradas ou saídas pode ser melhorada sem agravamento de alguns das suas outras entradas ou saídas (COOPER et al, 2015).

Note que esta definição evita a necessidade de recorrer a preços ou outras suposições de pesos, que são selecionados a priori e devem refletir a importância relativa das diferentes entradas ou saídas. Também evita a necessidade de especificar explicitamente as relações formais que deveriam existir entre entradas e saídas. Este tipo de base de eficiência, referido como " eficiência técnica " na economia pode, no entanto, ser alargado a outros tipos de eficiência, quando dados como os preços, os custos unitários, etc. , estão disponíveis para uso com o DEA (COOPER et al, 2015).

Neste capítulo, discutiremos a abordagem de programação matemática da DEA que implementa a eficiência definição acima e uma descrição de o "modelo CCR" original de Charnes, Cooper e Rhodes, que relaciona a definição eficiência acima de outras definições de eficiência, tais como os usados em engenharia e ciência, bem como em negócios e economia (COOPER et al, 2015).

11.1 MODELO CCR

Para permitir aplicações para uma ampla variedade de atividades, usamos o termo abrangido Unidade de Tomada de Decisão (DMU) para se referir a qualquer unidade que está a ser avaliada em termos de suas habilidades para converter insumos em produtos. Estas avaliações podem envolver agências governamentais e organizações não -lucrativas, bem como as empresas de negócios. A avaliação também pode ser dirigida a instituições e hospitais de ensino, bem como as forças policiais (ou da mesma subdivisão) ou unidades do exército para que uma avaliação comparativa dos seus desempenhos sejam feitas. Ver Bessent et al. (1983) (COOPER et al, 2015).

Nós assumimos que existem 'n' DMU's a serem avaliadas. Cada DMU consome quantidades variáveis de 'm' entradas diferentes para produzir 's' saídas diferentes. Especificamente, DMU_j consome quantidade x_{ij} de entrada 'i' e produz uma quantidade de y_{rj} de saída 'r'. Assumimos que $x_{ij} \geq 0$ e $y_{rj} \geq 0$ e ainda assumir que cada DMU tem pelo menos uma entrada positiva e um valor de saída positiva (COOPER et al, 2015).

Passamos agora para a "razão de-forma" de DEA. Nesta forma, como introduzido por Charnes, Cooper, e Rhodes, a relação das saídas para entradas é usado para medir a eficiência relativa do DMU_j = DMU_o a ser avaliado em relação com as proporções de todos os $j = 1, 2, \dots$

. . . , n DMU_j. Pode-se interpretar a construção de CCR, como a relação da situação de múltiplas-saídas/múltiplas entradas (para cada DMU) com uma única Saída "virtual" e uma entrada "virtual". Para um determinado DMU a proporção desta única saída virtual para entrada virtual única fornece uma medida da eficiência que é uma função dos multiplicadores. Na linguagem de programação matemática, essa proporção, que é para ser maximizada , constitui a função objetivo para a DMU nomeadamente a ser avaliada, de modo a que simbolicamente onde deve-se notar que as variáveis são as u_r 's e as V_i 'S e as y_{ro} 's e x_{io} 's são os valores de saída e de entrada observados, respectivamente, de DMU_o, que as DMU avalia. Claro, sem outras restrições adicionais (desenvolvido abaixo), (1.1) é ilimitado (COOPER et al, 2015).

$$\max h_0(u, v) = \frac{\sum_r u_r y_{ro}}{\sum_i v_i x_{io}} \quad (1.1)$$

Um conjunto de restrições de normalização (um para cada DMU) reflete a condição de que a saída virtual para relação de entrada virtual de cada DMU, incluindo DMU_j = DMU_o, deve ser inferior ou igual à unidade. O problema de programação matemática pode assim, ser indicado como

$$\max h_0(u, v) = \frac{\sum_r u_r y_{ro}}{\sum_i v_i x_{io}} \quad (1.2)$$

sujeito a

$$\frac{\sum_r u_r y_{rj}}{\sum_i v_i x_{ij}} \leq 1 \text{ para } j = 1, \dots, n,$$

$$u_r, v_i \geq 0 \text{ para todos } i \text{ e } r.$$

Esta relação formal generaliza a definição de eficiência na ciência da engenharia de uma única saída e entrada e sem exigir o uso de uma priori pesos escolhidos. Ver Bolha et al. 2000, para uma aplicação para a avaliação do jato motores de aeronaves (COOPER et al, 2015).

Observação: Um desenvolvimento totalmente rigorosa iria substituir $u_r, v_i \geq 0$ com $\frac{u_r}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}}, \frac{u_r}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \geq \epsilon > 0$ em que ϵ é um elemento não Arquimedes menor do que qualquer número real positivo. Ver Arnold et al. (1998). Esta condição garante que as soluções serão positivas nessas variáveis. Isto também leva o $\epsilon > 0$ em (1.6), que, por sua vez, conduz à segunda fase de otimização das unidades como em (1.10). Deve-se notar que (1.1) e (1.2)

generalizam a definição de eficiência na engenharia da ciência que lida com uma única relação de saída - de - uma - única - entrada e requer uma suposição a priori de valores de ponderação para lidar com múltiplas entradas e saídas. Ver Bolha et al. (2000) para uma aplicação de DEA para avaliar motores a jato a ser utilizado em aeronaves (COOPER et al, 2015). O formulário de relação acima produz um número infinito de soluções; se (u^*, v^*) é ótima, em seguida $(\alpha u^*; \alpha v^*)$ também é ótima para todos $\alpha > 0$. No entanto, a transformação desenvolvida por Charnes e Cooper (1962) para a programação linear fracionário seleciona um solução [isto é, a solução de (u, v) para os quais $\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$] e produz o problema de programação equivalenteliner em que a mudança de variáveis de (u, v) para (μ, ν) é um resultado da transformação "CHARNES - Cooper"

$$\begin{aligned} \max z &= \sum_{r=1}^s \mu_r y_{r0} \\ \text{sujeito a} \\ \sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} &\leq 0 \quad (1.3) \\ \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} &= 1 \\ \mu_r, v_i &\geq 0 \end{aligned}$$

para o qual o problema de Programação Linear é

$$\begin{aligned} \theta^* &= \min \theta \\ \text{sujeito a} \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j &\leq \theta x_{i0} \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad (1.4) \\ \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j &\geq y_{r0} \quad r = 1, 2, \dots, s; \\ \lambda_j &\geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n. \end{aligned}$$

Este último modelo, (1.4), é por vezes referido como o "modelo Farrell" porque é o único utilizado em Farrell. Na parte da literatura DEA da economia, diz-se estar em conformidade com a hipótese de "forte disposição", mas a avaliação da eficiência que faz ignora a presença de unidades diferentes de zero. Na parte de operações de investigação da literatura DEA, isto é referido como "eficiência fraca" (COOPER et al, 2015).

Possivelmente porque ele usou a literatura de "análise de atividade" para referência - veja Koopmans - Farrell também não conseguiu explorar muito o poderoso teorema linear de programação duplo, que temos utilizado para relacionar os problemas anteriores, uns com os outros. Este uso da análise da atividade também causou dificuldades computacionais para

Farrell porque não tirou proveito do fato de que os modelos de análise de atividade pode ser convertidos em equivalente de programação linear que oferecem acesso imediato ao simplex e outros métodos para resolver eficazmente esses problemas. Ver, por exemplo, Charnes e Cooper (1961 Cap. 9). Nós, portanto, agora começamos a trazer essas características de programação linear em jogo (COOPER et al, 2015).

Em virtude do duplo teorema de programação linear, temos $z^* = \Theta^*$. Conseqüentemente, qualquer problema pode ser utilizado. Pode-se resolver digamos (1.4), para obter um escore de eficiência. Podemos definir $\Theta = 1$ e $\lambda_k^* = 1$ com $\lambda_k^* = \lambda_o^*$ e todos os outros $\lambda_j^* = 0$, uma solução de (1.4) sempre existe. Além disso, esta solução implica $\theta^* \leq 1$. A solução ótima, θ^* , produz um escore de eficiência para um determinado DMU. O processo é repetido para cada DMU_j, ou seja, resolver (1.4), com $(X_o, Y_o) = (X_k, Y_k)$, onde (X_k, Y_k) representam vetores com componentes x_{ik}, Y_{rk} e, da mesma forma (X_o, Y_o) tem componentes x_{ok}, y_{ok} . DMU para $\theta^* < 1$ são ineficientes, enquanto as DMU para o qual $\theta^* = 1$ são pontos de fronteira (COOPER et al, 2015).

Alguns pontos de fronteira pode ser "fracamente eficiente" porque temos DMU's diferentes de zero. Isto pode parecer preocupante, pois uma DMU ótima pode ser diferentes de zero em algumas soluções, mas não em outras. No entanto, podemos evitar se preocupar mesmo em tais casos, invocando o seguinte programa linear em que as DMU's são levadas aos seus valores máximos (COOPER et al, 2015).

$$\begin{aligned} & \max \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \\ & \text{sujeito a} \\ & \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = \theta^* x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad (1.5) \\ & \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s; \\ & \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad \forall i, j, r \end{aligned}$$

Onde notamos as escolhas de s_i^- e s_r^+ não afetar a solução ótima θ^* , que é determinada a partir do modelo (1.4). Estes desenvolvimentos agora levam à seguinte definição com base na "Eficiência relativa" definição 1.2, que foi dada na Seção 1.1 acima (COOPER et al, 2015).

Definição 1.3 (Eficiência DEA): O desempenho de DMU_o é totalmente (100 %) eficiente se, e somente se, ambos (1) $\theta^* = 1$ e (2) todas as folgas $s_i^{-*} = s_r^{+*} = 0$ (COOPER et al, 2015).

Definição 1.4 (Fracamente DEA Eficiente): O desempenho de DMU_o é fracamente eficiente se, e somente se, ambos (1) $\theta^* = 1$ e (2) $s_i^{-*} \neq 0$ e/ou $s_r^{+*} \neq 0$ para algum i ou r em algumas alternativas ótimas (COOPER et al, 2015).

É de notar que o desenvolvimento anterior equivale a resolver o seguinte problema em duas etapas:

$$\begin{aligned} \min \theta - \varepsilon(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+) \\ \text{sujeito a} \\ \sum_{j=1}^n x_{ij}\lambda_j + s_i^- = \theta x_{i0} \quad i = 1, 2, \dots, m; \\ \sum_{j=1}^n y_{rj}\lambda_j - s_r^+ = y_{r0} \quad r = 1, 2, \dots, s; \\ \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad \forall i, j, r \end{aligned} \quad (1.6)$$

Onde s_i^- e s_r^+ são variáveis de folga usadas para converter as desigualdades em (1.4) as equações equivalentes. Aqui, $\varepsilon > 0$ é um elemento chamado não-Arquimedes definido para ser menor do que qualquer número real positivo. Isto é equivalente a resolver (1.4) em dois estágios primeiro minimizando θ , em seguida, fixando $\theta = \theta^*$ como em (1.2), onde as DMU's são para ser maximizadas sem alterar o valor de $\theta = \theta^*$ previamente determinado. Formalmente, isso é equivalente a concessão de "prioridade preventivo" para a determinação de θ^* em (1.3). Deste modo, o fato de o elemento de Arquimedes não está definida para ser menor do que qualquer número real positivo é acomodada sem ter de especificar o valor de ε (COOPER et al, 2015).

Como alternativa, pode-se ter começado com o lado de saída e considerar a proporção de entrada virtual para a saída. Isto reorienta o objetivo de máximo para mínimo, como em (1.2), para se obter

$$\begin{aligned} \text{Min } \frac{\sum_i v_i x_{i0}}{\sum_r u_r y_{r0}} \\ \text{sujeito a} \\ \frac{\sum_i v_i x_{ij}}{\sum_r u_r y_{rj}} \geq 1 \quad \text{para } j = 1, \dots, n, \\ u_r, v_i \geq \varepsilon > 0 \quad \text{para todos } i \text{ e } r \end{aligned} \quad (1.7)$$

Em que $\varepsilon > 0$ é o elemento não-Arquimedes anteriormente definido (COOPER et al, 2015).

Mais uma vez, o Charnes e Cooper (1962) fazem a transformação linear fraccionada de rendimentos de programação modelo (1.8) (modelo multiplicador) abaixo, com dual associado problema, (1.9) (modelo envoltória), tal como no seguinte par,

$$\begin{aligned} \min q &= \sum_{i=1}^m v_i x_{io} \\ \text{sujeito a} \\ \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj} &\geq 0 \quad (1.8) \\ \sum_{r=1}^s \mu_r y_{ro} &= 1 \\ \mu_r, v_i &\geq \varepsilon, \quad \forall r, i \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \max \varphi + \varepsilon (\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+) \\ \text{sujeito a} \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad (1.9) \\ \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = \varphi y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s; \\ \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n. \end{aligned}$$

Ver pág.75-76 em Cooper et al. (2007) para um desenvolvimento formal desta transformação e modificação da expressão de $\varepsilon > 0$. Veja também a observação (1.2) (COOPER et al, 2015).

Aqui, usamos um modelo com um objetivo orientado para os resultados, em contraste com a orientação de entrada em (1.6). No entanto, como anteriormente, o modelo (1.9) é calculado no processo. Em primeiro lugar, calcula-se φ^* , ignorando as DMU's. Em seguida, otimizam as DMU's de fixação φ^* no seguinte problema de programação linear,

$$\begin{aligned} \max \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \\ \text{sujeito a} \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad (1.10) \\ \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = \varphi^* y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s; \\ \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n. \end{aligned}$$

Nós, então, modificamos a definição prévia de eficiência DEA orientada a entrada para a seguinte versão orientada para os resultados (COOPER et al, 2015).

Definição 1.5: DMU_o é eficiente se, e somente se, $\varphi^* = 1$ e $s_i^{-*} = s_r^{+*} = 0$ para todos i e r . DMU_o é fracamente eficiente se $\varphi^* = 1$ e $s_i^{-*} \neq 0$ e (ou) $s_r^{+*} \neq 0$ para algum i e r em algumas alternativas ótimas (COOPER et al, 2015).

11.2 EXEMPLO DE APLICAÇÃO

PPL (Problema de Programação Linear) para DMU (Unidade Produtiva) da USF (Unidade de Saúde da Família) Alto do Mateus I: Onde, o PPL acima tem como objetivo resolver o modelo orientado a *Output*, ou seja, minimizar o número de *inputs* (encontrando o número mínimo da carga horária de cada profissional) e, estabelecer o número máximo de procedimentos realizados em cada DMU (USF – Unidade de Saúde da Família).

$$\text{Min Eff USF Alto do Mateus I} = v_1 + v_4 + 9v_5 + v_6 + v_{10} + v_{16} + v_{18} + v_{19} + v_{20} + v_{23}$$

$$\text{Sujeito a } 39u_1 + 1019u_5 + 50u_9 + 99u_{11} + 8788u_{12} + 25u_{13} + 52u_{14} + 189u_{16} = 1$$

$$v_4 + 9v_5 + v_6 + v_{10} + v_{16} + v_{18} + v_{20} + v_{21} + v_{24} - 39u_1 - 1019u_5 - 50u_9 - 99u_{11} - 8788u_{12} - 25u_{13} - 52u_{14} - 189u_{16} \leq 0$$

$$v_1 + 7v_5 + v_6 + v_{10} + v_{18} + v_{20} + v_{21} + v_{24} - 486u_1 - 3721u_3 - 4689u_5 - 130u_9 - 48u_{11} - 2716u_{12} - 65u_{14} - 165u_{16} \leq 0$$

$$2v_1 + 18v_5 + v_6 + 2v_{10} + v_{13} + 2v_{15} + 2v_{18} + v_{20} + v_{21} + v_{24} - 49u_1 - 340u_3 - 675u_5 - 27u_8 - 14u_9 - 33u_{11} - 8069u_{12} - 61u_{14} - 338u_{16} \leq 0$$

$$v_1 + 14v_5 + 2v_6 + 2v_{10} + 2v_{16} + v_{18} + v_{20} + v_{21} + v_{24} - 57u_1 - 394u_3 - 801u_5 - 11u_9 - 9u_{11} - 11803u_{12} - 217u_{16} \leq 0$$

$$v_1 + 8v_5 + v_6 + v_{10} + v_{18} + v_{20} + v_{21} + v_{24} - 16u_1 - 399u_3 - 83u_4 - 595u_5 - 26u_8 - 90u_9 - 58u_{10} - 276u_{11} - 2007u_{12} - 270u_{16} \leq 0$$

$$u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, u_7, u_8, u_9, u_{10}, u_{11}, u_{12}, u_{13}, u_{14}, u_{15}, u_{16}, v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{19}, v_{20}, v_{21}, v_{22}, v_{23}, v_{24} \geq 0$$

12 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

12.1 TIPO DE PESQUISA

Esse trabalho visa identificar eficiência de Unidades de Saúde da Família (USF) estabelecendo um modelo que possa ser aplicado em qualquer município ou Estado, uma vez que tal modelo deve ter como base os parâmetros legais estabelecidos para a implantação deste Sistema. Para validar este modelo usaremos como base de dados as USFs da grande João Pessoa/PB.

12.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa científica pode ser classificada de acordo com diversos pontos de vista, dentre os quais pode-se citar a classificação quanto a natureza, da forma de abordagem ao problema, dos objetivos e dos procedimentos técnicos do problema em estudo.

Do ponto de vista de sua **natureza** a pesquisa constitui-se de uma pesquisa aplicada, esta objetiva gerar conhecimentos para aplicações práticas dirigidas à solução de problemas específicos (ALMEIDA, 2014).

Em relação a **abordagem ao problema** trata-se de uma pesquisa quantitativa, onde considera-se que tudo é quantificável, o que significa traduzir opiniões e números em informações as quais serão classificadas e analisadas (ALMEIDA, 2014).

Quanto ao ponto de vista dos **objetivos** é uma pesquisa descritiva em virtude de descrever as características de certa população ou fenômeno, ou estabelecer relações entre variáveis; envolvem técnicas de coleta de dados padronizadas (questionário, observação); assume em geral a forma de levantamento (ALMEIDA, 2014).

Por fim, do ponto de vista dos **procedimentos técnicos** trata-se de uma pesquisa bibliográfica, elaborada a partir de material já publicado, como livros, artigos, periódicos, Internet, etc (ALMEIDA, 2014).

12.3 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

Trata-se de uma modelagem matemática, organizada da seguinte maneira:

- 1) Definição do problema;
- 2) Definição das restrições: verificar a eficiência de cada DMU;

- 3) Definição dos objetivos: maximizar a eficiência total;
- 4) Construção do modelo matemático;
- 5) Resolução do modelo matemático;
- 6) Validação do modelo matemático;
- 7) Definição do modelo.

Primeiramente, deve-se formular o problema de DEA (Análise Envoltória de Dados) como um problema de programação linear na sua forma padrão com o objetivo final de testá-lo em um algoritmo para o problema de DEA e obter uma solução eficiente para o problema.

Após toda caracterização do problema, deve-se analisar as Unidades de Saúde da Família (USF) que não apresentam eficiência produtiva relativamente suficiente, investigando os motivos relevantes para uma melhoria representativa destas unidades.

Enfim, deve-se estudar o problema da eficiência produtiva nas USF (Unidades de Saúde da Família) no município de João Pessoa/PB, com intuito de detectar o comportamento deste problema.

12.4 CONFECÇÃO DO BANCO DE DADOS

Variáveis de entrada (INPUTS):

- Os profissionais cadastrados pelo CNES (Cirurgião Dentista, Agente de Ação Social, Educador Social, Agente de Defesa Ambiental, Agente Comunitário de Saúde, Auxiliar em Saúde Bucal, Profissional de Educação Física, Farmacêutico, Digitador, Enfermeiro, Fonoaudiólogo, Psicólogo, Nutricionista, Assistente Social, Fisioterapeuta, Médico, Ludomotricista, Técnico de Enfermagem e Gerente de Serviços);
- Instalações Físicas para Assistência (Clínica Básica, Odontologia, Outros Consultórios não médicos, Sala de Curativo, Sala de Enfermagem, Sala de Imunização, Sala de Nebulização e Sala de Repouso/Observação).

Variáveis de saída (OUTPUTS):

- Procedimentos realizados em 2013 pela USF (Atividade Educativa/Orientação em Grupo na Atenção Básica, Prática Corporal/Atividade Física em Grupo, Ação Coletiva de Aplicação Tópica de Flúor Gel, Ação Coletiva de Bochecho Fluorado, Ação Coletiva de Escovação Dental Supervisionada, Ação Coletiva de Exame Bucal com Finalidade Epidemiológica, Aplicação de Cariostático (por dente), Aplicação de Selante (por dente), Aplicação Tópica de Flúor (Individual por sessão), Evidenciação de Placa Bacteriana,

Selamento Provisório de Cavidade Dentária, Visita Domiciliar por Profissional de Nível Médio, Visita Domiciliar/Institucional por Profissional, Avaliação Antropométrica, Coleta de Linfa para pesquisa de M. Leprae, Coleta de Material para Exame Citopatológico de Colo Uterino e Coleta de Material para Exame Laboratorial).

Abaixo apresenta-se um exemplo de uma amostra aleatória para cinco DMU's, são elas: USF Alto do Mateus I, USF Cruz das Armas III, USF Integrada Geisel, USF Bancários e USF Torre I.

INPUTS:

Tabela 2: Profissionais (ano 2013)

ONES	DMUS	Profissionais (ano 2013)																		
		Grupêso Dentista	Agente de Ação Social	Educador Social	Agente de Defesa Ambient	Agente Comunitário de Saúde	Auxiliar em Saúde Bucal	Profissional de Educação Física	Farmacêutico	Digitador	Enfermeiro	Fonoaudiólogo	Psicólogo	Nutricionista	Assistente Social	Fisioterapeuta	Médico	Ludmatricista	Técno de Enfermagem	Gerente de Serviços
2798514	USF Alto do Mateus I	0	0	0	1	9	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0
3016390	USF Cruz das Armas III	1	0	0	0	7	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
3446115	USF Integrada Geisel	2	0	0	0	18	1	0	0	0	2	0	1	0	0	2	0	0	2	0
3442101	USF Bancários	1	0	0	0	14	2	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	1	0
3280268	USF Torre I	1	0	0	0	8	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Fonte: autoria própria

Tabela 3: Instalações físicas para Assistência (dados indiretos)

ONES	DMUS	Selo	Instalações Físicas para Assistência (dados indiretos)								
			Clínica Básica	Odontologia	Outros Consultórios não médicos	Sala de Curativo	Sala de Enfermagem	Sala de Imunização	Sala de Nebulização	Sala Repouso/Observação	
2798514	USF Alto do Mateus I	22112111	1	1	0	0	1	0	0	0	
3016390	USF Cruz das Armas III	22112111	1	1	0	0	1	0	0	0	
3446115	USF Integrada Geisel	22112111	1	1	0	0	1	0	0	0	
3442101	USF Bancários	22112111	1	1	0	0	1	0	0	0	
3280268	USF Torre I	22112111	1	1	0	0	1	0	0	0	

- 1: Instalações Físicas não existentes na USF
2: Instalações Físicas existentes no Output

Fonte: autoria própria

OUTPUTS:

Tabela 4: Procedimentos realizados (ano 2013)

ONES	DMUS	PROCEDIMENTOS REALIZADOS (ano 2013)																
		010101010 ATIVIDADE EDUCATIVA / ORIENTAÇÃO BV/GRUPO	010101086 PRÁTICA CORPORAL / ATIVIDADE FÍSICA BV/GRUPO	010102015 AÇÃO COLETIVA DE APLICAÇÃO TÓPICA DE FLUOR GEL	010102023 AÇÃO COLETIVA DE BOCHECHO FLUORADO	010102081 AÇÃO COLETIVA DE ESCOVAÇÃO DENTAL SUPERVISIONADA	010102090 AÇÃO COLETIVA DE EXAME BUCAL COMPLETIDADE EBDE	010102088 APLICAÇÃO DE CARISTÁTICO (FOR DENTE)	010102066 APLICAÇÃO DE SELANTE (FOR DENTE)	010102074 APLICAÇÃO TÓPICA DE FLUOR (INDIVIDUAL POR SESSÃO)	010102082 EMERGENÇÃO DE FLACA BACTERIANA	010102080 SELAMENTO PROVISÓRIO DE CAVIDADE DENTÁRIA	010103010 VISITA DOMICILIAR POR PROFISSIONAL DE NÍVEL MÉDIO	010103009 VISITA DOMICILIAR/ INSTITUCIONAL POR PROFISSIONAL	010103024 AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA	020102025 COLETA DE LINFA P/ PESQUISA DE M. LEPRAE	020102083 COLETA DE MATERIAL P/ EXAME CITOPATOLÓGICO DE COLO UTERINO	020102041 COLETA DE MATERIAL P/ EXAME LABORATORIAL
2798514	USF Alto do Mateus I	39	0	0	0	1019	0	0	0	50	0	99	0	25	52	0	189	0
3016390	USF Cruz das Armas III	486	0	3721	0	4689	0	0	0	130	0	48	0	0	65	0	165	0
3446115	USF Integrada Geisel	49	0	340	0	675	0	0	23	14	0	33	0	61	0	338	0	
3442101	USF Bancários	57	0	394	0	801	0	0	0	11	0	9	0	0	0	217	0	
3280268	USF Torre I	16	0	399	83	595	0	0	26	90	58	276	0	0	0	270	0	

Fonte: autoria própria

13 RESULTADOS

Os resultados apresentados neste trabalho foram divididos em dois cenários:

1) **Cenário Real:**

Para os dados de entrada (*inputs*) foram coletados os dados no CNES (Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde) com os respectivos profissionais existentes, no ano 2013, totalizando 99 USF (Unidades de Saúde da Família) na grande de João Pessoa/PB.

Nos dados de saída (*outputs*), foram coletados os procedimentos realizados, para o mesmo ano (2013) no TabWin/DataSUS (ver Cenário Real – APÊNDICE A¹).

Para chamar a matriz gerada no arquivo “Cenário Real” e resolver o problema, foi gerado um código em MATLAB:

```
function [Efic, teste, EXITFLAG, x, y] = resolve_PPL(dmu, Prob)
%MODELO ORIENTADO A OUTPUT
[A, B] = eval(Prob);
[num_dmu, insumo] = size(A);
[~, prod] = size(B);
c = [A(dmu, :) zeros(1, prod) ]';
Aeq = [zeros(1, insumo) B(dmu, :)];
A = -[A -B];
b = zeros(num_dmu, 1);
beq = sum(B(dmu, :));
numvar = insumo + prod;
LB = [ones(insumo, 1); 0 * ones(prod, 1)];
[Xsol FVAL, EXITFLAG] = linprog(c, A, b, Aeq, beq, LB);
if EXITFLAG > 0
x = Xsol(1:insumo);
y = Xsol(insumo+1: numvar);
Efic = c'*Xsol/(Aeq*Xsol);
teste = B(dmu, :)*y;
else
Efic = 0;
teste = .5;
x = [];
y = [];
end
```

Onde, a referente rotina apresentada acima tem como objetivo resolver o modelo orientado a *Output*, ou seja, minimizar o número de *inputs* (encontrando o número mínimo da carga horária de cada profissional) e, estabelecer o número máximo de procedimentos realizados em cada DMU (USF – Unidade de Saúde da Família).

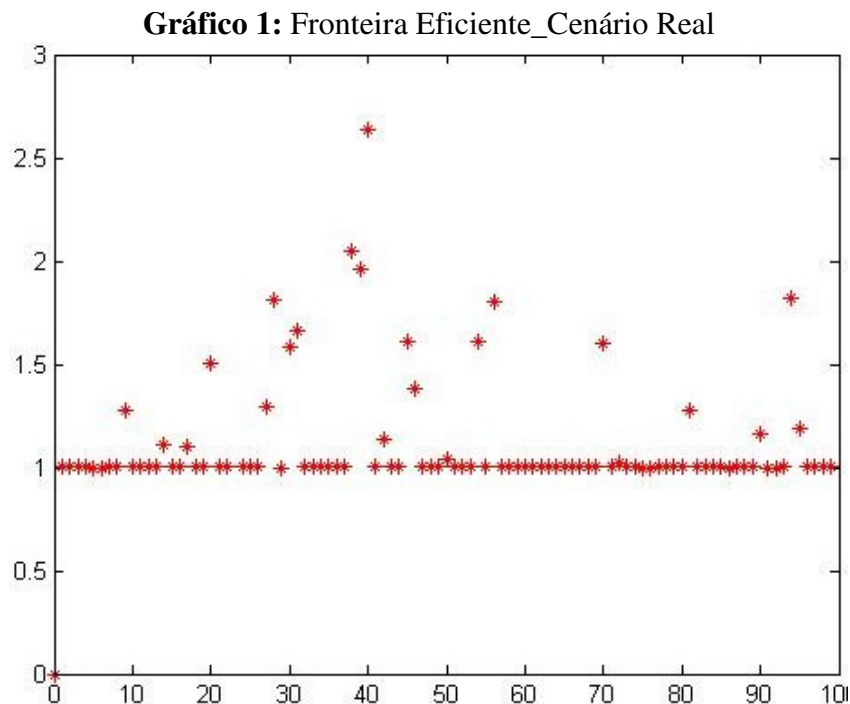
¹ Esse apêndice compreende em duas planilhas que por uma questão de tamanho e legibilidade vão a parte, em um documento em formato Excel.

Além de calcular e fornecer os dados sobre a eficiência de cada DMU, o código também exibe mensagem indicando se alguma DMU não tem solução viável e, se o problema não foi resolvido.

Em seguida, foi gerado um código para criação da fronteira eficiente:

```
function Efic = front_Efic(BD,Prob,dir)
%BD = NUMERO DE DMUS
%PROB É O NOME DO BANCO DE DADOS
% DIR É A ORIENTAÇÃO DIR = 1 MODELO ORIENTADO A OUTPUT
% DIR ~= 1 MODELO ORIENTADO A INPUT
Efic = zeros(BD,4);
for i = 1:BD,
    if i~=23,
        if dir == 1
            [Eff,teste,EXITFLAG]= resolve_PPL(i,Prob);
            Efic(i,:) = [i Eff teste EXITFLAG];
        else
            [Eff,teste,EXITFLAG]= resolve_PPL_input(i,Prob);
            Efic(i,:) = [i Eff teste EXITFLAG];
        end
    end
end
```

No Cenário Real apresentamos a seguinte fronteira eficiente:



Fonte: autoria própria

2) **Cenário Necessário:**

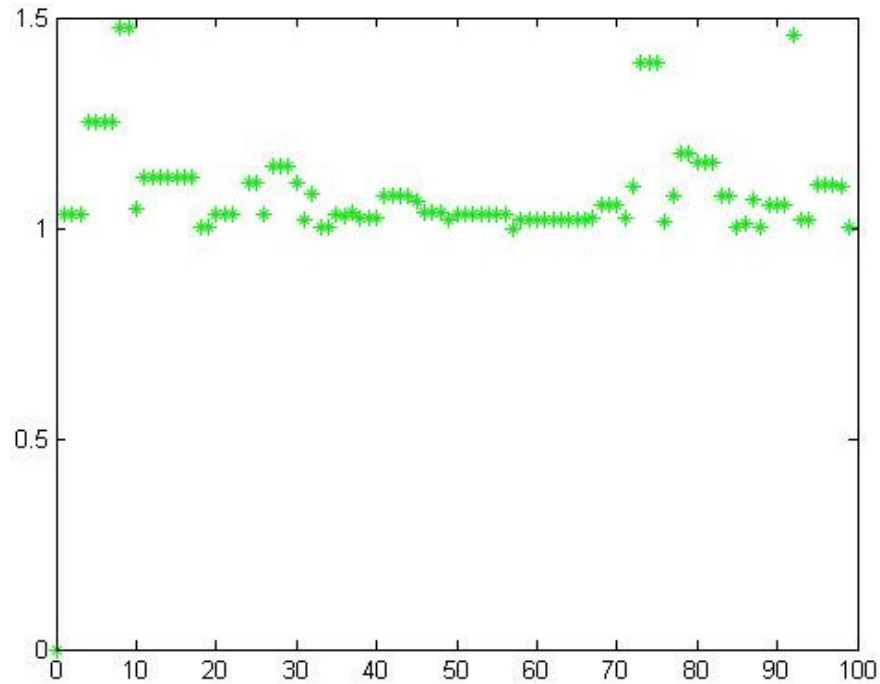
Conforme as leis estabelecidas pelo Ministério da Saúde, tivemos os seguintes profissionais necessários para o funcionamento de uma USF: Cirurgião Dentista, Agente Comunitário de Saúde, Auxiliar em Saúde Bucal, Enfermeiro, Médico e Técnico de Enfermagem são necessários para o funcionamento de uma USF e, portanto, foram atribuídos ‘peso 1’ para as variáveis citadas anteriormente. Particularmente, a variável ‘Agente Comunitário de Saúde’ foi estabelecido por lei que o número de cada DMU deve ser suficiente para cobrir 100% da população cadastrada, com um máximo de 750 pessoas por ACS (Agente Comunitário de Saúde) e de 12 ACS por equipe de Saúde da Família, não ultrapassando o limite máximo recomendado de pessoas por equipe.

Além dos profissionais de saúde, outro ponto importante para o funcionamento de uma USF é a Infraestrutura da mesma e, para estes, tivemos: Área de Recepção, Sala de Arquivos e Registros, Clínica Básica, Odontologia, Outros Consultórios não médicos, Sala de Curativo, Sala de Enfermagem, Sala de Imunização, Sala de Nebulização e Sala de Repouso, entendendo que uma Unidade de Saúde da Família (USF) necessita no mínimo de um (1) profissional e das estruturas físicas mencionadas acima para um bom funcionamento.

Nos dados de saída (outputs) multiplicamos cada variável por 4, entendendo que cada usuário tem direito a quatro (4) consultas médicas por ano. Dividimos por dois (2) aquelas que o procedimento realizado acontece apenas para o sexo feminino, como foi o caso da variável ‘Coleta de Material para Exame Citopatológico’ (APÊNDICE A).

Para chamar a matriz gerada no arquivo “Cenário Necessário - Excel”, resolver o problema e criar a fronteira eficiente, foi gerado o mesmo código em MATLAB, citados anteriormente no problema do ‘Cenário Real’.

No Cenário Necessário apresentamos a seguinte fronteira eficiente:

Gráfico 2: Fronteira Eficiente_Cenário Necessário

Fonte: autoria própria

Enfim, com o objetivo final de fazer um comparativo, foi elaborada uma tabela com os valores da eficiência e um gráfico das fronteiras eficientes do Cenário Real e Cenário Necessário. Como mostrado abaixo:

Tabela 5: Comparativo das Eficiências Produtivas das Unidades de Saúde da Família (USF) de João Pessoa/PB para os dados do Cenário Real (ano 2013) e Cenário Necessário.

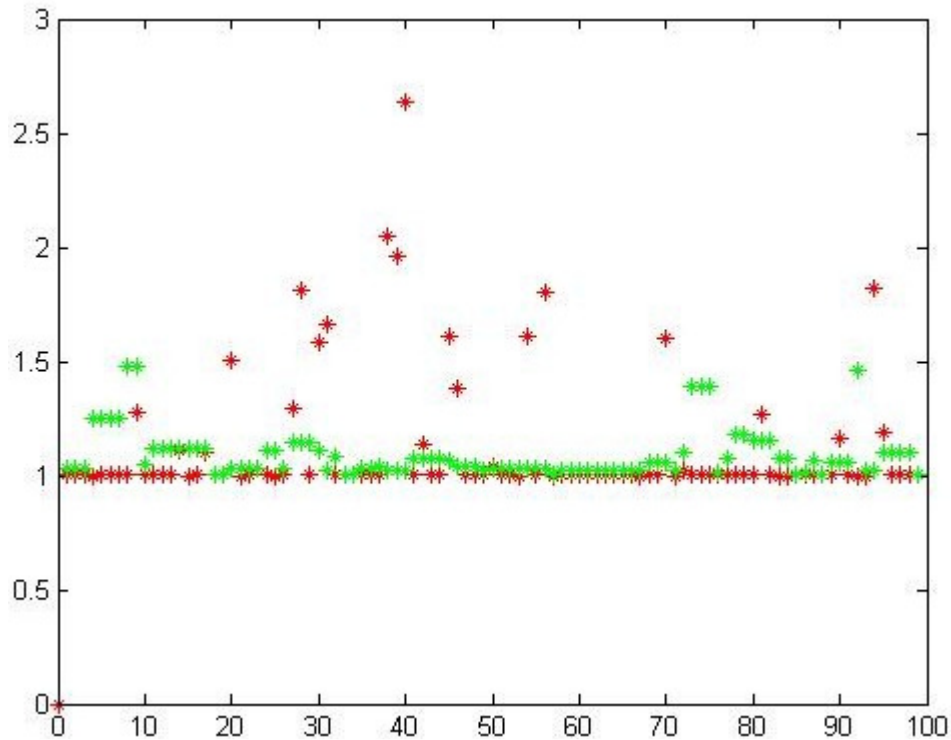
ID	DMU's	Eficiência Real	Eficiência Necessário
1	USF Alto do Mateus I	1.000000000044564	1.030987040197259
2	USF Alto do Mateus VI	1.000000000000002	1.030987040197259
3	USF Nova Conquista (Alto do Mateus II, III, IV e V)	1.000000000000022	1.030987040197259
4	USF Bairro das Indústrias I	1.000000002079806	1.252075471767318
5	USF Bairro das Indústrias III / Cidade Verde I	0.999999999999999	1.252075471767318
6	USF Bairro das Indústrias III / Cidade Verde II	0.999999999999999	1.252075471767318
7	USF Bairro das Indústrias IV / Pe Ibiapina	1.000000000015165	1.252075471767318
8	USF Bairro dos Novais I e II	1.000000000011720	1.474391434107174
9	USF Integrada Saúde para Todos	1.277960165994259	1.474391434107174
10	USF Integrada Costa e Silva	1.000000000011659	1.047210039277307
11	USF Cruz das Armas III	1.000000002595476	1.121917808219126
12	USF Cruz das Armas IV	1.000000000000225	1.121917808219126
13	USF Cruz das Armas V	1.004397404761030	1.121917808219126
14	USF Cruz das Armas VI	1.113257131784385	1.121917808219126
15	USF Cruz das Armas VII	1.000000000000251	1.121917808219126
16	USF Cruz das Armas IX	1.000000004943857	1.121917808219126
17	USF Integrada Cruz das Armas	1.104511252023362	1.121917808219126

18	USF Funcionários I – 1a Etapa e II / Guaíba	1.000000000029284	1.000568431105184
19	USF Jardim Planalto I e II	1.000000009017532	1.000568431105184
20	USF Funcionários I – 2a Etapa	1.503850496493409	1.033568904594193
21	USF Funcionários III / IV	1.000000000000151	1.033568904594193
22	USF Maria de Nazaré	1.000000001081637	1.033568904594193
23	USF Presidente Médici Funcionários IV	*	1.033568904594193
24	USF Jardim Saúde (Jardim Veneza I, II, III e IV)	1.000000000003866	1.107607451373479
25	USF Integrada Vieira Diniz	1.000000000001762	1.107607451373479
26	USF Integrada Qualidade de Vida	1.000000000025956	1.032247294734996
27	USF Matinha I	1.293419743664632	1.145611520630957
28	USF Matinha II	1.815512125755549	1.145611520630957
29	USF Paulo Afonso	1.000000000000000	1.145611520630957
30	USF Saúde e Vida (Ernani Sátiro, Esplanada I, João Paulo II – 2ª Etapa e Jardim Sepol)	1.581606309712637	1.105744125570840
31	USF Cuiá	1.660560029556224	1.021793394815543
32	USF Funcionários II – 2a Etapa	1.000000000000358	1.081539559486569
33	USF Geisel III	1.000000000010090	1.000470013164267
34	USF Integrada Geisel	1.000000000000044	1.000470013164267
35	USF Mudança de Vida (Mudança de Vida I, II, III e IV)	1.000000000000030	1.031853246226014
36	USF Integrada Grotão	1.000000000047239	1.030240298856025
37	USF Integrada Integrando Vidas	1.000000000011562	1.038816234349353
38	USF Rangel I	2.051826543069818	1.022123894030733
39	USF Rangel II	1.963108213795962	1.022123894030733
40	USF Rangel VII	2.633391114454196	1.022123894030733
41	USF Riacho Doce	1.000000000000205	1.075780986394056
42	USF Vila Saúde (Pedra Branca I e II e Jardim Itabaiana I e II)	1.134388280735419	1.075780986394056
43	USF Integrada Unindo Vidas	1.000000000000418	1.075780986394056
44	USF Espaço Saúde (Novo Horizonte, Vale Verde, Cristo Conjunto)	1.000000002705360	1.075780986394056
45	USF Água Fria	1.611250546653964	1.064853480022067
46	USF Bancários	1.385085035441455	1.035529144013357
47	USF Timbó I	1.000000000000001	1.035529144013357
48	USF Timbó II	1.000000000000138	1.035529144013357
49	USF Integrada Ipiranga	1.000000000000072	1.021286013297960
50	USF Integrada Caminho do Sol	1.036000748598332	1.034450506625159
51	USF Doce Mãe de Deus	1.000000000000021	1.034450506625159
52	USF Paratibe II	1.000000000000918	1.034450506625159
53	USF Parque do Sol	1.000000000000210	1.034450506625159
54	USF Valentina I	1.606807722565382	1.034450506625159
55	USF Valentina II	1.000000000000003	1.034450506625159
56	USF Valentina III	1.800702151739962	1.034450506625159
57	USF Colibris	1.000000000000006	0.999999999999576
58	USF Integrada Cidade Verde	1.000000000000167	1.018062300354529
59	USF Integrada Complexo Verdes Mares	1.000000000002567	1.018062300354529

60	USF Cristo Rei	1.000000000037870	1.018062300354529
61	USF Mangabeira VI 1a Etapa	1.000000000000379	1.018062300354529
62	USF Integrada Quatro Estações	1.000000000000002	1.018062300354529
63	USF Integrada Mangabeira	1.000000000000007	1.018062300354529
64	USF Nova Esperança (Ambulantes, Colégio Invadido, Tijolão e Nova Esperança)	1.000000000000167	1.018062300354529
65	USF Nova União (Procind I, Mangabeira por Dentro, Panorâmica e União)	1.000000000000823	1.018062300354529
66	USF Prosind II	1.000000000000030	1.018062300354529
67	USF Eucaliptos	1.000000001029854	1.024255153643903
68	USF Integrada Rosa de Fátima (Mussumago I e II, Paratibe I e Sonho Meu)	1.000000000000079	1.056469828977126
69	USF José Américo I	1.000000000000071	1.056672199001822
70	USF Integrada José Américo	1.602836479949699	1.056672199001822
71	USF Bairro dos Ipês	1.000000000000008	1.024622665647656
72	USF Cordão Encarnado I	1.023001227409260	1.100806451611930
73	USF Cordão Encarnado II	1.000000000875777	1.394301047485637
74	USF Mandacaru IX	1.000000000009791	1.394301047485637
75	USF Varadouro I e II	0.999999999999991	1.394301047485637
76	USF Distrito Mecânico I e II	0.999999999999997	1.014343578730516
77	USF Ilha do Bispo I e II	1.000000000000004	1.076321062164722
78	USF Integrada Mandacaru	1.000000000000107	1.176048248133014
79	USF Mandacaru II	1.000000000000003	1.176048248133014
80	USF Mandacaru I	1.000000000000009	1.154140860862940
81	USF Mandacaru VII	1.271968353084235	1.154140860862940
82	USF Mandacaru VIII	1.000000000000002	1.154140860862940
83	USF Róger I e II	1.000000000000005	1.077962945215792
84	USF Róger III	1.000000000000003	1.077962945215792
85	USF Tambiá	1.003080655337817	1.000000000220860
86	USF Viver Bem (Padre Zé I, II, III e 13 de Maio)	0.999999999999999	1.011007302430377
87	USF Altiplano I e II	1.000000000000004	1.069208229913084
88	USF Bessa	1.000000000008304	1.000000000000425
89	USF Castelo Branco I	1.000000000002173	1.055140427725438
90	USF Santa Clara	1.161283265048730	1.055140427725438
91	USF São Rafael	0.999999999999997	1.055140427725438
92	USF Cidade Recreio	0.999999999999995	1.457896521332998
93	USF Jardim Miramar I	1.000000000000073	1.020017544011164
94	USF Jardim Miramar II	1.820719256309112	1.020017544011164
95	USF Padre Hildon / Brasília de Palha	1.187849373963940	1.104781650065266
96	USF Torre I	1.00000000010683	1.104781650065266
97	USF Torre II	1.000000000000047	1.104781650065266
98	USF Penha	1.000000000000092	1.097359171382813
99	USF São José (São José I, II, III e IV)	1.000000000008606	1.000000000000069

Fonte: autoria própria

*indica que a DMU 23 não mostrou todos os procedimentos realizados no ano de 2013 iguais ao valor '0', ou seja, não apresentou eficiência significativa para o modelo. Isto quer dizer que esta USF foi criada no mesmo ano de referência, e portanto, não teve procedimentos realizados.

Gráfico 3: Fronteira Eficiente_Cenário Real e Cenário Necessário

Fonte: autoria própria

Em seguida são apresentados, aleatoriamente, a eficiência e pesos para algumas DMU's:

Tabela 6: Valores da Eficiência e Pesos para DMU 1 (USF Alto do Mateus I)

Eficiência e Pesos para DMU 1 (USF Alto do Mateus I) / Dados Necessários		Eficiência e Pesos para DMU 1 (USF Alto do Mateus I) / Dados Reais	
Efic =		Efic =	
1.030987040193438		1.000000000044607	
x = 1.0e+04 *	y	x = 1.0e+04 *	y
0.151616666914005	1.116451448841449	1.771669502619717	0.096682052885394
4.950549999906544	0.961733774161593	0.280426624410515	57.531050279276350
0.151616666914005	0.961733774161593	0.651365322294863	0.161537811121886
0.151616666914005	0.961733774161593	0.003295295967080	7.341345584071101
0.151616666914005	0.961733774161593	0.001622108538364	0.102880925877594
0.151616666914005	0.961733774161593	0.009874403943821	0.487154655966676
0.151616666914005	0.961733774161593	0.328507976098618	17.414480307214742
0.151616666914005	0.961733774161593	0.394895434334267	1.624911323879871
0.151616666914005	0.961733774161593	0	0.252091947817820
0.151616666914005	0.961733774161593	0.004727709072148	0.592395078084749
0.151616666914005	0.961733774161593	0	0.569717522335120
0.151616666914005	0.961733774161593	0.272908676011034	0.624779634876232
0.151616666914005	0.961733774161593	0.170655824837007	27.766799642290273
0.151616666914005	0.961733774161593	0.337970321358509	73.394185197825863
0.151616666914005	0.961733774161593	0.174076727151934	8.965710247117370
0.151616666914005	1.915083877468666	0.003775956676889	0.434688104388920

	0.961733774161593	0.584806794230929 0.007381697668372 0 0.327481986624058 0.327481986624058 0 0 0 0.327481986624058 0 0 0	21.319835148785284
--	-------------------	--	--------------------

Fonte: autoria própria

Tabela 7: Valores da Eficiência e Pesos para DMU 10 (USF Integrada Costa e Silva)

Eficiência e Pesos para DMU 10 (USF Integrada Costa e Silva) / Dados Necessários		Eficiência e Pesos para DMU 10 (USF Integrada Costa e Silva) / Dados Reais	
Efic = 1.047210039347361		Efic = 1.000000000011195	
x = 1.0e+04 *	y	x = 1.0e+03 *	y = 1.0e+02 *
0.151616666739485	1.089845075873284	0.346416589636518	0.008198760936335
4.950550001688457	0.962785649936962	2.376370763701539	3.180328860356943
0.151616666739485	0.962785649936962	7.689993222067004	0.027015295174183
0.151616666739485	0.962785649936962	1.400204696256892	0.215268188682738
0.151616666739485	0.962785649936962	0.093022969910512	0.000213547237315
0.151616666739485	0.962785649936962	0.324186459281883	0.027816371220384
0.151616666739485	0.962785649936962	4.153363762802913	0.153551011877908
0.151616666739485	0.962785649936962	3.431421245077326	0.053996920339044
0.151616666739485	0.962785649936962	0	0.004060788526211
0.151616666739485	0.962785649936962	0.146398165115926	0.014855765740926
0.151616666739485	0.962785649936962	0	0.023562028107753
0.151616666739485	0.962785649936962	2.126031531927729	0.000043609274620
0.151616666739485	0.962785649936962	2.005673407441364	0.110740214233889
0.151616666739485	0.962785649936962	5.250758644645077	0.156427745604027
0.151616666739485	0.962785649936962	1.106670605566447	0.250471737124869
0.151616666739485	1.936740350207737	4.146762259279666	0.016636604450460
	0.962785649936962	4.602616334173773	0.024824822912356
		0.093332504566462	
		0	
		3.486168497386691	
		3.486168497386691	
		0	
		0	
		3.486168497386691	
		0	
		0	
		0	

Fonte: autoria própria

Tabela 8: Valores da Eficiência e Pesos para DMU 20 (USF Funcionários I – 2ª Etapa)

Eficiência e Pesos para DMU 20 (USF Funcionários I – 2ª Etapa) / Dados Necessários		Eficiência e Pesos para DMU 20 (USF Funcionários I – 2ª Etapa) / Dados Reais	
Efic =		Efic =	
1.033568904594596		1.503063234028750	
x = 1.0e+04 *	y	x = 1.0e+04 *	y = 1.0e+02 *
0.130847236011125	1.098106745437843	0.000000000000001	0.009158000508127
5.012858291968716	0.959401576781482	0.755701024176542	1.004063314139080
0.130847236011125	0.959401576781482	1.276197338587924	0.029620595909934
0.130847236011125	0.959401576781482	0.692173620682152	0.198786706817744
0.130847236011125	0.959401576781482	0.010400909648530	0.000000000000000
0.130847236011125	0.959401576781482	0.000000000000000	0.000000000000000
0.130847236011125	0.959401576781482	1.494528205488335	0.000000000000003
0.130847236011125	0.959401576781482	0.000000000000000	0.000000000000001
0.130847236011125	0.959401576781482	0	0.000000000000001
0.130847236011125	0.959401576781482	0.000000000000000	0.070423824013507
0.130847236011125	0.959401576781482	0	0.038319622679352
0.130847236011125	0.959401576781482	0.613228839157144	0.000000000000000
0.130847236011125	0.959401576781482	0.000000000000000	0.000000000000121
0.130847236011125	0.959401576781482	1.004430812011651	0.000000000000001
0.130847236011125	0.959401576781482	0.672272179427017	0.157640236583178
0.130847236011125	2.021739205662074	0.000000000000000	0.149817489996014
0.130847236011125	0.959401576781482	1.211301470638429	0.004429571887468
		0.000000000000000	
		0	
		0.446492055372643	
		0.446492055372643	
		0	
		0	
		0.446492055372643	
		0	
		0	
		0	
		0	

Fonte: autoria própria

Tabela 9: Valores da Eficiência e Pesos para DMU 30 (USF Saúde e Vida)

Eficiência e Pesos para DMU 30 (USF Saúde e Vida) / Dados Necessários		Eficiência e Pesos para DMU 30 (USF Saúde e Vida) / Dados Reais	
Efic =		Efic =	
1.105744125568499		1.581312215208869	
x = 1.0e+04 *	y	x = 1.0e+04 *	y = 1.0e+03 *
0.067169050927947	1.067342929463456	0.000000000000015	0.000000000000004
5.254354746584134	0.957531279292592	0.517637348048974	1.050652677793947
0.067169050927947	0.957531279292592	1.924465185276390	0.004141187597974
0.067169050927947	0.957531279292592	0.181671034746361	0.167653605969577
0.067169050927947	0.957531279292592	0.000000000000023	0.000000000000000
0.067169050927947	0.957531279292592	0.000000000000025	0.000000000000002
0.067169050927947	0.957531279292592	0.624680523220231	0.031669257207383
0.067169050927947	0.957531279292592	0.750897757378898	0.000000000000026
0.067169050927947	0.957531279292592	0	0.031548656425791
0.067169050927947	0.957531279292592	0.000000000000025	0.000000000000028
0.067169050927947	0.957531279292592	0	0.007650483779368
0.067169050927947	0.957531279292592	0.555083160868824	0.000496042042298
0.067169050927947	0.957531279292592	0.562772336756989	0.008052500452509

0.067169050927947	0.957531279292592	1.058932054064333	0.0000000000000079
0.067169050927947	0.957531279292592	0.308547620920737	0.003244451803861
0.067169050927947	2.139375762293954	1.108177458314172	0.0000000000000011
	0.957531279292592	1.072582632544937	0.059930308542519
		5.345140869239487	
		0	
		0.484514062739913	
		0.484514062739913	
		0	
		0	
		0.484514062739913	
		0	
		0	
		0	

Fonte: autoria própria

Para as DMU's apresentadas acima podemos concluir que em relação aos Dados Necessários a eficiência é menor que os Dados Reais, ou seja, como nosso objetivo é minimizar as demandas temos uma melhor eficiência nos dados necessários do que nos dados reais. Em relação a interpretação dos pesos temos, para DMU 1 (USF do Alto do Mateus I) por exemplo: para atender o número de Cirurgião Dentista disponível precisamos de 1.516 procedimentos a serem realizados nos dados necessários, enquanto que nos dados reais temos 17.717 procedimentos a serem realizados para atingir a eficiência necessária da DMU. Para o procedimento dentário, precisamos de aproximadamente 1 (uma) equipe de profissionais para atender a demanda necessária, enquanto que para os dados reais não precisamos de profissionais e/ou equipes de profissionais relacionados.

De acordo com as tabelas e gráficos apresentados acima, concluímos que os dados encontrados no Cenário Necessário apresentam uma fronteira eficiente muito mais precisa quando comparada com o Cenário Real. Ou seja, com a quantidade mínima de profissionais e infraestrutura e, estabelecendo que cada usuário das USF's tem o direito de no mínimo quatro consultas anuais, podemos concluir uma quantidade suficiente de procedimentos realizados, o que não encontramos nos dados reais apresentados em 2013 no Cenário Real.

14 CONCLUSÃO

Esta dissertação de mestrado assumiu como objetivo Construir um modelo de DEA (Análise Envoltória de Dados) baseado nos fundamentos legais de criação dos PSF's para medir suas eficiências.

Para tal, este modelo foi construído com dados de entrada (*inputs*) coletados no CNES (Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde) com os respectivos profissionais existentes totalizando 99 USF (Unidades de Saúde da Família) na grande de João Pessoa/PB.

Nos dados de saída (*outputs*), foram coletados os procedimentos realizados nestas USF's.

Realizou-se em primeiro lugar uma formulação do problema de DEA (Análise Envoltória de Dados) como um problema de programação linear na sua forma padrão com o objetivo final de testá-lo em um algoritmo para o problema de DEA e obter uma solução eficiente para o problema. Após toda caracterização do problema, estudou-se o problema da eficiência produtiva nas USF (Unidades de Saúde da Família) no município de João Pessoa/PB, com intuito de detectar o comportamento deste problema.

Por fim, concluímos que os dados encontrados no Cenário Necessário apresentam uma fronteira eficiente muito mais precisa quando comparada com o Cenário Real. Ou seja, com a quantidade mínima de profissionais e infraestrutura e, estabelecendo que cada usuário das USF's tem o direito de no mínimo quatro consultas anuais, podemos concluir uma quantidade suficiente de procedimentos realizados, o que não encontramos nos dados reais apresentados em 2013 no Cenário Real.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. B. **Noções básicas sobre metodologia de pesquisa científica**. Disponível em: <<http://mba.eci.ufmg.br/downloads/metodologia.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2014.
- BARNUM, Darold T. et al. Measuring hospital efficiency with data envelopment analysis: nonsubstitutable vs. substitutable inputs and outputs. **Journal of Medical Systems**, v. 35, n. 6, p. 1393-1401, 2011.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Atenção Básica. Política Nacional de Atenção Básica (PNAB). **Apostila**. Brasília: PNAB, 2012. (Série E. Legislação em Saúde).
- CASADO, F. L.; SOUZA, A. M. **Análise envoltória de dados: conceitos, metodologia e estudo da arte na educação superior**. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/adriano/mon/fc.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2011.
- CHENG, Gang; ZERVOPOULOS, Panagiotis D. Estimating the technical efficiency of health care systems: A cross-country comparison using the directional distance function. **European Journal of Operational Research**, v. 238, n. 3, p. 899-910, nov. 2014.
- CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução a teoria geral da administração**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- COLIN, E. C. **Pesquisa Operacional: 170 aplicações em estratégias, finanças, logística, produção, marketing e vendas**. Rio de Janeiro, Editora LTC, 2007.
- COOPER, William W. et al. **Handbook on data envelopment analysis**. 2. ed. Stanford, CA: Stanford University, 2015.
- CORDERO-FERRERA, J. M.; CRESPO-CEBADA, E.; MURILLO-ZAMORANO, L. R. Measuring technical efficiency in primary health care: the effect of exogenous variables on results. **Journal of Medical Systems**, v. 35, n. 4, p. 545-554, aug. 2011.
- COSTA, F. L.; CASTANHAR, J. C. **Avaliação de programas públicos: desafios conceituais e metodológicos**. Revista de Administração Pública, v. 37, n. 5, p. 969-92, set./out. 2003.
- DU, Juan; WANG, Justin; CHEN, Yao; et al. Incorporating health outcomes in Pennsylvania hospital efficiency: an additive super-efficiency DEA approach. **Annals of Operations Research**, v. 221, n 1, p. 161-172, oct. 2014.
- EHRlich, P. J. **Fronteira eficiente: análise envoltória de dados**. Disponível em <http://www.fgvsp.br/academico/professores/Pierre_J_Ehrlich/FronteiraEficiente.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2011.
- FANTÁSTICO. **Fantástico mostra situação alarmante dos postos de saúde brasileiros**. Publicado em: 01 mar. 2015. Disponível em:

<<http://g1.globo.com/fantastico/noticia/2015/03/fantastico-mostra-situacao-alarmante-dos-postos-de-saude-brasileiros.html>>. Acesso em: 20 jan. 2015.

FERREIRA, C. M. C.; GOMES, A. P.; **Introdução à análise envoltória de dados**. 22. ed. Viçosa-MG: Editora UFV, 2009.

FERREIRA, Marco Aurélio Marques. Investigation of efficiency levels in the use of resources in the health sector: an analysis of the micro-regions of Minas Gerais. **Saúde Soc.** São Paulo, v. 18, n. 2, p. 199 - 213, 2009.

FLOKOU, Angeliki; KONTODIMOPOULOS, Nick; NIAKAS, Dimitris. Employing post-DEA Cross-evaluation and Cluster Analysis in a Sample of Greek NHS Hospitals. **Journal of Medical Systems**, v. 35, n. 5, ed. esp., p. 1001-1014, oct. 2011.

GARAVAGLIA, G. et al. Efficiency and quality of care in nursing homes: an Italian case study. **Health Care Management Science**, v. 14, n. 1, p. 22-35, mar. 2011.

GARCIA-LACALLE, Javier; MARTIN, Emilio. Rural vs urban hospital performance in a 'competitive' public health service. **Social Science & Medicine**, v. 71, n. 6, p. 1131-1140, sep. 2010.

GIBERT, Karina; GARCIA-ALONSO, Carlos; SALVADOR-CARULLA, Luis. Integrating clinicians, knowledge and data: expert-based cooperative analysis in healthcare decision support. **Health Research Policy And Systems**, v. 8, n. 28, 2010.

HALKOS, G. E.; TZEREMES, N. G. A conditional nonparametric analysis for measuring the efficiency of regional public healthcare delivery: an application to Greek prefectures. **Health Policy**, v. 103, n. 1, p. 73-82, nov. 2011.

HERWARTZ, Helmut; STRUMANN, Christoph. On the effect of prospective payment on local hospital competition in Germany. **Health Care Management Science**, v. 15, n. 1, p. 48-62, mar. 2012.

HSIEH, H. M.; CLEMENT, D. G.; BAZZOLI, G. J. Impacts of market and organizational characteristics on hospital efficiency and uncompensated care. **Health Care Management Review**, v. 35, n. 1, p. 77-87, jan./mar. 2010.

HU, H-H; QI, Q.; YANG, C-H. Evaluation of China's regional hospital efficiency: DEA approach with undesirable output. **Journal of the Operational Research Society**, v. 63, n. 6, p. 715-725, jun. 2012.

HUIJPS, K. et al. Costs and efficacy of management measures to improve udder health on Dutch dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 1, p. 115-124, jan. 2010.

JANNUZZI, P. M. **Problemas sociais do Brasil**. Disponível em: <http://www.suapesquisa.com/religiaosociais/problemas_sociais.htm>. Acesso em: 22 jun. 2015.

KRISTENSEN, Troels; BOGETOFT, Peter; PEDERSEN, Kjeld Moeller. Potential gains from hospital mergers in Denmark. **Health Care Management Science**, v. 13, n. 4, p. 334-345, dec. 2010.

LEÃO, W. **O processo de transformação: Input e Output (Entrada e Saída)**. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/academico/o-processo-de-transformacao-input-e-output-entrada-e-saida/78698/>>. Acesso em: 22 dez. 2015.

LINS, M. P. E.; CALÔBA, G. M.; **Programação Linear com aplicações em teoria dos jogos e avaliação de desempenho (data envelopment analysis)**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2006.

LOBO, Maria Stella de Castro; LINS, Marcos Pereira Estellita. Health services efficiency assessment by data envelopment analysis. **Cad. Saúde Colet.**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, p. 93-102, 2011.

MARINHO, A.; FAÇANHA, L. O. **Programas sociais: efetividade, eficiência e eficácia como dimensões operacionais da avaliação**. Rio de Janeiro: IPEA, 2001. (Texto para Discussão, 787).

MELLO et. al., Curso de análise de envoltória de dados. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL (SBPO), 37., 2005, Gramado. **Anais...** Gramado, 2005.

MUKHERJEE, K.; SANTERRE, R. E.; ZHANG, N. J. Explaining the efficiency of local health departments in the US: an exploratory analysis. **Health Care Management Science**, v. 13, n. 4, p. 378-387, dec. 2010.

NAVARRO-ESPIGARDES, José Luis; JOSE; TORRES, Elisa Hernández. Efficiency and quality in health services: a crucial link. **Service Industries Journal**, v. 31, n. 3, p. 385-403, 2011

NG, Ying Chu. The productive efficiency of Chinese hospitals. **China Economic Review**, v. 22, n. 3, p. 428-439, sep. 2011.

NUTI, S.; DARAIO, C.; SPERONI, C. Relationships between technical efficiency and the quality and costs of health care in Italy. **International Journal For Quality In Health Care**, v. 23, n. 3, p. 324-330, jun. 2011.

QUEIROZ, M. F. M. et al. Eficiência no gasto público com saúde: uma análise nos municípios do Rio Grande do Norte. **Rev. Econ. NE**, Fortaleza, v. 44, n. 3, p. 761-776, jul./set. 2013.

REGO, G.; NUNES, R.; COSTA, J. The challenge of corporatisation: the experience of Portuguese public hospitals. **European Journal Of Health Economics**, v. 11, n. 4, p. 367-381, aug. 2010.

SAHIN, I.; OZCAN, Y. A.; OZGEN, H. Assessment of hospital efficiency under health transformation program in Turkey. **Central European Journal of Operations Research**, v. 19, n. 1, p. 19-37, mar. 2011.

SIMOES, P.; MARQUES, R. C. Performance and congestion analysis of the portuguese hospital services. **Central European Journal of Operations Research**, v. 19, n. 1, p. 39-63, mar. 2011.

SISREG (Regulação da Atenção à Saúde no SUS). Disponível em:
<<http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/folder/10006002759.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2015.

VARELA, P. S.; MARTINS, G. A.; FÁVERO, L. P. L. Production efficiency and financing of public health: an analysis of small municipalities in the state of Sao Paulo – Brazil. **Health Care Management Science**, v. 13, n. 2, p. 112-123, jun. 2010.

VINÃS, A. P. N. **Uma interface Matlab-Lindo para soluções de problemas de análise envoltória de dados**. 2011. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Estatística) – Centro de Ciências Exatas da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.