



## **AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA EM TRANSPLANTES DE ÓRGÃOS DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE BRASILEIRO**

**Lívia Mariana Lopes de Souza Torres**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)  
Avenida Senador Salgado Filho, Campus Universitário, Lagoa Nova, Natal  
livia\_maryanna@hotmail.com

**Marina Reis Deusdará Leal**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)  
Avenida Senador Salgado Filho, Campus Universitário, Lagoa Nova, Natal  
reis.marina@gmail.com

**Mariana Rodrigues de Almeida**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)  
Avenida Senador Salgado Filho, Campus Universitário, Lagoa Nova, Natal  
almeidamariana@yahoo.com

**João Carlos Correia Baptista Soares De Mello**

Universidade Federal Fluminense  
Rua Passo da Pátria 156, São Domingos, 24210-240, Niterói, RJ  
jcsmello@producao.uff.br

### **Resumo**

O objetivo do artigo é avaliar a eficiência do sistema de transplante de órgãos realizados pelo sistema público de saúde em 21 estados brasileiros e no Distrito Federal. Para determinar a eficiência utilizou-se o modelo de Redes da Análise Envoltória de Dados (NDEA) em paralelo, objetivando a maximização dos produtos. Essa modelagem possibilita avaliar os diferentes tipos de transplantes de órgãos (rim, fígado, coração, pulmão e pâncreas) realizados no Brasil. Esta análise corresponde ao período de 2015 e os dados foram obtidos a partir das bases de dados do Sistema Único de Saúde (SUS) e da Associação Brasileira de Transplante de Órgãos. O modelo proposto possibilita identificar as ineficiências do sistema de transplantes brasileiro em que os processos são considerados de alto custo, de grande impacto na qualidade de vida e ainda afeta a sobrevivência dos usuários. Ao final, os resultados também permitem identificar as melhores práticas no ramo investigado.

**PALAVRAS CHAVE.** Transplantes, Sistema único de saúde, Networking DEA, Eficiência.

**Tópicos:** 1. Análise Envoltória de Dados; 2. PO na Área de Saúde; 3. PO na Administração Pública.

### **Abstract**

This article aim is to assess efficiency of the organ transplantation system performed by the public health system in 21 Brazilian states and Federal District. To determine the efficiency, it was used Networks Data Envelopment Analysis (NDEA) parallel model aiming products maximization. This modeling makes it possible to evaluate different types of organ transplants (kidney, liver, heart, lung and pancreas) performed in Brazil. This analysis relates to the period of 2015 and data obtained from the databases of the Unified Health System (SUS) and the



Brazilian Association of Organ Transplantation. The proposed model makes it possible to identify Brazilian transplant system inefficiencies in which the processes are costly, have a great impact on life quality, besides affecting its user's survival. In the end, the results also allow identifying the best practices of the investigated field.

**KEYWORDS.** Transplants, Public Health System, Network DEA, Efficiency.

**Paper topics:** 1. Data Envelopment Analysis; 2. OR in the Health Area; 3. OR in the Public Administration.

## 1. Introdução

O transplante consiste em um procedimento cirúrgico complexo e em muitos casos é a única alternativa de tratamento para pacientes terminais. O Brasil possui o maior sistema público de transplantes de órgãos, fornecendo assistência integral aos pacientes. E os transplantes de rim e fígado se destacam como os mais realizados, tanto a nível nacional, como mundial [ABTO 2016]. Do total dos transplantes realizados no país, 87% são custeados com recursos públicos [Ministério da Saúde 2017]. No cenário mundial relativo à quantidade de transplantes realizados, o Brasil ocupa a segunda posição.

O Sistema Nacional de Transplantes (SNT) coordena os transplantes no país. O sistema coordena a captação e distribuição dos órgãos, os quais são alocados aos receptores por meio de lista única. Ressalta a importância que tais atividades sejam realizadas de forma eficiente já que existe uma grande disparidade entre procura e demanda dos serviços ofertados [Marinho 2010].

No intuito de melhorar o desempenho desse setor, ocorreram diversas mudanças na regulamentação (Lei no 10.211 26, de 21 de março de 2001, Lei no 11.521 27, de 18 de setembro de 2007 e Portaria no 2.600 de 21 de outubro de 2009). Todavia, devido ao impacto na atividade na qualidade de vida de seus usuários, se faz imprescindível um acompanhamento contínuo, visando eliminar ineficiências.

Análise Envolvória de Dados consiste em um método não paramétrico consolidado na mensuração de eficiência em vários segmentos industriais, incluindo entre esses, a área de saúde. Pesquisas recentes, como os estudos de [Liu et al. 2013] e [Emrouznejad e Yang 2017] indicam grande destaque na quantidade de publicações e na diversidade de questões investigadas nesse setor. Tais afirmações assestam a aplicabilidade da técnica em inquirir adequadamente a eficiência de um setor de intensa complexidade como a saúde.

O presente estudo tem por objetivo desenvolver uma avaliação de eficiência do sistema brasileiro de transplantes em órgãos no setor público de saúde em 21 estados brasileiros e no Distrito Federal. Para investigação da análise, o panorama brasileiro contempla os cinco tipos de transplantes: rim, fígado, coração, pâncreas e pulmão. Assim, o estudo realizado amplia as considerações realizadas por [Marinho e Cardoso 2007] e [Costa et al. 2014] ao inquirir sobre a eficiência do SNT. Além disso, introduz uma análise agregada com a modelagem em paralelo, o que contribui mundialmente com a literatura, no processo de investigação na área de saúde.

No intuito de operacionalizar a investigação, foi escolhido o modelo de redes de DEA com a configuração em paralelo. No processo de avaliação, a variável selecionada como *input* foi a totalidade de gastos por tipo de transplante em cada estado. Já como variável de saída foi o número de transplantes de cada um dos cinco tipos realizados nos estados investigados. O modelo NDEA em paralelo apresenta a melhor configuração por considerar as diferentes combinações dos tipos de procedimentos realizados em todo o território nacional. Pela complexidade do sistema, os modelos clássicos e o modelo relacional de NDEA não conseguiriam representar esta realidade. As eficiências são calculadas para cada estado e para cada tipo de transplante por localidade.

Nessa perspectiva, este estudo contribui para a literatura em três diferentes aspectos: (1) verificação de um serviço na área de saúde que apesar de relevante é pouco discutido na literatura; (2) o uso de um modelo de redes de DEA direcionado para a área de saúde, sobretudo com a configuração em paralelo; e, (3) a avaliação da quantidade de transplantes realizada de forma desagregada, considerando o desempenho por tipo de transplante, assim como a eficiência global de cada estado. Logo, esses resultados possibilitam balizar políticas públicas visando melhorar os serviços oferecidos a população.

O artigo está organizado em seções. Inicialmente é realizada uma breve revisão bibliográfica



sobre a aplicação de DEA na mensuração de eficiência em serviços cirúrgicos e posteriormente na área de transplantes. A seção seguinte cobre a metodologia aplicada para o desenvolvimento do presente estudo, detalhando o modelo de DEA empregado, bem como os dados utilizados. A quarta seção elucida os resultados encontrados. A seção final apresenta as principais conclusões e as proposições de estudos futuros.

## 2. Análise Envoltória de Dados e Aplicações em Procedimentos Cirúrgicos

A área de saúde consiste em uma das principais áreas de aplicação do DEA. Nessa área, verifica-se uma grande quantidade de investigações relativas a eficiência de hospitais e de instituições provedoras de serviços de saúde. Os estudos de [Sherman 1984] e [Nunamaker 1983] consistem nas proposições pioneiras nesse ramo citadas pela análise de [Liu et al. 2013].

A amplitude dos serviços, a importância dos mesmos e a adaptabilidade de DEA em avaliar apropriadamente expandiram os ramos de pesquisa dentro da área de saúde. A avaliação de serviços cirúrgicos consiste em um desses conglomerados. O estudo de [Harper et al. 2001] se apresenta como precursor ao propor a utilização de DEA na avaliação de eficiência dos custos de cirurgia geral em hospitais do Reino Unido.

[O'Neil e Dexter 2004] abordam outro aspecto de complexo gerenciamento no serviço cirúrgico: os cuidados pré e pós-operatório. O estudo verifica se a força de trabalho direcionada para cada especialidade está adequada à demanda. [Dexter e O'Neil 2005] empregam DEA como ferramenta de benchmark para verificar a possibilidade de aumentar a capacidade cirúrgica de diferentes especialidades, tais como: nefrectomia, ressecção pulmonar, histerectomia, substituição de quadril.

Com um prisma de investigação semelhante, [Basson e Butler 2006] focam no desempenho dos centros cirúrgicos em hospitais de veteranos. O estudo varia os outputs objetivando identificar diferentes tipos de eficiência. Os resultados apontam que a avaliação por meio de DEA representa um cenário mais realista do que métricas mais simples como o número de cirurgias por sala de operação.

As considerações desenvolvidas por [Iyengar e Ozcan 2009] e [Lewis et al. 2011] se debruçam sobre a eficiência de Centros Ambulatoriais de Cirurgia. [Iyengar e Ozcan 2009] analisam essas instituições sob a ótica do mix de serviços oferecidos. Os autores consideram que quanto maior a idade do paciente, maior a complexidade do procedimento cirúrgico. Já o segundo estudo propõe uma metodologia de duas etapas, considerando o uso de DEA e multicritério para calcular a eficiência dos procedimentos e otimizar o mix de serviços oferecidos.

Sob a ótica de custos, [Nakata et al. 2015] adotam DEA para verificar se as mudanças de tarifação dos serviços de saúde no Japão refletem a utilização de recursos. Os autores propuseram uma abordagem diferenciada de avaliação, considerando o cirurgião com maior qualificação em cada cirurgia como DMU. Nesse caso, identificou-se quais foram os cirurgiões e as especialidade mais eficientes.

Os estudos mais recentes propõem a combinação de DEA com outras técnicas com o objetivo de investigar diferentes ângulos do setor. [Ketabi et al. 2015] combinaram AHP e DEA para verificar a eficiência no uso dos centros cirúrgicos pelas diversas especialidades do hospital. AHP fornece a importância dos atributos, enquanto DEA verifica a eficiência dos setores e dos cirurgiões. [Girginer et al. 2015] combinam DEA e Grey Relational Analysis. DEA fornece a eficiência dos serviços e GRA identifica os fatores que mais interferem no desempenho.

Por outro lado, [Garurova e Korony 2016] averiguam a eficiência de cirurgias diárias. Esse tipo de cirurgia consiste em operações que não exigem cuidados intensos de pós-operatório, ou seja, consistem em procedimentos pouco invasivos. A análise distingue entre pacientes adultos e pediátricos, utilizando os modelos clássicos e FDH como ferramentas de avaliação. Para concatenar outros estudos da área, a Tabela 1 representa uma sistematização com estudos na perspectiva de cirurgias hospitalares.

É importante notar que os estudos supracitados contemplam diferentes tipos de cirurgias, em diferentes especialidades. Todavia, a aferição de um tipo específico de cirurgia e com alto impacto na qualidade de vida dos pacientes é pouco investigado: os transplantes. Os transplantes consistem em operações em que um órgão ou tecido de um receptor é repostado por outro em condições normais advindo de um doador vivo ou morto.

O estudo de [Protas 1989] foi um dos percussores em propor métricas para avaliar o desempenho de transplantes. Em suas considerações sobre Organizações de Captação de Órgãos (OPO's) americanas, o autor propõe cinco métricas de avaliação: referência de potenciais doadores

per capita, taxas de permissão de famílias doadoras, rim e órgãos não-renais doados per capita e a taxa de rins descartados.



Tabela 1: Aplicações de DEA para a medida de eficiência cirúrgica

Autores	Input											Output											Modelo	Dados					
	Equipe Médica	Funcionários de Tempo Integral	Leitos	Turnover de Leitos	Cirurgiões	Índice de Tecnologia	Equipe	Não Utilização	Tempo de Operação	Demanda Cirúrgica Local	Faturamento	Centros Cirúrgicos Equipados	Número de Altas	Pacientes Admitidos	Consulta Ambulatorial	Número de Altas	Número de Operações	Volume de Casos	Consumo de Recursos	Visitas Cirúrgicas	Taxa de Complicações	Taxa de Ensino			Mortalidade/Infecção	Reembolsos	Artigos de Pesquisa	Taxa Cirúrgica	Tempo Utilizado do Centro Cirúrgico
[Harper et al. 2001]	•	•											•	•														CCR/BCC	31 hospitais (1998-2000)
[Dexter e O'Neil 2004]			•		•	•			•			•			•													CCR	115 hospitais (2001)
[O'Neil e Dexter 2004]			•		•							•				•												CCR	53 hospitais (1998)
[O'Neil e Dexter 2005]			•		•	•			•						•													MFE/NRSE	115 hospitais (2001)
[Bason e Butler 2006]					•		•					•												•		•		BCC	23 hospitais (2004-2005)
[Iyengar e Ozcan 2009]			•									•						•										BCC	198 ASC's (2006)
[Lewis et al. 2011]	•						•				•											•		•				BCC	100 procedimentos (2007)
[Nakata et al. 2015]	•								•																	•		CCR	1 hospital (2014)
[Ketabi et al. 2015]					•				•								•				•	•			•			CCR/SE	1 hospital (2009)
[Girginer et al. 2015]					•	•		•						•	•													BBC	1 hospital (2013)
[Gavurova e Korony 2016]			•												•													BCC	8 regiões (2009-2014)

[McKinney et al. 1998] avançam nas considerações de [Protas 1989] visando avaliar o desempenho das OPO's americanas. Os autores propõem a utilização dos seguintes indicadores: doadores de órgãos por milhão de população, órgãos procurados por milhão de população, órgãos adquiridos por doador, referência de doadores por milhão de população e taxa de descarte de órgãos. Apesar de serem métricas importantes, são utilizadas de forma limitada e não conseguem indicar performance global [Ozcan et al. 1999].

Mediante tal limitação desses indicadores, [Ozcan et al. 1999] propõem a utilização de DEA na avaliação de desempenho de transplantes, devido a habilidade da técnica em lidar com múltiplos inputs e outputs, assim como sua comprovada eficácia no setor da saúde. Em suas ponderações, os autores empregam como outputs, o número de rins colhidos e o número de órgãos extra renais. Os inputs considerados foram o índice de formalização de desenvolvimento dos hospitais, o desenvolvimento integral dos hospitais, outras medidas integrais e as despesas operacionais excluindo salários, todos os dados referentes a 1994.

Estudos sobre a realidade brasileira também foram desenvolvidos, [Marinho e Cardoso 2007] e [Marinho 2009] analisaram com abrangência nacional todos os tipos de transplante de forma agregada. Os autores empregaram os modelos clássicos de DEA nas inquirições de eficiência. Em estudo mais recente, [Costa et al. 2014] investigam a situação dos transplantes de rim nos estados e no DF no período de 2006-2011 por meio de SBM-DEA e do índice Malmquist. Os resultados apontam redução de eficiência em alguns estados e grande variabilidade entre os estados.

Sob uma ótica distinta de eficiência, [Misiunas et al. 2016] abordam as questões dos transplantes sob a visão da compatibilidade entre receptor e doador. Os autores combinam DEA e



redes neurais com o propósito de realizar tal verificação. DEA realiza um pré-processamento dos dados, segregando DMU's eficientes e ineficientes, posteriormente realiza-se o treinamento das redes com as DMU's eficientes para prever o status funcional do receptor de órgão.

Mediante os estudos supracitados, é plausível notar a contínua necessidade de estudos na área de transplantes no Brasil. Duas razões se destacam para corroborar essa afirmação: o custeio pelo SUS e a importância desse serviço para a sobrevivência e qualidade de vida dos pacientes.

No Brasil, a maioria dos transplantes são custeados pelo SUS. Em tempos modernos, a população tem exigido cada vez mais o uso do recurso público ser melhor aplicado na distribuição de serviços para a população. Logo, os impostos pagos necessitam ser reinvestidos de maneira mais adequada para o bem-estar da população, bem como oferecer uma transparência dos gastos. Nessa temática de transplantes, em muitos casos, a cirurgia é o único procedimento de sobrevivência dos pacientes, em que em muitos casos, o paciente não disponibilidade de recursos financeiros para arcar com o procedimento cirúrgico. Assim, a melhor distribuição desses serviços para a população implicará no prolongamento de mais vida na sociedade brasileira.

Alguns estudos já realizaram indagações quanto ao desempenho desse serviço. Nessas abordagens, os autores respaldaram-se no CCR, BCC e SBM como modelos de análise, assim como focaram em um tipo de transplante ou analisam os diferentes tipos de transplante de forma agregada.

Mediante as considerações supracitadas, o presente estudo se diferencia dos demais por adotar o modelo NDEA com configuração em paralelo. Este modelo contempla diferentes combinações de procedimento cirúrgico de transplante em cada unidade federativa. Isso possibilita fornecer um benchmark mais preciso, identificando os tipos de transplante que carecem de maior atenção e quais combinações se apresentam mais eficientes possibilitando melhorias nas plataformas de políticas públicas nacionais.

### 3. Método

No presente desenvolvimento, propõe-se uma avaliação quantitativa da eficiência para cinco tipos diferentes de transplantes (fígado, rim, coração, pulmão e pâncreas). Nesse intuito, foram coletados dados disponibilizados em duas bases de dados: Sistema de Informações Hospitalares (SIH) do SUS e Associação Brasileira de Transplantes de Órgãos (ABTO).

Dentre as abordagens quantitativas, escolheu-se a Análise Envoltória de Dados (DEA) como técnica de avaliação. Como mencionado previamente, a diversidade de estudos na área comprova a aplicabilidade e capacidade da técnica em abranger as diversas facetas do setor estudado [Liu et al. 2013].

Portanto, este artigo busca continuar as observações realizadas por [Marinho e Cardoso 2007], [Marinho 2009] e [Costa et al. 2014] para avaliar a eficiência dos transplantes de rim, fígado, pulmão, coração e pâncreas por meio de um modelo de redes com estrutura em paralelo da Análise Envoltória de Dados. Esta avaliação fornece uma ferramenta gerencial no intuito de balizar a plataformas de políticas públicas.

Objetiva-se compreender a eficiência dos estados, dos tipos de transplante e das combinações de transplantes encontradas ao longo de todo o território nacional. O horizonte da investigação contempla todos os meses do ano de 2015. Em razão das diferentes combinações de transplantes realizadas por estado, adotou-se um modelo em redes com estrutura em paralelo. Como objetiva-se a mensuração de eficiência por tipo de transplante, como também dos estados, adotou-se a modelagem de [Kao 2009], descrita na Equação 1, como a mais oportuna à conjectura explorada.

Onde  $r$  é a utilidade do input;  $u$  é a utilidade do output;  $X_{ik}$  é o somatório de todos os insumos  $i$  da DMU  $k$ ;  $Y_{rk}$  é o somatório de todos os produtos  $r$  da DMU  $k$ ;  $s_k$  é a variável

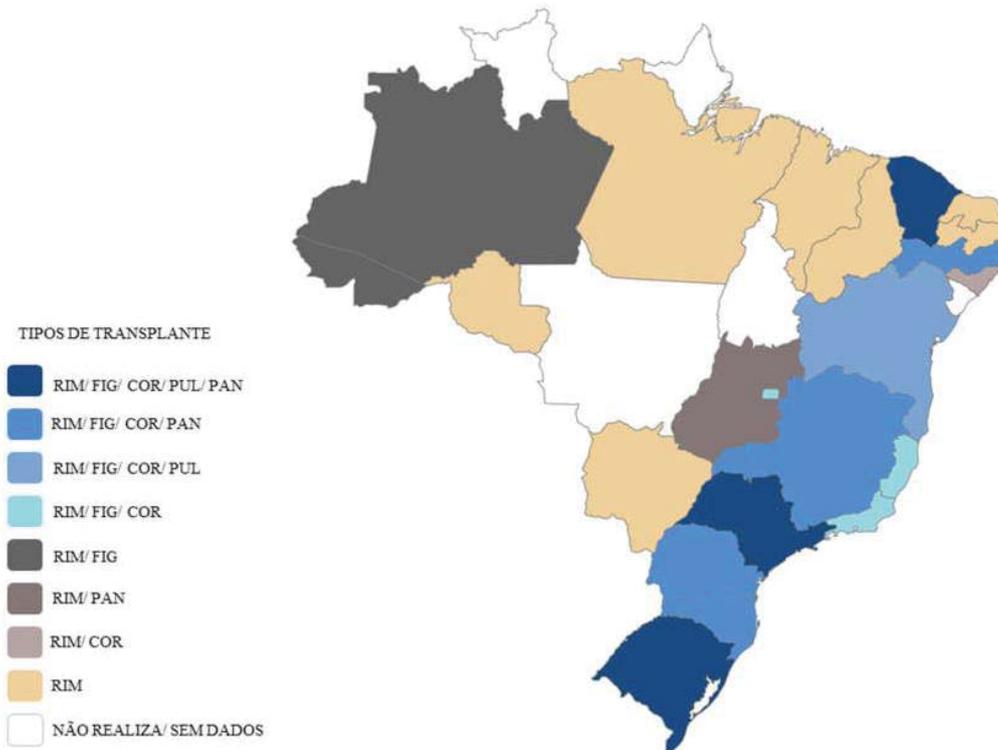
de folga de cada subprocesso da DMU  $k$ . Em casos onde as DMU's possuam diferentes quantidades de divisões, substitui-se  $q$  por  $q_j$ . Mediante a realização dos cálculos referentes a Equação 01 é possível calcular a eficiência de cada uma das subdivisões da DMU com o auxílio da Equação 02.



$$\begin{aligned}
 \text{min.} \quad & \sum_{p=1}^q s_k^p, \\
 \text{s.t.} \quad & \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} = 1, \\
 & \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk}^p - \sum_{i=1}^m v_i X_{ik}^p + s_k^p = 0, \quad p = 1, \dots, q, \\
 & \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj}^p - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij}^p \leq 0, \quad p = 1, \dots, q, \quad j = 1, \dots, n, \quad j \neq k, \\
 & u_r, v_i \geq \varepsilon, \quad r = 1, \dots, s, \quad i = 1, \dots, m.
 \end{aligned}
 \tag{Equação 1}$$

$$1 - \frac{s_{kv}}{\sum_{i=1}^m \Gamma_i X_{ik}}
 \tag{Equação 2}$$

Com o propósito de desenvolver uma análise a nível nacional, foram selecionados 21 estados brasileiros que realizam transplantes, além do Distrito Federal. A DMU é representada por cada estado. Com o intuito de evitar o uso de técnicas para tratar dados faltantes, foram excluídas da análise, a única DMU que realizava transplante de coração realizado no Espírito Santo e na Bahia no ano de 2015, pois os dados financeiros não estavam disponíveis no sistema do SUS. A Figura 1 ilustra as combinações de transplante nos estados brasileiros.



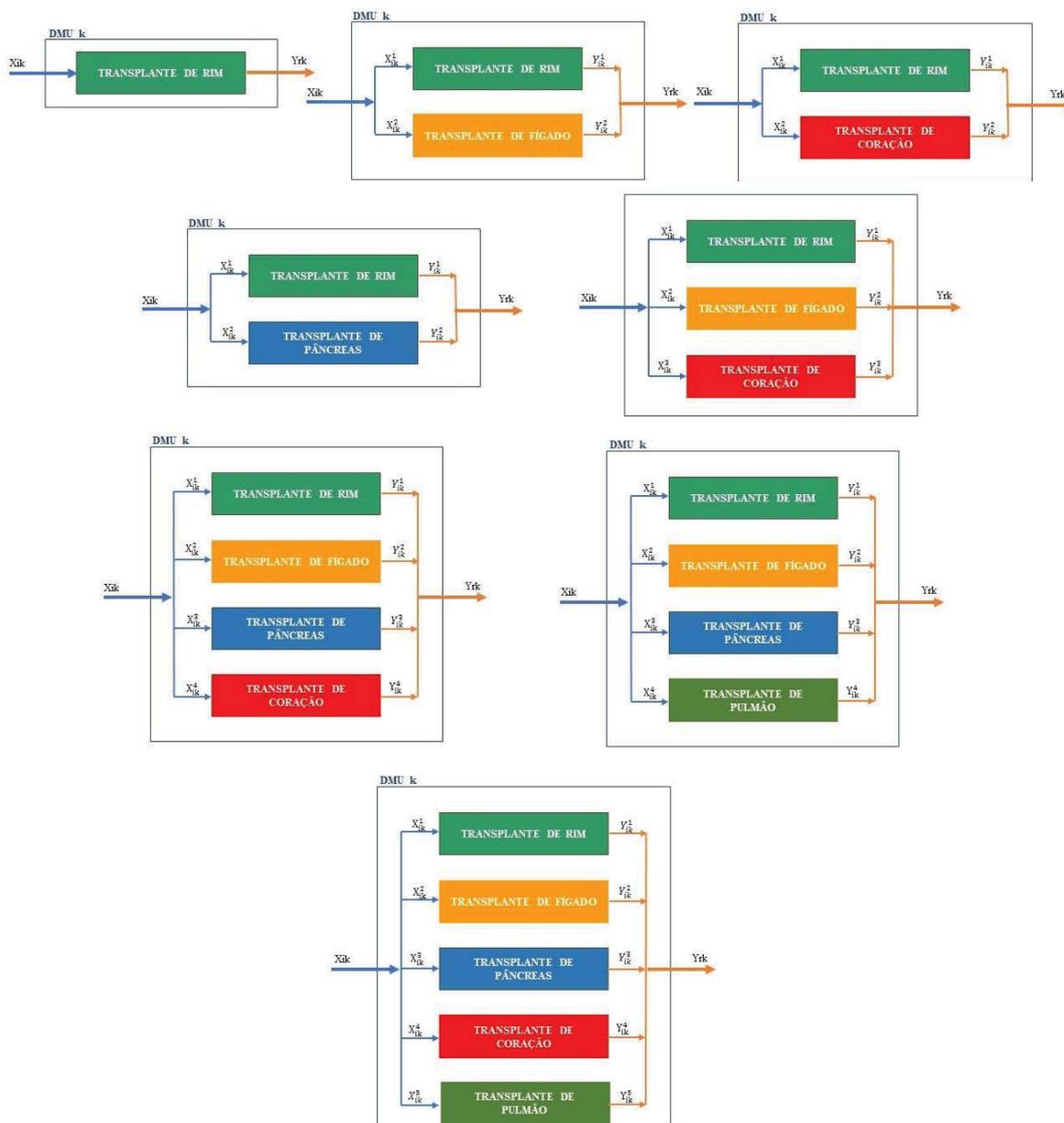
**Figura 1** – Mapa de combinações de transplantes no Brasil

Como *input* do modelo, foi utilizado o gasto total por tipo de transplante realizado. Os códigos dos procedimentos referentes a transplante de rim, fígado, pulmão, coração e pâncreas foram inseridos no sistema para obtenção dos valores totais de gastos. Todavia, o sistema do SUS disponibiliza apenas dados financeiros. Mediante tal limitação, ocorreu uma triangulação dos dados



financeiros com dados quantitativos disponibilizados trimestralmente pela ABTO. Como *output*, foi empregado o número de transplantes realizados de cada um dos cinco tipos analisados.

A complexidade do sistema exige agrupamento dos estados pela mesma modalidade de procedimentos cirúrgicos. Assim, adotou-se configuração em paralelo, em oito tipos de análise agregada por estado. A Figura 2 exibe as diferentes estruturas a serem assumidas pelas DMU's, detalhando cada análise de eficiência por tipo de procedimento cirúrgico realizado pelo SNT.



**Figura 2** – As oito combinações das modelagens investigadas para os processos cirúrgicos

Frente ao exposto, avaliou-se as diferentes combinações dos estados que realizam transplante de: (1) rim, totalizando sete DMUs; (2) rim e coração; com uma DMU; (3) rim e pâncreas; com uma DMU; (4) rim e fígado; duas DMUs; (5) Rim, fígado e coração; três DMUs;



(6) rim, fígado, coração e pulmão; uma DMU; (7) rim, fígado, coração e pâncreas; quatro DMUs; (8) rim, fígado, coração, pulmão e pâncreas; três DMUs.

Por fim, para a escolha da orientação do modelo, considerou-se o caráter social do serviço prestado. Objetiva-se manter os gastos atuais fixos, realizando um maior número de transplantes. Além disso, as filas de espera existem, são grandes e ainda muito demoradas, desse modo, a orientação oposta não traria resultados sociais positivos para análise adotada.

#### 4. Resultados

Os resultados de eficiência geral dos estados obtidos com o modelo de redes com configuração em paralelo estão expostos na Figura 3. Os valores de eficiência encontrados foram muito baixos, tendo por média 15,18%. Além disso, destaca-se que nenhum estado foi considerado eficiente e nenhum desses obtiveram eficiência maior do que 50%. Os cinco estados com o maior desempenho foram: Amazonas (47,21%), Rio Grande do Norte (25,23%), Pará (20,37%), Maranhão (20,27%) e Mato Grosso do Sul (19,90%).

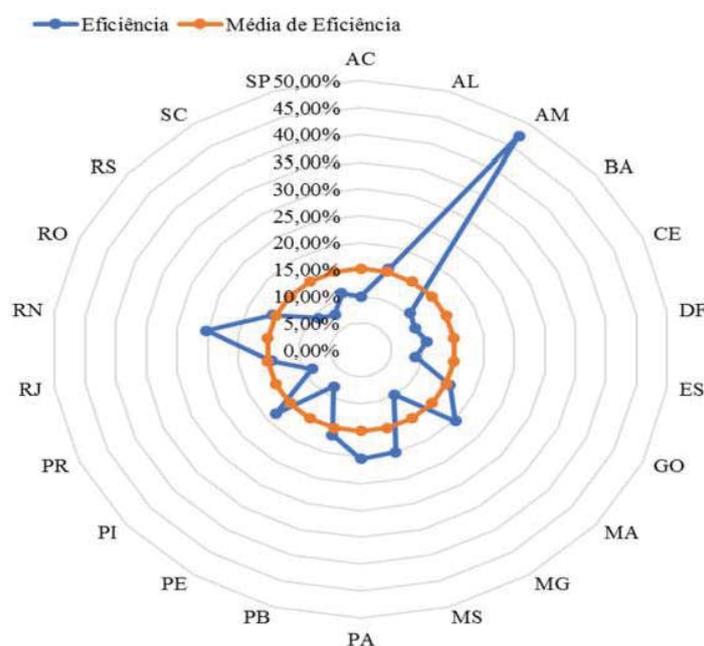


Figura 3 – Eficiência dos estados considerando todas as combinações de transplante

Valores baixos como os encontrados, indicam que mudanças são extremamente necessárias e devem continuar ocorrendo, objetivando melhorias no desempenho do SNT. Foram obtidas variações significativas de eficiências entre os estados, essa constatação apresenta caráter preocupante, indicando impacto significativo das gestões locais no desempenho desses processos.

Os resultados de eficiência por tipo de transplante constam na Figura 4. Também são verificados baixos valores médios e grandes variabilidades nos cinco tipos de transplante investigados. Posteriormente a esta análise, foi verificada a eficiência média das oito combinações de tipos de transplantes encontradas nos estados brasileiros. O propósito foi verificar se uma combinação específica de tipos de transplantes possibilita um melhor desempenho no intuito de realizar proposições que possam balizar os gestores na busca por melhorias no SNT.

Avaliando o aspecto social, a combinação que forneceria uma melhor assistência a população seria a de cinco tipos de transplante por estado. O que forneceria atendimento a todos os pacientes que necessitam desse tipo de serviço. Essa configuração pode ser analisada a longo prazo e utilizada como configuração ideal para os planejamentos de expansão do SNT.



Figura 4 – Painel de eficiência dos estados por tipo de transplante



Além de fornecer uma configuração mais igualitária de serviços, ela possibilita também evitar um sobre carregamento de outros estados. A migração para centros maiores de atendimento é um fenômeno conhecido no sistema de saúde público brasileiro. Essa situação impacta negativamente no desempenho, a regionalização dos serviços constitui em uma opção para mitigar esse problema. Essa situação pode explicar os baixos resultados de eficiência de estados como: São Paulo, Ceará e Rio Grande do Sul, os únicos no país que realizam todos os tipos de transplante.

De acordo com os resultados obtidos na análise, observou-se que os valores médios de eficiência decrescem ao passo que aumentam os tipos de transplantes por estado. Isso significa que uma maior especificidade de serviços propicia melhores atendimentos a população. Quando o estado oferece apenas o tipo de procedimento cirúrgico de rim ou quando oferece o tipo de procedimento combinado de rim e fígado, os resultados constataram o maior índice de eficiência obtido no panorama brasileiro. Essa elevada eficiência pode ser traduzida devido a maior disponibilidade de oferta desses tipos de órgãos. Uma vez que pode ser utilizado doadores vivos, bem como doadores falecidos. Além disso, outra justificativa é encontrar um doador compatível de forma mais rápida devido aos laços consanguíneos.

Em outra perspectiva, o sistema nacional de transplantes necessita de política pública de expansão. Essas formulações de política deviriam propor a criação de centros especializados para oferecer a população um ou dois tipos de transplantes. Nesse processo de diagnóstico, o plano de ação deve iniciar onde existe a menor oferta desses serviços, como é sinalizado para as regiões Norte e Centro-Oeste do país. A política pública também deve contemplar um balanceamento de oferta dos serviços nas macrorregiões. O intuito desse balanceamento é minimizar a distância percorrida pela população. Assim, esse novo balanceamento tenciona a reduzir a superlotação em grandes centros, pois a população migra em busca dos serviços escassos.

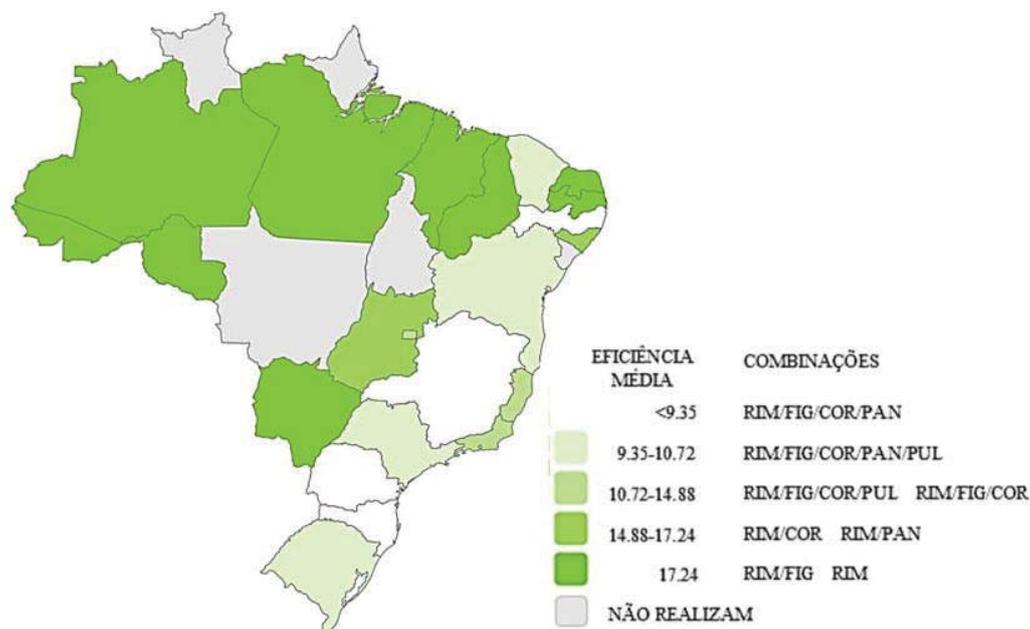


Figura 5 – Painel de eficiência média das combinações de tipo de transplante nos estados

## 5. Conclusões

Esta pesquisa foi desenvolvida com o propósito de analisar de forma mais detalhada e aprofundada a eficiência do SNT. Os estados com melhor desempenho, assim como os tipos de transplantes realizados de forma mais eficientes e as localidades onde isso ocorre foram identificados. Nessas considerações, o foco da análise foram cinco tipos de transplante: rim, fígado, coração, pulmão e pâncreas.



Enquanto as considerações de [Marinho e Cardoso 2007] verificam os transplantes de forma agregada e [Costa et al. 2014] focam apenas no procedimento de transplante de rins, o presente estudo continua com escopo nacional, todavia considera as particularidades de cada estado e de cada tipo de transplante. Com os avanços metodológicos, esta pesquisa vem a preencher uma lacuna da literatura nacional, bem como internacional pelo modelo proposto empregado na análise NDEA em paralelo.

Os resultados obtidos apontam baixa eficiência, assim como disparidades nacionais. Essas disparidades são verificadas tanto a nível de eficiência, como a nível de disponibilidade dos serviços em cada região. As regiões Norte e Centro-Oeste não possuem disponibilidade de todos os tipos de transplante, sendo necessário o deslocamento da população para outras regiões a fim de obter os serviços, o que acarreta uma sobrecarga nas outras regiões.

As delimitações dessa pesquisa são centradas não apenas pela disponibilidade de profissionais e de uma boa infraestrutura ofertada pelo governo, pois o número de procedimentos cirúrgicos de transplantes depende diretamente do processo de captação de órgãos. Apesar dos números apontarem aumento nas doações, esse tipo de registro no sistema ainda não é capaz de atender a demanda existente, pois o sistema de captação de órgão brasileiro tem diversas restrições burocráticas até finalizar a doação para o paciente. Além das restrições burocráticas, esse sistema de doação ainda contempla outra limitação que reside em problemas culturais. Nesse caso, até que a família do paciente recém falecido resolva doar os órgãos, em muitos casos, esse tempo de resposta é tardio o que inviabiliza o transplante para salvar novas vidas.

Para futuros trabalhos, esta pesquisa apresenta novas possibilidades de extensão. No processo de modelagem, o DNDEA pode ser aplicado para avaliar o processo de captação de órgãos, bem como o processo cirúrgico de transplante ao longo do tempo. Com os resultados obtidos dessa modelagem, o sistema nacional de transplante pode absorver essas análises e integrar com o panorama fornecido trimestralmente dos procedimentos cirúrgicos realizados no Brasil.

Após a reunião dessas informações, o desenvolvimento de um portal para administração dessa análise se torna essencial para os gestores realizarem as tomadas de decisões num curto prazo de tempo a fim de identificar as melhores práticas realizadas e ainda conseguir formular um plano de ação proativo para diminuir as restrições do sistema brasileiro de saúde.

## Referências

- Amado, C. A. da E. F., e Santos, S. P. dos. (2009). Challenges for performance assessment and improvement in primary health care: The case of the Portuguese health centres. *Health Policy*, 91:43–56.
- Basson, M. D., e Butler, T. (2006). Evaluation of operating room suite efficiency in the Veterans Health Administration system by using data-envelopment analysis. *The American Journal of Surgery*, 192:649–656.
- Castelli, L., Pesenti, R., e Ukovich, W. (2004). DEA-like models for the efficiency evaluation of hierarchically structured units. *European Journal of Operational Research*, 154:465–476.
- De-Pablos-Heredero, C., Fernández-Renedo, C. e Medina-Merodio, J.-A. (2015). Technical Efficiency and Organ Transplant Performance: A Mixed-Method Approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12:4869–4888.
- Dexter, F., e O'Neill, L. (2004). Data Envelopment Analysis to Determine by How Much Hospitals Can Increase Elective Inpatient Surgical Workload for Each Specialty. *Anesthesia & Analgesia*, 99:1492–1500.
- Gavurova, B., e Korony, S. (2016). Efficiency of day surgery in Slovak regions during the years 2009-2014. *Economic Annals-XXI*, 159(5–6):80–84.



- Girginer, N., Köse, T., e Uçkun, N. (2015). Efficiency Analysis of Surgical Services by Combined Use of Data Envelopment Analysis and Gray Relational Analysis. *Journal of Medical Systems*, 39(56).
- Harper, J., Hauck, K., e Street, A. (2001). Analysis of costs and efficiency in general surgery specialties in the United Kingdom. *HEPAC*, 2:150–157.
- Iyengar, R. N., e Ozcan, Y. A. (2009). Performance evaluation of ambulatory surgery centres: an efficiency approach. *Health Services Management Research*, 22:184–190.
- Kao, C. (2009). Efficiency measurement for parallel production systems. *European Journal of Operational Research*, 196(3):1107–1112.
- Ketabi, S., Shahin, H. G. S., Mahnam, M., Soltanolkottabi, e M., Moghadam, S. A. H. Z. (2015). Surgical services efficiency by data envelopment analysis. *Benchmarking: An International Journal*, 22(6):978–993.
- Kontodimopoulos, N., e Niakas, D. (2006). A 12-year Analysis of Malmquist Total Factor Productivity in Dialysis Facilities. *Journal of Medical Systems*, 30:333–342.
- Lewis, H. F., Sexton, T. R., e Dolan, M. A. (2011). An Efficiency-Based Multicriteria Strategic Planning Model for Ambulatory Surgery Centers. *Journal of Medical Systems*, 35:1029–1037.
- Marinho, A., Cardoso, S. de S., e Almeida, V. V. de. (2010). Disparidades nas filas para transplantes de órgãos nos estados brasileiros. *Cadernos de Saúde Pública*, 26(4):786–796.
- Marinho, A., Cardoso, S. de S., e Almeida, V. V. de. (2011). Efetividade, produtividade e capacidade de realização de transplantes de órgãos nos estados brasileiros. *Cadernos de Saúde Pública*, 27(8):1560–1568.
- Nakata, Y., Yoshimura, T., Watanabe, Y., Otake, H., Oiso, G., e Sawa, T. (2015). Resource utilization in surgery after the revision of surgical fee schedule in Japan. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, 28(6):635–643.
- O'Neill, L., e Dexter, F. (2005). Methods for Understanding Super-Efficient Data Envelopment Analysis Results with an Application to Hospital Inpatient Surgery. *Health Care Management Science*, 8(1):291–298.
- O'Neill, L., e Dexter, F. (2004). Market Capture of Inpatient Perioperative Services Using DEA. *Health Care Management Science*, 7:263–273.
- Silva, S. B., Affonso, C., Araújo, S., e Rocha, E. (2016). Uma comparação dos custos do transplante renal em relação às diálises no Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 32(6):1–13.
- Siqueira, M. M., Araujo, C. A., Roza, B. D. A., e Schirmer, J. (2016). Indicadores de eficiência no processo de doação e transplante de órgãos: revisão sistemática da literatura. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 40(2):90–97.