

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO COPPEAD DE ADMINISTRAÇÃO

BRUNA ROCHA VIEIRA NUNES

**Análise dos fatores que impactam a eficiência de unidades de terapia
intensiva**

Rio de Janeiro

2016

BRUNA ROCHA VIEIRA NUNES

**Análise dos fatores que impactam a eficiência de unidades de terapia
intensiva**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração, Instituto COPPEAD de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Administração.

Orientador: Prof^a. Claudia Affonso Silva Araújo,
D.Sc.

Rio de Janeiro

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

CIP - Catalogação na Publicação

N972a Nunes, Bruna Rocha Vieira
Análise dos fatores que impactam a eficiência de unidades de terapia intensiva / Bruna Rocha Vieira Nunes. -- Rio de Janeiro, 2016.
131 f.

Orientador: Claudia Affonso Silva Araújo.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto COPPEAD de Administração, Programa de Pós-Graduação em Administração, 2016.

1. Análise - Eficiência organizacional. 2. Serviços de saúde. 3. Administração - Teses. I. Araújo, Claudia Affonso Silva, orient. II. Título.

BRUNA ROCHA VIEIRA NUNES

**Análise dos fatores que impactam a eficiência de unidades de terapia
intensiva**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração, Instituto COPPEAD de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Administração.

Aprovado por:

Prof^a. Claudia Affonso Silva Araújo, D.Sc. (Orientador)
UFRJ/Instituto COPPEAD

Prof. Eduardo Raupp de Vargas, D.Sc.
UFRJ/Instituto COPPEAD

Prof. Rafael Paim Cunha Santos, D.Sc.
CEFET-RJ/Engenharia de Produção

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, que sempre esteve ao meu lado, me dando todo o apoio necessário em meus estudos. Eles foram essenciais para o ingresso e conclusão do meu mestrado em uma instituição de ensino de excelência.

À minha mãe, agradeço pelo amor incondicional, por todo o suporte emocional e por ser a maior torcedora de meu sucesso.

Ao meu pai, agradeço por ser um grande incentivador em meus estudos e por sempre acreditar em mim.

À minha irmã, agradeço pelos momentos de descontração, por sempre me ajudar quando preciso e por ser minha grande admiradora.

Ao Hugo, meu marido, por ter incentivado meu ingresso no COPPEAD, por me ouvir em todos os momentos, por estar disposto a me ajudar em qualquer hora, por toda a paciência que teve comigo ao longo desses dois últimos anos, por todo amor, pelo grande apoio e por estar sempre comigo.

Aos meus tios, por estarem sempre presentes e torcerem pelo meu êxito e aos meus sogros, por toda a preocupação e apoio durante o mestrado.

Aos meus amigos, por compreenderem meus momentos de ausência ao longo dos últimos dois anos.

À turma do COPPEAD 2014, por compartilharem experiências únicas e intensas, pelos momentos de estudo e trocas e pelo convívio ao longo do mestrado.

A todos os professores da instituição, pelos ensinamentos passados e pela forma de conduzir as aulas, sendo fundamentais em uma formação profissional de grande excelência.

À minha orientadora Cláudia Araújo, por confiar a elaboração dessa pesquisa a mim, acreditando em minha capacidade e conduzindo todo o estudo com dedicação e paciência.

A AMIL e sua equipe, por fornecerem os dados dessa pesquisa e por todas as discussões sobre o tema deste estudo, que foram muito enriquecedoras e contribuíram para uma pesquisa de maior qualidade.

Ao pesquisador Hervé Leleu e ao professor Alexandre Marinho, por dedicarem tempo no auxílio de dúvidas em minha pesquisa.

A toda equipe da secretaria acadêmica do COPPEAD, que sempre foi muito prestativa e que sempre esteve disposta em auxiliar a construir um ambiente de estudo agradável.

RESUMO

ROCHA VIEIRA NUNES, BRUNA. **Análise dos fatores que impactam a eficiência de unidades de terapia intensiva.** Orientador: Claudia Affonso Silva Araújo. Rio de Janeiro: COPPEAD/UFRJ, 2016. Dissertação (Mestrado em Administração).

Unidades de Terapia Intensiva (UTIs) são fundamentais no tratamento e recuperação de pacientes gravemente doentes. Entretanto, a realidade das UTIs brasileiras aponta para a existência de inúmeros problemas, que acabam por afetar, de forma negativa, sua eficiência, comprometendo o tratamento dos pacientes criticamente doentes. Nesse sentido, o estudo dos fatores que impactam a eficiência de unidades de terapia intensiva é de extrema relevância, pois uma vez identificados tais fatores e conhecida a forma como eles afetam a eficiência de UTIs, as mesmas podem ser melhores administradas, sendo mais eficientes. Dessa forma, o objetivo desta pesquisa foi verificar, dentre um conjunto de fatores, quais têm impacto na eficiência de uma unidade de terapia intensiva e de que forma este impacto ocorre. Para tanto, primeiramente, foram mensuradas, através do método de Análise Envoltória de Dados (DEA), as eficiências de um grupo de 22 UTIs pertencentes a uma importante seguradora de saúde privada brasileira. A obtenção de escores de eficiência operacional e de escala para cada UTI do grupo permitiu a comparação entre as UTIs e a identificação daquelas mais eficientes, as chamadas *benchmark*, cujas características podem ser replicadas para as UTIs menos eficientes do grupo. Além disso, o método mostrou, através da análise de *slacks*, que o recurso que apresenta maior ociosidade é o número de profissionais de enfermagem. Em seguida, a pesquisa procedeu ao segundo estágio do modelo, a regressão truncada com *Bootstrap*, na qual foi verificado o impacto de certas variáveis contextuais (percentual de pacientes ventilados, média da pontuação SAPs III dos pacientes internados e grau de verticalização da UTI) nos escores de eficiência das unidades de terapia intensiva. Os resultados confirmam as hipóteses de que o percentual de pacientes ventilados impacta negativamente os escores de eficiência da UTI e o grau de verticalização da UTI tem impacto positivo na eficiência da mesma.

Palavras chave: Unidades de Terapia Intensiva, Eficiência, DEA, Regressão truncada com *Bootstrap*.

ABSTRACT

ROCHA VIEIRA NUNES, BRUNA. **Análise dos fatores que impactam a eficiência de unidades de terapia intensiva.** Orientador: Claudia Affonso Silva Araújo. Rio de Janeiro: COPPEAD/UFRJ, 2016. Dissertação (Mestrado em Administração).

Intensive Care Units (ICUs) are essential in the treatment and recovery of critically ill patients. However, Brazilian ICUs have many problems that affect, negatively, their efficiency, compromising the treatment of seriously ill patients. This way, the study of the factors that impact the efficiency of ICUs is very important, because once they are identified and the way they impact the efficiency of the ICUs is known, the Intensive Care Units can be better managed, becoming more efficient. Thus, the aim of this research was to assess, from a set of factors, which ones have impact on the efficiency of an Intensive Care Unit and how this impact occurs. Therefore, first, it was measured, through the method of Data Envelopment Analysis (DEA), the efficiency of 22 ICUs belonging to a major private health Brazilian insurer. The attainment of operational and scale efficiency scores for each ICU of the group allowed the comparison of the ICUs and the identification of the most efficient ones, the benchmarks, whose characteristics can be replicated to the less efficient ICUs of the group. Besides that, the method showed, through the slack analysis, that nursing professionals are the most idle resource. Then, the research proceeded to the second stage of the model, the Truncated Regression with Bootstrap, in which it was assessed the impact of certain contextual variables (percentage of mechanical ventilated patients, SAPs score mean of ICU patients and degree of ICU verticalization) in the ICUs efficiency scores. The results supported the hypothesis that the percentage of mechanical ventilated patients impacts negatively in the ICUs efficiency scores and that the degree of ICU verticalization impacts positively in its efficiency.

Key Words: Intensive Care Units, Efficiency, DEA, Truncated Regression with *Bootstrap*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema representativo da busca dos artigos contidos na revisão de literatura desta pesquisa.....	120
---	-----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Medidas de eficiência orientadas a <i>input</i> e a <i>output</i>	61
Gráfico 2: Fronteiras de Eficiência nos Modelos CRS e VRS	68
Gráfico 3: <i>Boxplot</i> dos escores de eficiência do modelo CRS	80
Gráfico 4: <i>Boxplot</i> dos escores de eficiência do modelo VRS.....	80
Gráfico 5: Eficiência das UTIs de acordo com o modelo CRS	82
Gráfico 6: Eficiência das UTIs de acordo com o modelo VRS	82
Gráfico 7: Escore Médio de Eficiência Modelo CRS	85
Gráfico 8: Escore Médio de Eficiência Modelo VRS.....	86
Gráfico 9: Eficiência de Escala das 22 UTIs da AMIL no RJ e em SP	87
Gráfico 10: Matriz de Eficiência CRS x VRS	88
Gráfico 11: Distribuições da quantidade de UTIs segundo fonte pagadora	112
Gráfico 12: Distribuições da quantidade de UTIs segundo fonte mantenedora	112
Gráfico 13: Distribuições da quantidade de UTIs pelas regiões brasileiras	113
Gráfico 14: Distribuições da quantidade de leitos pelas regiões brasileiras.....	113
Gráfico 15: Beneficiários de planos de assistência de saúde no Brasil (2000 a 2015)	116
Gráfico 16: Proporção da população de cada Unidade de Federação coberta por planos de saúde (Dezembro de 2012)	117
Gráfico 17: Gráfico de Barras – Número de Médicos.....	128
Gráfico 18: Gráfico de Barras – Número de Profissionais de Enfermagem	128
Gráfico 19: Gráfico de Barras – Número de Leitos.....	129
Gráfico 20: Gráfico de Barras – Número de Altas	129
Gráfico 21: Gráfico de Barras – Taxa de Mortalidade Ajustada (SMR).....	130

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Resumo dos fatores de impacto na eficiência de UTIs da literatura	48
Quadro 2: Unidades de Referência ou Pares Eficientes - Modelo CRS - de cada DMU	91
Quadro 3: Unidades de Referência ou Pares Eficientes - Modelo VRS - de cada DMU	92
Quadro 4: Informações sobre especialistas de UTIs do grupo AMIL	115

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estatísticas Descritivas das Variáveis de <i>Input</i>	76
Tabela 2: Estatísticas Descritivas das Variáveis de <i>Output</i>	76
Tabela 3: Estatísticas Descritivas das Variáveis de Controle.....	78
Tabela 4: Estatísticas Descritivas dos Escores de Eficiência dos Modelos Básicos do DEA	79
Tabela 5: Estatísticas Descritivas dos Escores de Eficiência dos Modelos Básicos do DEA (UTIs separadas de acordo com seu grau de verticalização)	83
Tabela 6: Estatísticas Descritivas dos Escores de Eficiência dos Modelos Básicos do DEA (UTIs separadas de acordo com a gravidade de seus pacientes)	84
Tabela 7: Folgas das variáveis de <i>input</i> segundo modelos CRS e VRS	94
Tabela 8: Resultados da Regressão Truncada com <i>Bootstrap</i>	96
Tabela 9: Distribuições da quantidade de UTIs pelos estados brasileiros	114
Tabela 10: Distribuições da quantidade de leitos pelos estados brasileiros	114
Tabela 11: Média de Leitos de UTI por 10.000 habitantes.....	115
Tabela 12: Beneficiários de plano de assistência médica, por tipo de contratação do plano, segundo as dez maiores operadoras por número de beneficiários (Junho de 2014).....	117
Tabela 13: Escores de Eficiência das UTIs – Modelo CRS, VRS e EE	130

LISTA DE SIGLAS

- AMIB - Associação de Medicina Intensiva Brasileira
- ANS - Agência Nacional de Saúde Suplementar
- BCC – Banker, Charnes e Cooper (Retornos Variáveis de Escala)
- CCR – Charnes, Cooper e Rhodes (Retornos Constantes de Escala)
- CRS – Constant Returns to Scale (Retornos Constantes de Escala)
- DEA – Data Envelopment Analysis (Análise Envoltória de Dados)
- DMU – Decision Making Unit (Unidade de Tomada de Decisão)
- EE – Eficiência de Escala
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IDSS - Índice de Desempenho de Saúde Suplementar
- LOS – Length of Stay (Tempo de Internação)
- MPM – Mortality Probability Model (Modelo de Previsão de Mortalidade)
- SAPs III - Simplified Acute Physiology Score (Escore Simplificado de Fisiologia Aguda)
- SFA – Stochastic Frontier Analysis (Análise da Fronteira Estocástica)
- SMR – Standardized Mortality Ratio (Taxa de Mortalidade Ajustada)
- UTI – Unidade de Terapia Intensiva
- VRS - Variable Returns to Scale (Retornos Variáveis de Escala)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA	15
1.2. OBJETIVO DO ESTUDO	19
1.3. DELIMITAÇÕES DO ESTUDO	20
1.4. ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO	22
2. REVISÃO DE LITERATURA	23
2.1. DELIMITAÇÃO DA REVISÃO DE LITERATURA	23
2.2. ANÁLISE DE EFICIÊNCIA	24
2.2.1. <i>Conceito de Eficiência</i>	24
2.2.2. <i>Medição de Eficiência</i>	26
2.2.2.1. Análise de fronteira estocástica – SFA	28
2.2.2.2. Análise envoltória de dados – DEA	30
2.3. ANÁLISE DE EFICIÊNCIA EM UNIDADES DE TERAPIA INTENSIVA	32
2.3.1. <i>Definição de Unidades de Terapia Intensiva e de Pacientes criticamente doentes</i>	33
2.3.2. <i>Estudos de eficiência na área da saúde</i>	34
2.3.2.1. Estudos de eficiência em Unidades de Terapia Intensiva	34
2.3.2.2. Aplicações de DEA em estudos de eficiência na área da saúde	38
2.3.3. <i>Unidades de Terapia Intensiva Eficientes</i>	45
2.3.4. <i>Fatores que impactam a Eficiência nas UTIs</i>	46
3. METODOLOGIA DE PESQUISA	50
3.1. ETAPA QUALITATIVA DA PESQUISA	50
3.2. HIPÓTESES DE PESQUISA	53
3.3. ETAPA QUANTITATIVA DA PESQUISA	54
3.3.1. <i>Base de Dados Utilizada</i>	54
3.3.2. <i>Escolha das Variáveis</i>	55
3.3.2.1. Escolha das Unidades de Tomada de Decisão (DMUs)	55
3.3.2.2. Seleção de Inputs e Outputs	57
3.3.2.3. Seleção de Variáveis de Controle ou Contextuais	59
3.3.3. <i>Método de Análise Envoltória de Dados (DEA) para análise de eficiência</i>	60
3.3.3.1. Modelo de Retornos Constantes de Escala (CRS)	63
3.3.3.2. Modelo de Retornos Variáveis de Escala (VRS)	65
3.3.3.3. Eficiência de Escala (EE)	68
3.3.4. <i>Segundo Estágio do Modelo – Regressão Truncada com Bootstrap</i>	69
3.4. LIMITAÇÕES DA PESQUISA	73
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	76

4.1.	ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS UTILIZADAS	76
4.2.	RESULTADOS DOS MODELOS BÁSICOS DO DEA	78
4.2.1.	<i>Modelo de Retornos Constantes de Escala (CRS) e Retornos Variáveis de Escala (VRS)</i>	78
4.2.2.	<i>Eficiência de Escala (EE)</i>	86
4.2.3.	<i>Análise de Unidades de Referência (Peers) e de Folgas (Slacks)</i>	90
4.3.	RESULTADOS DA REGRESSÃO TRUNCADA COM <i>BOOTSTRAP</i>	95
5.	CONCLUSÕES	100
5.1.	CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS E GERENCIAIS.....	103
5.2.	SUGESTÕES DE PESQUISAS FUTURAS	105
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
7.	ANEXOS	112
	ANEXO 1: DISTRIBUIÇÃO DA QUANTIDADE DE UTIS SEGUNDO FONTE PAGADORA E MANTENEDORA.....	112
	ANEXO 2: DISTRIBUIÇÃO DA QUANTIDADE DE UTIS E DE LEITOS PELAS REGIÕES E ESTADOS BRASILEIROS	113
	ANEXO 3: QUANTIDADE MÉDIA DE LEITOS DE UTI POR 10.000 HABITANTES	115
	ANEXO 4: INFORMAÇÕES SOBRE ESPECIALISTAS EM SAÚDE E GESTÃO EM SAÚDE DO GRUPO AMIL.....	115
	ANEXO 5: BENEFICIÁRIOS DE PLANOS DE ASSISTÊNCIA DE SAÚDE NO BRASIL (2000 A 2015)	116
	ANEXO 6: BENEFICIÁRIOS DE PLANO DE ASSISTÊNCIA MÉDICA	117
	ANEXO 7: PROPORÇÃO DA POPULAÇÃO DE CADA UNIDADE DE FEDERAÇÃO COBERTA POR PLANOS DE SAÚDE (DEZEMBRO DE 2012)	117
	ANEXO 8: INFORMAÇÕES SOBRE CRITÉRIOS DE BUSCA DOS ARTIGOS DA REVISÃO DE LITERATURA	118
	ANEXO 9: RESUMO DOS ESTUDOS QUE MENSURAM EFICIÊNCIA EM UTI	121
	ANEXO 10: GRÁFICO DE BARRAS – DISTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS DE <i>INPUT</i>	128
	ANEXO 11: GRÁFICO DE BARRAS – DISTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS DE <i>OUTPUT</i>	129
	ANEXO 12: ESCORES DE EFICIÊNCIA DAS UTIS.....	130

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização do Problema

Unidades de Terapia Intensiva (UTIs) são espaços separados, existentes em alguns hospitais e centros de saúde, que se destinam ao monitoramento e tratamento de pacientes em estado crítico de saúde ou com risco de morte. A finalidade das UTIs é fornecer assistência e observação contínua a esses pacientes, através de equipe especializada e aparelhos tecnologicamente avançados, de modo que os mesmos possam reaver suas condições de saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1998).

Indícios de meados do século XIX já apontavam para a necessidade de se separar pacientes com diferentes criticidades em seus estados de saúde. Nas guerras desse período, já se observava a realização de uma triagem, na qual os soldados mais gravemente feridos eram separados dos demais soldados, para receberem tratamento específico. Na época, foi observada uma taxa de redução da mortalidade de 40% para 2% nos campos de batalha, indicando que a triagem era importante (KELLY et al., 2014). Contudo, a primeira UTI apenas surgiu em 1953, em Copenhague, na Dinamarca, para o tratamento de pacientes que haviam contraído poliomielite (doença viral que afeta os nervos e pode causar paralisia), após uma epidemia da doença nessa época. A gravidade do estado de saúde desses pacientes, que necessitavam de ventilação e monitoramento constantes, requeria que eles fossem separados de outros pacientes menos críticos e que exigiam cuidados menos intensivos. A partir de então, outros países do mundo, percebendo a importância da separação de pacientes para que recebessem tratamentos mais específicos e adequados, tendo maiores chances de recuperação, foram estabelecendo UTIs em vários hospitais ao redor do mundo (KELLY et al., 2014).

No Brasil, a primeira UTI surgiu apenas em 1971, após um grupo de médicos de um renomado hospital de São Paulo perceber a importância de organizar uma UTI para tratar pacientes gravemente doentes. Nessa época, esses pacientes tinham poucas chances de sobrevivência, pois o conhecimento sobre doenças graves era bem menor do que o existente hoje, em 2016 (YOUNES, 2011). Além disso, os recursos eram mais limitados, não havia médicos, no Brasil, com formação em terapia intensiva e os pacientes graves não eram isolados dos demais, dividindo equipamentos, cuidados médicos e enfermeiros com outros pacientes menos críticos. Ao longo do tempo, foi-se percebendo a importância da separação dos doentes e de tratamentos diferenciados e as UTIs foram se estabelecendo no país. Ao mesmo tempo, ocorreram avanços médicos e tecnológicos, equipamentos mais avançados foram desenvolvidos,

houve maior conhecimento sobre doenças e seus tratamentos, além de maior especialização de médicos e enfermeiros. Todos esses fatores culminaram em maiores taxas de sobrevivência dos pacientes graves, internados nas UTIs (YOUNES, 2011).

De acordo com censo realizado em 2010 pela Associação de Medicina Intensiva Brasileira (AMIB), existiam, no Brasil, naquele ano, 2.342 UTIs distribuídas em 1.421 estabelecimentos, com uma quantidade total de 25.367 leitos. A maioria das UTIs tem como fonte pagadora e como unidade mantenedora instituições privadas (37,5% e 37,4%, respectivamente, como pode ser observado no anexo 1). A quantidade de UTIs e de leitos está espalhada de forma diferenciada pelo país. A região Sudeste concentra 53,8% do total de UTIs e 54,7% do total de leitos, sendo que os estados de São Paulo e do Rio de Janeiro concentram, juntos, 43,4% do total de UTIs e 44,4% do total de leitos. O anexo 2 possui informações mais detalhadas sobre esses dados (ASSOCIAÇÃO DE MEDICINA INTENSIVA BRASILEIRA, 2010).

Apesar de o Brasil, em 2016, já possuir um número maior de UTIs e de já se ter avançado muito em relação aos recursos que as unidades de terapia intensiva possuem, as UTIs brasileiras ainda revelam muitos problemas. Um deles é com relação à quantidade de leitos. De acordo com Portaria do Ministério da Saúde, a cada 10.000 habitantes na região, deve haver uma quantidade de 1 a 3 leitos de UTIs disponíveis. Dividindo-se o total de leitos em cada unidade federativa por cada 10.000 habitantes, percebe-se que a maioria dos estados brasileiros possui um número de leitos inferior ao que recomenda a portaria e inferior à média nacional, de 1,3, conforme anexo 3 (ASSOCIAÇÃO DE MEDICINA INTENSIVA BRASILEIRA, 2010). Além desse, outros problemas como a falta de profissionais especializados nas UTIs brasileiras e, até mesmo, a inexistência de médicos nessas unidades, fazem parte da realidade das unidades de terapia intensiva no Brasil. Segundo dados da AMIB, de 2009, 53% das UTIs brasileiras não têm médico especializado em seus turnos. Especialistas no assunto acreditam que a falta de profissionais capacitados em UTIs leva a maiores gastos nas unidades e a maiores taxas de mortalidade (SANTANNA, 2009).

Dessa forma, apesar da grande importância das UTIs no tratamento e recuperação de pacientes graves, as UTIs brasileiras possuem muitos problemas que acabam por afetá-las de forma negativa, especialmente impactando suas eficiências.

Segundo FARRELL (1957), SINK (1985), LOVELL & SCHMIDT (1993), LA FORGIA & COUTTOLLENC (2009), eficiência é a razão entre a quantidade de

produtos gerados e a quantidade de insumos utilizados em um processo produtivo. Nas UTIs também há processos de transformação, com insumos (como leitos, equipamentos e equipe médica e de enfermagem) sendo utilizados para a geração de produtos (paciente tratado). Assim sendo, os problemas existentes nas UTIs brasileiras podem gerar um desequilíbrio entre os recursos usados e os produtos gerados, impactando negativamente a eficiência dessas unidades.

Apesar de alguns estudiosos considerarem UTI eficiente sob uma perspectiva de *input* (UTI eficiente é aquela que consegue gerar resultados similares às outras, porém com melhor utilização de seus recursos) e, outros, considerarem UTI eficiente sob uma perspectiva de *output* (UTI eficiente é aquela que apresenta os melhores resultados, dados os recursos disponíveis utilizados), o estudo da eficiência das UTIs é de extrema relevância. Isso porque ele permite que as características de UTIs mais eficientes sejam identificadas e replicadas para outras unidades, aumentando as suas eficiências, seja pela melhoria nos resultados observados, como menores taxas de mortalidade, seja pela melhor gestão dos recursos, como melhor administração dos leitos.

Um ponto importante no estudo das unidades de terapia intensiva é a identificação dos fatores que impactam suas eficiências. Isso porque, uma vez que esses fatores são conhecidos, bem como a maneira como eles afetam a eficiência de UTIs é compreendida, as mesmas podem ser melhores administradas, sendo mais eficientes. Contudo, na literatura sobre o assunto, não há um consenso sobre quais são os fatores de impacto na eficiência das unidades. Cada estudioso elege diferentes fatores para testar o impacto e, muitas vezes, quando o mesmo fator é escolhido, resultados diferentes são observados. Sendo assim, com o objetivo de entender melhor o ambiente no qual as UTIs estão inseridas e compreender o que é relevante de ser estudado por poder influenciar na eficiência de uma UTI, o tema desta pesquisa foi discutido com especialistas (médicos, diretores e gestores) de unidades de terapia intensiva de hospitais do Rio de Janeiro e de São Paulo de uma importante seguradora de saúde privada brasileira, a AMIL (ver anexo 4). Esses especialistas acreditam que certos fatores, como o percentual de pacientes ventilados na UTI, a pontuação SAPs III (Simplified Acute Physiology Score - Escore Simplificado de Fisiologia Aguda) dos pacientes internados e o grau de verticalização de uma UTI podem ter impacto em suas eficiências.

O percentual de pacientes ventilados diz respeito à quantidade de pacientes, dentre o total de internados em uma UTI, que necessitam de ventilação mecânica, ou seja, não conseguem respirar naturalmente, necessitando de aparelhos para que seu

ciclo respiratório seja mantido. De maneira geral, espera-se que o percentual de ventilados em uma UTI impacte negativamente a sua eficiência, uma vez que pacientes ventilados possuem estados de saúde mais críticos, contribuindo para piores resultados observados na UTI.

O SAPs III representa uma pontuação relativa à previsão de mortalidade do paciente criticamente doente, de acordo com a gravidade de sua doença. Espera-se que a pontuação SAPs III média dos pacientes internados em uma UTI impacte de modo negativo a sua eficiência, pois maior pontuação SAPs III indica pacientes mais graves, que contribuirão para que a UTI tenha resultados piores.

O grau de verticalização está associado à UTIs verticais e de mercado. Segundo definição da superintendência da AMIL, uma UTI é vertical quando a grande maioria de seus pacientes (mais de 75%) possui plano AMIL, enquanto UTI de mercado é aquela cujo percentual de pacientes internados que possui plano AMIL é inferior a 75%. Portanto, as UTIs verticais possuem poucos pacientes (25% ou menos do total de internados) sem acesso à plano de saúde ou com acesso a outros planos que não sejam AMIL. Assim sendo, espera-se que UTIs verticais sejam mais eficientes que UTIs de mercado por três motivos. Primeiramente, pacientes sem planos de saúde provavelmente não tem acompanhamento tão frequente de seus estados de saúde, podendo ser internados na UTI com quadros clínicos mais críticos, o que contribui para piores resultados na unidade. Segundo, os pacientes que têm planos diferentes do plano AMIL podem ter um plano inferior, com cobertura mais limitada e também não fazerem acompanhamento frequente de sua saúde, podendo vir a precisar de UTI quando seus estados de saúde estão mais graves, contribuindo para UTIs com piores resultados. E, terceiro, é provável que os pacientes que possuem o plano de saúde AMIL (e, portanto, o grupo AMIL já conhece os históricos de saúde desses pacientes e já acompanha o tratamento da doença deles) se recuperem mais rapidamente e apresentem melhores resultados que os pacientes que possuem outros planos ou não possuem planos de saúde. Logo, espera-se que as UTIs com mais pacientes AMIL apresentem resultados melhores que UTIs com outros pacientes.

Por fim, existem muitos grupos de pessoas que têm interesse no estudo da eficiência de unidades de terapia intensiva. Pacientes e suas famílias têm interesse em UTIs eficientes, que podem aumentar suas chances de recuperação. Profissionais que trabalham em UTIs, como médicos, enfermeiros e técnicos, têm por objetivo aplicar os resultados de estudos de eficiência de UTIs na melhoria da qualidade do atendimento aos pacientes criticamente doentes. Gestores da área de saúde estão interessados na maior eficiência de UTIs com o objetivo de controlarem melhor os

recursos das unidades. E, ainda, reguladores e investidores buscam comparar a performance de diferentes unidades de terapia a fim de verificar se o dinheiro foi bem investido (BRESLOW & BADAWI, 2012).

Portanto, hospitais possuem diversas áreas e unidades em operação e atenção especial deve ser dada às unidades de terapia intensiva, pois a eficiência delas tem implicações importantes para hospitais e para muitos grupos de pessoas que trabalham na área de saúde e que necessitam de cuidados médicos intensivos.

1.2. Objetivo do Estudo

Conforme discutido na contextualização desta pesquisa, a mensuração da eficiência de unidades de terapia intensiva e o estudo dos fatores que impactam essa eficiência são de extrema importância. Portanto, considerando a relevância do tema e a falta de consenso entre estudiosos quanto aos fatores de impacto, procedeu-se à discussão do assunto de pesquisa com especialistas de UTIs (médicos e gestores) a fim de se verificar a pertinência do estudo de determinados fatores no impacto da eficiência de unidades de terapia intensiva. Assim, o objetivo dessa pesquisa é verificar, dentre um conjunto de fatores discutidos com os especialistas, quais deles têm impacto na eficiência de uma UTI e de que forma este impacto ocorre. Com base neste objetivo, esta pesquisa pretende responder às seguintes questões:

Qual o impacto do percentual de pacientes ventilados em uma UTI na sua eficiência?

Qual o impacto da pontuação SAPs III (Simplified Acute Physiology Score - Escore Simplificado de Fisiologia Aguda) média dos pacientes internados em uma UTI na sua eficiência?

Qual o impacto do grau de verticalização de uma UTI na sua eficiência?

Para responder a essas questões serão mensuradas as eficiências de um grupo de UTIs pertencentes a uma importante seguradora de saúde privada brasileira, a AMIL. Com base nos resultados observados quanto às UTIs mais eficientes do grupo, as mesmas poderão se tornar referência para as demais, sendo suas características melhores compreendidas e replicadas.

A medição e a comparação das eficiências das UTIs analisadas são necessárias para que o objetivo de verificar os fatores de impacto na eficiência de unidades de terapia intensiva seja alcançado. Portanto, mensurar e comparar as eficiências dessas unidades são também objetivos desta pesquisa.

1.3. Delimitações do Estudo

Para esta pesquisa, certas fronteiras que delimitam o escopo de análise do estudo foram estabelecidas. Primeiramente, a eficiência de UTIs e os fatores que impactam essa eficiência foram estudados com base em um conjunto de unidades de terapia intensiva de uma seguradora privada de saúde brasileira, a AMIL. O setor privado foi escolhido em função da maioria das UTIs brasileiras ter como fonte pagadora e mantenedora, as instituições privadas, conforme anexo 1. Além disso, a importância desse setor tem crescido, como pode ser observado pelo aumento da população brasileira com acesso a planos de saúde, nos últimos anos. Segundo dados da Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS), em 2002, 17,9% da população brasileira possuía plano de saúde, de assistência médica. Dados de 2014 da ANS mostram que esse percentual chegou a 24,7% da população. O anexo 5 evidencia esse crescimento através da evolução, de 2000 a 2015, quanto ao número de beneficiários em planos privados de saúde no Brasil, que saltou de 31,2 milhões, em março de 2000, para 50,8 milhões, em março de 2015 (AGÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE SUPLEMENTAR, 2015).

Outra delimitação do estudo é com relação à escolha de uma seguradora de saúde específica, a AMIL. A grande importância dessa seguradora no país, destacando-se nas posições de liderança quanto ao número de beneficiários e à qualidade do serviço prestado, é um dos motivos pela opção da AMIL neste estudo. De acordo com pesquisa da ANS, realizada em junho de 2014, sobre as operadoras de plano de saúde, existiam mais de 1.000 operadoras em atividade no país. Destas, a AMIL ocupava a segunda posição no *ranking* quanto ao número de beneficiários em plano coletivo, com 2,8 milhões de pessoas, e a primeira posição no *ranking* quanto ao número de beneficiários em plano individual, com mais de 835 mil indivíduos (o anexo 6 detalha esse *ranking*). Além disso, no ano de 2014 (dados relativos a 2013), a AMIL obteve IDSS (Índice de Desempenho da Saúde Suplementar: nota que avalia os serviços prestados pelas operadoras de saúde) de 0,69, uma nota dentro da faixa considerada boa na avaliação das operadoras (AGÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE SUPLEMENTAR, 2014). Por fim, a parceria da AMIL com o Coppead, através de uma cátedra, facilitou a obtenção dos dados para a pesquisa.

O presente estudo se baseia em um conjunto de 22 UTIs da AMIL localizadas nos estados do Rio de Janeiro e de São Paulo. Essa delimitação geográfica está associada a alguns fatores. Primeiramente, os estados de São Paulo e do Rio de Janeiro são os que possuem maior número de UTIs e de leitos, conforme pode ser observado no anexo 2. Outro fator é que, apesar de parcela significativa da população

brasileira ter, em 2015, acesso a planos privados de saúde, conforme já discutido, dados do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística, IBGE, junto com a ANS demonstram que há uma concentração dessa cobertura na região Sudeste, especialmente em São Paulo e no Rio de Janeiro. Nestes estados, a proporção da população residente coberta por planos de saúde é de 43,6% e 36,6%, respectivamente. Maiores detalhes podem ser visualizados no anexo 7 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2013). Por fim, a disponibilidade de dados desses estados, por parte da AMIL, é outro fator associado à delimitação geográfica deste estudo.

O período analisado se refere ao ano de 2013. Essa definição foi em função da disponibilidade de informações das variáveis de *input*, *output* e controle utilizadas na pesquisa e que foram mensuradas e coletadas pela AMIL neste período.

Esta pesquisa optou por focar na eficiência técnica de UTIs, que é aquela que foca seus esforços na maximização dos resultados gerados, dado um determinado nível de recursos, ou na melhor administração dos recursos utilizados, dado um resultado gerado. Apesar de a eficiência técnica ter impactos diretos na eficiência financeira (uma UTI eficiente tecnicamente minimiza os *inputs* usados, gastando menos recursos e, portanto, economizando dinheiro, ou maximiza os *outputs* gerados, elevando suas receitas), para esta pesquisa, não está sendo avaliada a eficiência em termos alocativos (financeiros). A opção pela utilização da eficiência técnica é devido ao fato de ela estar associada diretamente à gestão dos recursos operacionais, objeto de interesse desse estudo. Além disso, a eficiência alocativa tem uma aplicabilidade gerencial muito restrita, pois ela é mais difícil de ser medida (o número de fatores que afetam a variável custo é muito grande), é sensível a erros de estimativas na variável preço ou custo, além de seus resultados serem difíceis de interpretar. Assim, esta pesquisa focou apenas na eficiência técnica das unidades de terapia intensiva, descartando-se a análise da eficiência alocativa e da eficiência total (já que esta envolve a eficiência alocativa também).

Por fim, este estudo foi realizado utilizando-se o método de Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* - DEA). Esse método foi escolhido por não requerer que sejam assumidos pressupostos em relação aos dados e também porque é um método que trabalha com múltiplos *inputs* e *outputs*, assim como os dados desta pesquisa. Maiores detalhes quanto à escolha dos parâmetros deste método estão especificados no terceiro capítulo, o de metodologia de pesquisa.

1.4. Organização do Estudo

Esta pesquisa está organizada em cinco capítulos: introdução, revisão de literatura, metodologia de pesquisa, apresentação e análise de resultados e conclusão.

O primeiro capítulo, o de introdução, inicia-se através da contextualização acerca do problema a ser estudado e sua relevância. Em seguida, os objetivos da pesquisa são apresentados assim como as delimitações do estudo.

O segundo capítulo é o da revisão de literatura. Esse capítulo é de suma importância, pois nele é apresentado todo o referencial teórico que embasou a pesquisa, ou seja, o capítulo traz todos os elementos que respaldam, justificam a escolha de variáveis e do método utilizados na fase empírica do estudo. Além disso, o capítulo é um direcionador para responder à pergunta de pesquisa, uma vez que ele traz toda a discussão teórica sobre os fatores que impactam a eficiência de unidades de terapia intensiva e a forma como se dá tal impacto.

O terceiro capítulo, o de metodologia da pesquisa, é dedicado ao método utilizado na pesquisa e ao detalhamento das etapas do estudo. Informações relativas aos parâmetros do modelo, sobre a base de dados usada e tratamentos de informações são, também, apresentadas nesse capítulo, que é concluído com as limitações desta pesquisa.

O quarto capítulo é dedicado à apresentação e análise dos resultados da pesquisa. Nesse capítulo, são apresentados os escores de eficiência das UTIs para os modelos básicos do método DEA, de forma a comparar a eficiência das unidades de análise. São, também, apresentados resultados de folgas e pares eficientes e, ainda, são discutidos os possíveis fatores de impacto na eficiência das unidades de terapia intensiva.

Finalmente, o capítulo cinco apresenta as conclusões dessa pesquisa bem como suas contribuições teóricas e gerenciais e sugere campos para futuras pesquisas no tema em questão.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo trata do referencial teórico que embasou a etapa empírica desta pesquisa. Dessa forma, o capítulo segue a seguinte estrutura: delimitação da revisão de literatura; conceitos sobre eficiência e métodos de aferi-la, com detalhamento de dois desses métodos; conceituação de unidades de terapia intensiva e de pacientes criticamente doentes; detalhamento de estudos que discutem a eficiência em UTIs de uma maneira ampla e que discutem eficiência em UTIs através do método de análise envoltória de dados e, por fim, discussão dos fatores que podem ter impacto na eficiência de unidades de terapia intensiva e a forma de impacto.

2.1. Delimitação da Revisão de Literatura

A revisão de literatura deste estudo está baseada em livros e artigos que discutem conceitos de eficiência e métodos de mensuração de eficiência. Esses livros e artigos foram utilizados por serem considerados especializados no tema e serem referências no assunto.

Além disso, essa revisão de literatura também se baseia em *papers* que exploram o tema de eficiência de unidades de terapia intensiva. A busca por esses *papers* foi realizada em bases de dados de relevância, a saber: Ebsco Host, ProQuest, Emerald, Science Direct, Web of Science e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). A escolha das bases de dados em questão está associada à importância acadêmica das mesmas, uma vez que englobam artigos publicados em *journals* de relevância na área de administração, de formação e interesse da pesquisadora, e na área da saúde, que está associada ao tema da pesquisa. Na área de saúde, destacam-se especialmente as bases Science Direct, Web of Science e BVS.

Optou-se por não se realizar qualquer recorte temporal a fim de se ter uma visão clara da evolução do tema da pesquisa ao longo dos anos. Foi realizado um recorte em relação ao idioma dos artigos, tendo sido feitas buscas nas línguas inglesa, portuguesa e espanhola, idiomas de domínio da pesquisadora. Em todas as bases de dados pesquisadas, os critérios de recorte foram os mesmos, visando uma busca sistemática coerente.

Quanto às palavras-chaves utilizadas na busca de artigos relevantes para o estudo, foram usadas combinações de palavras relacionadas ao tema de pesquisa e ao método utilizado. Dessa forma, utilizaram-se combinações entre as seguintes palavras (todas no idioma inglês): unidade de terapia intensiva, eficiência operacional,

eficiência técnica, eficiência produtiva, análise envoltória de dados, análise de fronteira estocástica, método paramétrico, método não paramétrico e retornos de escala.

Informações mais detalhadas sobre palavras-chaves e critérios de busca dos artigos no qual essa revisão de literatura está baseada encontram-se no anexo 8.

Finalmente, a discussão contida nessa revisão de literatura sobre unidades de terapia intensiva eficientes e fatores que podem ter impacto na eficiência de UTIs também está baseada em entrevistas e discussões com especialistas da área de saúde (médicos) e de gestão em saúde (diretores e gestores de UTIs de hospitais do Rio de Janeiro e de São Paulo pertencentes ao grupo AMIL – ver anexo 4), além de discussões com pesquisadores do tema e do método de pesquisa, que são bastante renomados.

2.2. Análise de Eficiência

O escopo central desta pesquisa, como já mencionado, é a análise de eficiência de unidades de terapia intensiva. Portanto, é importante que o conceito e os tipos de eficiência sejam analisados, bem como as principais e mais utilizadas formas de mensurar a eficiência.

2.2.1. Conceito de Eficiência

O conceito de eficiência é bastante antigo. Já na década de 50, FARRELL (1957) falava que a eficiência podia ser representada pela razão entre a quantidade produzida de certo produto, conhecido por *output*, e a quantidade consumida de certo insumo, conhecido por *input*, dentro de um sistema produtivo.

De forma similar, na década de 80, SINK (1985) associou eficiência à produtividade. Enquanto, para o autor, produtividade é a medida dos ganhos entre as entradas e as saídas em um sistema, a eficiência é o nível no qual esse sistema usa recursos e processos a fim de adquirir suas saídas.

Mais tarde, na década de 90, LOVELL & SCHMIDT (1993), de maneira análoga aos outros autores, disseram que a eficiência poderia ser entendida como a consequência direta da comparação entre os valores observados e os valores ideais na relação entre entrada e saída de um processo de produção.

Nos anos 2000, outros autores continuavam discutindo sobre o conceito de eficiência. LA FORGIA & COUTTOLENC (2009) definem eficiência de um processo de produção como a relação entre a quantidade de insumos usados e a quantidade de produtos gerados. Assim, uma empresa é considerada eficiente em comparação à

outra se consegue gerar mais produtos em relação aos insumos usados. A melhor gestão do processo ou a melhor combinação dos insumos usados podem ser algumas das razões para que isso ocorra.

De forma similar, a eficiência é a medida da relação ou razão entre *outputs* e *inputs* de um processo ou de uma empresa (NATHANSON et al., 2003; TSEKOURAS et al., 2010). *Inputs* são os recursos de entrada de um processo ou de uma firma, como trabalho, capital e matérias-primas, enquanto *outputs* são as saídas, os resultados gerados pelos *inputs* transformados em um processo ou por uma empresa, como o número de produtos produzidos, a margem de lucro, o *market share* da empresa (NATHANSON et al., 2003).

Com o conceito de eficiência claro, é importante compreender como a eficiência pode ser dividida. Existem duas formas de se analisar eficiência: no sentido técnico e no alocativo. A diferença entre elas é com relação à variável preço ou custo. Para FARRELL (1957), a eficiência técnica está associada ao máximo de *outputs* que uma empresa pode produzir, dado determinado conjunto de *inputs*, e a eficiência alocativa está relacionada à escolha de uma quantidade ótima de *inputs* a um baixo custo, sendo a combinação das duas eficiências (técnica e alocativa) chamada de eficiência total de uma firma ou, simplesmente, eficiência.

De maneira similar, segundo PUIG-JUNOY (1997), enquanto a eficiência técnica se preocupa em maximizar a quantidade de *outputs* de um processo para dado nível de *inputs* utilizados nesse processo, ou em minimizar o número de recursos (*inputs*) usados para determinado *output* gerado, a eficiência alocativa preocupa-se em escolher os recursos (*inputs*) adequados que, combinados, irão minimizar os custos para produzir certo resultado, o *output*.

Analogamente, para THANASSOULIS (2001), a eficiência técnica está associada à maximização dos produtos gerados e à minimização dos recursos utilizados, não sendo levadas em consideração questões financeiras. Já a eficiência alocativa considera questões de custos, uma vez que tem por objetivo a escolha do conjunto ideal de recursos que, combinados, geram determinada quantidade de produto a custo mínimo, maximizando a receita.

Alguns autores divergem quanto à importância de cada um desses tipos de eficiência. Enquanto THANASSOULIS (2001) defende a ideia de que a eficiência total deve ser estudada (ao invés apenas da eficiência técnica ou alocativa), para FARRELL (1957), a eficiência técnica é mais importante que a eficiência alocativa e até mesmo que a eficiência total. THANASSOULIS (2001) justifica seu ponto dizendo

que uma unidade de análise que é eficiente em seu sentido total, também é eficiente tecnicamente e alocativamente. Já FARRELL (1957) se justifica dizendo que a eficiência técnica é mais importante, pois ela está diretamente associada à gestão de operação da unidade de análise, ao passo que a eficiência alocativa tem aplicabilidade gerencial mais limitada, uma vez que seus resultados são difíceis de serem interpretados e ela é mais sensível a erros relacionados às estimativas de variáveis de custo. O fato de a eficiência técnica ter aplicabilidade gerencial e a eficiência alocativa ser limitada quanto a esse quesito, fez com que esta pesquisa optasse por estudar apenas eficiência técnica.

2.2.2. Medição de Eficiência

Uma vez definido o conceito de eficiência, é fundamental entender como é sua medição. Ao se mensurar a eficiência de um processo produtivo de uma organização, um dos principais objetivos é possibilitar aos interessados e envolvidos na empresa o acompanhamento do desempenho desse processo produtivo (FARRELL, 1957; THANASSOULIS, 2001; COELLI et al., 2005).

Esse acompanhamento permite que comparações sejam realizadas entre áreas da mesma empresa e entre organizações que possuem processos de produção semelhantes. Assim, gestores das áreas ou das organizações que apresentam desempenho inferior a outras áreas ou outras empresas similares podem, uma vez cientes dessa performance, tomar providências no sentido de melhorar a eficiência dos processos produtivos da organização (FARRELL, 1957; THANASSOULIS, 2001; NATHANSON et al., 2003; COELLI et al., 2005).

Entretanto, medir o desempenho de um processo produtivo em uma organização possui, também, pontos negativos. Dentre os principais, podem ser destacados: custos envolvidos no processo de medição; o foco em processos de áreas cujo desempenho é inferior, negligenciando outros processos de outras áreas, igualmente importantes; esforços concentrados no curto prazo em detrimento de ações de longo prazo e, até, manipulação de informações para beneficiar certos *stakeholders* (THANASSOULIS, 2001; COELLI et al., 2005).

Contudo, como já abordado, os benefícios da medição da eficiência são inegáveis e imprescindíveis para que as empresas evoluam positivamente, melhorando processos e obtendo desempenhos superiores. Portanto, deve-se empenhar esforços para que os benefícios advindos da medição de eficiência de um processo sejam maximizados em relação às desvantagens dessa mensuração (THANASSOULIS, 2001; COELLI et al., 2005).

A maneira usual de se medir eficiência é através de fronteiras de aproximação. O conceito de fronteira está relacionado ao fato de que apenas as unidades de análise que atuam na fronteira são eficientes. Em outras palavras, qualquer ponto localizado nessa fronteira significa que máxima quantidade de resultados pode ser gerada, a dado nível de recursos usados, e que mínima quantidade de recursos é utilizada para produzir dado nível de resultados. De forma similar, a ineficiência pode ser percebida como a distância que separa cada ponto (que não se encontra na fronteira) até essa fronteira eficiente (PUIG-JUNOY, 1997; PUIG-JUNOY, 1998; HOLLINGSWORTH et al., 1999; HOLLINGSWORTH & PARKIN, 2001; TSEKOURAS et al., 2010).

Os métodos de medição de eficiência associados a fronteiras de aproximação tentam estimar a fronteira eficiente com base nas unidades de análise que melhor conseguem transformar os recursos em resultados. Esses métodos podem ser divididos em dois grupos, a saber: métodos paramétricos - também conhecidos como modelos de regressão - e métodos não paramétricos - também chamados de métodos de programação linear (PUIG-JUNOY, 1997; TSEKOURAS et al., 2010).

Métodos paramétricos têm como origem a econometria e medem a eficiência da unidade em análise assumindo a possibilidade de coexistirem erros e flutuações aleatórios (PUIG-JUNOY, 1998; TSEKOURAS et al., 2010). Esses métodos são caracterizados por serem mais exigentes que métodos não paramétricos, uma vez que neles, a definição do problema deve ocorrer *a priori*, a não ser por um conjunto de parâmetros não conhecidos e que são estimados através da amostra (BOGETOFT & OTTO, 2010). Os métodos paramétricos são considerados mais restritivos, pois eles exigem que, primeiramente, haja a especificação de uma forma funcional para a função produção e/ou a função custo. O tipo de modelo de regressão e a distribuição de certas variáveis também devem ser estabelecidos previamente. Além disso, esse método não admite a utilização de múltiplos *inputs* e múltiplos *outputs* (CHARNES, COOPER & RHODES, 1978; BANKER, CHARNES & COOPER, 1984; PUIG-JUNOY, 1997; PUIG-JUNOY, 1998; THANASSOULIS, 2001). A análise de fronteira estocástica (*Stochastic Frontier Analysis* – SFA) destaca-se como uma das principais técnicas de medição paramétrica de eficiência.

Em contrapartida, métodos não paramétricos têm como origem a programação matemática e assumem que nas medições de eficiência não há flutuações aleatórias ou erros nas medidas, sendo, portanto, um método puramente determinístico (PUIG-JUNOY, 1998; TSEKOURAS et al., 2010). Esses métodos são menos restritivos por não exigirem que a forma do problema seja conhecida *a priori* (BOGETOFT & OTTO, 2010). Os métodos não paramétricos são caracterizados por não necessitarem,

previamente, de uma forma funcional para a relação entre *inputs* e *outputs* de um processo produtivo. São métodos que admitem a utilização de múltiplos *inputs* e *outputs* no processo de análise da unidade avaliada e, ainda, permitem que o cálculo da eficiência seja orientado a *inputs*, na direção de recursos, insumos, ou orientado a *outputs*, na direção de resultados, produtos (CHARNES, COOPER & RHODES, 1978; BANKER, CHARNES & COOPER, 1984; THANASSOULIS, 2001). A análise envoltória de dados (*Data Envelopment Analysis* – DEA) destaca-se como uma das principais técnicas de medição não paramétrica de eficiência (BANKER, CHARNES & COOPER, 1984; THANASSOULIS, 2001; NATHANSON et al., 2003).

Segundo COELLI et al. (2005), a mensuração da eficiência de uma unidade de análise pode ser realizada de diferentes maneiras, sendo as principais e mais utilizadas as seguintes: indicadores de produtividade, análise de fronteira estocástica (*Stochastic Frontier Analysis* - SFA) e análise envoltória de dados (*Data Envelopment Analysis* - DEA).

Os indicadores de produtividade medem a eficiência de uma unidade de análise de uma forma bastante simples, utilizando uma relação entre certo *output* e certo *input* desta unidade (THANASSOULIS, 2001; COELLI et al. 2005). É um método que mede eficiência de maneira relativa, ou seja, compara o desempenho entre empresas ou entre áreas de uma organização em dado momento; assume que todas as unidades de análise são eficientes tecnicamente (COELLI et al., 2005). Entretanto, esse método não será explorado neste estudo. Alguns dos motivos para essa decisão são: o método é muito simples, UTIs são unidades que se apresentam como *multi-inputs* e *multi-outputs* (e os indicadores de produtividade não utilizam múltiplos *inputs* e *outputs* na medição da eficiência) e, cada vez mais, estudos na área de saúde têm empregado técnicas mais elaboradas para medição de eficiência (PUIG-JUNOY, 1997; PUIG-JUNOY, 1998; HOLLINGSWORTH et al., 1999; HOLLINGSWORTH & PARKIN, 2001). Dessa forma, indicadores de produtividade não são os mais adequados para aferir a eficiência de UTIs. Outros métodos de mensuração, como o DEA (método não paramétrico) e a SFA (método paramétrico), que são mais apropriados à medição de eficiência em UTIs, serão mais detalhados a seguir.

2.2.2.1. *Análise de fronteira estocástica – SFA*

A análise da fronteira estocástica é um método paramétrico, de origem econométrica, no qual é estimada uma equação, através de modelos de regressão, que irá avaliar as unidades em análise como sendo eficientes (THANASSOULIS,

2001; COELLI et al., 2005; BOGETOFT & OTTO, 2010). Por isso, esse método é também conhecido como modelos de regressão.

De acordo com AIGNER, LOVELL & SCHMIDT (1977), a equação estimada pela regressão determina uma fronteira eficiente de produção. As unidades de análise que operam nessa fronteira são eficientes, pois conseguem gerar um nível máximo de *outputs*, dado determinada quantidade de *inputs*. Entretanto, nem todas as unidades conseguem produzir nessa fronteira, pois estão sujeitas a fatores aleatórios externos que afetam seu desempenho, além de serem ineficientes em algum grau. Os fatores aleatórios são um ruído estatístico considerado pelo modelo, os quais seguem uma distribuição normal e estão fora do controle da unidade de análise. Já a ineficiência, a outra componente do modelo estocástico, tem uma distribuição semi-normal e pode ser controlada pela unidade, que tem a possibilidade de melhorar seu desempenho. A distância do ponto em que a unidade opera até a fronteira eficiente determina a ineficiência da unidade que, também, pode ser medida pela diferença entre o valor real, observado, no qual a unidade opera, e o valor previsto, teórico, da equação estimada pela regressão.

A equação que mede a eficiência no modelo de fronteira estocástica estabelece uma relação entre *inputs* e *outputs*, que possui duas componentes atreladas: uma relacionada à ineficiência da unidade; e outra associada às interferências estatísticas, efeitos aleatórios não controlados pela unidade (PUIG-JUNOY, 1997; PUIG-JUNOY, 1998; THANASSOULIS, 2001; NATHANSON et al., 2003). Outra característica da SFA é que, assim como em outras técnicas que utilizam regressão, buscam-se tendências centrais e foca-se nos valores médios da população (THANASSOULIS, 2001; NATHANSON et al., 2003; COELLI et al., 2005).

A utilização de métodos paramétricos de medição de desempenho tem algumas vantagens em relação a outras formas de medição, como o uso de indicadores de produtividade, por exemplo. Métodos paramétricos, como o SFA, permitem melhor entendimento do processo produtivo das unidades de análise, uma vez que fornecem como resultado um sumário de medição de performance da unidade analisada. Contrariamente, indicadores de produtividade, muitas vezes, são difíceis de serem interpretados, pois mensuram a eficiência de diversas formas, através de uma grande quantidade de diferentes indicadores (THANASSOULIS, 2001; COELLI et al., 2005; BOGETOFT & OTTO, 2010).

Entretanto, métodos paramétricos também possuem algumas restrições quanto à sua utilização. Uma questão é o fato de que se deve estabelecer previamente o tipo

de modelo de regressão (modelo linear, não linear, logarítmico, entre outros) a ser usado para a mensuração da eficiência da unidade a ser analisada. O estabelecimento precoce do tipo de modelo pode levar a uma especificação errada do mesmo. Outra restrição é quanto à impossibilidade do uso de múltiplos *inputs* e *outputs* para medição da eficiência (CHARNES, COOPER & RHODES, 1978; BANKER, CHARNES & COOPER, 1984; THANASSOULIS, 2001). Essa última restrição é particularmente importante para o presente estudo, dado que hospitais e UTIs são unidades multi-insumos e multi-produtos por natureza, ou seja, utilizam múltiplos recursos e geram múltiplos *outputs*, sendo mais adequada a utilização de uma técnica de mensuração de eficiência que permita o uso de vários *inputs* e *outputs* (LELEU et al., 2012). E, ainda, a questão de métodos que utilizam regressão focarem em valores médios pode ser uma restrição, pois valores extremos (*outliers*) podem afetar a análise das unidades consideradas eficientes (THANASSOULIS, 2001; NATHANSON et al., 2003).

Portanto, com o objetivo de medir a eficiência de uma unidade sem esbarrar em restrições como as descritas anteriormente, utilizam-se métodos não paramétricos, como a análise envoltória de dados, que será detalhada a seguir.

2.2.2.2. Análise envoltória de dados – DEA

Segundo os precursores do DEA, CHARNES, COOPER & RHODES (1978) e segundo BANKER, CHARNES & COOPER (1984), que expandiram o DEA mais tarde, a análise envoltória de dados é uma técnica não paramétrica que utiliza a programação linear para determinar a eficiência relativa das unidades organizacionais que estão sendo avaliadas, também conhecidas, na metodologia DEA, como unidades de tomada de decisão ou DMUs (*Decision Making Units*). Nesta técnica, as DMUs com melhor desempenho são identificadas e mede-se a eficiência de cada DMU em relação a estas DMUs consideradas *benchmark*, utilizando-se múltiplos *inputs*, que são convertidos em *outputs* pelas próprias DMUs, sem informação, *a priori*, de quais *inputs* e *outputs* são considerados os mais importantes na determinação do *score* de eficiência (CHARNES, COOPER & RHODES, 1978; BANKER, CHARNES & COOPER, 1984; THANASSOULIS, 2001; NATHANSON et al., 2003).

Para HOLLINGSWORTH et al. (1999) e THANASSOULIS (2001), o DEA é uma técnica não paramétrica de mensuração de eficiência, que utiliza a programação linear para estabelecer uma fronteira, dita eficiente, na qual as unidades de análise consideradas eficientes operam. As unidades que não operam nessa fronteira são ditas ineficientes. Através de programação linear é calculada a ineficiência dessas

unidades pela distância entre o ponto em que elas se encontram até a fronteira eficiente, que é um alvo a ser atingido.

O DEA, diferentemente de métodos paramétricos (que utilizam regressão), não busca tendências centrais, não foca em valores médios, mas empenha-se em entender bons desempenhos de pontos extremos, considerados *outliers*, diferentemente da estatística clássica. A análise envoltória de dados não se baseia em uma única equação ótima para todos os pontos observados, mas calcula várias (tanto quanto o número de DMUs) programações lineares ótimas, uma para cada unidade de decisão (THANASSOULIS, 2001; NATHANSON et al., 2003; COELLI et al., 2005). Portanto, no DEA, o interesse não está na DMU com desempenho médio, mas nas DMUs que apresentam melhor desempenho (máxima eficiência), ou seja, a análise envoltória de dados se concentra no cálculo da eficiência de cada DMU em relação às DMUs mais eficientes e não no cálculo da eficiência média, de todas as DMUs da amostra (THANASSOULIS, 2001; NATHANSON et al., 2003, COOPER et al., 2007).

A escala na qual um processo produtivo trabalha é um aspecto importante ao se analisar a eficiência. A análise envoltória de dados trata essa questão através de seus modelos básicos, que são caracterizados pelo tipo de retorno de escala (grau no qual uma elevação nos recursos utilizados em uma operação tem como consequência uma elevação nos resultados gerados). Esses modelos são o retorno constante de escala (*Constant Returns to Scale* - CRS), também conhecido por CCR (CHARNES, COOPER e RHODES - iniciais dos pesquisadores que inicialmente desenvolveram o DEA) e o retorno variável de escala (*Variable Returns to Scale* - VRS), também conhecido por BCC (BANKER, CHARNES e COOPER – iniciais dos pesquisadores que expandiram os estudos da técnica DEA). O modelo CRS ou CCR considera que um aumento em todos os recursos utilizados resulta em um aumento proporcional nos resultados gerados. Já o modelo VRS ou BCC considera que um aumento nos recursos usados tem como consequência um aumento não proporcional (podendo ser mais que proporcional ou menos que proporcional) nos resultados gerados. Ainda, o DEA trata a questão da escala, também, através do cálculo da eficiência de escala, que envolve a razão entre os *scores* de eficiência dos modelos básicos CRS e VRS (THANASSOULIS, 2001; COOPER et al., 2007; LA FORGIA e COUTTOLENC, 2009).

A técnica de análise envoltória de dados é bastante valiosa para as empresas, pois ela permite identificar as DMUs que têm a melhor performance dentro de um grupo, permite entender como tais unidades eficientes transformam seus recursos em produtos e permite verificar o quão distante, em termos de desempenho, uma DMU não eficiente está de uma DMU eficiente. Diante de tais informações, gestores podem

replicar as práticas operacionais, o *mix* de recursos usados nas DMUs eficientes para as DMUs não eficientes, com o objetivo de melhorar o desempenho destas (THANASSOULIS, 2001; NATHANSON et al., 2003; COOPER et al., 2007). Além disso, o DEA pode ser utilizado para outras finalidades dentro do processo de gestão do desempenho das DMUs, como: na definição de alvos de performance a serem perseguidos por DMUs que necessitam melhorar seu desempenho; na definição dos tamanhos de escala ideais, ótimos, que cada unidade de análise deve operar; na verificação de melhoria de eficiência de uma DMU ao longo do tempo (THANASSOULIS, 2001; COOPER et al., 2007).

THANASSOULIS (2001), COELLI et al. (2005) e COOPER et al. (2007) apresentam como vantagens do método DEA: o fato de não haver necessidade de nenhuma definição prévia em relação aos dados, a não necessidade de estabelecimento de uma forma funcional que associe *inputs* a *outputs* (ao invés disso, o DEA constrói um conjunto de possibilidades de produção a partir de todas as correspondências observadas entre *inputs* e *outputs* das unidades de análise), a possibilidade de utilização de vários *inputs* e vários *outputs*.

O DEA tem sido utilizado com frequência na área de saúde (como em hospitais, enfermarias, centros de primeiros socorros, emergências, farmácias) e tem cada vez mais sido aceito como forma de medir eficiência de unidades que utilizam múltiplos *inputs* e múltiplos *outputs*. (PUIG-JUNOY, 1997; PUIG-JUNOY, 1998; HOLLINGSWORTH et al., 1999; HOLLINGSWORTH & PARKIN, 2001). Muitos são os trabalhos de eficiência utilizando o método DEA em hospitais, especificamente. Entretanto, hospitais produzem uma quantidade muito heterogênea de *outputs*, em diferentes proporções, tornando difícil a medição de eficiência nesses locais. Uma forma de atenuar esse problema de medição na análise da eficiência é utilizar unidades mais homogêneas e menos agregadas, observando serviços específicos em hospitais, como as unidades de terapia intensiva (PUIG-JUNOY, 1998). Por isso, este estudo irá avaliar eficiência em UTIs, utilizando o método DEA, e as seções seguintes dessa revisão de literatura detalharão trabalhos de análise de eficiência em unidades de terapia utilizando diferentes métodos de mensuração de eficiência, inclusive a análise envoltória de dados.

2.3. Análise de eficiência em Unidades de Terapia Intensiva

Uma vez definido o conceito de eficiência, as formas de medi-la e os principais métodos utilizados na sua mensuração, o escopo de análise dessa eficiência será estreitado para o objeto de interesse desta pesquisa: as unidades de terapia intensiva.

Para tanto, é fundamental que o conceito de UTIs e de pacientes criticamente doentes seja discutido. Após, é interessante observar como outros estudos similares a este têm discutido a questão da eficiência em unidades de terapia intensiva. Especialmente, é importante o entendimento de estudos que utilizam a análise envoltória de dados na mensuração da eficiência de UTIs. Essas questões serão abordadas a seguir.

2.3.1. Definição de Unidades de Terapia Intensiva e de Pacientes criticamente doentes

De acordo com definição do Ministério da Saúde, “Unidade de Tratamento Intensivo (UTI) constitui-se de um conjunto de elementos funcionalmente agrupados, destinado ao atendimento de pacientes graves ou de risco que exijam assistência médica e de enfermagem ininterruptas, além de equipamentos e recursos humanos especializados” (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1998).

Outras definições similares dizem que unidades de terapia intensiva são unidades dentro de hospitais que possuem por objetivo o diagnóstico e o tratamento de pacientes que necessitam de cuidados, atenções, observações e suportes constantes, além de ações rápidas, em certos momentos, devido a seus críticos estados de saúde (PUIG-JUNOY, 1997; PUIG-JUNOY, 1998; TSEKOURAS et al., 2010).

Os pacientes admitidos em uma UTI podem ser de três tipos, basicamente: não estarem gravemente doentes, mas necessitarem monitoramento constante, a fim de se evitar o alto risco de piorarem de estado de saúde; terem boa probabilidade de recuperação, desde que recebam tratamento específico adequado, apenas disponível nas UTIs; que estejam criticamente doentes, de modo que apenas tratamento intensivo nessas unidades seja sua chance de recuperação (PUIG-JUNOY, 1997). A fim de que esses tipos de pacientes tenham melhores cuidados, tratamentos e maiores chances de reaverem o estado de saúde e a qualidade de vida anterior, torna-se conveniente mantê-los juntos, em um único local, a UTI, onde podem ser encontrados certos recursos, como equipamentos sofisticados, medicamentos adequados e pessoas capacitadas e qualificadas para tratar esses pacientes. O período de tempo que um paciente permanece na UTI varia e a admissão a uma unidade de terapia intensiva pode ser planejada, após a realização de um procedimento cirúrgico, ou pode ser de emergência, devido à gravidade do estado de saúde do paciente (PUIG-JUNOY, 1997; PUIG-JUNOY, 1998; TSEKOURAS et al., 2010).

À medida que o paciente melhora e necessita de menos cuidados intensivos, ele pode ser transferido para uma unidade de terapia semi-intensiva, existente em alguns hospitais. Essa é uma unidade intermediária entre a enfermaria geral e a UTI propriamente dita, na qual são tratados pacientes que necessitam de mais cuidados e mais recursos que aqueles oferecidos em uma enfermaria geral e que precisam de menos cuidados e menos recursos (equipamentos, quantidade de enfermeiros por leito, medicamentos) do que aqueles oferecidos em uma UTI (VINCENT & RUBENFELD, 2015).

2.3.2. Estudos de eficiência na área da saúde

A literatura traz uma lista restrita de estudos publicados acerca da eficiência em unidades de terapia intensiva utilizando-se o método DEA. Dessa forma, para tornar a discussão mais rica, na primeira parte desta seção serão discutidos estudos sobre eficiência focados em UTIs. Na segunda parte da seção, serão abordados estudos que utilizam apenas o DEA para medição de eficiência na área de saúde, inclusive em UTIs. Nos estudos discutidos, a eficiência é tratada de diferentes formas. Alguns deles buscam apenas mensurar a eficiência de um grupo de unidades, verificando as mais eficientes e analisando suas características para que possam servir de referência para as menos eficientes. Outros estudos focam nos fatores que impactam a eficiência das unidades, buscando uma relação entre a presença desses fatores e a eficiência das mesmas. Alguns dos estudos possuem uma orientação para *input* e buscam minimizar a quantidade de recursos usados para obter certo nível de resultados. Outros estudos possuem uma orientação a *output*, buscando maximizar os resultados produzidos, dados os recursos disponíveis.

2.3.2.1. *Estudos de eficiência em Unidades de Terapia Intensiva*

COLLINS et al. (1971), baseados em pesquisas realizadas em UTIs de hospitais ingleses, na década de 60, perceberam que os equipamentos utilizados nas unidades requeriam graus diferentes de experiência e habilidades técnicas de profissionais que ali trabalhavam. Porém, os profissionais que mais lidavam com esses equipamentos (enfermeiros) eram, em muitos casos, inexperientes, não conseguindo tratar as panes, falhas e quebras dos equipamentos de maneira satisfatória, em tempo hábil. Além disso, esses profissionais tinham altas taxas de rotatividade nas unidades. Assim sendo, as UTIs eram consideradas menos eficientes se tivessem equipamentos sofisticados, mas não houvesse equipe treinada para lidar com os mesmos, evidenciando que a capacitação de profissionais era fator de impacto positivo na eficiência de UTIs.

Alternativamente, COLLINS et al. (1971) entendiam que a adoção de equipamentos simples também era fator de impacto positivo na eficiência das UTIs. Cientes de que aparelhos complexos custavam mais caro e que havia, muitas vezes, escassez de mão de obra qualificada, a adoção de equipamentos mais simples, mas que atendiam as necessidades dos pacientes, exigiria menor dispêndio financeiro e menor esforço de aprendizagem por parte dos profissionais de UTI e, conseqüentemente, menos gastos com treinamento para esses enfermeiros.

Fica claro, portanto, que os autores entendiam que os recursos equipamentos simples e equipe profissional capacitada impactavam positivamente a eficiência de UTIs e, portanto, para serem mais eficientes, as UTIs deveriam adotar equipamentos mais simples ou deveriam investir mais em capacitação dos seus profissionais.

Outros estudiosos também consideram que a eficiência de UTIs é impactada por certos fatores, como o tamanho dessas unidades (representado, em tais estudos, pelo número de leitos). SEUNG-CHUL et al. (2000) e NGUYEN et al. (2003) consideram que o número ótimo de leitos tem impacto positivo na eficiência de UTIs, pois unidades que possuem a quantidade ideal de leitos não incorrem em altos custos advindos de leitos ociosos e também não incorrem em escassez de leitos para pacientes criticamente doentes, o que pode custar-lhes a vida. De acordo com os autores, muitos gestores de UTIs pensam que maior número de leitos pode significar maior eficiência, entretanto, os autores defendem que, muitas vezes, grande quantidade de leitos pode ter impacto negativo na eficiência de UTIs.

Segundo SEUNG-CHUL et al. (2000), UTIs de hospitais chineses, em 1995, já se deparavam com a difícil tarefa de, em certos momentos, lidar com leitos ociosos, o que impactava negativamente a eficiência das UTIs e, em outros, priorizar a admissão de certos pacientes às UTIs, adiando a admissão de outros pacientes. Pacientes mais gravemente doentes, que necessitavam dos recursos das UTIs, tinham suas admissões priorizadas em relação a pacientes que necessitavam das UTIs para a realização de cirurgias eletivas. Quando isso acontecia, tais cirurgias eram canceladas, criando uma série de conflitos para profissionais envolvidos e pacientes.

Assim, os autores simularam cenários que consideravam capacidades (relacionada, basicamente, com quantidade de leitos) diversas nas UTIs em função da demanda de pacientes para essas unidades. O modelo ideal considerava a UTI como sendo mais eficiente quando seu tamanho ótimo fosse alcançado (quantidade ótima de leitos), de modo a minimizar a necessidade de admissões priorizadas e o número de cirurgias a serem canceladas.

Da mesma forma, NGUYEN et al. (2003), considerando os leitos de uma UTI como sendo um recurso escasso, desenvolveram um modelo que poderia ser utilizado por qualquer UTI, em qualquer hospital, para calcular o número ideal de leitos que a UTI deveria ter. O modelo criado foi baseado em dados coletados na década de 90, em UTIs de hospitais franceses. Para os autores, as UTIs seriam mais eficientes se parassem de investir cada vez mais em maior quantidade de leitos, mas passassem a investir em número de leitos igual ao indicado como sendo ideal pelo modelo.

O estudo de HANS et al. (2007) coletou, em 2002, dados de 275 UTIs de vários países do mundo, para verificar se certos fatores tinham impacto na eficiência das mesmas, contribuindo para menores taxas de mortalidades nas UTIs. Os resultados mostraram que, ao contrário do que se previa, o número de médicos ou de enfermeiros por leito, bem como a relação entre a quantidade de enfermeiros e médicos não teve quase influência sobre a eficiência das UTIs. Entretanto, a existência de *rounds* interdisciplinares (momentos do dia que a equipe responsável pelos cuidados aos pacientes se reúne para discutir, de forma colaborativa e pactuando decisões, sobre os pacientes, as ocorrências e sobre metas e planos terapêuticos) provou ter impacto positivo na eficiência de UTIs.

DERVAUX et al. (2009) buscaram avaliar, dentre 25 UTIs parisienses, quais eram mais eficientes. Foram coletados dados, durante o ano de 2000, de mais de 15 mil pacientes criticamente doentes internados nessas UTIs. A eficiência foi analisada sob dois pontos de vista: o de *outputs* e o de *inputs* e, segundo os autores, para uma UTI ser considerada eficiente, ambos os aspectos, otimização de *outputs* e de *inputs*, devem ser considerados. Os *inputs* utilizados na pesquisa foram: diferentes tipos de tratamentos aplicados aos pacientes internados (os tratamentos foram considerados como insumos), profissionais responsáveis por aplicar esses tratamentos (médicos e enfermeiros) e tempo de internação na UTI. O *output* considerado foi a taxa de mortalidade.

Segundo os autores, as UTIs estudadas eram eficientes, sob a perspectiva de *output*, quando elas tinham baixas taxas de mortalidade, mesmo quando a probabilidade de morte dos pacientes dessas UTIs era alta (índices de criticidade do paciente alto). Nestes casos, provavelmente, a capacitação dos profissionais da UTI fazia diferença positiva na sobrevivência e na recuperação dos pacientes (capacitação suspeita de ser um fator que impacta positivamente a eficiência de UTIs).

Os estudiosos diziam que as UTIs francesas em análise eram eficientes, sob o ponto de vista de *input*, quando elas utilizavam menos recursos médicos por paciente

do que outras UTIs estudadas (que usavam mais recursos) e, mesmo assim, elas conseguiam obter resultados similares de recuperação dos seus pacientes. Em outras palavras, as UTIs eram eficientes sob ponto de vista de *input* se os pacientes necessitavam de menos tratamentos e intervenções por parte de médicos e enfermeiros e se ficavam menos tempo internados, já que o maior tempo de internação era considerado uma forma de gastar mais recursos.

BRESLOW & BADAWI (2012) não realizaram pesquisa em UTIs, mas fizeram uma revisão de literatura de alguns artigos importantes sobre UTIs eficientes. Eles chegaram à conclusão que muitos dos estudiosos no assunto consideram UTIs eficientes sob uma perspectiva de maximização de *outputs*. Os *outputs* mais considerados na análise de eficiência em UTIs são: a SMR (*Standardized Mortality Ratio*), que é a taxa de mortalidade ajustada (razão entre a mortalidade observada e a mortalidade esperada. Esta, baseada na criticidade do estado de saúde do paciente, que está associada a um modelo de previsão de mortalidade – *mortality probability model* - MPM) e o tempo de permanência na UTI (LOS – *Length of Stay*). Sendo esses *outputs* não desejáveis, a UTI é eficiente se minimiza esses *outputs*, ou seja, se tem baixas taxas de mortalidade ajustadas e baixos tempos de internação do paciente na unidade de terapia intensiva. Os autores do estudo destacam, entretanto, que UTIs podem ser eficientes mesmo que não tenham taxas de mortalidade ajustadas de 0% e tempos de internação de 0 dias, algo impossível para qualquer UTI, por mais eficiente que seja. Contudo, o objetivo principal desse estudo é conscientizar profissionais e gestores da área de saúde sobre a importância de se analisar os dados extraídos das UTIs e utilizá-los de forma a obter o maior valor possível: replicar as boas práticas de UTIs eficientes nas UTIs ineficientes, a fim de melhorá-las.

O estudo de LELEU et al. (2012) sugere que o tamanho das UTIs (em número de leitos e espaço físico) é fator de impacto nas suas eficiências. Para os autores, existe um tamanho ótimo para que as UTIs operem de forma a obter ganhos de escala máximos. A pesquisa coletou dados de UTIs na Flórida, Estados Unidos, em 2005, e mostrou que 60% das UTIs operavam a retornos crescentes de escala, 10% operavam em seu tamanho produtivo ótimo e 30% operavam a retornos decrescentes de escala, necessitando, estas, serem ampliadas.

O resultado mais importante da pesquisa é o fato de que, em média, 40% das UTIs operavam abaixo do seu tamanho ideal, havendo a necessidade de se concentrar esforços para o aumento das mesmas (tanto em tamanho físico, quanto em número de leitos). Contudo, o restante das UTIs, que já operavam em tamanhos ótimos e acima deles, não deveria ser ampliado, mostrando que investimento em mais

leitos pode ter impacto negativo na eficiência dessas UTIs. Os autores utilizaram um método não paramétrico similar ao DEA e usaram como variáveis de *inputs*: tempo disponível de enfermeiros, de residentes e de *staff*, número de leitos e gastos nas UTIs. Como *output* foi utilizado o tempo de internação por tipo de UTI.

Outros estudos que também buscaram verificar a influência de certos fatores na eficiência de unidades de terapia intensiva foram os de AIKEN et al. (2014) e de VINCENT & RUBENFELD (2015).

AIKEN et al. (2014) coletaram, entre 2009 e 2010, dados de 300 UTIs de nove países europeus. Foi observado que as UTIs nas quais enfermeiros mais capacitados (mais especializados e treinados) trabalhavam, tinham menores taxas de mortalidade, sendo mais eficientes. Dessa forma, o estudo concluiu que o fator capacitação dos enfermeiros tem impacto positivo na eficiência das UTIs.

O estudo de VINCENT & RUBENFELD (2015) é uma revisão de literatura acerca de pesquisas importantes que tiveram como resultado que hospitais que possuem UTIs semi-intensivas têm UTIs mais eficientes (com menores taxas de mortalidade) do que as UTIs de hospitais que não possuem UTIs semi-intensivas. Assim, a presença de semi-intensivas é fator de impacto positivo na eficiência de UTIs. Um dos motivos levantados pelos autores que justificaria esse resultado é que nem todos os pacientes admitidos para UTIs realmente necessitam estar ali recebendo tratamento intensivo. Portanto, tais pacientes, que necessitam de mais cuidados do que os pacientes que estão em uma enfermaria geral, mas precisam de menos cuidados do que os pacientes internados em uma UTI podem ocupar essas UTIs semi-intensivas, liberando os recursos (médicos, enfermeiros, equipamentos) de UTIs para pacientes que realmente precisam dos mesmos de modo intensivo e com monitoramento constante. Dessa forma, as UTIs admitiriam uma quantidade maior de pacientes mais criticamente doentes, tendo mais recursos para tratá-los e, havendo, portanto, diminuição em suas taxas de mortalidade.

2.3.2.2. *Aplicações de DEA em estudos de eficiência na área da saúde*

Como já mencionado, este tópico irá discutir estudos que analisam a eficiência de UTIs e eficiência na área de saúde utilizando o método da análise envoltória de dados. Esses estudos serão discutidos em maiores detalhes, explorando-se os *inputs* e *outputs* utilizados para mensuração de eficiência.

PUIG-JUNOY (1997) utiliza dados de um estudo anterior, coletados na década de 90, para verificar, através do método de análise envoltória de dados, a eficiência de 25 UTIs norte-americanas. A medição da eficiência das UTIs, na pesquisa, utilizou

como variável de *input* a intensidade do uso de recursos por paciente, sendo recursos o número de médicos e de enfermeiros dedicados a cada paciente e os equipamentos de UTI utilizados para tratar os pacientes críticos. Como variáveis de *outputs*, a pesquisa utilizou: a taxa de mortalidade ajustada e o tempo de internação na UTI.

Para PUIG-JUNOY (1997), de acordo com os resultados encontrados na pesquisa, as UTIs mais eficientes foram aquelas que melhor utilizaram seus recursos para transformá-los em resultados. Em outras palavras, o autor considera que as UTIs que conseguiram utilizar menor quantidade de recursos e conseguiram obter resultados similares (taxas de mortalidade ajustada e tempos de internação na UTI semelhantes) são mais eficientes do que aquelas que, para conseguir os mesmos resultados, utilizaram mais recursos da UTI. Dessa forma, a medição de eficiência das UTIs está associada a uma perspectiva de *input*. O autor também analisa, em seus resultados, o quanto as UTIs consideradas ineficientes poderiam ter reduzido os recursos utilizados para obter resultados similares ao de UTIs eficientes. E, também, analisa o potencial de economia, em termos de recursos usados, que as UTIs ineficientes obteriam caso operassem na fronteira eficiente. Isso corrobora a ideia de que o autor analisa a eficiência das UTIs através de uma perspectiva de *inputs*.

Em outro estudo, o pesquisador PUIG-JUNOY (1998) mediu a eficiência de 16 UTIs da Espanha por meio da análise de 993 pacientes criticamente doentes. Os dados foram coletados entre 1991 e 1992. Neste estudo, foi assumido que a eficiência de uma UTI pode ser obtida como uma média da eficiência que seus pacientes são tratados, ou seja, a eficiência foi tratada a partir da análise de pacientes. Assim, o estudo considerou que uma UTI pode ser considerada eficiente se todos os pacientes dela forem tratados de forma eficiente na comparação com pacientes de outras UTIs, de outros hospitais, que possuem o mesmo nível de risco de morte.

No estudo de PUIG-JUNOY (1998), diferentes *inputs* e *outputs* foram considerados na medição de eficiência. Foram utilizados sete *inputs*, sendo eles: probabilidade de o paciente sobreviver na admissão da UTI, nível de risco de morte do paciente, dias de internação na UTI, dias de internação no hospital excetuando-se os dias na UTI, dias disponíveis das enfermeiras por paciente, dias disponíveis de médicos por paciente e disponibilidade tecnológica (relacionada a equipamentos médicos). Com relação aos *outputs*, duas variáveis foram estabelecidas: número de dias de internação no hospital e estado de sobrevivência na alta hospitalar (variável binária, havendo as seguintes possibilidades: morte ou sobrevivência).

Neste estudo, PUIG-JUNOY (1998) continua considerando UTI eficiente sob a perspectiva de minimização de *inputs* utilizados para produzir resultados similares. Assim, os resultados encontrados apontaram para uma eficiência média de 84% das UTIs estudadas, evidenciando que 16% das UTIs eram ineficientes por utilizarem mais *inputs* do que o necessário para operar na fronteira eficiente. Essas UTIs ineficientes poderiam se tornar eficientes desde que conseguissem obter os mesmos resultados das UTIs eficientes, utilizando menos recursos do que utilizavam na época do estudo.

O autor também estudou o impacto dos seguintes fatores na eficiência das UTIs: existência de programas de avaliação para enfermeiros e médicos; tipo de UTI: se está localizada em hospital universitário ou não; grupo de risco do paciente na admissão; idade dos pacientes; diagnóstico principal do paciente na admissão à UTI; número de leitos na UTI e grau de especialização das UTIs.

Os resultados obtidos por PUIG-JUNOY (1998) foram diversos. Primeiramente, foi observado que hospitais com programas de avaliação para médicos e enfermeiros apresentavam UTIs com maior eficiência do que hospitais onde tais programas não existiam (impacto positivo caso haja programa de avaliação). Em segundo lugar, UTIs de hospitais universitários foram observadas como sendo menos eficientes que UTIs de hospitais não universitários (impacto negativo caso UTI esteja localizada em hospital universitário). Em terceiro lugar, foi verificado que UTIs com maior quantidade de pacientes mais graves (maior risco de morte) são mais ineficientes que UTIs com menor quantidade desses pacientes (impacto negativo caso grupo de risco seja maior). Também foi verificado que a ineficiência é menor nas UTIs com pacientes de maior idade (impacto positivo caso pacientes sejam mais velhos). Por fim, não foram observadas relações entre eficiência da UTI e fatores como: diagnóstico do paciente na admissão à unidade, tamanho da UTI (relacionado ao número de leitos) e grau de especialização da UTI.

O estudo de HOLLINGSWORTH e PARKIN (2001) utiliza dados de um estudo anterior para verificar a eficiência de unidades de terapia intensiva neonatais, utilizando o método DEA. Os dados utilizados foram coletados em 49 UTIs neonatais do Reino Unido no período entre 1990 e 1991. Os autores compararam a eficiência entre as unidades neonatais e a mensuraram utilizando como *inputs* variáveis de custos (salários dos médicos, salários de enfermeiros, gastos com *overheads* e outros custos variáveis) e como *outputs* as seguintes variáveis: total de dias de cuidados (no hospital, considerando dias de internação na UTI e dias de internação fora da UTI) e total de dias de cuidados intensivos (considerando apenas dias de internação na UTI). Os resultados do estudo apontaram que UTIs eficientes tendem a demonstrar retornos

de escala constantes, enquanto UTIs ineficientes tendem a apresentar retornos de escala variáveis, do tipo crescentes. Além disso, o estudo mediu eficiência das UTIs sob uma perspectiva de *output*, concluindo que UTIs eficientes foram aquelas cujos pacientes criticamente doentes ficaram maior tempo internados na UTI e no hospital, recebendo tratamento.

A pesquisa de NATHANSON et al. (2003) buscou verificar se determinado fator tinha impacto na eficiência dos pacientes criticamente doentes e, por consequência, impacto indireto nas UTIs que tratavam esses pacientes. Foram coletados, durante o ano de 1999, dados clínicos de 46 pacientes com traumatismo craniano internados em UTIs norte-americanas. Os autores buscaram verificar se a hipótese de que pacientes com traumas neurológicos severos, que lidavam melhor com o *stress* associado a sua doença, teriam mais chances de sobreviver e se reestabeleceriam mais rapidamente deste trauma (recuperação mais bem sucedida) do que pacientes que não conseguiam lidar com o *stress* associado ao trauma. Para os autores, tais pacientes seriam mais eficientes e exigiriam menor intervenção médica e menos recursos da UTI para se recuperarem, além de se recuperarem mais rapidamente. Dessa forma, eles estariam contribuindo para maior eficiência das UTIs também, uma vez que menos recursos seriam utilizados além das taxas de mortalidade serem menores devido às maiores probabilidades de recuperação. Portanto, para os autores, a medição de eficiência da UTI pode ser realizada indiretamente, através da mensuração de eficiência do paciente e está orientada tanto para *input* (menor utilização de recursos) quanto para *output* (menores taxas de mortalidade).

A pesquisa de NATHANSON et al. (2003) mediu a eficiência dos pacientes utilizando como *inputs* dados clínicos específicos do estado de saúde do paciente, como: pressão intracranial, pressão arterial média, pressão parcial de CO₂, temperatura corporal e *serum osmolarity* (quantidade de substâncias químicas dissolvidas na parte líquida do sangue). Como *output* do método DEA na medição de eficiência foi utilizada a variável da pressão de perfuração no cérebro. A variável de controle utilizada foi o nível de *stress* do paciente em lidar com seu trauma. Resultados do estudo comprovaram a hipótese levantada pelos autores, ou seja, UTIs que tratam doentes que lidam melhor com o *stress* de seu trauma são mais eficientes, uma vez que esses pacientes necessitam de menor intervenção médica e de menos recursos da UTI e possuem maiores chances de sobrevivência.

TSEKOURAS et al. (2010) buscaram medir a eficiência de 39 UTIs gregas, bem como determinar os fatores que impactavam a eficiência dessas UTIs, através de dados coletados do sistema de saúde público grego, durante os anos 2000. Os

autores queriam verificar, principalmente, se os investimentos que o governo grego e a União europeia vinham fazendo, na última década, na área de saúde da Grécia (especialmente no tocante ao fornecimento de equipamentos tecnologicamente avançados) estavam tendo os resultados esperados de aumento de eficiência do sistema de saúde grego.

A eficiência foi medida através do método DEA, utilizando-se como variáveis de *inputs*: número de leitos, número de médicos, número de enfermeiros e os equipamentos médicos utilizados na UTI. Essa última variável foi subdividida em dois grupos: equipamentos adquiridos antes de 1992 (considerados mais antigos e menos avançados) e equipamentos adquiridos entre 1993 e 2006 (mais modernos, considerados mais avançados tecnologicamente). Com relação às variáveis de *output*, foram utilizados: o número de dias de tratamento na UTI (similar a tempo de internação) e a taxa de mortalidade ajustada. As variáveis de controle utilizadas (potenciais fatores de impacto na eficiência das UTIs) foram: localização (variável binária de acordo proximidade da capital grega, Atenas), a característica de pesquisa da UTI (se fazia parte de um hospital universitário ou não), a composição de pessoal que trabalha na UTI (representada por uma razão entre número de médicos e número de enfermeiros), tecnologia (variável binária que assume valor 1 se o equipamento for antigo e valor 0 caso o equipamento seja moderno, em comparação com a idade média de todos os equipamentos) e idade da UTI (tempo em operação).

No estudo de TSEKOURAS et al. (2010), a eficiência média das UTIs gregas estudadas foi medida sob uma perspectiva de *output* (relacionado ao tempo de internação e resultados de mortalidade observados). Com relação aos resultados encontrados, os mesmos foram considerados satisfatórios, embora ainda houvesse bastante espaço para melhorias, como poderia ser observado pela baixa performance de certas UTIs na comparação com as UTIs da fronteira eficiente. Os resultados referentes às variáveis de controle apontavam os pontos nos quais os esforços de melhoria deveriam acontecer, uma vez que tais variáveis causavam impacto na performance das UTIs.

O estudo de TSEKOURAS et al. (2010) mostrou que a variável tecnologia era fator de impacto positivo na eficiência de UTIs, no sentido que quanto mais equipamentos avançados tecnologicamente a UTI tem (equipamentos mais novos), mais eficiente ela é. Além disso, os resultados revelaram que quanto maior a razão da variável composição de pessoal, menor é a eficiência da UTI, ou seja, quanto mais médicos em relação ao número de enfermeiros, mais ineficiente é a UTI (impacto negativo quando há mais médicos que enfermeiros). Esse resultado revela a

importância do trabalho de enfermeiros na eficiência de UTIs. Foi também encontrado que UTIs de hospitais universitários são mais eficientes que UTIs de hospitais não universitários (impacto positivo para UTI localizada em hospitais universitários). Com relação a esse resultado, existe uma suspeita de que a razão para tal fato é que UTIs de hospitais universitários empregam *staff* acadêmico, isto é, pessoal mais qualificado. Além disso, essas UTIs estão próximas as fontes locais de conhecimento, o que poderia ter impacto na maior eficiência delas. Finalmente, a análise das variáveis local e idade da UTI resultaram como não tendo impacto técnico significativo na eficiência das UTIs.

A pesquisa de OSMAN et al. (2011) tinha por objetivo medir, através do DEA, a eficiência de enfermeiras que trabalhavam nas UTIs. Consequentemente, o estudo buscou, de forma indireta, mensurar a eficiência de UTIs, pois, para os autores, UTIs eficientes eram aquelas que tinham enfermeiros eficientes, pois eles contribuíam para menores taxas de mortalidade (estudo orientado a *output*).

No estudo de OSMAN et al. (2011), foram coletados, durante o ano de 2008, dados relativos ao trabalho de 32 enfermeiras que atuavam em diferentes UTIs (adulta, pediátrica, coronariana, de transplante de órgãos) de um hospital no Líbano.

Anteriormente à coleta de dados para a medição de eficiência, o estudo de OSMAN et al. (2011) buscou, na literatura, os mais críticos e importantes critérios de performance para avaliar enfermeiros. Os critérios foram divididos em dois grupos, um de *inputs* e outro de *outputs*. Os *inputs* utilizados foram: conhecimento dos enfermeiros acerca do trabalho realizado; hábitos de trabalho dos enfermeiros; trabalho em equipe e cooperação; habilidades interpessoais; habilidades no uso de equipamentos e capacidade de comunicação. As variáveis usadas como *output* foram: planejamento/organização; performance prática geral; performance prática de enfermeiros; performance prática técnica; performance de educação do paciente; acompanhamento do trabalho de emergência; iniciativa em assumir responsabilidade; qualidade e quantidade de trabalho e criatividade na solução do problema.

Resultados da pesquisa comprovaram que o método DEA é adequado na medição da eficiência de enfermeiros e, conseqüentemente, segundo os autores, na medição da eficiência de UTIs. A pesquisa mostrou que os enfermeiros das UTIs do hospital analisado poderiam ser classificados em três grupos: muito eficientes, pouco eficientes e ineficientes. As UTIs nas quais a quantidade de enfermeiros pouco eficientes e ineficientes era maior que a quantidade de enfermeiros eficientes, apresentaram maiores taxas de mortalidade, sendo menos eficientes. Já as UTIs nas

quais a quantidade de enfermeiros eficientes era superior à quantidade de enfermeiros pouco eficientes e ineficientes, apresentaram menores taxas de mortalidade, sendo mais eficientes. O estudo também pôde concluir quais profissionais necessitavam de treinamento e em que áreas específicas os treinamentos deveriam ser intensificados para a melhoria da performance dos enfermeiros pouco eficientes e ineficientes.

O estudo também permitiu que, a curto prazo, enquanto os treinamentos para aprimoramento dos enfermeiros aconteciam, houvesse melhor gestão da combinação de enfermeiros que iriam trabalhar em cada UTI. Em outras palavras, os gestores das UTIs poderiam organizar quais profissionais trabalhariam em quais UTIs, de forma a equilibrar a quantidade de profissionais mais eficientes e menos eficientes em cada UTI, buscando a máxima performance possível em cada unidade. Cabe destacar que essa medida era apenas paliativa e que o objetivo principal, a médio e longo prazo, era que todas as UTIs fossem eficientes, ou seja, tivessem a maior quantidade possível de profissionais eficientes. Por isso, investia-se no treinamento e aperfeiçoamento dos profissionais pouco eficientes e ineficientes.

A pesquisa de ARAÚJO, BARROS & WANKE (2014) buscou comparar a eficiência entre vinte hospitais de uma seguradora de saúde e determinar os fatores que impactam essa eficiência. Utilizando o método DEA, foram usadas como variáveis de *inputs*: área do hospital, número de leitos de UTIs, número de leitos de emergência, número de leitos totais do hospital, quantidade de *staff*, número de médicos, quantidade de enfermeiros, número de salas médicas no hospital e quantidade de centros cirúrgicos. Essas variáveis foram combinadas em dois índices após aplicação da análise de componente principal. As variáveis de *outputs*, também combinadas posteriormente em índices, foram: número de internações comuns por ano, número de internações em UTIs (pacientes críticos) por ano, número de internações de emergência anual, número de tratamentos ambulatoriais por ano e quantidade de cirurgias anuais. O estudo foi orientado a *output*, visando-se a maximização dos resultados observados.

Os fatores de impacto estudados foram: especialização e acreditação do hospital (variáveis binárias que assumem valor 1 no caso de especializados e acreditados e valor 0 caso contrário), complexidade dos procedimentos médicos realizados e idade do hospital. Dentre os resultados observados, a idade e a acreditação tiveram impactos positivos na eficiência, ou seja, hospitais com maior tempo em operação e acreditados (com certificação de qualidade no serviço prestado), apresentaram melhores resultados, sendo mais eficientes. Hospitais mais especializados (focados em tratamentos específicos) foram observados como tendo

piores resultados, ou seja, menos eficientes. Assim, a especialização do hospital foi observada como fator de impacto negativo e a complexidade não pareceu ter influência sobre a eficiência dos hospitais.

Embora a pesquisa de ARAÚJO, BARROS & WANKE (2014) tenha observado a especialização do hospital como fator com impacto negativo na eficiência de hospitais, o mesmo já foi entendido como fator de impacto positivo na eficiência hospitalar devido a maiores vantagens que hospitais especializados tem sobre seus concorrentes (LEE et al., 2008). Também a pesquisa de CAPKUN et al. (2012), em hospitais austríacos, observou que os hospitais especializados eram mais eficientes, uma vez que o tempo de internação dos pacientes destes hospitais era menor.

O anexo 9 apresenta um resumo de todos os estudos discutidos nesta seção.

2.3.3. Unidades de Terapia Intensiva Eficientes

Tendo em vista que esta pesquisa irá, inicialmente, através do método de análise envoltória de dados, comparar as eficiências de um grupo de UTIs pertencentes a AMIL, faz-se necessário o entendimento do conceito de UTI eficiente, bem como um resumo dos *inputs* e dos *outputs* mais utilizados na literatura para mensurar a eficiência através do DEA. Esta seção irá explorar essas questões.

Diferentes autores percebem a UTI como sendo eficiente sob, basicamente, dois ângulos distintos: o de *inputs* e o de *outputs*. No primeiro caso, para que uma UTI seja considerada eficiente, ela deve utilizar uma quantidade ótima de *inputs* para produzir determinado nível de *outputs* (PUIG-JUNOY, 1997; PUIG-JUNOY, 1998). Já sob o ponto de vista de *outputs*, a UTI é percebida como eficiente se produz quantidades ótimas de *outputs*, em certo ambiente tecnológico e a certo nível de *inputs* (TSEKOURAS et al., 2010; BRESLOW & BADAWI, 2012).

Retomando o conceito de que *inputs* são os recursos de entrada de um processo produtivo e que *outputs* são os resultados gerados nesse processo e, entendendo que, na UTI, o paciente passa por processos de transformação e há geração de resultado (paciente tratado), em uma UTI há inúmeros *inputs* e *outputs*. Os *inputs* são os recursos usados para tratar o paciente, como: profissionais, equipamentos, leitos. Os *outputs*, por sua vez, são os resultados gerados ao paciente tratado, como: *status* do paciente na alta da UTI (morte ou sobrevivência), tempo que o paciente permaneceu internado, infecções adquiridas durante a internação.

Assim sendo, grande parte dos estudiosos de eficiência em UTIs que usam o DEA possuem uma orientação para *output*, de maximização dos resultados gerados e

utilizam como principais *outputs* na medição de eficiência as taxas de mortalidade ajustadas (*Standardized Mortality Ratio – SMR*) e os tempos de internação (*Length of Stay – LOS*) na UTI. Dessa forma, para os autores em questão, uma UTI é eficiente quando a sua taxa de mortalidade ajustada (razão entre mortalidade observada e mortalidade prevista, sendo esta baseada em um MPM) é menor em comparação com a mesma taxa em outras UTIs (NATHANSON et al., 2003; HANS et al., 2007; DERVAUX et al., 2009; TSEKOURAS et al., 2010; OSMAN et al., 2011; BRESLOW & BADAWI, 2012; AIKEN et al., 2014; VINCENT & RUBENFELD, 2015) e/ou quando o paciente é mais rapidamente tratado, ficando o menor tempo possível internado e logo recebendo alta (HOLLINGSWORTH & PARKIN, 2001; TSEKOURAS et al., 2010; BRESLOW & BADAWI, 2012).

Cabe destacar aqui que, na orientação para *output*, a ideia é a maximização de resultados produzidos. Contudo, como nas UTIs, os resultados são não desejáveis (taxas de mortalidade, tempos de internação), a UTI é eficiente se consegue minimizá-los, obtendo resultados ótimos (menores SMR e menores LOS).

Outros estudiosos de eficiência em UTIs, que utilizam DEA, possuem uma orientação para *input*, de otimização dos recursos utilizados, e usam como principais *inputs* na medição de eficiência: o número de leitos; o espaço físico da UTI; a quantidade ou tempo disponível de médicos, de enfermeiros e de técnicos de enfermagem no tratamento dos pacientes; o grau de avanço tecnológico dos equipamentos utilizados nas UTIs. Dessa forma, para os autores em questão, uma UTI é eficiente se consegue utilizar menos recursos que outras UTIs, mas consegue obter resultados (taxas de mortalidade, tempos de internação) semelhantes (PUIG-JUNOY, 1997; PUIG-JUNOY, 1998; NATHANSON et al., 2003; DERVAUX et al., 2009).

Cabe ressaltar aqui que a menor utilização de recursos não está associada à economia de recursos no tratamento dos pacientes, pois o reestabelecimento da saúde dos doentes é o principal resultado almejado por qualquer unidade de saúde. Portanto, a eficiência é no sentido relativo (na comparação com outras UTIs) e, principalmente, observando-se os mesmos resultados. Assim, a UTI só é considerada eficiente se, primeiramente tem resultados semelhantes às de outras UTIs, mas consegue tais resultados mesmo utilizando menos recursos, possivelmente, por melhor gestão dos mesmos (PUIG-JUNOY, 1997; PUIG-JUNOY, 1998).

2.3.4. Fatores que impactam a Eficiência nas UTIs

Sendo o objetivo desta pesquisa, a análise do impacto que um conjunto de fatores, discutidos e disponibilizados para este estudo, tem na eficiência das UTIs, é

necessário entender como a literatura já tratou essas questões. Dessa forma, esta seção irá apresentar um resumo acerca dos principais fatores que os estudos discutidos anteriormente observaram como tendo impacto na eficiência das UTIs.

Os fatores de impacto na eficiência de UTIs mais estudados foram: capacitação dos profissionais (COLLINS et al., 1971; DERVAUX et al., 2009; AIKEN et al., 2014), quantidade de leitos (PUIG-JUNOY, 1998; SEUNG-CHUL et al., 2000; NGUYEN et al., 2003; LELEU et al., 2012), tecnologia utilizada nas UTIs, relacionada aos equipamentos (COLLINS et al., 1971; TSEKOURAS et al., 2010), tipo da UTI: se localizada em hospital universitário ou não (PUIG-JUNOY, 1998; TSEKOURAS et al., 2010) e composição de pessoal, ou seja, razão entre o número de médicos e de enfermeiros (HANS et al., 2007; TSEKOURAS et al., 2010). O grau de especialização das UTIs também foi estudado (PUIG-JUNOY, 1998), assim como o grau de especialização de hospitais (LEE et al., 2008; CAPKUN et al., 2012; ARAÚJO, BARROS & WANKE, 2014).

Com relação aos resultados observados nas pesquisas, houve convergência nos achados quanto ao fator de capacitação e quanto ao espaço físico. Em relação ao fator de capacitação, os autores acreditam que quanto mais capacitada a equipe que trata os doentes, mais eficiente é a UTI (COLLINS et al., 1971; DERVAUX et al., 2009; AIKEN et al., 2014). Quanto ao espaço físico, os autores acreditam que UTIs que alcançam a quantidade ótima de leitos são mais eficientes, porém grande quantidade de leitos pode ter impacto negativo na eficiência das UTIs (SEUNG-CHUL et al., 2000; NGUYEN et al., 2003; LELEU et al., 2012). Entretanto, PUIG-JUNOY (1998) não observou impacto da quantidade de leitos na eficiência de UTIs.

Houve divergência de resultados quanto aos equipamentos usados, quanto ao tipo de UTI, quanto à composição de pessoal e quanto ao grau de especialização da UTI. Alguns estudiosos pensam que quanto mais avançada a tecnologia empregada nos equipamentos, mais eficiente é a UTI (TSEKOURAS et al., 2010), ao passo que outros acreditam que a adoção de equipamentos mais simples e que atendam às necessidades do paciente traz mais eficiência à UTI (COLLINS et al., 1971). Em relação ao tipo de UTI, há quem acredite que UTIs localizadas em hospitais universitários são mais eficientes (TSEKOURAS et al., 2010) e quem pense o contrário (PUIG-JUNOY, 1998). Com relação à composição de pessoal, alguns acreditam que quanto mais médicos em relação ao número de enfermeiros, menos eficiente é a UTI (TSEKOURAS et al., 2010) e há quem não tenha encontrado resultados significativos entre o fator e a eficiência de UTIs (HANS et al., 2007). Finalmente, quanto à especialização de UTIs, PUIG-JUNOY (1998) não observou esse fator como tendo

impacto significativo na eficiência de UTIs. Em contrapartida, LEE et al. (2008) e CAPKUN et al. (2012) observaram um impacto positivo da especialização de hospitais na eficiência dos mesmos e ARAÚJO, BARROS & WANKE (2014) observaram um impacto negativo.

Outros fatores estudados foram: idade do paciente, grupo de risco do paciente, existência de programas de avaliação de médicos e enfermeiros (PUIG-JUNOY, 1998), existência de *rounds* interdisciplinares nas UTIs (HANS et al., 2007), existência de UTIs semi-intensivas no hospital (VINCENT & RUBENFELD, 2015), presença do fator *stress* no paciente para lidar com a doença (NATHANSON et al., 2003) e número de médicos e enfermeiros (HANS et al., 2007).

Quanto aos resultados observados nestas pesquisas, tem-se: relação positiva para maior idade dos pacientes, isto é, quanto mais velhos os pacientes, mais eficiente é a UTI; relação negativa para maior grupo de risco do paciente, ou seja, quanto maior a criticidade dos doentes na UTI, menos eficiente ela será e relação positiva para a existência de programa de avaliação de médicos e enfermeiros, ou seja, caso exista programa de avaliação, a UTI é mais eficiente (PUIG-JUNOY, 1998); relação positiva para existência de *rounds* interdisciplinares, isto é, caso existam *rounds* interdisciplinares, a UTI é mais eficiente (HANS et al., 2007), relação positiva para existência de UTIs semi-intensivas, ou seja, caso exista UTI semi-intensivas no hospital, mais eficientes as UTIs dos hospital são (VINCENT & RUBENFELD, 2015), relação negativa para presença do fator *stress* no paciente, ou seja, caso o paciente não consiga lidar bem com a doença, mais difícil sua recuperação e menos eficiente a UTI será (NATHANSON et al., 2003). Não foram observados impactos significativos entre número de médicos e enfermeiros na eficiência de UTIs (HANS et al., 2007).

O quadro 1 a seguir resume os diferentes fatores de impacto na eficiência de UTIs já estudados e discutidos anteriormente:

Quadro 1: Resumo dos fatores de impacto na eficiência de UTIs da literatura

Fatores de Impacto estudados	Tipo de Impacto (positivo, negativo ou sem impacto)	Autores e Ano de Publicação
Capacitação dos profissionais	Positivo (para maior capacitação de profissionais)	COLLINS et al., 1971; DERVAUX et al., 2009; AIKEN et al., 2014
Quantidade de leitos	Positivo (para quantidade ótima de leitos) Negativo (para quantidade	SEUNG-CHUL et al., 2000; NGUYEN et al., 2003; LELEU et al., 2012

	excessiva de leitos)	
	Sem Impacto	PUIG-JUNOY, 1998
Tecnologia utilizada nas UTIs (grau de avanço tecnológico dos equipamentos)	Positivo (para utilização de equipamentos mais avançados tecnologicamente)	TSEKOURAS et al., 2010
	Negativo (para utilização de equipamentos mais avançados tecnologicamente)	COLLINS et al., 1971
Tipo da UTI (se localizada em hospital universitário ou não)	Positivo (para UTIs localizadas em hospitais universitários)	TSEKOURAS et al., 2010
	Negativo (para UTIs localizadas em hospitais universitários)	PUIG-JUNOY, 1998
Composição de pessoal (razão entre o número de médicos e de enfermeiros)	Negativo (para maior quantidade de médicos em relação a enfermeiros)	TSEKOURAS et al., 2010
	Sem Impacto	HANS et al., 2007
Grau de Especialização de UTIs	Sem Impacto	PUIG-JUNOY, 1998
Grau de Especialização de hospitais	Impacto Positivo (para hospitais especializados)	LEE et al., 2008; CAPKUN et al., 2012
	Impacto Negativo (para hospitais especializados)	ARAÚJO, BARROS & WANKE, 2014
Idade do paciente	Positiva (para mais velhos)	PUIG-JUNOY, 1998
Grupo de risco do paciente	Negativo (para maior grupo de risco)	PUIG-JUNOY, 1998
Existência de programas de avaliação de médicos e enfermeiros	Positiva (para existência de programas)	PUIG-JUNOY, 1998
Existência de <i>rounds</i> interdisciplinares nas UTIs	Positiva (para existência de <i>rounds</i> interdisciplinares)	HANS et al., 2007
Existência de UTIs semi-intensivas no hospital	Positiva (para existência de UTIs semi-intensivas)	VINCENT & RUBENFELD, 2015
Presença do fator <i>stress</i> no paciente para lidar com a doença	Negativa (para presença do fator <i>stress</i> no paciente)	NATHANSON et al., 2003
Número de médicos e enfermeiros	Sem Impacto	HANS et al., 2007

Fonte: Autoria Própria

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Este capítulo irá apresentar e descrever a metodologia utilizada neste estudo. Ele está dividido da seguinte maneira: a primeira seção descreve a etapa qualitativa desta pesquisa; a segunda seção apresenta as hipóteses de pesquisa; a terceira seção descreve a etapa quantitativa deste estudo e está subdividida em outras partes e a quarta seção apresenta as limitações deste estudo.

3.1. Etapa Qualitativa da Pesquisa

Essa pesquisa foi majoritariamente quantitativa, com aplicação do método de análise envoltória de dados (DEA), através do *software* R, para os dados das UTIs disponibilizados para este estudo. Contudo, houve uma etapa qualitativa anterior, que foi de extrema importância para a definição de algumas variáveis deste estudo, especialmente as variáveis de controle.

Após levantamento na literatura acerca das variáveis de *input*, *output* e controle mais utilizadas em estudos sobre eficiência de UTIs, procedeu-se a uma etapa qualitativa, com o objetivo de se verificar, junto a especialistas de UTIs (médicos e gestores do grupo AMIL – ver anexo 4), a pertinência de se estudar tais variáveis dentro do ambiente e do contexto das 22 UTIs da AMIL.

Com relação às variáveis de *input*, os especialistas estavam de acordo com a utilização, na pesquisa, das variáveis levantadas na literatura sobre o assunto e que mais tinham sido utilizadas em outras pesquisas similares. As variáveis de *input* escolhidas foram o número de médicos, número de profissionais de enfermagem (enfermeiros e técnicos) e quantidade de leitos. Tratam-se de variáveis muito usadas pela AMIL como insumos no processo de tratamento em uma UTI. Elas serão detalhadas na seção 3.3.2.2, seleção de *inputs* e *outputs*.

Para as variáveis de *output*, os especialistas concordaram que uma das variáveis a serem usadas na pesquisa deveria ser a taxa de mortalidade ajustada (razão entre a mortalidade observada e a mortalidade esperada, sendo esta baseada na criticidade do estado de saúde do paciente), conforme levantamento da literatura, pois este é um dos resultados (não desejados) do processo de tratamento de uma UTI. Entretanto, os especialistas sugeriram que outra variável fosse, também, utilizada no modelo: o número de altas. É uma variável considerada desejada no processo de tratamento em uma UTI (quanto mais altas em uma UTI, mais eficiente ela é). As variáveis de *output* serão detalhadas na seção 3.3.2.2, seleção de *inputs* e *outputs*.

A etapa qualitativa foi primordial para a definição das variáveis de controle a serem usadas na pesquisa. Os especialistas sugeriram que outros fatores, diferentes dos levantados na literatura, fossem estudados, por suspeitarem que tais fatores sugeridos pudessem ter impacto na eficiência das unidades de terapia intensiva.

Os fatores sugeridos foram: percentual de pacientes ventilados na UTI, pontuação SAPs III média dos pacientes internados e grau de verticalização das UTIs. Eles foram discutidos de forma a se entender a relação que se esperava encontrar entre os mesmos e a eficiência das UTIs.

A variável percentual de pacientes ventilados na UTI é representada pela razão entre a quantidade de pacientes que necessitam de ventilação mecânica e o total de pacientes internados na UTI (dados fornecidos pela AMIL). Pacientes que precisam de ventilação são aqueles que não conseguem respirar naturalmente sozinhos, ou seja, necessitam de aparelhos que mantenham o seu ciclo respiratório.

De acordo com a opinião de especialistas, essa variável tem impacto negativo na eficiência de UTIs, isto é, quanto maior o número de pacientes que necessitam de ventilação mecânica em uma UTI, menor sua eficiência. Segundo os especialistas, isso pode ser explicado pelo fato de que o número de pacientes que precisam ser ventilados está associado à gravidade de seus estados de saúde. Assim, quanto mais pacientes precisam de ventilação, maior a quantidade de pacientes mais graves, o que tende a aumentar as taxas de mortalidade ajustadas, diminuindo a eficiência da UTI. Portanto, esta pesquisa avaliará se a variável percentual de pacientes ventilados tem, de fato, impacto negativo na eficiência das UTIs.

A variável SAPs III é o Escore Simplificado de Fisiologia Aguda (*Simplified Acute Physiology Score*) e representa uma pontuação relativa à previsão de mortalidade do paciente criticamente doente, de acordo com a gravidade de sua doença. Nesta pesquisa ela foi calculada através da média da pontuação de todos os pacientes internados em cada UTI (dado disponibilizado pela AMIL).

Para os especialistas, essa variável tem impacto negativo na eficiência de UTIs, ou seja, quanto maior a média da pontuação SAPs III dos pacientes internados, menos eficiente a UTI será. De acordo com os especialistas, isso pode ser explicado pelo fato de que quanto maior o SAPs III médio de uma UTI, maior a quantidade de pacientes com pontuações de previsão de mortalidade mais altas, isto é, maior número de pacientes críticos a UTI tem. A maior gravidade dos estados de saúde desses pacientes culmina em menores chances de sobrevivência, o que tende a piorar os resultados da UTI, diminuindo sua eficiência. Assim, esta pesquisa avaliará se a

variável SAPs III médio dos pacientes internados na UTI tem, de fato, impacto negativo na eficiência das unidades de terapia intensiva.

A variável grau de verticalização da UTI constitui-se em uma variável binária, que assume apenas dois valores: um (UTI vertical) ou zero (UTI de mercado). Segundo definição da superintendência da AMIL, UTI vertical é aquela cuja grande maioria de seus pacientes (percentual superior a 75%) possui plano AMIL, enquanto UTI de mercado é aquela na qual menos de 75% dos pacientes internados possui plano AMIL.

Segundo os especialistas, o grau de verticalização das unidades de terapia intensiva tem impacto positivo na eficiência delas, ou seja, UTIs verticais tendem a ser mais eficientes que UTIs de mercado. Existem algumas explicações para isso. Primeiro, a UTI vertical possui poucos pacientes sem planos de saúde. Para os especialistas, é muito provável que esses pacientes não acompanhem tão frequentemente sua saúde, podendo ser internados na UTI com quadros clínicos mais críticos, contribuindo para resultados piores na UTI. Em segundo, a UTI vertical também tem menor quantidade de pacientes com planos não AMIL. Para os especialistas, tais pacientes podem ter planos inferiores, com cobertura mais limitada, podendo, também, não realizar acompanhamento frequente de sua saúde. Assim, ao serem internados na UTI, podem apresentar quadros mais graves, contribuindo para UTIs com resultados piores. E, em terceiro, segundo os especialistas, o fato da maioria dos pacientes internados na UTI vertical possuir plano de saúde AMIL, significa que a maioria desses pacientes tem seus históricos de saúde conhecidos e acompanhados pela AMIL, de modo que, possivelmente, esses pacientes têm recebido tratamentos específicos do grupo AMIL para suas doenças, tratamentos estes que já surtiram alguns resultados. Assim, no momento da internação na UTI, a recuperação é mais fácil, rápida e com maiores chances de sucesso, ou seja, as UTIs apresentam melhores resultados, sendo mais eficientes. De forma contrária, a UTI de mercado não tem grande maioria dos pacientes com plano AMIL (podem ter outros planos ou não ter plano algum). Isso significa que esses pacientes iniciarão o tratamento de suas doenças naquele momento, pois, até então, a AMIL não conhecia seus históricos de saúde, não acompanhando suas doenças. Provavelmente, as recuperações destes pacientes serão mais lentas e piores uma vez que a doença pode já estar evoluída (não vinha sendo tratada e acompanhada) e o tratamento que será iniciado poderá não surtir, de imediato, os efeitos desejados. Isso afetará os resultados da UTI, que será menos eficiente.

A variável grau de verticalização também está associada à pesquisa de FREEMAN et al. (2008). Os autores vinham, desde a década de 1990, buscando uma relação entre o fato de o paciente possuir plano de saúde e de ele apresentar melhor saúde. Centenas de pacientes adultos, nos Estados Unidos, foram divididos em dois grupos: aqueles que possuíam planos de saúde e aqueles que não possuíam. Durante a década de 90 e parte dos anos 2000, os estados clínicos de saúde dos pacientes de ambos os grupos foram acompanhados pelos pesquisadores. Os resultados mostraram que os pacientes que possuíam plano de saúde utilizavam mais serviços de saúde (como consultas médicas, exames) e tinham um acompanhamento maior de suas saúdes que os pacientes que não possuíam plano. Além disso, os pacientes com planos apresentavam estados clínicos de saúde melhores que os pacientes sem acesso a planos. Dessa forma, os autores comprovaram a hipótese inicialmente levantada de que pacientes com acesso a planos de saúde apresentam melhores estados clínicos de saúde que pacientes sem plano, por utilizarem mais serviços de saúde e terem maior acompanhamento de suas saúdes.

Portanto, sendo esta variável considerada, por especialistas, como importante no impacto da eficiência de UTIs e estando relacionada, também, à literatura sobre o assunto, esta pesquisa verificará se a variável grau de verticalização das UTIs tem, de fato, impacto positivo na eficiência de unidades de terapia intensiva.

Esta etapa qualitativa contribuiu para o ineditismo da pesquisa, uma vez que os especialistas, com base em suas experiências diárias no ambiente de UTIs, sugeriram que certos fatores, ainda não explorados pela literatura, fossem estudados. Assim, a importância desta etapa não está apenas na definição de variáveis para a pesquisa como, também, na cobertura de um *gap* da literatura quanto aos fatores de impacto na eficiência de UTIs. A relevância desta etapa será ainda maior caso haja a confirmação, através dos testes desta pesquisa, de que os fatores sugeridos, de fato, justificam o diferente desempenho observado entre as UTIs estudadas.

3.2. Hipóteses de Pesquisa

A fim de elaborar as hipóteses desta pesquisa, o objetivo deste estudo deve ser retomado. Esta pesquisa buscará verificar, dentre um conjunto de fatores discutidos e disponibilizados para este estudo, quais possuem impacto na eficiência das UTIs, bem como verificar a maneira como os impactos ocorrem: positivamente (a UTI é mais eficiente na presença do fator) ou negativamente (a UTI é menos eficiente na presença do fator). Cabe ressaltar que os fatores de impacto na eficiência de UTIs

a serem testados nesta pesquisa foram exaustivamente discutidos na etapa qualitativa dessa pesquisa.

Assim sendo, as hipóteses a serem testadas nesta pesquisa são:

H1: O percentual de pacientes ventilados na UTI tem impacto negativo na eficiência da mesma

H2: O SAPs III (Simplified Acute Physiology Score - Escore Simplificado de Fisiologia Aguda) médio dos pacientes internados em uma UTI tem impacto negativo na eficiência da mesma

H3: O grau de verticalização de uma UTI tem impacto positivo na eficiência da mesma

3.3. Etapa Quantitativa da Pesquisa

Esta seção irá descrever a etapa quantitativa desta pesquisa e está subdividida em: base de dados usada no estudo; apresentação das variáveis escolhidas e discutidas para a pesquisa; descrição do método da análise envoltória de dados, usado neste estudo e detalhamento do segundo estágio do modelo utilizado nesta pesquisa.

3.3.1. Base de Dados Utilizada

A fim de verificar quais dos fatores discutidos impactam a eficiência das UTIs e a forma como o impacto ocorre, este estudo mensurou e comparou a eficiência de 22 UTIs da rede de saúde AMIL, localizadas nos estados do Rio de Janeiro (11 UTIs) e de São Paulo (11 UTIs).

A escolha da AMIL se deve à sua grande importância e representatividade, pois essa empresa é uma das maiores seguradoras de saúde brasileiras, tanto em número de beneficiários (ver anexo 6) quanto em relação à qualidade do serviço prestado (IDSS de 0,69 em 2014), conforme já mencionado.

Os dados utilizados neste estudo foram disponibilizados pela própria AMIL, através de uma grande base de dados. Eles são relativos ao ano de 2013 e foram mensurados e coletados durante o ano de 2013 e parte de 2014, tendo sido tabulados em planilha Excel. Algumas informações já foram coletadas em função das UTIs (dados por UTI), enquanto outras informações foram coletadas em função dos pacientes (dados por paciente). Estas últimas foram convertidas em função das UTIs através da média dos dados de todos os pacientes internados em cada uma das UTIs.

Ao todo foram coletados dados de 23.752 pacientes que deram entrada em alguma dessas 22 UTIs no período entre 01/01/2013 e 31/12/2013. A saída da UTI (alta para quarto, enfermaria, outra UTI ou hospital, residência ou óbito) pode, no entanto, ter ocorrido em uma data posterior a 2013 (existem dados até Maio de 2014). Assim sendo, os dados são relativos ao ano de 2013, embora parte das informações tenha sido coletada em 2014.

A análise, por parte da pesquisadora, dos dados tabulados em Excel, revelou que algumas informações importantes para a pesquisa não estavam presentes nessa base inicialmente disponibilizada pela AMIL. Então, tais informações faltantes foram solicitadas diretamente aos gestores dessas UTIs, que as pesquisaram, através de diferentes sistemas internos da empresa. As informações faltantes foram organizadas junto aos dados já existentes e previamente tabulados, tendo-se, finalmente, a base de dados completa.

Assim, prosseguiu-se à estruturação dos dados desta base final, com alguns ajustes de informações, tratamento de algumas variáveis (conforme será melhor descrito na seção de escolha das variáveis) e realização de análises estatísticas. Após esse tratamento preliminar, os dados foram trabalhados através do *software* estatístico R (R for Windows 3.1.1) para posterior análise dos resultados encontrados (descritos no capítulo quatro - Apresentação e Análise dos Resultados).

3.3.2. Escolha das Variáveis

O método da análise envoltória de dados, utilizado para mensuração de eficiência, necessita que certos parâmetros, inerentes ao método, sejam estabelecidos. Esses parâmetros incluem: as variáveis de *input* e *output*, usadas para caracterização do modelo, e as unidades de análise (unidades de tomada de decisão). Além disso, uma vez que o objetivo deste estudo é verificar quais fatores, dentre um conjunto discutido e disponibilizado, têm impacto na eficiência de unidades de terapia intensiva, é necessário que variáveis de controle ou contextuais sejam, também, definidas. Dessa maneira, essa seção tratará da descrição da escolha e seleção dessas variáveis.

3.3.2.1. Escolha das Unidades de Tomada de Decisão (DMUs)

Ao se avaliar o desempenho relativo de algo, utilizando-se métodos como o DEA, a primeira providência é definir a unidade de avaliação. A análise envoltória de dados emprega o termo *Decision Making Unit* (DMU) ao se referir a tal unidade (THANASSOULIS, 2001). A DMU pode ser entendida como a entidade que tem o

controle sobre o processo que desenvolve, sendo responsável por converter os recursos (*inputs*) em resultados (*outputs*), além de ser a entidade cuja performance será avaliada comparativamente com a performance de outras entidades do mesmo tipo. Cada DMU tem certo grau de liberdade gerencial na tomada de decisão. Por isso, essas unidades são chamadas de unidades tomadoras de decisão (THANASSOULIS, 2001; COOPER et al., 2007).

As DMUS devem ser entidades homogêneas, ou seja, devem utilizar os mesmos recursos para produzir os mesmos resultados, variando somente as quantidades de recursos e de resultados usados. Apenas sendo homogêneas, suas performances podem ser comparadas (THANASSOULIS, 2001; COOPER et al., 2007; LA FORGIA & COUTTOLENC, 2009). Em aplicações gerenciais, DMUs podem incluir bancos, lojas, supermercados, fabricantes de automóveis, bibliotecas, escolas, hospitais (COOPER et al., 2007).

Tendo em vista o conceito de DMU, suas características e o objetivo desta pesquisa, o presente estudo escolheu como unidade de avaliação 22 unidades de terapia intensiva da rede AMIL localizadas nos estados do Rio de Janeiro (11 UTIs) e de São Paulo (11 UTIs).

Diferentemente de hospitais, que produzem um volume de *output* bastante heterogêneo, unidades de terapia intensiva são entidades mais homogêneas e menos agregadas (PUIG-JUNOY, 1998), sendo, portanto, mais adequadas para avaliar a eficiência através do método DEA. A homogeneidade da massa de dados pode ser garantida, também, pela redução na quantidade de UTIs da rede AMIL que estão sendo estudadas, contemplando apenas certas unidades dos estados do Rio de Janeiro e de São Paulo.

Os estados do Rio de Janeiro e de São Paulo foram escolhidos, pois, apesar da AMIL ter UTIs em outros estados (Distrito Federal e Paraná), São Paulo e Rio de Janeiro possuem maior representatividade no tocante à saúde brasileira, conforme já mencionado e de acordo com os anexos 2 e 7. Além disso, essa filtragem de localidades foi necessária, pois apenas as UTIs desses estados possuem dados disponíveis quanto às variáveis de *inputs* e *outputs* (detalhados a seguir) selecionados para esta pesquisa.

Com base nos resultados encontrados, não apenas irão ser verificados os fatores que impactam a eficiência das UTIs, como há, também, o intuito de se verificar discrepâncias nos resultados e práticas das diferentes UTIs da rede AMIL. Dessa forma, será possível observar as práticas adotadas pelas UTIs avaliadas como mais

eficientes (consideradas *benchmark*) e expandi-las para UTIs avaliadas como menos eficientes, de maneira a homogeneizar o padrão de atendimento e qualidade das UTIs da rede.

É importante destacar que algumas DMUs, inicialmente consideradas na pesquisa, foram excluídas, pois apesar de serem UTIs localizadas em São Paulo e no Rio de Janeiro, não faziam parte da rede própria da AMIL e sim da contratada. A fim de que a base de dados final contivesse apenas DMUs mais homogêneas entre si para a análise, estas UTIs foram excluídas.

Por fim, cabe ressaltar que a regra de COOPER et al. (2007) indica que o tamanho da amostra a ser avaliada deve ser, pelo menos, três vezes superior a quantidade de *inputs* e *outputs* somados ou o número de DMUs deve ser maior que a multiplicação entre o número de *inputs* e de *outputs*, qual dentre essas opções for maior, deve ser considerada. Isso se deve ao fato de que quanto maior o número de variáveis em relação à quantidade de DMUs, maior será a proporção de unidades apontadas como eficientes. Dessa forma, uma amostra muito pequena afetará a capacidade do modelo de discriminar as unidades mais e menos eficientes, além de afetar a consistência dos resultados.

O presente estudo está em consonância com essa regra de COOPER et al. (2007), uma vez que 22 UTIs estão sendo avaliadas e que foram selecionados 3 *inputs* e 2 *outputs* para esta pesquisa (maior detalhamento a seguir).

3.3.2.2. Seleção de Inputs e Outputs

Uma vez definidas as DMUs, o próximo passo, para avaliar eficiência utilizando-se o método DEA, é definir as variáveis de *input* e de *output*. De acordo com THANASSOULIS (2001) e COOPER et al. (2007), os *inputs* são variáveis que compreendem os recursos ou insumos que impactam os resultados, e os *outputs* são variáveis que refletem os resultados através dos quais a unidade tomadora de decisão é analisada.

A escolha de *inputs* não é tarefa simples. Os *inputs* estão associados à finalidade da análise da eficiência e sua mensuração pode ser fácil ou bastante complexa (COOPER et al., 2007). Ainda, os *inputs* podem ser de dois tipos, basicamente: físicos ou financeiros. *Inputs* físicos não podem ser monetizados. Dessa forma, compreendem recursos como tempo, pessoas, insumos que devem ser administrados da melhor maneira possível para maximizar os resultados gerados. Por sua vez, *inputs* financeiros são aqueles associados a questões de custos ou preços, ou seja, podem ser monetizados. Compreendem, portanto, custo da mão-de-obra,

custo de insumos, que devem ser geridos de forma eficiente para maximizar as receitas geradas (FARRELL, 1957; PUIG-JUNOY, 1997; THANASSOULIS, 2001). É importante destacar que esta pesquisa utilizou apenas *inputs* físicos, uma vez que a eficiência alocativa não está sendo considerada nesta pesquisa, conforme já mencionado.

A seleção de *outputs* também pode ser complexa, especialmente no contexto da área de saúde, que é o caso desta pesquisa. Isso se deve ao fato de que é difícil mensurar os resultados em saúde, ou seja, alterações no estado de saúde dos pacientes são complexas de serem medidas. Entretanto, alguns estudos em saúde encontraram uma forma de contornar essa situação, medindo resultados através, por exemplo, de taxas de mortalidade (NATHANSON et al., 2003; HANS et al., 2007; DERVAUX et al., 2009; TSEKOURAS et al., 2010; OSMAN et al., 2011; BRESLOW & BADAWI, 2012; AIKEN et al., 2014; VINCENT & RUBENFELD, 2015).

As variáveis de *input* e *output* utilizadas neste estudo foram obtidas através das informações contidas na base de dados disponibilizada pela rede AMIL. Os seguintes critérios foram utilizados na seleção das variáveis: foram selecionados *inputs* e *outputs* com respaldo na literatura, conforme discutido na revisão de literatura e conforme o anexo 9, além da variável de *output* proveniente da etapa qualitativa desta pesquisa; foram levadas, também, em consideração, as opiniões dos especialistas de UTIs do grupo AMIL e a opinião de um especialista no método DEA, com várias publicações de eficiência na área da saúde utilizando o método. Além disso, foram selecionadas apenas variáveis que a rede AMIL conseguiu mensurar para as UTIs analisadas e que foram disponibilizadas para esta pesquisa.

Foram selecionadas três variáveis de *input*, a saber: número de médicos, número de profissionais de enfermagem (número de enfermeiros e de técnicos de enfermagem somados a fim de reduzir o número de variáveis do modelo devido ao pequeno tamanho da amostra usada, de 22 DMUs) e número de leitos. Todas essas variáveis foram disponibilizadas em função das UTIs (número de médicos por UTI, número de profissionais de enfermagem por UTI e número de leitos por UTI).

Foram selecionadas duas variáveis de *output*, a saber: taxa de mortalidade ajustada (*Standardized Mortality Ratio* – SMR, que é representada pela razão entre a mortalidade observada e a mortalidade esperada, sendo esta com base na criticidade do estado de saúde do paciente, que está associada a um MPM – modelo de previsão de mortalidade) e número de altas. Tanto a SMR quanto o número de altas foram disponibilizados em função das UTIs (SMR por UTI e número de altas por UTI). A

variável SMR, para fins da pesquisa, precisou ser transformada, pois no método DEA, o objetivo é a maximização dos *outputs*, dados os recursos disponíveis e a minimização dos *inputs* para certo nível de produtos gerados (THANASSOULIS, 2001). Sendo tal variável de *output* escolhida não desejada, o objetivo não é maximizá-la e sim minimizá-la (o objetivo é que a UTI tenha a menor taxa de mortalidade possível). Desta forma, a SMR não pode ser inserida diretamente, como *output*, no modelo. Para incorporá-la ao modelo, estudiosos do assunto sugerem algumas abordagens, como as diretas e as indiretas (PASUPATHY, 2002; GOMES & LINS, 2008; YAWE & KAVUMA, 2008; DERVAUX et al., 2009; TSEKOURAS et al., 2010). A outra variável de *output*, o número de altas foi inserida diretamente no modelo (não houve necessidade de transformá-la), pois o objetivo é maximizá-la.

Na abordagem direta, a variável de *output* não desejada é inserida diretamente ao modelo, sem transformações, porém as premissas do modelo são modificadas. Nas abordagens indiretas, muito utilizadas, a variável de *output* indesejada é transformada por uma função de decréscimo e, dessa forma, após a transformação, ela pode ser inserida no modelo para ser maximizada (PASUPATHY, 2002; GOMES & LINS, 2008; YAWE & KAVUMA, 2008). As três principais abordagens indiretas para transformação de variáveis indesejadas no método DEA são: a abordagem da transformação recíproca aditiva, a abordagem dos valores de translação e a abordagem recíproca multiplicativa. A escolha de uma das abordagens, frequentemente, é feita de maneira arbitrária (DYCKHOFF & ALLEN, 2001). Este estudo optou por transformar a variável através da abordagem indireta recíproca multiplicativa, na qual, segundo GOLANY & ROLL (1989), a transformação da variável de *output* indesejada é feita da seguinte maneira:

$$f(u_i^k) = 1/u_i^k, \text{ sendo } u_i^k \text{ um dos elementos da matriz U de } \textit{outputs} \textit{ i e DMUs k}$$

Essa abordagem foi escolhida, pois a transformação é simples e, uma vez as variáveis transformadas, elas podem ser utilizadas no método DEA tanto no modelo CRS quanto no VRS, diferentemente de outras abordagens (GOLANY & ROLL, 1989).

3.3.2.3. Seleção de Variáveis de Controle ou Contextuais

Uma vez que o objetivo desta pesquisa é verificar se certos fatores tem impacto na eficiência de unidades de terapia intensiva e avaliar se o impacto é positivo ou negativo, é necessária a seleção de variáveis de controle ou contextuais. Elas irão explicar a variação na performance das DMUs através das pontuações do método DEA. Tais variáveis devem ser interpretadas não como recursos, insumos (*inputs*) ou resultados, produtos (*outputs*), mas como fatores que podem justificar o diferente

desempenho observado entre as diversas unidades que estão sendo analisadas, no caso, as diferentes UTIs.

As variáveis de controle selecionadas para este estudo foram provenientes da etapa qualitativa dessa pesquisa e foram descritas e explicadas na seção 3.1.

3.3.3. Método de Análise Envoltória de Dados (DEA) para análise de eficiência

Conforme já discutido, a análise envoltória de dados é uma técnica não paramétrica que, através de programação linear, determina a eficiência relativa das unidades de análise, as DMUs (CHARNES, COOPER & RHODES, 1978; BANKER, CHARNES & COOPER, 1984). A programação linear, utilizada no método DEA, estabelece uma fronteira de eficiência, onde operam as DMUs eficientes. Essas DMUs, consideradas *benchmarking*, recebem *score* de eficiência igual a 1. As unidades que operam fora dessa fronteira são ditas ineficientes, sendo a distância máxima do ponto em que tais unidades se encontram até a fronteira eficiente, considerada um alvo a ser atingido, os seus *scores* de eficiências. Por isso, no método DEA, as eficiências são relativas, uma vez que o cálculo dos *scores* de eficiência é sempre em relação às unidades que operam nessa fronteira eficiente e que possuem eficiência de 100% (HOLLINGSWORTH et al., 1999; THANASSOULIS, 2001).

As empresas enxergam grande valor no método DEA, pois, através dele, as DMUs com melhores desempenhos são identificadas, o que permite aos gestores analisar tais unidades e entender como elas utilizam seus recursos para gerar seus produtos. Isso permite que as práticas operacionais dessas DMUs eficientes sejam replicadas para as outras DMUs, com o objetivo de melhoria de performance destas unidades (THANASSOULIS, 2001; NATHANSON et al., 2003; COOPER et al., 2007).

No método DEA, a medição de eficiência das DMUs está baseada no grau em que menos insumos podem ser utilizados para obtenção do resultado esperado, ou no grau em que a DMU pode assegurar melhores resultados para o nível de recursos usados. A seleção de um modelo que otimize recursos ou que priorize resultados está associada à orientação escolhida no modelo, que pode ser orientado para *input*, otimização de recursos, ou orientado para *output*, priorização de resultados (FARRELL, 1957; THANASSOULIS, 2001).

No gráfico 1 abaixo, pode ser observada a diferença entre eficiências utilizando as duas orientações. Esse caso gráfico é simples, pois utiliza apenas um único *input* e um único *output*. Casos mais complexos, como o desta pesquisa, que usam múltiplos *inputs* e *outputs*, devem ser solucionados não graficamente, mas através de

programação linear. No caso simples, do gráfico, a curva OD é a fronteira eficiente, na qual as DMUs mais eficientes operam. A DMU “A” é dita ineficiente, em algum grau, pois não opera em nenhum ponto da curva OD. O alvo a ser alcançado por “A”, quando se adota uma orientação para *input*, é o ponto “C”, que está na curva OD. O coeficiente da eficiência de “A”, na orientação de *input*, é medido pela razão entre os segmentos OF e OG, que representam a distância do ponto em que “A” se encontra até o ponto “C”. Já quando se adota uma orientação para *output*, o alvo a ser alcançado por “A” passa a ser o ponto “D”, localizado sob a curva OD. O coeficiente da eficiência de “A”, na orientação de *output*, é medido pela razão entre os segmentos OH e OB, que representam a distância em que “A” se encontra até o ponto “D” (THANASSOULIS, 2001).

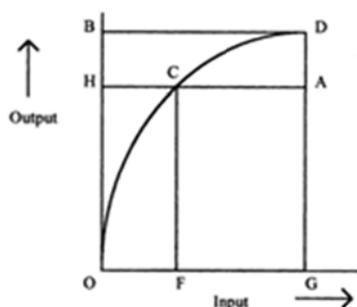


Gráfico 1: Medidas de eficiência orientadas a *input* e a *output*

Fonte: THANASSOULIS, 2001, p. 25

THANASSOULIS (2001) e COELLI et al. (2005) defendem que a escolha da orientação do modelo deve estar associada às características e ao contexto de operação das DMUs. Assim, para os autores, é importante observar sobre que elementos, insumos (*inputs*) ou resultados (*outputs*), a unidade de análise possui maior gestão. Caso a DMU tenha maior controle sobre seus insumos, a orientação escolhida deve ser para *input* e caso a DMU tenha mais controle sobre os produtos gerados, a orientação escolhida deve ser para *output*.

Na área de saúde, certos autores defendem que há pouco controle sobre os resultados, produtos gerados. No caso específico de UTIs, em certos casos, não se tem controle sobre as taxas de mortalidade dos pacientes, pois pode haver doentes extremamente críticos, a quem pouco pode ser feito para o reestabelecimento de seus estados de saúde prévios. De acordo com esses autores, é mais fácil gerenciar os recursos a serem usados nas UTIs, como os médicos e enfermeiros, os

equipamentos, os leitos. Para esses autores, as UTIs mais eficientes são aquelas que conseguem melhor administrar tais recursos, otimizando-os para obter os resultados. Dessa forma, eles defendem uma orientação para *input* nos estudos sobre eficiência de UTIs (PUIG-JUNOY, 1997; PUIG-JUNOY, 1998; NATHANSON et al., 2003; DERVAUX et al., 2009).

Em contrapartida, outros autores defendem que a orientação para *output* na área da saúde, inclusive em se tratando de UTIs, é adequada. Para esses autores, a eficiência das UTIs está associada à obtenção de melhores resultados, ou seja, as UTIs mais eficientes são aquelas que conseguem ter melhor gestão sobre as taxas de mortalidade, conseguindo controlar melhor seus *outputs* (HOLLINGSWORTH & PARKIN, 2001; NATHANSON et al., 2003; HANS et al, 2007; DERVAUX et al., 2009; TSEKOURAS et al., 2010; OSMAN et al., 2011; BRESLOW & BADAWI, 2012; AIKEN et al., 2014; VINCENT & RUBENFELD, 2015).

Os especialistas em saúde e em gestão de saúde da AMIL também percebem a eficiência das UTIs como estando associada à gestão de resultados, isto é, orientada a *output*.

Apesar de certos autores entenderem que a orientação para *input* é mais adequada e, outros, pensarem que a orientação para *output* é mais apropriada no estudo de eficiência de UTIs, esta pesquisa optou pela orientação para *output*, pois há respaldo na literatura para essa escolha e, ainda, os especialistas consultados acreditam que tal orientação é a mais adequada para esta pesquisa. Assim, considerando as variáveis selecionadas neste estudo, UTI eficiente, para esta pesquisa, é aquela que consegue obter as menores taxas de mortalidade ajustadas e o maior número de altas dado o número de médicos e profissionais de enfermagem que nela trabalham e a quantidade de leitos nela existentes. Cabe ressaltar que a eficiência calculada no DEA é sempre relativa. Portanto, uma UTI com mesma quantidade de profissionais e de leitos que outra UTI é mais eficiente se possui menores SMR e maior número de altas.

Cabe lembrar que, apesar do método DEA pressupor a escolha de uma orientação prévia para o modelo, a fronteira eficiente final será formada pelas mesmas DMUs nas duas direções, a de *input* e a de *output*, como pode ser observado pelo gráfico 1 anterior. Outro ponto é que, muitas vezes, a influência que a orientação escolhida possui nos coeficientes de eficiência é muito pequena (THANASSOULIS, 2001; COELLI et al., 2005).

Outro aspecto que cabe ser destacado com relação à medição da eficiência utilizando-se DEA é a escala em que a operação trabalha. A análise envoltória de dados trata esse aspecto através de modelos básicos, caracterizados pelo tipo de retorno de escala e através do cálculo da eficiência de escala (THANASSOULIS, 2001; COOPER et al., 2007; LA FORGIA e COUTTOLENC, 2009).

Esses modelos do DEA são o retorno constante de escala (*Constant Returns to Scale* - CRS) ou CCR (CHARNES, COOPER e RHODES - iniciais dos estudiosos que desenvolveram o DEA primeiramente) e o retorno variável de escala (*Variable Returns to Scale* - VRS) ou BCC (BANKER, CHARNES e COOPER – iniciais dos estudiosos que expandiram, mais tarde, a técnica DEA). No modelo CRS ou CCR, um aumento em todos os recursos usados na operação tem como consequência um aumento proporcional nos resultados gerados. No modelo VRS ou BCC, um aumento nos recursos usados na operação tem como consequência um aumento não proporcional (mais que proporcional ou menos que proporcional) nos resultados gerados (THANASSOULIS, 2001; COOPER et al., 2007; LA FORGIA e COUTTOLENC, 2009). Os modelos serão mais detalhados a seguir.

Com relação à eficiência de escala (EE), ela está associada ao impacto que o tamanho da escala tem na produtividade de uma DMU, sendo representada pela razão entre o *score* de eficiência do modelo CRS e o *score* de eficiência do modelo VRS (THANASSOULIS, 2001). Ela também será mais detalhada a seguir.

3.3.3.1. Modelo de Retornos Constantes de Escala (CRS)

O modelo de retornos constantes de escala (*Constant Returns to Scale* - CRS), também conhecido por modelo de CHARNES, COOPER e RHODES (CCR), pode ser descrito como um problema de programação linear, através de um conjunto de equações composta por função objetivo e restrições.

Considerando a existência de “n” unidades de análise (DMUs) e que cada DMU_j ($j=1,2,\dots,n$) utiliza “m” recursos ou *inputs* “ x_{ij} ” ($i=1, 2, \dots, m$) para produzir “s” resultados ou *outputs* “ y_{rj} ” ($r=1,2,\dots,s$) e, ainda, considerando que “ x_{ij} ” corresponde ao i-ésimo *input* e que “ y_{rj} ” corresponde ao r-ésimo *output* observado para cada uma das “n” DMU_j , as equações do problema de programação linear para obtenção de eficiência utilizando-se o modelo CRS, podem ser de dois tipos, dependendo da orientação do modelo.

Quando orientado a *input*:

Função Objetivo:

$$\text{Mínimo } k_0 - \varepsilon \left[\sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \right]$$

Restrições:

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j x_{ij} = k_0 x_{ijo} - S_i^- \quad i = 1 \dots m$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j y_{rj} = S_r^+ + y_{rjo} \quad r = 1 \dots s$$

Sendo,

$$\lambda_j \geq 0, j = 1 \dots N, S_i^-, S_r^+ \geq 0 \forall i \text{ e } r, k_0 \text{ livre}$$

Quando orientado a *output*:

Função Objetivo:

$$\text{Máximo } h_{jo} + \varepsilon \left[\sum_{i=1}^m I_i^- + \sum_{r=1}^s O_r^+ \right]$$

Restrições:

$$\sum_{j=1}^N \alpha_j x_{ij} = x_{ijo} - I_i^- \quad i = 1 \dots m$$

$$\sum_{j=1}^N \alpha_j y_{rj} = O_r^+ + h_{jo} y_{rjo} \quad r = 1 \dots s$$

Sendo,

$$\alpha_j \geq 0, j = 1 \dots N, I_i^-, O_r^+ \geq 0 \forall i \text{ e } r, h_{jo} \text{ livre}$$

Onde (orientação de *input* e *output*):

$$x_{ij} = \text{matriz de inputs}$$

$$y_{rj} = \text{matriz de outputs}$$

$$\varepsilon = \text{infinitesimal não - arquimediano}^1$$

$$s_i^- = \text{folga dos inputs (input slack) - orientação de input}$$

$$s_r^+ = \text{folga dos outputs (output slack) - orientação de input}$$

¹ O infinitesimal não-arquimediano é um número menor que qualquer número real positivo e produto de ε por qualquer número real, não importando quão grande é esse multiplicador, continua menor que qualquer número real positivo (COOPER et al., 2007).

I_i^- = folga dos inputs (input slack) - orientação de output

O_r^+ = folga dos outputs (output slack) - orientação de output

λ_j e k_0 = parâmetros a serem calculados pelo modelo - orientação de input

α_j e h_{j_0} = parâmetros a serem calculados pelo modelo - orientação de output

Neste modelo CRS, a eficiência técnica da DMU j_0 é igual a k_0 (orientação de *input*) e igual a $1/h_0$ (orientação de *output*) das funções objetivo representadas acima (THANASSOULIS, 2001).

A DMU j_0 só é pareto-eficiente na orientação de *input* se o valor de k_0 for igual a 1 e o valor de S_i^- for igual a 0 ($i=1,2,\dots,m$) e o valor de S_r^+ for igual a 0 ($r=1,2,\dots,s$). A DMU j_0 só é pareto-eficiente na orientação de *output* se o valor de h_0 for igual a 1 e o valor de I_i^- for igual a 0 ($i=1,2,\dots,m$) e o valor de O_r^+ for igual a 0 ($r=1,2,\dots,s$). Caso contrário, a DMU é ineficiente em algum grau (THANASSOULIS, 2001).

No modelo CRS, a solução ótima do problema de programação linear, quando orientado a *input*, identifica, dentre um conjunto de possibilidades, um ponto que utiliza a menor proporção k_0 de *inputs* da DMU j_0 enquanto oferta nível de *outputs* que são, no mínimo, tão altos quanto esses da DMU j_0 (THANASSOULIS, 2001).

Já a solução ótima do problema utilizando o modelo CRS orientado a *output*, identifica, dentre um conjunto de possibilidades, um ponto que oferta níveis de *outputs* que refletem a máxima expansão radial possível dos níveis de *output* da DMU j_0 , sem que haja aumento de nenhum dos níveis de *inputs* usados (THANASSOULIS, 2001).

3.3.3.2. Modelo de Retornos Variáveis de Escala (VRS)

O modelo de retornos variáveis de escala (*Variable Returns to Scale* - VRS), também conhecido por modelo de BANKER, CHARNES e COOPER (BCC) também pode ser descrito como um problema de programação linear, através de um conjunto de equações composta por função objetivo e restrições.

Considerando os mesmos parâmetros do modelo CRS, descrito anteriormente, ou seja, "n" DMUs, cada DMU_j ($j=1,2,\dots,n$) utilizando "m" *inputs* " x_{ij} " ($i=1, 2, \dots, m$) para produzir "s" *outputs* " y_{rj} " ($r=1,2,\dots,s$), sendo " x_{ij} " o i-ésimo *input* e " y_{rj} " o r-ésimo *output* observado para cada DMU_j, as equações do problema de programação linear para obtenção de eficiência utilizando-se o modelo VRS, podem ser de dois tipos, dependendo da orientação do modelo:

Orientado a *input*:

Função Objetivo:

$$\text{Mínimo } h_0 - \varepsilon \left[\sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \right]$$

Restrições:

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j x_{ij} = h_0 x_{ijo} - S_i^- \quad i = 1 \dots m$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j y_{rj} = S_r^+ + y_{rjo} \quad r = 1 \dots s$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j = 1$$

Sendo,

$$\lambda_j \geq 0, j = 1 \dots N, S_i^-, S_r^+ \geq 0 \forall i \text{ e } r, h_0 \text{ livre}$$

Orientado a *output*:

Função Objetivo:

$$\text{Máximo } z_{jo} + \varepsilon \left[\sum_{i=1}^m I_i^- + \sum_{r=1}^s O_r^+ \right]$$

Restrições:

$$\sum_{j=1}^N \alpha_j x_{ij} = x_{ijo} - I_i^- \quad i = 1 \dots m$$

$$\sum_{j=1}^N \alpha_j y_{rj} = O_r^+ + z_{jo} y_{rjo} \quad r = 1 \dots s$$

$$\sum_{j=1}^N \alpha_j = 1$$

Sendo,

$$\alpha_j \geq 0, j = 1 \dots N, I_i^-, O_r^+ \geq 0 \forall i \text{ e } r, z_{jo} \text{ livre}$$

Onde:

x_{ij} = matriz de inputs

y_{rj} = matriz de outputs

ε = infinitesimal não – arquimediano¹

s_i^- = folga dos inputs (input slack) - orientação de input

s_r^+ = folga dos outputs (output slack) - orientação de input

I_i^- = folga dos inputs (input slack) - orientação de output

O_r^+ = folga dos outputs (output slack) - orientação de output

λ_j e h_0 = parâmetros a serem calculados pelo modelo - orientação de input

α_j e z_{j0} = parâmetros a serem calculados pelo modelo - orientação de output

Neste modelo VRS, a eficiência técnica da DMU j_0 é igual a h_0 (orientação de *input*) e igual a $1/z_{j0}$ (orientação de *output*) das funções objetivo representadas acima (THANASSOULIS, 2001).

A DMU j_0 só é pareto-eficiente na orientação de *input* se o valor de h_0 for igual a 1 e o valor de S_i^- for igual a 0 ($i=1,2,\dots,m$) e o valor de S_r^+ for igual a 0 ($r=1,2,\dots,s$). A DMU j_0 só é pareto-eficiente na orientação de *output* se o valor de z_{j0} for igual a 1 e o valor de I_i^- for igual a 0 ($i=1,2,\dots,m$) e o valor de O_r^+ for igual a 0 ($r=1,2,\dots,s$). Caso contrário, a DMU é ineficiente em algum grau (THANASSOULIS, 2001).

No modelo VRS, a solução ótima do problema de programação linear, quando orientado a *input*, identifica, dentre um conjunto de possibilidades, um ponto cujos níveis de *input* refletem a menor proporção h_0 para os quais os níveis de *inputs* da DMU j_0 podem ser uniformemente ou radialmente contraídos sem detrimento dos seus níveis de *outputs* (THANASSOULIS, 2001).

Já a solução ótima do problema utilizando o modelo VRS orientado a *output*, identifica, dentre um conjunto de possibilidades, um ponto para o qual os níveis de *outputs* da DMU j_0 podem ser radialmente expandidos sem detrimento dos seus níveis de *inputs* (THANASSOULIS, 2001).

Uma vez que os modelos foram descritos, cabem serem ressaltadas algumas diferenças entre eles. O modelo CRS não considera a possibilidade de que economias de escala, advindas de mudanças nos níveis de produção das unidades de análise, possam ser obtidas. Por isso seu nome, retornos constantes de escala. Já o modelo VRS admite que DMUs podem não operar em suas escalas ótimas de produção, admitindo variações nessa escala, que podem ser do tipo crescentes ou decrescentes (COELLI et al., 2005).

Matematicamente, o modelo VRS difere do modelo CRS pela presença da restrição de convexidade $\sum_{j=1}^N \lambda_j = 1$ (orientação de *input*) e $\sum_{j=1}^N \alpha_j = 1$ (orientação de *output*). Essa restrição evita qualquer ponto de interpolação, construído a partir das DMUs, de serem ampliados ou reduzidos para formar um ponto de referência para

medição de eficiência, já que o modelo VRS é líquido de qualquer efeito de escala, sendo, portanto, a eficiência no modelo VRS, chamada de pura. É importante destacar que a eficiência técnica pura (orientada a *input* ou *output*) de uma DMU nunca é menor que sua eficiência técnica, seja ela orientada a *input* ou a *output*, ou seja, o modelo VRS apresenta, em média, maiores escores de eficiência do que o modelo CRS (THANASSOULIS, 2001).

A principal diferença entre os modelos é com relação ao tipo de fronteira de eficiência gerada por cada um deles. O modelo CRS tende a produzir uma fronteira de eficiência mais restrita do que a fronteira de eficiência gerada pelo modelo VRS. Dessa forma, o modelo CRS tende a identificar unidades que são menos eficientes. Essa diferença pode ser observada no gráfico 2 a seguir:

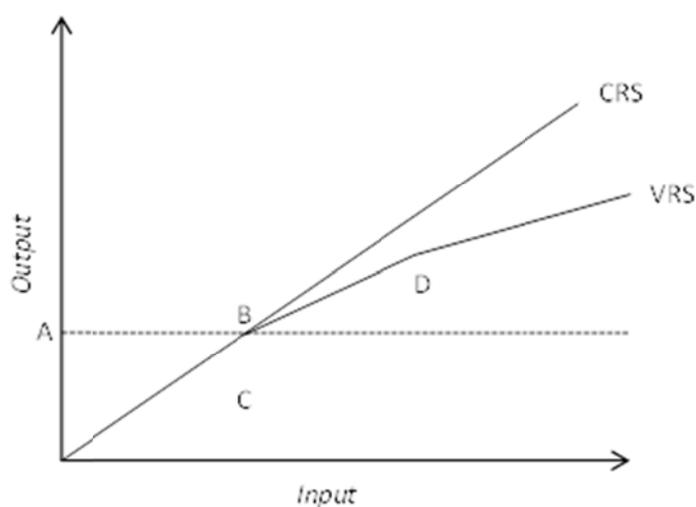


Gráfico 2: Fronteiras de Eficiência nos Modelos CRS e VRS

Fonte: Adaptado de THANASSOULIS, 2001, p. 126 e p. 128

Esta pesquisa calculou a eficiência técnica utilizando tanto o modelo CRS quanto o modelo VRS, ambos orientados a *output*, conforme já discutida a escolha do tipo de orientação. Os resultados serão apresentados no próximo capítulo.

3.3.3.3. Eficiência de Escala (EE)

A eficiência de escala, por definição, mede a divergência entre a eficiência de uma DMU medida através do modelo de retornos constantes de escala e a eficiência desta DMU medida através do modelo de retornos variáveis de escala. Essa divergência nas medições captura o impacto que a escala tem na produtividade de uma DMU, uma vez que o modelo VRS admite a possibilidade de existência de

economias de escala em uma operação e o modelo CRS não admite tal possibilidade (THANASSOULIS, 2001).

A eficiência de escala (EE) é uma maneira de identificar quanto da ineficiência de uma DMU é advinda do fato dessa unidade de análise estar operando em uma escala ineficiente. A EE é usada para determinar se a DMU está operando no seu tamanho mais produtivo, sendo calculada através da razão entre o *score* de eficiência do modelo CRS e o *score* de eficiência do modelo VRS. Essa razão representa o quão distante do seu tamanho mais produtivo uma DMU está. (THANASSOULIS, 2001; LA FORGIA & COUTTOLENC, 2009).

O valor da eficiência de escala varia de 0 a 1. Valores iguais a 1 significam que a eficiência da unidade de análise não sofre impacto da escala da operação, ou seja, a DMU já está operando em uma escala considerada ótima. Por outro lado, valores menores que 1 significam que a eficiência da DMU é impactada pela escala da operação, isto é, a DMU não está operando em sua escala ótima. Os valores de EE menores que 1 representam o tamanho da discrepância da escala da unidade em análise para as unidades *benchmarks*, que operam na escala ótima, com valor de EE igual a 1. Ainda, quanto menor o valor da EE (maior discrepância entre a eficiência calculada por CRS e a eficiência calculada por VRS), mais adverso é o impacto da escala na produtividade da DMU (THANASSOULIS, 2001).

A eficiência de escala das UTIs analisadas nesta pesquisa também foi calculada e será apresentada no capítulo seguinte. Embora na medição de eficiência utilizando-se a análise envoltória de dados, os modelos básicos do DEA (CRS e VRS) e o cálculo da eficiência de escala sejam os mais utilizados (LA FORGIA & COUTTOLENC, 2009), existem algumas alternativas a esses modelos. Elas serão descritas a seguir, pois foram utilizadas nesta pesquisa por serem adequadas ao objetivo final desse estudo.

3.3.4. Segundo Estágio do Modelo – Regressão Truncada com Bootstrap

Embora a análise envoltória de dados venha, cada vez mais, sendo utilizada como método de mensuração de eficiência na saúde, inclusive nas unidades de terapia intensiva, conforme discutido no capítulo de revisão de literatura e conforme o anexo 9, o DEA, até pouco tempo, era criticado. Muitas das críticas eram provenientes de o método ser não estatístico, o que poderia ter impacto na validade dos resultados (SCHMIDT, 1985). Para BOGETOFT & OTTO (2010), o fato de o DEA ser determinístico tornava mais difícil a aplicação de análises de regressão, ferramenta muito usada para análise do impacto de um conjunto de variáveis sob determinado

objeto em estudo. Outra crítica estava associada ao fato do DEA desconsiderar a existência de ruído nos dados e ser sensível a valores extremos (VON HIRSCHHAUSEN & CULLMAN, 2008).

A fim de que tais críticas e limitações do método fossem minimizadas, alguns autores desenvolveram abordagens estatísticas que são utilizadas em complementação ao DEA. Em outras palavras, estudos de mensuração de eficiência aplicam, em um primeiro momento, o método de análise envoltória de dados e, em um segundo estágio, outras técnicas, complementares ao DEA, são aplicadas, como a análise de regressão e a SFA. A análise de regressão, em especial, é bastante apropriada de ser aplicada em um segundo estágio, pois ela não apenas minimiza as limitações estatísticas do DEA, como também, permite que os fatores que impactam a eficiência e que explicam variações no desempenho entre unidades estudadas, sejam estimados (COOPER et al, 2007).

A utilização de dois estágios na mensuração de eficiência, sendo, o primeiro, o DEA e, o segundo, alguma técnica complementar, como a regressão, é corroborada, também, por FRIED et al (2002). Segundo os autores, o desempenho de uma DMU é impactado por três fenômenos distintos: as características do ambiente na qual a DMU se encontra, a forma gerencial de cada unidade e o ruído estatístico (impacto de fatores não sistemáticos, variáveis omitidas e outros fenômenos associados ao erro aleatório típico de análise de desempenho baseada em regressão). Dessa forma, os autores destacam que, a fim de que a probabilidade de erros em relação aos fatores que impactam a eficiência das DMUs seja diminuída, é fundamental que a análise seja decomposta nessas três partes descritas, usando-se técnicas adicionais para ajustar os *scores* de eficiência obtidos através da aplicação do método DEA (o DEA por si só, sem técnicas adicionais ou complementares, não avalia o impacto de fatores do ambiente na eficiência de DMUs). Essas técnicas adicionais são importantes, pois ao ajustar os *scores* de eficiência do DEA, irão penalizar unidades que operam em condições favoráveis e irão indicar caminhos que atuarão na melhoria da eficiência das outras unidades.

SIMAR & WILSON (2007) também defendem que estudos de medição de eficiência envolvendo DEA são mais robustos quando aplicam a abordagem de dois estágios. Os autores destacam que essa prática de dois estágios tem se tornado comum nas pesquisas que envolvem DEA e que, especialmente, técnicas de regressão são as mais utilizadas em complementação ao DEA, no segundo estágio dos modelos. Dentre as pesquisas que usam métodos de regressão, é recorrente a aplicação de regressão Tobit e de regressão linear truncada com *bootstrap*.

Para SIMAR & WILSON (2007), a utilização da regressão linear truncada com *bootstrap*, em complementação ao DEA, é mais adequada que a utilização da regressão Tobit. Os autores realizaram simulações de Monte Carlo para as duas regressões e os resultados demonstraram que o *bootstrap* reduziu mais os ruídos estatísticos, sendo, portanto, mais apropriado. Ainda, BOGETOFT & OTTO (2010) apontam que o uso de Tobit gera muitas discussões e polêmicas em aplicações de contextos de *benchmark*, não sendo, portanto, uma técnica muito adequada.

Dado que o objetivo desse estudo é verificar quais os fatores, dentro de um conjunto discutido e disponibilizado, impactam a eficiência das UTIs e dado que o DEA aplicado puramente, sem técnicas adicionais ou complementares, não consegue realizar tal verificação, essa pesquisa foi realizada em dois estágios. No primeiro, foi utilizado o método DEA, com definição de parâmetros de *inputs*, *outputs*, orientação do modelo, para medir a eficiência das UTIs analisadas e compará-las, conforme já explicitado. No segundo estágio, a fim de se analisar a influência de fatores contextuais na eficiência das UTIs, foi utilizada a técnica complementar da regressão truncada com *bootstrap*, bastante adequada ao propósito deste estudo.

O *bootstrap* cria um novo e aleatório conjunto de dados a partir da replicação de amostragens aleatórias dos dados originais, além dos novos dados terem o mesmo tamanho do conjunto de dados inicial. As amostras permitem que muitas questões estatísticas sejam esclarecidas (BOGETOFT & OTTO, 2010).

No *bootstrap*, é possível se utilizar a distribuição empírica x^b como a verdadeira e não conhecida distribuição de x . Dessa forma, quando se está interessado na média e na variância de x e esta não pode ser determinada ou é difícil se fazer isso, é possível utilizar a variância empírica da média do *bootstrap*, x^b , muito mais fácil de ser obtida. Outro ponto é que é possível determinar diretamente o intervalo de confiança do parâmetro analisado, utilizando-se o resultado do *bootstrap* (BOGETOFT & OTTO, 2010).

De acordo com SIMAR & WILSON (2007), a regressão truncada com *bootstrap* pode resumida na equação a seguir:

$$\delta_i = a + Z_j \beta + \varepsilon_j,$$

Onde:

δ_i = scores de eficiência

a = constante

Z_j = vetor que representa as variáveis contextuais que impactam os scores de eficiência

β = parâmetros a serem calculados pelo modelo

ϵ_j = ruído estatístico

Assumindo que o ruído estatístico comporta-se como uma distribuição normal com média igual a zero, variância desconhecida e truncada à esquerda, pode-se reescrever a equação da seguinte maneira, com substituição dos scores de eficiência por seus estimadores:

$$\delta_i^{\wedge} \approx a + Z_j \beta^{\wedge} + \epsilon_j$$

Onde:

$$\epsilon_j \sim N(0, \sigma_{\epsilon}^2), \text{ tal que } \epsilon_j \gg 1 - a - Z_j \beta, \quad j=1, \dots, n$$

Os estimadores de eficiência são calculados através da maximização da função de verossimilhança, com respeito a $(\beta, \sigma_{\epsilon}^2)$. É possível determinar os intervalos de confiança para a eficiência estimada. O intervalo incorpora dados da estrutura dos parâmetros e assume que a distribuição é normal.

Considerando as hipóteses de pesquisa levantadas neste capítulo e que estão associadas às variáveis contextuais, a equação final da etapa de regressão truncada com *bootstrap* (que incorpora tais variáveis contextuais), utilizada nesta pesquisa, pode ser descrita como:

$$\bar{\delta}_{(i,t)} = \beta_0 + \beta_1 \cdot [\text{PACIENTES_VENTILADOS}]_{(i,t)} + \beta_2 \cdot [\text{SAPsIII}]_{(i,t)} + \beta_3 [\text{VERTICALIZAÇÃO}]_{(i,t)}$$

Onde

$\bar{\delta}_{(i,t)}$ = scores de eficiência VRS ou CRS, variável dependente

β_0 = constante a ser calculada

β_i = variáveis a serem calculadas

$\text{PACIENTES_VENTILADOS}_{(i,t)}$ = variável contextual que representa o percentual de pacientes, dentre o total de internados, que necessitam de ventilação mecânica na UTI

$\text{SAPsIII}_{(i,t)}$ = variável contextual que representa a média das pontuações (SAPs III) relativas à previsão de mortalidade dos pacientes criticamente doentes internados na UTI

VERTICALIZAÇÃO_(i,t) = variável contextual que representa o grau de verticalização da UTI (se a UTI é vertical – a grande maioria dos pacientes internados, mais de 75%, possui plano AMIL ou se é de mercado)

3.4. Limitações da Pesquisa

Esta pesquisa possui certas limitações, relativas à forma de obtenção dos dados para o estudo e relativas ao método DEA utilizado. Essas limitações serão abordadas nesta seção.

Primeiramente, este estudo utilizou informações de fontes secundárias, uma vez que a pesquisadora não coletou os dados diretamente, trabalhando com informações previamente coletadas pela própria AMIL. Assim, a pesquisadora apenas ajustou a base de dados recebida, de acordo com os objetivos do estudo.

A utilização de fontes secundárias apresenta vantagens e desvantagens. Como vantagens, segundo THIÉTART (2001) & HAIR et al. (2005), o fato dos dados encontrarem-se disponíveis e já consolidados traz uma economia de tempo de pesquisa, de esforço e de dinheiro consideráveis. Entretanto, os autores apontam algumas desvantagens, como: pode haver uma incompatibilidade entre os objetivos da pesquisa que utilizará os dados secundários e os objetivos da pesquisa que coletou esses dados, sendo, portanto, a utilização desses dados não completamente apropriada aos fins da pesquisa em questão; pode haver um desalinhamento entre o desenho da pesquisa em questão e o formato no qual os dados foram disponibilizados; pode ser difícil a obtenção dos dados secundários, além do que os mesmos podem não ser completamente confiáveis, sendo necessário confiar na integridade e precisão das informações contidas na fonte original.

Outra limitação da pesquisa está associada à filtragem dos dados. Algumas UTIs da AMIL, que estão localizadas em São Paulo e no Rio de Janeiro, mas pertencem a rede contratada, foram excluídas da análise.

Quanto às limitações do método, o DEA pressupõe a escolha de um conjunto de *inputs* e *outputs*, o que pode ser, também, uma limitação, uma vez que as variáveis escolhidas podem não cobrir todos os aspectos considerados relevantes para o estabelecimento da fronteira eficiente, podendo haver equívoco no estabelecimento das UTIs eficientes. Entretanto, as consequências desta limitação podem ser reduzidas através da escolha de *inputs* e *outputs* previamente utilizados na literatura, além da seleção de variáveis sugeridas por especialistas no tema da pesquisa, que foi o que este estudo optou por fazer.

Cabe ressaltar que o número de variáveis utilizadas no DEA é impactada pelo tamanho da amostra, devido a regra de COOPER et al. (2007). A amostra utilizada nesta pesquisa (22 UTIs do RJ e de SP da rede AMIL) é pequena, o que influencia na quantidade de variáveis usadas e pode ter impacto na robustez dos resultados. Essa é outra limitação desta pesquisa, sendo que este estudo segue a regra de COOPER et al. (2007).

O método DEA ainda possui outras limitações. Para SCHMIDT (1985), a ausência de rigor estatístico do método coloca a validade dos resultados de mensuração de eficiência em xeque. Ainda, para VON HIRSCHHAUSEN & CULLMAN (2008), o fato de o método ser não estatístico (ele é determinístico) faz com que ele seja extremamente sensível a *outliers* (valores extremos). Os autores ainda criticam o fato do DEA não considerar a presença de ruído nos dados. Segundo HOLLINGSWORTH et al. (1999) e HOLLINGSWORTH & PARKIN (2001), as principais limitações do DEA são: o método pressupõe a escolha de uma orientação para o modelo (orientado a *input* ou a *output*), o que pode levar a diferentes resultados; o método é mais adequado para a comparação de eficiência entre DMUs que sejam homogêneas (apesar de todas as UTIs estudadas pertencerem a AMIL e terem o mesmo corpo administrativo, equipes diferentes, com hábitos, posturas e métodos diferentes de trabalho atuam nessas UTIs, o que pode afetar a homogeneidade); as especificidades do ambiente em que a unidade sob análise opera, assim como seus resultados, podem apenas ser válidos para certas unidades que estão em análise e os resultados estimados podem ser muito sensíveis a alterações nas especificações e suposições utilizadas no modelo.

É importante ressaltar que, com relação à homogeneidade das DMUs, certos autores, como PUIG-JUNOY (1998) consideram UTIs entidades mais homogêneas e menos agregadas que produzem resultados mais similares, diferentemente de hospitais. Dessa forma, o fato deste estudo ter optado pela escolha de UTI como unidade de análise reduz essa limitação do método DEA.

Outro fato importante a ser destacado é que este estudo utiliza, em complementação ao DEA, a regressão truncada com *bootstrap*, em um segundo estágio do modelo, para analisar os fatores que impactam a eficiência das UTIs. A regressão truncada com *bootstrap* já reduz as limitações estatísticas do DEA, relacionadas à sensibilidade de *outliers* e a questões de rigor estatístico.

O fato de esta pesquisa ter trazido contribuições gerenciais e teóricas, que serão abordadas no capítulo de conclusões, e o fato dos resultados do método DEA

indicarem as UTIs mais eficientes do grupo, que servem de referência e cujas características podem ser replicadas para as demais UTIs do grupo, demonstra que o método DEA possui vantagens que superam as suas limitações, sendo adequado ao estudo de eficiência de unidades de terapia intensiva.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo possui por objetivo apresentar os principais resultados verificados a partir da aplicação do modelo de análise envoltória de dados, descrito no capítulo de metodologia. Primeiramente, estatísticas descritivas das variáveis utilizadas serão apresentadas. Em seguida, os resultados dos modelos básicos de DEA (CRS, VRS e EE), além da análise de *slacks* (folgas) e *peers* (pares eficientes) serão discutidos. E, ao final do capítulo, serão analisados os resultados do DEA no segundo estágio do modelo (regressão truncada com *Bootstrap*).

4.1. Estatística descritiva das variáveis utilizadas

A fim de enriquecer a discussão acerca dos resultados obtidos, serão apresentadas as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas. As tabelas 1 e 2 a seguir sintetizam essas informações para as variáveis de *input* (número de médicos, número de profissionais de enfermagem e número de leitos) e *output* (taxa de mortalidade ajustada e número de altas) do modelo, relativas às 22 unidades de terapia intensiva da AMIL, analisadas em conjunto, no ano de 2013.

Tabela 1: Estatísticas Descritivas das Variáveis de *Input*

	Número de Médicos	Número de Profissionais de Enfermagem	Número de Leitos
Mínimo	9	21	6
Máximo	41	127	36
Média	17	58	16
Mediana	15,50	54,50	12,50
Desvio Padrão	7,53	29,80	7,21
Coeficiente de Variação	43,61%	51,54%	45,86%
1º Quartil	12	30,75	10,25
3º Quartil	19	74,25	19

Fonte: Autoria Própria

Tabela 2: Estatísticas Descritivas das Variáveis de *Output*

	Número de Altas	Taxa de Mortalidade Ajustada (SMR)
Mínimo	194	0,45
Máximo	2372	1,26
Média	941	0,89
Mediana	812,50	0,87
Desvio Padrão	525,19	0,20
Coeficiente de Variação	55,79%	22,54%

1° Quartil	607	0,78
3° Quartil	1090	1,06

Fonte: Autoria Própria

A análise das estatísticas descritivas das variáveis de *input*, mais especificamente do desvio padrão e do coeficiente de variação (acima de 40% para todos os *inputs*), mostra que existe alto grau de dispersão nas variáveis analisadas. Isso sinaliza grande diferença na infraestrutura (relacionada ao número de leitos) das UTIs avaliadas e nos recursos humanos alocados a essas UTIs (em especial, se observada a elevada dispersão do número de profissionais de enfermagem). Tal fato pode ser corroborado através da análise dos quartis, que mostra que no ano de 2013, 25% das UTIs tinham até 12 médicos, cerca de 31 profissionais de enfermagem e aproximadamente 10 leitos, ao passo que outros 25% das UTIs tinham mais de 19 médicos, mais de 74 profissionais de enfermagem e mais de 19 leitos. Ou seja, existe uma clara disparidade, entre as UTIs, quanto aos recursos alocados a elas e quanto à infraestrutura delas. O anexo 10 ilustra essa alta dispersão das variáveis de *input* para cada UTI analisada.

De maneira similar, também se observa um grau de dispersão alto ao se analisar o desvio padrão e o coeficiente de variação das variáveis de *output*, tanto no que se refere à taxa de mortalidade ajustada (coeficiente de variação acima de 20%) quanto, principalmente, em relação ao número de altas (coeficiente de variação superior a 50%). A análise dos quartis confirma essa disparidade nos resultados, uma vez que, no ano de 2013, 25% das UTIs apresentaram até 607 altas e até 0,78 de taxa de mortalidade ajustada (como esse número representa a razão entre o número de mortes observadas e o número de mortes previstas, indicando que quanto menor, melhor, o ideal seria ter mais de 25% das UTIs com SMR baixo). Por outro lado, outros 25% das UTIs apresentaram mais de 1090 altas e mais de 1,06 de taxa de mortalidade ajustada (o ideal seria ter menos de 25% das UTIs com SMR alto). Dessa forma, a alta dispersão também indica disparidade, entre as UTIs, no que se refere aos resultados observados em cada uma delas. O anexo 11 ilustra essa alta dispersão das variáveis de *output* para cada UTI analisada.

As estatísticas descritivas das variáveis de controle para as 22 DMUs em análise são apresentadas na tabela 3 a seguir. Cabe ressaltar que a variável contextual grau de verticalização (UTI vertical ou UTI de mercado) não aparece na tabela devido a ser uma variável binária, não fazendo sentido sua análise estatística descritiva.

Tabela 3: Estatísticas Descritivas das Variáveis de Controle

	SAPs III	% de pacientes ventilados
Mínimo	34,00	7,26%
Máximo	57,83	42,24%
Média	42,93	19,46%
Mediana	42,46	19,99%
Desvio Padrão	4,53	7,99%
Coefficiente de Variação	10,55%	41,07%
1º Quartil	40,26	13,75%
3º Quartil	44,89	21,71%

Fonte: Autoria Própria

A análise das estatísticas descritivas das variáveis de controle, em especial do coeficiente de variação, mostra que existe alto grau de dispersão apenas para a variável percentual de pacientes ventilados (coeficiente de variação de 41,07%), mas não para a variável SAPs III (coeficiente de variação de 10,55%). Como ambas as variáveis estão associadas, de formas distintas, à gravidade dos estados de saúde dos pacientes, pode-se entender, por um lado, analisando-se a variável SAPs III (pontuação relativa à previsão de mortalidade do paciente, de acordo com a gravidade de sua doença), que as UTIs do grupo recebem pacientes com gravidades similares. Contudo, por outro lado, analisando-se a variável percentual de pacientes ventilados, entende-se que certas UTIs do grupo recebem mais pacientes que necessitam de ventilação mecânica (não conseguem respirar sozinhos) que outras UTIs. Essas variáveis serão analisadas em maiores detalhes no segundo estágio do modelo, a regressão truncada com *Bootstrap*.

4.2. Resultados dos Modelos Básicos do DEA

4.2.1. Modelo de Retornos Constantes de Escala (CRS) e Retornos Variáveis de Escala (VRS)

Os escores de eficiência dos modelos básicos do DEA, o retorno constante de escala (CRS) e o retorno variável de escala (VRS) foram calculados, assim como a eficiência de escala (EE), representada pela razão entre os escores de eficiência do CRS e do VRS. Antes de apresentar esses resultados, a tabela 4 mostrará as estatísticas descritivas deles:

Tabela 4: Estatísticas Descritivas dos Escores de Eficiência dos Modelos Básicos do DEA

		2013
CRS	Mínimo	0,25
	Máximo	1,00
	Média	0,79
	Mediana	0,78
	Desvio Padrão	0,20
	Coeficiente de Variação	25,75%
	1º Quartil	0,68
	3º Quartil	1,00
	% de DMUs Eficientes	36,36%
VRS	Mínimo	0,44
	Máximo	1,00
	Média	0,83
	Mediana	0,84
	Desvio Padrão	0,17
	Coeficiente de Variação	20,39%
	1º Quartil	0,72
	3º Quartil	1,00
	% de DMUs Eficientes	36,36%
EE	Mínimo	0,56
	Máximo	1,00
	Média	0,95
	Mediana	0,99
	Desvio Padrão	0,11
	Coeficiente de Variação	11,77%

Fonte: Autoria Própria

No capítulo 3, de metodologia, a literatura apresentada sobre o método DEA indicou que o modelo CRS apresenta, em média, menores escores de eficiência do que o modelo VRS (THANASSOULIS, 2001). Os resultados da pesquisa confirmam esse fato, já que a média dos escores de eficiência encontrada no modelo CRS foi de 0,79, enquanto a média, no modelo VRS, foi de 0,83.

Também de acordo com a literatura acerca do método, no modelo CRS, os escores de eficiência são mais concentrados em valores mais baixos. Já no modelo VRS, esses escores apresentam maior frequência em valores mais altos (THANASSOULIS, 2001; COELLI et al., 2005). Os resultados dessa pesquisa também

corroboram essa questão, como pode ser observado pela análise da mediana de tais escores dos modelos. Enquanto no CRS, 50% das UTIs têm escore de eficiência de até 0,78, no modelo VRS, 50% das UTIs apresentam escore de até 0,84. A análise do 1º quartil também ratifica esse ponto, pois no modelo CRS, 25% das DMUs tem escore de eficiência de até 0,68 e no modelo VRS, o mesmo percentual das DMUs, apresenta escore de até 0,72. Os gráficos 3 e 4 a seguir, que representam os *boxplots* dos escores de eficiência dos modelos CRS e VRS, ilustram essa questão.

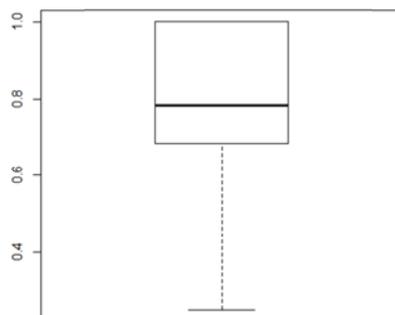


Gráfico 3: *Boxplot* dos escores de eficiência do modelo CRS

Fonte: Autoria Própria

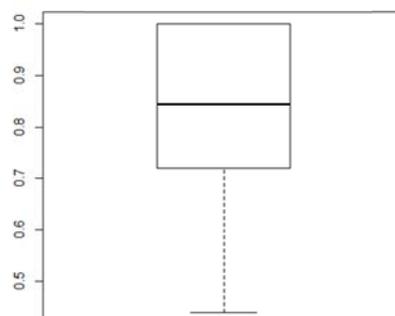


Gráfico 4: *Boxplot* dos escores de eficiência do modelo VRS

Fonte: Autoria Própria

Esse resultado era esperado, pois o modelo CRS não considera efeitos de escala na operação das DMUs, ao passo que o modelo VRS considera tais efeitos, que são representados pelas economias (ou deseconomias) de escala, cujo cálculo é realizado através da eficiência de escala. Em outras palavras, o modelo CRS estabelece uma curva tecnológica linear restrita, onde operam as DMUs eficientes, enquanto que, no modelo VRS, essa curva é mais flexível, pois a fronteira de eficiência é estabelecida através dos pontos mais próximos a essa curva (THANASSOULIS, 2001; COELLI et al., 2005).

De maneira geral, como o modelo CRS produz escores de eficiência mais baixos do que o modelo VRS, o modelo CRS produz, também, em geral, menor quantidade de UTIs eficientes (THANASSOULIS, 2001). Contudo, tal questão não foi observada na pesquisa, uma vez que ambos os modelos apresentaram a mesma quantidade de UTIs eficientes.

Em ambos os modelos, 36,36% das UTIs foram consideradas eficientes, recebendo escore de eficiência máximo (igual a 1). Isso significa que 8 dentre as 22 UTIs do grupo são consideradas *benchmark*, devendo ser um modelo a ser seguido pelas outras unidades do grupo. As UTIs consideradas eficientes foram: UTI do 1º andar do HP (RJ), UTI Cardiológica do HCML (RJ), UTI Coronariana do HPC (RJ), UTI Cardiológica do HTC (RJ), UTI do HAM (SP), UTI Adulto do HCC (SP), UTI do HLSA (SP) e UTI Geral e Cardiológica do HTC (SP).

As UTIs analisadas apresentaram, em geral, boas eficiências (acima de 70%), em ambos os modelos, CRS e VRS. As exceções foram as seguintes: UTI Geral do HPC, RJ (eficiência de 24,8% no modelo CRS e 44,1% no VRS), UTI Adulto do HL, SP (eficiência de 54,1% no modelo CRS e 55,7% no VRS), UTI Adulto do HML, SP (eficiência de 48,8% no modelo CRS, apesar de no modelo VRS ter apresentado eficiência bem melhor, de 73,4%), Unidade Cardio Intensiva do HS, RJ (eficiência de 60% no modelo CRS e de 60,3% no modelo VRS), UTI Geral do HS, RJ (eficiência de 63,1% no modelo CRS e de 65,5% no modelo VRS) e UTI Geral do HP, SP (eficiência de 67,6% no modelo CRS e de 68,2% no modelo VRS).

Os gráficos 5 e 6 a seguir exibem os escores de eficiência, para os modelos CRS e VRS, de cada UTI analisada. Nestes gráficos, podem ser observadas as UTIs consideradas *benchmark* e, também, podem ser visualizadas as UTIs que apresentaram baixas eficiências. Através dos gráficos, também é possível observar que os escores de eficiência do modelo CRS são, em média, menores que os escores do modelo VRS, como já discutido. O anexo 12 apresenta a lista completa desses escores, por UTI, para cada um dos modelos básicos do DEA.

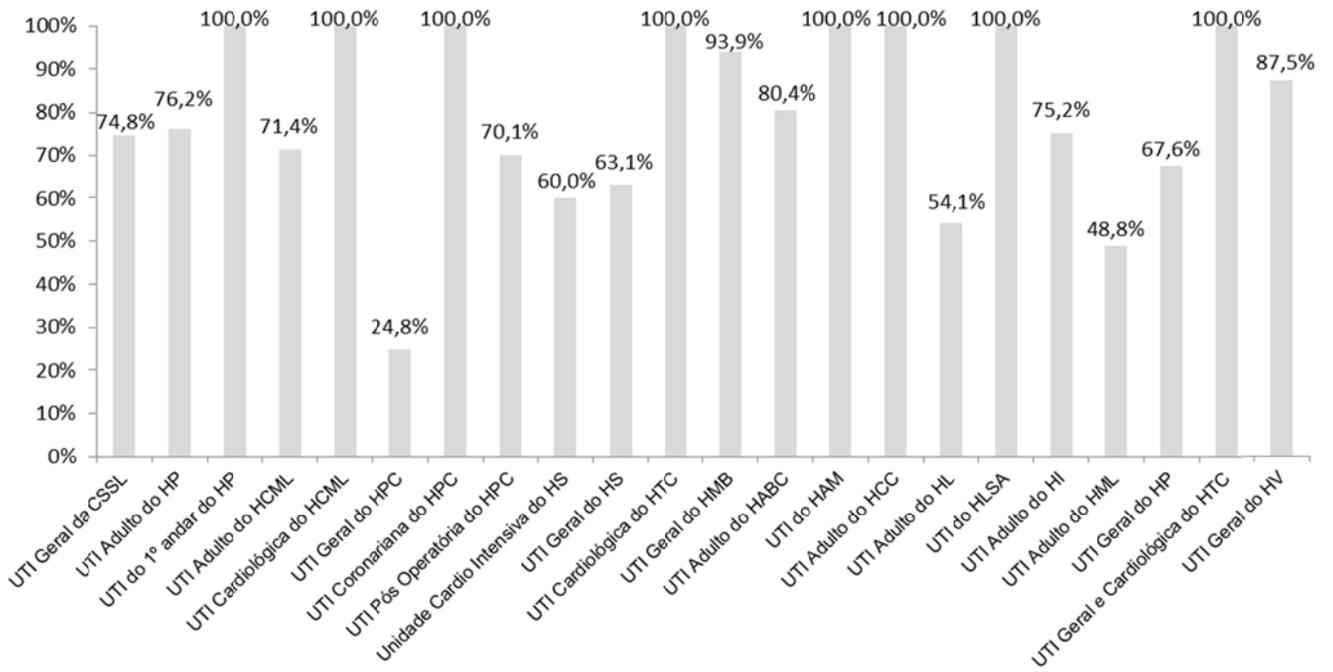


Gráfico 5: Eficiência das UTIs de acordo com o modelo CRS

Fonte: Autoria Própria

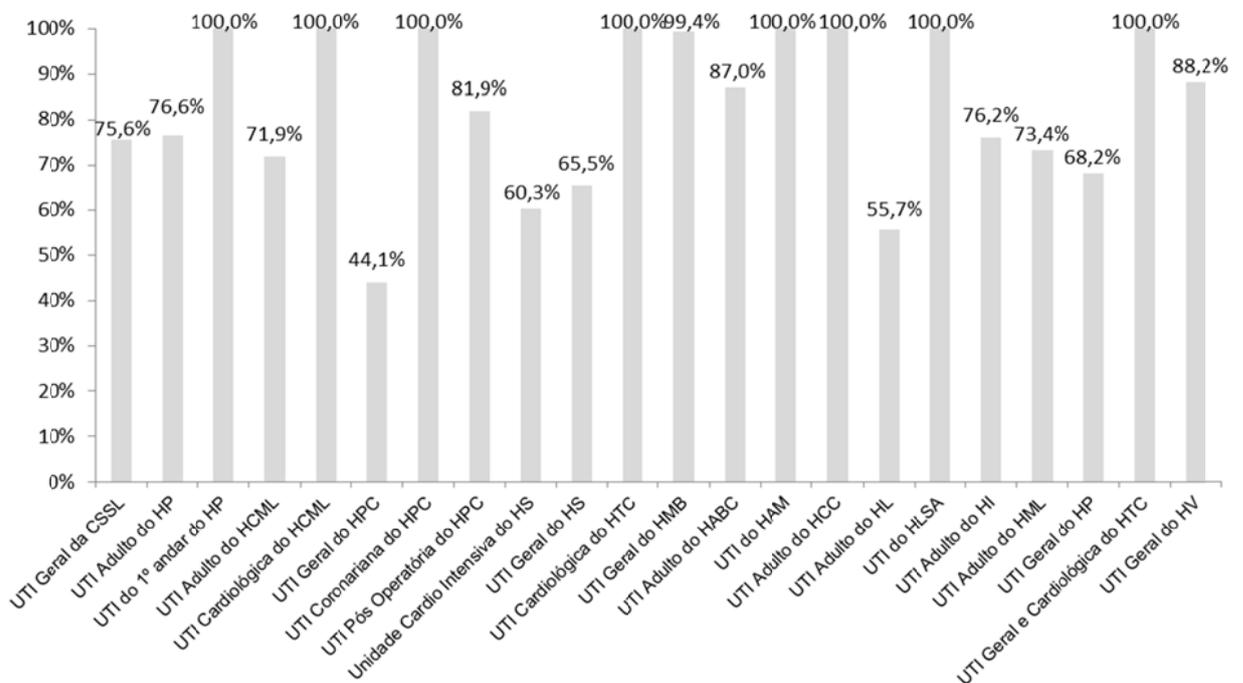


Gráfico 6: Eficiência das UTIs de acordo com o modelo VRS

Fonte: Autoria Própria

As análises estatísticas realizadas até o momento tratam das 22 UTIs analisadas em conjunto. Contudo, é interessante dividi-las de acordo com certos critérios, como o grau de verticalização (UTIs verticais e UTIs do mercado) e a gravidade dos pacientes nelas internados (UTIs com maior quantidade de pacientes mais graves e UTIs com menor quantidade de pacientes mais graves). O objetivo da análise através dessa divisão é verificar se há alguma indicação de que esses critérios possam ter alguma influência na eficiência das UTIs em estudo, uma vez que apenas através da regressão truncada com *Bootstrap* pode-se ter certeza sobre o impacto de tais fatores. Assim, as tabelas 5 e 6 a seguir apresentam as estatísticas descritivas dos escores de eficiência dos modelos CRS e VRS para as 22 UTIs, separadas em grupos, de acordo com os critérios mencionados.

Tabela 5: Estatísticas Descritivas dos Escores de Eficiência dos Modelos Básicos do DEA (UTIs separadas de acordo com seu grau de verticalização)

		UTIs Verticais	UTIs do mercado
CRS	Mínimo	0,54	0,25
	Máximo	1,00	1,00
	Média	0,87	0,69
	Mediana	0,94	0,70
	Desvio Padrão	0,15	0,22
	Coefficiente de Variação	17,23%	32,51%
	1º Quartil	0,76	0,60
	3º Quartil	1,00	0,75
	% de DMUs Eficientes	46,15%	22,22%
VRS	Mínimo	0,56	0,44
	Máximo	1,00	1,00
	Média	0,88	0,75
	Mediana	0,99	0,76
	Desvio Padrão	0,15	0,17
	Coefficiente de Variação	16,70%	22,44%
	1º Quartil	0,77	0,65
	3º Quartil	1,00	0,82
	% de DMUs Eficientes	46,15%	22,22%
EE	Mínimo	0,92	0,56
	Máximo	1,00	1,00
	Média	0,99	0,89
	Mediana	0,99	0,99
	Desvio Padrão	0,02	0,16
	Coefficiente de Variação	2,34%	17,51%

Fonte: Autoria Própria

Tabela 6: Estatísticas Descritivas dos Escores de Eficiência dos Modelos Básicos do DEA (UTIs separadas de acordo com a gravidade de seus pacientes)

		UTIs com pacientes mais graves	UTIs com pacientes menos graves
CRS	Mínimo	0,25	0,49
	Máximo	1,00	1,00
	Média	0,72	0,87
	Mediana	0,71	1,00
	Desvio Padrão	0,20	0,18
	Coeficiente de Variação	28,11%	20,71%
	1º Quartil	0,65	0,75
	3º Quartil	0,84	1,00
	% de DMUs Eficientes	18,18%	54,55%
<hr/>			
VRS	Mínimo	0,44	0,60
	Máximo	1,00	1,00
	Média	0,76	0,90
	Mediana	0,77	1,00
	Desvio Padrão	0,17	0,14
	Coeficiente de Variação	21,92%	15,96%
	1º Quartil	0,67	0,76
	3º Quartil	0,88	1,00
	% de DMUs Eficientes	18,18%	54,55%
<hr/>			
EE	Mínimo	0,56	0,67
	Máximo	1,00	1,00
	Média	0,93	0,96
	Mediana	0,99	1,00
	Desvio Padrão	0,12	0,10
	Coeficiente de Variação	13,30%	9,89%

Fonte: Autoria Própria

Como pode ser constatado, o escore médio de eficiência nas UTIs verticais (0,87 no CRS e 0,88 no VRS) é maior que nas UTIs de mercado (0,69 no CRS e 0,75 no VRS). Além disso, enquanto 25% das UTIs verticais têm eficiência até 0,76 (modelo CRS) e até 0,77 (modelo VRS), o mesmo percentual de UTIs do mercado tem eficiência até 0,60 (modelo CRS) e até 0,65 (modelo VRS). E, ainda, dentre as UTIs verticais, 46,15% possuem eficiência máxima, tanto no modelo CRS quanto no modelo VRS, enquanto que apenas 22,22% das UTIs de mercado possuem eficiência igual a 100%. Isso demonstra que as UTIs verticais (UTIs cuja grande maioria dos pacientes internados – mais de 75% - possui plano AMIL) apresentam maior eficiência do que as UTIs de mercado. Ainda, nota-se que a dispersão dos escores de eficiência,

representada pelo coeficiente de variação, é menor entre as UTIs verticais (17,23% para CRS e 16,70% para VRS) do que dentre as UTIs de mercado (32,51% para CRS e 22,44% para VRS). Isso comprova que, em se tratando de eficiência, as UTIs verticais apresentam resultados mais parecidos entre si do que as UTIs de mercado, que apresentam maior disparidade de resultados.

De forma similar, o escore médio de eficiência nas UTIs com pacientes menos graves (0,87 para CRS e 0,90 para VRS) é maior que nas UTIs com pacientes mais graves (0,72 para CRS e 0,76 para VRS). Além disso, enquanto 25% das UTIs com pacientes menos graves têm eficiência até 0,75 (modelo CRS) e até 0,76 (modelo VRS), o mesmo percentual de UTIs com pacientes mais graves tem eficiência até 0,65 (modelo CRS) e até 0,67 (modelo VRS). E, ainda, dentre as UTIs com pacientes menos graves, 54,55% possuem eficiência máxima, tanto no modelo CRS quanto no modelo VRS, enquanto apenas 18,18% das UTIs com pacientes mais graves possuem 100% de eficiência. Isso demonstra que as UTIs com pacientes menos graves apresentam maior eficiência do que as UTIs com pacientes mais graves. Ainda, nota-se que a dispersão dos escores de eficiência, representada pelo coeficiente de variação, é menor entre as UTIs com pacientes menos graves (20,71% para CRS e 15,96% para VRS) do que dentre as UTIs com pacientes mais graves (28,11% para CRS e 21,92% para VRS). Isso comprova que, em se tratando de eficiência, as UTIs com pacientes menos graves apresentam resultados mais parecidos entre si do que as UTIs com pacientes mais graves, que apresentam maior disparidade de resultados. Os gráficos 7 e 8 a seguir ilustram a diferença entre os escores médios de eficiência para UTIs de acordo com seu grau de verticalização e de acordo com a gravidade dos pacientes internados, nos modelos CRS e VRS.

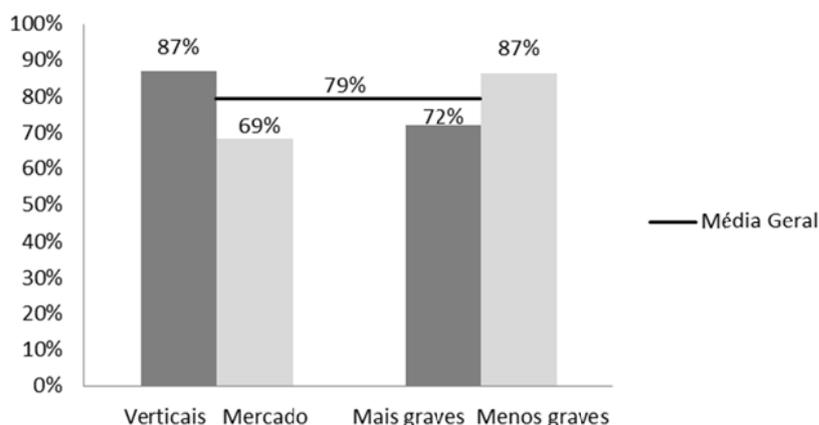


Gráfico 7: Escore Médio de Eficiência Modelo CRS

Fonte: Autoria Própria

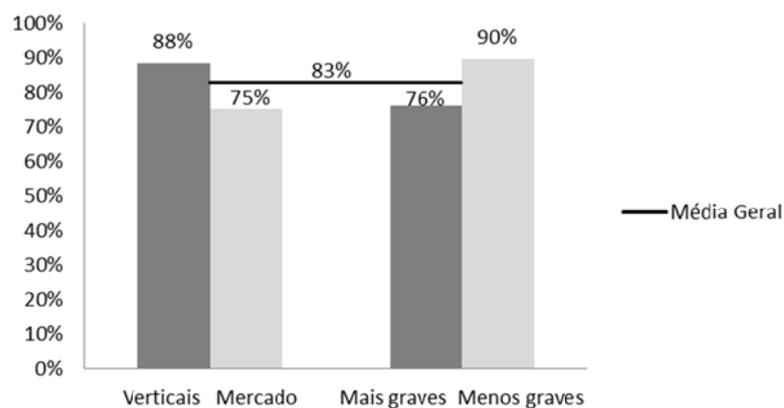


Gráfico 8: Escore Médio de Eficiência Modelo VRS

Fonte: Autoria Própria

As análises estatísticas dos escores de eficiência dos modelos básicos do DEA indicam que parece haver relação entre o grau de verticalização da UTI e sua eficiência bem como entre a gravidade dos pacientes internados na UTI e sua eficiência. E, ainda, a relação parece ser no sentido de que UTIs verticais (cujas grande maioria dos pacientes internados – mais de 75% - possui plano AMIL) são mais eficientes que as UTIs de mercado e, da mesma forma, UTIs com pacientes menos graves internados são mais eficientes que UTIs com pacientes mais graves internados. Entretanto, tais resultados apenas parecem indicar que há certa influência dessas variáveis de controle na eficiência de UTIs. A fim de verificar se realmente essas variáveis contextuais impactam a eficiência da UTI e a forma como esse impacto ocorre, serão apresentados, em tópicos posteriores, os resultados do DEA no segundo estágio do modelo, a regressão truncada com *Bootstrap*.

4.2.2. Eficiência de Escala (EE)

Conforme já discutido, a eficiência de escala é uma forma de identificar o quanto da ineficiência de uma DMU decorre do fato de ela estar operando em uma escala ineficiente, sendo calculada através da razão dos escores de eficiência obtidos nos modelos CRS e VRS (THANASSOULIS, 2001; LA FORGIA & COUTTOLENC, 2009). Assim, valores de EE iguais a 1 significam que a DMU não sofre impacto da escala da operação, ou seja, ela opera na sua escala ótima, através de retornos constantes de escala. Por outro lado, valores menores que 1 significam que a eficiência da DMU sofre impacto da escala da operação, sendo que quanto menor esse valor, mais impacto ela sofre, estando mais afastada de sua escala ótima,

operando através de retornos variáveis de escala (THANASSOULIS, 2001; LA FORGIA & COUTTOLENC, 2009).

A pesquisa em questão revela que as UTIs analisadas, de forma geral, sofrem pouco impacto da escala da operação, como pode ser observado pelo valor médio de 0,95 de EE para as 22 DMUs em estudo (tabela 4 anterior). O gráfico 9 a seguir mostra a eficiência de escala calculada para cada uma das 22 UTIs do grupo AMIL no RJ e em SP. O gráfico 10, em seguida, traz as eficiências das DMUs nos modelos CRS e VRS e ajuda a entender o gráfico 9.

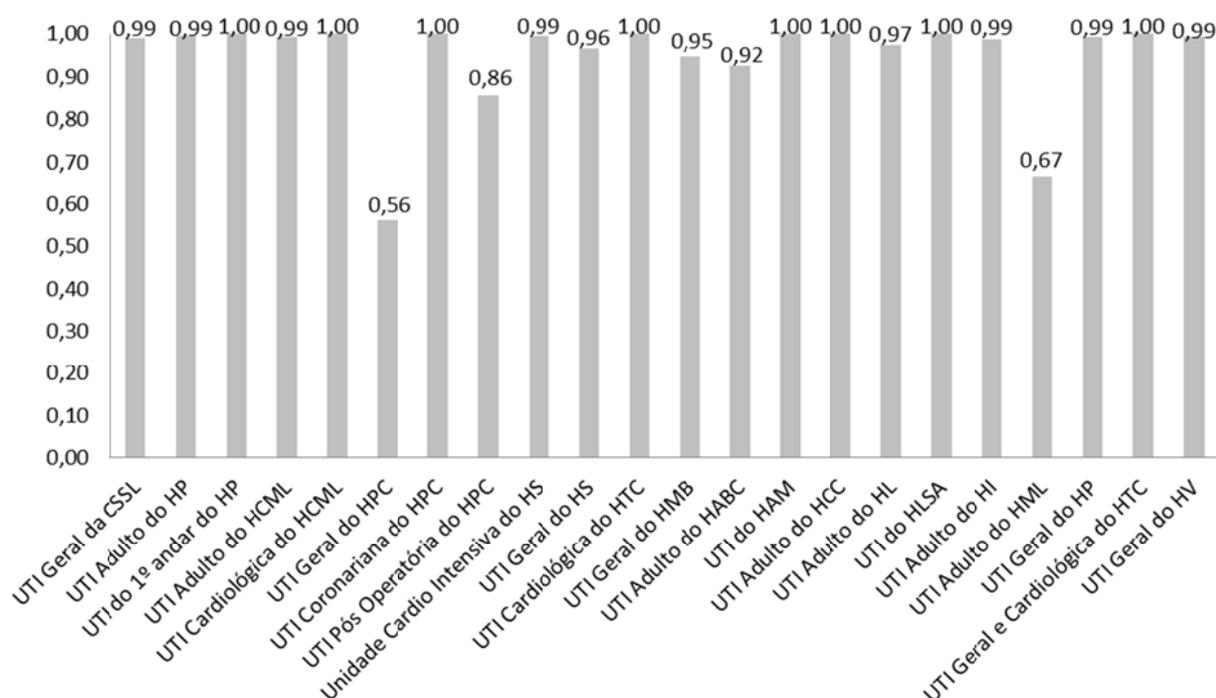


Gráfico 9: Eficiência de Escala das 22 UTIs da AMIL no RJ e em SP

Fonte: Autoria Própria

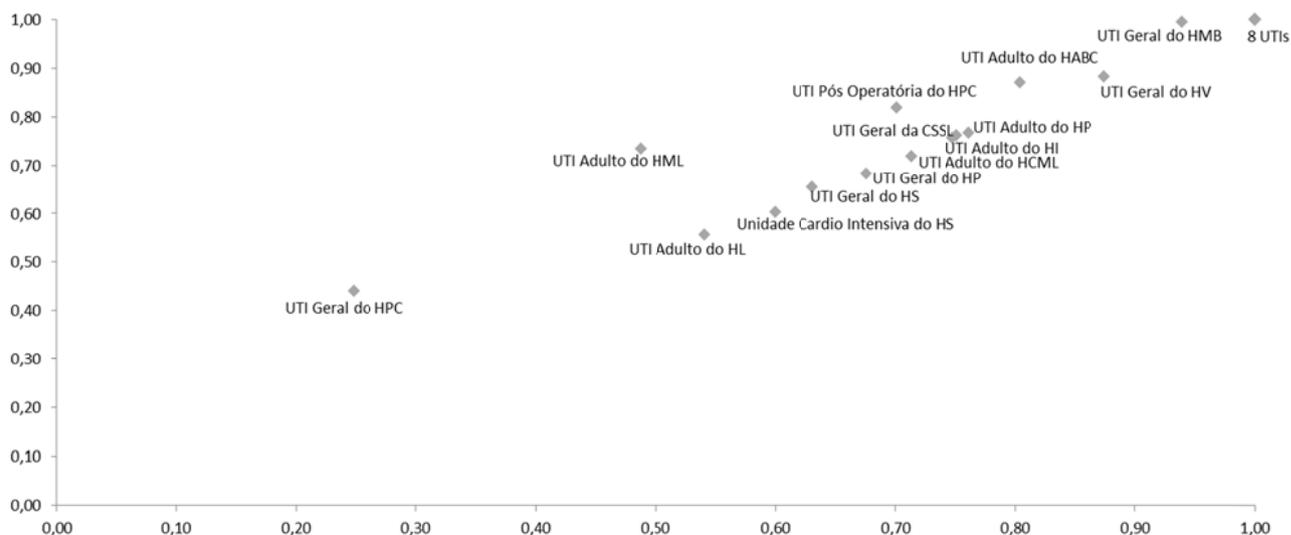


Gráfico 10: Matriz de Eficiência CRS x VRS

Fonte: Autoria Própria

Como pode-se observar no gráfico 9 anterior, 8 UTIs apresentaram EE igual a 1 (UTI do 1º andar do HP, RJ; UTI Cardiológica do HCML, RJ; UTI Coronariana do HPC, RJ; UTI Cardiológica do HTC, RJ; UTI do HAM, SP; UTI Adulto do HCC, SP; UTI do HLSA, SP e UTI Geral e Cardiológica do HTC, SP). Elas também apresentaram eficiências máximas tanto no modelo CRS quanto no modelo VRS, sendo representadas na parte direita superior do gráfico 10. Essas UTIs são consideradas *benchmark* e já operam na sua escala ótima, não sofrendo qualquer impacto da escala em suas operações. Portanto, operam através do modelo de retornos constantes de escala.

Também pode-se observar, através do gráfico 9, que outras UTIs apresentam EE altas, acima de 0,85 e, portanto, muito próximas de 1 (UTI Geral da CSSL, RJ; UTI Adulto do HP, RJ; UTI Adulto do HCML, RJ; UTI Pós Operatória do HPC, RJ; Unidade Cardio Intensiva do HS, RJ; UTI Geral do HS, RJ; UTI Geral do HMB, SP; UTI Adulto do HABC, SP; UTI Adulto do HL, SP; UTI Adulto do HI, SP; UTI Geral do HP, SP e UTI Geral do HV, SP). Apesar delas não serem UTIs *benchmark* (não possuem eficiência máxima nos modelos CRS e VRS), o alto valor de suas EE indica, à primeira vista, que elas sofrem pouco impacto da escala em suas operações, ou seja, parece que elas operam mais próximo de uma situação de retornos constantes de escala. Entretanto, mesmo com EE altas, isso não significa que não há espaço para melhorias nessas UTIs, pelo contrário, há como melhorar, uma vez que elas são tecnicamente ineficientes, pois não operam em suas eficiências máximas (gráfico 10). Assim, grande parte da ineficiência delas não parece ser proveniente da escala de suas operações,

mas de outros fatores, não sendo o tamanho produtivo dessas UTIs que deve ser alterado para a melhoria das suas eficiências.

Por outro lado, certas UTIs apresentam valores de EE bem abaixo de 1, logo suas eficiências são impactadas pela escala da operação e elas operam através de retornos variáveis de escala. Através do gráfico 9, percebe-se que a UTI Geral do HPC (RJ) apresenta EE de 0,56 e a UTI Adulto do HML (SP) apresenta EE de 0,67. Há bastante espaço para melhorar a eficiência dessas UTIs (pelo gráfico 10 observa-se que a UTI Geral do HPC tem eficiência de 0,24 no CRS e 0,44 no VRS e que a UTI Adulto do HML possui eficiência de 0,48 no CRS e 0,73 no VRS). Uma forma de aumentar essas eficiências é alterando as escalas de suas operações, já que elas não estão operando em escalas ótimas, mas em escalas ineficientes.

Os resultados dessa pesquisa estão de acordo com os estudos de HOLLINGSWORTH e PARKIN (2001). Os resultados do estudo dos referidos autores apontou que UTIs eficientes tendem a demonstrar retornos de escala constantes, enquanto que UTIs ineficientes tendem a apresentar retornos de escala variáveis. Da mesma forma, essa pesquisa mostrou que as 8 UTIs que apresentaram EE máxima e que, portanto, já operam em escalas ótimas e através de retornos constantes de escala, são as mesmas UTIs que são consideradas *benchmark*, que apresentaram eficiências iguais a 100% nos modelos básicos do DEA. E, ainda, UTIs ineficientes em algum grau (como a UTI Geral do HPC, RJ e a UTI Adulto do HML, SP), que apresentaram eficiências baixas nos modelos básicos do DEA também apresentaram EE baixa (bem menor que 1), evidenciando que operam através de retornos variáveis de escala e que há espaço para melhorar as suas eficiências através de mudanças em suas escalas.

Outra pesquisa, associada ao impacto da escala nas operações de UTIs, foi a de LELEU et al. (2012). De acordo com os autores, 90% das UTIs por eles analisadas operavam através de retornos variáveis de escala e apenas 10% operavam em seus tamanhos produtivos ótimos. E, ainda, para os autores, 40% das UTIs estudadas operavam abaixo do seu tamanho ideal, necessitando investimento no sentido de aumentar sua infraestrutura (tamanho físico e leitos, no caso). Dentro da mesma lógica, mas com resultados diferentes, essa pesquisa mostrou que a maioria das UTIs analisadas já opera em escalas ótimas ou muito próximas dela e que, apenas algumas poucas UTIs operam em escalas ineficientes (UTI Geral do HPC, RJ e a UTI Adulto do HML, SP), necessitando concentrar esforços nas mudanças de suas escalas para melhorarem suas eficiências. Apesar de existir um tamanho ideal para as UTIs, no qual elas operam de forma a obter ganhos de escala máximos (LELEU et al., 2012),

não incorrendo em altos custos advindos de leitos ociosos e, também, não incorrendo em escassez de leitos para pacientes criticamente doentes (SEUNG-CHUL et al., 2000; NGUYEN et al., 2003), deve-se levar em consideração que grande quantidade de leitos pode ter impacto negativo na eficiência de UTIs (SEUNG-CHUL et al., 2000; NGUYEN et al., 2003; LELEU et al., 2012). Por isso, definir o tamanho de escala ótimo para uma UTI operar é tarefa complexa e envolve muitos fatores.

4.2.3. Análise de Unidades de Referência (*Peers*) e de Folgas (*Slacks*)

O método da análise envoltória de dados não apenas calcula as eficiências das DMUs através de seus modelos básicos, o CRS, o VRS e a eficiência de escala, como também calcula os *peers*, pares eficientes para cada unidade de análise ineficiente. Em outras palavras, para cada DMU ineficiente em algum grau (com eficiência diferente de 1), o DEA identifica seus pares eficientes, isto é, as DMUs que podem ser utilizadas como referência por esta DMU ineficiente, com o objetivo de que ela melhore seu desempenho. Os pares são as UTIs *benchmark* que mais se aproximam das características da UTI analisada. As DMUs *benchmark*, que já possuem eficiência máxima, são suas próprias referências, além de também serem referências de outras DMUs consideradas ineficientes (SEIFORD e THRALL, 1990).

Os quadros 2 e 3 a seguir mostram, para cada uma das 22 UTIs consideradas nesta pesquisa, seus pares eficientes, nos modelos CRS e VRS.

Quadro 2: Unidades de Referência ou Pares Eficientes - Modelo CRS - de cada DMU

DMU	Par 1	Par 2	Par 3	Par 4
UTI Geral da CSSL	UTI Cardiológica do HCML	UTI do HLSA		
UTI Adulto do HP	UTI do HAM	UTI Adulto do HCC	UTI Geral e Cardiológica do HTC	
UTI do 1º andar do HP	UTI do 1º andar do HP			
UTI Adulto do HCML	UTI Cardiológica do HCML	UTI do HLSA		
UTI Cardiológica do HCML	UTI Cardiológica do HCML			
UTI Geral do HPC	UTI Adulto do HCC			
UTI Coronariana do HPC	UTI Coronariana do HPC			
UTI Pós Operatória do HPC	UTI Coronariana do HPC	UTI Adulto do HCC	UTI Geral e Cardiológica do HTC	
Unidade Cardio Intensiva do HS	UTI Coronariana do HPC	UTI Adulto do HCC	UTI Geral e Cardiológica do HTC	
UTI Geral do HS	UTI Coronariana do HPC	UTI Adulto do HCC	UTI Geral e Cardiológica do HTC	
UTI Cardiológica do HTC	UTI Cardiológica do HTC			
UTI Geral do HMB	UTI do HAM	UTI Adulto do HCC	UTI do HLSA	UTI Geral e Cardiológica do HTC
UTI Adulto do HABC	UTI Cardiológica do HCML	UTI do HLSA	UTI Geral e Cardiológica do HTC	
UTI do HAM	UTI do HAM			
UTI Adulto do HCC	UTI Adulto do HCC			
UTI Adulto do HL	UTI do HAM	UTI Adulto do HCC	UTI Geral e Cardiológica do HTC	
UTI do HLSA	UTI do HLSA			
UTI Adulto do HI	UTI do HAM	UTI Adulto do HCC		
UTI Adulto do HML	UTI do HAM	UTI Geral e Cardiológica do HTC		
UTI Geral do HP	UTI do HAM	UTI Adulto do HCC	UTI Geral e Cardiológica do HTC	
UTI Geral e Cardiológica do HTC	UTI Geral e Cardiológica do HTC			
UTI Geral do HV	UTI Adulto do HCC	UTI do HLSA	UTI Geral e Cardiológica do HTC	

Fonte: Autoria Própria

Quadro 3: Unidades de Referência ou Pares Eficientes - Modelo VRS - de cada DMU

DMU	Par 1	Par 2	Par 3	Par 4
UTI Geral da CSSL	UTI do 1º andar do HP	UTI Cardiológica do HCML	UTI Cardiológica do HTC	UTI do HLSA
UTI Adulto do HP	UTI do HAM	UTI Adulto do HCC	UTI Geral e Cardiológica do HTC	
UTI do 1º andar do HP	UTI do 1º andar do HP			
UTI Adulto do HCML	UTI do 1º andar do HP	UTI Cardiológica do HCML	UTI Cardiológica do HTC	UTI do HLSA
UTI Cardiológica do HCML	UTI Cardiológica do HCML			
UTI Geral do HPC	UTI Adulto do HCC			
UTI Coronariana do HPC	UTI Coronariana do HPC			
UTI Pós Operatória do HPC	UTI Coronariana do HPC	UTI do HLSA	UTI Geral e Cardiológica do HTC	
Unidade Cardio Intensiva do HS	UTI Coronariana do HPC	UTI Adulto do HCC	UTI Geral e Cardiológica do HTC	
UTI Geral do HS	UTI Coronariana do HPC	UTI do HLSA	UTI Geral e Cardiológica do HTC	
UTI Cardiológica do HTC	UTI Cardiológica do HTC			
UTI Geral do HMB	UTI Adulto do HCC	UTI do HLSA	UTI Geral e Cardiológica do HTC	
UTI Adulto do HABC	UTI Coronariana do HPC	UTI do HLSA	UTI Geral e Cardiológica do HTC	
UTI do HAM	UTI do HAM			
UTI Adulto do HCC	UTI Adulto do HCC			
UTI Adulto do HL	UTI do HAM	UTI Adulto do HCC	UTI Geral e Cardiológica do HTC	
UTI do HLSA	UTI Adulto do HCC	UTI do HLSA	UTI Geral e Cardiológica do HTC	
UTI Adulto do HI	UTI Cardiológica do HCML	UTI do HAM	UTI Adulto do HCC	
UTI Adulto do HML	UTI do HAM	UTI Geral e Cardiológica do HTC		
UTI Geral do HP	UTI do HAM	UTI Adulto do HCC	UTI Geral e Cardiológica do HTC	
UTI Geral e Cardiológica do HTC	UTI Geral e Cardiológica do HTC			
UTI Geral do HV	UTI Coronariana do HPC	UTI Adulto do HCC	UTI do HLSA	UTI Geral e Cardiológica do HTC

Fonte: Autoria Pópria

Como pode ser observado, pela análise dos quadros 2 e 3 anteriores, a UTI do HAM, em SP e a UTI Coronariana do HPC, no RJ, são unidades de referência, nos dois modelos, sendo consideradas as primeiras opções de pares eficientes para outras 6 e 3 UTIs, respectivamente, pelo modelo CRS, e outras 4 e 5 UTIs, respectivamente, pelo modelo VRS. A UTI Adulto do HCC, em SP, é considerada a primeira opção de par eficiente para outras 2 UTIs pelo modelo CRS e outras 3 UTIs para o modelo VRS. E a UTI Cardiológica do HCML, no RJ, é a primeira opção de referência para outras 3 UTIs pelo modelo CRS e 1 UTI no modelo VRS. Já a UTI do 1º andar do HP, no RJ, é a primeira opção de par eficiente para outras 2 UTIs, apenas no modelo VRS. Há, ainda, em cada modelo, unidades de referência (sempre UTIs *benchmark*) consideradas como segunda, terceira e até quarta opção de par eficiente para cada uma das 22 DMUs, como pode ser visualizado nos quadros. As 8 UTIs *benchmark* da pesquisa são seus próprios pares eficientes nos modelos CRS e VRS, conforme já discutido. Assim, cada UTI ineficiente, para melhorar seu desempenho e tornar-se

mais eficiente, deve utilizar uma combinação das variáveis das UTIs *benchmark* consideradas como seus pares de eficiência.

O método da análise envoltória de dados também permite que sejam identificados os *slacks*, as folgas nas variáveis empregadas nos processos produtivos, para cada DMU considerada ineficiente. Os *slacks* são valores que podem ser diminuídos ou aumentados nos recursos a fim de que a eficiência da DMU seja melhorada. No contexto do DEA, os *slacks* podem ser de dois tipos: *slacks* (folgas) de *input* e *slacks* (folgas) de *output*. Os primeiros se referem aos recursos que estão em excesso, ou seja, com capacidade ociosa. Já os segundos sinalizam os *outputs* que estão sendo produzidos de maneira insuficiente. (MOGHA, YADAV, SINGH, 2012). Assim, se uma DMU possui folga em algum de seus insumos, isso significa que ela está com capacidade ociosa, se comparada a seus pares eficientes e, se a DMU apresenta folgas em algum de seus *outputs*, isso quer dizer que quantidade insuficiente de *outputs* está sendo produzida. As folgas são provenientes da ineficiência técnica das DMUs.

Essa pesquisa não considerou os *slacks* de *output*, pois as variáveis de *output* desse estudo (número de altas e taxa de mortalidade ajustada – SMR) são variáveis complexas, que dependem de muitos fatores sobre os quais não se tem gestão, como a gravidade do estado de saúde do paciente, o motivo (doença) que levou o paciente a ser internado na UTI, fatores de risco do paciente (como idade), dentre outros. Assim, nessa pesquisa, foram calculadas apenas as folgas de *input* para cada UTI, tanto no modelo CRS quanto no VRS. O objetivo foi identificar os recursos ociosos em cada UTI, além de verificar qual dos recursos (médicos, profissionais de enfermagem ou leitos) é o mais ocioso dentre as UTIs analisadas. A tabela 7 a seguir indica os *slacks*, as folgas, em valor absoluto e percentual, para cada UTI e cada variável de *input* de acordo com os modelos CRS e VRS.

Tabela 7: Folgas das variáveis de *input* segundo modelos CRS e VRS

UTI	Variáveis de <i>Input</i>			Modelo CRS			Modelo VRS		
	Número de Médicos	Número de Profissionais de Enfermagem	Número de Leitos	Folga em Médicos	Folga em Profissionais de Enfermagem	Folga em Leitos	Folga em Médicos	Folga em Profissionais de Enfermagem	Folga em Leitos
UTI Geral da CSSL	12	29	11	1,01 (8,4%)	0 (0,0%)	0,22 (2%)	1,17 (9,7%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
UTI Adulto do HP	14	88	17	0 (0,0%)	43,11 (49%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	40,1 (45,6%)	0 (0,0%)
UTI do 1º andar do HP	14	28	17	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
UTI Adulto do HCML	12	26	12	0,08 (0,7%)	0 (0,0%)	0,7 (5,8%)	0,35 (2,9%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
UTI Cardiológica do HCML	12	21	11	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
UTI Geral do HPC	16	124	22	0 (0,0%)	49,33 (39,8%)	0,67 (3%)	7 (43,8%)	82 (66,1%)	10 (45,5%)
UTI Coronariana do HPC	16	62	6	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
UTI Pós Operatória do HPC	16	66	9	0 (0,0%)	15,91 (24,1%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	12,34 (18,7%)	0 (0,0%)
Unidade Cardio Intensiva do HS	16	82	13	0 (0,0%)	23,71 (28,9%)	0 (0,0%)	3,81 (23,8%)	35,46 (43,2%)	0 (0,0%)
UTI Geral do HS	16	87	10	0 (0,0%)	34,37 (39,5%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	36,11 (41,5%)	0 (0,0%)
UTI Cardiológica do HTC	26	45	18	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
UTI Geral do HMB	11	34	11	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
UTI Adulto do HABC	13	30	10	2,14 (16,5%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	2,73 (21%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
UTI do HAM	27	63	31	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
UTI Adulto do HCC	9	42	12	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
UTI Adulto do HL	26	66	22	0 (0,0%)	0,20 (0,3%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1,68 (2,6%)	1,98 (9%)
UTI do HLSA	10	29	10	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
UTI Adulto do HI	15	47	19	0 (0,0%)	2,98 (6,3%)	1,06 (5,6%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1,01 (5,3%)
UTI Adulto do HML	41	127	36	0 (0,0%)	28,56 (22,5%)	0 (0,0%)	14 (34,1%)	62,35 (49,1%)	11,58 (32,2%)
UTI Geral do HP	20	77	20	0 (0,0%)	26,77 (34,8%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	21,26 (27,6%)	0 (0,0%)
UTI Geral e Cardiológica do HTC	27	66	19	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
UTI Geral do HV	11	33	10	1,88 (17,1%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0,56 (1,7%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)

Fonte: Autoria Própria

A análise da tabela 7 anterior permite observar que tanto o modelo CRS quanto o modelo VRS sinalizaram as mesmas 13 DMUs apresentando folga (com capacidade ociosa em algum de seus recursos), tendo os modelos divergido, em certos momentos, para cada uma dessas UTIs, na variável que apresenta folga e, em outros momentos, no valor da folga.

Pode-se observar, também, que o restante das UTIs não apresentou folga, em nenhum dos modelos, para nenhuma das variáveis. Essas UTIs são as 8 UTIs *benchmark*, com eficiência de 100%, que não possuem recursos ociosos, além de mais uma DMU (UTI Geral do HMB, em SP) que também não indicou capacidade ociosa de seus recursos nos modelos CRS e VRS (possui alta eficiência, acima de 90% em ambos os modelos).

Os recursos apresentaram folgas diferentes, nos modelos CRS e VRS, para cada uma das UTIs (exceto para as 9 UTIs mencionadas anteriormente). O recurso número de médicos apresentou pequena folga no modelo CRS (4 UTIs apresentaram baixa capacidade ociosa para esse recurso, com folgas inferiores a 20%), mas folga considerável no modelo VRS (7 UTIs com capacidade ociosa para esse recurso, sendo 4 apresentando folgas superiores a 20%). O recurso número de leitos também apresentou pequena folga no modelo CRS (4 UTIs com baixa capacidade ociosa, inferior a 10% para tal recurso), mas folga considerável no modelo VRS (4 UTIs com

capacidade ociosa, sendo 2 delas com folgas superiores a 30% para tal recurso). Contudo, as folgas se concentram na variável número de profissionais de enfermagem, ou seja, esse é o recurso mais ocioso dentre as UTIs analisadas, nos dois modelos (9 UTIs com capacidade ociosa para tal recurso no modelo CRS, sendo 7 delas com folgas superiores a 20% e 8 UTIs com capacidade ociosa para esse recurso no modelo VRS, sendo 6 delas com folgas superiores a 25%).

As UTIs com maior capacidade ociosa em seus recursos são (considerando ambos os modelos): UTI Geral do HPC (RJ), UTI Adulto do HP (RJ), UTI Adulto do HML (SP), UTI Geral do HS (RJ), Unidade Cardio Intensiva do HS (RJ) e UTI Geral do HP (SP). O recurso profissionais de enfermagem, em especial, tem folgas muito altas, que chegam a 66,1% e 49,1% (UTI Geral do HPC e UTI Adulto do HML, respectivamente, ambos no modelo VRS). Todas essas UTIs, exceto a UTI Adulto do HP, estão entre aquelas com eficiências mais baixas nos modelos CRS e VRS e, suas capacidades ociosas são provenientes, justamente, de suas ineficiências técnicas.

Essa análise de *slacks* é importante para saber quais recursos devem ser redimensionados em cada UTI de forma que elas diminuam suas capacidades ociosas e aumentem suas eficiências. Como pode-se perceber, todas as UTIs do grupo, com exceção das UTIs *benchmark* e de mais uma UTI, devem redimensionar cada um de seus recursos (com maior redimensionamento do recurso profissionais de enfermagem), pois todas apresentam alguma capacidade ociosa em algum de seus *inputs*. Entretanto, no contexto da saúde, a capacidade ociosa não deve necessariamente ser evitada, como ocorre em muitos setores econômicos. Isso se deve ao fato de que a prioridade é o atendimento com qualidade do paciente, devendo ser a ele oferecido todos os recursos disponíveis. Porém, essa pesquisa está trabalhando com o conceito relativo e existem UTIs no grupo que apresentam maiores eficiências e não possuem recursos ociosos, sendo nelas que as UTIs ineficientes e ociosas devem se espelhar.

4.3. Resultados da Regressão Truncada com *Bootstrap*

Após o cálculo dos escores de eficiência para os modelos CRS e VRS do método DEA, além do cálculo da EE, dos *peers* e dos *slacks*, procedeu-se, conforme discutido no capítulo de metodologia, ao segundo estágio do modelo, a regressão truncada com *Bootstrap*. Nesse estágio será observado o objetivo da pesquisa, que é verificar se as variáveis discutidas e disponibilizadas para o estudo realmente possuem impacto na eficiência das UTIs analisadas e a forma como esse impacto ocorre. A seguinte fórmula, que consta no capítulo de metodologia, foi aplicada para

identificação do impacto de cada variável de controle na eficiência das UTIs analisadas:

$$\bar{\delta}_{(i,t)} = \beta_0 + \beta_1 \cdot [\text{PACIENTES_VENTILADOS}]_{(i,t)} + \beta_2 \cdot [\text{SAPsIII}]_{(i,t)} + \beta_3 [\text{VERTICALIZAÇÃO}]_{(i,t)}$$

sendo $\bar{\delta}_{(i,t)}$ os escores de eficiência CRS ou VRS, β_0 uma constante e β_i as variáveis a serem calculadas para as DMUs analisadas.

Os resultados da regressão foram obtidos através do *software* R e estão resumidos na tabela 8 a seguir.

Tabela 8: Resultados da Regressão Truncada com *Bootstrap*

Variável	Modelo CRS			Modelo VRS		
	Coeficiente	Erro Padrão	p-valor	Coeficiente	Erro Padrão	p-valor
Pacientes Ventilados	-1,3599	0,6014	0,0262	-1,0214	0,5749	0,0798
SAPs III	-0,0069	0,0106	0,4851	-0,0060	0,0102	0,4998
Verticalização	0,2157	0,0807	0,0096	0,1500	0,0771	0,0509

Fonte: Autoria Própria

A análise da tabela permite observar que os resultados, tanto no modelo CRS como no VRS, foram semelhantes. O coeficiente de cada variável de controle possui o mesmo sinal em ambos os modelos, ou seja, sinal negativo para a variável pacientes ventilados (CRS e VRS), sinal negativo para a variável SAPs III (CRS e VRS) e sinal positivo para a variável verticalização (CRS e VRS). Isso significa que as relações de impacto (positiva, direta ou negativa, inversa) foram mantidas nos dois modelos. O grau de significância do impacto das variáveis (representado pelo p-valor) não é o mesmo nos modelos CRS e VRS, porém, os valores são próximos. A seguir, as hipóteses desse estudo serão analisadas de acordo com os resultados encontrados.

H1: O percentual de pacientes ventilados na UTI tem impacto negativo na eficiência da mesma

Foi observada uma relação negativa entre a variável pacientes ventilados e a eficiência das UTIs, como pode ser visualizado pelo sinal negativo do coeficiente desta variável no modelo CRS (-1,3599) e no VRS (-1,0214). Assim, os resultados mostram que há uma relação inversa entre o percentual de pacientes ventilados na UTI e a eficiência dela, o que está de acordo com a discussão com os especialistas de UTIs durante a etapa qualitativa da pesquisa, isto é, esperava-se, realmente, obter esse tipo de relação.

Além disso, a análise do p-valor mostra que houve um nível de significância de 5% para a variável pacientes ventilados no modelo CRS (p-valor de 0,0262) e nível de significância de 10% no modelo VRS (p-valor de 0,0798). Esses são níveis de

significância relevantes, portanto entende-se que a hipótese H1 foi confirmada. Assim, conforme discussão com médicos e gestores de UTIs, na etapa qualitativa dessa pesquisa, de fato, quanto mais pacientes ventilados a UTI tiver, menos eficiente ela será. A justificativa dos especialistas para isso é que quanto mais pacientes que necessitam de ventilação mecânica, mais pacientes em estado mais grave, o que tende a piorar os resultados da UTI (maiores SMR), levando-as a apresentarem menores eficiências.

Embora a variável percentual de pacientes ventilados seja advinda da etapa qualitativa desta pesquisa, alguns estudos da literatura estão associados à mesma. Os resultados da pesquisa PUIG-JUNOY (1998) mostraram que o fator grupo de risco tem impacto negativo na eficiência das UTIs. Portanto, de acordo com o pesquisador, UTIs que possuem maior número de pacientes mais graves são menos eficientes que UTIs com pacientes menos graves. Apesar de a variável testada nesta pesquisa ser diferente da variável do estudo de PUIG-JUNOY (1998), o percentual de pacientes ventilados está associado com risco, com gravidade do paciente, havendo uma associação entre as variáveis das duas pesquisas. Além disso, esta pesquisa também encontrou uma relação negativa entre uma variável associada à gravidade do estado de saúde do paciente (ventilação mecânica) e a eficiência das UTIs, sendo, portanto, os resultados do estudo de PUIG-JUNOY (1998) condizentes com os achados desta pesquisa.

H2: O SAPs III (Simplified Acute Physiology Score - Escore Simplificado de Fisiologia Aguda) médio dos pacientes internados em uma UTI tem impacto negativo na eficiência da mesma

Há uma relação negativa entre a variável SAPs III e a eficiência das UTIs, como pode ser observado pelo sinal negativo do coeficiente desta variável no modelo CRS (-0,0069) e no VRS (-0,0060). Portanto, os resultados mostram que há uma relação inversa entre a pontuação SAPs III dos pacientes internados na UTI e a eficiência dela, o que está de acordo com a discussão com médicos e gestores de UTIs durante a etapa qualitativa da pesquisa, isto é, esperava-se, realmente, obter esse tipo de relação.

Contudo, a análise do p-valor mostra que os níveis de significância da variável SAPs III no modelo CRS (p-valor de 0,4851) e no modelo VRS (p-valor de 0,4998) não são relevantes. Portanto entende-se que a hipótese H2 não pode ser comprovada. Assim, não se pode afirmar, conforme discutido na etapa qualitativa dessa pesquisa,

que quanto maior a média da pontuação SAPs III dos pacientes internados na UTI, menos eficiente ela será.

H3: O grau de verticalização de uma UTI tem impacto positivo na eficiência da mesma

Foi verificada uma relação positiva entre a variável verticalização e a eficiência das UTIs, como pode-se visualizar pelo sinal positivo do coeficiente desta variável no modelo CRS (+0,2157) e no VRS (+0,1500). Assim, os resultados mostram que há uma relação direta entre UTIs verticais (cuja grande maioria dos pacientes internados, mais de 75%, possui plano de saúde AMIL) e a eficiência delas, o que está de acordo com a discussão com os especialistas de UTIs durante etapa qualitativa da pesquisa, isto é, esperava-se, realmente, obter esse tipo de relação.

Além disso, a análise do p-valor mostra que houve um nível de significância de 1% para a variável verticalização no modelo CRS (p-valor de 0,0096) e nível de significância de 10% no modelo VRS (p-valor de 0,0509). Esses são níveis de significância relevantes, logo entende-se que a hipótese H3 foi confirmada. Portanto, conforme discussão com os especialistas de UTIs, na etapa qualitativa desse estudo, de fato, as UTIs verticais são mais eficientes que as UTIs de mercado, pois elas possuem poucos pacientes sem planos de saúde ou com planos que não são AMIL.

De acordo com os especialistas, pacientes sem planos de saúde, provavelmente, não acompanhem sua saúde de modo tão frequente, ou seja, ao necessitarem de internação na UTI podem apresentar quadros clínicos mais graves, o que contribui para resultados piores na UTI. Além disso, segundo os especialistas, pacientes com planos não AMIL podem ter planos inferiores, com coberturas mais limitadas, o que pode ter impacto no acompanhamento de sua saúde que, possivelmente, é menos frequente. Como resultado, é possível que apresentem quadros mais graves ao serem internados em UTIs, o que contribui para maior ineficiência das mesmas. Por fim, de acordo com os especialistas, como a grande maioria dos pacientes em uma UTI vertical possui plano AMIL, isso significa que a grande maioria dos pacientes tem um acompanhamento de seus históricos de saúde pela AMIL. Possivelmente, são pacientes que vêm recebendo tratamentos específicos para suas doenças, tratamentos estes que podem já ter surtido resultados. Portanto, ao necessitarem de internação na UTI, a recuperação será, provavelmente, mais fácil, rápida e com maiores chances de sucesso, ou seja, as UTIs provavelmente apresentarão melhores resultados, sendo mais eficientes. Já as UTI de mercado, não possuem grande maioria dos pacientes com plano AMIL (mas com outros planos ou,

até, sem planos de saúde). Isso significa que tais pacientes iniciarão o tratamento de suas doenças no momento de suas internações na UTI, pois, até então, a AMIL não conhecia seus históricos de saúde nem acompanhava suas doenças. Assim, é provável que as recuperações destes pacientes sejam mais demoradas e piores (a doença pode já estar evoluída por não estar sendo tratada e acompanhada). Os tratamentos iniciados na UTI para os pacientes podem não surtir efeitos desejados imediatamente, o que afetará de forma negativa os resultados da UTI, contribuindo para maior ineficiência dela.

Apesar das variáveis de controle deste estudo terem se originado da etapa qualitativa dessa pesquisa, existem achados na literatura condizentes com esta terceira hipótese. Segundo FREEMAN et al. (2008), existe uma relação causal entre possuir plano de saúde, utilizar serviços de saúde e apresentar melhores estados de saúde. Assim, segundo as pesquisas dos autores, pessoas que possuem planos de saúde utilizam mais serviços médicos (como exames, consultas), através de seus planos, tendo maior acompanhamento de sua saúde e, conseqüentemente, melhores estados clínicos em comparação a pessoas que não possuem planos de saúde. Os resultados da pesquisa dos autores vão ao encontro das explicações dos especialistas em relação aos motivos pelos quais as UTIs verticais são mais eficientes que as UTIs de mercado.

5. CONCLUSÕES

Nesta pesquisa, 22 unidades de terapia intensiva localizadas no Rio de Janeiro e em São Paulo e pertencentes a uma importante seguradora de saúde brasileira, a AMIL, foram utilizadas como unidades de análise (DMUs) nos modelos básicos (retornos constantes de escala ou CRS e retornos variáveis de escala ou VRS) do método de análise envoltória de dados (DEA), com orientação para *output*. Através das DMUs, a fronteira eficiente foi construída, com certo nível de *inputs* (número de médicos, número de profissionais de enfermagem – enfermeiros e técnicos de enfermagem – e número de leitos), levando a maximização dos resultados gerados (menores taxas de mortalidade ajustadas e maior número de altas na UTI).

Além disso, foi analisado o impacto de variáveis de controle na eficiência das DMUs desta pesquisa. Essas variáveis (percentual de pacientes ventilados, pontuação SAPs III média dos pacientes internados na UTI e grau de verticalização da UTI) eram pertinentes ao contexto das UTIs da AMIL analisadas, pois foram obtidas através de discussões com especialistas em saúde e gestão em saúde da AMIL. Esse impacto na eficiência das UTIs foi analisado através da regressão truncada com *Bootstrap*, no segundo estágio do modelo da pesquisa.

As etapas metodológicas foram realizadas através do *software* R e utilizaram como base de dados as informações mensuradas e fornecidas pela AMIL a respeito das 22 UTIs do grupo a serem analisadas.

Todas essas etapas eram fundamentais para se atingir o objetivo do estudo, que era avaliar, dentre um conjunto de variáveis discutidas com especialistas em unidades de terapia intensiva, quais impactavam a eficiência das UTIs. O modelo empírico executado e a análise dos resultados gerados possibilitou comparar a eficiência das 22 unidades de terapia intensiva do grupo AMIL estudadas e verificar quais, dentre os fatores selecionados, tiveram influência sobre a eficiência das UTIs, atendendo aos objetivos desta pesquisa. As principais conclusões foram:

- **Os escores médios de eficiência foram relativamente altos** no período analisado. A eficiência média das 22 UTIs analisadas foi de 79% no modelo CRS e 83% no modelo VRS. Além disso, metade das UTIs apresentou eficiência superior a 78% no modelo CRS e superior a 84% no modelo VRS. E 8 UTIs foram consideradas *benchmark*, tendo apresentado eficiência máxima em ambos os modelos.

- **Algumas UTIs apresentaram escores de eficiência técnica muito baixos** no período analisado. A UTI Geral do HPC (RJ), a UTI Geral do HS (RJ), a Unidade Cardio Intensiva do HS (RJ), a UTI Adulto do HL (SP), a UTI Adulto do HML (SP) e a

UTI Geral do HP (SP) apresentaram escores de eficiência baixos (iguais ou menores a 70%) tanto no modelo CRS quanto no modelo VRS (com exceção da UTI Adulto do HML, SP que apresentou, apenas no modelo VRS, eficiência de 73%). Isso indica que maior atenção deve ser dada a essas UTIs, de modo que suas características sejam analisadas e seus processos sejam revistos urgentemente a fim de que suas eficiências sejam melhoradas.

▪ **Existe grande diferença de desempenho, em termos de eficiência, entre as UTIs verticais e as UTIs de mercado, assim como entre as UTIs com pacientes mais graves e as UTIs com pacientes menos graves.** Os escores médios de eficiência das UTIs verticais (87% no CRS e 88% no VRS) são bem maiores que os escores médios de eficiência das UTIs de mercado (69% no CRS e 75% no VRS). Além disso, 46% das UTIs verticais apresentaram eficiência máxima, enquanto apenas 22% das UTIs de mercado apresentaram eficiência de 100% em ambos os modelos. Com relação ao critério de gravidade dos pacientes, os escores médios de eficiência das UTIs com pacientes menos graves (87% no CRS e 90% no VRS) são bem maiores que os escores médios de eficiência das UTIs com pacientes mais graves (72% no CRS e 76% no VRS). E, ainda, 54% das UTIs com pacientes menos graves apresentou escore de eficiência máximo enquanto apenas 18% das UTIs com pacientes mais graves foram consideradas UTIs *benchmark*. Este resultado está de acordo com a discussão com os especialistas em saúde e gestão em saúde de que UTIs verticais são mais eficientes que UTIs de mercado e que UTIs com menor percentual de pacientes ventilados e com pacientes com média de pontuações SAPs III menor (pacientes menos graves) são, em geral, mais eficientes que UTIs com mais pacientes ventilados e pacientes com média de pontuações SAPs III maior (pacientes mais graves).

▪ **O percentual de pacientes ventilados na UTI impacta negativamente sua eficiência.** O resultado corrobora a discussão com os especialistas do tema de pesquisa de que quanto mais pacientes, dentre o total de internados, necessitam de ventilação mecânica em uma UTI, menos eficiente ela será, pois haverá maior quantidade de pacientes mais graves, que tendem a piorar os resultados da UTI (maiores SMR). Isso significa que a eficiência de uma UTI não é impactada apenas por fatores diretamente gerenciáveis, mas também por fatores intrínsecos aos pacientes, sobre os quais, muitas vezes, não se tem muito controle, mas que devem ser levados em consideração ao se estudar a eficiência de unidades de terapia intensivas.

▪ **O grau de verticalização da UTI impacta positivamente sua eficiência.** O resultado corrobora a discussão com os especialistas do tema de pesquisa de que UTIs verticais são mais eficientes que UTIs de mercado, pois a grande maioria dos

pacientes internados nas UTIs verticais possui plano de saúde AMIL. Pacientes sem plano de saúde utilizam menos serviços de saúde e têm um acompanhamento menos frequente de sua saúde (FREEMAN et. al, 2008), assim como pacientes com planos inferiores ou mais limitados. Isso tem impacto direto em suas saúdes que, possivelmente, são mais críticas. Ao necessitarem de UTIs, contribuem para piores resultados nas mesmas, por serem pacientes, possivelmente, mais graves. Além disso, pacientes com planos AMIL tem seus históricos de saúde acompanhados pela AMIL e já vem sendo tratados, apresentando, possivelmente, situações menos graves de saúde, o que impactará positivamente o resultado das UTIs, quando necessitarem de internação. Pacientes sem planos ou com planos diferentes da AMIL, ao contrário, por não estarem sendo acompanhados desde o início de suas doenças pela AMIL, possivelmente, ao necessitarem de internação na UTI da rede, terão recuperações mais lentas, contribuindo para eficiência menor da UTI. Isso significa, de forma similar à análise da variável percentual de pacientes ventilados, que existem certos fatores, particulares aos pacientes, que devem ser considerados ao se estudar eficiência de UTIs, mas que podem não ser tão diretamente gerenciáveis.

▪ **O impacto da pontuação SAPs III média dos pacientes internados na UTI em sua eficiência não foi comprovado.** Esse resultado refuta as discussões com especialistas de UTIs da AMIL de que quanto maior a pontuação SAPs III média dos pacientes internados em uma UTI, menos eficiente ela será (devido a maior gravidade nos estados de saúde dos pacientes internados). Apesar de ter sido encontrada uma relação negativa entre a pontuação SAPs III média dos pacientes da UTI e a eficiência da UTI, o grau de significância não foi suficiente para comprovar a relação, não se podendo afirmar nada sobre esta variável ser um fator de impacto na eficiência de uma UTI.

▪ **A maioria das UTIs estudadas não tem suas eficiências impactadas pela escala da operação.** As 22 UTIs estudadas apresentam um valor médio de 0,95 de eficiência de escala. As 8 UTIs *benchmark* apresentam eficiência de escala igual a 1, não sofrendo qualquer impacto da escala em suas operações e operando através de retornos constantes de escala. Dentre as 14 UTIs restantes, que são ineficientes em algum grau, 12 delas apresentam EE próxima a 1, indicando que quase não sofrem impacto da escala e que operam através de retornos constantes de escala. Assim, grande parte da ineficiência dessas UTIs é proveniente de outros fatores que não suas escalas. Apenas 2 das UTIs apresentam EE baixas, indicando que operam através de retornos variáveis de escala, ou seja, a escala impacta suas operações, devendo o tamanho produtivo dessas 2 UTIs ser alterado para a melhoria de suas eficiências. Este achado está de acordo com os estudos de HOLLINGSWORTH e PARKIN (2001)

que diz que UTIs eficientes tendem a apresentar retornos crescentes de escala (como as UTIs *benchmark* do estudo) e que UTIs ineficientes tendem a apresentar retornos variáveis de escala (como as 2 UTIs com baixa EE do estudo).

▪ **O modelo indicou que o recurso que apresenta maior ociosidade é o número de profissionais de enfermagem e que as UTIs que apresentam maiores capacidades ociosas em seus recursos são as mais ineficientes do grupo.** Os resultados demonstraram que todas as UTIs do grupo, com exceção das UTIs *benchmark* (com eficiência máxima) e de mais uma UTI (que possui escores de eficiência altos), apresentaram ociosidade em algum dos seus recursos, principalmente no número de profissionais de enfermagem. Isso significa que todas as UTIs (exceto as 9 UTIs mencionadas), a fim de aumentarem suas eficiências, devem redimensionar, em algum grau, algum de seus recursos e, em especial, o número de profissionais deve ser o recurso que deve sofrer o maior redimensionamento. Entretanto, deve-se levar em consideração que, nem sempre, no contexto da saúde, a ociosidade deve ser evitada, pois o objetivo primordial é o tratamento do paciente, de modo que todos os recursos possíveis devem ser a ele oferecidos. Porém, como a análise desta pesquisa é relativa e existem UTIs (*benchmark*), com melhores eficiências e que não apresentam folga em seus recursos, as UTIs ineficientes devem seguir o modelo dessas UTIs *benchmark*.

5.1. Contribuições Teóricas e Gerenciais

Essa pesquisa teve por objetivo identificar os fatores que impactam a eficiência de unidades de terapia intensiva. A literatura sobre o assunto é escassa, havendo ainda menos estudos sobre o tema que utilizam o método da análise envoltória de dados. Assim, a pesquisa serviu como estímulo acadêmico, podendo ser repetida em outros contextos, com substituição de variáveis e unidades de análise, incorporação de maior quantidade de dados, além de dados mais recentes, o que irá gerar novos modelos a serem avaliados e novos resultados a serem interpretados.

Cabe ressaltar que uma grande contribuição acadêmica desta pesquisa foi no sentido do ineditismo advindo da etapa qualitativa deste estudo. O fato de novas variáveis, que não se encontravam na literatura e que foram sugeridas por especialistas em saúde e gestão em saúde, serem testadas, evidencia esse ineditismo. O fato de algumas hipóteses de pesquisa, associadas a essas variáveis inéditas, terem sido comprovadas, cobriu um *gap* da literatura associado aos fatores que impactam a eficiência de UTIs.

Essa pesquisa contribuiu significativamente para mostrar que UTIs são unidades de análise complexas e não são afetadas apenas por fatores que são diretamente gerenciáveis. Como foi observado através dos resultados desta pesquisa, existem características associadas aos próprios pacientes, como a gravidade de seu estado de saúde (que tem como consequência a necessidade de ventilação mecânica pelo paciente, por exemplo), que acabam por impactar a eficiência das UTIs. Portanto, deve-se entender que, muitas vezes, tais fatores são difíceis de serem controlados, contudo, eles devem ser levados em consideração ao se estudar a eficiência de unidades de terapia intensiva.

Outra contribuição dessa pesquisa para os gestores de UTIs é mostrar aos mesmos que, dentro de uma mesma unidade de terapia intensiva, os pacientes podem ser separados em ilhas, de acordo com a gravidade de suas saúdes. Assim, pode haver uma parte da UTI dedicada ao tratamento de pacientes mais graves, que exigem cuidados mais intensos e, outra parte da UTI, onde se encontram pacientes menos graves que, apesar de necessitarem de monitoramento constante e recursos só disponíveis em uma UTI, não requerem cuidados tão intensivos quanto os outros pacientes mais gravemente doentes. Os gestores de UTIs podem, dessa maneira, melhor administrar seus recursos dentro de uma UTI de acordo com o perfil de complexidade dos pacientes.

Além disso, a contribuição gerencial é clara no sentido de que os próprios gestores de unidades de terapia intensiva solicitaram o teste de certas variáveis para observar se as mesmas impactavam a eficiência das UTIs estudadas. Além disso, resultados que eram esperados por esses gestores, foram obtidos, o que reforça a contribuição gerencial da pesquisa.

Por fim, essa pesquisa também buscou auxiliar os gestores de UTIs a observar, com maior atenção, as UTIs de seu grupo, suas características, práticas e processos, de forma a comparar as unidades e identificar aquelas que se destacavam, por apresentarem melhores resultados. Assim, essas UTIs *benchmark* podem servir de referência para as outras UTIs do grupo, sendo as características das mais eficientes replicadas e as práticas das menos eficientes, revistas.

A orientação da pesquisa para *output* salientou a importância da correta gestão dos recursos das UTIs com o objetivo de maximizar os resultados, ou seja, minimizar as taxas de mortalidade ajustadas e maximizar o número de altas.

O panorama geral acerca da eficiência das UTIs estudadas e a validação das hipóteses de que o percentual de pacientes ventilados impacta negativamente a

eficiência da UTI e de que as UTIs verticais são mais eficientes que as UTIs de mercado podem ajudar os gestores na priorização de práticas gerenciais para as UTIs menos eficientes e que necessitam de maior atenção.

5.2. Sugestões de Pesquisas Futuras

Esta pesquisa focou no aspecto quantitativo dos resultados, com identificação das UTIs mais eficientes como sendo aquelas com as menores taxas de mortalidade ajustadas e com maior número de altas. Entretanto, a questão qualitativa da variável altas não foi levada em consideração. O fato de o paciente ter recebido alta não significa, necessariamente, que ele está bem de saúde, podendo receber alta da UTI e, até do hospital, mas vir a óbito, em sua residência, dias depois. Esses casos podem estar sendo contemplados como positivos na pesquisa, quando, na verdade, deveriam ser contabilizados de forma negativa. Portanto, sugere-se que pesquisas futuras, dentro do mesmo tema, abordem o aspecto da qualidade da alta e não apenas da quantidade de altas.

A pesquisa está limitada a apenas 22 UTIs do grupo e a um período específico de tempo (ano de 2013). Sugerem-se análises de desempenho que contemplem maior quantidade de UTIs, inclusive de outros estados, além do Rio de Janeiro e de São Paulo, e períodos de tempo maiores, o que tornaria a análise mais ampla. A amostra maior também seria mais adequada ao método utilizado nesta pesquisa.

Sugere-se ainda que outras variáveis contextuais, não utilizadas nesta pesquisa, sejam testadas, como o perfil das UTIs analisadas. Embora todas as UTIs deste estudo pertençam a mesma seguradora de saúde, as unidades possuem características que as diferem umas das outras, como o fato de um grupo de UTIs só receber pacientes coronarianos (pacientes específicos, com o mesmo tipo de enfermidade) e outras UTIs serem gerais, recebendo pacientes com enfermidades e criticidades diversas. Assim, sugere-se testar se a especialização da UTI (coronariana, geral, pós-operatória, entre outras) tem impacto na eficiência das unidades. A análise do impacto de outras variáveis contextuais é de extrema importância, pois, por um lado, o teste de variáveis da literatura contribui para diminuir a falta de consenso dos estudiosos quanto aos fatores que impactam a eficiência de unidades de terapia intensiva. E, por outro lado, o teste de variáveis não presentes na literatura traz ineditismo, além de contribuir para que se diminua a escassez de estudos quanto aos fatores que influenciam o desempenho de UTIs.

Por fim, também é sugerida a aplicação de variantes do modelo DEA, diferentes das aplicadas neste estudo, a fim de complementar a discussão sobre os resultados encontrados nesta pesquisa, uma vez que novos questionamentos seriam respondidos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE SUPLEMENTAR (ANS). Caderno de Informação da Saúde Suplementar 2014. Disponível em: http://www.ans.gov.br/images/stories/Materiais_para_pesquisa/Perfil_setor/Caderno_informacao_saude_suplementar/2014_mes09_caderno_informacao.pdf. Acesso em 29/06/2015.

_____. Dados Consolidados da Saúde Suplementar 2015. Disponível em: <http://www.ans.gov.br/perfil-do-setor/dados-e-indicadores-do-setor>. Acesso em 29/06/2015.

AIGNER, D. J., LOVELL, C. A., SCHMIDT, P. "Formulation and Estimation os Stochastic Production Function Models", Journal of Econometrics, Vol. 6, Issue 1, pp. 21-37, 1977.

AIKEN, L. H. et al., "Nurse staffing and education and hospital mortality in nine European countries: a retrospective observational study", The Lancet, Vol. 383, Issue 9931, pp.1824-1830, 2014.

ARAÚJO, C., BARROS, C. P., WANKE, P. "Efficiency determinants and capacity issues in Brazilian for-profit hospitals", Health Care Management Science, Vol. 17, Issue 2, pp. 126-138, 2014.

ASSOCIAÇÃO DE MEDICINA INTENSIVA BRASILEIRA (AMIB). Censo AMIB 2010. Disponível em: <http://www.amib.org.br/fileadmin/CensoAMIB2010.pdf>. Acesso em 02/07/2015.

BANKER, R. D., CHARNES, A., COOPER, W. W. "Some models for the estimation of technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis", Management Science, Vol. 30, Issue 9, pp. 1078-1092, 1984.

BOGETOFT, P., OTTO, L. "Benchmarking with DEA, SFA, and R", New York: Springer, 2010.

BRESLOW, M. J., BADAWI, O. "Severity Scoring in the Critically Ill Part 2: Maximizing Value From Outcome Prediction Scoring Systems", Chest, Vol. 141, Issue 2, pp. 518-527, 2012.

CAPKUN, V., MESSNER, M., RISSBACHER, C. "Service specialization and operational performance in hospitals", International Journal of Operations & Production Management, Vol. 32 Issue 4 pp. 468 – 495, 2012.

CHARNES, A., COOPER, W. W., RHODES, E. "Measuring the efficiency of decision making units", *European Journal of Operations Research*, Vol. 2, Issue 6, pp. 429-444, 1978.

COELLI, T. J., RAO, D. S. P., O'DONNELL, C. J., BATTESE, G. E. "An Introduction to efficiency and productivity analysis", 2ª edição. New York: Springer, 2005.

COLLINS, J. V., EVANS, T. R., CLARK, T. J. H. "Basic Equipment for medical Intensive Care Units", *The Lancet*, Vol. 297, Issue 7693, pp. 286-287, 1971.

COOPER, W. W., SEIFORD, L. M., TONE, K. "Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software", New York: Springer, 2007.

DERVAUX, B., LELEU, H. M., MINVIELLE, E., VALDMANIS, V, AEGERTER, P. "Performance of French intensive care units: A directional distance function approach at the patient level", *International Journal of Production Economics*, Vol.120, Issue 2, pp. 585-594, 2009.

DYCKHOFF, H., ALLEN, K. "Measuring ecological efficiency with data envelopment analysis (DEA)", *European Journal of Operational Research*, Vol. 132, Issue 2, pp. 312-325, 2001.

FARRELL, M. J. "The measurement of productive efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society*, Vol. 120, Issue 3, pp. 253-263, 1957.

FREEMAN, J. D., KADIYALA, S., BELL, J. F., MARTIN, D. P. "The Causal Effect of Health Insurance on Utilization and Outcomes in Adults: A Systematic Review of US Studies", *Health Care Insurance: Current Status and Future Vision*, Vol. 46, Issue 10, pp. 1023-1032, 2008.

FRIED, H. O. et al. "Accounting for environmental effects and statistical", *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 17, Issue 1-2, pp. 157-174, 2002.

GOLANY, B., ROLL, Y. "An application procedure for DEA", *Omega International Journal of Management Science*, Vol. 17, Issue 3, pp. 237-250, 1989.

GOMES, E. G., LINS, M. P. E. "Modelling undesirable outputs with zero sum gains data envelopment analysis models", *Journal of Operational Research Society*, Vol. 59, pp. 616-623, 2008.

HAIR, J. F., JOSEPH, F., BABIN, B., MONEY, A. H., SAMOUEL, P. “Fundamentos de Métodos de Pesquisa em Administração”, Porto Alegre: Bookman, 2005.

HANS, U. R. et al., “Variability in outcome and resource use in intensive care units”, *Intensive Care Medicine*, Vol. 33, Issue 8, pp. 1329-1336, 2007.

HOLLINGSWORTH, B., DAWSON, P., MANIADAKIS, N. “Efficiency measurement of health care: a review of non-parametric methods and applications”, *Health Care Management Science*, Vol. 2, Issue 3, pp. 161-172, 1999.

HOLLINGSWORTH, B., PARKIN, D. “The efficiency of the delivery of neonatal care in the UK”, *Journal of Public Health Medicine*, Vol. 23, Issue 1, pp. 47-50, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Síntese de Indicadores Sociais – Uma Análise das Condições de Vida da População Brasileira 2013. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Indicadores_Sociais/Sintese_de_Indicadores_Sociais_2013/SIS_2013.pdf. Acesso em 29/06/2015.

KELLY, F. E., FONG, K., HIRSCH, N., NOLAN, J. P. “Intensive Care Medicine is 60 years old: the history and the future of the intensive care unit”, *Clinical Medicine Journal*, Vol. 14, Issue 4, pp. 376-379, 2014.

LA FORGIA, G. M., COUTTOLENC, B. F. “Desempenho hospitalar no Brasil: em busca da excelência”, São Paulo: Singular, 2009.

LEE, K-H., CHUN, K., LEE, J. “Reforming the hospital service structure to improve efficiency: urban hospital specialization”, *Health Policy*, Vol. 87, Issue 1, pp. 41–49, 2008.

LELEU, H. M., MOISES, J., VALDMANIS, V. “Optimal productive size of hospital's intensive care units”, *International Journal of Production Economics*, Vol. 136, Issue 2, pp. 297-305, 2012.

LOVELL, C. A., SCHMIDT, S. S. “The measurement of productive efficiency - techniques and applications”, Oxford: Oxford University Press, 1993.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria número 466, de 04 de junho de 1998. Disponível em http://sna.saude.gov.br/legisla/legisla/uti/GM_P466_98uti.doc. Acesso em 08/06/2015.

MOGHA, S. K., YADAV, S. P., SINGH, S. P. “New slack model based efficiency assessment of public sector hospitals of Uttarakhand: state of India”, *International*

Journal of Systems Assurance Engineering Management, Vol. 5, Issue 1, pp. 32-42, 2012.

NATHANSON, B. H., HIGGINS, T. L., GIGLIO, R.J., MUNSHI, I. A., STEINGRUB, J. S. "An Exploratory Study Using Data Envelopment Analysis to Assess Neurotrauma Patients in the Intensive Care Unit", Health Care Management Science, Vol. 6, Issue 1, pp. 43-55, 2003.

NGUYEN, J. M., SIX, P., PARISOT, R., ANTONIOLI, D., NICOLAS, F., LOMBRAIL, P. "A universal method for determining intensive care unit bed requirements", Intensive Care Medicine, Vol. 29, Issue 5, pp. 849-852, 2003.

OSMAN, I. H., BERBARY, L. N., SIDANI, Y., AL-AYOUBI, B., EMROUZNEJAD, A., "Data Envelopment Analysis Model for the Appraisal and Relative Performance Evaluation of Nurses at an Intensive Care Unit", Journal of Medical Systems, Vol. 35, Issue 5, pp. 1039-1062, 2011.

PASUPATHY, K. S. "Modeling Undesirable Outputs in Data Envelopment Analysis: Various Approches", Dissertação de Mestrado da Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, pp. 26-29, 2002.

PUIG-JUNOY, J. "Measuring technical efficiency of output quality in intensive care units", International Journal of Health Care Quality Assurance, Vol. 10, Issue 3, pp. 117 – 124, 1997.

PUIG-JUNOY J. "Technical efficiency in the clinical management of critically ill patients", Health Economics, Vol. 7, Issue 3, pp. 263-277, 1998.

SANTANNA, E. "AMIB: 53% das UTIs do País não contam com profissional especializado", Veja, 27/03/2009. Disponível em: <http://veja.abril.com.br/agencias/ae/ciencia-saude/detail/2009-03-27-328577.shtml>. Acesso em 02/07/2015.

SCHMIDT, P. "Frontier Production Functions", Econometric Reviews, Vol. 4, Issue 2, pp. 289-328, 1985.

SEIFORD, L. M., THRALL, R. M. "Recent developments in DEA: the mathematical programming approach to frontier analysis", Journal of Econometrics, Vol. 46, Issue 1-2, pp. 7–38, 1990.

SEUNG-CHUL, K., IRA, H., KARL, K., THOMAS, A. "Flexible bed allocation and performance in the intensive care unit", Journal of Operations Management, Vol. 18, Issue 4, pp.427-443, 2000.

SIMAR, L., WILSON, P. W. "Estimation and inference in twos-stage, semi-parametric models of production processes", *Journal of Econometrics*, Vol. 136, Issue 1, pp. 31–64, 2007.

SINK, S. "Productivity management: planning, measurement and evaluation, control and improvement", New York: John Willey, 1985.

THANASSOULIS, E. "Introduction to the theory and application of data envelopment analysis: a foundation text with integrated software", New York: Springer Science + Business Media, 2001.

THIÉTART, R.-A. "Doing Management Research", London: SAGE, 2001.

TSEKOURAS, K., PAPATHANASSOPOULOS, F., KOUNETAS, K., PAPPOUS, G. "Does the adoption of new technology boost productive efficiency in the public sector? The case of ICUs system", *International Journal of Production Economics*, Vol. 128, Issue 1, pp. 427-433, 2010.

VINCENT, J. L., RUBENFELD, G. "Does intermediate care improve patient outcomes or reduce costs?", *Critical Care*, Vol. 19, Issue 1, pp. 89-93, 2015.

VON HIRSCHHAUSEN, C., CULLMAN, A. "Next stop: restructuring? A nonparametric efficiency analysis of german public transport companies", *DIW Berlin Discussion Papers*, pp. 831, 2008.

YAWE, B. L., KAVUMA, S. N. "Technical Efficiency in the Presence of Desirable and Undesirable Outputs: A Case Study of Selected District Referral Hospitals in Uganda", *Health Policy and Development Journal*, Vol. 6, Issue 1, pp. 37-53, 2008.

YOUNES, R. "As UTIs no Brasil", *Carta Capital*, 31/05/2011. Disponível em: <http://www.cartacapital.com.br/saude/as-utis-no-brasil>. Acesso em 01/07/2015.

7. ANEXOS

Anexo 1: Distribuição da quantidade de UTIs segundo fonte pagadora e mantenedora

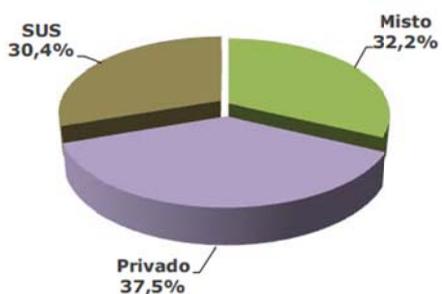


Gráfico 11: Distribuições da quantidade de UTIs segundo fonte pagadora

Fonte: Censo AMIB 2010

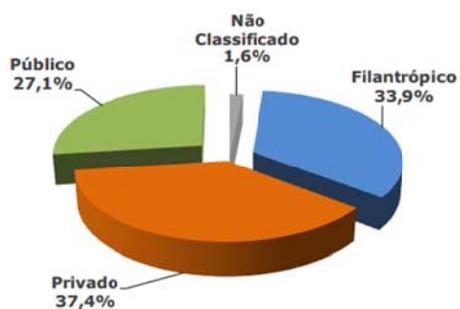


Gráfico 12: Distribuições da quantidade de UTIs segundo fonte mantenedora

Fonte: Censo AMIB 2010

Anexo 2: Distribuição da quantidade de UTIs e de leitos pelas regiões e estados brasileiros

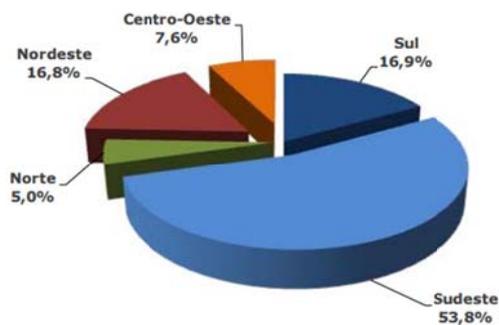


Gráfico 13: Distribuições da quantidade de UTIs pelas regiões brasileiras

Fonte: Censo AMIB 2010

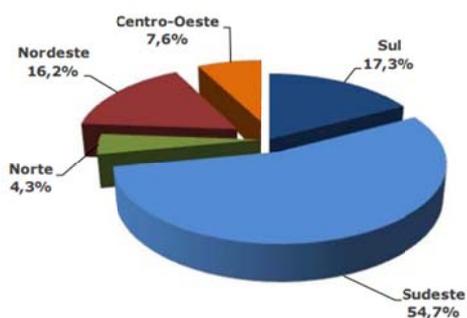


Gráfico 14: Distribuições da quantidade de leitos pelas regiões brasileiras

Fonte: Censo AMIB 2010

Tabela 9: Distribuições da quantidade de UTIs pelos estados brasileiros

UF	Grandes Regiões	Quantidade de Unidades	
		NA	%
São Paulo	Sudeste	711	30,4%
Rio de Janeiro	Sudeste	305	13,0%
Minas Gerais	Sudeste	198	8,5%
Paraná	Sul	170	7,3%
Rio Grande do Sul	Sul	142	6,1%
Santa Catarina	Sul	83	3,5%
Bahia	Nordeste	76	3,2%
Pernambuco	Nordeste	74	3,2%
Ceará	Nordeste	71	3,0%
Goiás	Centro-Oeste	56	2,4%
Distrito Federal	Centro-Oeste	49	2,1%
Espírito Santo	Sudeste	45	1,9%
Mato Grosso	Centro-Oeste	45	1,9%
Amazonas	Norte	44	1,9%
Paraíba	Nordeste	42	1,8%
Pará	Norte	41	1,8%
Alagoas	Nordeste	33	1,4%
Rio Grande do Norte	Nordeste	32	1,4%
Piauí	Nordeste	30	1,3%
Mato Grosso do Sul	Centro-Oeste	27	1,2%
Maranhão	Nordeste	20	0,9%
Sergipe	Nordeste	15	0,6%
Rondônia	Norte	13	0,6%
Tocantins	Norte	8	0,3%
Amapá	Norte	7	0,3%
Acre	Norte	4	0,2%
Roraima	Norte	1	0,0%
Total de Unidades de UTI Brasil		2.342	100,0%

Fonte: Censo AMIB 2010

Tabela 10: Distribuições da quantidade de leitos pelos estados brasileiros

UF	Grandes Regiões	Quantidade de Leitos	
		NA	%
São Paulo	Sudeste	7.936	31,3%
Rio de Janeiro	Sudeste	3.328	13,1%
Minas Gerais	Sudeste	2.141	8,4%
Paraná	Sul	1.752	6,9%
Rio Grande do Sul	Sul	1.889	7,4%
Santa Catarina	Sul	735	2,9%
Bahia	Nordeste	929	3,7%
Goiás	Centro-Oeste	626	2,5%
Pernambuco	Nordeste	819	3,2%
Ceará	Nordeste	662	2,6%
Paraíba	Nordeste	337	1,3%
Amazonas	Norte	381	1,5%
Espírito Santo	Sudeste	463	1,8%
Distrito Federal	Centro-Oeste	607	2,4%
Pará	Norte	406	1,6%
Mato Grosso	Centro-Oeste	445	1,8%
Piauí	Nordeste	266	1,0%
Maranhão	Nordeste	333	1,3%
Rio Grande do Norte	Nordeste	298	1,2%
Mato Grosso do Sul	Centro-Oeste	244	1,0%
Alagoas	Nordeste	291	1,1%
Sergipe	Nordeste	177	0,7%
Rondônia	Norte	117	0,5%
Tocantins	Norte	105	0,4%
Amapá	Norte	40	0,2%
Acre	Norte	35	0,1%
Roraima	Norte	5	0,0%
Total de Leitos de UTI Brasil		25.367	100,0%

Fonte: Censo AMIB 2010

Anexo 3: Quantidade Média de Leitos de UTI por 10.000 habitantes

Tabela 11: Média de Leitos de UTI por 10.000 habitantes

Região	UF	População Residente IBGE	Média de Leitos UTI por 10.000 Hab.
Sudeste	São Paulo	41.011.635	1,9
	Minas Gerais	19.850.072	1,1
	Rio de Janeiro	15.872.362	2,1
	Espírito Santo	3.453.648	1,3
Sudeste Total		80.187.717	1,7
Nordeste	Bahia	14.502.575	0,6
	Pernambuco	8.734.194	0,9
	Ceará	8.450.527	0,8
	Maranhão	6.305.539	0,5
	Paraíba	3.742.606	0,9
	Alagoas	3.127.557	0,9
	Piauí	3.119.697	0,9
	Rio Grande do Norte	3.106.430	1,0
Sergipe	1.999.374	0,9	
Nordeste Total		53.088.499	0,8
Sul	Rio Grande do Sul	10.855.214	1,7
	Paraná	10.590.169	1,7
	Santa Catarina	6.052.587	1,2
Sul Total		27.497.970	1,6
Norte	Pará	7.321.493	0,6
	Amazonas	3.341.096	1,1
	Rondônia	1.493.566	0,8
	Tocantins	1.280.509	0,8
	Acre	680.073	0,5
	Amapá	613.164	0,7
	Roraima	412.783	0,1
Norte Total		15.142.684	0,7
Centro-Oeste	Goiás	5.844.996	1,1
	Mato Grosso	2.957.732	1,5
	Distrito Federal	2.557.158	2,4
	Mato Grosso do Sul	2.336.058	1,0
Centro-Oeste Total		13.695.944	1,4
Total Brasil		189.612.814	1,3

Fonte: Censo AMIB 2010

Anexo 4: Informações sobre especialistas em saúde e gestão em saúde do grupo AMIL

Quadro 4: Informações sobre especialistas de UTIs do grupo AMIL

Especialista	Formação	Cargo AMIL	Experiências anteriores	Tempo de experiência em UTIs
Especialista 1	Graduação em Medicina e em Psicologia; Pós-Graduação em Gestão Hospitalar; Mestrado em Saúde da Criança; MBA em Administração	Diretor da Rede Assistencial AMIL	Médico Socorrista; Neonatalogista; Chefe do Departamento de Tecnologia e Desenvolvimento da Fiocruz; Diretor e Presidente de Hospital do grupo AMIL	36 anos
Especialista 2	Graduação em Medicina; MBA em Gestão de Saúde	Médico e Consultor de terapia intensiva do grupo AMIL	Médico Intensivista; Coordenador e Diretor de Terapia Intensiva de Hospital	36 anos

Especialista 3	Graduação e mestrado em Medicina; MBA Formação Docente em Medicina e Ciências da Saúde	Diretora de Atenção Hospitalar	Médica; Coordenadora do Instituto de Pesquisa do grupo AMIL	31 anos
Especialista 4	Graduação em Medicina; Doutorado em Terapia Intensiva	Diretor médico do Instituto de Ensino e Pesquisa da AMIL	Médico intensivista, Coordenador de terapia intensiva	22 anos
Especialista 5	Graduação em Medicina; PhD em Sepsis	Médico e Consultor de terapia intensiva do grupo	Médico; Pesquisador da Fiocruz	18 anos

Fonte: Autoria Própria

Anexo 5: Beneficiários de planos de assistência de saúde no Brasil (2000 a 2015)

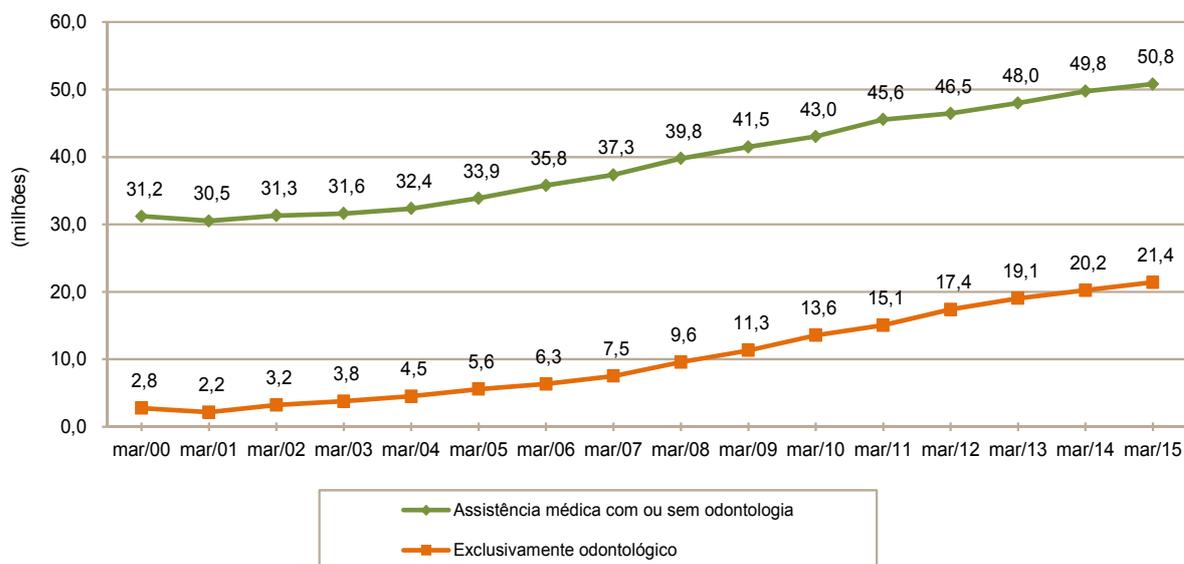


Gráfico 15: Beneficiários de planos de assistência de saúde no Brasil (2000 a 2015)

Fonte: Dados Consolidados da Saúde Suplementar, ANS 2015

Anexo 6: Beneficiários de plano de assistência médica

Tabela 12: Beneficiários de plano de assistência médica, por tipo de contratação do plano, segundo as dez maiores operadoras por número de beneficiários (Junho de 2014)

Razão Social	Individual			Coletivo		
	Posição (1)	Beneficiários	Percentual acumulado	Posição (1)	Beneficiários	Percentual acumulado
Bradesco Saúde S/A	11	181.582	1,8	1	3.682.852	9,2
Amil Assistência Médica Internacional S.A.	1	835.607	9,9	2	2.854.214	16,3
Central Nacional Unimed - Cooperativa Central	130	15.057	10,1	3	1.490.783	20
Sul America Companhia de Seguro Saúde	7	202.182	12,1	4	1.394.690	23,4
Hapvida Assistência Médica Ltda	2	633.773	18,3	5	1.307.624	26,7
Intermédica Sistema de Saúde S/A	55	34183	18,6	6	1.297.569	29,9
Unimed - Belo Horizonte Cooperativa De Trabalho Médico	5	243.606	21	7	968.713	32,3
Amico Saúde Ltda	4	278.835	23,7	8	848.809	34,4
Unimed-Rio Cooperativa de Trabalho Médico do Rio de Janeiro	3	347.882	27,1	9	802.750	36,4
Caixa de Assistência dos Funcionários do Banco do Brasil	-	-	27,1	10	708.032	38,2
Total	-	10.224.036	100	-	40.203.521	100

Fonte: Caderno de Informação da Saúde Suplementar, ANS 2014

Anexo 7: Proporção da população de cada Unidade de Federação coberta por planos de saúde (Dezembro de 2012)

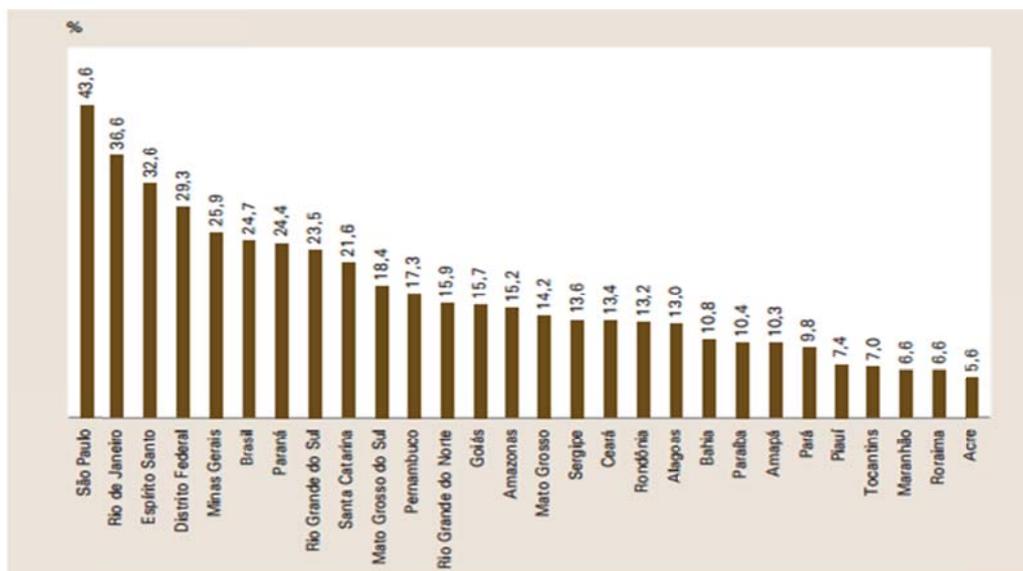


Gráfico 16: Proporção da população de cada Unidade de Federação coberta por planos de saúde (Dezembro de 2012)

Fonte: Síntese de Indicadores Sociais – Uma Análise das Condições de Vida da População Brasileira, IBGE 2013

Anexo 8: Informações sobre critérios de busca dos artigos da revisão de literatura

A revisão de literatura dessa pesquisa está baseada em artigos relevantes no tema em questão. Os artigos foram pesquisados com base em vários critérios de busca que serão detalhados a seguir.

Um dos critérios foi com relação às bases de dados de pesquisa. Consideraram-se apenas bases de relevância acadêmica, que contêm artigos importantes nas áreas de administração e de saúde. Outro critério de pesquisa foi a não realização de qualquer recorte temporal e realização de recorte de idiomas (inglês, português e espanhol).

Investiu-se certo tempo na definição das palavras-chave a serem utilizadas na pesquisa. Optou-se pela utilização de palavras específicas e bastante associadas ao tema de pesquisa e ao tipo de estudo (majoritariamente quantitativo), com o objetivo de se retornar artigos que, por estarem completamente relacionados ao tema, pudessem ser utilizados na pesquisa. Dessa forma, em todas as bases de dados, buscaram-se combinações de palavras, limitadas entre aspas (objetivando-se o retorno da combinação exata descrita e não o retorno de qualquer uma das palavras combinadas), com uso do conector *and* (para retorno de todas as combinações pesquisadas e não apenas de uma combinação) e realizando-se a busca das palavras combinadas, sempre, no *abstract* ou resumo dos artigos. As palavras buscadas foram redigidas no idioma inglês. Posto que a palavra UTI (Unidade de Terapia Intensiva), na língua inglesa, pode ser entendida de quatro formas, a saber: *Intensive Therapy Unit*, *Intensive Care Unit*, *Critical Care Unit* e *Intensive Treatment Unit*, foram realizadas combinações dessas quatro palavras e delas no plural (*Intensive Therapy Units*, *Intensive Care Units*, *Critical Care Units* e *Intensive Treatment Units*) com as palavras *operational efficiency*, *technical efficiency*, *productive efficiency*, *data envelopment analysis*, *stochastic frontier analysis*, *nonparametric method*, *parametric method*, *returns to scale*. As combinações foram realizadas em separado (primeira combinação: “*Intensive Therapy Unit*” + “*operational efficiency*”. Segunda combinação: “*Intensive Care Unit*” + “*operational efficiency*” e assim sucessivamente). Cabe ressaltar que a utilização de palavras no plural e no singular ocorreu a fim de que nenhum artigo importante, relacionado ao tema, deixasse de ser contemplado, uma vez que houve a percepção de que certos artigos escreviam a palavra UTI no singular e, outros artigos, escreviam a mesma palavra no plural. Optou-se por não se utilizar abreviações da palavra UTI (no caso, em inglês, ITU, ICU e CCU). As palavras *data*

envelopment analysis, stochastic frontier analysis, nonparametric method, parametric method e *returns to scale* estão associadas ao método quantitativo da pesquisa.

A busca sistemática por *papers* de interesse, realizada nas bases de dados citadas, com os recortes mencionados e palavras-chave descritas anteriormente, retornou 72 registros. Foi realizada uma filtragem nesses registros, através dos campos resumo e título, respectivamente, para remover as duplicatas exatas. Após essa remoção, restaram 28 registros, o que evidencia que 44 artigos apareciam em mais de uma das bases de dados.

Os artigos restantes foram analisados através de informações importantes, como: ano da publicação do artigo, autores, nome do *journal* onde o artigo foi publicado, título do artigo, palavras-chave do artigo e resumo. Após a análise, foi identificado, utilizando-se como critério a elegibilidade, que 13 artigos deveriam ser excluídos da pesquisa por tratarem de assuntos específicos de medicina e que não estavam relacionados ao estudo de eficiência de UTIs. Dessa forma, restaram 15 artigos dessa busca sistemática, que deveriam ser analisados em mais detalhes. Antes, porém, da análise minuciosa desses artigos, uma segunda pesquisadora validou a elegibilidade, de acordo com o tema da pesquisa, dos 28 artigos resultantes da remoção inicial das duplicatas exatas. O percentual de convergência dos artigos elegíveis entre as duas pesquisadoras foi de 80% uma vez que, dentre os 15 artigos considerados elegíveis para a primeira pesquisadora, 12 foram, também, considerados elegíveis para a segunda pesquisadora. Para os 3 artigos nos quais houve divergência quanto a elegibilidade, a primeira pesquisadora procedeu à revisão dos seus resumos e à discussão, com a segunda pesquisadora, quanto à real elegibilidade desses artigos. Chegou-se ao consenso de que esses três artigos, de fato, deveriam ser excluídos da análise por serem muito abrangentes ou não estarem totalmente vinculados ao tema da pesquisa. Assim, restaram, finalmente, 12 artigos a serem estudados mais minuciosamente.

Para cada um dos 12 artigos de interesse, procedeu-se a pesquisa quanto à classificação CAPES do *journal* de cada um dos artigos. Essa informação foi consultada através do sistema WebQualis. Além dela, outros dados pesquisados para tais artigos foram: abrangência do artigo (tanto período de tempo em que o estudo aconteceu quanto localidade onde o estudo foi desenvolvido), mensuração de eficiência, escopo, *inputs* e *outputs* utilizados (para artigos que fizeram uso de análise envoltória de dados - *Data Envelopment Analysis* - DEA) e análise das informações contidas no *abstract*. Dentre os 12 artigos selecionados, 6 tratam o tema

quantitativamente e utilizam DEA, método de interesse da pesquisa. A figura 1 abaixo ilustra a busca sistemática dos artigos:

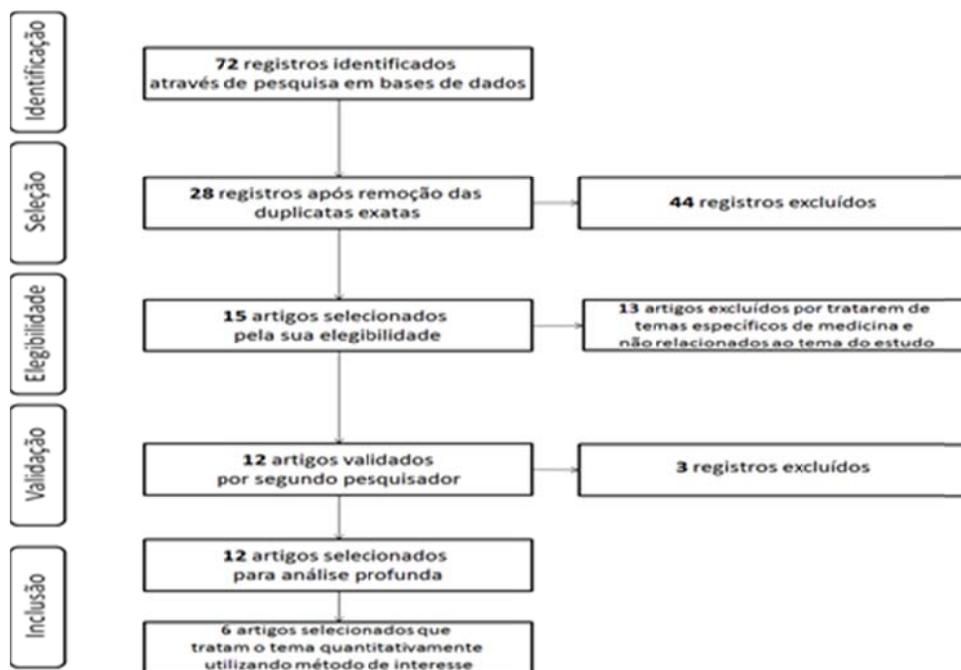


Figura 1: Esquema representativo da busca dos artigos contidos na revisão de literatura desta pesquisa

Fonte: Autoria Própria

É importante destacar que esses 12 artigos foram detalhadamente estudados e discutidos na revisão de literatura. Contudo, uma vez que a quantidade de artigos que tratam do tema desta pesquisa é restrita, houve a necessidade de se buscar mais *papers* a fim de tornar a discussão mais rica e a escolha de variáveis e parâmetros do método de pesquisa mais respaldados. Assim, foi buscado um maior número de artigos, porém eles tratavam o tema de forma mais abrangente (estudo de eficiência em hospitais ou na área de saúde, utilizando o DEA). Os mesmos critérios de busca, explicitados anteriormente, foram aplicados para esses novos artigos. Contudo, a discussão sobre os mesmos foi mais sucinta, justamente por eles tratarem do tema de forma mais ampla.

Anexo 9: Resumo dos estudos que mensuram eficiência em UTI

Autores e Ano de Publicação	Local e Período de Pesquisa	Método utilizado	Estudo orientado a	Inputs utilizados	Outputs utilizados	Fatores de Impacto
COLLINS et al., 1971	Inglaterra – 18 meses durante década de 60	Não especificado	Não especificado	Não se aplica	Não se aplica	Equipamentos simples (tecnologia usada) e capacitação da equipe profissional (impacto positivo quanto mais simples a tecnologia empregada e quanto maior a capacitação dos profissionais)
PUIG-JUNOY, J., 1997	Estados Unidos -década de 1990	Análise Envoltória de Dados (DEA)	<i>Inputs</i> (Menor taxa de utilização de recursos com obtenção de resultados - taxa de mortalidade ajustada e tempo de internação - similares)	Número de médicos e de enfermeiros por paciente e Intensidade do uso de equipamentos de UTI para tratar pacientes	Taxa de mortalidade ajustada e Tempo de internação na UTI	Não se aplica

<p>PUIG-JUNOY, J., 1998</p>	<p>Espanha -Entre 1991e 1992</p>	<p>DEA em duas etapas: 1ª etapa: DEA (CRS e VRS) 2ª etapa: Regressão</p>	<p><i>Inputs</i> (Menor taxa de utilização de recursos com obtenção de resultados - taxa de mortalidade ajustada e tempo de internação - similares)</p>	<p>Probabilidade de sobrevivência do paciente, nível de risco de morte do paciente (similar a criticidade), dias de internação na UTI (<i>Length of Stay</i> – LOS), dias de internação no hospital excetuando-se os dias na UTI, dias disponíveis das enfermeiras e dos médicos por paciente, e disponibilidade tecnológica (nível de análise do paciente)</p>	<p>Número de dias de internação no hospital e estado de sobrevivência na alta hospitalar (nível de análise do paciente)</p>	<p>Programas de avaliação de médicos e enfermeiros (impacto positivo), Tipo da UTI: localizada em hospital universitário ou não (impacto negativo se UTI está localizada em hospital universitário), Grupo de risco do paciente (impacto negativo para risco maior), Idade do paciente (impacto positivo para mais velhos)</p>
<p>SEUNG-CHUL et al., 2000</p>	<p>China - Março de 1995 a Agosto de 1995</p>	<p>Simulação</p>	<p>Não especificado</p>	<p>Não se aplica</p>	<p>Não se aplica</p>	<p>Número de leitos ótimo (sem sobra ou escassez) tem impacto positivo Sobra de leitos pode ter impacto negativo na eficiência</p>

HOLLINGSWORTH, B. PARKIN, D., 2001	Reino Unido, Entre 1990 e 1991	DEA (CRS e VRS)	<i>Outputs</i> (associado a resultados ótimos de tempo de cuidado total e de cuidados intensivos)	Custos (salários de médicos e de enfermeiros, gastos com <i>overheads</i> e outros custos variáveis)	Dias de cuidados e Dias de cuidados intensivos (similar a tempo de permanência na UTI)	Não se aplica
NGUYEN et al., 2003	França - 5 meses durante a década de 90	Simulação	Não especificado	Não se aplica	Não se aplica	Número ótimo (sem sobra ou escassez) de leitos tem impacto positivo Muitos leitos podem ter impacto negativo na eficiência
NATHANSON et al., 2003	Estados Unidos, Durante 1999	DEA em duas etapas: 1ª etapa: DEA (variação do CRS) 2ª etapa: Regressão logística	<i>Inputs</i> (menor quantidade de recursos utilizados) e <i>Outputs</i> (menores taxas de mortalidade)	Pressão intracranial, Pressão arterial média, Pressão parcial de CO ₂ , Temperatura corporal e <i>Serum osmolarity</i> (nível de análise do paciente)	Pressão de perfuração no cérebro (nível de análise do paciente)	<i>Stress</i> do paciente associado ao trauma neurológico (impacto negativo indireto na eficiência da UTI caso paciente lide pior com o fator)
HANS et al., 2007	Vários países do mundo - Outubro 2002 a Dezembro 2002	Regressão logística	<i>Output</i> (eficiência associada a melhores resultados, no caso, menores	Não se aplica	Não se aplica	Existência de <i>rounds</i> interdisciplinares periódicos e estruturados (A existência dos <i>rounds</i>

			taxas de mortalidade)			tem impacto positivo na eficiência)
DERVAUX et al., 2009	França- Durante o ano de 2000	RFDH (Robust Free Disposable Hull) – método não paramétrico,	<i>Inputs</i> (eficiência associada a menor utilização de recursos com resultados similares) e <i>Outputs</i> (eficiência associada a menores taxas de mortalidade)	Diferentes tipos de tratamentos aplicados aos pacientes internados, Profissionais responsáveis por aplicar esses tratamentos (médicos e enfermeiros) e Tempo de internação na UTI (<i>Length of Stay – LOS</i>).	Taxa de Mortalidade	Capacitação de profissionais (impacto positivo na eficiência quanto mais capacitados)
TSEKOURAS et al., 2010	Grécia, Durante 2000	DEA em duas etapas: 1ª etapa: DEA (CRS e VRS) 2ª etapa: <i>Bootstrap</i>	<i>Output</i> (menores tempos de internação e menores taxas de mortalidade)	Número de leitos, Número de médicos, Número de enfermeiros e equipamentos médicos utilizados na UTI (subdivididos em 2 grupos: adquiridos antes de 1992 e entre 1993 e 2006).	Dias de tratamento na UTI (similar a tempo de permanência) e taxas de mortalidade ajustadas	Tecnologia (impacto positivo para equipamentos mais avançados tecnologicamente), Composição de pessoal (impacto negativo para maior razão entre médicos e enfermeiros), Tipo de UTI: se está ou não localizada em hospital universitário (impacto

						positivo caso UTI se localize em hospital universitário)
OSMAN et al., 2011	Líbano, Durante 2008	DEA (CRS e VRS)	<i>Outputs</i> (menores taxas de mortalidade observadas em função de enfermeiros mais eficientes trabalhando)	Conhecimento dos enfermeiros acerca do trabalho realizado, Hábitos de trabalho dos enfermeiros, Trabalho em equipe e cooperação, Habilidades interpessoais, Habilidades no uso de equipamentos e Capacidade de comunicação (nível de análise das enfermeiras)	Planejamento/Organização, Performance prática geral, Performance prática de enfermeiros, Performance prática técnica, Performance de educação do paciente, Acompanhamento do trabalho de emergência, Iniciativa em assumir responsabilidade, Qualidade e Quantidade de trabalho e Criatividade na solução do problema (nível de análise das enfermeiras)	Não se aplica
BRESLOW, M. J., BADAWI, O., 2012	Não se aplica (Apenas revisão de literatura)	Não se aplica (Apenas revisão de literatura)	Muitos estudos orientados a <i>Outputs</i> (eficiência associada a menores taxas de mortalidade ajustada e menores tempos de internação)	Não se aplica (Apenas revisão de literatura)	Não se aplica (Apenas revisão de literatura)	Não se aplica

LELEU et al., 2012	Flórida (Estados Unidos) - Durante o ano de 2005	<i>Alpha>Returns to scale</i> , (método não paramétrico)	Não especificado	Número de leitos, Tempo disponível de enfermeiros, residentes e <i>staff</i> Gastos nas UTIs	Dias de internação por tipo de UTI	Número de leitos e espaço físico UTIs com mais leitos do que o ideal podem ter sua eficiência impactada negativamente e UTIs com quantidade ótima de leitos são mais eficientes
ARAÚJO, BARROS & WANKE, 2014	Brasil – não especificado	DEA em duas etapas: 1ª etapa: DEA (CRS e VRS) 2ª etapa: <i>Bootstrap</i>	<i>Outputs</i> (eficiência associada à maximização dos resultados dos hospitais)	Área do hospital, Número de leitos de UTIs, de leitos de emergência, de leitos totais do hospital, Quantidade de <i>staff</i> , Número de médicos, de enfermeiros, Número de salas médicas no hospital e de centros cirúrgicos (variáveis combinadas em dois índices)	Número de internações comuns por ano, de internações anuais em UTIs (pacientes críticos), Número de internações de emergência anual, de tratamentos ambulatoriais por ano e Quantidade de cirurgias anual (variáveis combinadas em índices)	Especialização do hospital (impacto negativo) Acreditação e idade do hospital (impacto positivo)
AIKEN et al., 2014	9 países europeus - Entre 2009 e 2010	Análises estatísticas	<i>Outputs</i> (eficiência associada a menores taxas de mortalidade)	Não se aplica	Não se aplica	Capacitação de enfermeiros (impacto positivo quanto mais capacitados)

VINCENT & RUBENFELD, 2015	Não se aplica (Apenas revisão de literatura)	Não se aplica (Apenas revisão de literatura)	<i>Outputs</i> (eficiência associada a menores taxas de mortalidade)	Não se aplica (Apenas revisão de literatura)	Não se aplica (Apenas revisão de literatura)	Existência de UTIs semi- intensivas (impacto positivo)
------------------------------	--	---	---	---	---	--

Fonte: Autoria Própria

Anexo 10: Gráfico de Barras – Distribuição das Variáveis de Input

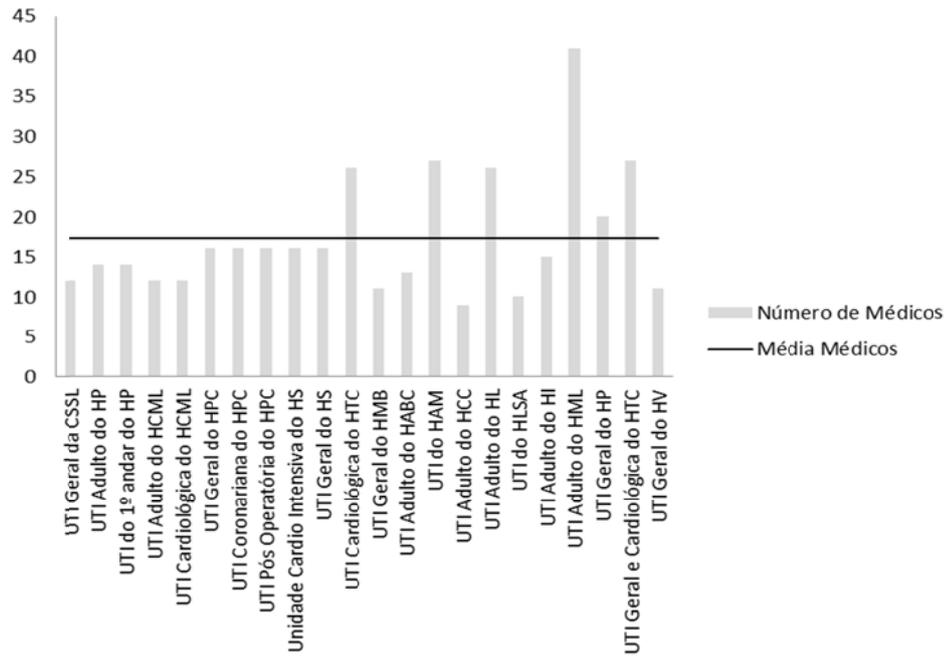


Gráfico 17: Gráfico de Barras – Número de Médicos

Fonte: Autoria Própria

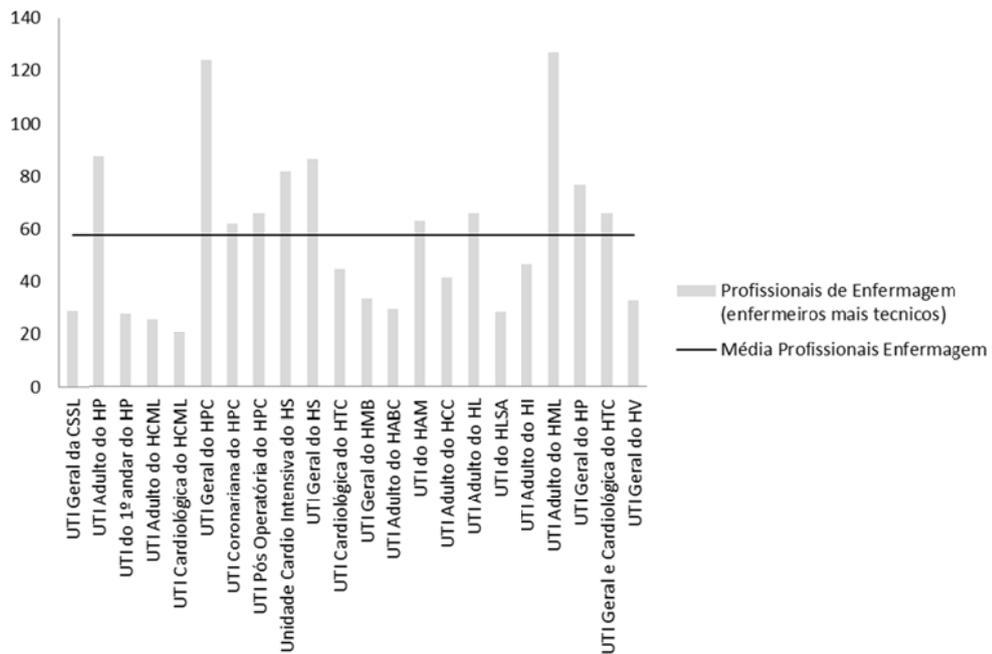


Gráfico 18: Gráfico de Barras – Número de Profissionais de Enfermagem

Fonte: Autoria Própria

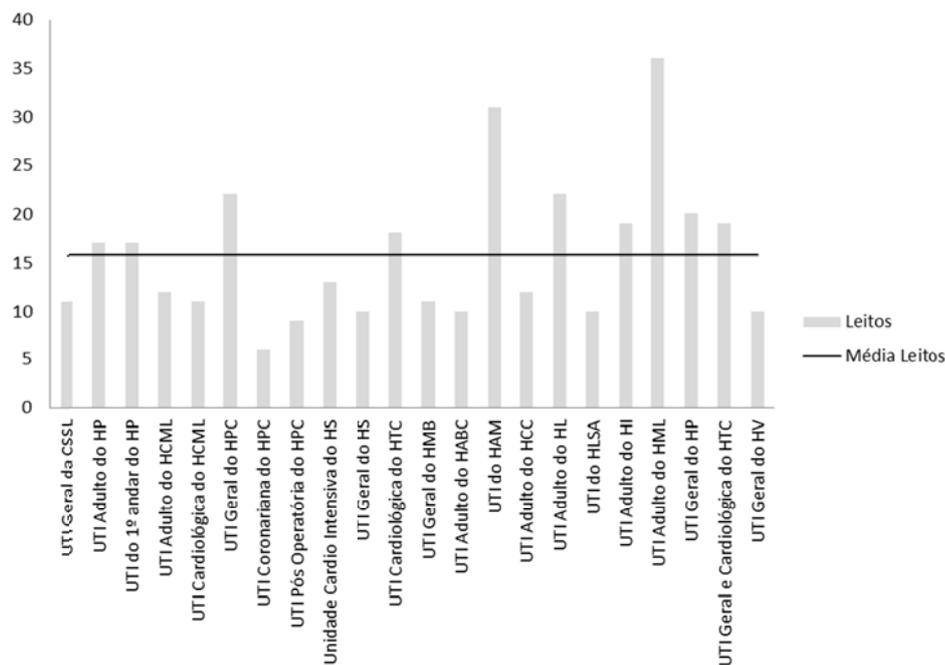


Gráfico 19: Gráfico de Barras – Número de Leitos

Fonte: Autoria Própria

Anexo 11: Gráfico de Barras – Distribuição das Variáveis de *Output*

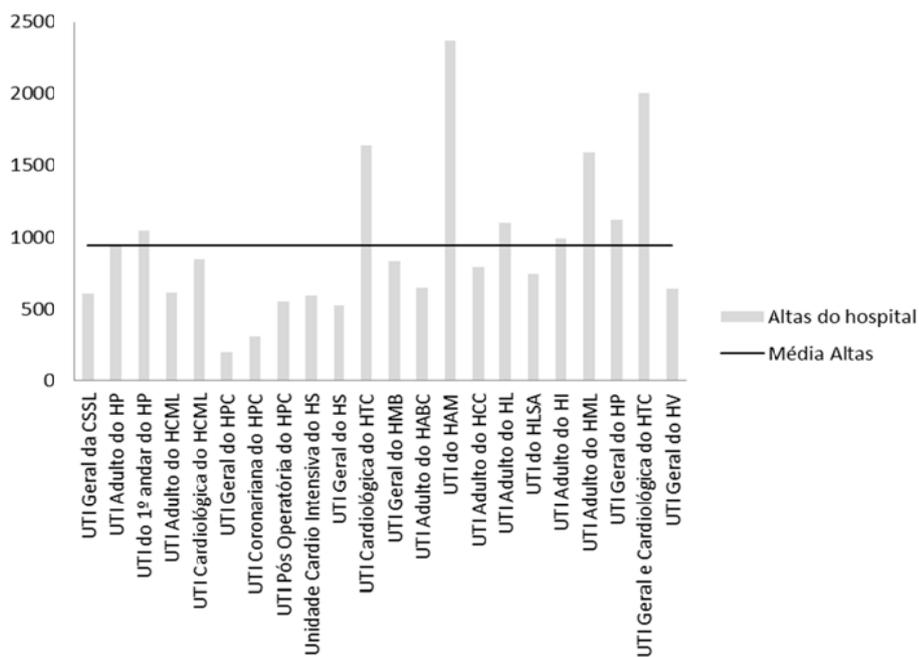


Gráfico 20: Gráfico de Barras – Número de Altas

Fonte: Autoria Própria

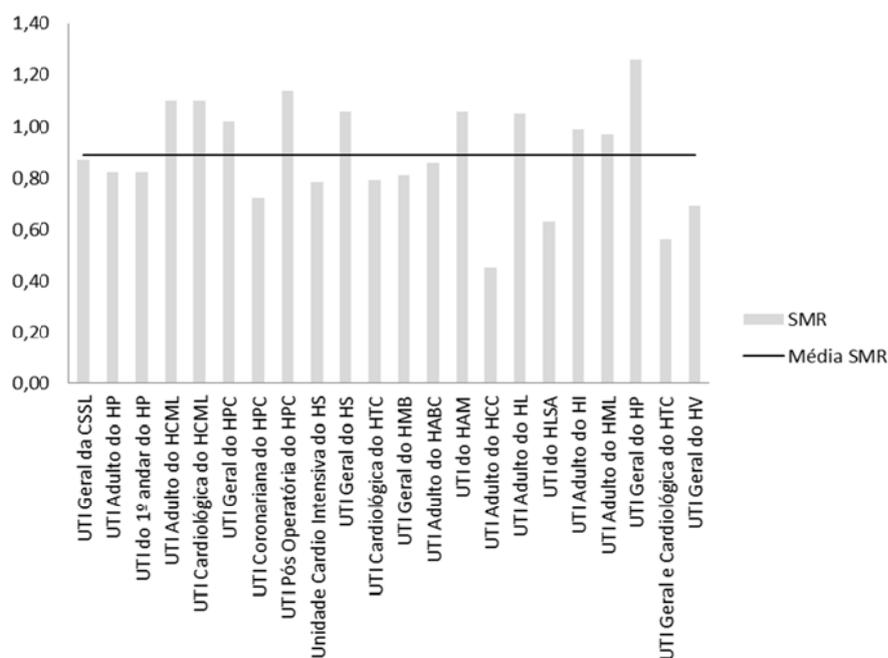


Gráfico 21: Gráfico de Barras – Taxa de Mortalidade Ajustada (SMR)

Fonte: Autoria Própria

Anexo 12: Escores de Eficiência das UTIs

Tabela 13: Escores de Eficiência das UTIs – Modelo CRS, VRS e EE

UF	UTI	Modelo CRS	Modelo VRS	EE
RJ	UTI Geral da CSSL	74,8%	75,6%	99%
RJ	UTI Adulto do HP	76,2%	76,6%	99,4%
RJ	UTI do 1º andar do HP	100%	100%	100%
RJ	UTI Adulto do HCML	71,4%	71,9%	99,3%
RJ	UTI Cardiológica do HCML	100%	100%	100%
RJ	UTI Geral do HPC	24,8%	44,1%	56,3%
RJ	UTI Coronariana do HPC	100%	100%	100%
RJ	UTI Pós Operatória do HPC	70,1%	81,9%	85,6%
RJ	Unidade Cardio Intensiva do HS	60%	60,3%	99,5%
RJ	UTI Geral do HS	63,1%	65,5%	96,4%
RJ	UTI Cardiológica do HTC	100%	100%	100%
SP	UTI Geral do HMB	93,9%	99,4%	94,5%
SP	UTI Adulto do HABC	80,4%	87%	92,5%
SP	UTI do HAM	100%	100%	100%
SP	UTI Adulto do HCC	100%	100%	100%
SP	UTI Adulto do HL	54,1%	55,7%	97,3%
SP	UTI do HLSA	100%	100%	100%
SP	UTI Adulto do HI	75,2%	76,2%	98,7%
SP	UTI Adulto do HML	48,8%	73,4%	66,5%

SP	UTI Geral do HP	67,6%	68,2%	99,2%
SP	UTI Geral e Cardiológica do HTC	100%	100%	100%
SP	UTI Geral do HV	87,5%	88,2%	99,2%

Fonte: Autoria Própria