

# VOLUME, APRENDIZAGEM E ECONOMIAS DE ESCALA NO SETOR HOSPITALAR BRASILEIRO: O CASO DA ARTROPLASTIA DE QUADRIL

Pedro Henrique Soares Leivas

Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, FURG. Rio Grande RS Brasil

[leivas.pedro@gmail.com](mailto:leivas.pedro@gmail.com)

Paulo de Andrade Jacinto

Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico, UFPR. Curitiba PR Brasil

[pajjap@hotmail.com](mailto:pajjap@hotmail.com)

Anderson Moreira Aristides dos Santos

Curso de Mestrado em Economia Aplicada, UFAL. Maceió AL Brasil

[anderson\\_moreira\\_aristides@hotmail.com](mailto:anderson_moreira_aristides@hotmail.com)

Cesar Augusto Oviedo Tejada

Programa de Pós-graduação em Organizações e Mercados, UFPEL. Pelotas RS Brasil

[cesaroviedotejada@gmail.com](mailto:cesaroviedotejada@gmail.com)

## Área Temática 7: Microeconomia e Organização Industrial

### Resumo

Nosso objetivo nesse trabalho foi verificar se o resultado de saúde dos pacientes submetidos a Artroplastia de Quadril são melhores à medida que o hospital realiza mais desse procedimento. Em outras palavras, buscamos verificar a existência do chamado *volume-outcome effect* no setor hospitalar brasileiro. Para tanto, utilizamos dados do Sistema de Informações Hospitalares e do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde do Sistema Único de Saúde. As evidências apontaram a existência do *volume-outcome effect* no Brasil. Explorando a distribuição geográfica das residências dos pacientes e dos hospitais como fonte de variação exógena para o volume, fomos capazes de identificar que o referido efeito é resultado da hipótese de *practice-makes-perfect*, ocorrendo através de ganhos estáticos de escala. Esse resultado sugere que uma política de estabelecimento de um volume mínimo pode conduzir a melhores resultados de saúde dos pacientes submetidos à Artroplastia de Quadril através do Sistema Único de Saúde.

**Palavras-chave:** *volume-outcome effect*, mortalidade intra-hospitalar, *practice-makes-perfect*, economias estáticas de escala

### Abstract

*Our objective in this study was to verify if the health outcome of patients undergoing hip replacement are better as the hospital performs more of this procedure. In other words, we tried to verify the existence of the so-called volume-outcome effect in the Brazilian hospital sector. To do so, we used data from the Hospital Information System and the National Registry of Health Establishments of the Unified Health System. Evidences pointed to the existence of a volume-outcome effect in Brazil. Exploring the geographical distribution of patient residences and hospitals as a source of exogenous variation for volume, we could identify that the effect is a result of the practice-makes-perfect hypothesis, occurring through static scale economies. This result suggests that a policy of establishing a minimum volume can lead to better health outcomes of patients undergoing Hip Arthroplasty through the Unified Health System.*

**Key words:** *volume-outcome effect*, in-hospital mortality, *practice-makes-perfect*, static scale economies

**Classificação do JEL:** I11, I18.

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, uma característica do setor hospitalar que chama a atenção é o seu tamanho, uma vez que conta com 6.875 unidades e pouco mais de 430 mil leitos. O setor subdivide-se em três principais subsetores: 1) Hospitais públicos federais, estaduais e municipais; 2) Hospitais privados (com e sem fins lucrativos) contratados que prestam serviços ao SUS; e 3) Hospitais privados (com e sem fins lucrativos) que não prestam serviço ao SUS. O primeiro subsetor constitui-se basicamente de hospitais municipais (71%). O segundo subsetor é constituído por 67,1% dos hospitais privados. O terceiro subsetor corresponde a 19,3% de todos os hospitais e 32,9% dos hospitais privados (IBGE, 2010; LA FORGIA; COUTTOLENC, 2008).

Em relação ao tamanho dos estabelecimentos, mais de 60% dos hospitais brasileiros são de pequeno porte, com menos de 50 leitos. Os menores são os municipais (média de 36 leitos), seguidos pelos com fins lucrativos, com média de 53 leitos. Os maiores, com média de 118 leitos, são os hospitais federais. O pequeno porte da maioria dos hospitais brasileiros tem importantes implicações em termos de qualidade e escala de eficiência e encontra-se em desacordo com os padrões internacionais (LA FORGIA; COUTTOLENC, 2008).

Nesse sentido, evidências empíricas sugerem a existência de uma correlação entre o volume de determinado procedimento médico realizado nos hospitais e os resultados de saúde obtidos pelos pacientes tratados<sup>1</sup>. Especificamente, verifica-se que hospitais com um grande número de pacientes com diagnósticos ou procedimentos específicos apresentam menores taxas de mortalidade.

Na literatura, tal correlação é conhecida como *volume-outcome effect* e as principais hipóteses que a explicam são a *practice-makes-perfect* (resultado de economias de escala e/ou de *learning-by-doing*) e a *selective referral* (LUFT; HUNT; MAERKI, 1987). A hipótese de *practice-makes-perfect* repousa sobre a noção de que o aumento da experiência resulta em habilidades mais desenvolvidas e, conseqüentemente, em melhores resultados. Assim, os hospitais que atenderiam um grande número de pacientes com uma condição específica desenvolveriam maior habilidade no tratamento dessa condição e isso conduziria à melhores resultados.

Já a hipótese de *selective referral* emerge da possibilidade de os pacientes escolherem (ou serem encaminhados pelos seus médicos) àqueles hospitais ou especialistas com melhores resultados. Ainda que seja pouco plausível que o paciente tenha informações acerca da qualidade dos hospitais ou dos especialistas, é provável que seu médico disponha de algum conhecimento nesse sentido, derivado sobretudo, dos resultados dos pacientes anteriormente encaminhados. Ademais, mesmo que a maioria dos pacientes busque atendimento no hospital mais próximo ou faça suas escolhas independentemente dos resultados percebidos, uma minoria que busque o “melhor médico da cidade” resultará em um padrão de encaminhamento seletivo para diagnósticos ou procedimentos específicos. Em outras palavras, os hospitais com melhores resultados terão um volume maior do que o esperado (LUFT; HUNT; MAERKI, 1987).

Assim, identificar o sentido da causalidade é importante para fins de implantação de políticas públicas relacionadas à melhoria da qualidade e eficiência do setor hospitalar. Se for constatado que o volume causa melhor resultado, a concentração de procedimentos em um número reduzido de hospitais seria indicada. Hospitais que se especializam em realizar um ou um número reduzido de procedimentos podem ter o benefício de produzir melhores resultados. Do contrário, se a causalidade vai dos resultados para o volume, então estas questões tornam-se irrelevantes (GAYNOR; SEIDER; VOGT, 2005).

---

<sup>1</sup> Ver, por exemplo, Luft *et al.* (1979), Luft *et al.* (1987), Hannan *et al.* (1992), Ho (2000, 2002), Birkmeyer *et al.* (2002), Gaynor *et al.* (2005), Gowrisankaran *et al.* (2008), Kahn *et al.* (2009), Braun (2014), Hentschker e Mennicken (2014, 2015). Por outro lado, LaPar *et al.* (2012) não encontram evidências de que o volume seja um bom preditor da mortalidade e, por isso, não deve ser utilizado como *proxy* para a qualidade cirúrgica. Já Reames *et al.* (2014) destaca que, mesmo com os avanços alcançados em termos de segurança do processo cirúrgico nos últimos anos, o volume continua sendo uma boa *proxy* para a qualidade, sobretudo para procedimentos de alto risco e realizados com menor frequência.

O *volume-outcome effect* no Brasil não tem recebido muita atenção, tendo em vista o número relativamente pequeno de trabalhos que abordam o tema no país<sup>2</sup>. Em revisão sistemática da literatura acerca da efetividade do cuidado no setor hospitalar brasileiro entre 1990 e 2011, observou-se que apenas seis trabalhos<sup>3</sup> consideram o volume de procedimentos em suas análises (MACHADO; MARTINS; MARTINS, 2013).

Ainda que os trabalhos publicados para o Brasil tragam importantes contribuições à literatura que investiga o *volume-outcome effect*, todos eles apresentam uma limitação fundamental, qual seja: não diferenciar as hipóteses de “*practice-makes-perfect*” e “*selective referral*”, uma vez que essa diferenciação é crucial para a formulação de políticas públicas. A indicação de concentração de procedimentos em um número menor de hospitais com o objetivo de potencializar os resultados só terá respaldo se for possível isolar a hipótese de “*practice-makes-perfect*”. Tendo em vista tais limitações metodológicas, aliadas a um setor hospitalar caracterizado por estabelecimentos de pequeno porte, parece oportuno a realização de estudos que busquem investigar possíveis ganhos de escala nesse setor.

Com o processo de transição demográfica que o Brasil vem experimentando desde a década de 1970, espera-se que o número de idosos supere o de crianças e adolescentes no ano de 2050 em mais de 38 milhões de indivíduos (BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2010). Com o avanço da idade, o indivíduo torna-se mais suscetível a adoecer e apresentar limitações funcionais associadas a afecções agudas ou crônicas (MESQUITA et al., 2009).

Entre as doenças que mais acometem os idosos, é possível citar os problemas na articulação coxofemoral, tais como fratura do colo do fêmur associada a quedas, artrose, artrite reumatoide, entre outros (CHIKUDE et al., 2007; ERCOLE; CHIANCA, 2002; RABELLO et al., 2008). Sakaki *et al.* (2004) salientam que a fratura do fêmur proximal, por exemplo, aumenta com a idade devido, principalmente, ao número de quedas associado a maior prevalência de osteoporose. Em muitos casos, o tratamento cirúrgico é indicado, com vistas a melhorar os aspectos funcionais, a dor e proporcionar uma melhor qualidade de vida aos indivíduos. Entre 2008 e 2012, mais de 181 mil casos de fratura de fêmur foram observados no Brasil, sendo a maior incidência no sexo feminino (67,5%) (SOARES et al., 2014).

O procedimento cirúrgico mais comumente empregado é a Artroplastia de Quadril (AQ). A Artroplastia de Quadril é um procedimento cirúrgico que consiste na substituição do quadril natural doente por outro quadril protético. Apesar de ser uma cirurgia eletiva, razoavelmente segura e realizada em indivíduos relativamente saudáveis, há o risco de o paciente desenvolver doença trombolítica venosa, embolia pulmonar, ou mesmo apresentar infecção do sítio cirúrgico (CASSONE et al., 2002; ERCOLE; CHIANCA, 2002; LENZA et al., 2013; PEREIRA et al., 2014). Complicações cirúrgicas, estas, diretamente relacionadas à qualidade do cuidado hospitalar.

Assim, o objetivo deste artigo é investigar o *volume-outcome effect* no setor hospitalar brasileiro para o procedimento de Artroplastia de Quadril (AQ). Vale ressaltar que este trabalho avança em relação a literatura nacional em pelo menos três aspectos. Em primeiro lugar, será investigado o *volume-outcome effect* para um procedimento que, sob nosso conhecimento, ainda não foi estudado no Brasil. Em segundo lugar, procura-se diferenciar as hipóteses de *practice-makes-perfect* e *selective referral*, condição indispensável para a formulação de políticas públicas que tenham como objetivo melhorar a qualidade do cuidado hospitalar no Brasil. Por fim, buscar-se-á verificar se o *volume-outcome effect* ocorre devido a ganhos estáticos de escala ou por meio de *learning-by-doing*. Como destaca Gaynor *et al.* (2005), se os ganhos de escala são observados, não importa muito em quais hospitais serão concentrados os procedimentos, uma vez que o aumento do volume em qualquer hospital implicará melhores resultados. Já no caso de *learning-by-doing*, a realocação do volume de um hospital para outro implicará a perda da experiência acumulada no

---

<sup>2</sup> Ver, por exemplo, Noronha *et al.* (2003), Martins *et al.* (2004), Ribeiro *et al.* (2006), Godoy *et al.* (2007), Piegas *et al.* (2009), Gomes *et al.* (2010), Piegas *et al.* (2011).

<sup>3</sup> Noronha *et al.* (2003), Martins *et al.* (2004), Godoy *et al.* (2007), Piegas *et al.* (2009), Gomes *et al.* (2010), Piegas *et al.* (2011).

hospital que perdeu volume. Nesse caso, a concentração do volume em um hospital poderia reduzir o benefício líquido.

Os resultados apontam a existência do *volume-outcome effect* para a artroplastia de quadril no setor hospitalar brasileiro. O efeito é resultado da hipótese de *practice-makes-perfect* e ocorre por meio de ganhos estáticos de escala.

Este artigo possui, além desta introdução, quatro seções. Na próxima seção é apresentada a revisão da literatura pertinente ao tema, tanto internacional quanto nacional. Na seção três são apresentados os dados utilizados e a metodologia empregada para alcançar os objetivos propostos. Na quarta seção os resultados são apresentados e discutidos e na quinta e última seção são feitas as considerações finais.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Halm *et al.* (2002) analisam 135 estudos em uma revisão sistemática da literatura e concluem que o *volume-outcome effect* é encontrado para uma vasta gama de procedimentos e condições, porém a magnitude da associação varia de forma considerável. Devido à deficiência metodológica de muitos estudos, destacam que as implicações dos resultados, em termos clínicos e de implantação de políticas públicas voltadas ao setor hospitalar, se tornam complicadas. Salientam ainda que diferenças no *case-mix* e nos processos de atendimento entre os prestadores com alto e baixo volume pode explicar parte da relação observada.

Na tabela 1 apresentamos alguns trabalhos que buscam analisar o *volume-outcome effect*, tanto internacional quanto nacionalmente. Acerca da literatura internacional, a despeito de a mesma ser heterogênea no método e nos procedimentos e/ou condições investigadas, percebe-se que a maioria dos estudos se concentra no setor hospitalar dos Estados Unidos da América (EUA). Exceções são os trabalhos de Braun (2014) e Hentschker e Mennicken (2014, 2015). Outra característica importante a ser ressaltada da referida literatura, é que a maioria dos trabalhos busca lidar tanto com a hipótese de *practice-makes-perfect* quanto com a hipótese de *selective referral*.

Gaynor *et al.* (2005), por exemplo, buscam verificar se o efeito do volume nos resultados é principalmente contemporâneo – resultado de economias de escala estáticas – ou ocorre via defasagens – sob a hipótese de *learning-by-doing*. O estudo se concentra em um procedimento específico, qual seja: Cirurgia de Revascularização do Miocárdio (CRVM). Usando dados da Califórnia para o período de 1983 a 1999, evidenciam que o sentido da causalidade vai principalmente do volume para o resultado e que o efeito é uma função, majoritariamente, de economias de escala.

Salientando que grande parte dos estudos que buscam verificar o efeito do volume de procedimentos sobre os resultados dos pacientes o faz considerando os hospitais dos Estados Unidos, o qual possui uma estrutura basicamente privada, Braun (2014) busca verificar tal relação no contexto de um Serviço Nacional de Saúde em Portugal. Considerando as altas hospitalares ocorridas no período de 2001 a 2008, encontra evidência favorável ao *volume-outcome effect* para sete dos 21 Grupos de Diagnósticos Homogêneos (GDH) investigados no nível do hospital e para 10 GDH no nível do paciente. Suas evidências, assim como Gaynor *et al.* (2005), vão na direção das economias de escala estáticas, com poucos resultados sugerindo a existência de *learning-by-doing*.

No Brasil, o tema tem recebido pouca atenção, dado o número reduzido de estudos que relacionam a qualidade do cuidado ao volume de procedimentos (tabela 1). Machado *et al.* (2013), em revisão sistemática da literatura acerca da qualidade do cuidado hospitalar no Brasil, evidencia 32 estudos que analisam a efetividade do cuidado nos hospitais brasileiros. Destes, apenas seis buscam considerar o volume de procedimentos em suas análises.

Noronha *et al.* (2003), a exemplo de Gaynor *et al.* (2005), buscam evidenciar a relação considerando as Cirurgias de Revascularização do Miocárdio. Os autores utilizam as CRVMs financiadas pelo Sistema Único de Saúde (SUS) no período de 1996 a 1999. Destacam que as mesmas correspondem a uma parcela das CRVM realizadas no país, pois não incluem os procedimentos financiados por planos de saúde privados nem os pagos com recursos dos próprios pacientes. Os

resultados evidenciam que o risco de morrer diminui consideravelmente à medida que o número de procedimentos aumenta.

Outros trabalhos, apesar de não terem como objetivo principal da análise, acabam relacionando o volume de procedimentos aos resultados de saúde alcançados pelos pacientes. Martins *et al.* (2004), por exemplo, buscam avaliar o desempenho hospitalar concentrando-se em duas dimensões associadas à produção hospitalar, que são a efetividade do cuidado, mensurada pela mortalidade, e a eficiência técnica, mensurada pelo tempo de permanência. Especificamente, buscam verificar se há variações em tais dimensões quando se considera diferentes naturezas jurídicas, a saber: pública e privada. Para tanto, empregam um Modelo Logístico Multinível em uma estrutura hierárquica de dois níveis, em que o primeiro corresponde às internações e o segundo ao hospital. Salientam que a escolha do modelo se dá a fim de considerar a falta de independência entre as observações, uma vez que pacientes tratados em um mesmo hospital compartilham características comuns. Utilizam, além de outras variáveis relacionadas ao hospital, o volume de casos como controle. Suas evidências sugerem que o volume de procedimentos não apresenta efeito estatisticamente significativo nem sobre a mortalidade nem sobre o tempo de permanência dos pacientes.

Já Godoy *et al.* (2007), ao estudarem a letalidade de Angioplastias Coronárias financiadas pelo SUS no estado do Rio de Janeiro, evidenciam que as menores taxas brutas de letalidade se concentram em hospitais com maior volume de procedimentos. Ao fazer o ajuste para sexo, idade e grupos de diagnósticos, entretanto, a relação inversa letalidade-volume reduz-se consideravelmente.

Gomes *et al.* (2010), que buscam verificar os fatores associados à mortalidade hospitalar na rede SUS no Rio Grande do Sul, também aplicando um Modelo Logístico Multinível, não encontram evidências de que o volume de procedimentos tenha efeito sobre a mortalidade. Salientam que tal resultado pode estar refletindo o fato de seu estudo avaliar a mortalidade hospitalar de maneira global, ao passo que o volume seja mais relevante para a análise da mortalidade por causas específicas.

Outro estudo que aborda a relação entre o volume de procedimentos e os resultados dos pacientes é Piegas e Haddad (2011), que estudam as Intervenções Coronárias Percutâneas realizadas sob financiamento do SUS. Os autores não encontram evidências de associação entre o volume e a mortalidade. Por outro lado, Piegas *et al.* (2009), evidenciam que a mortalidade após CRVM é maior em hospitais de baixo volume.

Ainda que os trabalhos realizados para o Brasil apresentem importantes contribuições ao estudo do *volume-outcome effect*, eles apresentam algumas limitações metodológicas. Por exemplo, apenas Martins *et al.* (2004) e Godoy *et al.* (2007) buscam lidar com o problema da dependência entre as observações. Já Piegas *et al.* (2009) e Piegas e Haddad (2011), relacionam a mortalidade e o volume sem controlar características como sexo, idade e caráter do atendimento, por exemplo. Contudo, a maior limitação desses estudos é não diferenciar as hipóteses de “*practice-makes-perfect*” e “*selective referral*”, tendo em vista que a diferenciação entre as mesmas é crucial para a formulação de políticas públicas. A indicação de concentração de procedimentos com o objetivo de potencializar os resultados só terá respaldo se for possível isolar a hipótese de “*practice-makes-perfect*”.

### 3. DADOS E METODOLOGIA

#### 3.1. Dados

Os dados que serão utilizados são provenientes do Sistema de Informações Hospitalares (SIH), abastecido pelas Autorizações de Internações Hospitalares (AIH), bem como do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), do Sistema Único de Saúde (SUS), para o período de 2008 a 2014<sup>4</sup>. Ainda que o SIH/SUS não apresente abrangência universal, no sentido de não possuir dados para todos os procedimentos realizados no hospital, apenas para aqueles financiados

---

<sup>4</sup> Em alguns casos, foram utilizados dados de 2004 a 2007, para calcular os volumes defasados.

pelo SUS, Piegas e Haddad (2011) salientam que ele abrange cerca de 80% das internações hospitalares realizadas no Brasil.

A AIH é emitida para reembolso das despesas incorridas na internação. Cada internação é classificada segundo a tabela de procedimentos do SUS. A tabela do SUS sofreu modificação na codificação dos procedimentos no ano de 2008. Portanto, foram considerados os códigos das duas versões da tabela. Na tabela 2 são apresentados os códigos da artroplastia de quadril das duas versões da tabela do SUS.

Foram considerados apenas os hospitais que realizaram ao menos 10 procedimentos no ano<sup>5</sup>. Além disso, foram considerados apenas os pacientes para os quais seu resultado de saúde no momento da saída do hospital poderia ser obtido, ou seja, apenas os pacientes que deram alta curados/melhorados ou que vieram a óbito. Para o cômputo do volume, no entanto, foram considerados todos os pacientes.

A AQ é o procedimento cirúrgico que consiste na “...*substituição da articulação coxofemoral biológica por componentes articulares inorgânicos metálicos ou de polietileno...*” (BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE, [s.d.]). O procedimento é indicado principalmente para coxartrose, que é o desgaste da cartilagem do quadril.

As AIHs possuem informações acerca de características dos pacientes, tais como idade, sexo, diagnóstico principal, tempo de permanência, data de internação e saída do hospital, status de saída do hospital, caráter do atendimento, dias de permanência na UTI, e CEP. Ainda com base nas AIHs é possível calcular o número total de pacientes (SUS) atendidos pelo hospital e o tempo médio de permanência desses pacientes para cada ano considerado. O CNES, por sua vez, permite obter informações acerca de características dos hospitais, entre elas o número de leitos, a propriedade (público, privado e filantrópico), se o mesmo exerce atividade de ensino, além do CEP onde se localiza.

O indicador de qualidade utilizado é a mortalidade intra-hospitalar, ou seja, durante o período de internamento. A *Agency for Healthcare Research and Quality* (AHRQ – AGENCY FOR HEALTHCARE RESEARCH AND QUALITY, 2007) destaca que a mortalidade constitui-se de um indicador válido para avaliar a diferença de qualidade entre os hospitais. Além disso, a mortalidade intra-hospitalar é o *outcome* mais utilizado pela literatura para investigar o *volume-outcome effect* (HALM; LEE; CHASSIN, 2002).

A variável chave nos modelos estimados é o volume de procedimentos realizados pelo hospital em determinado ano. A AHRQ (2007) destaca que indicadores de volume são proxies, ou medidas indiretas válidas da qualidade do cuidado hospitalar, uma vez que as evidências sugerem que hospitais que realizam um maior número de procedimentos intensivos, de alta tecnologia ou complexidade, apresentam melhores resultados. Definem que ele é simplesmente o número de vezes que o hospital realiza certo procedimento em determinado período. A tabela 3 traz uma descrição mais detalhada das variáveis.

A tabela 4 apresenta algumas estatísticas descritivas dos pacientes e dos hospitais. Em torno de 3% dos pacientes morreram durante a internação hospitalar. A idade média dos pacientes é 68 anos e a maioria (58,41%) é mulher. Mais de 55% dos pacientes foram internados em caráter de urgência. Ainda, a grande maioria dos pacientes têm índice de comorbidade de Charlson igual a zero e pouco mais de 20% deles utilizaram Unidade de Terapia Intensiva (UTI).

---

<sup>5</sup> Gaynor *et al.* (2005) e Hentschker e Mennicken (2015) empregam estratégia semelhante. Restringir a estimação a hospitais que realizam um número mínimo de procedimentos durante o ano visa não considerar aqueles estabelecimentos que realizam o procedimento de maneira excepcional, sem um mínimo de infraestrutura.

Tabela 1. Sistematização da Literatura

Literatura Internacional					
Autor(es) (ano)	Amostra	Método	Variável Dependente	Utilização de controles?	Resultados
Luft <i>et al.</i> (1979)	842.622 pacientes submetidos a 12 procedimentos cirúrgicos em 1974 e 1975 (EUA)	Mínimos Quadrados Ordinários	Mortalidade hospitalar ajustada pelo risco	Sim: características do paciente e do hospital	Relação inversa entre mortalidade e volume
Luft <i>et al.</i> (1987)*	1.008.502 pacientes submetidos a 17 procedimentos em 1972 (EUA)	Modelo de Equações Simultâneas	Volume e mortalidade hospitalar	Sim: características do paciente e do hospital	Hipóteses de <i>practice-makes-perfect</i> e <i>selective referral</i> são plausíveis
Hannan <i>et al.</i> (1992)*	4.524 pacientes submetidos a reparação de AAA <sup>a</sup> entre 1985 e 1987 (NY-EUA)	Regressão Logística	Mortalidade hospitalar	Sim: características do paciente e do hospital	Relação inversa entre mortalidade e volume; pouca evidência de <i>selective referral</i>
Ho (2000)	353.488 pacientes submetidos a ICP <sup>b</sup> entre 1984 e 1996 (CA-EUA)	Regressão Logística	Mortalidade hospitalar e CRVM <sup>c</sup>	Sim: características do paciente	Relação inversa entre mortalidade (e CRVM <sup>c</sup> ) e volume
Ho (2002)	343.737 pacientes submetidos a ICP <sup>b</sup> entre 1984 e 1996 (CA-EUA)	Modelo Probit	Mortalidade hospitalar e CRVM <sup>c</sup>	Sim: características do paciente e do hospital	Relação inversa entre mortalidade (e CRVM <sup>c</sup> ) e volume, porém o efeito é pequeno; sem evidência de <i>learning-by-doing</i>
Birkmeyer <i>et al.</i> (2002)	2,5 milhões de pacientes submetidos a 14 procedimentos entre 1994 e 1999 (EUA)	Regressão Logística	Mortalidade hospitalar	Sim: características do paciente	Relação inversa entre mortalidade e volume para os 14 procedimentos, porém com grande variação na magnitude
Gaynor <i>et al.</i> (2005)*	363.994 pacientes submetidos a CRVM <sup>c</sup> entre 1983 a 1999 (CA-EUA)	Modelo Probit	Mortalidade hospitalar	Sim: características do paciente, <i>dummies</i> de ano e hospital	Relação inversa entre mortalidade e volume; efeito de escala estática
Gowrisankaran <i>et al.</i> (2008)* <sup>¶</sup>	459.540 pacientes submetidos a PD <sup>d</sup> , reparação de AAA <sup>a</sup> ou CRVM <sup>c</sup> entre 1988 a 1999 (CA, FL-EUA)	Modelo Logit Condicional e Modelo Probit	Mortalidade hospitalar	Sim: características do paciente e do hospital	Evidência da hipótese de <i>practice-makes-perfect (learning-by-doing)</i> para AAA <sup>a</sup> e CRVM <sup>c</sup>
Kahn <i>et al.</i> (2009)*	78.427 pacientes não-cirúrgicos submetidos a ventilação mecânica entre 2004 e 2006 (PA-EUA)	Modelo de Probabilidade Linear com Variável Instrumental (VI)	Mortalidade hospitalar	Sim: características do paciente e do hospital	Relação inversa entre mortalidade e volume utilizando dados clínicos, sendo esta maior com a utilização de VI; resultado não significativo para dados administrativos
Braun (2014)* <sup>¶</sup>	880.449 em 21 GDHs <sup>e</sup> internados entre 2001 e 2008 (Portugal)	Modelo de Efeitos Fixos (MEF) e Modelo Probit (MP)	Mortalidade hospitalar	Sim: características do paciente e do hospital	MEF: relação inversa entre volume e mortalidade em sete GDHs <sup>e</sup> ; MP: relação inversa entre volume e mortalidade em 10 GDHs <sup>e</sup>
Hentschker e Mennicken (2014)* <sup>¶</sup>	89.541 pacientes com fratura no quadril em 2007 (Alemanha)	IV-GMM	Mortalidade hospitalar	Sim: características do paciente, do hospital e do município	Relação inversa entre mortalidade e volume
Hentschker e Mennicken (2015)	97.183 pacientes com fratura no quadril ou AAA <sup>a</sup> em 2007 (Alemanha)	Regressão Logística	Mortalidade hospitalar	Sim: características do paciente e do hospital	A probabilidade de morrer é menor em hospital de maior volume, para ambas as condições
Hentschker e Mennicken (2017)*	89.541 pacientes com fratura no quadril em 2007 (Alemanha)	Modelo Probit (MP) e IV-Probit	Mortalidade hospitalar	Sim: características do paciente e do hospital	Relação inversa entre mortalidade e volume

### Literatura Nacional

Autor(es)/ano	Amostra	Método	Variável Dependente	Utilização de controles?	Resultados
Noronha <i>et al.</i> (2003)	41.989 pacientes submetidos a CRVM <sup>c</sup> entre 1996 e 1999 pagas pelo SUS	Modelo de Regressão de Cox	Mortalidade hospitalar	Sim: características do paciente e do hospital	O risco relativo de morte após CRVM <sup>c</sup> é maior em hospitais de baixo volume
Martins <i>et al.</i> (2004)	32.906 pacientes de 27 hospitais de Ribeirão Preto/SP com doenças cardiovasculares e respiratórias entre 1996 a 1998	Modelo Logístico Multinível	Mortalidade hospitalar e tempo de permanência	Sim: características do paciente e do hospital	Relação não significativo para mortalidade e tempo de permanência
Ribeiro <i>et al.</i> (2006)	115.021 pacientes submetidos a Cirurgia Cardiovascular entre 2000 e 2003 pagas pelo SUS	Regressão Logística	Mortalidade hospitalar	Sim: características do paciente	A <i>odds ratio</i> para mortalidade é maior em hospitais de baixo volume
Godoy <i>et al.</i> (2007)	8.735 pacientes submetidos a ICP <sup>b</sup> no Rio de Janeiro entre 1999 a 2003	Modelo de Regressão de Poisson	Mortalidade hospitalar	Sim: características do paciente	Após ajuste, a relação volume-letalidade se reduz consideravelmente
Piegas <i>et al.</i> (2009)	63.272 pacientes submetidos a CRVM <sup>c</sup> entre 2005 e 2007 pagas pelo SUS	Teste de $\chi^2$ Teste <i>t</i> de Student Teste de Mann-Whitney ANOVA Teste de Scheffé Teste de Kruskal-Wallis	Mortalidade hospitalar e média de permanência	Não	A mortalidade após CRVM <sup>c</sup> é maior em hospitais com baixo volume
Gomes <i>et al.</i> (2010)	10.000 AIHs <sup>f</sup> para o RS no ano de 2005	Modelo Logístico Multinível	Mortalidade hospitalar	Sim: características do paciente e do hospital	O volume não apresenta efeito significativo sobre a mortalidade
Piegas e Haddad (2011)	166.514 pacientes submetidos a ICP <sup>b</sup> entre 2005 e 2008 pagas pelo SUS	Teste de $\chi^2$ Teste <i>t</i> de Student ANOVA	Mortalidade hospitalar	Não	Relação não significativa

**Notas:** \* Trabalhos que procuram, de algum modo, testar as hipóteses de *practice-makes-perfect* e *selective referral*; <sup>†</sup> Working papers; <sup>a</sup> Aneurisma da Aorta Abdominal; <sup>b</sup> Intervenção Coronária Percutânea; <sup>c</sup> Cirurgia de Revascularização do Miocárdio; <sup>d</sup> Pancreato-Duodenectomia; <sup>e</sup> Grupo de Diagnósticos Homogêneos; <sup>f</sup> Autorização de Internação Hospitalar.



Tabela 2. Procedimento estudado

Procedimento	Tabela de procedimentos do SUS		
	Nome	Código	
		<2008	>=2008
Artroplastia de quadril (AQ)	Artroplastia de quadril (não convencional)	39029123	0408040041
	Artroplastia parcial de quadril	39003124	0408040050
	Artroplastia total de conversão do quadril	39026124	0408040068
	Artroplastia de revisão ou reconstrução do quadril	39025128	0408040076
		39027120	
	Artroplastia total primária do quadril cimentada	39018121	0408040084
	Artroplastia total primária do quadril não cimentada / híbrida	39016129	0408040092

**Fonte:** elaboração própria com base em Brasil - Ministério da Saúde ([s.d.]).

Tabela 3. Descrição das variáveis

Variáveis	Descrição
Óbito	Variável binária que é igual a 1 quando o paciente veio a óbito após a realização do procedimento
Idade	Idade do paciente em anos
Mulher	Variável binária que é igual a 1 quando o paciente é do sexo feminino
Urgência	Variável binária que é igual a 1 quando o paciente foi admitido em caráter de urgência
Índice de Charlson	Variável categórica que varia de 0 a 6 de acordo com a gravidade da comorbidade do paciente
Utilização de UTI	Variável binária que é igual a 1 se o paciente ficou internado em Unidade de Terapia Intensiva
Volume	Variável contínua que indica o número de pacientes que realizaram o procedimento no hospital durante o ano
Exerce atividade de ensino	Variável binária que é igual a 1 quando o hospital exerce atividade de ensino
Privado (com fins lucrativos)	Variável binária que é igual a 1 quando o hospital é privado com fins lucrativos
Nº de leitos	Variável contínua que indica o número de leitos que o hospital possui no ano
Nº de pacientes atendidos	Variável contínua que indica o número total de pacientes atendidos pelo hospital no ano
Tempo médio de permanência	Variável contínua que indica o tempo médio de permanência dos pacientes atendidos pelo hospital no ano
Nº de pacientes (0 a 10 km)	Variável contínua que indica o número de pacientes que residem num raio de 0 a 10 quilômetros do hospital
Nº de hospitais (0 a 30 km)	Variável contínua que indica o número de hospitais num raio de 0 a 30 quilômetros do hospital no ano
UF de localização	Variáveis binárias que indicam a Unidade da Federação de localização do hospital
EF de ano	Variáveis binárias que indicam o ano em que o procedimento foi realizado
PIB <i>per capita</i>	Variável contínua que indica o Produto Interno Bruto <i>per capita</i> do município em que o paciente reside no ano
Nº de ortopedistas/traumatologistas	Variável contínua que indica o número de ortopedistas/traumatologistas por mil habitantes no município em que o paciente reside no ano
Nº de médicos	Variável contínua que indica o número de médicos por mil habitantes no município em que o paciente reside no ano
Nº de aparelhos diagnóstico por imagem	Variável contínua que indica o número de aparelhos de diagnóstico por imagem no município em que o paciente reside no ano

**Fonte:** elaboração própria com informações do Brasil - Ministério da Saúde ([s.d.]).

Em relação às características dos hospitais, é possível observar que o volume médio de procedimentos aumenta com o tempo, passando de 35 em  $t - 4$  (quatro anos antes do ano em questão, e.g., para o ano de 2008,  $t - 4$  refere-se ao ano de 2004) para 46 em  $t$  (refere-se ao ano em questão, que pode ser de 2008 a 2014). Em torno de 37% dos hospitais exerce atividade de ensino, ao passo que 12,73% é privado com fins lucrativos. O número médio de leitos é 229, o número médio de pacientes atendidos é 8.318, o tempo médio de permanência é 5 dias, o número médio de pacientes num raio de 10 quilômetros do hospital é 74 e o número médio de hospitais num raio de 30 quilômetros é 6.

Tabela 4. Estatísticas descritivas (2008-2014)

	Média	E.P.	Mín.	Máx.
<i>Paciente (N = 123.143)</i>				
Óbito	0.0312	0.1739	0	1
Idade	68	15	0	113
Mulher	0.5841	0.4929	0	1
Urgência	0.5584	0.4966	0	1
Índice de Charlson				
0	0.9982	0.0426	0	1
1	0.0013	0.0358	0	1
2	0.0003	0.0180	0	1
6	0.0002	0.0145	0	1
Utilização de UTI	0.2064	0.4047	0	1
<i>Hospital (Hospitais = 630; N=2.789)</i>				
Volume	46	59	10	938
Volume (t-1)	43	57	0	938
Volume (t-2)	40	52	0	608
Volume (t-3)	37	50	0	565
Volume (t-4)	35	50	0	565
Exerce atividade de ensino	0.3668	0.4820	0	1
Privado (com fins lucrativos)	0.1273	0.3334	0	1
Nº de leitos	229	192	11	1980
Nº de pacientes atendidos	8318	6512	191	51631
Tempo médio de permanência	5	2	1	19
Nº de pacientes (0 a 10 km)	74	113	0	679
Nº de hospitais (0 a 30 km)	6	10	0	47

**Fonte:** elaboração própria com informações do Brasil - Ministério da Saúde ([s.d.]).

### 3.2. Estratégia Empírica

Na análise empírica, é empregado um modelo *probit*, no qual  $y_{ihmt}$  é uma variável binária que indica se o paciente  $i$ , internado no hospital  $h$ , no município  $m$ , no ano  $t$  morreu ( $y_{ihmt} = 1$ ) ou não ( $y_{ihmt} = 0$ ) após ser submetido a artroplastia de quadril. Assim, é estimada a seguinte equação:

$$y_{ihmt}^* = \beta_0 + \beta_1 \sqrt{vol_{hmt}} + \mathbf{x}'_{ihm} \beta_2 + \mathbf{f}'_{hmt} \beta_3 + \beta_4 \mathbf{m}'_{mt} + \mathbf{ano}'_t \beta_5 + \varepsilon_{ihmt} \quad (01)$$

$$y_{ihmt} = 1[y_{ihmt}^* > 0]$$

onde  $y_{ihmt}^*$  é uma variável latente não observada, que indica se o paciente morreu no hospital,  $\sqrt{vol}$  é a raiz quadrada do volume<sup>6</sup>,  $\mathbf{x}$  é um vetor de características do paciente (idade, sexo, caráter do atendimento (urgência = 1), utilização de UTI e índice de comorbidade de Charlson<sup>7</sup>),  $\mathbf{f}$  são características do hospital (número de leitos, atividade de ensino, número de pacientes atendidos, média de dias de permanência e UF de localização),  $\mathbf{m}$  são características do município em que o paciente reside (PIB *per capita*, número de ortopedistas/traumatologistas por mil habitantes, número de médicos por mil habitantes e número de aparelhos de diagnóstico por imagem por mil habitantes),  $\mathbf{ano}$  são *dummies* de ano, e  $\varepsilon$  é um termo de erro normalmente distribuído. Faz-se necessário salientar

<sup>6</sup> A especificação do modelo com a raiz quadrada do volume é utilizada devido à expectativa de que o impacto do volume seja decrescente à medida que o número de procedimentos realizados no hospital aumente (GAYNOR; SEIDER; VOGT, 2005; GOWRISANKARAN; HO; TOWN, 2008).

<sup>7</sup> O Índice de Comorbidade de Charlson (ICC) é composto por 20 condições clínicas, as quais são ponderadas de 1 a 6 de acordo com o risco de óbito e a severidade da doença e, então, somadas para compor o escore total do ICC. Para maiores detalhes ver Charlson *et al.* (1987).

que os erros-padrão foram clusterizados no nível do hospital, uma vez que o modelo estimado apresenta variáveis agregadas no nível do hospital. Nesse caso, a hipótese de independência entre as observações é substituída pela hipótese de independência entre os clusters, ou seja, os hospitais (BRAUN, 2014).

Estimativas com base na equação (01) não permitem diferenciar as hipóteses de “*practice-makes-perfect*” e “*selective referral*”. Uma vez que o objetivo deste trabalho é se concentrar na primeira, é preciso descontar do efeito total o potencial viés devido ao problema de *selective referral*.

Estudos têm considerado a distribuição geográfica dos pacientes atendidos como fonte de variação exógena para lidar com esse problema (GAYNOR; SEIDER; VOGT, 2005; GOWRISANKARAN; HO; TOWN, 2008; HENTSCHKER; MENNICKEN, 2014, 2017; SEIDER; GAYNOR; VOGT, 2004). Para constituir-se em uma fonte de variação exógena válida, essa variável instrumental ( $Z$ ) precisa ser altamente correlacionada com o volume ( $cov(\sqrt{vol_{hmt}}, Z_{hmt}) \neq 0$ ) e não correlacionada com o termo de erro ( $cov(\sqrt{vol_{hmt}}, \epsilon_{ihmt}) = 0$ ). De modo geral, os pacientes escolhem hospitais que estão próximos às suas residências (SEIDER; GAYNOR; VOGT, 2004). Nesse sentido, quanto maior à distância e a quantidade de outros hospitais próximos à residência dos pacientes que ofereçam o mesmo procedimento, menor será a probabilidade de estes escolherem determinado hospital<sup>8</sup>. Dada esta observação, podemos pensar que o volume de um hospital depende da quantidade de potenciais pacientes e do número de outros hospitais próximos que ofertem o mesmo serviço.

Hentschker e Mennicken (2014) destacam que número de potenciais pacientes e a distância da residência de cada paciente a um hospital não deveria ter influência direta sobre a qualidade do tratamento. As residências dos pacientes podem ser consideradas exógenas à qualidade do hospital, uma vez que é improvável que os pacientes escolham onde morar com base na qualidade do cuidado dos hospitais próximos. Pode haver, no entanto, outros fatores que são correlacionados com o local de residência dos pacientes e os resultados de um hospital como, por exemplo, a renda. Nesse sentido, acreditamos que os controles do município onde os pacientes residem possam capturar essas diferenças.

Assim, o volume observado de um hospital pode ser escrito como uma função do número de potenciais pacientes ( $p$ ) dentro de determinado raio do hospital  $h$ , bem como o número de outros hospitais próximos ( $h$ ) a este mesmo hospital  $h$  que ofertem o mesmo procedimento dentro de determinado raio, como salientam Seider *et al.* (2004).

Dessa forma, a equação para o volume observado pode ser escrita como:

$$\sqrt{vol_{hmt}} = \alpha_0 + \alpha_1 p_{hmt} + \alpha_2 h_{hmt} + x'_{ihmt} \alpha_3 + f'_{hmt} \alpha_4 + m'_{mt} \alpha_5 + ano'_t \alpha_6 + \epsilon_{hmt} \quad (02)$$

As equações (01) e (02) serão estimadas conjuntamente por máxima verossimilhança através de um *ivprobit*<sup>9</sup>. Uma vez evidenciada a exogeneidade do volume, ou seja, uma vez constatada que a correlação observada entre o volume e o *outcome* dos pacientes é devida a hipótese de “*practice-makes-perfect*”, será especificado o modelo para verificar se esta é resultado de economias de escala estáticas ou de *learning-by-doing*.

Para verificar a hipótese de *learning-by-doing*, a especificação do modelo econométrico incluirá o volume de anos anteriores, assim como Gaynor *et al.* (2005). Ainda que a utilização do volume de anos anteriores de forma desagradada possa implicar problemas de multicolinearidade, tal estratégia permite considerar o impacto do volume de cada ano anterior de forma diferente, o que não

<sup>8</sup> O ideal seria construir o instrumento levando em consideração a infraestrutura de transporte e a facilidade de acesso ao hospital. A presença de uma estação de metrô ou de ônibus próxima a residência do indivíduo, por exemplo, pode facilitar o acesso ao hospital, mesmo que a distância geográfica seja considerável. Por outro lado, um paciente que esteja geograficamente próximo ao hospital pode ter maior dificuldade de acesso caso a localidade onde reside não possua infraestrutura de transporte adequada. Infelizmente, não é possível considerar esses fatores na construção do nosso instrumento.

<sup>9</sup> Para maiores detalhes, consultar [www.stata.com/manuals13/ivprobit.pdf](http://www.stata.com/manuals13/ivprobit.pdf).

seria possível fazer se fosse considerado o volume acumulado de anos anteriores, como fizeram Braun (2014) e Ho (2002). Assim, a equação a ser estimada será:

$$y_{ihmt}^* = \gamma_0 + \gamma_1 \sqrt{vol_{hmt}} + \sum_{l=1}^4 \theta_l \sqrt{vol_{hmt-l}} + x'_{ihmt} \gamma_2 + f'_{hmt} \gamma_3 + ano'_t \gamma_4 + \mu_{ihmt} \quad (03)$$

$$y_{ihmt} = 1[y_{ihmt}^* > 0]$$

As hipóteses a serem testadas são: (1) a existência de ganhos de escala estáticos, ou seja, que o coeficiente da variável de volume seja negativo e estatisticamente significativo e adicionalmente os coeficientes das variáveis do volume defasado sejam iguais a zero; e (2) a existência de *learning-by-doing*, caso em que o coeficiente da variável de volume seja menor ou igual a zero e o da variável de volume defasado seja menor do que zero e significante estatisticamente para algum ano anterior.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. *Volume-outcome effect*

Na tabela 5 nós apresentamos o efeito marginal médio da raiz quadrada do volume sobre a probabilidade de óbito. Os modelos de (1) a (4) mostram os resultados de um *probit*. No modelo (1), além da raiz quadrada do volume, é incluído efeito fixo de ano. Já o modelo (2) inclui características do paciente (idade, sexo, urgência, utilização de UTI e índice de comorbidade de Charlson). O modelo (3) inclui ainda características do hospital (se exerce atividade de ensino, se é privado, o número de leitos, o número de pacientes atendidos, o tempo médio de permanência e a UF de localização). Por fim, no modelo (4) são incluídas também características do município em que os pacientes residem (PIB *per capita*, número de ortopedistas/traumatologistas por mil habitantes, número de médicos por mil habitantes e número de equipamentos de diagnóstico por imagem por mil habitantes).

Os resultados dos quatro modelos estimados evidenciam uma correlação negativa significativa entre o volume de procedimentos e o *outcome* dos pacientes ( $p < 0,01$ ). Em outras palavras, os resultados mostram que pacientes tratados em hospitais com um alto volume de procedimentos, têm menor probabilidade de óbito. Resultado que se mantém significativo mesmo após o controle das características do paciente e do hospital, ainda que a inclusão dos controles do paciente tenha reduzido substancialmente o efeito do volume sobre a probabilidade de óbito. O fato de o coeficiente da raiz quadrada do volume reduzir sua magnitude quando controlamos para as características do paciente indica, como bem lembra Hentschker e Mennicken (2014), que essas características são correlacionadas com o volume de procedimentos e distribuídas de maneira desigual entre os hospitais com diferentes volumes.

Outros trabalhos que investigaram o *volume-outcome effect* para artroplastia de quadril (*Rip Replacement*) ou fratura do quadril (*Rip Fracture*) encontraram resultados que corroboram a existência da relação. Hentschker e Mennicken (2014, 2015, 2017), por exemplo, evidenciam a existência do *volume-outcome effect* na Alemanha para fratura no quadril com a utilização de metodologias diferentes. Já Luft *et al.* (1979) evidenciam o *volume-outcome effect* para artroplastia total de quadril nos EUA.

Entretanto, os resultados da tabela 5 não diferenciam as hipóteses de *practice-makes-perfect* e *selective referral*. Em termos de políticas públicas, é essencial a diferenciação das mesmas. Isso porque se os resultados apresentados na tabela 5 forem resultado da hipótese de *practice-makes-perfect*, muito provavelmente o estabelecimento de um volume mínimo melhoraria os resultados alcançados pelos pacientes submetidos a artroplastia de quadril.

Tabela 5. Efeitos marginais médios do modelo *probit* – Artroplastia de Quadril (AQ)

VARIÁVEIS	(1)	(2)	(3)	(4)
Volume (raiz quadrada)	-0.0016*** (0.0002)	-0.0007*** (0.0002)	-0.0007*** (0.0001)	-0.0007*** (0.0001)
Observações	123,143	123,143	123,143	123,143
Nº de hospitais	630	630	630	630
EF de ano	SIM	SIM	SIM	SIM
Controles paciente	NÃO	SIM	SIM	SIM
Controles hospital	NÃO	NÃO	SIM	SIM
Controles município	NÃO	NÃO	NÃO	SIM

**Notas:** Erros-padrão cluster-robusto no nível do hospital entre parênteses. A variável dependente em todos os quatro modelos apresentados na tabela é uma *dummy* que indica se o paciente morreu (=1) ou não (=0) após ter sido submetido a Artroplastia de Quadril. O modelo (1) inclui, além do volume, efeito fixo de ano. No modelo (2) são incluídos como controles características dos pacientes. Já no modelo (3) são incluídos controles do hospital. O modelo (4) inclui ainda controles do município em que o paciente reside. \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$ .

**Fonte:** elaboração própria com informações do Brasil - Ministério da Saúde ([s.d.]).

#### 4.2. *Practice-makes-perfect* ou *selective referral*?

Assim como outros estudos (GAYNOR; SEIDER; VOGT, 2005; GOWRISANKARAN; HO; TOWN, 2008; HENTSCHKER; MENNICKEN, 2014), nós também exploramos a distribuição geográfica dos pacientes e dos hospitais para diferenciar as hipóteses de *practice-makes-perfect* e *selective referral*. Nós utilizamos o número de pacientes num raio de 0 a 10 quilômetros e o número de hospitais que realizaram artroplastia de quadril num raio de 0 a 30 quilômetros do hospital como fonte de variação exógena para o volume.

A tabela 6 apresenta os resultados para o primeiro e segundo estágios do modelo *ivprobit*. O modelo 1 (colunas (1) e (2)) não inclui controles do paciente e do hospital, enquanto que o modelo 2 (colunas (3) e (4)) inclui controles para as características dos pacientes. Já o modelo 3 (colunas (5) e (6)) inclui tanto controles do paciente quanto controles do hospital. O modelo 4 (colunas (7) e (8)), além desses, inclui controles do município. Os resultados de primeiro estágio para os quatro modelos estimados mostram que o número de pacientes num raio de 0 a 10 quilômetros e o número de hospitais num raio de 0 a 30 quilômetros do hospital estão altamente correlacionados com o volume de procedimentos. Quanto maior o número de pacientes próximos ao hospital, maior é o seu volume. Do mesmo modo, quanto maior o número de hospitais próximos, menor o volume de procedimentos. Em outras palavras, os resultados de primeiro estágio estão de acordo com as expectativas.

Os resultados do segundo estágio mostram um efeito causal do volume sobre a mortalidade, considerando que os instrumentos utilizados satisfazem as hipóteses de relevância ( $cov(\sqrt{vol_{ht}}, Z_{ht}) \neq 0$ ) e exogeneidade ( $cov(\sqrt{vol_{ht}}, \varepsilon_{iht}) = 0$ ). Isso evidencia que o *volume-outcome effect* observado para a artroplastia de quadril no Brasil é resultado da hipótese de *practice-makes-perfect* e não da hipótese de *selective referral*. Comparando os modelos completos nas tabelas 5 e 6 (colunas (4) e (7), respectivamente) nós podemos observar que o viés causado pela endogeneidade do volume é negativo, uma vez que o coeficiente deste aumenta quando o instrumentalizamos pelo número de pacientes e de hospitais próximos.

#### 4.3. Economias de escala ou *learning-by-doing*?

Para verificar se o *volume-outcome effect* é devido aos ganhos de escala ou ao processo de *learning-by-doing* especificou-se um modelo com o volume de procedimentos em nível e defasado. Os resultados da tabela 7 evidenciam que o *volume-outcome effect* é devido aos ganhos de escala e não ao processo de *learning-by-doing*, uma vez que o efeito marginal do volume em nível é significativo, enquanto que os efeitos marginais das defasagens do volume não o são. Nesse sentido, o estabelecimento de um volume mínimo com o objetivo de concentrar os procedimentos em hospitais

com maior volume, afim de melhorar os resultados de saúde dos pacientes, não teria implicações em termos de perda de experiência nos hospitais que deixarão de realizar o procedimento.

## 5. CONCLUSÃO

Nesse artigo nós examinamos a relação entre o volume de procedimentos e os resultados de saúde alcançados pelos pacientes submetidos a artroplastia de quadril. Utilizando dados de 2008 a 2014, nós buscamos diferenciar as hipóteses de *practice-makes-perfect* e *selective referral*, condição indispensável à formulação de políticas para melhorar a qualidade do cuidado hospitalar no Brasil. Além disso, verificamos se o *volume-outcome effect* é devido a ganhos estáticos de escala ou ao processo de *learning-by-doing*.

Nossos resultados evidenciam a existência do *volume-outcome effect* no Brasil para a artroplastia de quadril. Explorando a distribuição geográfica dos pacientes e dos hospitais, evidenciamos que o *volume-outcome effect* é resultado da hipótese de *practice-makes-perfect* e não da hipótese de *selective referral*. Além disso, ele ocorre por meio de ganhos estáticos de escala e não devido ao processo de *learning-by-doing*. Diante disso, o estabelecimento de um volume mínimo teria o potencial de melhorar os resultados de saúde dos pacientes.

É importante destacar as limitações do trabalho. A primeira delas diz respeito ao fato de estarmos utilizando dados administrativos ao invés de dados clínicos, com os quais seria possível obter um panorama bem mais detalhado da condição de saúde do paciente. A segunda limitação está associada ao fato de a nossa unidade de observação acabar sendo a internação e não o paciente. A base de dados não permite identificar o paciente nas diferentes internações que ele possa vir a ter e, com isso, ele pode estar sendo considerado mais de uma vez. Uma outra limitação está relacionada a criação do instrumento, uma vez que foi considerada apenas a distância geográfica entre a residência dos pacientes e os hospitais, ao passo que o mais adequado seria considerar a infraestrutura de transporte (metrô, ônibus etc.) e a facilidade de acesso.

Seria interessante investigar em trabalhos futuros o quanto uma política de volume mínimo faria aumentar a distância entre a residência dos pacientes e os hospitais que permanecerão realizando o procedimento. Com isso, seria possível mensurar o benefício líquido da concentração de procedimentos em um número menor de hospitais. Outra sugestão seria investigar como o *volume-outcome effect* tem evoluído ao longo dos anos, ou seja, se a relação vem se intensificando ou perdendo força.

Tabela 6. Exogeneidade do volume – *ivprobit*

VARIÁVEIS	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3		Modelo 4	
<i>Primeiro estágio</i>								
Nº de pacientes (0 a 10 km)		0.0364*** (0.0052)		0.0348*** (0.0048)		0.0356*** (0.0050)		0.0358*** (0.0050)
Nº de hospitais (0 a 30 km)		-0.2140*** (0.0430)		-0.2139*** (0.0436)		-0.2296*** (0.0465)		-0.2300*** (0.0474)
<i>Segundo estágio</i>								
Volume (raiz quadrada)		-0.0015*** (0.0003)		-0.0012** (0.0005)		-0.0020*** (0.0004)		-0.0019*** (0.0003)
Observações	123,143	123,143	123,143	123,143	123,143	123,143	123,143	123,143
Nº de hospitais	630	630	630	630	630	630	630	630
Teste de exogeneidade de Wald ( <i>p</i> - <i>valor</i> )		0.5835		0.7632		0.0057		0.0115
EF de ano	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Controles paciente	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Controles hospital	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM
Controles município	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM

**Notas:** Erros-padrão cluster-robusto no nível do hospital entre parênteses. A variável dependente em todos os quatro modelos apresentados na tabela é uma *dummy* que indica se o paciente morreu (=1) ou não (=0) após ter sido submetido a Artroplastia de Quadril. O modelo (1) inclui, além do volume, efeito fixo de ano. No modelo (2) são incluídos como controles características dos pacientes. Já no modelo (3) são incluídos controles do hospital. O modelo (4) inclui ainda controles do município em que o paciente reside. \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1.

**Fonte:** elaboração própria com informações do Brasil - Ministério da Saúde ([s.d.]).

Tabela 7. Efeitos marginais modelo *probit* - ganhos de escala ou *learning-by-doing*?

VARIÁVEIS	Efeito Marginal
Volume (raiz quadrada)	-0.0008*** (0.0003)
Volume em t-1 (raiz quadrada)	0.0002 (0.0003)
Volume em t-2 (raiz quadrada)	0.0002 (0.0003)
Volume em t-3 (raiz quadrada)	-0.0001 (0.0003)
Volume em t-4 (raiz quadrada)	-0.0002 (0.0002)
Observações	123,143
Nº de hospitais	630
EF de ano	SIM
Controles paciente	SIM
Controles hospital	SIM
Controles município	SIM

**Notas:** Erros-padrão cluster-robusto no nível do hospital entre parênteses. A variável dependente apresentada na tabela é uma *dummy* que indica se o paciente morreu (=1) ou não (=0) após ter sido submetido a Artroplastia de Quadril. O modelo inclui, além do volume em nível e dos volumes defasados, os seguintes controles: efeito fixo de ano, características dos pacientes, controles do hospital, e controles do município em que o paciente reside. \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$ .

**Fonte:** elaboração própria com informações do Brasil - Ministério da Saúde ([s.d.]).

## REFERÊNCIAS

AHRQ – AGENCY FOR HEALTHCARE RESEARCH AND QUALITY. **AHRQ Quality Indicators - Guide to Inpatient Quality Indicators: Quality of Care in Hospitals - Volume, Mortality, and Utilization.** Version 3.1: Rockville, 2007.

BIRKMEYER, J. D. et al. Hospital Volume and Surgical Mortality in the United States. **New England Journal of Medicine**, v. 346, n. 15, p. 1128–1137, 11 abr. 2002.

BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Sistema de planejamento do SUS: uma construção coletiva: plano nacional de Saúde/PNS 2008/2009-2011:** Série Cadernos de Planejamento. Brasília: Ministério da Saúde, 2010. Disponível em: <[http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/sistema\\_planejamento\\_sus\\_v9.pdf](http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/sistema_planejamento_sus_v9.pdf)>. Acesso em: 25 ago. 2017.

BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Tabela de Procedimentos, Medicamentos e OPM do SUS.** Disponível em: <<<http://sigtap.datasus.gov.br/tabela-unificada/app/sec/procedimento/publicados/consultar>>>. Acesso em: 25 ago. 2017a.

BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE. **DATASUS - Departamento de Informática do SUS.** Disponível em: <<<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0901>>>. Acesso em: 25 ago. 2017b.

BRAUN, G. **Volume-Outcome Effect in a National Health Service: the Portuguese Case.** Portugal: Nova School of Business and Economics, maio 2014.

CASSONE, A. et al. Trombose venosa profunda em artroplastia total de quadril. **Rev. bras. ortop**, v. 37, n. 5, p. 153–161, maio 2002.

CHARLSON, M. et al. A New Method of Classifying Prognostic Co-Morbidity in Longitudinal-Studies - Development and Validation. **Journal of Chronic Diseases**, v. 40, n. 5, p. 373–383, 1987.

CHIKUDE, T. et al. Assessment of quality of life among elderly patients with femoral neck fractures surgically treated by partial hip arthroplasty. **Acta Ortopédica Brasileira**, v. 15, n. 4, p. 197–199,



2007.

ERCOLE, F. F.; CHIANCA, T. C. M. Infecção de sítio cirúrgico em pacientes submetidos a artroplastias de quadril. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 10, n. 2, p. 157–165, abr. 2002.

GAYNOR, M.; SEIDER, H.; VOGT, W. B. The Volume-Outcome Effect, Scale Economies, and Learning-by-Doing. **American Economic Review**, v. 95, n. 2, p. 243–247, 2005.

GODOY, P. H. et al. Hospital case fatality associated with coronary angioplasty in Rio de Janeiro State, Brazil, 1999-2003. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 23, n. 4, p. 845–851, abr. 2007.

GOMES, A. S. et al. Factors associated with hospital mortality in Rio Grande do Sul SUS network in 2005: application of a Multilevel Model. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 13, n. 3, p. 533–542, set. 2010.

GOWRISANKARAN, G.; HO, V.; TOWN, R. J. Causality, learning and forgetting in surgery. **Unpublished manuscript**, 2008.

HALM, E. A.; LEE, C.; CHASSIN, M. R. Is volume related to outcome in health care? A systematic review and methodologic critique of the literature. **Annals of Internal Medicine**, v. 137, n. 6, p. 511–520, 17 set. 2002.

HANNAN, E. L. et al. A longitudinal analysis of the relationship between in-hospital mortality in New York State and the volume of abdominal aortic aneurysm surgeries performed. **Health Services Research**, v. 27, n. 4, p. 517–542, out. 1992.

HENTSCHKER, C.; MENNICKEN, R. **Selective-Referral and Unobserved Patient Heterogeneity – Bias in the Volume-Outcome Relationship**. Rochester, NY: Social Science Research Network, 17 nov. 2014. Disponível em: <<http://papers.ssrn.com/abstract=2566242>>. Acesso em: 7 jul. 2015.

HENTSCHKER, C.; MENNICKEN, R. The Volume-Outcome Relationship and Minimum Volume Standards – Empirical Evidence for Germany. **Health Economics**, v. 24, n. 6, p. 644–658, 1 jun. 2015.

HENTSCHKER, C.; MENNICKEN, R. The Volume–Outcome Relationship Revisited: Practice Indeed Makes Perfect. **Health Services Research**, p. n/a-n/a, 1 mar. 2017.

HO, V. Evolution of the Volume-Outcome Relation for Hospitals Performing Coronary Angioplasty. **Circulation**, v. 101, n. 15, p. 1806–1811, 18 abr. 2000.

HO, V. Learning and the evolution of medical technologies: the diffusion of coronary angioplasty. **Journal of Health Economics**, v. 21, n. 5, p. 873–885, set. 2002.

IBGE. **Estatísticas da saúde: assistência médico-sanitária, 2009**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

KAHN, J. M.; TEN HAVE, T. R.; IWASHYNA, T. J. The Relationship between Hospital Volume and Mortality in Mechanical Ventilation: An Instrumental Variable Analysis. **Health Services Research**, v. 44, n. 3, p. 862–879, 1 jun. 2009.

LA FORGIA, G. M.; COUTTOLENC, B. F. **Hospital Performance in Brazil: The Search for Excellence**. 1 edition ed. Washington, D.C: World Bank Publications, 2008.

LAPAR, D. J. et al. Hospital Procedure Volume Should Not Be Used as a Measure of Surgical Quality. **Annals of Surgery**, v. 256, n. 4, p. 606–615, out. 2012.

LENZA, M. et al. Epidemiology of total hip and knee replacement: a cross-sectional study. **Einstein (São Paulo)**, v. 11, n. 2, p. 197–202, jun. 2013.

LUFT, H. S.; BUNKER, J. P.; ENTHOVEN, A. C. Should Operations Be Regionalized? **New England Journal of Medicine**, v. 301, n. 25, p. 1364–1369, 20 dez. 1979.

- LUFT, H. S.; HUNT, S. S.; MAERKI, S. C. The volume-outcome relationship: practice-makes-perfect or selective-referral patterns? **Health Services Research**, v. 22, n. 2, p. 157–182, jun. 1987.
- MACHADO, J. P.; MARTINS, A. C. M.; MARTINS, M. S. Quality assessment of hospital care in Brazil: a systematic review. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 29, n. 6, p. 1063–1082, jun. 2013.
- MARTINS, M.; BLAIS, R.; LEITE, I. DA C. Hospital mortality and length of stay: comparison between public and private hospitals in Ribeirão Preto, São Paulo State, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 20, p. S268–S282, 2004.
- MESQUITA, G. V. et al. Morbid-mortality in elderly due to proximal fractures of the femur. **Texto & Contexto - Enfermagem**, v. 18, n. 1, p. 67–73, mar. 2009.
- NORONHA, J. C. DE et al. Volume and quality of care in coronary artery bypass grafting in Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 19, n. 6, p. 1781–1789, dez. 2003.
- PEREIRA, B. R. R. et al. Artroplastia do quadril: prevenção de infecção do sítio cirúrgico. **Revista SOBECC**, v. 19, n. 4, p. 181–187, 31 dez. 2014.
- PIEGAS, L. S.; BITTAR, O. J. N. V.; HADDAD, N. Myocardial revascularization surgery (MRS): results from National Health System (SUS). **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 93, n. 5, p. 555–560, nov. 2009.
- PIEGAS, L. S.; HADDAD, N. Percutaneous coronary intervention in Brazil: results from the Brazilian Public Health System. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 96, n. 4, p. 317–324, abr. 2011.
- RABELLO, B. T. et al. Uncemented total hip arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 43, n. 8, p. 336–342, ago. 2008.
- REAMES, B. N. et al. Hospital Volume and Operative Mortality in the Modern Era. **Annals of surgery**, v. 260, n. 2, p. 244–251, ago. 2014.
- RIBEIRO, A. L. P. et al. Mortality related to cardiac surgery in Brazil, 2000–2003. **The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery**, v. 131, n. 4, p. 907–909, 1 abr. 2006.
- SAKAKI, M. H. et al. Study of the proximal femoral fractures mortality in elderly patients. **Acta Ortopédica Brasileira**, v. 12, n. 4, p. 242–249, dez. 2004.
- SEIDER, H.; GAYNOR, M.; VOGT, W. B. Volume-outcome and antitrust in US health care markets. **Unpublished Working Paper**, 2004.
- SOARES, D. S. et al. Femoral fractures in elderly Brazilians: a spatial and temporal analysis from 2008 to 2012. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 30, n. 12, p. 2669–2678, dez. 2014.