

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

**INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS – ICEX**

**DEPARTAMENTO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTATÍSTICA**

**Qualificação Hospitalar Utilizando  
Modelos Lineares Generalizados:**

O caso da Mortalidade na Revascularização do Miocárdio

Jorge Faria Lima Jr.

**Belo Horizonte**

**2011**

# Qualificação Hospitalar Utilizando Modelos Lineares Generalizados:

O caso da Mortalidade na Revascularização do Miocárdio

Trabalho de pós-graduação apresentado ao  
Instituto de Ciências Exatas da Universidade  
Federal de Minas Gerais para obtenção do  
título de Especialista em Estatística.

Orientador: Marcelo Azevedo Costa

**Belo Horizonte**

**2011**

## **RESUMO**

Através do uso de técnicas de regressão aplicadas a um indicador de qualidade, procurou-se estabelecer um método para qualificar os hospitais que prestam serviços para os sistemas de saúde, sejam eles públicos ou privados. Também foi realizado um trabalho exploratório comparando as diferenças entre os modelos com efeito fixo e com o hospital como efeito aleatório. Os resultados sugerem que os hospitais com melhor índice de qualidade estão também associados a um menor custo ajustado. Este achado tem aplicações potenciais importantes para a estruturação dos sistemas de saúde que estejam interessados na compra de serviços baseada em valor final para o usuário.

## **ABSTRACT**

Through the use of regression applied to a quality indicator, we tried to establish a method by which hospital quality could be asserted. Also exploratory work was done by comparing fixed effects regression model with a model in which the hospital was treated as a random effect. Results suggest that hospitals with the best quality indicators also have the lowest adjusted cost. These findings have important potential applications to the structuring of health systems interested in value based purchasing for the end user.

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Gasto em saúde como porcentagem do PIB	11
Gráfico 2 – Curva ROC para os modelos fixo e aleatório	36
Gráfico 3 – Coeficientes dos modelos fixo e aleatório n=154	37
Gráfico 4 - Coeficientes dos modelos fixo e aleatório n=77	38
Gráfico 5 - Coeficientes dos modelos fixo e aleatório n=30	38
Gráfico 6 - Coeficientes dos modelos fixo e aleatório todos os hospitais	39
Gráfico 7 – Scatter Plot do custo de internação e dos coeficientes do modelo de qualidade hospitalar	40
Gráfico 8 – Plot dos coeficientes dos modelos de regressão Custo <i>versus</i> 1/Qualidade	41

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Revascularizações que compuseram a população de estudo	32
---	----

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Família de banco de dados do HCUP	16
Quadro 2 – Classificação dos indicadores utilizados pela ARQH	19
Quadro 3 – Variáveis incluídas no primeiro estágio de seleção	23
Quadro 4 - Comorbidades monitoradas pela AHRQ/HCUP	24

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Seleção univariada	33
Tabela 2 – Coeficientes e Odds Ratio, modelo final efeitos fixos	34
Tabela 3 – Intervalos de Confiança de 99% para os coeficientes dos modelos de qualidade e custo	42

## **LISTA DE ABREVIACOES**

AHRQ – Agency for Healthcare Research and Quality

CID 9 CM - Classificação Internacional de Doenças Verso 9, Modificao Clínica

CMS - Centers for Medicare and Medicaid Services

DRGs - Diagnosis Related Groups

EUA – Estados Unidos da América

HCUP - Healthcare Cost and Utilization Project

IC – Intervalo de Confiança

IOM – Institute of Medicine

KID - The Kids' Inpatient Database

NEDS - The Nationwide Emergency Department Sample

NIS - Nationwide Inpatient Sample

OECD - Organization for Economic Co-operation and Development

OR – Odds Ratio

PIB – Produto Interno Bruto

PPC – Paridade do Poder de Compra

ROC - Receiver Operating Characteristic

SASD - The State Ambulatory Surgery

SEDD - The State Emergency Department Databases

SID - The State Inpatient Databases

## SUMÁRIO:

1. INTRODUÇÃO	7
2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA	
2.1. A Crescente Elevação dos Custos na Saúde	11
2.2. A Qualidade dos Serviços Prestados	13
3. OBJETIVOS	
3.1. Objetivo Principal	15
3.2. Objetivos Secundários	15
4. BANCO DE DADOS	16
5. METODOLOGIA ESTATÍSTICA	19
5.1. Indicador de Qualidade – Especificação técnica	20
5.2. Número Mínimo de Procedimentos Executados	21
5.3. Seleção das Variáveis	22
5.4. Comparação entre Modelos	26
5.5. Determinando o Valor	27
5.6. Métodos de Regressão	29
5.6.1. Regressão Linear com Efeitos fixos	29
5.6.2. Regressão Logística	30
5.6.3. Regressão com Efeitos Aleatórios	31
6. RESULTADO E DISCUSSÃO	
6.1. População do Estudo	32
6.2. Seleção das Variáveis	33
6.3. Comparação entre os Modelos	35
6.4. Efeito do Número Mínimo de Procedimentos	36
6.5. Valor do Serviço Hospitalar	40
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

## 1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de saúde, sejam eles privados ou públicos, sempre tiveram que superar importantes desafios, de forma a poder desempenhar suas funções de maneira adequada dentro da sociedade.

Questões referentes a integralidade do cuidado, sua respectiva resolutividade e acesso dos usuários são complexas e demandam fluxos operacionais que distribuam os recursos disponíveis da melhor forma possível.

Os diferentes arranjos institucionais devem ser particularizados de acordo com as características da população de beneficiários e suas necessidades. O bom planejamento leva em conta a distribuição espacial dos serviços de saúde, a proporção de investimentos em prevenção *versus* àqueles destinados a assistência médica, a custo-efetividade desta assistência, considerando inclusive as preferências dos usuários do sistema (BRASIL, Presidência da República, 1990) (NHS Constitution, 2010).

Atualmente, soma-se a estes desafios tradicionais, um novo rearranjo de fatores que ameaça a solvência dos sistemas de saúde e que já hoje, contribuem majoritariamente para a inadequação do cuidado em saúde, a saber:

A crescente complexidade da ciência e da tecnologia. Em nenhum momento anterior da história houve tanto o que saber, fazer, monitorar, administrar e coordenar relativo as intervenções em saúde. Enquanto o conhecimento científico avançou a passos largos, a capacidade de entregar o cuidado em saúde baseado neste mesmo conhecimento não acompanhou o mesmo ritmo. Nos últimos 30 anos o número de ensaios clínicos subiu de 100 para 10.000 por ano, impossibilitando que um clínico consiga reter toda a informação necessária para uma boa prática baseada na melhor evidência disponível.

Aumento no número de condições crônicas. Uma das conseqüências diretas do aumento da qualidade de vida e dos avanços da tecnologia médica é o aumento da expectativa de vida. Desta forma os indivíduos com mais de 65 anos estão

compondo uma percentagem cada vez maior da população. Esta mudança demográfica gera um enorme impacto nos sistemas de saúde. Nos países desenvolvidos, as doenças crônicas já são a causa mais importante de morbidade e mortalidade, tendo os países em desenvolvimento seguindo um padrão muito semelhante de transição. O cuidado das condições crônicas é mais dispendioso e requer uma coordenação do cuidado mais complexa (Institute of Medicine, 2001).

Desorganização estrutural. O modelo para a entrega dos serviços em saúde muitas vezes é excessivamente complicado, dispendioso e suas diversas camadas burocráticas se apresentam como fator de confusão para os usuários, chegando inclusive a atrapalhar o bom fluxo do atendimento médico. Além de desperdiçar recursos, um sistema desorganizado de entrega do cuidado também favorece atrasos no início do tratamento adequado e potenciais falhas na cobertura de determinadas doenças.

Incorporação limitada dos benefícios da tecnologia da informação. O advento da internet e da rede mundial de computadores afetou diversos aspectos da vida em sociedade, seu uso está cada vez mais disseminado inclusive entre as camadas com menor poder aquisitivo. O uso de buscadores para levantamento de informações sobre diagnóstico e tratamento de um sem número de doenças é uma prática corriqueira. Contudo as organizações de saúde têm demorado a se modernizar, em parte devido a legítima preocupação quanto a segurança dos dados sigilosos envolvidos, mas também devido a uma cultura de conservadorismo por parte de clínicas, hospitais e sistemas de saúde. Potenciais benefícios incluem: ferramentas de apoio a decisões para o corpo clínico, redução de erros devido a interações medicamentosas nas prescrições médicas e portabilidade de informações sobre a saúde do paciente entre os diversos serviços, às vezes referido como “prontuário virtual”. (Institute of Medicine, 2001)

Durante a sua vida os indivíduos entram em contato várias vezes com o sistema de saúde. Na maioria delas, o resultado obtido é benéfico e dentro das expectativas, levando-se em conta a gravidade da doença e o nível da prática médica regional.

Contudo este nem sempre é o caso, visando a melhora da qualidade do atendimento ofertado, o Instituto de Medicina norte americano (Institute of Medicine

– IOM), uma entidade não governamental sem fins lucrativos, identificou seis metas pela qual a ação do sistema de saúde poderá propiciar um aumento significativo da qualidade ofertada.

**Meta Segurança:** Pacientes não deveriam ser prejudicados pelos tratamentos que tem a função de ajudá-los. Este prejuízo pode ser causado pela falha na implementação de um tratamento já planejado ou pelo uso de um plano equivocado para se atingir um determinado fim terapêutico. Exemplos incluem o paciente que recebe uma dose potencialmente tóxica de uma determinada medicação, uma falha no diagnóstico onde os sintomas se apresentam evidentes, ou a exposição inadvertida a agentes físicos, químicos ou biológicos dentro do ambiente da hospitalar.

Quando estas complicações surgem, manda a ética que os respectivos prestadores de serviço informem o paciente, o auxiliem na sua recuperação e tomem medidas para que o problema não ocorra novamente. A transparência é fundamental neste processo. Os sistemas de saúde não devem tentar ganhar a confiança dos seus usuários omitindo eventuais erros e sim os trazendo à tona assumindo simultaneamente um firme compromisso pela busca da melhoria (Institute of Medicine, 2001).

**Meta Eficácia:** Os métodos de prevenção de doenças, diagnósticos e terapêuticos devem produzir melhores resultados do que as demais alternativas disponíveis. Apenas pode-se garantir isto, com o estudo sistematizado da literatura disponível, integrando-se aquilo aprendido na prática médica com os valores do paciente, o que também é conhecido como prática baseada em evidência.

**Meta Centro no Paciente:** Esta dimensão foca nas experiências do doente com a sua doença, e na capacidade do sistema em suprir suas necessidades individuais para o cuidado de sua saúde. Acomodar os familiares do paciente dentro do ambiente hospitalar é um fator importante. Combater o medo e a ansiedade decorrentes da internação, estar atento ao controle da dor e de outros sintomas que causam grande desconforto físico além de manter o paciente sempre informado e educado em relação a próxima etapa do tratamento, também ganham destaque nesta dimensão. É oportuno lembrar o espírito hipocrático de “curar algumas vezes, aliviar quase sempre, consolar sempre” (Druss, 2003).

Meta Cuidado Oportuno: A falta do tratamento ou diagnóstico oportuno é uma fonte de dano potencialmente evitável para os usuários do sistema e pode denotar uma falta de cuidado nos fluxos assistenciais e falta de respeito para com o usuário. Longas esperas são freqüentes, sejam elas na marcação de consultas, cirurgias ou na espera por um resultado de exame. Acontecimento que é bem menos tolerado em outras indústrias de serviço. Estudos mostram que melhorar o acesso ao serviço de saúde não aumenta necessariamente os gastos, podendo inclusive diminuí-los (Fuss, 1998) (Barry-Walker, 2000).

Meta Eficiência: Em um sistema eficiente, os recursos são utilizados para adquirir o melhor valor possível para os respectivos beneficiários. O oposto seria o desperdício, onde recursos são utilizados em processos que resultam em pouco ou nenhum benefício. Pode-se atuar tanto na redução da super-utilização de serviços de saúde como na redução dos custos administrativos ou de produção. Note-se que a melhora da qualidade do serviço ofertado, com ênfase na segurança e na eficácia dos tratamentos, também pode contribuir para a melhora da eficiência, pois as diferentes dimensões estão interligadas, sendo complementares entre si em muitas situações.

Meta Equidade: Compreende dois aspectos. O populacional e o individual. Sob o ponto de vista populacional, deve-se almejar melhorar o nível de saúde de todos, ao mesmo tempo em que se reduzem as disparidades entre os diferentes subgrupos. No nível individual, deve-se garantir que a disponibilidade do cuidado esteja de acordo com a necessidade e que cada usuário seja tratado de forma que diferenças como sexo, idade, raça, renda, local da residência, deficiência física ou orientação sexual não impactem a qualidade do tratamento recebido.

Dentro deste conjunto, o objeto de estudo do presente trabalho é uma faceta da meta eficiência. A eficiência por sua vez, pode ser expressa como o resultado da razão entre a qualidade dos serviços de saúde oferecidos e o seu respectivo custo para a fonte pagadora. Ambos os componentes são de particular importância, pois estão no foco das discussões sobre os rumos futuros dos modernos sistemas de saúde (Deas, 2006).

## 2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

### 2.1. A Crescente Elevação dos Custos na Saúde

O crescimento dos gastos em saúde é uma tendência que se mantém em vários países ao longo dos últimos cinquenta anos (figura 1).

Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (Organisation for Economic Co-operation and Development - OECD) em 1960 a média de gasto entre os países participantes era de menos de 4% do Produto Interno Bruto (PIB). Já em 2009 os gastos atingiram um valor médio recorde de 9,6% e em mais de uma dúzia de países, este valor ultrapassou a casa dos 10% do PIB, com os Estados Unidos da America (EUA) se destacando, apresentado mais de 17% da sua economia voltada para o setor de saúde.

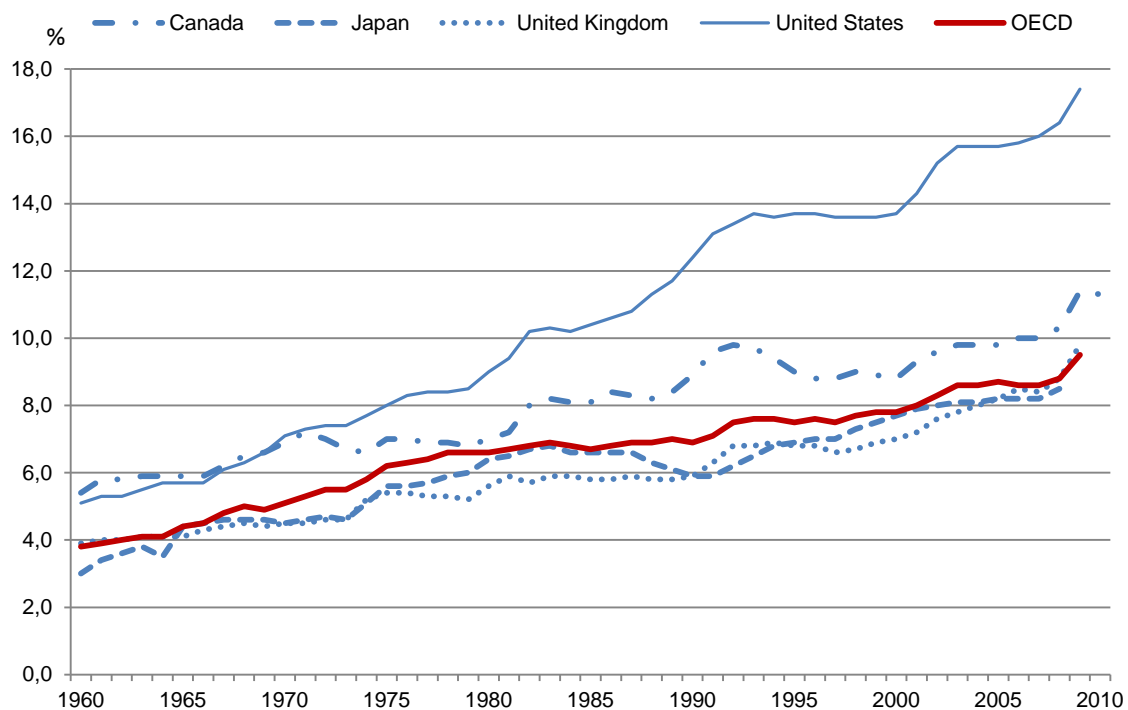


Gráfico 1 – Gasto em saúde como porcentagem do PIB (fonte: OECD health data 2011)

O gasto em saúde *per capita* também apresenta um aumento semelhante, com um ritmo de 6,1% de aumento médio em termos reais (já se levando em conta a inflação) na década de 70, 3,3% na década de 80, 3,7% na década de 90 e 4% entre 2000 e 2009. Como comparação, no mesmo período de 2000 a 2009 o crescimento médio real do PIB para os países da OECD foi de 1,6%.

Note-se que em ambas as situações o ritmo de crescimento do gasto em saúde, ultrapassou o crescimento da economia em todos os períodos históricos. Contra intuitivamente, mesmo nos períodos de recessão econômica, os gastos públicos em saúde tiveram um forte crescimento. Os esforços governamentais no sentido de austeridade, mesmo naqueles países onde a participação estatal é grande, resultaram apenas em um efeito transitório (OECD, 2011).

Existe uma correlação entre o gasto em saúde *per capita* e a expectativa de vida para os países da OECD, contudo esta correlação diminui quanto maior é o gasto em saúde. Esta estatística sugere que vários outros fatores são responsáveis por determinar quão longevas são as populações de cada país. Também sugere a possibilidade de aumento da eficiência dos sistemas de saúde, assegurando que gastos adicionais, se reflitam em benefícios mensuráveis para a sociedade.

O Brasil também está inserido neste processo, tendo rapidamente saltado de um valor de 6,7% do PIB gasto em saúde em 1995 para um patamar de 9,0% em 2009.

Contudo, apesar do país estar próximo a média da OECD em relação ao PIB, o mesmo não acontece no gasto *per capita* ajustado pela Paridade de Poder de Compra (PPC). Pois apesar do salto expressivo de 412 dólares em 1995 *versus* 943 dólares em 2009, ainda está distante dos 3.233 dólares registrados como média da organização (World Health Organization, 2012).

## 2.2. A Qualidade dos Serviços Prestados

Apesar da melhoria da qualidade metodológica e da freqüência dos estudos realizados, a epidemiologia do erro médico ainda é uma figura em processo de construção. Contudo, parece claro que o cuidado em saúde não é tão seguro quanto deveria ser.

Um estudo australiano com o objetivo de pesquisar a qualidade ofertada revisou 14.179 prontuários em 28 hospitais de New South Wales e do sul da Austrália, encontrando um índice de 16,6% de efeitos adversos, que resultaram em algum tipo de seqüela ou provocaram um aumento no tempo de permanência hospitalar. Deste conjunto, 13,7% foram vítimas de seqüelas permanentes e 4,9% resultaram em morte. Um pouco mais da metade destes eventos adversos (51%) poderiam ter sido evitados (Wilson RM, 1995).

Na área da saúde, um efeito adverso é classificado como um evento que provoca um dano a saúde do paciente resultante não da doença de base, mas sim de alguma intervenção durante o manejo de sua condição médica.

O Harvard Medical Practice Study pesquisou mais de 30.000 prontuários de 51 hospitais na região de Nova York e encontrou um índice de 3,7% de efeitos adversos, sendo 58% classificados como evitáveis. Apesar da maioria destes casos resultarem em seqüelas que persistiram por menos de seis meses, 13,6% resultaram em morte e 2,6% em seqüela permanente (A., Leape, & Laird, 1991).

Ainda dentro da realidade americana, outro estudo feito na região de Utah e do Colorado mostrou um índice de efeitos adversos de 2,9% numa amostra de 15.000 prontuários com 6,6% deste subgrupo tendo como desfecho final o óbito. Os pesquisadores julgaram que 53% destes casos poderiam ser evitados (Thomas, Studdert, & Newhouse, 1999).

As variações encontradas entre os diferentes estudos, provavelmente se devem a diferenças entre os sistemas de saúde pesquisados, práticas médicas variando com o tempo e os critérios e o rigor metodológico de cada estudo.

Nota-se o expressivo índice de eventos evitáveis presente em todos os estudos, o que caracteriza alvo de atuação para a melhora dos sistemas de saúde. Realizando-se uma projeção baseada nos resultados acima, estima-se que entre 44.000 e 98.000 vidas poderiam ser salvas por ano apenas nos EUA (Institute of Medicine, 2000).

Mas os erros não geram um impacto apenas em termos de morbidade e mortalidade individuais. A sociedade como um todo arca com seus custos diretos e indiretos pelo aumento dos gastos de saúde, perda de produtividade e renda relacionada a seqüelas.

Os custos totais foram estimados em cerca de Us\$ 37 bilhões em 1992, sendo Us\$ 17 bilhões em efeitos adversos que poderiam ter sido evitados (Thomas, Studdert, & Newhouse, 1999). Pode-se ter uma situação onde para cada dólar gasto em uma determinada medicação, outro dólar é gasto no tratamento de seus efeitos colaterais (The Alliance for Aging Research, 1998).

Contudo a maioria do público tem uma visão limitada deste problema, o que contribui para que não ocorra uma maior pressão para sua minimização.

Os sistemas de saúde que desejarem o aumento da qualidade do atendimento prestado, devem investir na redução dos efeitos adversos. Apresentar comprometimento institucional com a segurança, terem uma cultura organizacional disposta a um contínuo aprendizado e mudança, são elementos essenciais neste processo.

Estabelecer melhorias nos sistemas de mensuração de indicadores, estabelecendo e acordando metas e incentivos para sua melhoria, fazem parte de um conjunto de medidas práticas voltadas a este fim.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo Principal**

Ajustar um modelo de regressão linear que possibilite identificar os prestadores hospitalares com o melhor perfil de qualidade, utilizando-se como critério um indicador reconhecido na literatura médica, levando-se em conta fatores individuais do paciente, características vinculadas ao procedimento em questão e fatores relacionados ao próprio hospital.

#### **3.2. Objetivos Secundários**

Comparar o ajuste entre o modelo linear fixo e o modelo linear com efeitos aleatórios em relação ao indicador tomado como referência de qualidade hospitalar.

Qualificar o impacto sobre a quantidade de recursos utilizados pelos hospitais que apresentarem os melhores resultados deste mesmo indicador. Os melhores hospitais sob o ponto de vista da qualidade são aqueles associados aos maiores custos para os sistemas de saúde? Ou seja, caracterizar as instituições avaliadas sobre o ponto de vista do valor que geram para os sistemas de saúde.

## 4. BANCO DE DADOS

A Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ) é um dos doze braços do Department of Health and Human Services americano, equivalente ao Ministério da Saúde brasileiro. Tem como missão a melhora da qualidade, da segurança, da eficácia e da eficiência do atendimento de saúde para a população daquele país.

A agência tem como foco promover o aumento do valor na área da saúde. Para este fim desenvolveu uma série de ferramentas que possibilitem a produção de dados, evidências e estratégias que possam auxiliar as diversas organizações a atingirem este objetivo (US Department of Health and Human Services, 2011).

Uma destas iniciativas é o Healthcare Cost and Utilization Project (HCUP), uma família de banco de dados (quadro 1), softwares e produtos relacionados resultante de uma parceria entre os elementos do governo americano (níveis estadual e federal), e da iniciativa privada na área da saúde.

Os bancos de dados da HCUP consolidam os dados obtidos por entidades governamentais, associações de hospitais e instituições privadas de coleta de dados. Tem com o objetivo criar uma referência nacional, estadual e de todos os pagadores referentes a dados relativos ao atendimento centrado no nível do paciente (Agency for Healthcare Research and Quality, Rockville, MD, 2006-2009).

Nome	Característica do Banco de Dados
NIS - The Nationwide Inpatient Sample	Amostra nacional dos EUA com mais de 1000 hospitais participantes
KID - The Kids' Inpatient Database	Amostra nacional dos EUA com o sumário das altas das internações pediátricas
NEDS - The Nationwide Emergency Department Sample	Banco de dados que gera uma estimativa nacional americana das visitas aos departamentos de emergência
SID - The State Inpatient Databases	Contém o sumário de alta dos pacientes para cada estado americano
SASD - The State Ambulatory Surgery Databases	Contém dados do cuidado ambulatorial ou de cirurgias ambulatoriais.
SEDD - The State Emergency Department Databases	Dados referentes as visitas aos departamentos de emergência americanos que não resultaram em internação.

Quadro 1 - Família de banco de dados do HCUP. Fonte: (Agency for Healthcare Research and Quality, Rockville, MD, 2006-2009)

A Nationwide Inpatient Sample (NIS) é a maior base de dados sobre internações hospitalares nos Estados Unidos que inclui todos os tipos de pagadores. É constituída de uma amostra aleatória por conglomerados em um estágio, estratificada e sem reposição tendo-se como alvo 20% de todas as internações hospitalares no país.

Os estratos do universo amostral são: a quem pertence o hospital (privado, filantrópico ou governamental não federal), número de leitos, se é um hospital escola ou não, área rural ou urbana e a localização geográfica (nordeste, meio-oeste, oeste e sul definidos pelo US Census Bureau)

São elegíveis a participar da amostra todos os hospitais comunitários dos Estados Unidos. São incluídos hospitais gerais e de especialidades, centros acadêmicos, hospitais públicos, além de hospitais de curta e longa permanência voltados para o atendimento de casos agudos.

São excluídos do espaço amostral hospitais governamentais federais, hospitais psiquiátricos, estabelecimentos para tratamento de dependência química ou alcoolismo. Hospitais de longa permanência dedicados a tratamento de doenças não agudas e hospitais de curta permanência dedicados a reabilitação de doentes também não participam da amostra.

A base de dados é atualizada anualmente e remonta a 1988, o que permite análises temporais. Seu grande volume de registros permite o estudo de doenças raras ou grupos específicos de doentes.

Utilizou-se como fonte de dados a NIS do ano de 2008 que recebeu a contribuição de 42 estados americanos, resultando em um total de 8.158.381 internações, realizadas em 1.056 hospitais. No total tem-se 173 variáveis, distribuídas em cinco arquivos distintos:

Arquivo principal: inclui informações sobre o custo total da internação, se houve transferência entre hospitais, origem da internação, tempo de permanência, diagnósticos e procedimentos realizados e em que período do ano ocorreu a admissão.

Características do hospital: com dados sobre quem controla a instituição (privado, sem fins lucrativos ou público), sua localização geográfica, número de pessoal de enfermagem por mil leitos, se o hospital pertence a uma cadeia maior e a quantidade de cirurgias feitas em ambiente ambulatorial.

Custo ajustado para as internações: os valores cobrados pelos prestadores de saúde não correspondem aos custos da internação, de forma a fazer este cálculo o arquivo apresenta fatores de correção baseados em relatórios de contabilidade do Centers for Medicare and Medicaid Services (CMS).

Severidade da doença: com informações sobre a gravidade da doença e chance de mortalidade segundo os critérios dos Diagnosis Related Groups (DRGs) – sistemas de pagamento prospectivo adotado em vários países, inclusive nos EUA. Contém também indicadores de comorbidade além de estágio da doença adotados pela própria AHRQ.

Procedimentos e diagnósticos durante a internação: contém dados filtrados e agrupados por uma ferramenta desenvolvida pelo HCUP sobre a realização de procedimentos e presença de condições crônicas selecionadas. O software se baseia na Classificação Internacional de Doenças versão 9, Modificação Clínica (CID 9 – CM).

O projeto HCUP é rigoroso no tocante a questões de privacidade dos dados. Não é permitido divulgar informações que possam levar a identificação dos hospitais. Da mesma maneira, qualquer tabulação que gere uma estatística com um número de internações menor ou igual a 10 não pode ser divulgada.

Outra iniciativa da AHRQ é o desenvolvimento de indicadores de qualidade que tem como finalidade auxiliar decisões e pesquisas por parte de profissionais da área da saúde. Estes indicadores estão categorizados por em área de interesse: prevenção, internação hospitalar, segurança do cuidado e população pediátrica. Os indicadores também podem ser de volume, mortalidade ou de utilização (quadro 2)(Agency for Healthcare Research and Quality, 2011).

Tipo de Indicador	Evidência da Literatura	Exemplo
Volume	Medida indireta da qualidade: quanto maior o número de procedimentos realizados em uma instituição, melhor o desfecho.	Ressecção do esôfago, ressecção do pâncreas.
Mortalidade	Procedimentos onde a qualidade do cuidado está relacionada às taxas de mortalidade.	Reparo do aneurisma da aorta, reparo da fratura do quadril.
Utilização	Procedimentos onde questões relativas a super utilização, subutilização ou má indicação estão relacionadas a qualidade.	Proporção de cesarianas realizadas, proporção de apendicectomia entre os idosos

Quadro 2 – Classificação dos indicadores utilizados pela ARQH. Fonte: (Agency for Healthcare Research and Quality, 2011)

## 5. METODOLOGIA ESTATÍSTICA

O critério escolhido para ser a referência da qualidade hospitalar foi o índice de mortalidade nas cirurgias de revascularização do miocárdio.

A revascularização do miocárdio é um procedimento indicado para o tratamento da doença arterial coronariana cujos pacientes não responderam bem ao tratamento clínico otimizado. A técnica apresenta excelentes resultados no curto e no médio prazo, contudo no longo prazo, os resultados dependem da viabilidade dos enxertos vasculares utilizados.

Apesar de pacientes cada vez mais graves estarem sendo submetidos a esta técnica cirúrgica os índices de mortalidade vem caindo desde os anos 60. Os dados da Sociedade de Cirurgiões Torácicos americana entre os anos de 1997 a 1999 mostram um índice de 3.07%.

Com o aumento do escrutínio relativo ao procedimento, ficou bem estabelecido que índices absolutos, que não levam em consideração as características individuais de cada caso, podem gerar comparações injustas entre diferentes prestadores ou cirurgiões (Braunwald's Heart Disease: A textbook of Cardiovascular Medicine, 8th Edition, 2008).

De forma a não incorrer neste problema, serão utilizados diferentes modelos de regressão para controlar as variáveis de interesse do estudo.

### 5.1. Indicador de Qualidade – Especificação técnica

O índice de mortalidade conforme especificado pela ARQH é:

$$\text{Mortalidade} = \frac{O}{A} \quad (1)$$

Onde “A” corresponde ao número de altas em pacientes com 40 anos ou mais com o CID 9 CM correspondente a revascularização do miocárdio (códigos 3610, 3611, 3612, 3613, 3614, 3615, 3616, 3617 e 3619).

São excluídos do cálculo os pacientes transferidos para outro hospital, grávidas e mulheres que acabaram de dar a luz ou registros que não contenham situação de alta, sexo, idade, quadrimestre do atendimento, ano ou diagnóstico principal.

“O” é o número de óbitos entre os casos que seguem as regras de inclusão e exclusão do denominador.

A mortalidade será utilizada como variável dependente nos modelos de regressão a serem testados. Como se trata de uma variável dicotômica, o modelo a ser ajustado é o logístico.

## 5.2. Número Mínimo de Procedimentos Executados

De forma a não superestimar o índice de qualidade daqueles prestadores que realizaram um número pequeno de procedimentos cirúrgicos e que devido unicamente ao acaso, não tiveram nenhum registro de óbito (ou um número muito reduzido), foi estabelecido um critério mínimo de procedimentos para que um hospital entrasse no estudo.

O cálculo foi baseado na distribuição de Poisson assumindo-se a probabilidade de uma contagem não negativa. A fórmula utilizada para o cálculo foi:

$$N = \frac{\text{Log}(1-\beta)}{\text{Log}(1-P)} \quad (2)$$

Onde  $\beta$  é o intervalo de confiança do estudo e “P” é a probabilidade de ocorrência do evento (Hanley JA, 1983).

O N encontrado foi de 154, utilizando-se um  $\beta$  de 99% e uma probabilidade de 0,0295 de morrer na internação onde o procedimento ocorreu. Isto foi calculado utilizando-se o conceito de mortalidade geral para a revascularização do miocárdio, com dados obtidos da própria NIS de 2008. O efeito deste critério de inclusão será brevemente explorado relativo ao modelo de regressão escolhido.

### 5.3. Seleção das Variáveis

Devido ao grande número de variáveis disponíveis (n=173) e também ao fato de muitas delas trazerem informações altamente correlacionadas, é desejável que o modelo incorpore apenas uma parcela deste total.

Numa primeira etapa aquelas variáveis que não eram de interesse do estudo ou que conceitualmente carregavam informações semelhantes foram descartadas até que ficasse um representante único de cada aspecto relativo a uma determinada dimensão de interesse. Por exemplo: as variáveis código postal do hospital, cidade do hospital e endereço do hospital foram desprezadas, enquanto se manteve a variável localização do hospital (rural ou metropolitana) e estado da federação a que pertence o hospital.

O intuito é que estas duas variáveis, ao invés das cinco iniciais, pudessem captar as variações regionais da prática da medicina nos EUA utilizando-se um modelo mais simples.

Esta seleção visava contemplar três grandes categorias fundamentais para a comparação entre prestadores distintos: características dos pacientes, características ligadas ao hospital e particularidades ligadas ao procedimento em si (quadro 3).

Todas as 29 comorbidades adotadas pela ARQH baseadas no sistema proposto por Elixhauser para uso em bases de dados administrativas foram incorporadas nesta primeira etapa (quadro 4) (Elixhauser A, 1998).

Grupo Principal	Variável	Descrição
Características Ligadas ao Paciente	Age	Idade do paciente
	Female	Sexo do paciente
	NDX	Número de Diagnósticos Registrados durante a internação
	NPR	Número de Procedimentos realizados durante a internação
	RACE	Raça do paciente
	ZIPINC_QRTL	Renda relativa (expressa em quartis)
	<b>COMORBIDADES*</b>	<b>Comorbidades (ver quadro 4 para lista completa)</b>
Características Ligadas ao Procedimento	AWEEKEND	Se o procedimento foi realizado no final de semana
	Elective	Se o procedimento teve caráter eletivo ou de urgência
	LOS	Tempo de permanência no hospital
	PAY1	Fonte pagadora primária
	TRAN_IN	Se o paciente foi encaminhado de outro serviço
Características Ligadas ao Hospital	HOSP_TEACH	Se o hospital em questão é um hospital escola
	HOSP_LOCATION	Se o hospital está uma localidade rural ou urbana
	H_CONTRL	Controle do hospital (público, privado, sem fins lucrativos)
	HOSP_BEDSIZE	Número de leitos do hospital
	HOSPST	Estado da federação onde se encontra o hospital
	HOSP_MHSMEMBER	Se o hospital é membro de uma cadeia de hospitais
	HOSP_NAFTEAPD	Número de auxiliares de enfermagem por 1000 leitos
	HOSP_RNFTEAPD	Número de enfermeiras registradas por 1000 leitos
	HOSP_RNPCT	Porcentagem de enfermeiras registradas entre as enfermeiras licenciadas
	TOTAL_DISC	Número total de altas (inclui todos os tipos de caso)
	totcnt	Número de revascularizações realizadas no hospital

Quadro 3 – Variáveis incluídas no primeiro estágio de seleção.

Foi criada ainda uma variável denominada “totcnt” que foi obtida pelo somatório do número de revascularizações realizados por cada instituição. Ela serviu não apenas para se determinar se o hospital realizou o número mínimo de procedimentos para ser incluído, como também para investigar a influência do número de procedimentos feitos tem impacto sobre a qualidade oferecida pelo hospital.

Variável	Comorbidade
CM_AIDS	Síndrome da imunodeficiência adquirida
CM_ALCOHOL	Abuso do álcool
CM_ANEMDEF	Anemias por deficiência
CM_ARTH	Artrite reumatóide / doença vascular do colágeno
CM_BLDLOSS	Anemia devido a perda sanguínea
CM_CHF	Insuficiência cardíaca congestiva
CM_CHRNLUNG	Doença crônica pulmonar
CM_COAG	Coagulopatias
CM_DEPRESS	Depressão
CM_DM	Diabetes, sem complicações
CM_DMCX	Diabetes, com complicações crônicas
CM_DRUG	Abuso de drogas
CM_HTN_C	Hipertensão arterial sistêmica (com e sem complicações)
CM_HYPOTHY	Hipotireoidismo
CM_LIVER	Doença Hepática
CM_LYMPH	Linfoma
CM_LYTES	Distúrbios hidroeletrolíticos
CM_METS (Ca Metastático)	Câncer Metastático
CM_NEURO	Outras desordens neurológicas
CM_OBESE	Obesidade
CM_PARA	Paralisia
CM_PERIVASC	Doença vascular periférica
CM_PSYCH	Psicose
CM_PULMCIRC	Distúrbio da circulação pulmonar
CM_RENLFAIL	Insuficiência Renal
CM_TUMOR	Tumor sólido, sem metástase
CM_ULCER	Úlcera péptica não sangrante
CM_VALVE	Doença valvar
CM_WGHTLOSS	Perda de peso

Quadro 4 – Comorbidades monitoradas pela AHRQ/HCUP, estas variáveis estão agrupadas em “Comorbidades” no quadro 3.

Num segundo momento as variáveis pré-selecionadas serão submetidas a um critério estatístico de seleção para compor a equação de regressão. Este critério consiste em comparar a diferença da Deviance entre o modelo logístico com apenas o intercepto e o modelo univariado, onde a variável preditora é aquela a ser testada.

Pode-se obter o grau de adequação (Goodness of Fit) do modelo logístico, utilizando-se o método da razão de verossimilhança. O teste compara o modelo corrente com um modelo saturado onde cada observação é permitida ter seu próprio parâmetro ou seja, uma probabilidade de sucesso. Essa probabilidade é expressa como  $y_i/n_i$ , onde  $y_i$  é o número de sucessos e  $n_i$  é o número de observações.

A Deviance é definida como duas vezes a diferença na razão de verossimilhança logarítmica entre o modelo saturado e o modelo corrente.

$$D = 2 \ln \frac{L(\text{modelo saturado})}{L(\text{modelo corrente})} = \quad (3)$$

$$= 2 \sum_{i=1}^n \left[ y_i \ln \left( \frac{y_i}{n_i \pi_i} \right) + (n_i - y_i) \ln \left( \frac{n_i - y_i}{n_i (1 - \pi_i)} \right) \right] \quad (4)$$

Onde: “D” é a Deviance; “y” é a observação; “n” é o número de observações; “ $\pi$ ” é a probabilidade de sucesso estimado.

Quando o modelo logístico está bem ajustado e o tamanho da amostra é grande, a estatística tem uma distribuição  $\chi^2$  com n-p graus de liberdade; sendo “p” o número de parâmetros do modelo. Quanto menor for o valor da Deviance melhor o ajuste (Douglas C. Montgomery, 2006).

Ocorrendo um valor P significativo ( $\alpha = 0,01$ ) a variável então passa a fazer parte do modelo multivariado. Caso esta continue a se apresentar significativa

(mantendo-se o  $\alpha = 0,01$ ) dentro do modelo multivariado, ela será incluída definitivamente como variável preditora no modelo final.

#### 5.4. Comparação entre Modelos

Uma vez que o conjunto de variáveis esteja estabelecido, será feita a comparação entre o modelo de regressão linear fixo *versus* o modelo de regressão com efeitos aleatórios. Os modelos que incorporam elementos de uma distribuição aleatória também são conhecidos como mistos.

O estudo da aplicação destes diferentes modelos deve-se aos bons resultados encontrados na literatura, onde o hospital ao invés de ser mais uma variável de efeito fixo, é colocado como fator aleatório relativo à qualidade do serviço ofertado (Laurent G. Glance, 2010).

Como critério de comparação, será utilizado uma adaptação no pacote estatístico do teste de Hausman:

$$H = (b_1 - b_0)' (\text{Var} (b_0) - \text{Var} (b_1))^\dagger (b_1 - b_0) \quad (5)$$

Onde “b” é o vetor dos coeficientes com dois estimadores “b<sub>1</sub>” e “b<sub>0</sub>”; †Designa a matriz pseudo-inversa e “Var” é a variância de “b<sub>1</sub>” e “b<sub>0</sub>”. O teste se aproxima assintoticamente de uma distribuição  $\chi^2$  com grau de liberdade equivalente a ordem da matriz da variância de b<sub>1</sub> e b<sub>0</sub> (Hausman, 1978).

Adicionalmente, será lançada mão da comparação visual da curva ROC (Receiver Operating Characteristic). Esta consiste na plotagem dos índices de verdadeiro positivo (sensibilidade) *versus* falso positivo (1-especificidade) de cada modelo.

## 5.5. Determinando o Valor

O valor é uma medida da importância relativa de um objeto, produto ou serviço. Quanto maior a complexidade do produto ou do serviço, maior a dificuldade potencial em estabelecer o seu valor. O conceito varia diretamente com a qualidade percebida ou medida e inversamente com o seu custo:

$$Valor \sim \frac{Qualidade}{Custo} \quad (6)$$

O mercado de saúde é considerado imperfeito, pois as informações necessárias para que os indivíduos possam realizar decisões racionais em relação a um tratamento não estão amplamente disponíveis.

O médico tem uma relação de agência com seu paciente, ou seja, o paciente (principal) delega a autoridade decisória para o médico (agente). Isto deriva do fato de que a maioria das pessoas reconhecerem que são relativamente desinformadas para arcar com a maior parte das decisões a serem tomadas. Contudo podem existir interesses conflitantes nessa relação, pois muitas vezes os médicos são os prestadores dos serviços ofertados, ou mantém fortes laços econômicos com os mesmos (Sherman Folland, 2008).

Este raciocínio pode ser extrapolado para a figura do sistema de saúde, quando este assume a figura do pagador.

Ao valorar um serviço ofertado por diferentes hospitais ao consumidor (individual ou institucional), contribuí-se para minimizar este problema. Porém deve-se estar atento à maneira como esta informação será divulgada, para se evitar vieses de interpretação. É necessário que as partes envolvidas compreendam a utilidade e as limitações do método empregado.

Os coeficientes dos hospitais no modelo de regressão logística serão exponenciados, de forma a obter o valor do respectivo odds ratio (OR). Na

regressão logística, a variável dependente é um *logit* que é o log natural do odds ratio, ou seja:

$$\text{Log(odds)} = \text{Logit}(P) = \ln \left( \frac{P}{(1-P)} \right) \quad (7)$$

O hospital mediano servirá de balizador e todos os hospitais que apresentarem o intervalo de confiança de 99% abaixo deste referencial, serão selecionados para a análise do consumo de recursos.

Em caráter exploratório, será ajustado um modelo de regressão com a função de ligação logarítmica com o intuito de preservar a mesma base de comparação (OR). Este modelo terá os erros baseada na distribuição Gamma, adequada a custos financeiros, por assumir apenas valores positivos e ser assimétrica com cauda longa.

Por fim uma comparação gráfica com eixos qualidade *versus* custo permitirá intuir se o prestador tende a ser classificado como de alta qualidade e baixo custo; alta qualidade e alto custo; baixa qualidade e baixo custo ou baixa qualidade e alto custo.

## 5.6. Métodos de Regressão

Durante o trabalho vários métodos de regressão foram utilizados. Segue adiante uma nota sobre cada técnica de forma a melhor diferenciá-las.

### 5.6.1. Regressão Linear com Efeitos fixos

A análise de regressão é uma técnica estatística para investigar e modelar a relação entre variáveis. Encontra aplicação em quase todos os campos da ciência e é provavelmente a técnica mais utilizada em estatística. Pode ser representada por:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p + \epsilon \quad (8)$$

Sendo “Y” a variável resposta também chamada variável dependente; “ $x_p$ ” as variáveis preditoras ou independentes ; “ $\beta_p$ ” o vetor dos efeitos fixos e “ $\epsilon$ ” os resíduos do modelo. Os resíduos podem ser interpretados como uma variável que corresponde à falha do modelo em se encaixar perfeitamente nos dados em questão (Douglas C. Montgomery, 2006).

O modelo é chamado linear, não por que Y é um função linear de X, mas porque o modelo é linear em função dos betas, que quantificam a relação de cada variável preditora em relação as variáveis resposta.

Efeitos fixos são o “padrão” para os modelos de regressão. Recebem esta denominação devido ao fato dos betas terem um valor que não se altera uma vez que a equação de regressão esteja estabelecida.

### 5.6.2. Regressão Logística

É utilizada nos casos em que a variável resposta tem só dois resultados possíveis, o que pode ser descrito como sucesso e fracasso, ou 1 e 0 respectivamente. A forma geral da equação de regressão logística é:

$$Y_i = E(y_i) + \epsilon_i \quad (9)$$

Onde as observações  $y_i$  são variáveis aleatórias de Bernoulli independentes com o valor esperado:

$$E(y_i) = \pi_i = \frac{\exp(x\beta)}{1+\exp(x\beta)} = \frac{1}{1+\exp(-x\beta)} \quad (10)$$

$$\text{ou seja, } E(y_i) = \pi_i = \frac{1}{1+ e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p}} \quad (11)$$

Portanto diferentemente da regressão com efeitos fixos, ela estima a probabilidade da variável resposta assumir um valor binário ao invés de estimar o valor em si.

### 5.6.3. Regressão com Efeitos Aleatórios

Também conhecidos como modelos mistos. Apresenta termos adicionais (além dos resíduos do modelo fixo) aleatórios. São adequados para a análise de dados agrupados em cluster, quando as observações são realizadas ao decorrer do tempo nos mesmos indivíduos ou instituições (Fox, 2002). Podem ser expressos por:

$$y_{ij} = \beta_1 x_{1ij} + \dots + \beta_p x_{pij} + b_{i1} z_{1ij} + \dots + b_{iq} z_{qij} + \varepsilon_{ij} \quad (12)$$

$$b_{ik} \sim N(0, \psi^2_k), \text{Cov}(b_k, b_{k'}) = \psi_{kk'}$$

$$\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2 \lambda_{ij}), \text{Cov}(\varepsilon_{ij}, \varepsilon_{ij'}) = \sigma^2 \lambda_{ijj'}$$

Onde:

$y_{ij}$  é o valor da variável resposta;

$\beta_1, \dots, \beta_p$  são os coeficientes de efeito fixo que são idênticos para todos clusters;

$x_{1ij}, \dots, x_{pij}$  são os regressores de efeitos fixos, o primeiro regressor é para a constante  $x_{1ij} = 1$ ;

$b_{i1}, \dots, b_{iq}$  são os coeficientes para o efeito aleatório do grupo "i", assume-se que é normalmente distribuído. Os efeitos aleatórios, variam por grupo;  $b_{ik}$  deve ser pensado não como parâmetro mas sim como variável aleatória e neste sentido são similares ao erro  $\varepsilon_{ij}$ ;

$z_{1ij}, \dots, z_{qij}$  são os regressores aleatórios;

$\psi^2_k$  são as variâncias e  $\psi_{kk'}$  são as covariâncias entre os efeitos aleatórios; assume-se que são constantes entre os grupos;

$\varepsilon_{ij}$  é o erro para a observação "j" do grupo "i";

$\sigma^2 \lambda_{ijj'}$  são as covariâncias entre os erros do grupo "i".

## 6. RESULTADO E DISCUSSÃO

### 6.1. População do Estudo

Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos para o indicador de mortalidade na cirurgia de revascularização da AHRQ, obteve-se um total de 40.804 internações diretamente resultantes do procedimento cirúrgico distribuídas entre (figura 1).

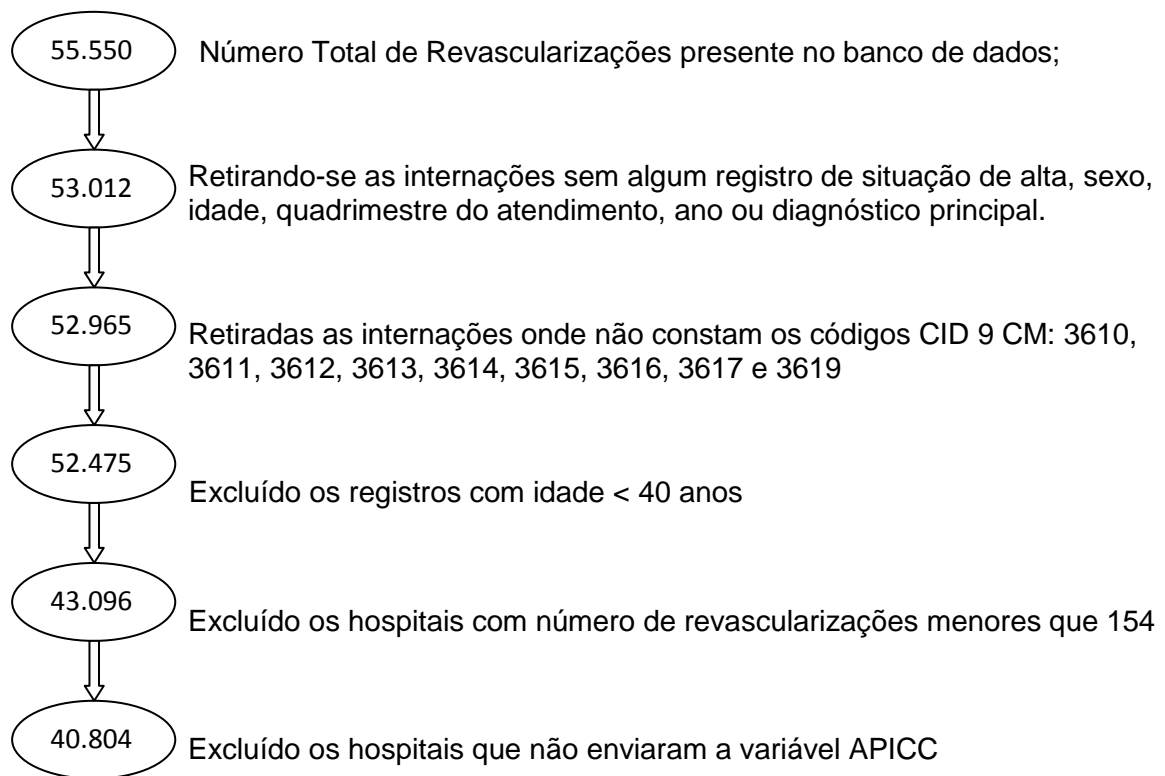


Figura 1 – Número de revascularizações que compuseram a população de estudo.

## 6.2. Seleção das Variáveis

Uma vez estabelecido quais os registros a serem incluídos na análise, procedeu-se ao teste no modelo logístico univariado utilizando-se a Deviance no modelo apenas com o intercepto como critério de inclusão. Vinte e três variáveis obtiveram um valor P significativo nesta etapa (tabela 1).

Variável	Descrição	Deviance	Valor P
NPR	Número de Procedimentos	1044,8230	0,0000
NDX	Número de diagnósticos	572,2313	0,0000
AGE	Idade	314,6579	0,0000
LOS	Tempo de permanência no hospital	302,2987	0,0000
PAY1	Fonte pagadora primária	152,9111	0,0000
FEMALE	Sexo do paciente	114,1152	0,0000
HOSPST	Estado da Federação onde se encontra o hospital	52,8120	0,0208
TOTAL_DISC	Número de altas no banco de dados (volume do hospital – todos os tipos de casos)	16,9060	0,0000
AWEEKEND	Se o procedimento foi realizado no final de semana	6,6885	0,0097
CM_LYTES	Comorbidade: Distúrbios hidroeletrólíticos	301,6030	0,0000
CM_WGHTLOSS	Comorbidade: Perda de Peso	295,1928	0,0000
CM_CHF	Comorbidade: Insuficiência cardíaca congestiva	182,9926	0,0000
CM_COAG	Comorbidade: Distúrbios de Coagulação	173,7232	0,0000
CM_RENLFAIL	Comorbidade: Insuficiência Renal	150,6582	0,0000
CM_HTN_C	Comorbidade: Hipertensão Arterial	154,3202	0,0000
CM_VALVE	Comorbidade: Distúrbio Valvar	88,7917	0,0000
CM_PARA	Comorbidade: Paralisia	63,8105	0,0000
CM_OBESE	Comorbidade: Obesidade	51,2602	0,0000
CM_PULMCIRC	Comorbidade: Distúrbio da Circulação Pulmonar	39,1320	0,0000
CM_DM	Comorbidade: Diabetes, sem complicações	35,9372	0,0000
CM_PERIVASC	Comorbidade: Doença Vascular Periférica	24,3733	0,0000
CM_DEPRESS	Comorbidade: Depressão	22,3384	0,0000
CM_NEURO	Comorbidade: Outras desordens neurológicas	16,3075	0,0001

Tabela 1 – Seleção univariada.  $\alpha = 0,01$

Em seguida o modelo multivariado logístico foi construído com todas as variáveis contidas na tabela 1. PAY1; CM\_VALVE; CM\_PULMCIRC; CM\_PERIVASC; CM\_NEURO e AWEEKEND foram excluídas por não serem significativas ( $\alpha = 0,01$ ) quando em conjunto no modelo multivariado. HOSPST e TOTAL\_DISC também foram removidas por apresentarem multicolinearidade com as outras variáveis.

O modelo final com seus respectivos coeficientes e odds ratio calculado pode ser visualizado na tabela 2.

Variável	Coeficiente	OR
Número de procedimentos	0.240272	(1.27)
Número de diagnósticos	0.079114	(1.08)
Idade	0.034938	(1.04)
Distúrbios Hidroeletrólíticos	0.477912	(1.61)
Distúrbios de Coagulação	0.314757	(1.37)
Falha Renal	0.388632	(1.47)
Sexo Feminino	0.499428	(1.65)
Hipertensão Arterial	- 0.697457	(0.50)
Depressão	- 0.930095	(0.39)
Diabetes	- 0.223874	(0.80)
Obesidade	- 0.473120	(0.62)

Tabela 2 – Coeficientes e Odds Ratio, modelo final efeitos fixos.

Desta forma temos que quanto maior o número de procedimentos realizados durante a internação, maior é chance (odds) de ter-se um óbito. Da mesma forma quanto maiores o número de diagnósticos realizados durante a internação e quanto mais velho for o paciente, maior as chances de morrer.

O sexo feminino tem uma maior mortalidade ligada ao procedimento. Esta população em média, apresenta um estado de saúde mais deteriorado quando a revascularização é indicada (MK, 2008).

Contudo o que seria esperado é que todas as comorbidades influenciassem de maneira negativa o resultado da cirurgia, ou que dependendo do caso, não fossem significativas.

Ao se observar os coeficientes para a hipertensão arterial, depressão, diabetes e obesidade, podemos ver que eles são negativos, ou seja, a chance de morrer na internação gerada pelo procedimento de revascularização do miocárdio diminui. Como explicar este achado contra-intuitivo?

Uma possível explicação é o viés de codificação que ocorre no momento do registro das comorbidades do paciente. Pacientes com um quadro clínico menos grave, tendem a ter mais comorbidades registradas, conforme a hipótese de vários estudos que trabalharam com extensas bases de dados administrativas (Elixhauser A, 1998) (Hughes JS, 1996) (van Walraven C, 2009) (Claudia A. Steiner, 1994).

### **6.3. Comparação entre os Modelos**

Tendo-se chegado ao modelo fixo final, foi ajustado em seqüência um modelo incorporando o hospital como efeito aleatório. Foram utilizadas as mesmas variáveis do modelo fixo (tabela 2) com a mesma variável resposta,  $Y$  = mortalidade durante a internação.

A curva ROC também foi utilizada como elemento de comparação visual (figura 2). Os dois modelos apresentam-se muito próximos sobre o ponto de vista dos valores verdadeiro positivo (sensibilidade) *versus* falso positivo (1-especificidade).

Foi aplicado então o teste de Hausman adaptado no pacote estatístico R que resultou num valor P de 0.0032 com um  $\alpha=0,01$ , indicando uma diferença estatística significativa entre os coeficientes dos dois modelos. (R Development Core Team, 2011). Portanto optou-se por adotar o modelo com efeitos fixos .

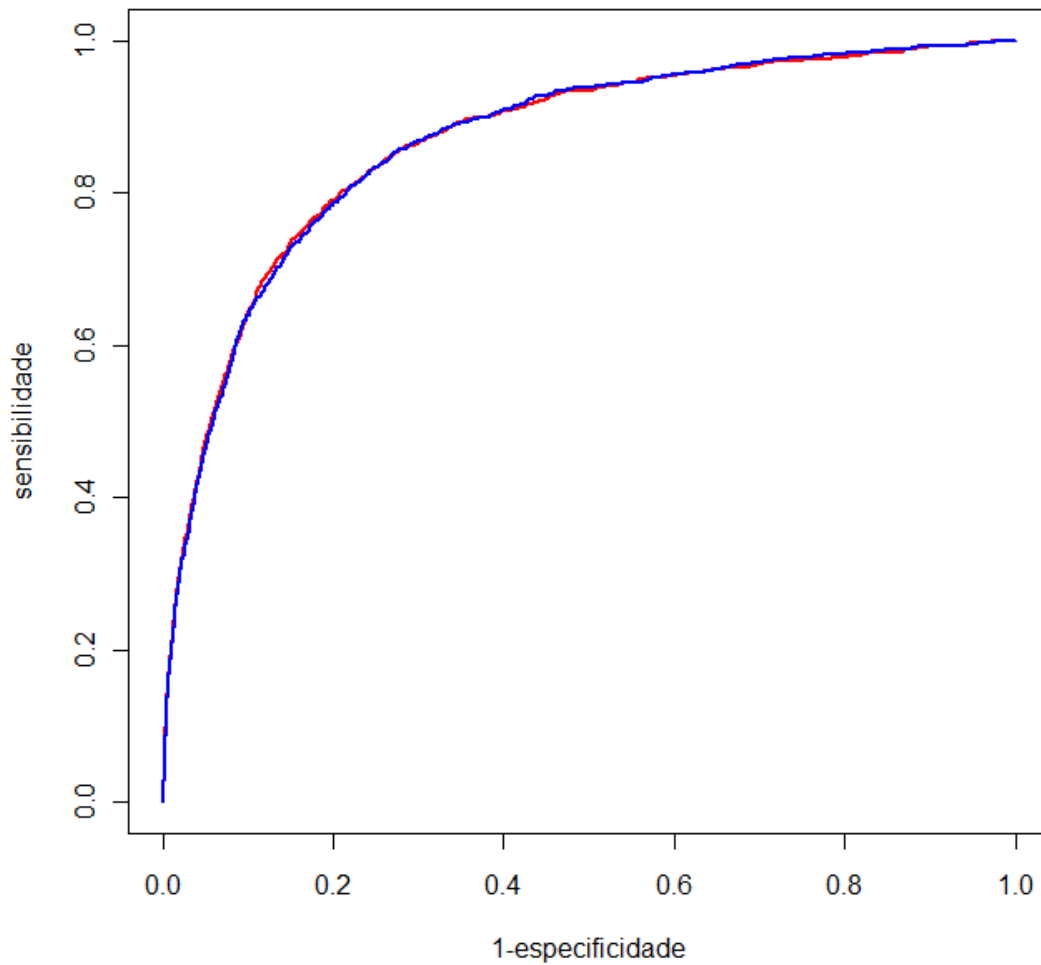


Gráfico 2 – Curva ROC para os modelos fixo (vermelho) e aleatório (azul).

#### 6.4. Efeito do Número Mínimo de Procedimentos

Durante a comparação dos modelos de regressão com efeitos fixos e aleatórios, foram feitas observações exploratórias para se determinar o comportamento dos modelos em relação ao critério do número mínimo de procedimentos para que um determinado hospital entrasse para o estudo.

Este número mínimo foi de 154 cirurgias de revascularização, de forma a permitir com 99% de certeza o registro de pelo menos um evento, neste caso um óbito (gráfico 3).

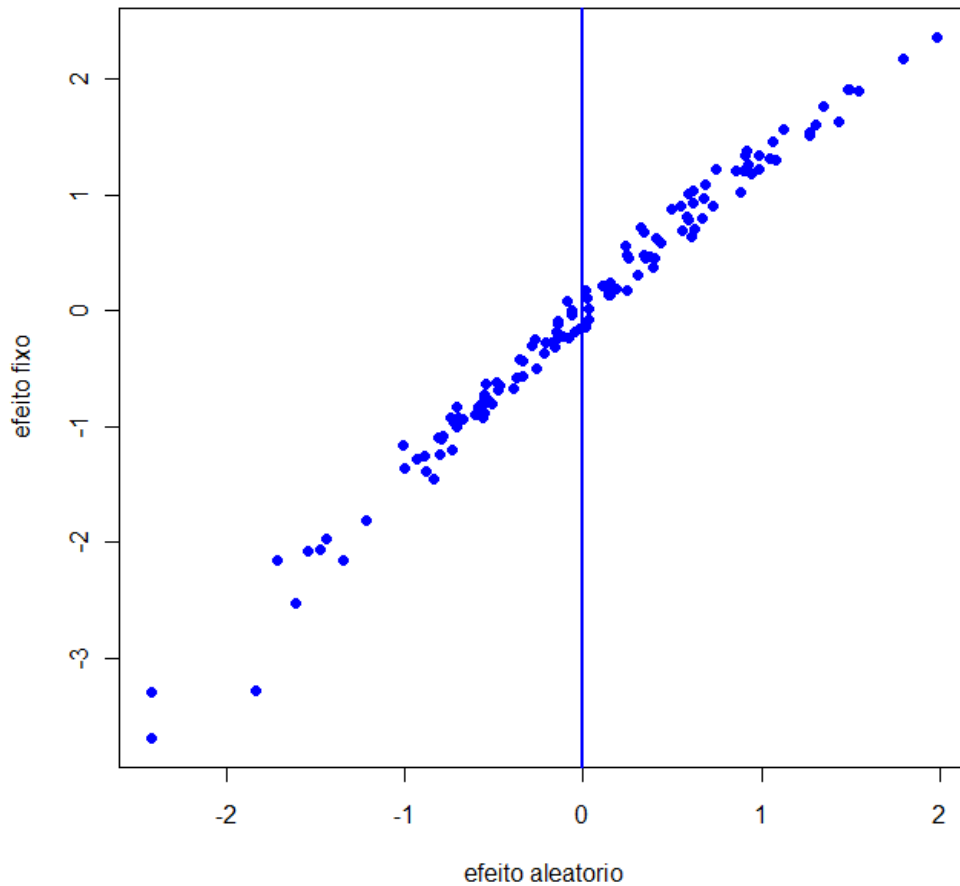


Gráfico 3 – Coeficientes dos modelos fixo e aleatório para um n mínimo de 154 cirurgias por hospital.

Contudo podemos observar que ao diminuir-se a quantidade mínima de cirurgias necessárias e portanto aumentar a incerteza em relação ao evento óbito, um segundo grupo de hospitais aparece (gráficos 4, 5 e 6).

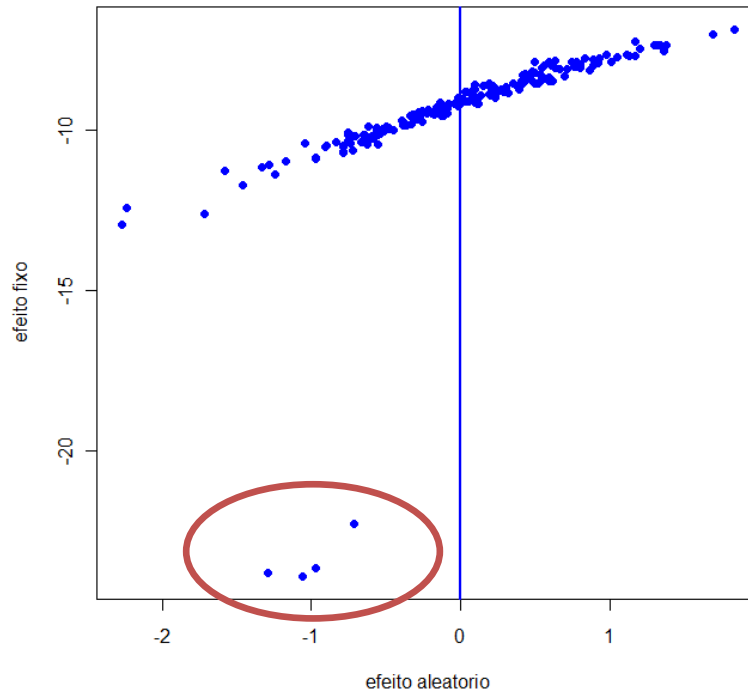


Gráfico 4 - Coeficientes dos modelos fixo e aleatório para um n mínimo de 77 cirurgias por hospital.

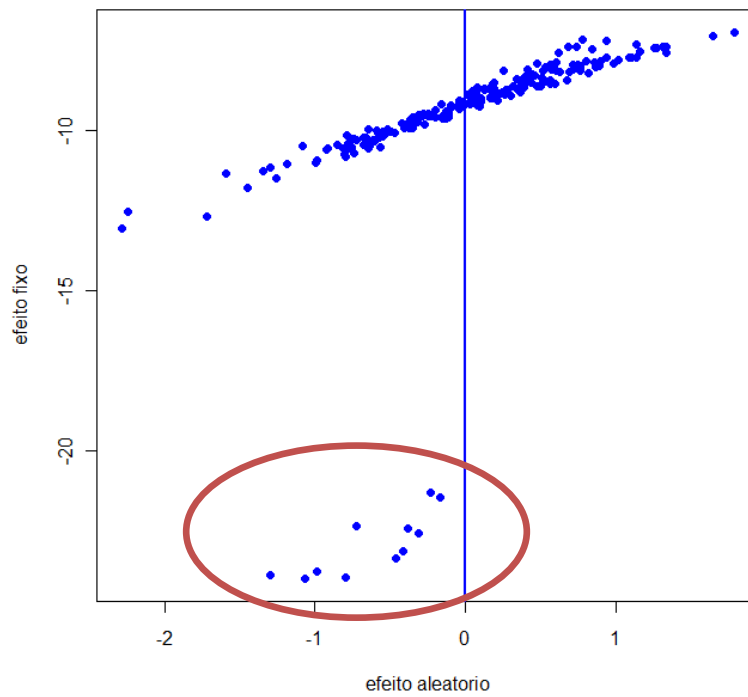


Gráfico 5 - Coeficientes dos modelos fixo e aleatório para um n mínimo de 30 cirurgias por hospital.

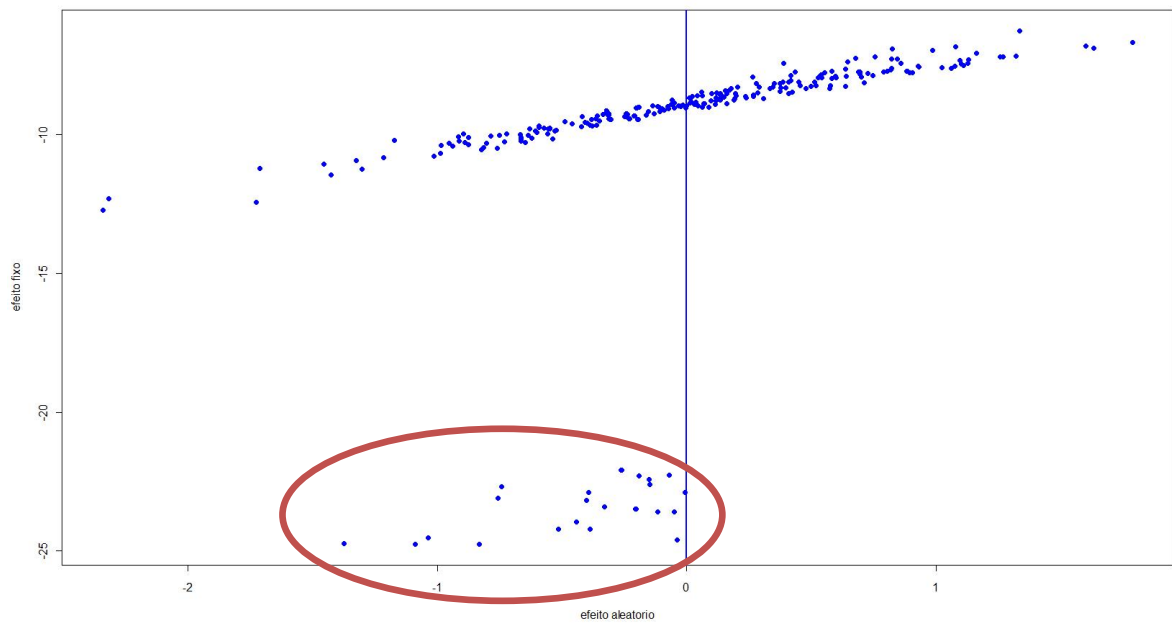


Gráfico 6 - Coeficientes dos modelos fixo e aleatório sem um n mínimo por hospital (todos os hospitais inclusos)

Este segundo grupo de hospitais, destacado por uma elipse vermelha, está posicionado em um eixo distinto da maioria dos outros prestadores. Isto ocorre porque seus coeficientes têm um valor de mortalidade muito abaixo dos demais integrantes do estudo.

Devido ao número pequeno de procedimentos realizados, não houve a oportunidade de se observarem uma quantidade expressiva do efeito estudado (mortalidade durante a internação).

Nota-se também que no modelo com efeito aleatório, o mesmo fenômeno ocorre, porém os coeficientes atribuídos não se apresentam tão distorcidos.

## 6.5. Valor do Serviço Hospitalar

Com o modelo de regressão logístico com efeitos fixos ajustado para a mortalidade, temos uma medida da qualidade para cada prestador de serviço de saúde. Para ter-se um equivalente para a utilização de recursos em cada internação, inicialmente foi obtido o scatter plot dos coeficientes do modelo da qualidade *versus* o custo de cada internação (gráfico 7).

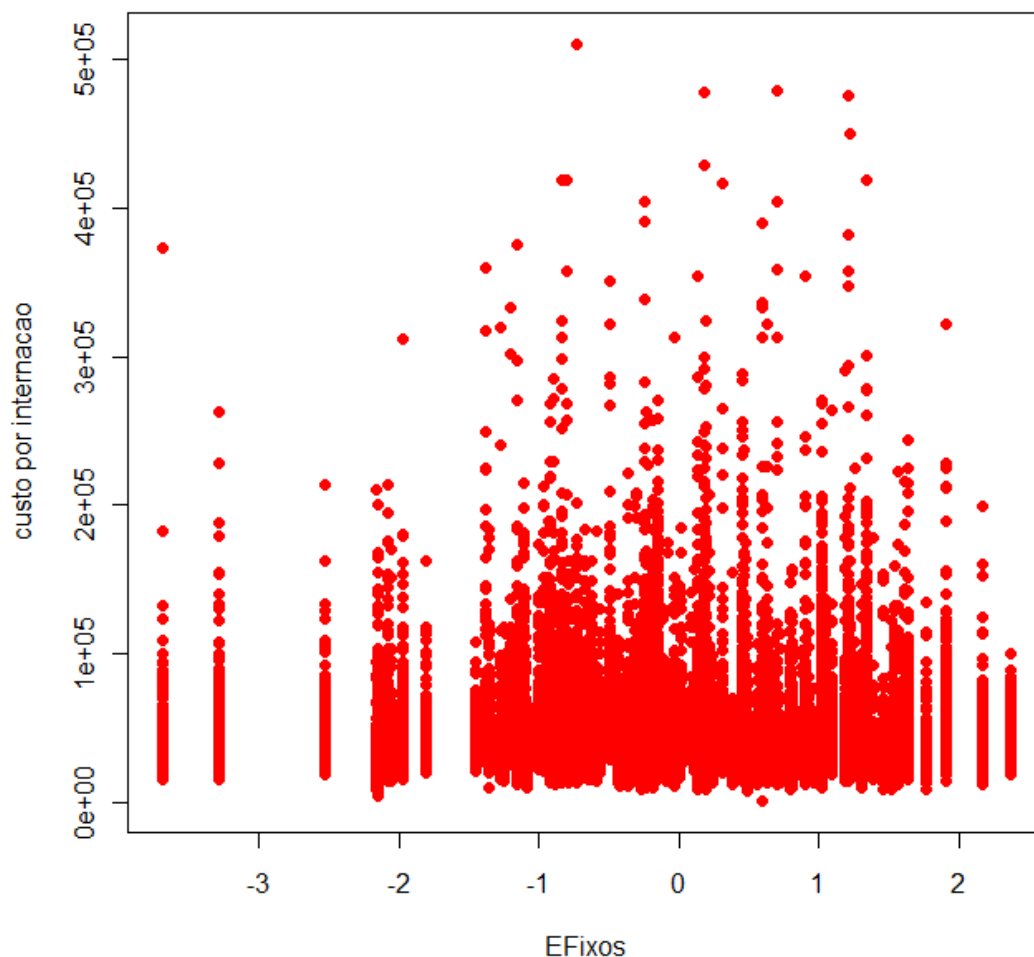


Gráfico 7 – Scatter Plot do custo de internação e dos coeficientes do modelo de qualidade hospitalar.

O gráfico sugere que os hospitais com os menores coeficientes para a mortalidade, têm uma tendência a apresentar uma dispersão menor dos custos em relação aos demais prestadores.

De forma a investigar melhor esta relação, um novo modelo de regressão foi ajustado utilizando-se como variável resposta o custo ajustado. O gráfico 8 mostra a plotagem dos coeficientes do modelo obtido no eixo das ordenadas, enquanto que no eixo das abscissas foram representados os coeficientes do modelo da qualidade (1/qualidade).

As linhas azuis representam a referência. Podemos intuir pela visualização quatro grupos de prestadores hospitalares: quadrante inferior esquerdo com baixo custo e alta qualidade; quadrante inferior direito com baixo custo e baixa qualidade; quadrante superior esquerdo com alto custo e alta qualidade e quadrante superior direito com alto custo e baixa qualidade

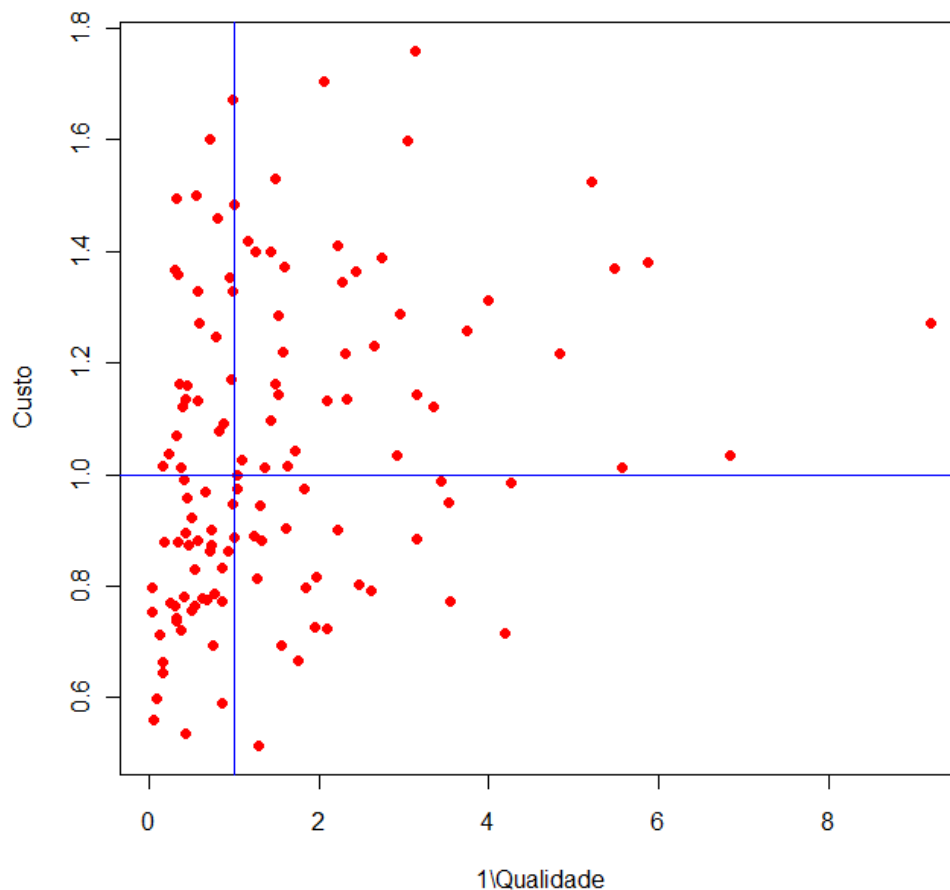


Gráfico 8 – Plot dos coeficientes dos modelos de regressão Custo *versus* 1/Qualidade

O próximo passo foi estender a análise evitando-se trabalhar com estimadores pontuais. Onze hospitais se destacaram positivamente, com intervalos de confiança relativos à qualidade que não passaram pela unidade em relação ao hospital mediano. Estes hospitais tiveram então analogamente os intervalos de confiança para o custo ajustado calculado.

Em todos os casos pôde-se observar que os hospitais com os melhores índices de qualidade, tem também um perfil de custo ajustado menor em relação ao hospital de referência (Tabela 3). Esta relação não se manteve para os demais prestadores.

Os achados são compatíveis com a literatura que demonstra que maiores gastos no cuidado em saúde muitas vezes não estão relacionados com melhores indicadores de qualidade (Elliott S. Fisher, 2003) (Baicker K, 2004).

Hospital	IC Inferior - Qualidade	IC Superior - Qualidade	IC Inferior - Custo	IC Superior - Custo
1	0,0022	0,1921	0,6516	0,7576
2	0,0141	0,2025	0,4572	0,5318
3	0,0006	0,3670	0,0189	0,3691
4	0,0364	0,4284	0,5822	0,6794
5	0,0464	0,4714	0,5486	0,6239
6	0,0452	0,5949	0,7163	0,8383
7	0,0355	0,6474	0,5225	0,6192
8	0,0062	0,6538	0,4808	0,5764
9	0,0267	0,7271	0,8196	0,9758
10	0,0971	0,8645	0,6293	0,7196
11	0,0580	0,9041	0,6200	0,7448

Tabela 3 – Intervalos de Confiança (IC) de 99% para os coeficientes dos modelos de qualidade e custo

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A base de dados administrativa se mostrou uma ferramenta útil para a qualidade hospitalar baseada em indicadores, apesar de suas limitações. Isto foi demonstrado pelo fato de algumas comorbidades apresentarem coeficientes negativos com a variável resposta sendo a mortalidade.

Adicionalmente os estudos de validação dos indicadores da própria ARQH demonstraram uma boa capacidade de predição, mas problemas na codificação geraram um número de falsos positivos que não podem ser desprezados. Uma das maneiras de contornar estas limitações seria melhorar o treinamento e estabelecer regras mais rígidas para os codificadores ou incorporar às bases de dados existentes, elementos de cunho clínico, como dados de resultados de exames selecionados (Marisa Cevalco, 2011).

Outra alternativa seria o foco em um sistema de monitoramento, semelhante ao utilizado em vigilância sanitária, onde uma estatística sentinela dispara um segundo mecanismo de avaliação mais específico.

O modelo de regressão com efeitos aleatórios se mostrou como sendo uma alternativa viável para análise de qualidade, especialmente em situações reais, em que um intervalo de confiança muito alto estabeleça um número mínimo de procedimentos que resulte na exclusão de um número excessivo de prestadores do estudo.

Por fim o estudo sugere que existe uma relação entre melhores cuidados e menores custos com implicações importantes em políticas de saúde. A economia gerada por estes prestadores pode ser direcionada para sistemas de pagamento por desempenho. Uma vez identificados, os métodos dos melhores hospitais também podem ser estudados e difundidos entre as demais instituições.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A., T., Leape, L. L., & Laird, N. M. (1991). Incidence of adverse events and negligence in hospitalized patients: Results of the Harvard Medical Practice. *THE NEW ENGLAND JOURNAL OF MEDICINE* , pp. 24:370–376.
- Agency for Healthcare Research and Quality. (2011). *AHRQ Quality Indicators*. Acesso em novembro de 2011, disponível em <http://www.qualityindicators.ahrq.gov/Default.aspx>
- Agency for Healthcare Research and Quality, Rockville, MD. (2006-2009). *Healthcare Cost and Utilization Project (HCUP)*. Acesso em novembro de 2011, disponível em [www.hcup-us.ahrq.gov/databases.jsp](http://www.hcup-us.ahrq.gov/databases.jsp)
- Baicker K, C. A. (Jan-Jun de 2004). Medicare spending, the physician workforce, and beneficiaries' quality of care. *Health Affairs* , pp. Suppl Web Exclusives:W4-184-97.
- Barry-Walker, J. (2000). The Impact of Systems Redesign on Staff, Patient, and Financial Outcomes. *Journal of Nurse Administration* , 30(2):77–89.
- BRASIL, Presidência da República. (19 de Setembro de 1990). Lei 8.080.
- Claudia A. Steiner, E. B. (February de 1994). Surgical rates and operative mortality for open and laparoscopic cholecystectomy in Maryland. *The New England Journal of Medicine* , pp. 330:403-408.
- Deas, T. M. (2006). Health Care Value-Based Purchas. *Gastrointest Endoscopy Clin N Am* , 643–656.
- Douglas C. Montgomery, E. A. (2006). *Introduction to Linear Regression Analysis 4th ed.* Wiley.
- Druss, R. G. (2003). To Comfort Always. *American Journal of Psychiatry* , 160:25-26.
- Elixhauser A, S. C. (January de 1998). Comorbidity measures for use with administrative data. *Medical Care* , pp. 36(1), pp 8-27.
- Elliott S. Fisher, D. E. (February de 2003). The Implications of Regional Variations in Medicare Spending. Part 2: Health Outcomes and Satisfaction with Care. *Annals of Internal Medicine* , pp. vol. 138 no. 4, pp 288-298.
- Fox, J. (2002). Linear Mixed Models: Appendix to An R and S-PLUS Companion to Applied Regression.
- Fuss, M. A. (1998). Measuring Critical Care Redesign: Impact on Satisfaction and Quality. *Nursing Administration Quarterly* , 23:1–14.
- Hanley JA, L.-H. A. (1983). If Nothing Goes Wrong is Everything Alright? *JAMA* , 249(13):1743-5.
- Hausman, J. A. (1978). Specification Tests in Econometrics. *Econometrica* , pp. Vol. 46, No. 6, pp. 1251-1271.

Health, Department of. (2010). NHS Constitution.

Hughes JS, I. L. (1996). How severity measures rate hospitalized patients. *Journal of General Internal Medicine* , pp. Volume 11, Number 5, pp 303-311.

Institute of Medicine. (2001). Crossing the quality chasm : a new health system for the 21st century. National Academy Pr.

Institute of Medicine. (2000). *To Err Is Human: Building a Safer Health System*. NATIONAL ACADEMY PRESS.

Laurent G. Glance, A. W. (2010). The Association Between Cost and Quality in Trauma. *Annals of Surgery* , pp. 252: 217–222.

Libby, B. M. (2008). *Braunwald's Heart Disease: A textbook of Cardiovascular Medicine, 8th Edition*. Saunders .

Marisa Cevasco, A. M. (June de 2011). Positive Predictive Value of the AHRQ Patient Safety Indicator “Postoperative Wound Dehiscence”. *Journal of the American College of Surgeons* , pp. 962-967.

MK, D. (2008). Confusion in Revascularization: Are Women Different and Why? *Cardiology in Review* , pp. 16(1):30-5.

OECD. (2011). *Health at a Glance 2011: OECD Indicators*. OECD Publishing.

R Development Core Team. (2011). R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.

Sherman Folland, A. C. (2008). *A Economia da Saúde*. Artmed.

The Alliance for Aging Research. (1998). *When Medicine Hurts Instead of Helps*. Washington,DC.

Thomas, E. J., Studdert, D. M., & Newhouse, J. P. (1999). Costs of Medical Injuries in Utah and Colorado. *Inquiry* , pp. 36:255–264.

US Department of Health and Human Services. (2011). *AHRQ*. Acesso em Novembro de 2011, disponível em Agency for Healthcare Research and Quality: <http://www.ahrq.gov/about/profile.htm>

van Walraven C, A. P. (June de 2009). A modification of the Elixhauser comorbidity measures into a point system for hospital death using administrative data. *Medical Care* , pp. 47(6):626-33.

Wilson RM, R. W. (6 de November de 1995). The Quality in Australian Health Care Study. *THE MEDICAL JOURNAL OF AUSTRALIA* , pp. Vol 163; 458-71.

World Health Organization. (2012). *Global Health Expenditure Database*. Acesso em Novembro de 2011, disponível em <http://apps.who.int/nha/database/ChoiceDataExplorerRegime.aspx>