

PADRÕES DE VARIAÇÃO DOS CUIDADOS DE SAÚDE A PARTIR DOS GASTOS COM INTERNAÇÕES POR INFARTO AGUDO DO MIOCÁRDIO

F. M. Huguenin*, A. F. C. Infantosi*, R. M. V. R. Almeida*

*Programa de Engenharia Biomédica/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil
e-mail: felipehuguenin@gmail.com

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo analisar a variação dos cuidados de saúde em hospitais do SUS da cidade do Rio de Janeiro a partir dos gastos com internação por Infarto Agudo do Miocárdio (IAM). Para 2375 registros com diagnóstico de internação principal de IAM, a Análise de Correspondência Múltipla foi aplicada ao conjunto de variáveis categóricas relativas ao paciente (p.ex., “Sexo”) e ao hospital (p.ex., “Tipo de hospital”); utilizando-se o “gasto” como variável suplementar. A associação entre as categorias e os custos de internação foi identificada usando-se a distância de tolerância. Os resultados sugeriram uma associação entre baixos custos com a não utilização de CTI, bem como com o uso de tecnologia de baixa complexidade. Por outro lado, custos elevados foram associados ao uso de CTI. Tais achados evidenciam o potencial da metodologia proposta em contribuir para a identificação de padrões de variação nos cuidados de saúde.

Palavras-chave: Variação dos Cuidados de Saúde, Infarto Agudo do Miocárdio; Análise de Correspondência Múltipla; Distância de Tolerância.

Abstract: *This study aims to analyze the variation of health care in the city of Rio de Janeiro taking into account the costs of hospital admissions for acute myocardial infarction (AMI). Public hospital admissions with AMI as primary diagnostic were used in the study. A Multiple Correspondence Analysis was then applied to the set of categorical variables related to the patient (e.g., “sex”) and the hospital (e.g., “hospital type”), and “costs” was considered a supplementary variable. The association between categories and admission costs was identified using the tolerance distance. 2375 hospital records were studied, and the results suggested an association between low costs and: not using ICU and use of low complexity technology. In contrast, high costs were associated with ICU use. On the analyzed dataset, the proposed methodology helped the identification of patterns of variation in health care.*

Keywords: *Variation of health care, Acute Myocardial Infarction, Multiple Correspondence Analysis, Tolerance Distance.*

Introdução

Doenças cardiovasculares são a primeira causa de mortalidade no mundo, com mais de 17 milhões de mortes anualmente [1]. Esta doença pode assumir várias

formas, sendo uma das mais importantes a doença coronariana, responsável por cerca de 7,3 milhões de óbitos por ano [1].

De modo similar ao que vem ocorrendo mundialmente, o cenário epidemiológico brasileiro revela um crescimento dessas doenças [2]. Entre essas, o Infarto Agudo do Miocárdio (IAM) merece destaque, devido à sua grande magnitude e severidade [3]. Segundo o Ministério da Saúde [4], houve, no país, aproximadamente, 308 mil mortes (146 mil mulheres e 162 mil homens), por doenças do aparelho circulatório em 2007, das quais 71997 por ocorrência de IAM. Em 2008, foram registradas um pouco mais de um milhão de internações devido a essa doença.

Por outro lado, a facilidade de acesso aos bancos de dados de utilização de serviços de saúde e a necessidade de analisar-se a variação dos cuidados de saúde têm promovido aumento no número de estudos sobre alocação de recursos em saúde no Brasil [5]. Neste contexto, várias técnicas estatísticas têm sido propostas. Uma dessas é a Análise de Correspondência Múltipla (ACM), na qual a posição relativa das variáveis é representada no Espaço Euclidiano. A ACM possui a vantagem de não exigir a suposição de gaussianidade e linearidade dos dados [6]. Além de possibilitar a visualização entre categorias de variáveis, a ACM pode também sugerir associações com base na distância entre essas categorias (quanto mais próximas, maior a probabilidade de estarem associadas) [7]. Assim, a ACM pode ser empregada não somente como técnica exploratória de dados, mas também com vistas a sugerir associação entre categorias de variáveis.

O presente trabalho tem como objetivo analisar a variação dos cuidados de saúde no Município do Rio de Janeiro a partir dos gastos com internações por IAM, por meio da identificação de agrupamentos sugeridos pela ACM e de um índice heurístico de proximidade – a Distância de Tolerância [8]. Deste modo, espera-se obter informações que venham a auxiliar na tomada de decisões com relação ao uso mais eficiente dos recursos relativos às doenças do aparelho circulatório, principalmente do IAM.

ACM e Distância de Tolerância

A ACM é a aplicação da Análise de Correspondência Simples (AC) a uma base de dados categóricos multidimensional, os quais são dispostos em uma matriz disjunta, denominada matriz indicadora, e não em uma

tabela de contingência. Assim, os pacientes ou indivíduos são representados nas linhas (n), e as categorias nas colunas (p) [6]. Por meio da padronização de cada elemento desta matriz (z_{ij}) e pelos correspondentes perfis de linha (r_i) e coluna (c_j), relativos às respectivas massas, obtém-se a matriz padronizada \mathbf{G} :

$$g_{ij} = \frac{z_{ij}}{\sqrt{r_i \cdot c_j}} \text{ para } 0 \leq i \leq n \text{ e } 0 \leq j \leq p. \quad (1)$$

A partir da fatoração da matriz \mathbf{G} por meio da decomposição por valores singulares (DVS), obtém-se:

$$\mathbf{G} = \mathbf{U} \cdot \mathbf{D} \cdot \mathbf{V}^T \quad (2)$$

Acima, \mathbf{U} e \mathbf{V} são matrizes de vetores singulares, o primeiro relativo às linhas, e o segundo, às colunas. \mathbf{D} é a matriz diagonal e quadrada, composta pelos valores singulares associados a cada uma das linhas ou colunas. Assim, as coordenadas principais das linhas e colunas são calculadas pelo produto das coordenadas padrões e seus respectivos valores singulares.

Como na ACM os valores singulares das categorias-pontos não exprimem a variância (inércia), com vistas a garantir que a inércia calculada pela DVS seja compatível com a variabilidade dos dados, Benzécri sugeriu um ajuste [7], expresso por:

$$\tilde{\lambda}_j = \left(\frac{Q}{Q-1} \right)^2 \cdot \left(\lambda_j^2 - \frac{1}{Q} \right)^2 \quad (3)$$

Acima, Q é o número de variáveis ativas, λ_j os valores singulares referentes à Matriz Indicadora e $\tilde{\lambda}_j$ o valor ajustado.

Como mencionado, a interpretação usual do mapa de correspondência resultante da ACM baseia-se na proximidade espacial entre as categorias das variáveis. No entanto, esta proximidade depende, entre outros fatores, da inércia das dimensões consideradas, da escala do gráfico e, mesmo, da experiência do usuário. Uma alternativa para a avaliação da associação entre categorias é a utilização de um índice heurístico de associação, denominado distância de tolerância, expresso por:

$$dist = \sqrt{(X - Y) \cdot \Lambda \cdot (X - Y)^T} \quad (4)$$

Acima, \mathbf{X} e \mathbf{Y} são as coordenadas principais das categorias; $\mathbf{X} = (x_1, x_2, \dots, x_s)$, $\mathbf{Y} = (y_1, y_2, \dots, y_s)$, sendo que s é máxima dimensão, obtida por meio de um *scree plot* ou pré-determinada com base na variação explicada pelos eixos. Λ é a matriz diagonal, cujos elementos α_j são dados por:

$$\alpha_j = \frac{\tilde{\lambda}_j^2}{\lambda_1^2} \text{ para } 0 \leq j \leq p. \quad (5)$$

Logo, a distância de tolerância é uma distância Euclidiana ponderada, na qual os pesos são dados pela razão entre as inércias ajustadas e a inércia da primeira

dimensão. Essa distância fornece uma interpretação intuitiva da proximidade entre as categorias, possibilitando inferências posteriores sobre as relações entre as variáveis

Outro conceito importante na ACM é o de variável suplementar: quando existe necessidade de estabelecimento de associações entre variáveis explicativas e uma variável resposta, como em uma regressão, a variável resposta pode ser inserida no gráfico da análise de correspondência por meio das denominadas fórmulas de transição [7]. Deste modo, esta variável não influencia os cálculos das coordenadas principais e nem na variabilidade.

Materiais e métodos

Dados – Foram selecionadas do Sistema de Informações Hospitalares do SUS as internações com o diagnóstico principal de IAM (Classificação Internacional de Doenças 10^a Revisão: I21 ou I22), realizadas em hospitais vinculados ao SUS, na região Metropolitana Rio de Janeiro, 2002. Os 2375 registros de internação foram relacionados aos do Sistema de Informação sobre Mortalidade dos anos de 2002 e 2003, utilizando-se o *software* RecLink [9]. Assim, identificou-se se o paciente havia ido a óbito em até um ano após a admissão hospitalar.

Para este estudo, nove variáveis foram selecionadas: **Gasto (inferiores a R\$ 905,00 ou superiores a R\$ 905,00)**; **Tipo de hospital (contratado ou próprio)**; **Deslocamento intermunicipal para a internação (sem ou com)**; **Idade (entre 18 e 55, 56 e 75, acima de 76 anos)**; **Sexo (feminino ou masculino)**; **Utilização de tecnologias (baixa, moderada ou alta complexidade)**; **Tempo de internação (até 7 dias, 8 a 30 ou mais de 30 dias)**; **Utilização de CTI (não ou sim)**; **Óbito (não, até 30 dias ou em um ano)**.

Processamento – Na aplicação da ACM utilizou-se como variável desfecho (suplementar) o **gasto** com paciente infartado (saída da ACM), sendo as demais variáveis consideradas entradas, ou seja, possíveis variáveis associadas ao gasto. A máxima dimensão s foi escolhida por meio de um critério gráfico muito utilizado na Análise Fatorial (*scree plot*), baseado na variação explicada pelos eixos [8]. Posteriormente, a distância de tolerância foi calculada, de modo que o quinto percentil de todas as distâncias calculadas foi considerado como o limiar de associação entre as categorias das variáveis, as quais foram agrupadas duas-a-duas, sendo suas categorias consideradas associadas quando sua distância encontrava-se abaixo desse limiar. Para todo o processamento dos dados foi utilizado o programa estatístico R 2.11.1 [10].

Resultados

Os percentuais das variáveis com suas respectivas categorias podem ser vistos na Tabela 1. Observa-se que o percentual de gastos inferiores a R\$ 905,00 foi de 67,8%.

Tabela 1: Variáveis utilizadas e suas proporções em uma ACM a partir de dados de internação por IAM em hospitais SUS, região metropolitana, Rio de Janeiro.

Variável, categoria	Percentual (%)
Gasto, inferiores a R\$ 905,00 (0)	67,8
Gasto, superiores a R\$ 905,00 (1)	32,2
Tipo de hospital, contratado (0)	8,8
Tipo de hospital, próprio (1)	91,2
Deslocamento, sem (0)	87,2
Deslocamento, com (1)	12,8
Idade, 18-55 anos (0)	36,3
Idade, 56-75 anos (1)	49,8
Idade, maior de 76 anos (2)	13,9
Sexo, feminino (0)	37,3
Sexo, masculino (1)	62,7
Utilização de tecnologias, baixa (0)	79,7
Utilização de tecnologias, moderada (1)	4,6
Utilização de tecnologias, alta (2)	15,7
Tempo de internação, até 7 dias (0)	44,2
Tempo de internação, 8 a 30 dias (1)	49,9
Tempo de internação, mais de 30 dias (2)	5,9
Utilização de CTI, não (0)	66,9
Utilização de CTI, sim (1)	33,1
Óbito, não (0)	71,2
Óbito, até 30 dias (1)	18,3
Óbito, em um ano (2)	10,5

A Figura 1 apresenta o mapa de correspondência obtido com a aplicação da ACM. Com vistas a facilitar a análise, a região do centróide é mostrada ampliada na Figura 2. Por meio da observação do mapa, sugere-se associação entre a categoria *gasto superior a R\$ 905,00* (GAST1) e: *utilização de CTI* (CTI1), *tempo de internação de 8 a 30 dias* (INT1) e *utilização de tecnologias de alta complexidade* (TEC2); além da associação entre *gasto inferior a R\$ 905,00* (GAST0) e *não utilização de CTI* (CTI0).

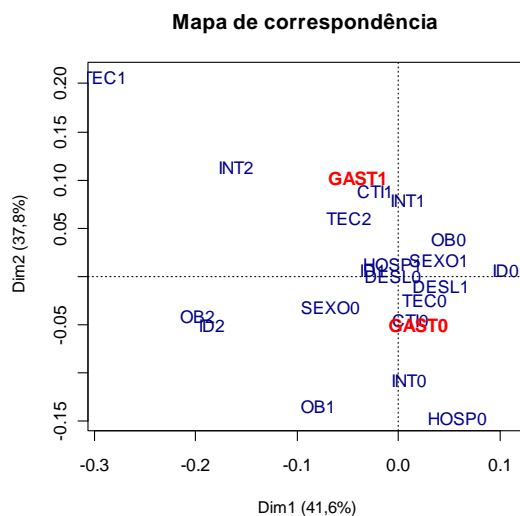


Figura 1: Mapa de correspondência em uma ACM realizada a partir de dados de internação por IAM em hospitais SUS, região Metropolitana, Rio de Janeiro.

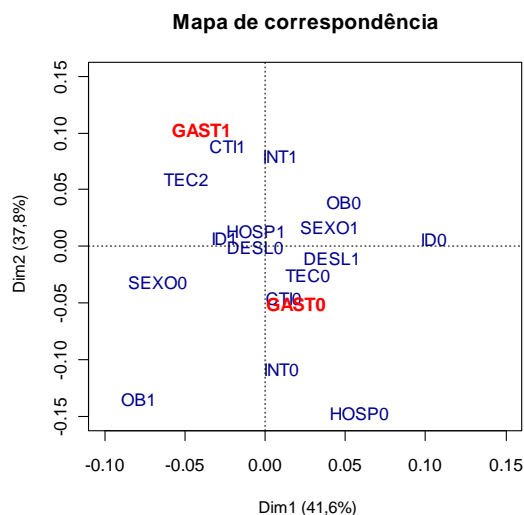


Figura 2: Ampliação do mapa de correspondência apresentado na Figura 1.

A distância de tolerância encontrada foi 0,049, sendo calculada até a terceira dimensão. Doze grupos associados dois a dois foram encontrados, e, destes, três incluem a variável desfecho *Gasto*. Sugeriu-se associação entre: *gasto superior a R\$ 905,00* (GAST1) e *utilização de CTI* (CTI1). Associadas ao *gasto inferior a R\$ 905,00* (GAST0) encontram-se: *utilização de tecnologias de baixa complexidade* (TEC0) e *não utilização de CTI* (CTI0).

Adicionalmente, sugeriu-se associação entre: *sem deslocamento* (DESL0) e *hospital próprio* (HOSP1); *idade entre 56 e 75 anos* (ID1) e *hospital próprio* (HOSP1); *sexo masculino* (SEXO1) e *hospital próprio* (HOSP1); *idade entre 56 e 75 anos* (ID1) e *sem deslocamento* (DESL0); *utilização de tecnologias de baixa complexidade* (TEC0) e *sem deslocamento* (DESL0); *óbito em um ano* (OB2) e *idade superior a 76 anos* (ID2); *utilização de tecnologias de baixa complexidade* (TEC0) e *sexo masculino* (SEXO1); *não óbito* (OB0) e *sexo masculino* (SEXO1); *não utilização de CTI* (CTI0) e *utilização de tecnologias de baixa complexidade* (TEC0);

Discussão

O IAM é um evento agudo, que sempre requer atendimento emergencial seguido de internação. Por sua magnitude, impacto na mortalidade, letalidade, volume de internações e sensibilidade à intervenção tecnológica, tem sido especialmente apontado como um agravo importante no desenvolvimento de indicadores para o monitoramento da assistência médica [11].

Neste estudo foi analisada a variação dos cuidados de saúde no município do Rio de Janeiro, a partir das internações por IAM, verificando as associações entre as categorias das variáveis consideradas como relevantes para sua caracterização. *Gasto* foi escolhida como desfecho, dado que doenças coronarianas, e especialmente o IAM, têm um grande impacto

financeiro sobre o sistema de saúde. Para tal, foi utilizada a ACM com vistas a estabelecer o perfil das internações, detectando e representando estruturas subjacentes e reduzindo a dimensionalidade do problema. Como mencionado, nessa técnica as associações entre categorias de variáveis são representadas graficamente, como “mapas”, de forma diferente das metodologias multivariadas mais clássicas. Assim, a ACM possui grande aplicabilidade na interpretação da estrutura de grandes bancos de dados, extremamente comuns na área de saúde, por exemplo, no estudo do atendimento e da utilização de recursos de cuidado à saúde. Embora pouco utilizada [12], a ACM permite a análise de um grande número de variáveis de forma visual e simplificada, além de também indicar associações em termos de categorias [13].

O percentual de óbitos por IAM no estudo foi semelhante ao estimado pelo Ministério da Saúde [4] por meio dos dados do SIM para óbitos hospitalares. Relativamente à confiabilidade dos dados analisados, estudos que avaliaram a qualidade dos dados de internação por infarto do miocárdio no município do Rio de Janeiro concluíram que seu uso é "...pertinente na avaliação da qualidade da assistência ao infarto agudo do miocárdio" [14]; apresentando "qualidade satisfatória" [15]. Em termos gerais, o padrão de gastos seguiu o nacional, estando os menores gastos relacionados aos casos que utilizam tecnologias de baixa complexidade e à não utilização de CTI, e os maiores gastos à utilização de CTI.

A inércia total apresentada pelo mapa de correspondência gerado a partir da ACM, considerando-se as duas primeiras dimensões, foi de 0,794. A Dimensão 1 explicou cerca de 41,6% da variabilidade dos dados, e a Dimensão 2 explicou, aproximadamente, 37,8%. A ACM, em conjunto com a Distância de Tolerância, sugeriu 12 associações, das quais 3 se referem à variável desfecho: duas associadas a *gastos inferiores a R\$ 905,00 (utilização de tecnologias de baixa complexidade e não utilização de CTI)*; e uma relacionada a *gastos superiores a R\$ 905,00 (utilização de CTI)*.

Assim, foi possível estabelecer o padrão das internações por IAM na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, tendo sido detectadas estruturas subjacentes aos dados, por meio da redução da sua dimensionalidade. Por exemplo, a mera inspeção visual da Figura 1 poderia sugerir uma associação entre *gasto superior a R\$ 905,00 e utilização de tecnologias de alta complexidade*, uma relação até mesmo esperada. No entanto, o uso de uma métrica objetiva de medida [8] permitiu definir como associação para a categoria de gasto elevado apenas a utilização de CTI. A falta de associação maiores gastos x tecnologia de alta complexidade já foi apontada anteriormente em um estudo de base populacional mais ampla [16]. Embora a utilização de CTIs envolva o tratamento de alta complexidade, com emprego de equipamentos e tecnologias onerosas, os casos de utilização de tecnologias de alta complexidade não foram

identificados como associados com a utilização de CTI, apesar de estarem visivelmente próximos. Este achado sugere que as facilidades disponíveis no CTI não estão sendo adequadamente utilizadas no atendimento destes pacientes, resultando, conseqüentemente, em desfechos negativos.

Duas outras questões ainda merecem destaque: a primeira está relacionada à utilização do CTI (33% do total de internações), encontra-se muito abaixo do observado em países desenvolvidos [17]. Essa baixa utilização pode ajudar a explicar, também, a mencionada falta de associação entre os casos de utilização de tecnologias de alta complexidade e a utilização de CTI. A segunda refere-se a não associação entre a categoria *sexo feminino (SEX00)* e o óbito (OB1 ou OB2). Dada a maior letalidade por IAM entre mulheres [16], era esperado que SEX00 estivesse diretamente associada ao óbito no Mapa de Correspondência, o que não foi constatado.

Conclusão

O trabalho indicou que os menores gastos encontram-se mais associados à não utilização do CTI e a casos de utilização de tecnologias de baixa complexidade. Em contrapartida, os maiores gastos encontram-se mais associados à utilização dos CTI; e o fato destas categorias não estarem associadas à utilização de tecnologias de alta complexidade sugere que as facilidades tecnológicas disponíveis no CTI não estariam sendo adequadamente empregadas. Tal interpretação apóia-se também em estudos relatados na literatura que constataram ser a utilização do CTI muito abaixo da observada em países desenvolvidos. A metodologia proposta pode contribuir para a identificação dos padrões de variação nos cuidados de saúde e com o processo de tomada de decisão por parte dos gestores em saúde.

Agradecimentos

Este trabalho foi parcialmente financiado com recursos do CNPq, FAPERJ e CAPES, a quem agradecemos.

Referências

- [1] Global status report on noncommunicable diseases 2010. Geneva, World Health Organization [internet]. 2011 Apr [cited 2014 Jun 05]; Available from: http://www.who.int/nmh/publications/ncd_report2010/en/.
- [2] Mansur AP, Favarato D. Mortalidade por doenças cardiovasculares no Brasil e na região metropolitana de São Paulo: atualização 2011. Arquivos Brasileiros de Cardiologia. 2012; 99(2):755-761.
- [3] Teich V, Araujo DV. Estimativa de custo da síndrome coronariana aguda no Brasil. Revista Brasileira de Cardiologia. 2011; 24(2):85-94.

- [4] Ministério da Saúde. Datasus – SIH/SUS [internet]. 2014 Jun [cited 2014 Jun 05]; Available from: tinyurl.com/oqvxdum.
- [5] Ramiarina R, Almeida RMVR, Pereira W. Determinação e predição do custo de internação e sua relação com as características dos pacientes. In: Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica; 2006 Oct 22-26; São Paulo, Brasil. 2006. p. 519-22.
- [6] Le Roux B, Rouanet H. Geometric data analysis from Correspondence Analysis to Structured Data Analysis. 1ª ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers; 2004.
- [7] Greenacre MJ. Correspondence analysis in practice. 2ª ed. London: Chapman & Hall; 2007.
- [8] Costa JCGD, Almeida RMVR, Infantosi AFC, Suassuna JHR. A heuristic index for selecting similar categories in multiple correspondence analysis applied to living donor kidney transplantation. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. 2008; 90(3):217-29.
- [9] Coeli CM, Camargo Jr KR. Avaliação de diferentes estratégias de blocagem no relacionamento probabilístico de registros. *Revista Brasileira de Epidemiologia*. 2002; 5(2):185-96.
- [10] R Development Core Team, R: A language for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria [internet]. 2004 [cited 2014 Jun 05]. Available from: <http://www.R-project.org>.
- [11] Melo ECP, Travassos CMR, Carvalho MS. Infarto agudo do miocárdio no Município do Rio de Janeiro: qualidade dos dados, sobrevida e distribuição espacial. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*. 2007; 16(2):121-23.
- [12] A.F.C. Infantosi, J.C.G.D. Costa, R.M.V.R. Almeida. Análise de Correspondência: bases teóricas na interpretação de dados categóricos em Ciências da Saúde. *Cadernos de Saúde Pública*. 2014; 30(3):473-86.
- [13] Nascimento A, Almeida RMVR, Castilho SR, Infantosi AFC. Análise de correspondência múltipla na avaliação de serviços de farmácia hospitalar no Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*. 2013; 29(6): 1161-72.
- [14] Escosteguy CC, Portela MC, Medronho RA, Vasconcellos MTL. O Sistema de Informações Hospitalares e a assistência ao infarto agudo do miocárdio. *Revista de Saúde Pública*. 2002; 36(4):491-9.
- [15] Escosteguy CC, Portela MC, Medronho RA, Vasconcellos MTL. AIH versus prontuário médico no estudo do risco de óbito hospitalar no infarto agudo do miocárdio no Município do Rio de Janeiro, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*. 2005; 21(4):1065-1076.
- [16] Huguenin FM, Caracterização das internações por Infarto agudo do Miocárdio no Estado do Rio de Janeiro por meio de Análise de Correspondência Múltipla e Distância de Tolerância [dissertação]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2011.
- [17] Sendra JM, Santamera AS, Iñigoc J, Regidora E. Factores asociados a la mortalidad intrahospitalaria del infarto de miocardio. Resultados de un estudio observacional. *Medicina Clínica (Barcelona)*. 2005; 125(17):641-46.