

# Caracterização dos padrões de variação dos cuidados de saúde a partir dos gastos com internações por infarto agudo do miocárdio no Sistema Único de Saúde

*Characterization of the variation of health care taking into account the costs of hospital admissions for acute myocardial infarction in Brazilian Unified Health System*

Felipe Machado Huguenin<sup>1</sup>, Rejane Sobrino Pinheiro<sup>1</sup>,  
Renan Moritz Varnier Rodrigues Almeida<sup>1</sup>, Antonio Fernando Catelli Infantosi<sup>1</sup>

**RESUMO:** *Introdução:* O cenário epidemiológico mundial revela um crescimento das doenças cardiovasculares, no qual se destaca o infarto agudo do miocárdio (IAM), devido à sua grande magnitude e severidade. No Brasil, doenças coronarianas representam já cerca de 5% dos gastos com internação hospitalar. *Objetivo:* Caracterizar as internações dos pacientes do Sistema Único de Saúde (SUS) por IAM por meio da identificação de agrupamentos sugeridos por uma análise de agrupamentos tradicional e por uma análise de correspondência múltipla (ACM). *Métodos:* Registros do Sistema de Internações Hospitalares (SIH/SUS) com diagnóstico principal de IAM, no Estado do Rio de Janeiro, 2002, foram selecionados e posteriormente relacionados aos do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM/SUS). A seguir, uma ACM e uma métrica chamada distância de tolerância foram utilizadas para a identificação de *clusters*, sendo a variável de interesse “gastos com internação” classificada em duas categorias (acima e abaixo de R\$ 905,00). *Resultados:* Foi possível associar “maiores gastos” com “utilização de Centro de Tratamento Intensivo (CTI)” e com “gravidade moderada do caso”, e “menores gastos” com “gravidade leve” e “não utilização de CTI”. Por outro lado, casos de alta gravidade apresentaram-se isolados, sem associação com CTI ou outras variáveis. Também foi detectada associação entre a categoria “menores gastos” e as categorias: “não deslocamento do paciente”, “sexo feminino”, “idade entre 56 e 75 anos”, “óbito até 30 dias” e “óbito até 1 ano”. *Conclusão:* o aspecto isolado dos casos de maior gravidade e a associação entre “óbitos” e “menores gastos” sugere que os recursos tecnológicos disponíveis durante a internação por IAM não estão sendo adequadamente empregados.

**Palavras-chave:** Acesso aos serviços de saúde. Infarto do miocárdio. Assistência à Saúde. Mortalidade hospitalar. Fatores de risco. Redução dimensional com múltiplos fatores.

<sup>1</sup>Programa de Engenharia Biomédica, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

<sup>1</sup>Instituto de Estudos em Saúde Coletiva, Universidade Federal do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

**Autor correspondente:** Renan Moritz Varnier Rodrigues Almeida. Programa de Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Caixa Postal 68510, Cidade Universitária, CEP: 21941-972, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: renan@peb.ufrj.br

**Conflito de interesses:** nada a declarar – **Fonte de financiamento:** Pesquisa parcialmente financiada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Programa PROEx, e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

**ABSTRACT: Introduction:** The global epidemiologic scenario indicates an increase in cardiovascular disease rates, with special emphasis on acute myocardial infarction (AMI), owing to its large magnitude and severity. In Brazil, coronary diseases now account for about 5% of hospital admission expenditures. **Objective:** To characterize the admissions in the Brazilian Unified Health System of patients with AMI, by identifying clusters suggested by a traditional cluster analysis and by a multiple correspondence analysis (MCA). **Methods:** The records of the Hospital Information System/Brazilian Unified Health System with a primary diagnosis of AMI in the State of Rio de Janeiro, Brazil, 2002, were selected and subsequently related to the records of the Mortality Information System. Next, an MCA and a metric called the tolerance distance were used for cluster identification. The variable of interest was "hospital expenditures", classified into two categories (above and below BRL 905). **Results:** "Higher costs" were associated with "use of the Intensive Care Unit (ICU)" and "moderate severity of the case" and "lower costs" with "low severity" and "nonuse of the ICU". On the other hand, high severity cases, with no apparent association with "use of ICU" or other categories. Other associations identified were "lower costs" and "no displacement of the patient," "female," "age between 56 and 75 years," "death within 30 days," and "death within 1 year". **Conclusions:** The nonclustered characteristic of the most serious cases and the association between "deaths" and "lower costs" suggests that the technological resources available during hospitalization for AMI are not being properly used.

**Keywords:** Health services accessibility. Myocardial infarction. Delivery of health care. Hospital mortality. Risk factors. Multifactor dimensionality reduction.

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o cenário epidemiológico mundial revela um crescimento das doenças cardiovasculares, das quais o infarto agudo do miocárdio (IAM) merece destaque devido à sua grande magnitude e severidade<sup>1</sup>. Em 2011, cerca de 20 milhões de indivíduos sofreram de doenças do aparelho cardiovascular em todo mundo, dos quais aproximadamente, 12 milhões foram vítimas fatais de IAM<sup>1</sup>.

De modo similar ao que vem ocorrendo mundialmente, o Brasil tem revelado uma alteração no perfil de morbimortalidade de sua população. O número de óbitos por doenças do aparelho circulatório vem crescendo, embora acompanhado de uma progressiva queda nas taxas de mortalidade<sup>2</sup>. No entanto, atualmente as doenças cardiovasculares representam a principal causa de morte no Brasil<sup>3,4</sup>, tendo sido responsáveis por cerca de 29% dos óbitos em 2009<sup>5</sup>. Neste ano, representaram a terceira maior causa de hospitalização no Sistema Único de Saúde (SUS), com mais de 1 milhão de internações e gastos totais em torno de 1,9 bilhão de reais<sup>6</sup>. Valores dessa magnitude têm um enorme impacto financeiro sobre o sistema de saúde, constituíam cerca de 5% dos gastos com internação no início da década de 2000<sup>7</sup>, percentual esse reiterado na década em curso<sup>8</sup>.

Por outro lado, a facilidade de acesso aos bancos de dados de utilização de serviços de saúde tem promovido um aumento no número de trabalhos sobre alocação de recursos em saúde no Brasil. Assim, várias técnicas estatísticas têm sido propostas para análise desses dados e para o auxílio à tomada de decisão na área de saúde. Uma dessas técnicas, a análise de correspondência múltipla (ACM), que consiste basicamente na representação da posição relativa de variáveis em um espaço Euclidiano, embora de grande potencial, tem sido ainda pouco empregada<sup>9</sup>.

A ACM possui a vantagem de não exigir a suposição de gaussianidade e linearidade dos dados, e, ao possibilitar a visualização entre categorias de variáveis, sugere também associações com base na distância entre essas categorias (quanto mais próximas, maior a probabilidade de estarem associadas)<sup>10,11</sup>. A ACM pode ser empregada não somente como técnica exploratória de dados, mas também com vistas a sugerir associação entre categorias de variáveis<sup>12-14</sup>.

Nesse contexto, é de especial importância identificar variáveis que possam melhor caracterizar ou prever gastos tão elevados, e estudos realizados no país com pacientes internados por IAM, baseados em prontuários médicos ou em dados secundários, têm se utilizado de metodologias multivariadas<sup>15-17</sup>. No entanto, não foi possível identificar a utilização das técnicas estatísticas ACM e *cluster* hierárquico para esse fim. Portanto, o presente estudo teve como objetivo caracterizar as internações dos pacientes do SUS por IAM, em municípios do Estado do Rio de Janeiro, por meio da identificação de agrupamentos sugeridos pela ACM. Adicionalmente, com vistas a tornar essa técnica mais objetiva, permitindo o controle de fatores de confusão e eliminando a possibilidade de se elencar e discutir associações ilegítimas, foi utilizado um índice heurístico de proximidade, a distância de tolerância<sup>12</sup>.

## ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA MÚLTIPLA E DISTÂNCIA DE TOLERÂNCIA

A ACM é uma técnica que tem por objetivo analisar um conjunto grande de variáveis categóricas<sup>13,14</sup>. Para a aplicação desse método, os dados devem ser ajustados na forma de uma matriz retangular em que as linhas ( $n$ ) representam, e.g., os pacientes, e as colunas ( $p$ ) representam as categorias das variáveis analisadas, conformando, assim, a matriz indicadora  $Z$ . Por meio da padronização de cada elemento ( $z_{ij}$ ) dessa matriz pelos correspondentes perfis de linha ( $r_i$ ) e coluna ( $c_j$ ), dados pelas frequências relativas marginais (massas) de linhas e colunas, obtém-se uma matriz padronizada  $G$  com elementos  $g_{ij}$ , conforme a Equação 1.

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

Em que:

$$r_i = \sum_{j=1}^p z_{ij} \text{ (massa de linhas);}$$

$$c_j = \sum_{i=1}^n z_{ij} \text{ (massa de colunas).}$$

A matriz  $G$  é então fatorada por um algoritmo chamado de decomposição por valores singulares (DVS), do qual obtém-se a Equação 2.

$$G = U.D.V^T \quad (2)$$

Em que U e V são matrizes de vetores singulares; o primeiro relativo às linhas, e o segundo, às colunas. D é uma matriz diagonal e quadrada, composta pelos valores singulares associados a cada uma das linhas ou colunas. Assim, as coordenadas principais das linhas e colunas podem ser estimadas a partir do produto das coordenadas padrões e seus respectivos valores singulares.

Similarmente às conhecidas técnicas de análise de componentes principais e de análise fatorial, trabalha-se na ACM com o conceito de variância explicada (pelas dimensões), aqui denominada Inércia, conforme a Equação 3.

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

Em que:

Q = número de variáveis ativas;

$\lambda_j$  = valores singulares referentes à matriz indicadora;

$\tilde{\lambda}_j$  = valor ajustado.

A representação gráfica das coordenadas das categorias recebe o nome de mapa de correspondência, o qual é formado pela projeção das coordenadas principais de linha e/ou de coluna nas duas ou três dimensões (eixos) de maior inércia (maior contribuição para a variabilidade dos dados). A interpretação usual desse mapa baseia-se na proximidade espacial entre as categorias das variáveis. No entanto, essa 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<sup>12-14</sup>, expresso pela Equação 4.

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

Em que:

X e Y = coordenadas principais das categorias;

$X = (x_1, x_2, \dots, x_s)$ ,  $Y = (y_1, y_2, \dots, y_s)$ , sendo que s é máxima dimensão, obtida por meio do *scree plot* e  $\Lambda$  é a matriz diagonal, cujos elementos  $\alpha_j$  são dados pela Equação 5.

$$\alpha_j = \frac{\tilde{\lambda}_j^2}{\tilde{\lambda}_1^2} \text{ para } 0 \leq j \leq p. \quad (5)$$

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<sup>12-14</sup>. Essa distância fornece uma interpretação objetiva para o conceito de proximidade entre categorias, possibilitando a realização de inferências sobre as relações entre as variáveis estudadas.

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<sup>10,11</sup>. Deste modo, essa variável não influencia os cálculos das coordenadas principais e nem a variabilidade.

## MÉTODOS

### BASE DE DADOS

Primeiramente, foram selecionadas do Sistema de Informações Hospitalares (SIH-SUS) as internações com o diagnóstico principal de IAM (Classificação Internacional de Doenças 10<sup>a</sup> Revisão: I21 ou I22), realizadas em hospitais vinculados ao SUS, no Estado do Rio de Janeiro, no ano de 2002. Os registros de menores de 18 anos (apenas 3 registros incompletos) foram excluídos. Por outro lado, foram mantidos os registros da primeira internação por IAM em 2002 e foi realizado seguimento passivo dos pacientes no Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) nos anos de 2002 e 2003 por meio de *linkage* probabilístico de registros, utilizando-se o *software* RecLink<sup>18,19</sup>.

Desta forma, o estudo teve como base populacional os pacientes atendidos pelo SUS (desenho transversal), de ambos os sexos, com idade entre 18 e 100 anos, nos municípios do Rio de Janeiro. Os registros de internação por IAM no ano de 2002 (SIH/SUS) foram utilizados para a análise, juntamente com as informações sobre mortalidade dos anos de 2002 e 2003, devido à disponibilidade dos dados compilados.

As variáveis “local de atendimento” e “origem do paciente” foram aglutinadas em uma única variável, denominada de “deslocamento intermunicipal” (duas variáveis tornaram-se uma). Similarmente, as variáveis “revascularização”, “angioplastia”, “transplantes”, “órteses e próteses”, “diagnoses e terapias”, “transfusão de sangue”, “tomografia e ressonância” foram aglutinadas, formando a variável “utilização de tecnologias” (sete variáveis tornaram-se uma). Após esses procedimentos, apenas as variáveis que possuíam categorias com percentual maior do que 5% de variabilidade foram mantidas, resultando em 10 variáveis.

### ANÁLISE ESTATÍSTICA

No presente trabalho, a ACM foi empregada para a caracterização de associações entre as categorias das variáveis estudadas. A ACM é uma técnica estatística que permite representar

variáveis em um espaço Euclidiano, de tal maneira que a proximidade entre as categorias dessas variáveis reflita suas associações<sup>14</sup>.

Na aplicação da ACM utilizou-se como variável desfecho o gasto hospitalar com o paciente internado por IAM (saída da ACM), visto que, como mencionado, doenças coronarianas, e especialmente o IAM, têm um grande impacto financeiro sobre o sistema de saúde<sup>7,20</sup>, sendo as demais consideradas entradas, ou seja, possivelmente associadas a esse gasto. Inicialmente, foi realizada a “padronização da matriz indicadora”. A seguir, tais dados foram representados no espaço Euclidiano por meio de um “mapa de correspondência”, tendo sido a máxima dimensão escolhida por meio do *scree plot*, um critério gráfico muito utilizado na análise fatorial<sup>12,14</sup>.

A distância de tolerância foi estimada a partir do quinto percentil (5%) de todas as distâncias entre pares de categorias. Essa distância foi considerada um limiar de associação, ou seja, duas categorias foram consideradas associadas quando sua distância encontrava-se abaixo desse limiar<sup>12-14</sup>. Para verificar se as associações encontradas eram estáveis, foi utilizado o método de simulação *bootstrap* (construção de distribuições amostrais por reamostragem, tendo como base metodológica a própria amostra populacional que deu origem aos dados, conforme descrito por Costa et al.<sup>12</sup>. Assim, cerca de metade dos registros foi selecionada aleatoriamente ( $n = 2.200$ ), repetindo-se a ACM e o cálculo da distância de tolerância. Esse procedimento foi repetido 1.000 vezes, a quantidade de agrupamentos comuns foi determinada e aqueles que apresentaram mais de 75% de repetibilidade considerados estáveis<sup>12</sup>.

Com o intuito de comparar a metodologia empregada (ACM + distância de tolerância) a uma técnica estatística amplamente utilizada, foi também construído um dendrograma (uma representação gráfica do agrupamento das variáveis analisadas) a partir de uma análise de agrupamentos hierárquica. De forma geral, o eixo horizontal de um dendrograma representa as categorias das variáveis analisadas, e o eixo vertical, sua similaridade. O número de agrupamentos em uma análise hierárquica pode ser determinado por uma métrica que indica a proximidade entre os agrupamentos, chamada “nível de fusão”<sup>21</sup>. A seguir, os agrupamentos formados por cada metodologia foram comparados empiricamente.

Para o tratamento estatístico do banco de dados foi utilizado o programa estatístico R, versão 2.11.1<sup>22</sup>, com a utilização do pacote *ca*. Esse programa é fruto de uma colaboração internacional, sendo de distribuição gratuita e proporcionando análises estatísticas abrangentes e de fácil utilização. O estudo teve aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Escola de Enfermagem Anna Nery da Universidade Federal do Rio de Janeiro (EEAN/UFRJ).

## RESULTADOS

A base de dados original possuía 4.435 registros com 48 variáveis, a partir das quais 10 foram selecionadas para o presente estudo. O percentual de óbitos identificado na população estudada foi de aproximadamente 29%, ou seja, dos 4.435 registros de pacientes internados por IAM, 1.272 foram a óbito durante o período de seguimento. Os demais percentuais das variáveis com suas respectivas categorias no conjunto amostral são mostrados na Tabela 1.

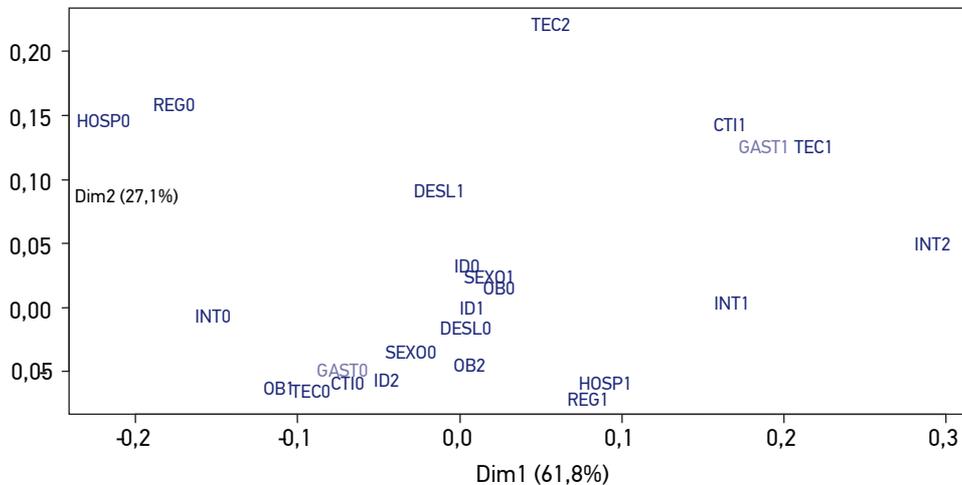
Tabela 1. Frequências absolutas e relativas das variáveis utilizadas para caracterização dos padrões de variação dos cuidados de saúde a partir dos gastos com internações por infarto agudo do miocárdio, 4.435 pacientes internados em hospitais do Sistema Único de Saúde, Rio de Janeiro, 2002.

Variáveis/categorias	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
<b>Tipo de hospital (HOSP)</b>		
Contratado (0)	1276	29
Próprio (1)	3159	71
<b>Deslocamento intermunicipal (DESL)</b>		
Sem deslocamento (0)	3781	85
Com deslocamento (1)	654	15
<b>Região de atendimento (REG)</b>		
Não metropolitana (0)	1374	31
Metropolitana (1)	3061	69
<b>Idade (ID) (anos)</b>		
18 a 55 (0)	1591	36
56 a 75 (1)	2256	51
≥ 76 (2)	588	13
<b>Sexo (SEXO)</b>		
Feminino (0)	1669	38
Masculino (1)	2766	62
<b>Utilização de tecnologias (TEC)</b>		
Baixa complexidade (0)	3025	68
Moderada complexidade (1)	1219	27
Alta complexidade (2)	191	5
<b>Tempo de internação (INT)</b>		
Até 7 dias (0)	2393	54
8 a 30 dias (1)	1864	42
Mais de 30 dias (2)	178	4
<b>Utilização de Centro de Terapia Intensiva (CTI)</b>		
Não (0)	3145	71
Sim (1)	1290	29
<b>Óbito (OB)</b>		
Não (0)	3163	71
Até 30 dias (1)	722	16
Em um ano (2)	550	13
<b>Gastos (GAST)</b>		
Inferiores a R\$ 905,00 (0)	3212	72
Superiores a R\$ 905,00 (1)	1223	28

A aplicação da ACM resultou no mapa de correspondência mostrado na Figura 1, onde a dimensão 1 explica, aproximadamente, 61,8% da variabilidade dos dados (considerada a “inércia”), a qual está mais relacionada à estrutura do atendimento hospitalar. Por outro lado, a dimensão 2 explica, aproximadamente, 27,1% da variabilidade, e encontra-se mais associada aos processos aplicados aos pacientes enfartados. Assim, a inércia total da ACM, levando-se em consideração somente as duas primeiras dimensões, é de aproximadamente 0,89.

Tomando-se como referência a variável desfecho, o mapa de correspondência sugere associação entre o “gasto inferior a R\$ 905,00 (GAST0)” e “óbito até 30 dias (OB1)”, “utilização de tecnologias de baixa complexidade (TEC0)”, “não utilização de Centro de Terapia Intensiva (CTI0)”, “idade igual ou maior que 76 anos (ID2)” e “sexo feminino (SEXO0)”. Por outro lado, em relação ao “gasto superior a R\$ 905,00 (GAST1)”, o mapa sugere associação com: “utilização de CTI (CTI1)” e “utilização de tecnologias de moderada complexidade (TEC1)”.

A distância de tolerância obtida (calculada até a segunda dimensão) foi 0,024. Considerando-se essa distância de tolerância e os nove grupos dois-a-dois que incluem a variável desfecho, obtiveram-se sete associações entre categorias de variáveis com “gasto



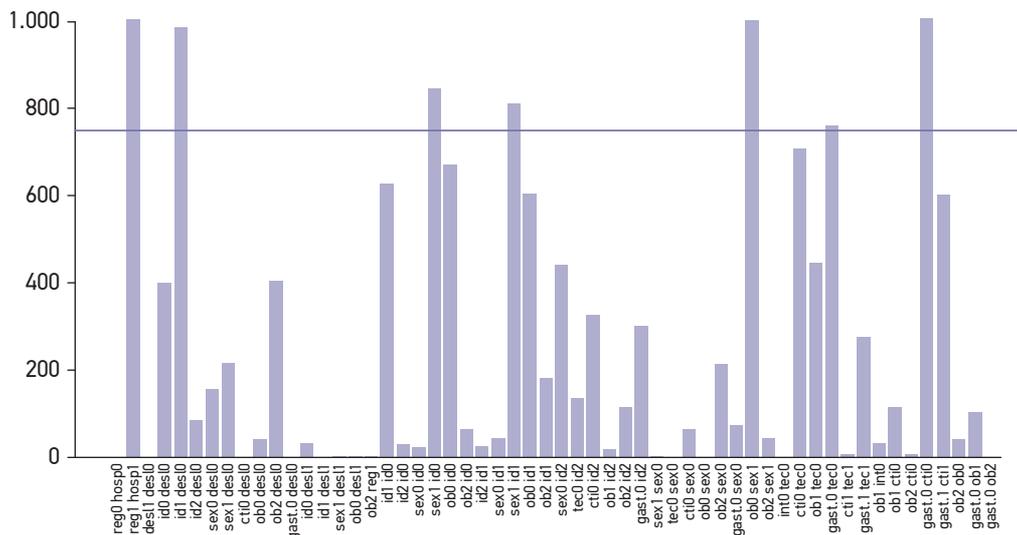
HOSP0: hospital contratado; HOSP1: hospital próprio; DESL0: sem deslocamento; DESL1: com deslocamento; REG0: região não metropolitana; REG1: região metropolitana; ID0: idade 18 a 55 anos; ID1: idade 56 a 75 anos; ID2: idade  $\geq 76$  anos; GAST0: gasto inferior a R\$ 905,00; GAST1: gasto superior a R\$ 905,00; OB0: sem óbito; OB1: óbito até 30 dias; OB2: óbito acima de 30 dias; TEC0: utilização de tecnologias de baixa complexidade; TEC1: utilização de tecnologias de moderada complexidade; TEC2: utilização de tecnologias de alta complexidade; CTI0: não utilização de Centro de Terapia Intensiva; CTI1: utilização de Centro de Terapia Intensiva; SEXO0: sexo feminino; SEXO1: sexo masculino; INT0: menos de 7 dias de internação; INT1: entre 7 e 30 dias de internação; INT2: mais de 30 dias de internação.

Figura 1. Mapa de correspondência gerado por meio de uma análise de correspondência múltipla a partir de variáveis utilizadas para caracterização do gasto nas internações por infarto agudo do miocárdio, 4.435 pacientes internados em hospitais do Sistema Único de Saúde, Rio de Janeiro, 2002.

inferior a R\$ 905,00 (GAST0): “sem deslocamento (DESL0)”, “idade igual ou maior que 76 anos (ID2)”, “sexo feminino (SEXO0)”, “utilização de tecnologias de baixa complexidade (TEC0)”, “óbito em até 30 dias (OB1)”, “óbito em um ano (OB2)” e “não utilização de CTI (CTI0)”. Duas outras associações, porém com “gasto superior a R\$ 905,00 (GAST1)” foram identificadas: “utilização de tecnologias de moderada complexidade (TEC1)” e “utilização de CTI (CTI1)”.

Após a validação pelo método *bootstrap*, somente sete associações puderam ser consideradas estáveis, das quais duas incluíam a variável desfecho (Figura 2). Nessa figura, as barras representam o número de ocorrências encontradas no processo de validação, enquanto a linha contínua indica o limite definido para estabilidade (75%). A Tabela 2 mostra as categorias associadas com a variável desfecho.

A análise de agrupamentos (*cluster* hierárquico) possibilitou a construção do dendrograma apresentado na Figura 3. Associados ao “gasto inferior a R\$ 905,00” encontram-se: “não utilização de CTI (CTI0)”, “utilização de tecnologias de baixa complexidade (TEC0)”, “até 7 dias de internação (INT0)”, “até 30 dias para o óbito (OB1)” e “idade igual ou maior que 76 anos (ID2)”. Quatro associações com “gasto superior a R\$ 905,00” foram sugeridas: “utilização de CTI (CTI1)”, “utilização de tecnologias de moderada complexidade (TEC1)”, “mais de 30 dias de internação (INT2)” e “utilização de tecnologias de alta complexidade (TEC2)”.



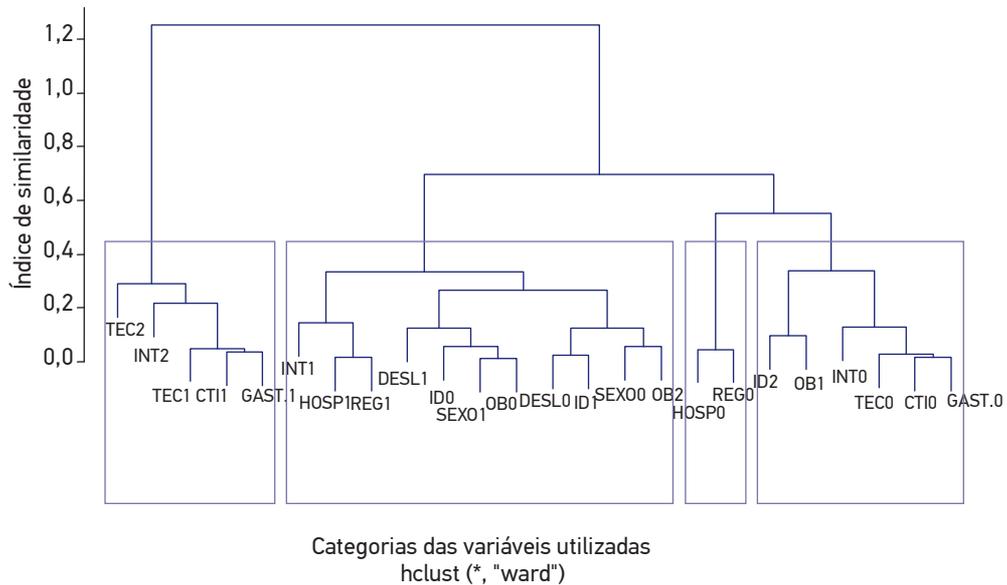
Os códigos das variáveis encontram-se descritos na Figura 1

Figura 2. Gráfico de barras mostrando as associações encontradas por uma análise de correspondência múltipla a partir de variáveis utilizadas para caracterização do gasto nas internações por infarto agudo do miocárdio, 4.435 pacientes internados em hospitais do Sistema Único de Saúde, Rio de Janeiro, 2002.

Tabela 2. Associações para a variável desfecho (gastos hospitalares com internação) detectadas pela análise de correspondência múltipla, 4.435 pacientes internados em hospitais do Sistema Único de Saúde, Rio de Janeiro, 2002.

Gastos	Categorias
Inferiores a R\$ 905,00 (GAST0)	Sem deslocamento (DESL0)
	Idade igual ou maior que 76 anos (ID2)
	Sexo feminino (SEX00)
	Utilização de tecnologias de baixa complexidade (TEC0)*
	Óbito em até 30 dias (OB1)
	Óbito em um ano (OB2)
Superiores a R\$ 905,00 (GAST1)	Não utilização de Centro de Terapia Intensiva (CTI0)*
	Utilização de tecnologias de moderada complexidade (TEC1)
	Utilização de Centro de Terapia Intensiva (CTI1)

\*Associações estáveis por uma análise *bootstrap*.



Os códigos das variáveis encontram-se descritos na Figura 1.

Figura 3. Dendrograma desenvolvido a partir de uma *cluster analysis* com dados utilizados para caracterização do gasto nas internações por infarto agudo do miocárdio, 4.435 pacientes internados em hospitais do Sistema Único de Saúde, Rio de Janeiro, 2002.

## 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, ele tem sido especialmente apontado como um agravo importante no desenvolvimento de padrões e indicadores para o monitoramento da assistência médica<sup>23</sup>.

Dados com seguimento entre internação e óbito, como os utilizados no presente trabalho, são praticamente inexistentes no país. No entanto, a análise desse tipo de dados é fundamental, devido aos *insights* únicos que podem ser obtidos a partir deles. Nesse banco, a utilização da ACM permitiu a análise de um grande número de variáveis de forma visual e simplificada, além de também indicar associações de variáveis em termos de suas categorias. Assim, foi possível estabelecer o perfil das internações por IAM nos municípios do Estado do Rio de Janeiro, tendo sido detectadas estruturas subjacentes aos dados, por meio da redução da sua dimensionalidade.

O mapa de correspondência gerado a partir da ACM apresentou uma inércia total, considerando-se as duas primeiras dimensões, de 0,89, com a dimensão 1 explicando cerca de 61,8% da variabilidade dos dados e a dimensão 2, aproximadamente 27,1%. A dimensão 1 representa de forma mais direta a estrutura do atendimento hospitalar, destacando-se as variáveis “tipo de hospital” e “região de atendimento”. Por outro lado, a dimensão 2 é mais relacionada aos procedimentos adotados no atendimento aos pacientes enfartados, ressaltando-se “utilização de tecnologias”. Assim, a partir das variáveis analisadas, que não incluíam informações clínicas detalhadas sobre o paciente, constatou-se que a estrutura do atendimento hospitalar (tipo de hospital; região de atendimento) possui um alto percentual de explicação da variabilidade dos casos. Assim, a partir das variáveis analisadas, que não incluíam informações clínicas detalhadas sobre o paciente, constatou-se que aquelas relativas à estrutura de atendimento hospitalar (tipo de hospital; região de atendimento) encontravam-se distantes do centroide, com um alto percentual de explicação da variabilidade dos casos (na ACM, quanto maior a distância de uma categoria ao centroide, maior o seu poder explicativo)<sup>11</sup>.

A ACM, em conjunto com a distância de tolerância, sugeriu 56 associações, das quais 9 se referem à variável desfecho: 7 associadas a “gastos inferiores a R\$ 905,00” (“sem deslocamento”, “idade  $\geq$  76 anos”, “sexo feminino”, “utilização de tecnologias de baixa complexidade”, “óbito em até 30 dias”, “óbito em 1 ano” e “não utilização de CTI”); e 2 relacionadas a “gastos superiores a R\$ 905,00” (“utilização de tecnologias de moderada complexidade” e “utilização de CTI”). Como mencionado, duas foram consideradas estáveis pelo método de validação empregado (*bootstrap*). Essas associam o “gasto inferior a R\$ 905,00 (GAST0)” à “utilização de tecnologias de baixa complexidade (TEC0)” e à “não utilização de CTI (CTI0)”.

Portanto, o mapa de correspondência, juntamente com a distância de tolerância, mostrou que, como esperado, os casos que utilizam tecnologias de baixa complexidade encontram-se associados com a não utilização de CTI, e que ambos associam-se a menores gastos. Em contrapartida, os maiores gastos estão mais associados à utilização de tecnologias de moderada complexidade e à utilização de unidade altamente especializada (CTI). 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 (categoria TEC2 na Figura 1), encontravam-se “isolados”, sem associação com utilização de CTI (apesar de localizados no mesmo quadrante da categoria “utilização de tecnologias de moderada complexidade”). Esse achado sugere que as facilidades disponíveis no CTI não estão sendo adequadamente utilizadas no atendimento desses pacientes, resultando, consequentemente, em desfechos negativos, o que se refletiria nos mapas de correspondência como uma menor associação entre esses casos e a utilização de tecnologias.

A metodologia também sugeriu associação entre os casos que utilizam tecnologias de menor complexidade e os pacientes com idade acima de 75 anos. Os indivíduos nessa faixa etária já possuem circulação colateral (arteriogênese)<sup>24</sup>, a qual abranda a intensidade do infarto, tornando o IAM menos grave, com menor necessidade de intervenções de alta complexidade. Por outro lado, pessoas mais novas, por não possuírem um mecanismo auxiliar quando da oclusão total ou parcial de um vaso; e as pessoas mais idosas, debilitadas e com a musculatura cardíaca enfraquecida, são vítimas de infartos mais graves, de média e alta complexidade. Todavia, a associação dos casos que utilizam tecnologias de menor complexidade com o óbito e com a não utilização de CTI indica diferenças entre diagnósticos (influenciando diretamente no tipo de tratamento, devido à real gravidade do caso), e, possivelmente, altas precoces. Além disso, o baixo percentual de uso de CTI (Tabela 1) pode também ser explicado pela sua subnotificação<sup>17</sup>, ou ainda, por “barreiras de acesso” (não disponibilidade de leitos).

A metodologia da ACM + distância de tolerância não apresentou diferenças significativas relativamente ao método de *cluster* hierárquico. Os agrupamentos representados pelo dendrograma são semelhantes aos achados da metodologia da distância de tolerância. Nota-se, porém, que os grupos formados pela metodologia de agrupamentos hierárquicos englobam categorias que aparentemente encontram-se mais distantes. Essas associações não foram detectadas pela distância de tolerância, a qual é mais rigorosa, formalizada e sistemática na definição de associações<sup>12</sup>. Além disso, a distância de tolerância permite processos de validação posteriores, como a análise de estabilidade empregada no presente trabalho.

O percentual de óbitos por IAM no estudo é semelhante ao estimado pelo Ministério da Saúde<sup>8</sup>, por meio dos dados do SIM para óbitos hospitalares. Em termos gerais, o perfil de gastos segue o padrão nacional, estando os menores gastos relacionados aos casos que utilizam tecnologias de baixa complexidade e à não utilização de CTI, e vice-versa. Duas questões, porém, merecem destaque: a primeira está relacionada à utilização do CTI, que em ambos os sexos (29%) encontra-se muito abaixo do observado em países desenvolvidos<sup>25</sup>. 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, observada neste estudo. A segunda refere-se ao fato de que, no mapa de correspondência, a categoria “sexo masculino (SEXO1)” encontra-se próxima da “não óbito”, e que a categoria “sexo feminino (SEXO0)” está próxima das categorias “óbito em até 30 dias (OB1)” e “óbito em 1 ano (OB2)”. A Tabela 1 mostra que a proporção de casos de IAM foi maior entre os homens (SEXO1), porém a letalidade foi maior entre as mulheres (SEXO0), o que ocasiona

a proximidade entre o não óbito e o sexo masculino e o óbito e o sexo feminino, relações que vem sendo apontadas na literatura científica nos últimos anos<sup>26</sup>.

Como dito, a ACM é uma técnica ainda não utilizada para a obtenção do perfil das internações por IAM e sua relação com o uso dos recursos financeiros. Sendo assim, algumas limitações deste estudo devem ser consideradas. A utilização de um banco de dados secundário pode provocar problemas, causados, por exemplo, por subnotificações ou erros de preenchimento. Adicionalmente, uma limitação no banco das AIH refere-se à insuficiência de dados para distinguir pacientes com níveis de gravidade diferentes, dificultando as comparações entre pacientes e hospitais. Além disso, outro obstáculo é que informações não investigadas podem ter participação no perfil das internações, como: intervalo de tempo desde o surgimento dos sintomas até a internação, tamanho do infarto e situação hemodinâmica no momento da avaliação inicial. Devido à falta de registro dessas variáveis, torna-se difícil a realização de análises como predição de desfechos clínicos ou ajuste de fatores de risco.

Em termos de pesquisas futuras, seria interessante construir bancos de dados com *linkage* a partir de dados mais atualizados, a realização de estudos contemplando a utilização de bases que tenham, originalmente, em sua estrutura, registros sobre o paciente, ou seja, variáveis relacionadas aos aspectos clínicos e físicos dos indivíduos. Também seria importante a utilização dessas bases por um período de tempo maior do que o utilizado, o que possibilitaria a obtenção de informações mais precisas, permitindo a utilização mais eficiente dos recursos financeiros pelos gestores.

## CONCLUSÃO

Como 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 com a utilização de tecnologias de moderada complexidade, sendo esse efeito não constatado para casos de utilização de tecnologias de alta complexidade. Esse último aspecto sugere que as facilidades tecnológicas disponíveis no CTI não estariam sendo adequadamente empregadas no atendimento dos pacientes internados, não impedindo, assim, que estes fossem a óbito. Tal interpretação apoia-se também em estudos relatados na literatura que constataram ser a utilização do CTI muito abaixo do observado em países desenvolvidos.

## REFERÊNCIAS

1. World Health Organization. Cardiovascular diseases (CVDs). Fact sheet nº 317. Geneva: WHO; 2015. Disponível em <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/index.html> (Acessado em 21 de fevereiro de 2013).
2. Soares GP, Brum JD, Oliveira GMM, Klein CH, Souza e Silva NA. Evolução de indicadores socioeconômicos e da mortalidade cardiovascular em três estados do Brasil. *Arq Bras Cardiol* 2013; 100(2): 147-56.

3. Caluza ACV, Barbosa AH, Gonçalves I, Oliveira CAL, Mato L, Zeefried C, et al. Rede de infarto com supradesnívelamento de ST: sistematização em 205 casos diminui eventos clínicos na rede pública. *Arq Bras Cardiol* 2012; 99(5): 1040-8.
4. Mansur AP, Favarato D. Mortalidade por doenças cardiovasculares no Brasil e na região metropolitana de São Paulo: atualização 2011. *Arq Bras Cardiol* 2012; 99(2): 755-61.
5. Teich V, Araujo DV. Estimativa de custo da síndrome coronariana aguda no Brasil. *Rev Bras Cardiol* 2011; 24(2): 85-94.
6. Brasil. Ministério da Saúde. Datasus - Sistema de informações sobre saúde. Disponível em <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=02> (Acessado em 21 de fevereiro de 2013).
7. Oliveira GMM, Klein CH, Souza e Silva NA, Godoy PH, Fonseca TMP. Letalidade por doenças isquêmicas do coração no estado do Rio de Janeiro no período de 1999 a 2003. *Arq Bras Cardiol* 2006; 86(2): 131-7.
8. Brasil. Ministério da Saúde. Datasus - Sistema de informações hospitalares do SUS. Disponível em <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0203&Vobj=http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sih/cnv/ni> (Acessado em 7 de março de 2013).
9. Infantosi AFC, Costa JCGD, Almeida RMVR. Análise de correspondência: bases teóricas na interpretação de dados categóricos em Ciências da Saúde. *Cad Saúde Pública* 2014; 30(3): 473-86.
10. Le Roux B, Rouanet H. Geometric data analysis: from correspondence analysis to structured data analysis. 1ª ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers; 2004.
11. Greenacre M. Correspondence analysis in practice. 2ª ed. Barcelona: Chapman & Hall; 2007.
12. 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. *Comput Methods Programs Biomed* 2008; 90(3): 217-29.
13. Almeida RMVR, Infantosi AFC, Suassuna JHR, Costa JCGD. Multiple correspondence analysis in predictive logistic modeling: application to a living-donor kidney transplantation data. *Comput Methods Programs Biomed* 2009; 95(2): 116-28.
14. Nascimento A, Almeida RMVR, Castilho SR, Infantosi AFC. Análise de correspondência múltipla na avaliação de serviços de farmácia hospitalar no Brasil. *Cad Saúde Pública* 2013; 29(6): 1161-72.
15. Escosteguy CC, Portela MC, Medronho RA, Vasconcelos MTL. The Brazilian hospital information system and the acute myocardial infarction care. *Rev Saúde Pública* 2002; 36(4): 491-9.
16. Melo ECP, Travassos C, Carvalho MS. Quality of data on myocardial infarction deaths, Brazil. *Rev Saúde Pública* 2004; 38(3): 385-91.
17. Escosteguy CC, Portela MC, Medronho RA, Vasconcelos MTL. Hospital admissions forms versus medical records to assess risk of in-hospital death from acute myocardial infarction in Rio de Janeiro, Brazil. *Cad Saúde Pública* 2005; 21(4): 1065-76.
18. Soares CCP, Pinheiro RS, Escosteguy CC. Sobrevida após infarto agudo do miocárdio em pacientes internados em hospitais vinculados ao Sistema Único de Saúde no Estado do Rio de Janeiro. *Cad Saúde Colet* 2006; 14(2): 411-6.
19. Coeli CM, Camargo Junior KR. Avaliação de diferentes estratégias de blocagem no relacionamento probabilístico de registros. *Rev Bras Epidemiol* 2002; 5(2): 185-96.
20. Gualandro DM, Calderaro D, Yu PC, Caramelli B. Infarto agudo do miocárdio após operações não cardíacas. *Arq Bras Cardiol* 2012; 99(5): 1060-67.
21. Hair JR, Hair JF, Anderson RE, Tatham R, Black W. Análise multivariada de dados. 6ª ed. São Paulo: Bookman; 2009.
22. R: a language for statistical computing [computer program]. Versão 2.11.1. Vienna: R Development Core Team; 2007.
23. Melo ECP, Travassos CMR, Carvalho MS. Infarto agudo do miocárdio no Município do Rio de Janeiro: qualidade dos dados, sobrevida e distribuição espacial. *Epidemiol Serv Saúde* 2007; 16(2): 121-3.
24. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano. 2ª ed. São Paulo: Manole; 2006.
25. Sendra JM, Saaia-Santamera A, Iñigo J, Regidor E. Factores asociados a la mortalidad intrahospitalaria del infarto de miocardio: resultados de un estudio observacional. *Med Clín* 2005; 125(17): 641-6.
26. Anderson RD, Pepine CJ. Gender differences in the treatment for acute myocardial infarction: bias or biology? *Circulation* 2007; 115(7): 823-6.

Recebido em: 20/03/2015

Versão final apresentada em: 27/08/2015

Aprovado em: 24/09/2015