

Modelo preditivo para eventos adversos não infecciosos graves em internações hospitalares

Ana Cláudia Couto de Abreu^{1*}; Wagner Wilson Bortoleotto²

¹Grupo IAG Saúde. Bacharel em Estatística. Rua Anchieta, 511 – Bairro Padre Eustáquio; 30720-370 Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

²PECEGE. Mestre em Engenharia de Produção e Manufatura. Rua Antônio Menardi, Residencial Victor D'Andrea; 13481-344 Limeira, SP, Brasil

*autor correspondente: ana.abreu22@outlook.com

Modelo preditivo para eventos adversos não infecciosos graves em internações hospitalares

Resumo

As falhas de segurança na assistência hospitalar podem causar morbidade e mortalidade. Diariamente os pacientes hospitalizados são expostos a eventos adversos e sofrem danos ou morrem devido a uma assistência hospitalar insegura. Muitos eventos adversos são evitáveis e são de grande preocupação dos sistemas de saúde de todo o mundo e estão empenhados em melhorar a segurança assistencial do paciente. A incidência de eventos adversos é determinada pelo risco intrínseco do paciente (complexidade clínica) e pelo risco extrínseco (condições de estrutura e processo do provedor de serviços assistenciais). O objetivo desse estudo foi construir um modelo preditivo capaz de estimar a prevalência dos eventos adversos não infecciosos em pacientes internados devido a uma infecção do rim e do trato urinário levando em consideração o risco intrínseco e o risco extrínseco. A base de dados com 46.844 internações foi construída a partir das informações codificadas no software DRG Brasil® versão 14, realizada entre jan. 2017 a jul. 2021, por hospitais privados que prestam serviços para operadoras da saúde suplementar do Brasil e para o Sistema Único de Saúde [SUS]. Foram utilizadas medidas descritivas para avaliação do comportamento dos pacientes. Para determinar os fatores associados à ocorrência das condições adquiridas graves não infecciosas foi utilizada a análise de Regressão Logística Multinível. Os resultados mostraram que as condições clínicas dos pacientes, o hospital e o município do hospital interferem na ocorrência das condições adquiridas graves não infecciosas em pacientes internados para tratar uma infecção do rim e do trato urinário.

Palavras-chave: DRG; Multinível; Iatrogenia; Segurança do Paciente.

Introdução

Durante a assistência hospitalar ocorrem eventos adversos que podem causar danos físicos, prolongamento da permanência hospitalar e lesões permanentes aos pacientes. Como consequência, os eventos adversos estão associados a custos de saúde aumentados. (Kjellberg et al., 2017)

As falhas de segurança na assistência hospitalar causam morbidade e mortalidade em todo o mundo. Ainda não existem estimativas precisas, mas estudos de prevalência de países desenvolvidos sugerem que um número substancial de pacientes hospitalizados é exposto a eventos adversos. Estudos revelam que dezenas de milhões de pessoas sofrem danos e milhões provavelmente morrem devido a uma assistência hospitalar insegura. Muitos desses eventos adversos são evitáveis e isto, portanto, se torna particularmente preocupante. (Jha et al., 2010)

Estudos recentes de óbitos mostram números alarmantes de óbitos determinados por eventos adversos relacionados à assistência em hospitais norte-americanos, com estimativas entre 210.000 e 400.000 óbitos por ano, podendo ser considerados como a terceira causa de morte nos Estados Unidos da América [EUA], estando atrás somente de doenças cardiovasculares e câncer (James, 2013; Makary e Daniel, 2016).

Os eventos adversos observados em pacientes hospitalizados são de grande preocupação dos sistemas de saúde de todo o mundo que estão cada vez mais empenhadas em melhorar a segurança assistencial do paciente. A notificação dos eventos adversos é a primeira ação para desencadear a melhora da segurança assistencial do paciente nos hospitais. Ao analisar os danos graves aos pacientes é possível identificar falhas de processo modificáveis e evitar a sua recorrência (Marra et al., 2020)

Um evento adverso é qualquer ocorrência médica não esperada observada em um paciente durante a assistência hospitalar. Além disso, um evento adverso é classificado como grave quando resultam em óbito, prolongamento da hospitalização ou deficiência / incapacidade significativa e persistente (ICH E6). Os eventos adversos ainda podem ser categorizados em eventos adversos infecciosos, na qual estão incluídas as infecções relacionadas a assistência [IRAS], e eventos adversos não infecciosos, como ocorre na troca de lateralidade em cirurgias, eventos de medicação, quedas, fraturas, etc. (ANVISA, 2013)

A incidência de eventos adversos é determinada pelo risco intrínseco e extrínseco. O risco intrínseco, complexidade clínica, é aquele inerente as condições de saúde que o paciente já era portador antes da internação, a condição de saúde que determinou a sua internação, seu sexo, idade e as intervenções realizadas para o tratamento e, portanto, são fatores não modificáveis. O risco extrínseco é aquele determinado pelas condições de estrutura e processo do provedor de serviços assistenciais fatores que podem ser objeto de intervenção dos provedores de serviço de saúde.

Uma das maneiras de organizar o processo de assistência hospitalar é pensar preventivamente planejando intervenções nos chamados grupos de risco, estabelecendo protocolos assistenciais para grupos populacionais, gerando assim ações mais efetivas. Nessa dimensão está a importância de se integrar os diversos níveis de atenção do sistema de saúde, no qual acesso e resolutividade são palavras-chave e no qual ganham espaço as chamadas linhas de cuidado. Tais linhas constituem-se em políticas de saúde matriciais que integram ações de proteção, promoção, vigilância, prevenção e assistência, voltadas para as especificidades de grupos ou às necessidades individuais, permitindo não só a condução oportuna dos pacientes pelas diversas possibilidades de diagnóstico e terapêutica, mas também uma visão global das suas condições de vida. (Ministério da Saúde, 2008)

As linhas de cuidado podem ser definidas a partir dos Grupos de Diagnósticos Relacionados [DRG] que se constituem em um sistema de classificação de pacientes construído com o intuito de instrumentalizar a gestão hospitalar, viabilizando a mensuração e avaliação do desempenho dos hospitais. O sistema tem como foco a definição da produção final do hospital, caracterizada como o conjunto de bens e serviços prestados aos pacientes para tratar problemas de saúde específicos. O DRG é uma metodologia que mede e

categoriza a complexidade e criticidade assistencial de cada paciente internado em um hospital que atende pacientes agudos. A complexidade e criticidade do paciente são determinadas pela combinação de idade, sexo, diagnósticos principal e secundários e procedimentos cirúrgicos realizados para o seu tratamento. Essas informações são obtidas dos relatórios de altas hospitalares, possuindo um número gerenciável de grupos que são clinicamente significativos e economicamente homogêneos. Os grupos definem o produto hospitalar, ou seja, conseguem fornecer uma medida concisa da atividade hospitalar e assim facilitar a comparação dos custos, desempenho assistencial e econômicos entre diferentes serviços, médicos e hospitais dentro de uma mesma categoria DRG. (Noronha et al., 2002; Couto et al., 2018; Filho et al., 2014)

Essa metodologia, desenvolvida na Universidade de Yale, nos Estados Unidos, no final da década de 60 e ao longo da década de 70, teve o objetivo de definir o produto hospitalar para fins de monitoramento da utilização de serviços, bem como de avaliação e gerência de qualidade da atenção hospitalar. Na década de 70, a classificação foi aplicada no Estado de Nova Jersey e, na década de 80, foi revisada e aprimorada para ser utilizada, em 1983, como unidade de referência para o reembolso financeiro aos hospitais credenciados pelo governo americano, no atendimento a pacientes do seguro de saúde Medicare (Noronha et al., 2002).

Esse estudo tem como objetivo principal construir um modelo preditivo capaz de estimar a prevalência dos eventos adversos não infecciosos por linha de cuidado levando em consideração o risco intrínseco de uma população de pacientes internados, permitindo avaliar o nível de segurança disponibilizado pela organização hospitalar a população atendida determinado por falhas prováveis de estrutura e processos permitindo a elevação dos níveis de segurança pela mudança destes determinantes.

Material e Métodos

A coleta de dados, trata-se de uma coorte retrospectiva, uma vez que os dados dos pacientes são registrados desde a admissão até a ocorrência do evento adverso não infecciosos ou a alta para casa. (Marconi e Lakatos, 2010).

A amostra com 46.844 pacientes alocados na classe DRG 689-690 é de conveniência, sendo 46.476 pacientes sem condição adquirida grave não infecciosa e 368 pacientes com condição adquirida grave não infecciosa. Essa amostra foi extraída de um total de 2.464.725 mil altas hospitalares, de uma base de dados construída a partir das informações codificadas no software DRG Brasil® versão 14 usada para fins administrativo por hospitais, operadoras de saúde suplementar e Sistema Único de Saúde [SUS], no período de jan. 2017 a jul. 2021. Envolveu 350 hospitais privados, públicos e filantrópicos que prestam serviços para

operadoras da saúde suplementar do Brasil e para o SUS, que atendem 16 milhões de brasileiros distribuídos nas regiões Centro-oeste, Norte, Nordeste, Sudeste e Sul do Brasil.

A coleta dos dados foi realizada por enfermeiros graduados, treinados e dedicados exclusivamente à função de codificação, sob supervisão médica local. A codificação na Plataforma DRG Brasil® versão 13 foi feita por leitura dos prontuários assistenciais de todos os pacientes após a alta hospitalar. Os diagnósticos foram classificados utilizando a Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde, décima revisão [CID 10]. Os procedimentos realizados em cada paciente foram codificados seguindo os códigos da Terminologia Unificada da Saúde Suplementar [TUSS] e SUS.

A qualidade das bases de dados foi continuamente auditada por especialistas em codificação de saúde incluindo a autora. A base de dados foi constituída a partir de 2.464.725 prontuários de pacientes.

A população de estudo

Pacientes com alta hospitalar que foram admitidos (permanência maior que 24 horas), com condições clínicas agudas (tempo de internação menor que trinta dias), com mais de 28 dias de idade, no período de jan. 2017 a jul. 2021 e alocadas na classe de DRG 689-690 (linha de cuidado → Infecção do rim e do trato urinário); foram excluídos os pacientes que evadiram do hospital, solicitaram alta a pedido, foram transferidos para hospitais de curta / longa permanência.

Variáveis do estudo

A Figura 1 mostra as variáveis consideradas no estudo em cada uma das unidades de pesquisa (paciente, hospital e município).



Figura 1. Variáveis consideradas no estudo
Fonte: Dados originais da pesquisa

Análise de dados

Foram apresentadas as medidas descritivas como mediana, percentis, média e desvio-padrão.

Foi utilizado um modelo supervisionado de machine learning (Regressão Logística Multinível), uma das técnicas utilizadas na Inteligência Artificial que usa algoritmos baseados em matemática e estatística para estabelecer um modelo preditivo (Fávero e Belfiore, 2017). No aprendizado supervisionado, o modelo é construído a partir de um banco de dados relacionando as variáveis independentes com a variável dependente/desfecho. O objetivo do algoritmo é aprender uma regra que a partir das variáveis independentes estime o desfecho, o que consiste no modelo final (Fávero e Belfiore, 2017).

A Regressão Logística Multinível pertence ao grupo de modelos hierárquicos não lineares e a sua escolha se justifica uma vez que a variável dependente é categórica e dicotômica e pela existência de uma estrutura aninhada de dados ou estrutura hierárquica. Ou seja, as variáveis independentes avaliadas apresentam variação entre unidades distintas que representam grupos (paciente (nível 1) → hospital (nível 2) → município do hospital (nível 3)) (Fávero e Belfiore, 2017).

As variáveis categóricas foram transformadas em variável dummy. Esse procedimento foi aplicado para não gerar problemas de ponderação arbitrária. (Fávero e Belfiore, 2017)

Os cálculos e a análise estatística dos dados foram realizados com R 4.1.2 (R Core Team, 2021). Foi utilizado o método stepwise para seleção de variáveis do modelo. Esse método é baseado em um algoritmo que verifica a importância de cada variável e a sua inclusão ou não no modelo. Uma vez que temos um número excessivo de variáveis no nível 1 (248) foi necessário dividi-las em vários modelos. A Figura 2 mostra o fluxo da análise estatística dos dados no que diz respeito à modelagem utilizando a Regressão Logística Multinível.



Figura 2. Fluxo da análise estatística dos dados
Fonte: Dados originais da pesquisa

A comparação da adequação de ajuste dos modelos gerados pela Regressão Logística Multinível foi realizada utilizando o valor do logaritmo da máxima verossimilhança [LogLik]. Sendo que quanto maior esse valor, melhor o ajuste do modelo. (Fávero e Belfiore., 2017)

Para a validação do modelo final ainda foram utilizadas as métricas de sensibilidade e especificidade. A partir do modelo gerado é possível estimar a probabilidade de uma paciente sofrer uma condição adquirida grave não infecciosa. A sensibilidade mostra o percentual de acerto, para um determinado ponto de corte para essa probabilidade, considerando-se apenas os pacientes que de fato são evento. A especificidade mostra o percentual de acerto, para um determinado ponto de corte para essa probabilidade, considerando-se apenas os pacientes que de fato não são evento. (Fávero e Belfiore, 2017)

Considerações éticas

O banco de dados do DRG Brasil® a ser utilizado no estudo é aquele para o qual há autorização prévia contratual com as instituições usuárias do sistema, para realização de pesquisa acadêmica desde que o projeto tenha sido aprovado previamente por algum comitê de ética em pesquisa. Não há acesso aos nomes dos pacientes e profissionais de saúde que sofrem anonimização quando da entrada na base de dados, o estudo atende integralmente os critérios estabelecidos pela Resolução do Conselho Nacional de Saúde 466/12.

O projeto foi aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa [CEP] do Instituto de Pesquisas e Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas - PECEGE, sob número 57295722.2.0000.9927. Foi obtida a dispensa do termo de consentimento livre e esclarecido.

Resultados e Discussão

Foram apresentadas as análises realizadas em uma linha de cuidado: Infecção do rim e do trato urinário.

De um modo geral, a maioria dos pacientes era do sexo feminino (70,8%) e 29,2% do sexo masculino. Foi observado uma taxa de condições adquiridas não infecciosas no grupo feminino igual a 0,7% e no grupo masculino uma taxa igual a 1%. Quanto a faixa etária observou-se um maior percentual de idosos, com 52,8% dos pacientes com pelo menos 60 anos. Avaliando a taxa de condições adquiridas não infecciosas foi verificado maiores valores no grupo de idosos (0,8% a 1,6%) contra uma taxa inferior a 0,5% no grupo de até 17 anos e no grupo de 18 a 59 anos. Os demais dados podem ser conferidos na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização dos pacientes quanto aos dados demográficos considerando-se a presença ou não de condições adquiridas graves não infecciosas

Variáveis	Condição adquirida grave não infecciosa				Total	
	Não		Sim		n	%
Sexo						
Feminino	32.962	99,3	226	0,7	33.188	70,8
Masculino	13.514	99,0	142	1,0	13.656	29,2
Total	46.476	99,2	368	0,8	46.844	100,0
Idade (média±dp)	$55,6 \pm 28,8$		$74,6 \pm 18,3$		$55,8 \pm 28,8$	
Faixa etária						
Até 17 anos	5.653	99,9	7	0,1	5.660	12,1
18 a 59 anos	16.361	99,7	52	0,3	16.413	35,0
60 a 69 anos	4.826	99,2	41	0,8	4.867	10,4
70 a 79 anos	6.915	98,8	86	1,2	7.001	15,0
80 a 89 anos	8.747	98,7	117	1,3	8.864	18,9
90 anos ou mais	3.974	98,4	65	1,6	4.039	8,6
Total	46.476	99,2	368	0,8	46.844	100,0

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Nota: dp = desvio-padrão

A maioria dos pacientes internou em caráter de urgência (89,5%), 5,4% em caráter de emergência e para 5,1% tratava-se de uma internação eletiva. A taxa de condições adquiridas não infecciosas foi similar para cada um dos tipos de caráter de internação. (Tabela 2)

Para a maioria dos pacientes (95,6%) não foi necessária uma internação no centro de terapia intensiva [CTI], 4,1% dos pacientes tiveram uma única passagem pelo CTI e 0,3% tiveram pelo menos duas passagens pelo CTI. A taxa de condições adquiridas não infecciosas no grupo que não teve passagem pelo CTI foi igual a 0,5%, 5,5% no grupo com apenas uma passagem pelo CTI e 20,7% no grupo com pelo menos duas ou mais passagens pelo CTI. (Tabela 2)

Aproximadamente 43% dos pacientes foram alocados no nível de severidade 1, 22% no nível de severidade 2, 9% no nível de severidade 3 e 25,7% no nível de severidade 4. A taxa de condições adquiridas não infecciosas no grupo alocado no nível de severidade 4 foi igual a 2,5% e nos demais níveis de severidade essa taxa variou de 0,2% a 0,5%. (Tabela 2)

Apenas 0,5% dos pacientes necessitaram de suporte ventilatório invasivo (ventilação mecânica) por menos de 96 horas ou por 96 horas ou mais. Observa-se que a taxa de condições adquiridas não infecciosas no grupo que fez uso de ventilação mecânica foi acima de 30%. (Tabela 2)

A maioria dos pacientes (74,4%) foi atendido pela Saúde Suplementar e 25,3% pela Saúde Pública. A taxa de condições adquiridas não infecciosas foi similar para cada um dos sistemas de saúde. (Tabela 2)

Avaliando a permanência hospitalar, de um modo geral os pacientes permaneceram 6 dias, em média. Avaliando o grupo sem condições adquiridas não infecciosas foi verificado

uma média de tempo de permanência hospitalar igual a 5,9 dias e no grupo com condições adquiridas não infecciosas o tempo de permanência hospitalar eleva-se para 19,3 dias, em média. Esse comportamento foi observado em todos os níveis de severidade, ou seja, o tempo de permanência hospitalar no grupo com condições adquiridas não infecciosas foi superior ao observado no grupo sem condições adquiridas não infecciosas. Portanto, houve necessidade de um maior consumo de recursos na assistência hospitalar aos pacientes com condições adquiridas não infecciosas, conforme Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização dos pacientes quanto aos dados clínicos considerando-se a presença ou não de condições adquiridas graves não infecciosas

Variáveis	Condição adquirida grave não infecciosa				Total	
	Não		Sim		n	%
	n	%	n	%		
Caráter da internação						
Eletivo	2.350	99,1	21	0,9	2.371	5,1
Urgência	41.590	99,2	332	0,8	41.922	89,5
Emergência	2.536	99,4	15	0,6	2.551	5,4
Total	46.476	99,2	368	0,8	46.844	100,0
Número de passagens no centro de terapia intensiva						
Nenhuma	44.544	99,5	234	0,5	44.778	95,6
Uma	1.821	94,5	105	5,5	1.926	4,1
Duas ou mais	111	79,3	29	20,7	140	0,3
Total	46.476	99,2	368	0,8	46.844	100,0
Nível de severidade						
1	20.262	99,8	32	0,2	20.294	43,3
2	10.270	99,8	17	0,2	10.287	22,0
3	4.208	99,5	21	0,5	4.229	9,0
4	11.736	97,5	298	2,5	12.034	25,7
Total	46.476	99,2	368	0,8	46.844	100,0
Tempo de ventilação mecânica						
Não fez uso	46.333	99,4	298	0,6	46.631	99,5
Fez uso por menos de 96 horas	82	67,8	39	32,2	121	0,3
Fez uso por 96 horas ou mais	61	66,3	31	33,7	92	0,2
Total	46.476	99,2	368	0,8	46.844	100,0
Sistema de saúde						
Particular	168	99,4	1	0,6	169	0,4
Saúde pública	11.711	99,0	120	1,0	11.831	25,3
Saúde suplementar	34.596	99,3	248	0,7	34.844	74,4
Total	46.476	99,2	368	0,8	46.844	100,0
Permanência hospitalar (média±dp)						
Global	$3,6 \pm 2,8$		$8,3 \pm 11,6$		$3,6 \pm 2,8$	
Nível de severidade 1	$5,0 \pm 4,3$		$5,4 \pm 3,2$		$5,0 \pm 4,3$	
Nível de severidade 2	$5,4 \pm 3,1$		$8,9 \pm 6,2$		$5,4 \pm 3,1$	
Nível de severidade 3	$11,0 \pm 7,7$		$22,0 \pm 19,7$		$11,3 \pm 8,4$	
Nível de severidade 4	$5,9 \pm 5,7$		$19,3 \pm 19,0$		$6,0 \pm 6,0$	

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Nota: dp = desvio-padrão

A Tabela 3 mostra as principais condições clínicas presente na admissão. Entre os pacientes que participaram do estudo, 81% eram portadores de outras doenças do aparelho urinário de gravidade moderada, 38,4% de doenças hipertensivas de menor gravidade, 23,6% apresentaram riscos potenciais à saúde relacionados com história familiar e pessoal e algumas afecções que influenciam o estado de saúde e 20,6% um quadro de diabetes mellitus de menor gravidade. Nesses resultados ainda pode ser avaliado a taxa de condição adquirida grave não infecciosa para cada uma dessas condições clínicas. Pode ser citado, por exemplo, a taxa de condição adquirida grave não infecciosa entre os pacientes com distúrbios metabólicos de menor gravidade, onde foi verificado uma taxa de 2%. Por outro lado, no grupo de pacientes com doenças renais túbulo-intersticiais de gravidade moderada, onde a taxa de condição adquirida grave não infecciosa foi igual a 0,5%.

Tabela 3. Caracterização dos pacientes quanto à condição clínica presente na admissão considerando-se a presença ou não de condições adquiridas graves não infecciosas

Condições clínicas	Condição adquirida grave não infecciosa				Total	
	Não		Sim		n	%
	n	%	n	%		
Outras doenças do aparelho urinário de gravidade moderada	37.594	99,1	334	0,9	37.928	81,0
Doenças hipertensivas de menor gravidade	17.785	98,8	216	1,2	18.001	38,4
Pessoas com riscos potenciais à saúde relacionados com história familiar e pessoal e algumas afecções que influenciam o estado de saúde de menor gravidade	10.903	98,5	165	1,5	11.068	23,6
Diabetes mellitus de menor gravidade	9.519	98,7	128	1,3	9.647	20,6
Doenças renais túbulo-intersticiais de gravidade moderada	7.082	99,5	35	0,5	7.117	15,2
Sintomas e sinais gerais de menor gravidade	6.755	98,5	103	1,5	6.858	14,6
Agentes de infecções bacterianas, virais e outros agentes infecciosos de menor gravidade	6.251	98,4	102	1,6	6.353	13,6
Pessoas em contato com os serviços de saúde em outras circunstâncias de menor gravidade	5.521	97,7	130	2,3	5.651	12,1
Distúrbios metabólicos de menor gravidade	5.371	98,0	111	2,0	5.482	11,7
Transtornos da glândula tireoide de menor gravidade	3.882	98,5	60	1,5	3.942	8,4

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Nota: os pacientes poderiam apresentar mais de uma condição clínica

A Tabela 4 mostra os resultados de uma primeira Análise de Regressão Logística realizada com o objetivo de realizar uma pré-seleção das variáveis que seriam encaminhadas para um modelo final (passo 1). Ressalta-se que para a análise multivariada foram excluídos os pacientes que internaram em hospitais do tipo hospital/dia por se tratar de uma amostra muita pequena para representar esse tipo de hospital. Foram excluídos um total de 35 pacientes.

Para as variáveis do nível 1, devido ao volume de variáveis, foi necessário partitionar essas variáveis em 10 blocos de análise. Nos primeiros 9 blocos foram consideradas as condições clínicas e no 10º bloco as demais variáveis do paciente. Para cada um dos blocos

foi utilizado o método de seleção stepwise. Ao final desse processo um único modelo considerando-se todas as variáveis selecionadas foi conduzido com o método de seleção stepwise. As variáveis que se mostraram significativas foram: idade, número de passagens no CTI, tempo de ventilação mecânica, nível de severidade da classe DRG e 12 condições clínicas. Ressalta-se que foram avaliadas um total de 241 condições clínicas, porém, foi apresentado apenas aquelas que se mostraram significativas para explicar a ocorrência da condição adquirida grave não infecciosa.

Para as variáveis do nível 2, um modelo individual foi realizado para cada uma das variáveis. Em todas as análises foram consideradas as variáveis do nível 1 selecionadas. Como pode ser observado, essas análises indicaram a significância de três variáveis: natureza jurídica, número de médicos e número de técnicos de enfermagem. Ao final desse processo um único modelo considerando-se todas as variáveis selecionadas foi conduzido. E, os resultados apontaram que apenas a variável natureza jurídica deveria ser mantida.

Para as variáveis do nível 3, um modelo individual foi realizado para cada uma das variáveis. Em todas as análises foram consideradas as variáveis do nível 1 e do nível 2 selecionadas. Como pode ser observado, essas análises indicaram a significância de duas variáveis: população e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal [IDHM] - Renda. Ao final desse processo um único modelo considerando-se todas as variáveis selecionadas foi conduzido. E, os resultados apontaram que apenas a variável IDHM - Renda deveria permanecer no modelo.

Tabela 4. Resultados da Regressão Logística Multinível considerando-se a estrutura hierárquica dos dados (passo 1)

(continua)

Variáveis	Nível 1 (Paciente)			
	Modelo inicial		Modelo final	
	β	p	β	p
Sexo	0,02	0,873		
Idade (anos)	0,02	< 0,001	0,015	< 0,001
Caráter internação				
1 (ref.)				
2	-0,31	0,203		
3	-0,41	0,263		
Número de passagens no centro de terapia intensiva				
Nenhuma passagem (ref.)				
Uma passagem	1,22	< 0,001	1,247	< 0,001
Duas passagens ou mais	2,25	< 0,001	2,127	< 0,001
Tempo de ventilação mecânica				
Não fez uso (ref.)				
Fez uso por menos de 96 horas	2,61	< 0,001	2,714	< 0,001
Fez uso por 96 horas ou mais	2,46	< 0,001	2,213	< 0,001

Tabela 4. Resultados da Regressão Logística Multinível considerando-se a estrutura hierárquica dos dados (passo 1)

(continuação)

Variáveis	Nível 1 (Paciente)			
	Modelo inicial	Modelo final	Modelo inicial	Modelo final
	β	p	β	p
Nível de severidade				
1 (ref.)				
2	-0,55	0,073	-0,432	0,159
3	0,45	0,123	0,351	0,228
4	1,76	< 0,001	1,405	< 0,001
Sistema de saúde				
Particular (ref.)				
Saúde Pública	1,31	0,961		
Saúde Suplementar	1,28	0,962		
Condições clínicas				
Anemias aplásicas e outras anemias de menor gravidez	1,18	< 0,001	0,844	< 0,001
Desnutrição de gravidez moderada	1,68	< 0,001	1,055	< 0,001
Distúrbios metabólicos de menor gravidez	0,75	< 0,001	0,302	< 0,001
Outras doenças do sistema nervoso de menor gravidez	1,00	< 0,001	0,413	< 0,001
Outras formas de doença do coração de menor gravidez	0,69	< 0,001	0,314	< 0,001
Doenças cerebrovasculares de menor gravidez	0,92	< 0,001	0,326	< 0,001
Outras doenças dos intestinos de gravidez moderada	1,42	0,001	1,356	< 0,001
Complicações de cuidados médicos e cirúrgicos não classificados em outra parte de menor gravidez	1,95	0,003	2,117	< 0,001
Síndrome respiratória aguda grave de maior gravidez	2,34	< 0,001	1,587	< 0,001
Pessoas em contato cm os serviços de saúde para procedimentos e cuidados específicos de menor gravidez	1,52	< 0,001	0,993	< 0,001
Pessoas em contato cm os serviços de saúde em outras circunstâncias de menor gravidez	0,92	< 0,001	0,473	< 0,001
Pessoas com riscos potenciais à saúde relacionados com história familiar e pessoal e algumas afecções que influenciam o estado de saúde de menor gravidez	0,67	< 0,001	0,251	< 0,001
<hr/>				
Nível 2 (Hospital)				
Variáveis	Modelo inicial		Modelo final	
	β	p	β	p
Natureza jurídica				
Administração Pública (ref.)				
Entidades empresariais	0,95	0,064	0,95	0,064
Entidades sem fins lucrativos	0,98	0,054	0,98	0,054
Tipo de hospital				
Hospital especializado (ref.)				
Hospital geral	0,31	0,558		
Quantidade de tomógrafos	-0,04	0,731		
Quantidade de aparelhos de ressonância magnética	-0,04	0,646		
Número de médicos	< 0,01	0,049		
Número de enfermeiros	< 0,01	0,396		
Número de técnicos de enfermagem	< 0,01	0,068		
Certificações	< -0,01	0,479		
Número de leitos de internação	< 0,01	0,346		
Número de leitos no centro de terapia intensiva	< -0,01	0,855		

Tabela 4. Resultados da Regressão Logística Multinível considerando-se a estrutura hierárquica dos dados (passo 1)

(conclusão)

Variáveis	Nível 1 (Paciente)			
	Modelo inicial	p	Modelo final	p
População	-0,23	0,098		
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal [IDHM]	-1,01	0,131		
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal [IDHM] – Educação	-7,31	0,161		
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal [IDHM] – Longevidade	8,68	0,355		
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal [IDHM] - Renda	-9,87	0,041	-9,87	0,041

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Nota: ⁽¹⁾ Condições clínicas significativas ao final da análise

A partir dos resultados obtidos um último modelo foi conduzido com todas as variáveis selecionadas (passo 2). A Tabela 5 apresenta esses resultados e uma avaliação dos coeficientes de cada uma das variáveis mostra:

- Quanto maior a idade, maior o risco do paciente sofrer alguma condição adquirida grave não infecciosa;
- Pacientes com passagem no CTI, têm maior o risco do paciente sofrer alguma condição adquirida grave não infecciosa quando comparados com os pacientes que não passaram pelo CTI;
- Pacientes que fizeram uso de ventilação mecânica, têm maior o risco do paciente sofrer alguma condição adquirida grave não infecciosa quando comparados com os pacientes que não fizeram uso de ventilação mecânica;
- Pacientes com nível 4 de severidade têm maior o risco do paciente sofrer alguma condição adquirida grave não infecciosa quando comparados com os pacientes do nível 1 de severidade;
- Pacientes com alguma das 12 condições clínicas presentes na admissão têm maior o risco do paciente sofrer alguma condição adquirida grave não infecciosa quando comparados com os pacientes que não apresentaram essas condições clínicas na admissão;
- Pacientes internados em entidades empresariais e entidades sem fins lucrativos têm maior o risco do paciente sofrer alguma condição adquirida grave não infecciosa quando comparados com os pacientes internados em hospitais de administração pública;
- Quanto maior o IDHM – Renda do município, menor o risco do paciente sofrer alguma condição adquirida grave não infecciosa.

Tabela 5. Resultados da Regressão Logística Multinível considerando-se a estrutura hierárquica dos dados (passo 2)

Nível 1 (Paciente)			
Variáveis	β	p	
Idade (anos)	0,02		< 0,001
Número de passageiros no centro de terapia intensiva			
Nenhuma passagem (ref.)			
Uma passagem	1,42		< 0,001
Duas passagens ou mais	2,45		< 0,001
Tempo de ventilação mecânica			
Não fez uso (ref.)			
Fez uso por menos de 96 horas	2,55		< 0,001
Fez uso por 96 horas ou mais	2,31		< 0,001
Nível de severidade			
1 (ref.)			
2	-0,46		0,133
3	0,30		0,306
4	1,32		< 0,001
(1) Condições clínicas			
Anemias aplásicas e outras anemias de menor gravidade	0,71		< 0,001
Desnutrição de gravidade moderada	0,94		< 0,001
Distúrbios metabólicos de menor gravidade	0,37		0,005
Outras doenças do sistema nervoso de menor gravidade	0,40		0,021
Outras formas de doença do coração de menor gravidade	0,25		0,090
Doenças cerebrovasculares de menor gravidade	0,33		0,041
Outras doenças dos intestinos de gravidade moderada	1,33		0,001
Complicações de cuidados médicos e cirúrgicos não classificados em outra parte de menor gravidade	2,10		0,006
Síndrome respiratória aguda grave de maior gravidade	2,01		0,009
Pessoas em contato cm os serviços de saúde para procedimentos e cuidados específicos de menor gravidade	1,08		< 0,001
Pessoas em contato cm os serviços de saúde em outras circunstâncias de menor gravidade	0,49		< 0,001
Pessoas com riscos potenciais à saúde relacionados com história familiar e pessoal e algumas afecções que influenciam o estado de saúde de menor gravidade	0,21		0,084
Nível 2 (Hospital)			
Variáveis	β	p	
Natureza jurídica			
Administração Pública (ref.)			
Entidades empresariais	1,04		0,017
Entidades sem fins lucrativos	1,19		0,005
Nível 3 (Município)			
Variáveis	β	p	
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal [IDHM] - Renda	-9,87		0,041

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Nota: ⁽¹⁾ Condições clínicas significativas ao final da análise

A Figura 3 mostra uma comparação dos modelos gerados na Regressão Logística Multinível segundo o valor do LogLik. Como pode ser observado a cada inserção de variáveis e/ou níveis acarretou um aumento do valor do LogLik, principalmente quando foi inserido as

variáveis do nível 3 (município). Com esses resultados pode ser concluído que o hospital onde o paciente foi internado e o município do hospital são fatores determinantes do risco de um paciente sofrer uma condição adquirida grave não infecciosa.

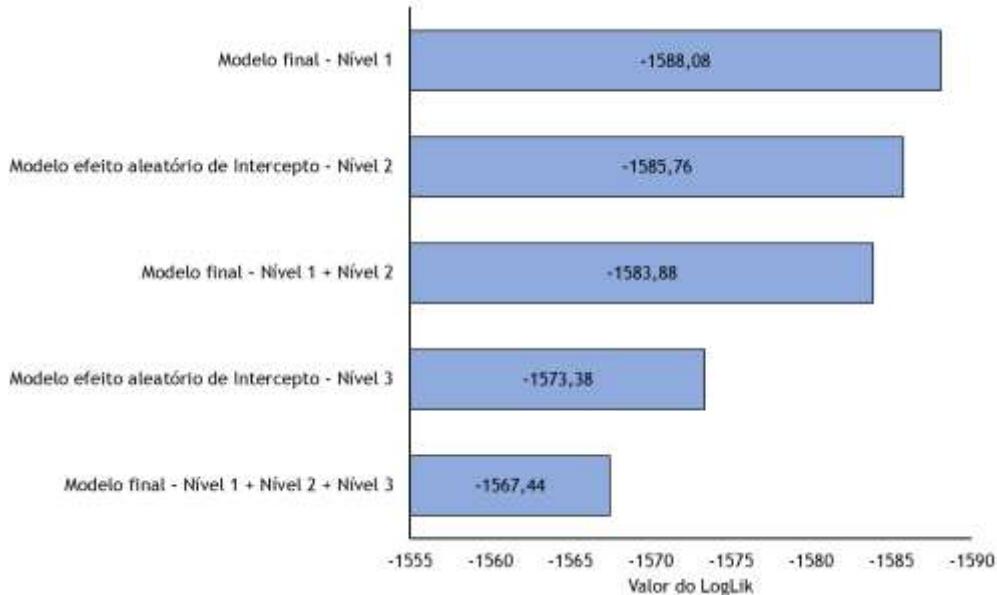


Figura 3. Valor do logaritmo da máxima verossimilhança (LogLik) dos modelos gerados na Regressão Logística Multinível

Fonte: Resultados originais da pesquisa

A Figuras 4 mostra os valores dos interceptos aleatórios do nível 2 e nível 3 da Regressão Logística Multinível. Fica evidente que existem hospitais que contribuem para a elevação do risco de um paciente sofrer uma condição adquirida grave não infecciosa (interceptos positivos) e que existem hospitais que contribuem para a redução do risco de um paciente sofrer uma condição adquirida grave não infecciosa (interceptos negativos). Um resultado análogo pode ser interpretado no que diz respeito ao efeito dos municípios no risco de um paciente sofrer uma condição adquirida grave não infecciosa.

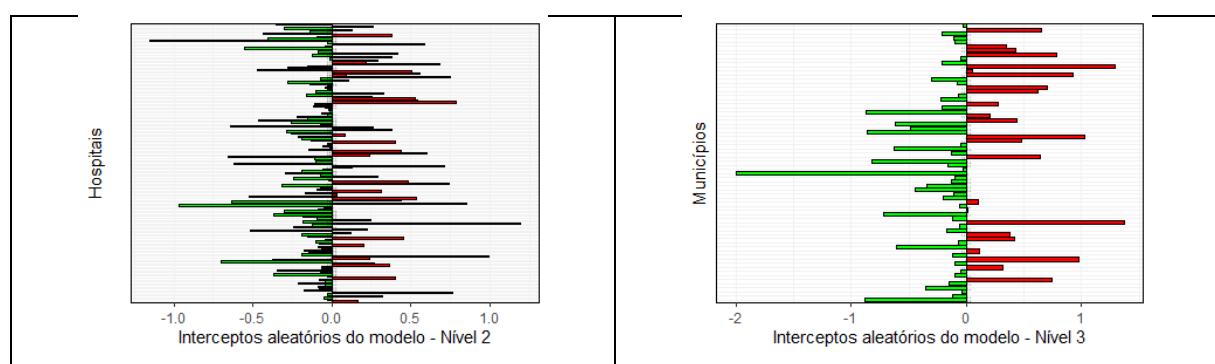


Figura 4. Valor do intercepto aleatório do modelo (Nível 2) para cada hospital e do modelo (Nível 3) para cada município

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Os resultados da Tabela 6 mostram a avaliação do ajuste do modelo final de Regressão Logística Multinível a luz da sensibilidade e especificidade. Primeiramente foi avaliado considerando a probabilidade estimada igual a 0,5 como ponto de corte para classificar um paciente com condição adquirida grave não infecciosa ou sem condição adquirida grave não infecciosa. Como pode ser observado a especificidade foi muito próximo a 1, ou seja, o modelo foi capaz de indicar corretamente quase todos os pacientes que não sofreram uma condição adquirida grave não infecciosa. Por outro lado, a sensibilidade foi igual a 0,084. Ou seja, o modelo foi capaz de indicar corretamente apenas 8,4% dos pacientes que sofreram uma condição adquirida grave não infecciosa.

Como condições adquiridas não infecciosas são um evento raro, justifica-se a proposição de uma probabilidade menor como ponto de corte para avaliar a qualidade do ajuste do modelo final. Na Tabela 6, temos o estudo considerando-se a probabilidade estimada igual a 0,15. Percebe-se que essa alteração no ponto de corte não impactou na especificidade, mas ocorreu um aumento relevante na sensibilidade (0,253). Com esse ponto de corte, o modelo seria capaz de indicar corretamente apenas 25,3% dos pacientes que sofreram uma condição adquirida grave não infecciosa.

Tabela 6. Avaliação do ajuste do modelo final de Regressão Logística Multinível

Evento observado	Evento estimado (ponto de corte → 0,5)			Evento estimado (ponto de corte → 0,15)		
	Sim	Não	Total	Sim	Não	Total
Sim	31	337	368	93	275	368
Não	21	46.420	46.441	159	46.282	46.441
Total	52	46.757	46.809	252	46.557	46.809
Sensibilidade			0,084			0,253
Especificidade			0,999			0,997

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Considerações Finais

A aplicação do modelo de Regressão Logística Multinível proporcionou uma melhor compreensão dos fatores que influenciam a ocorrência de condições adquiridas graves não infecciosas em pacientes internados devido a uma infecção do rim e do trato urinário. Os resultados mostraram claramente que existe uma influência significativa das condições clínicas do paciente. Porém, ficou evidenciado que o hospital em que o paciente foi internado e o município do hospital também exercem uma influência significativa para a elevação ou redução do risco. Dessa forma, a melhoria nos processos assistenciais, melhoria na estrutura da instituição de saúde e melhoria estrutural do município deve impactar positivamente na redução do risco.

Torna-se importante, contudo, garantir a continuidade do presente estudo, com a incorporação de novas variáveis ao modelo proposto que possam auxiliar a identificar os determinantes da ocorrência da condição adquirida grave não infecciosa. Além disso, deve ser pensando em utilizar outras metodologias que envolvam modelos preditivos para eventos raros, uma vez que a Regressão Logística Multinível pode gerar modelos que subestimem a probabilidade de ocorrência de um evento raro.

Agradecimento

À Dra. Tânia Grillo e ao Dr. Renato Couto pela confiança, pela oportunidade de fazer parte da equipe do Grupo IAG Saúde e por me proporcionarem um crescimento profissional e pessoal ao compartilharem o vasto conhecimento que possuem. Ao meu orientador, Professor Wagner Wilson Bortoletto que muito contribuiu com suas precisas pontuações. E, a todos que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo o meu processo de aprendizado.

Referências

ANVISA. Agência Nacional De Vigilância Sanitária, 2013. Investigação de Eventos Adversos em Serviços de Saúde. Disponível em:
https://proqualis.net/sites/proqualis.net/files/5%20Investiga%C3%A7%C3%A3o_de_Eventos%20em%20Servi%C3%A7os%20de%20Sa%C3%BAde.pdf. Acesso em: 31 de outubro de 2021.

Couto R. C., Pedrosa T. M. G., 2018. DRG: Transformando o Sistema de Saúde Brasileiro e a Vida das Pessoas. Belo Horizonte, MG, Brasil.

Fávero, L. P. L.; Belfiore, P. P., 2017. Manual de análise de dados: estatística e modelagem multivariada com excel, SPSS e stata. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Filho J. C. S., 2014. Avaliação da Produtividade de Hospitais Brasileiros pela Metodologia do Diagnosis Related Groups. 2014. 123f. Dissertação (Mestrado em Infectologia e Medicina Tropical) - Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

Guideline, I. H. T. (2016). ICH Harmonised Tripartite Guideline. International Conference on Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use. Note for Guidance on Statistical Principles for Clinical Trials, ICH Topic E6 (R2),

James, J. T. A., 2013. New, evidence-based estimate of patient harms associated with hospital care. Journal Patient Safety, 9: 122-128

Jha, A. K.; Prasopa-plaizier, N.; Larizgoitia, I.; Bates. D.W., 2010. Patient safety research: an overview of the global evidence. Quality & Safety In Health Care. 19 (1): 42-47

Kjellberg, J.; Wolf, R. T.; Kruse, M.; Rasmussen, S.R.; Vestergaard, J.; Nielsen, K.J.; Rasmussen., 2017. Costs associated with adverse events among acute patients. BMC Health Services Research. 17:651

Makary, M. A.; Daniel, M., 2016. Medical error - the third leading cause of death in the US. BMJ, 353(2139): 1-5

Marconi M. A., Lakatos E. M., 2010. Fundamentos De Metodologia Científica. 7.ed. São Paulo: Atlas.

Marra, A. R.; Algwizani, A.; Alzunitan, M.; Brennan, T. M. H.; Edmond, M. B., 2020. Descriptive Epidemiology of Safety Events at an Academic Medical Center. International Journal of Environmental Research and Public Health. 17(1): 353

Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância à Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde, 2008. Diretrizes e recomendações para o cuidado integral de doenças crônicas não transmissíveis: promoção da saúde, vigilância, prevenção e assistência. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_recomendacoes_cuidado_doenças_crônicas.pdf. Acesso em: 23 de fevereiro de 2022.

Noronha M. F., Portela M. C., Lebrão M. L., 2002. Potenciais Usos dos AP-DRG para Discriminar o Perfil da Assistência De Unidades Hospitalares. Caderno de Saúde Pública 20 Sup 2:S242-S255, 2004.

R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Available in: <<https://www.R-project.org>>.