



**Universidade Federal do Rio Grande do Sul**  
Programa de Residência Médica do Serviço de Anestesiologia e Medicina  
Perioperatória do Hospital de Clínicas de Porto Alegre

GIOVANI RICARDO RUVIARO SARTORI  
MICHELLE MORAES JACINTO

ORIENTADOR: SÁVIO CAVALCANTE PASSOS

**DERIVAÇÃO E VALIDAÇÃO NACIONAL MULTICÊNTRICA DE  
UM MODELO DE ESTRATIFICAÇÃO DE RISCO CIRÚRGICO**

Porto Alegre  
2023

GIOVANI RICARDO RUVIARO SARTORI  
MICHELLE MORAES JACINTO

**DERIVAÇÃO E VALIDAÇÃO NACIONAL MULTICÊNTRICA DE  
UM MODELO DE ESTRATIFICAÇÃO DE RISCO CIRÚRGICO**

Trabalho de Conclusão de Residência apresentado  
ao Programa de Residência Médica do Hospital de  
Clínicas de Porto Alegre como requisito parcial  
para a obtenção do título de especialista em  
Anestesiologia

Orientador: Dr. Sávio Cavalcante Passos.

Porto Alegre  
2023

*Agradecemos aos nossos pais, à Ingrid Kmohan e ao Fabricio Scheffer*

*“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original”*  
Albert Einstein

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

<b>ACS-NSQIP</b>	<i>American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program</i>
<b>ASA-PS</b>	<i>American Society of Anesthesiology Physical Status</i>
<b>AUROC</b>	<i>Area Under the Curve of the Receiver Operating Characteristic</i>
<b>CEP</b>	Comitê de Ética em Pesquisa
<b>HCPA</b>	Hospital de Clínicas de Porto Alegre
<b>LASOS</b>	<i>Latin American Surgical Outcomes Study</i>
<b>OMS</b>	Organização Mundial da Saúde
<b>OR</b>	<i>Odds Ratio</i>
<b>POSSUM</b>	<i>Physiological and Operative Severity Score for the Enumeration of Mortality and Morbidity</i>
<b>RCRI</b>	<i>Revised Cardiac Risk Index</i>
<b>RCS</b>	<i>Royal College of Surgeons of England Working Group</i>
<b>SAMPE</b>	Serviço de Anestesia e Medicina Perioperatória
<b>SORT</b>	<i>Surgical Outcome Risk Tool</i>
<b>UTI</b>	Unidade de Terapia Intensiva

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1.** Estratégia de busca de referências bibliográficas

**Figura 2.** Avaliação do paciente e do procedimento cirúrgico para análise e melhoria de desfecho

**Figura 3.** Logística para desenvolvimento do estudo

**Figura 4.** Classificação codificada por cores baseada na probabilidade de morte em até 30 dias

**Figura 5.** Fluxograma do estudo

**Figura 6.** Área sobre a curva ROC do Modelo Ex-Care obtido a partir da coorte de derivação. Comparação da capacidade de discriminação do Modelo Ex-Care e do escore ASA-PS

**Figura 7.** (a) *Calibration plot* da coorte de derivação do novo Modelo Ex-Care. (b) *Calibration plot* da coorte de validação do novo Modelo Ex-Care

## LISTAS DE TABELAS

**Tabela 1.** Relação de centros brasileiros participantes e respectivos números de participantes

**Tabela 2.** Dados descritivos da população estudada, incluindo mortalidade em 30 dias. Os valores entre parênteses são porcentagens (proporções). ASA-PS, estado físico da Sociedade Americana de Anestesiologistas. SUS, Sistema Único de Saúde

**Tabela 3.** Variáveis incluídas no Modelo Ex-Care com respectiva *odds ratio* (OR) e intervalo de confiança (IC), a partir da amostra de derivação

**Tabela 4.** Categorização dos pacientes da coorte de derivação de acordo com as classes de risco do Modelo Ex-Care

**Tabela 5.** Categorização dos pacientes da coorte de validação de acordo com as classes de risco do Modelo Ex-Care

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>10</b>
<b>3. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
<b>4. JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>12</b>
<b>5. MATERIAL E MÉTODO.....</b>	<b>12</b>
5.1 Desenho do estudo e seleção dos pacientes.....	12
5.2 Objetivo primário.....	13
5.3 Seleção dos preditores.....	14
5.4 Tamanho da amostra.....	14
5.5 Gerenciamento de dados.....	14
5.6 Análise estatística.....	15
5.7 Aspectos Éticos.....	15
5.8 Utilidade clínica.....	15
<b>6. RESULTADOS.....</b>	<b>16</b>
6.1 Desenvolvimento e derivação de modelos.....	18
6.2 Validação do modelo e uso clínico.....	19
<b>7. DISCUSSÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>8. CONCLUSÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>9. PERSPECTIVAS FUTURAS.....</b>	<b>22</b>
<b>10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>22</b>
<b>11. ANEXO.....</b>	<b>25</b>
Anexo 1. Termo de Compromisso para Utilização de Dados .....	25
Anexo 2. TRIPOD Checklist for Prediction Model Development and Validation.....	26

## ABSTRACT

**Introduction:** Proper care for the surgical patient in the perioperative period is essential to improve the outcome. In this context, numerous surgical risk scores were created and validated in different populations to select patients more susceptible to postoperative complications. In an ideal scenario, these tools should be simple, accurate, easy to apply and with external validity. Recently, the Ex-Care model was designed at Hospital de Clínicas de Porto Alegre through retrospective data analysis of surgical patients. This model consists of four independent variables (American Society of Anesthesiology Physical Status (ASA-PS), age, severity and nature of the surgery) that can be collected in the preoperative care in a quick, easy way and that present high accuracy in predicting the risk of death within 30 days after surgery.

**Objective:** To update and validate a model of probability of postoperative death within 30 days, based on the Ex-Care with Brazilian hospitals as the object of study.

**Methods:** Ten participating centers will collect retrospective data from digital databases. The variables age, ASA-PS, surgical severity (major or minor) and nature (elective or urgent) will be evaluated as predictors of in-hospital mortality within 30 days of the postoperative period, considering the primary outcome.

**Results:** 105501 patients were considered for analysis. 73850 comprised the derivation cohort, with a mortality rate of 2.16%. The Ex-Care model presented excellent discrimination, AUROC 0.931 (CI 95%, 0.925-0.936), and calibration (*Brier* score of 0.017). The good performance was confirmed by the validation cohort, composed of 31651 patients with mortality of 2.17%, AUROC 0.933 (CI 95%, 0.926-0.941) and *Brier* score of 0.017. Among the selected predictors, surgical nature and ASA-PS class had the greatest impact on death (OR 4.23 and 4.00, respectively).

**Conclusion:** The Ex-Care model proved to be effective in identifying high-risk patients undergoing surgery of various specialties, configuring a valuable auxiliary tool for clinical decision-making, resource allocation and dialogue with family members.

**Keywords:** surgical risk models; risk assessment; hospital mortality; validation studies



## RESUMO

**Introdução:** O cuidado adequado ao paciente cirúrgico no perioperatório é imprescindível para melhora do desfecho. Nesse contexto, inúmeros escores de risco cirúrgicos foram criados e validados em diversas populações para selecionar pacientes mais suscetíveis a complicações no pós-operatório. Em um cenário ideal, essas ferramentas deveriam ser simples, acuradas, de fácil aplicabilidade e com validade externa. Atualmente, não está disponível nenhum modelo validado de risco cirúrgico para a população brasileira. O Modelo Ex-Care foi projetado recentemente no Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) através da análise retrospectiva de dados de pacientes cirúrgicos. Este Modelo consiste em quatro variáveis independentes (classificação de estado físico da Sociedade Americana de Anestesiologia (ASA-PS), idade, porte cirúrgico, natureza do procedimento) que podem ser coletadas no pré-operatório de maneira rápida, fácil e que apresentam alta precisão na predição de risco de morte em 30 dias após a cirurgia.

**Objetivo:** Construir e validar um modelo de probabilidade de morte pós-operatória em até 30 dias, baseado no Modelo Ex-Care de Risco Pré-Operatório, tendo hospitais brasileiros como objeto de estudo.

**Métodos:** Dez centros participantes coletaram dados retrospectivos de bancos de dados digitais. As variáveis idade, ASA-PS, porte cirúrgico (grande ou não grande porte) e natureza (eletiva ou urgente) foram avaliadas como preditores de mortalidade intra-hospitalar em até 30 dias de pós-operatório.

**Resultados:** 105.501 pacientes foram considerados para análise. Destes, 73.850 compuseram a coorte de derivação, com taxa de mortalidade de 2,16%. O Modelo Ex-Care apresentou excelentes discriminação, AUROC 0,931 (IC 95%, 0,925-0,936) e calibração (escore de *Brier* 0,017). O bom desempenho foi confirmado pela coorte de validação, composta por 31.651 pacientes com mortalidade de 2,17%, AUROC 0,933 (IC 95%, 0,926-0,941) e escore de *Brier* de 0,017. Entre os preditores selecionados, a natureza cirúrgica e a classe ASA-PS tiveram o maior impacto no óbito (OR 4,23 e 4,00, respectivamente).

**Conclusão:** O Modelo Ex-Care se mostrou eficaz em identificar os pacientes de alto risco submetidos a cirurgia de várias especialidades, configurando uma ferramenta auxiliar valiosa para tomada de decisão clínica, alocação de recursos e diálogo com familiares.

**Palavras chaves:** modelos de risco cirúrgico; avaliação de risco; mortalidade hospitalar; estudos de validação.

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo dados da OMS, em 2012, estima-se que mais de 312 milhões de procedimentos cirúrgicos foram realizados no mundo, representando um aumento de 38% em relação a 2004.<sup>1</sup> Em países desenvolvidos, procedimentos cirúrgicos são associados a uma mortalidade em torno de 0,4-0,8%, enquanto em países em desenvolvimento, esses números chegam a 5-10%.<sup>2</sup> No Brasil, por volta de 3 milhões de procedimentos não cardíacos são realizados por ano, com uma taxa de mortalidade estimada de 1.8%.<sup>3</sup> Atualmente, existe um trabalho em curso na América Latina, o *Latin American Surgical Outcomes Study* (LASOS), que busca reconhecer o perfil de pacientes submetidos a cirurgia em nosso continente, bem como identificar as complicações e mortalidade pós-operatória.<sup>4</sup>

Com o propósito de melhorar o cuidado perioperatório, diferentes modelos de predição de risco cirúrgico têm sido implementados para auxiliar na identificação dos pacientes de alto risco. Estes modelos procuram determinar a associação de um conjunto de variáveis preditoras (fatores de risco) com um desfecho. Além disso, modelos de risco podem ser úteis para prever a utilização de recursos, auxiliar na tomada de decisões cirúrgicas e facilitar o diálogo da equipe assistente com pacientes e familiares sobre os riscos cirúrgicos.<sup>5</sup> Todavia, a maioria desses modelos foi construído e validado em países desenvolvidos com suas respectivas peculiaridades.

Nesta perspectiva, almejando criar um modelo de risco que representasse melhor a realidade brasileira, um grupo de pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) desenvolveu um modelo de predição de risco cirúrgico pré-operatório chamado Modelo SAMPE (Serviço de Anestesia e Medicina Perioperatória). Este engloba 4 variáveis independentes: idade, classificação ASA-PS, natureza do procedimento (urgência ou eletivo) e porte cirúrgico (maior, intermediário ou menor). O Modelo SAMPE apresentou um ótimo desempenho em prever o desfecho do óbito na internação em até 30 dias.<sup>6</sup>

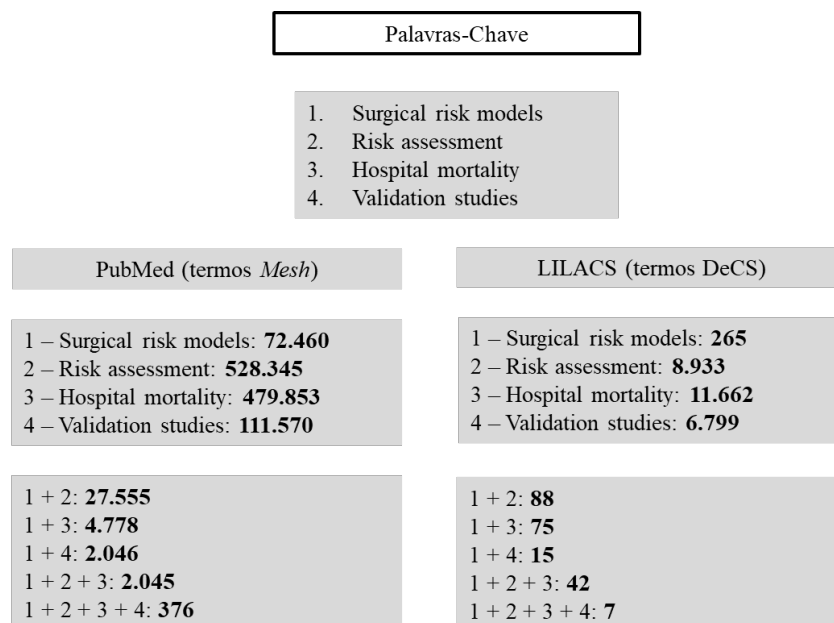
Posteriormente, tendo o Modelo SAMPE como referência, foi desenvolvido o Modelo Ex-Care. Ambos os modelos contêm os mesmos preditores, no entanto, houve ajuste estatístico no segundo Modelo com intenção de deixá-lo mais robusto e parcimonioso. Assim, a variável porte cirúrgico foi unificada em “não grande porte” *versus* “grande porte”. Ademais, devido a não linearidade entre idade e o resultado primário, foi realizado o ajuste em *splines* para a variável idade.<sup>7</sup>

No entanto, os dados desses modelos refletem apenas a população que é atendida no HCPA, não sendo validado para uma população externa. Com a necessidade de desenvolver um modelo multicêntrico que consiga refletir diferentes regiões do país, foram coletados dados referentes a cirurgias realizadas em dez instituições do Brasil, em três diferentes regiões do país. A partir destes dados, utilizando os mesmos preditores que constituem o Modelo Ex-Care, desenvolveu-se um modelo multicêntrico capaz de estratificar o risco de morte pós-operatória em até 30 dias.<sup>8</sup>

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Para a revisão da literatura, realizou-se a pesquisa em duas bases de dados: PUBMED e LILACS (Figura 1).

**Figura 1.** Estratégia de busca de referências bibliográficas



Fonte: Elaborado pelo autor

O número de procedimentos cirúrgicos vem aumentando a cada ano em todo o mundo. Com o aumento global da expectativa de vida da população, o perfil dos pacientes também sofre modificações. Estes, cada vez mais idosos e com diversas comorbidades, tornam cada vez mais desafiadora a tomada de decisão para o adequado manejo perioperatório, principalmente em procedimentos de grande porte em pacientes de alto risco cirúrgico.<sup>9</sup>

Por definição do *Royal College of Surgeons of England Working Group* (RCS) os pacientes de alto risco são aqueles que têm uma mortalidade hospitalar estimada  $\geq 5\%$ . O grupo recomenda que todos doentes tenham o risco de morte calculado antes e depois da intervenção cirúrgica para determinar o lugar ideal para os cuidados no pós-operatório. Assim, sugerem que os pacientes de alto risco devem ser acompanhados por médicos mais experientes e, se possível, admitidos em cuidados de Unidade de Terapia Intensiva (UTI) no pós-operatório. Um trabalho evidenciou que um pequeno número de pacientes de alto risco mostrou ser responsável por 83% das mortes apesar de representarem apenas 12,5% das baixas hospitalares para cirurgia. Cabe salientar que nessa amostra de pacientes de maior risco, 90% foi submetido a cirurgias de emergência, no entanto, apenas 15% foi admitido em UTI diretamente da sala de cirurgia.<sup>10</sup>

Tradicionalmente a previsão de risco pós-operatório e a seleção de pacientes com maior chance de eventos adversos têm sido baseadas na experiência individual. No entanto, a avaliação clínica isoladamente não

é um preditor confiável para identificação de um resultado adverso. Nesse contexto, modelos de previsão de risco podem ser usados para fornecer uma estimativa mais precisa do risco cirúrgico e auxiliar no processo de tomada de decisão compartilhada perioperatória, orientando a alocação de recursos e melhorando os resultados dos pacientes.<sup>11</sup>

Para estimar com precisão a provável taxa de mortalidade devemos usar dados que reúnam as características fisiológicas do paciente com os dados do procedimento a ser realizado e assim, calcular um risco preditivo. O modelo ideal deve ser simples, facilmente reprodutível e aplicável a todos os pacientes e cirurgias. Também, deve ser sensível, específico e aplicável no cenário eletivo e de urgência/emergência.<sup>12</sup>

Diversas ferramentas de estratificação de risco são descritas na literatura, por exemplo, *American Society of Anesthesiologists-Physical Status (ASA-PS)*, *Revised Cardiac Risk Index (RCRI)*, *Physiological and Operative Severity Score for the Enumeration of Mortality and Morbidity (POSSUM)*, *Surgical Outcome Risk Tool (SORT)* e *American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program (ACS-NSQIP)*.<sup>13</sup>

O ASA-PS e o RCRI são pontuações de risco simples de serem usadas no ambiente clínico, mas não conseguem fornecer uma previsão de risco individualizada de um resultado adverso. Em contrapartida, os modelos de previsão de risco como o POSSUM, SORT e ACS-NSQIP conseguem estimar a probabilidade individual de risco inserido as informações do paciente no modelo de previsão de risco multivariável, porém, são mais complexos para serem usados no dia a dia devido ao maior número de variáveis.<sup>14</sup> Além disso, esses modelos são derivados e validados para populações específicas (Inglaterra e Estados Unidos), limitando a aceitação e aplicabilidade desse instrumento em países subdesenvolvidos.

Em 2019, em uma tentativa de validar a ferramenta SORT para uma população da Nova Zelândia, os pesquisadores observaram que esse modelo teve um desempenho ruim naquele país. Somente após a inclusão das variáveis sexo e etnia o modelo passou a ter boa calibração, sendo então desenvolvida um novo modelo, o *Surgical Risk Calculator for New Zeland patient (NZRISK)*.<sup>15</sup> Assim, os autores sugerem que a extrapolação de modelos de risco para outros países devem ser usada com cautela, sendo necessária a devida validação.

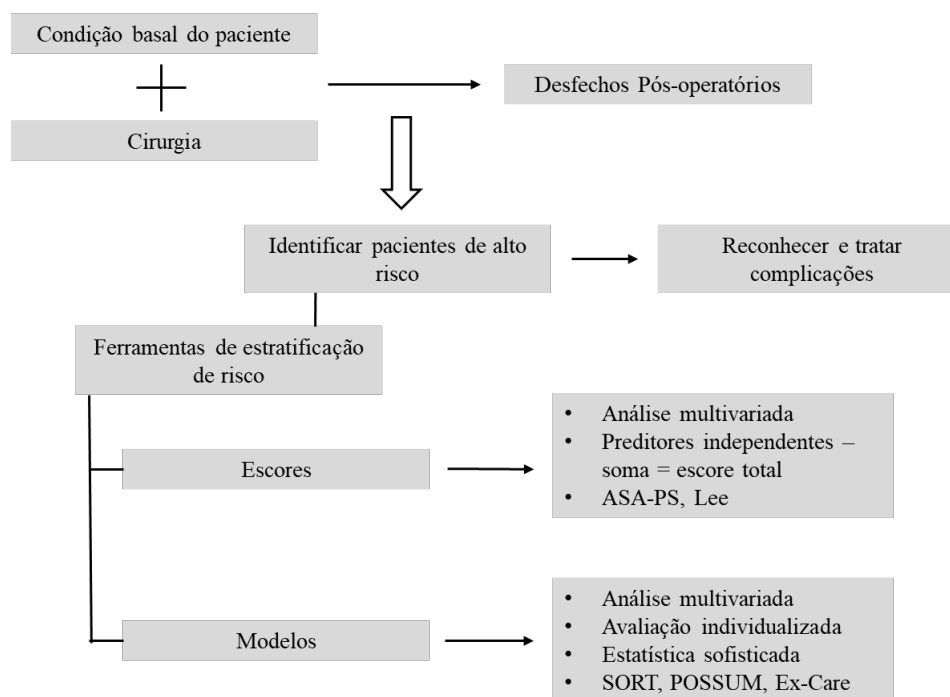
O Brasil apresenta enorme diversidade étnica e econômica, com acesso aos serviços de saúde desigual. Em um contexto de assistência à saúde de forma universal e com equidade, o desenvolvimento e validação de modelos de estratificação de risco cirúrgico se faz indispensável para melhoria dos processos relativos ao atendimento do paciente cirúrgico, desde a decisão de operar até a reabilitação a longo prazo.<sup>6</sup>

### **3. MARCO TEÓRICO**

O cuidado cirúrgico é essencial para o adequado manejo de diversas condições clínicas, sendo indispensável para o bom funcionamento dos sistemas de saúde. A estratificação de risco perioperatório é um princípio fundamental do atendimento ao paciente cirúrgico. Insere-se dentro da política de segurança e qualidade no cuidado, facilita o consentimento informado e permite que os profissionais envolvidos no perioperatório planejem e gerenciem a assistência. Porém, as correntes estratégicas adotadas para identificar o risco anestésico-cirúrgico precisam ser aprimoradas. Idealmente, dever-se-ia identificar o grupo de pacientes mais suscetíveis às complicações e ao risco de morrer, a fim de se decidir sobre a realização da cirurgia e sobre a melhor abordagem

cirúrgica, assim como planejar os cuidados pré, trans e pós-operatórios. Dessa forma, a partir da sinalização precoce de riscos específicos, utilizando escores e modelos de riscos cirúrgicos, cirurgiões, anestesistas e clínicos são auxiliados na decisão de promover a adequada alocação de recursos humanos e de equipamentos, configurando uma ferramenta complementar à avaliação clínica tradicional, que, quando utilizada de modo isolado, não se mostra um preditor confiável de desfechos adversos (Figura 2).

**Figura 2.** Avaliação do paciente e do procedimento cirúrgico para análise e melhoria de desfecho



Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4. JUSTIFICATIVA

O cuidado perioperatório busca um cuidado integral do paciente cirúrgico. Prever os riscos pós-operatórios e identificar pacientes com maior risco de eventos adversos pode auxiliar na tomada de decisão clínica, bem como incluir esses pacientes em linhas assistenciais de cuidado específicas com objetivo de melhorar os desfechos. Além disso, a estratificação de risco pode auxiliar na transferência de cuidados entre as equipes assistenciais e na melhor comunicação com os familiares.

#### 5. MATERIAL E MÉTODO

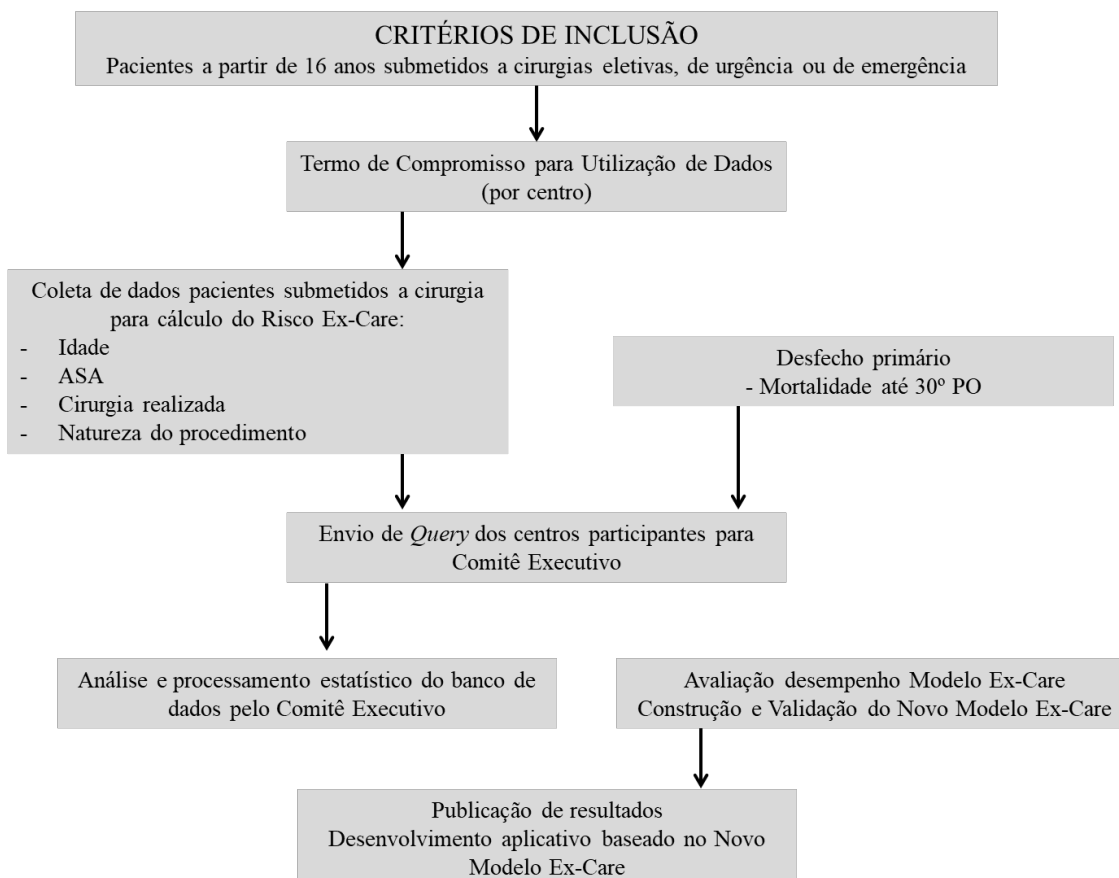
##### 5.1 Desenho do estudo e seleção dos pacientes

Foi realizado um estudo observacional longitudinal do tipo coorte retrospectivo, multicêntrico, com dados de cirurgias realizadas em hospitais brasileiros.

Os dados para análise, contidos no registro eletrônico de saúde do paciente, foram enviados pelos hospitais participantes ao Serviço de Anestesia e Medicina Perioperatória do HCPA - denominado Comitê Executivo (CE) -, e responsável pela coordenação da pesquisa (Figura 3).

As informações deveriam incluir as seguintes variáveis: prontuário, sexo, idade, status funcional (classificação ASA-PS), natureza da cirurgia (eletiva ou urgência/emergência), descrição cirúrgica, desfecho até o 30 dia pós-operatório. Foram incluídos pacientes com mais de 16 anos submetidos a cirurgias eletivas, de urgência ou emergência, no período de janeiro de 2017 a dezembro de 2018, em todos os hospitais estudados. TRIPOD *Checklist* foi utilizado como referência para elaboração do trabalho.

**Figura 3.** Logística para desenvolvimento do estudo



Fonte: Elaborado pelo autor

Usamos como critério de exclusão pacientes submetidos a procedimentos diagnósticos, apenas com sedação ou com anestesia local. Pacientes submetidos a transplante hepático, pulmonar e/ou cardíaco foram retirados da amostra. Além disso, pacientes com morte encefálica que foram submetidos a doação de órgãos também não considerados para análise. Na eventualidade de o paciente ter sido submetido a mais de um procedimento na mesma internação, apenas o de maior porte foi considerado. Por se tratar de um estudo observacional não foi realizada qualquer intervenção nos pacientes, ou seja, foi mantido o cuidado padrão prestado aos pacientes cirúrgicos em cada instituição.

## 5.2 Objetivo primário

A mortalidade pós-operatória em até 30 dias intra-hospitalar foi o desfecho primário. Todos os pacientes incluídos na coorte de derivação e validação foram acompanhados até esse período. Aqueles que

permaneceram internados após 30 dias da cirurgia, ou que receberam alta antes desse tempo, não foram acompanhados a partir desse momento.

### **5.3 Seleção dos preditores**

Para a elaboração do escore de risco nacional, foi utilizado como referência o Modelo Ex-Care. Trata-se de uma ferramenta validada composta por 4 preditores, relacionados tanto ao paciente (classificação ASA-PS e idade) quanto ao procedimento (risco específico da cirurgia e sua natureza (urgente ou eletiva)).<sup>6</sup>

Para padronizar a descrição cirúrgica entre os centros participantes, foram consideradas as duas listas de classificação de procedimentos mais utilizadas no Brasil: a Classificação Brasileira Hierarquizada de Procedimentos Médicos - CBHPM e o Sistema de Gerenciamento da Tabela de Procedimentos, Medicamentos e OPM do SUS - SIGTAP. Cada procedimento teve sua gravidade cirúrgica classificada em duas categorias (procedimentos maiores e não maiores) usando como referência o grau cirúrgico adotado no estudo Ex-Care Model anterior. Isso foi baseado no julgamento clínico de médicos especialistas envolvidos em cuidados perioperatórios e revisão da literatura; neste processo foram considerados fatores como tempo cirúrgico, magnitude do trauma e sangramento previsto.<sup>6,7,8</sup>

### **5.4 Tamanho da amostra**

Embora existam discordâncias sobre a estratégia de cálculo do tamanho da amostra necessária para o desenvolvimento e validação de modelos de previsão de risco, calculamos a amostra mínima necessária para criar um modelo preciso composto por quatro preditores tendo como base a população cirúrgica no Brasil. Consideramos que a mortalidade em procedimentos cirúrgicos no Brasil de 2008 a 2016 foi de 1,6% e que para o desenvolvimento de modelos de predição de risco necessita-se de ao menos 100 eventos por variável candidata (preditor) e que um estudo de validação necessita de pelo menos 10 desfechos. Sendo assim, para o presente estudo, calculou-se como amostra mínima necessária o total de 27.500 procedimentos, sendo 70% utilizada para derivação do Modelo e 30% para a sua validação.<sup>16, 17</sup>

### **5.5 Gerenciamento de dados**

Os dados coletados dos centros participantes foram inseridos em uma folha de dados do Microsoft Excel (Microsoft, Redmond, Washington). As consultas foram construídas pelos Serviços de Tecnologia da Informação (TI) de cada centro participante.

Além dessas informações previamente descritas, outras foram coletadas, como: especialidade cirúrgica e características do hospital (tipo de reembolso, número de enfermarias e leitos de terapia intensiva, relação equipe de enfermagem por leitos hospitalares no pós-operatório e áreas de cuidados de enfermaria). Cada centro participante tinha um coordenador responsável pela coleta adequada de dados na instituição e envio ao centro coordenador. O CE foi responsável pela limpeza, gerenciamento e análise de todos os dados (Figura 3). Para reduzir a falta de dados, optou-se por selecionar apenas os centros que possuem prontuário eletrônico e nos quais todos os preditores necessários para o cálculo do risco cirúrgico pelo Ex-Care Model são rotineiramente registrados na prática clínica. Os dados ausentes serão tratados na análise de caso completo.

## 5.6 Análise estatística

Dados categóricos foram resumidos em frequências absolutas e relativas. Dados contínuos foram apresentados como média e intervalo de confiança (IC) de 95%. Cada paciente teve sua probabilidade de morte quantificada usando o Modelo Ex-Care para validação. Inicialmente, dividimos a amostra coletada em dois grupos: a coorte de derivação (70% casos) e a de validação (30%). A primeira foi utilizada para o desenvolvimento da ferramenta. Para tal, modelo de regressão logística ajustado para os preditores independentes do Ex-Care Model (idade, escore ASA-PS, porte cirúrgico e natureza do procedimento) avaliou a associação com desfecho primário de mortalidade em 30 dias. Para atualização do Modelo Ex-Care, foi ajustado um modelo misto de regressão logística com efeito aleatório para hospitais, visando controlar a heterogeneidade entre os diferentes centros. A magnitude com que cada variável se relaciona com o desfecho será demonstrada com *odds ratio* e respectivos intervalos de confiança de 95%. Para os preditores contínuos, testou-se a linearidade; caso esta não fosse respeitada ajuste por meio de *splines* cúbicos restritos seriam realizados.<sup>18</sup>

Para avaliar a acurácia do Modelo, métricas de calibração e discriminação foram adotadas. A calibração do Modelo foi avaliada plotando a proporção de eventos esperados e as probabilidades previstas para os grupos de risco definidos, construindo-se dessa forma o gráfico de calibração (“*calibration plot*”). Para medida da discriminação, desenhou-se a e calculou-se a área sob o receptor operando medição da curva característica (AUROC). A AUROC representa a precisão ou desempenho geral do teste, pois leva em consideração todos os valores de sensibilidade e especificidade para cada valor da variável. Além disso, para avaliação da performance geral do Modelo, calculou-se o escore de *Brier*. Por fim, comparamos a capacidade de discriminação do novo Modelo desenvolvido com a classificação ASA-PS, através do teste de *DeLong*.<sup>19</sup>

Uma vez desenvolvido o Modelo, realizou-se sua validação utilizando uma segunda amostra independente. Os métodos acima descritos foram empregados para analisar a performance do Modelo nessa segunda amostra. Todas as análises serão realizadas nos programas R-3.5.1 e SAS, versão 9.4.

## 5.7 Aspectos Éticos

O presente estudo foi submetido à avaliação e aceito pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (CAAE 0444.8118.4.1001.5327). Por se tratar de estudo com coleta de dados retrospectiva, solicitou-se dispensa do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Todos os pesquisadores assinaram Termo de Compromisso de Utilização de Dados, de modo a preservar a confidencialidade das informações coletadas (Anexo 1). Além disso, todos os centros participantes obtiveram a aprovação de seus respectivos CEP.

## 5.8 Utilidade clínica

O Modelo desenvolvido estima a probabilidade de óbito hospitalar em 30 dias de pós-operatório em valores percentuais. Cada paciente pode ser classificado em uma das quatro classes de risco (Figura 4). As Classes III e IV foram consideradas pacientes cirúrgicos de alto risco.



**Figura 4.** Classificação codificada por cores baseada na probabilidade de morte em até 30 dias.

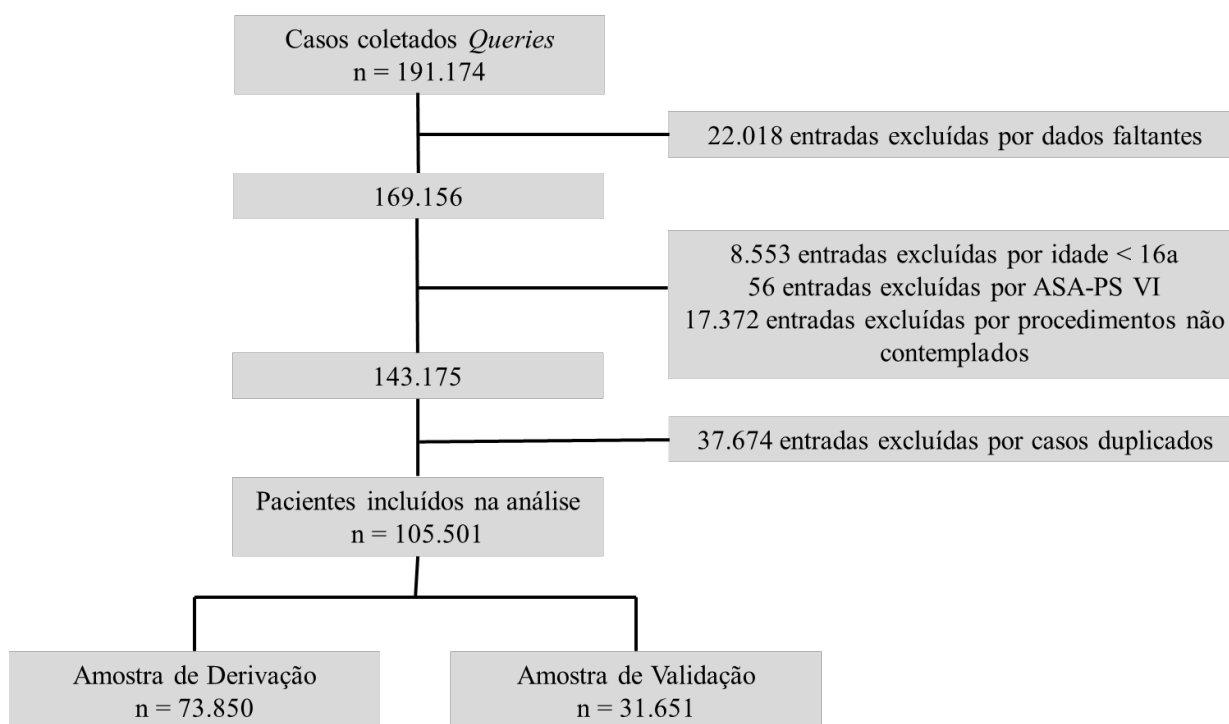
Classificação de Risco	Mortalidade prevista em 30 dias
Classe I	< 2%
Classe II	≥ 2% e < 5%
Classe III	≥ 5% e < 10%
Classe IV	≥ 10%

Fonte: Elaborado pelo autor

## 6. RESULTADOS

105.501 casos de 14 especialidades (cardíaca, digestiva/coloproctologia, geral, ginecológica, mastologia, neurocirurgia, oral-maxilo-facial, ortopédicos, otorrinolaringológicos, pediátricos, plásticos, torácicos, urológicos, vasculares) foram considerados para análise (Figura 5). Dez hospitais participaram do estudo (Tabela 1).

**Figura 5.** Fluxograma do estudo



Fonte: Elaborado pelo autor

**Tabela 1.** Relação de centros brasileiros participantes e respectivos números de participantes

Hospital	N participantes/Centro
Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade Botucatu	
– Botucatu/SP	11.374
Hospital Ernesto Dornelles – Porto Alegre/RS	13.777
Hospital São Domingos – São Luís/MA	13.735
Hospital Marcelino Champagnat – Curitiba/PR	13.267
Obras Sociais Irmã Dulce – Salvador/BA	9.903
Hospital São Paulo – São Paulo/SP	5.471
Hospital de Clínicas de Porto Alegre – Porto Alegre/RS	14.566
Hospital São José – Criciúma/SC	8.576
Hospital Prof. Edgar Santos – Salvador/ BA	3.830
Irmandade Santa Casa de Misericórdia – Porto Alegre/RS	11.002

Fonte: Elaborado pelo autor

Foram observados 2.279 (2,16%) óbitos pós-operatórios no estudo. Para a coorte de derivação foram alocados aleatoriamente 73.850 pacientes; 31.651 na de validação. Dados descritivos das coortes estão resumidos na tabela 2.

**Tabela 2.** Dados descritivos da população estudada, incluindo mortalidade em 30 dias. Os valores entre parênteses são porcentagens (proporções). ASA-PS, estado físico da Sociedade Americana de Anestesiologistas. SUS, Sistema Único de Saúde

	Amostra Completa		Amostra de Derivação		Amostra de Validação	
	N total =105.501 (100%)	N óbitos = 2279 (2,16%)	Número de pacientes n= 73850 (70%)	Total de mortes n= 1591 (2,15%)	Número de pacientes n= 31651 (30%)	Total de mortes n= 688 (2,17%)
<b>Idade (anos)</b>						
Média	51,41 (± 17,58)	67,76 (± 15,74)	51,39 (± 17,57)	67,86 (±15,88)	51,47 (±17,59)	67,57 (±15,43)
Mediana	51	69	51	70	51	69
16-35	22619 (21,44%)	95 (4,17%)	15876 (21,50%)	65 (4,09%)	6743 (21,30%)	30 (4,36%)
36-55	38112 (36,12%)	362 (15,88%)	26693 (36,14%)	258 (16,22%)	11419 (36,08%)	104 (15,12%)
56-75	35055 (33,23%)	1055 (46,29%)	24501 (33,18%)	727 (45,69%)	10554 (33,35%)	328 (47,67%)
>75	9715 (9,21%)	767 (33,66%)	6780 (9,18%)	541 (34,0%)	2935 (9,27%)	226 (32,85%)
<b>Sexo</b>						
Masculino	45478(43,11%)	1178 (51,69%)	31774 (43,03%)	812 (51,04%)	13704 (43,30%)	366 (53,20%)
Feminino	60023 (56,89%)	1101(48,31%)	42076 (56,97%)	779 (48,96%)	17947 (56,70%)	322 (46,80%)
<b>Natureza do procedimento</b>						
Eletivo	82976 (78,65%)	666 (29,22%)	58081 (78,65%)	465 (29,23%)	24895 (78,65%)	201 (29,22%)
Não eletivo	22525 (21,35%)	1613 (70,78%)	15769 (21,35%)	1126 (70,77%)	6756 (21,35%)	487 (70,78%)
<b>Porte cirúrgico</b>						
Não grande porte	86442 (81,93%)	1070 (46,95%)	60519 (81,95%)	757 (47,58%)	25923 (81,90%)	313 (45,49%)
Grande porte	19059 (18,07%)	1209 (53,05%)	13331 (18,05%)	834 (52,42%)	5728 (18,10%)	375 (54,51%)

ASA-PS						
I	31712 (30,06%)	35 (1,54%)	22214 (30,08%)	25 (1,57%)	9498 (30,01%)	10 (1,45%)
II	55382(52,49%)	404 (17,73%)	38786 (52,52%)	283 (17,79%)	16596 (52,43%)	121 (17,59%)
III	15774 (14,95%)	960 (42,12%)	10994 (14,89%)	661 (41,54%)	4780 (15,10%)	299 (43,46%)
IV	2300 (2,18%)	710 (31,15%)	1610 (2,18%)	496 (31,18%)	690 (2,18%)	214 (31,10%)
V	333 (0,32%)	170 (7,46%)	246 (0,33%)	126 (7,92%)	87 (0,28%)	44 (6,40%)
Especialidade						
Cardíaca	2288 (2,17%)	182 (7,99%)	1621 (2,19%)	140 (8,80%)	667 (2,11%)	42 (6,10%)
Digestiva/Coloproctologia	13228 (12,54%)	488 (21,41%)	9215 (12,48%)	324 (20,36%)	4013 (12,68%)	164 (23,84%)
Cabeça e pescoço	1387 (1,31%)	7 (0,31%)	938 (1,27%)	3 (0,19%)	449 (1,42%)	4 (0,58%)
Geral	17890 (16,96%)	389 (17,07%)	12519 (16,95%)	274 (17,22%)	5371 (16,97%)	115 (16,71%)
Ginecologia	10624 (10,07%)	10 (0,44%)	7512 (10,17%)	9 (0,57%)	3112 (9,83%)	1 (0,15%)
Mastologia	2751 (2,61%)	2 (0,09%)	1897 (2,57%)	2 (0,13%)	854 (2,70%)	0 (0%)
Neurocirurgia	3854 (3,65%)	272 (11,93%)	2746 (3,72%)	183 (11,50%)	1108 (3,50%)	89 (12,94%)
Oncologia	1505 (1,43%)	35 (1,54%)	1072 (1,45%)	21 (1,32%)	433 (1,37%)	14 (2,03%)
Bucomaxilofacial	1246 (1,18%)	2 (0,09%)	873 (1,18%)	2 (0,13%)	373 (1,18%)	0 (0%)
Ortopedia	20966 (19,87%)	130 (5,70%)	14655 (19,84%)	96 (6,03%)	6311 (19,94%)	34(4,94%)
Otorrinolaringologia	4792 (4,54%)	54 (2,37%)	3379 (4,58%)	38 (2,39%)	1413 (4,46%)	16 (2,33%)
Pediatria	18 (0,02%)	0 (0%)	13 (0,02%)	0 (0%)	5 (0,02%)	0 (0%)
Plástica	4197 (3,98%)	14 (0,61%)	2926 (3,96%)	11(0,69%)	1271 (4,01%)	3 (0,44%)
Torácica	2468 (2,34%)	257 (11,28%)	1710 (2,32%)	185 (11,63%)	758 (2,39%)	72 (10,46%)
Urologia	13273 (12,58%)	124 (5,44%)	9278 (12,56%)	84 (5,28%)	3995 (12,62%)	40 (5,81%)
Vascular	4492 (4,26%)	271 (11,89%)	3129 (4,24%)	193 (12,13%)	1363 (4,31%)	78 (11,34%)
Não identificado	522 (0,49%)	42 (1,84%)	367 (0,50%)	26 (1,63%)	155 (0,49%)	16 (2,33%)

Fonte: Elaborado pelo autor

### 6.1 Desenvolvimento e derivação de modelos

Os quatro preditores pré-selecionados (ASA-PS, idade, gravidade cirúrgica e natureza do procedimento) foram associados significativamente com mortalidade em 30 dias na análise univariada e, portanto, foram incluídos na análise multivariada (Tabela 3). Os ajustes das variáveis foram feitos sequencialmente para construir um modelo de regressão logística multinível. Não houve necessidade de ajuste de linearidade dos preditores contínuos. Sensibilidade de 87,87% (95% [CI] 86,16-89,43%) e especificidade de 83,87% (95% [CI] 83,60- 84,14%) foram obtidos para o modelo ajustado, considerando um valor de corte de 0,02 para o preditor de probabilidade de morte.

**Tabela 3.** Variáveis incluídas no Modelo Ex-Care com respectiva *odds ratio* (OR) e intervalo de confiança (IC), a partir da amostra de derivação

Variável	OR	95% IC	p value
Idade	1.03	1.03 - 1.04	< 0,001
ASA -PS	4.00	3.71 - 4.32	< 0,001
Natureza cirúrgica	4.23	3.73 - 4.8	< 0,001
Porte cirúrgico	2.26	2.01 - 2.54	< 0,001

Fonte: Elaborado pelo autor

A qualidade do ajuste do modelo de regressão logística final foi avaliada por sua capacidade de discriminação e calibração. O AUROC para mortalidade intra-hospitalar na coorte de desenvolvimento foi de 0,931 (95% [IC], 0,925-0,936), indicando uma excelente discriminação. Além disso, quando comparado ao Escore ASA-PS, o Modelo Ex-Care mostrou maior poder discriminativo (Figura 6).

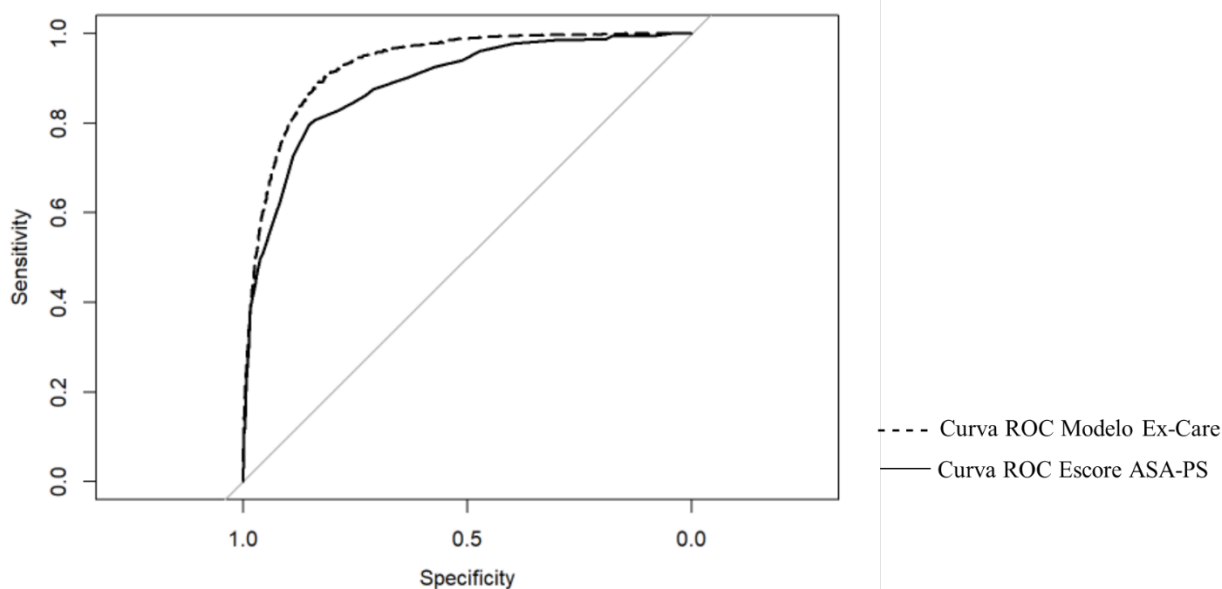
Calibração foi avaliada através da *calibration plot* (Figura 7a). Além disso, escore *Brier* de 0,017 confirmou seu excelente desempenho de precisão. Por fim, categorizou-se os pacientes de acordo com as classes de risco preditas (Tabela 4).

**Tabela 4.** Categorização dos pacientes da coorte de derivação de acordo com as classes de risco do Modelo Ex-Care

Categorização de risco	Número de pacientes
Classe I	60.906
Classe II	6.839
Classe III	2.985
Classe IV	3.570

Fonte: Elaborado pelo autor

**Figura 6.** Área sobre a curva ROC do Modelo Ex-Care obtido a partir da coorte de derivação. Comparação da capacidade de discriminação do Modelo Ex-Care e do escore ASA-PS.



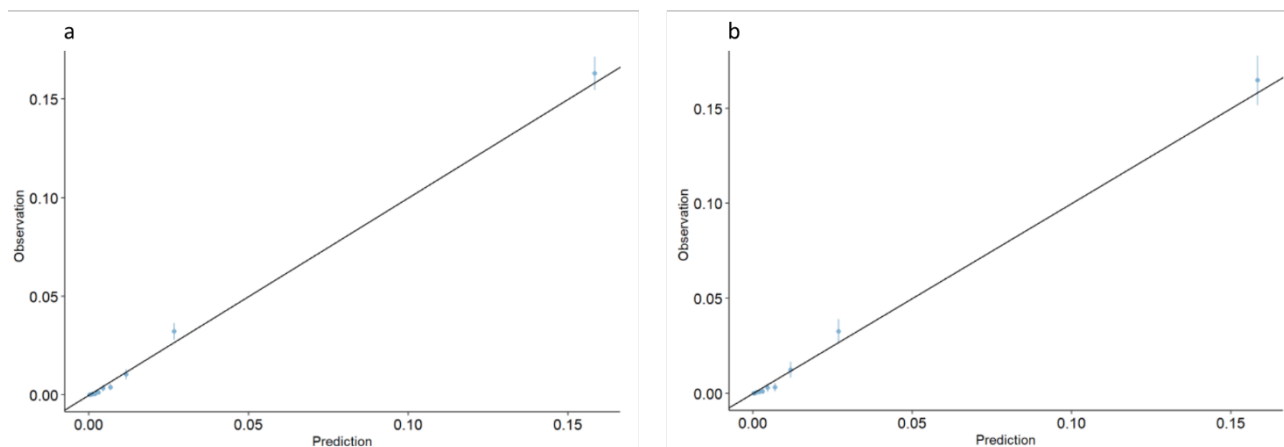
Fonte: Elaborado pelo autor

## 6.2 Validação do modelo e uso clínico

Foram alocados 31.651 pacientes na coorte de validação, com taxa de mortalidade de 2,17%. A alta sensibilidade (88,81% (95%[CI] 86,21-91,07%)) e especificidade (83,78% (95%[CI] 83,37-84,19%)) para a predição de óbito pós-operatório hospitalar em 30 dias confirmou a boa acurácia do modelo criado. Nesta coorte,

o Modelo também apresentou excelente capacidade discriminativa, AUROC 0,933 (95% [CI], 0,926-0,941). O gráfico de calibração também evidenciou uma ótima calibração para o conjunto de dados de validação (Figura 7b). Por fim, o escore *Brier* desta amostra foi de 0,017

**Figura 7.** (a) *Calibration plot* da coorte de derivação do novo Modelo Ex-Care. (b) *Calibration plot* da coorte de validação do novo Modelo Ex-Care.



Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme mencionado acima, usando o limite de sensibilidade de corte de 0,02, estratificamos o risco de morte intra-hospitalar em 30 dias em quatro classes. A comparação dos resultados observados com o previsto para a taxa de mortalidade para cada classe foi indicativo de um modelo preciso, com excelente calibração, corroborando com os resultados dos testes de qualidade de ajuste. Os pacientes da coorte de validação também foram estratificados quanto ao risco de óbito em 4 classes (Tabela 4).

**Tabela 4.** Categorização dos pacientes da coorte de validação de acordo com as classes de risco do Modelo Ex-Care

Categorização de risco	Número de pacientes
Classe I	26.027
Classe II	2.826
Classe III	1.228
Classe IV	1.570

Fonte: Elaborado pelo autor

## 7. DISCUSSÃO

Este trabalho objetivou desenvolver e validar um modelo robusto de predição de risco de óbito pós-operatório tendo como amostra hospitais de diferentes regiões do Brasil. Para isso, utilizamos como referência, o Modelo Ex-Care, ferramenta acurada para predição de óbito pós-operatório intra-hospitalar, criada em estudo unicêntrico e que se mostrou de grande utilidade clínica em nossa instituição.<sup>7</sup> Através de quatro preditores facilmente aferidos na consulta pré-operatória (ASA-PS, idade, caráter da cirurgia, porte da cirurgia),

criou-se um modelo parcimonioso, calibrado e com excelente capacidade discriminativa para predição de óbito intra-hospitalar pós-operatório que atende a uma vasta gama de especialidades cirúrgicas. Por se tratar de um estudo multicêntrico com representantes de diversas regiões do país apresenta uma grande variedade de exposição e maior generalização dos resultados.<sup>20</sup>

Quando comparado com o escore ASA-PS, nossa ferramenta apresentou maior capacidade de discriminar os pacientes de mais alto risco de óbito no pós-operatório. Além disso, o Modelo Ex-Care, levando em consideração aspectos relacionados ao doente e ao procedimento realizado, consegue estimar de forma individualizada o risco a que os pacientes estão submetidos no perioperatório. Tal característica facilita o diálogo entre os profissionais de saúde envolvidos no cuidado do paciente cirúrgico, bem como destes com os pacientes e familiares.

Cabe ainda ressaltar que o protótipo do Modelo ora desenvolvido é amplamente adotado no Hospital de Clínicas de Porto Alegre, tendo inclusive sido incorporado como primeira etapa de uma linha de cuidado assistencial voltada aos pacientes de alto risco cirúrgico. Esta, composta por 6 etapas, mostrou-se eficaz em reduzir em até 40% o risco de óbito intra-hospitalar em até 30 dias dos pacientes classes III e IV submetidos a cirurgia naquela instituição.<sup>21</sup> Tal histórico nos leva a crer que outras instituições de nosso país que visem a adoção de medidas de melhoria de qualidade assistencial, possam ter no Modelo Ex-Care uma ferramenta auxiliar na identificação dos pacientes com maior risco de óbito.

Evidências apontam que a maior parte dos desfechos cirúrgicos desfavoráveis são decorrentes de uma pequena parcela da população operada, representados pelos pacientes de alto risco cirúrgico.<sup>10,22</sup> Em um cenário de aumento dos custos envolvidos no cuidado com a saúde, associado ao envelhecimento da população e do número de cirurgias realizadas ao longo dos anos, identificar os pacientes de alto risco pode melhorar os resultados no perioperatório uma vez que auxilia na tomada de decisão cirúrgica e permite uma melhor adequação das condutas no perioperatório.

Em sistemas de saúde com financiamento limitado esta medida é ainda mais importante. Nestes, deficiências no cuidado primário, disparidades regionais e carência no número de sistemas operacionais contribuem significativamente para piores resultados dos pacientes submetidos à cirurgia.<sup>23</sup> Em um trabalho realizado em países africanos, que no geral apresentam sistema de saúde precários, os autores demonstraram que pacientes submetidos a cirurgias tinham duas vezes mais chances de morrer após o procedimento quando comparados com a média global de mortes pós-operatórias.<sup>24</sup>

Na América Latina e no Brasil, não está claro como as desigualdades se correlacionam com os resultados cirúrgicos individuais, apesar disso as calculadoras de risco cirúrgico podem fazer parte de estratégias para melhorar a assistência.<sup>25</sup> Dessa forma, acreditamos que o desenvolvimento de um modelo multicêntrico baseado em uma ferramenta já testada em nossa instituição, pode ser o primeiro passo para a criação de uma força tarefa objetivando um melhor manejo dos pacientes cirúrgicos no Brasil.

Por fim, reconhecemos que nosso trabalho apresenta algumas limitações, a citar: I. Trata-se de um estudo retrospectivo; II. Outros desfechos de morbidade relacionados à assistência perioperatória não foram avaliados; III. Impacto da cirurgia na mortalidade em longo prazo não foi avaliado; IV. Ainda que nosso trabalho se trate de um estudo multicêntrico, reconhecendo que o Brasil é um país iníquo, não podemos afirmar categoricamente que nossa amostra represente fielmente a população cirúrgica nacional.

## 8. CONCLUSÃO

A partir de amostra composta por pacientes operados em nosso país, o Modelo Ex-Care se mostrou eficaz em identificar os pacientes de alto risco submetidos a cirurgia de várias especialidades, configurando uma ferramenta auxiliar valiosa para tomada de decisão clínica, alocação de recursos e diálogo com familiares.

## 9. PERSPECTIVAS FUTURAS

Tendo o Modelo Ex-Care como referência, será desenvolvido um aplicativo para *smartphone* que garantirá aos profissionais de saúde envolvidos no cuidado perioperatório uma ferramenta prática e de fácil manuseio para identificação dos pacientes de maior risco de morte no pós-operatório. Além disso, utilizando essa ferramenta como referência, outras instituições com realidades similares a nossa terão a oportunidade de desenvolver programas de melhoria da qualidade assistencial voltada ao paciente cirúrgico.

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. WEISER, Thomas G; HAYNES, Alex B; MOLINA, George; LIPSITZ, Stuart R; ESQUIVEL, Micaela M; URIBE-LEITZ, Tarsicio; FU, Rui; AZAD, Tej; CHAO, Tiffany e; BERRY, William R. Size and distribution of the global volume of surgery in 2012. **Bulletin Of The World Health Organization**, [S.L.], v. 94, n. 3, p. 201-209, 1 mar. 2016. WHO Press. <http://dx.doi.org/10.2471/blt.15.159293>.
2. WEISER, Thomas G; REGENBOGEN, Scott e; THOMPSON, Katherine D; HAYNES, Alex B; LIPSITZ, Stuart R; BERRY, William R; A GAWANDE, Atul. An estimation of the global volume of surgery: a modelling strategy based on available data. **The Lancet**, [S.L.], v. 372, n. 9633, p. 139-144, jul. 2008. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(08\)60878-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(08)60878-8).
3. YU, Pai Ching; CALDERARO, Daniela; GUALANDRO, Danielle Menosi; MARQUES, Andre Coelho; PASTANA, Adriana Feio; PRANDINI, Joao Carlos; CAMELLI, Bruno. Non-Cardiac Surgery in Developing Countries: epidemiological aspects and economical opportunities ∴ the case of brazil. **Plos One**, [S.L.], v. 5, n. 5, p. 10607, 12 maio 2010. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0010607>.
4. <https://lasos-study.org/about>
5. STAFFA, Steven J.; ZURAKOWSKI, David. Statistical Development and Validation of Clinical Prediction Models. **Anesthesiology**, [S.L.], v. 135, n. 3, p. 396-405, 30 jul. 2021. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/aln.0000000000003871>.
6. STEFANI, Luciana Cadore; GUTIERREZ, Claudia de Souza; CASTRO, Stela Maris de Jesus; ZIMMER, Rafael Leal; DIEHL, Felipe Polgati; MEYER, Leonardo Elman; CAUMO, Wolnei. Derivation and validation of a preoperative risk model for postoperative mortality (SAMPE model): an approach to care stratification. **Plos One**, [S.L.], v. 12, n. 10, p. 0187122, 30 out. 2017. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0187122>.
7. GUTIERREZ, Claudia S.; PASSOS, Sávio C.; CASTRO, Stela M.J.; OKABAYASHI, Lucas S.M.; BERTO, Mariana L.; LORENZEN, Marina B.; CAUMO, Wolnei; STEFANI, Luciana C.. Few and feasible

preoperative variables can identify high-risk surgical patients: derivation and validation of the ex-care risk model. **British Journal Of Anaesthesia**, [S.L.], v. 126, n. 2, p. 525-532, fev. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bja.2020.09.036>.

8. PASSOS, Sávio Cavalcante; STAHLSCHEMIDT, Adriene; BLANCO, João; SPADER, Mariana Lunardi; BRANDÃO, Rodrigo Borges; CASTRO, Stela Maris de Jezus; GUTIERREZ, Claudia de Souza; SILVA NETO, Paulo Corrêa da; STEFANI, Luciana Paula Cadore. Derivation and validation of a national multicenter mortality risk stratification model – the ExCare model: a study protocol. **Brazilian Journal Of Anesthesiology (English Edition)**, [S.L.], v. 72, n. 3, p. 316-321, maio 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjane.2021.07.003>.

9. KIM, Jee Young; BOYLE, Luke; KHASHRAM, Manar; CAMPBELL, Doug. Editor's Choice – Development and Validation of a Multivariable Prediction Model of Peri-operative Mortality in Vascular Surgery: the new zealand vascular surgical risk tool (nzrisk-vasc). **European Journal Of Vascular And Endovascular Surgery**, [S.L.], v. 61, n. 4, p. 657-663, abr. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2020.12.008>.

10. PEARSE, R.M., Harrison, D.A., James, P. *et al.* Identification and characterisation of the high-risk surgical population in the United Kingdom. **Crit Care** 10, R81 (2006). <https://doi.org/10.1186/cc4928>

11. PPROTOPAPA, K L; SIMPSON, J C; SMITH, N C e; MOONESINGHE, S R. Development and validation of the Surgical Outcome Risk Tool (SORT). **British Journal Of Surgery**, [S.L.], v. 101, n. 13, p. 1774-1783, 12 nov. 2014. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1002/bjs.9638>.

12. SHAH, Nirav; HAMILTON, Mark. Clinical review: can we predict which patients are at risk of complications following surgery?. **Critical Care**, [S.L.], v. 17, n. 3, p. 226, 2013. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/cc11904>.

13. CHIEW, Calvin J.; LIU, Nan; WONG, Ting Hway; SIM, Yilin E.; ABDULLAH, Hairil R.. Utilizing Machine Learning Methods for Preoperative Prediction of Postsurgical Mortality and Intensive Care Unit Admission. **Annals Of Surgery**, [S.L.], v. 272, n. 6, p. 1133-1139, 8 abr. 2019. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/sla.0000000000003297>.

14. MOONESINGHE, Suneetha Ramani; MYTHEN, Michael G.; DAS, Priya; ROWAN, Kathryn M.; GROCOTT, Michael P. W.. Risk Stratification Tools for Predicting Morbidity and Mortality in Adult Patients Undergoing Major Surgery. **Anesthesiology**, [S.L.], v. 119, n. 4, p. 959-981, 1 out. 2013. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/aln.0b013e3182a4e94d>.

15. CAMPBELL, D; BOYLE, L; SOAKELL-HO, M; HIDER, P; WILSON, L; KOEA, J; MERRY, A F; FRAMPTON, C; SHORT, T G. National risk prediction model for perioperative mortality in non-cardiac surgery. **British Journal Of Surgery**, [S.L.], v. 106, n. 11, p. 1549-1557, 6 ago. 2019. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1002/bjs.11232>.

16. STEYERBERG, E. W.; VERGOUWE, Y.. Towards better clinical prediction models: seven steps for development and an abcd for validation. **European Heart Journal**, [S.L.], v. 35, n. 29, p. 1925-1931, 4 jun. 2014. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehu207>.

17. Covre ER, Melo WA de, Tostes MF do P, Fernandes CAM. Tendência de internações e mortalidade por causas cirúrgicas no Brasil, 2008 a 2016.. *Rev Col Bras Cir* [Internet]. 2019;46(Rev. Col. Bras. Cir., 2019 46(1)). Available from: <https://doi.org/10.1590/0100-6991e-20191979>

18. DESQUILBET, Loic; MARIOTTI, François. Dose-response analyses using restricted cubic spline functions in public health research. **Statistics In Medicine**, [S.L.], p. 1-200, 2010. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/sim.3841>.

19. DELONG, Elizabeth R.; DELONG, David M.; CLARKE-PEARSON, Daniel L.. Comparing the Areas under Two or More Correlated Receiver Operating Characteristic Curves: a nonparametric approach. **Biometrics**, [S.L.], v. 44, n. 3, p. 837, set. 1988. JSTOR. <http://dx.doi.org/10.2307/2531595>.



20. BASAGAÑA, Xavier; PEDERSEN, Marie; BARRERA-GÓMEZ, Jose; GEHRING, Ulrike; GIORGIS-ALLEMAND, Lise; HOEK, Gerard; STAFOGGIA, Massimo; NIEUWENHUIJSEN, Mark J; BRUNEKREEF, Bert; SLAMA, Rémy. Analysis of multicentre epidemiological studies: contrasting fixed or random effects modelling and meta-analysis. **International Journal Of Epidemiology**, [S.L.], v. 47, n. 4, p. 1343-1354, 22 jun. 2018. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/ije/dyy117>.
21. STAHLSCHMIDT, A.; PASSOS, S. C.; CARDOSO, G. R.; SCHUH, G. J.; GUTIERREZ, C. S.; CASTRO, S. M. J.; CAUMO, W.; PEARSE, R. M.; STEFANI, L. C.; MORAES, K.. Enhanced peri-operative care to improve outcomes for high-risk surgical patients in Brazil: a single :centre before :and :after cohort study. **Anaesthesia**, [S.L.], v. 77, n. 4, p. 416-427, 15 fev. 2022. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/anae.15671>.
22. NEARY, Wd; FOY, C; HEATHER, Bp; EARNSHAW, Jj. Identifying High-Risk Patients Undergoing Urgent and Emergency Surgery. *The Annals Of The Royal College Of Surgeons Of England*, [S.L.], v. 88, n. 2, p. 151-156, mar. 2006. Royal College of Surgeons of England. <http://dx.doi.org/10.1308/003588406x94896>.
23. International Surgical Outcomes Study group. Global patient outcomes after elective surgery: prospective cohort study in 27 low-, middle- and high-income countries [published correction appears in *Br J Anaesth*. 2017 Sep 1;119(3):553]. *Br J Anaesth*. 2016;117(5):601-609. doi:10.1093/bja/aew316
24. BICCARD, Bruce M; MADIBA, Thandinkosi e; KLUYTS, Hyla-Louise; MUNLEMVO, Dolly M; MADZIMBAMUTO, Farai D; BASENERO, Apollo; GORDON, Christina s; YOUSOUF, Coulibaly; RAKOTOARISON, Sylvia R; GOBIN, Veekash. Perioperative patient outcomes in the African Surgical Outcomes Study: a 7-day prospective observational cohort study. **The Lancet**, [S.L.], v. 391, n. 10130, p. 1589-1598, abr. 2018. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(18\)30001-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(18)30001-1).
25. STEFANI, Luciana C.; HAJJAR, Ludhmila; BICCARD, Bruce; PEARSE, Rupert M.. The need for data describing the surgical population in Latin America. **British Journal Of Anaesthesia**, [S.L.], v. 129, n. 1, p. 10-12, jul. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bja.2022.02.029>.

## 11. ANEXOS

## Anexo 1. Termo de Compromisso para Utilização de Dados

## Termo de Compromisso para Utilização de Dados

## Título do Projeto

<p align="center"><b>Derivação e Validação nacional multicêntrica de um Modelo de Estratificação de Risco de mortalidade em até 30 dias no pós-operatório</b></p>	<p align="center"><b>Cadastro no GPPG</b></p>
---	---

Os pesquisadores do presente projeto se comprometem a preservar a privacidade dos pacientes cujos dados serão coletados em prontuários e bases de dados do Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Concordam, igualmente, que estas informações serão utilizadas única e exclusivamente para execução do presente projeto. As informações somente poderão ser divulgadas de forma anônima.

Porto Alegre, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 201\_.

Nome dos Pesquisadores	Assinatura
Adriene Stahlschmidt	
Cláudia de Souza Gutierrez	
Lucas Seiki Mestre Okabayashi	
Luciana Paula Cadore Stefani	
Sávio Cavalcante Passos	
Stela Maris de Jezus Castro	

**Anexo 2. TRIPOD Checklist for Prediction Model Development and Validation**

Section/Topic	Item		Checklist Item	Page
<b>Title and abstract</b>				
Title	1	D;V	Identify the study as developing and/or validating a multivariable prediction model, the target population, and the outcome to be predicted.	Página do título
Abstract	2	D;V	Provide a summary of objectives, study design, setting, participants, sample size, predictors, outcome, statistical analysis, results, and conclusions.	Resumo
<b>Introduction</b>				
Background and objectives	3a	D;V	Explain the medical context (including whether diagnostic or prognostic) and rationale for developing or validating the multivariable prediction model, including references to existing models.	Introdução, parágrafo 1-2
	3b	D;V	Specify the objectives, including whether the study describes the development or validation of the model or both.	Introdução, parágrafo 3
<b>Methods</b>				
Source of data	4a	D;V	Describe the study design or source of data (e.g., randomized trial, cohort, or registry data), separately for the development and validation data sets, if applicable.	Pág.12-13
	4b	D;V	Specify the key study dates, including start of accrual; end of accrual; and, if applicable, end of follow-up.	Pág.13
Participants	5a	D;V	Specify key elements of the study setting (e.g., primary care, secondary care, general population) including number and location of centers.	Pág.13 e Pág.17
	5b	D;V	Describe eligibility criteria for participants.	Pág.13
	5c	D;V	Give details of treatments received, if relevant.	Não aplicável
Outcome	6a	D;V	Clearly define the outcome that is predicted by the prediction model, including how and when assessed.	Pág.13

	6b	D;V	Report any actions to blind assessment of the outcome to be predicted.	Não aplicável
Predictors	7a	D;V	Clearly define all predictors used in developing or validating the multivariable prediction model, including how and when they were measured.	Pág.14
	7b	D;V	Report any actions to blind assessment of predictors for the outcome and other predictors.	Não aplicável
Sample size	8	D;V	Explain how the study size was arrived at.	Pág.14
Missing data	9	D;V	Describe how missing data were handled (e.g., complete-case analysis, single imputation, multiple imputation) with details of any imputation method.	Pág.14
Statistical analysis methods	10a	D	Describe how predictors were handled in the analyses.	Pág.15
	10b	D	Specify type of model, all model-building procedures (including any predictor selection), and method for internal validation.	Pág.15
	10c	V	For validation, describe how the predictions were calculated.	Pág.15
	10d	D;V	Specify all measures used to assess model performance and, if relevant, to compare multiple models.	Pág.15
	10e	V	Describe any model updating (e.g., recalibration) arising from the validation, if done.	Pág.15
Risk groups	11	D;V	Provide details on how risk groups were created, if done.	Pág.15
Development vs. validation	12	V	For validation, identify any differences from the development data in setting, eligibility criteria, outcome, and predictors.	Não aplicável
<b>Results</b>				
Participants	13a	D;V	Describe the flow of participants through the study, including the number of participants with and without the outcome and, if applicable, a summary of the follow-up time. A diagram may be helpful.	Pág.16
	13b	D;V	Describe the characteristics of the participants (basic demographics, clinical	Pág.16

			features, available predictors), including the number of participants with missing data for predictors and outcome.	
	13c	V	For validation, show a comparison with the development data of the distribution of important variables (demographics, predictors and outcome).	Pág.20
Model development	14a	D	Specify the number of participants and outcome events in each analysis.	Pág.18-19
	14b	D	If done, report the unadjusted association between each candidate predictor and outcome.	Pág.18
Model specification	15a	D	Present the full prediction model to allow predictions for individuals (i.e., all regression coefficients, and model intercept or baseline survival at a given time point).	Pág.19
	15b	D	Explain how to use the prediction model.	Pág.18
Model performance	16	D;V	Report performance measures (with CIs) for the prediction model.	Pág.18
Model-updating	17	V	If done, report the results from any model updating (i.e., model specification, model performance).	Não aplicável
<b>Discussion</b>				
Limitations	18	D;V	Discuss any limitations of the study (such as nonrepresentative sample, few events per predictor, missing data).	Pág.21
Interpretation	19a	V	For validation, discuss the results with reference to performance in the development data, and any other validation data.	Pág.21
	19b	D;V	Give an overall interpretation of the results, considering objectives, limitations, results from similar studies, and other relevant evidence.	Pág.21
Implications	20	D;V	Discuss the potential clinical use of the model and implications for future research.	Pág.21-22