



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA: CIÊNCIAS MÉDICAS

**DERIVAÇÃO E VALIDAÇÃO NACIONAL MULTICÊNTRICA DE UM MODELO DE  
ESTRATIFICAÇÃO DE RISCO DE MORTALIDADE EM ATÉ 30 DIAS NO PÓS-OPERATÓRIO**

**SÁVIO CAVALCANTE PASSOS**

PORTO ALEGRE  
2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA: CIÊNCIAS MÉDICAS

**DERIVAÇÃO E VALIDAÇÃO NACIONAL MULTICÊNTRICA DE UM MODELO DE  
ESTRATIFICAÇÃO DE RISCO DE MORTALIDADE EM ATÉ 30 DIAS NO PÓS-OPERATÓRIO**

**SÁVIO CAVALCANTE PASSOS**

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Cadore Stefani

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção de título de Doutor em Medicina: Ciências Médicas, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Médicas.

PORTO ALEGRE  
2023

### CIP - Catalogação na Publicação

Passos, Sávio Cavalcante  
DERIVAÇÃO E VALIDAÇÃO NACIONAL MULTICÊNTRICA DE UM  
MODELO DE ESTRATIFICAÇÃO DE RISCO DE MORTALIDADE EM  
ATÉ 30 DIAS NO PÓS-OPERATÓRIO / Sávio Cavalcante  
Passos. -- 2023.  
185 f.  
Orientador: Luciana Cadore Stefani.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Programa de  
Pós-Graduação em Medicina: Ciências Médicas, Porto  
Alegre, BR-RS, 2023.

1. Fatores de risco. 2. Avaliação de risco. 3.  
Morte . 4. Anestesia. 5. Cirurgia. I. Cadore Stefani,  
Luciana, orient. II. Título.

Aos meus pais, Vânia e Passos, pela dedicação, exemplo e amor perenes. Maiores incentivadores da minha trajetória, serão sempre meu espelho de retidão de caráter e significado de família.

À minha linda esposa, Adriene, parceira de vitórias, dificuldades e desafios diários, pelo suporte, discussões profícuas e amor. A vida tem mais cor contigo.

Ao meu irmão, Ives, pelas boas lembranças e exemplo de condução da vida acadêmica.

A Deus, por tudo.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha orientadora, professora Luciana Cadore Stefani, pelo estímulo e apoio constantes, bem como pela confiança e generosidade em compartilhar o conhecimento. Sua trajetória inspira todos os anestesistas do Hospital de Clínicas de Porto Alegre a serem profissionais melhores.

À professora Stela Maris de Jesus, pela atenção, disponibilidade e orientações em relação à metodologia e análise estatística do projeto.

Aos professores Wolnei Caumo, Elaine Félix e Helena Maria Pandikow, pela vanguarda na vida acadêmica e por construírem o sólido alicerce do Serviço de Anestesiologia e Medicina Perioperatória do HCPA.

Aos anestesistas brasileiros das instituições participantes, por acreditarem no projeto e pela dedicação em concretizá-lo.

Aos colegas do Ex-Care Research Group, pelo companheirismo e proveitosas discussões. Aos colegas do Serviço de Anestesia e Medicina Perioperatória do HCPA pela companhia e pelos aprendizados diários.

Aos colegas cirurgiões, Marjeane Hockmüller, Joel Longhi e Diego Mossmann, por acreditarem na importância da anestesia no resultado cirúrgico e por confiarem a mim o cuidado dos nossos pacientes.

Ao Hospital de Clínicas de Porto Alegre e à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, por proporcionarem ambientes propícios para o desenvolvimento de pesquisa de qualidade e aperfeiçoamento profissional.

Aos pacientes, pela coragem, disposição e por confiarem aos profissionais de saúde suas vidas. Este trabalho é para vocês.

“Medicina é uma ciência de incerteza e uma arte de probabilidade.”

William Osler  
(1849 – 1919)

## RESUMO

Base teórica: O desfecho cirúrgico é o resultado da combinação de fatores ligados à condição clínica do paciente, ao procedimento realizado e à qualidade do cuidado prestado. O reconhecimento do risco dos pacientes cirúrgicos é fundamental pois pode embasar decisões que impactam no sistema de saúde no perioperatório. No entanto, a avaliação subjetiva isolada é falha em reconhecer adequadamente o risco cirúrgico dos pacientes. Nesse sentido, a utilização de modelos de estratificação de risco tem se mostrado uma estratégia eficaz. Eles são úteis para a tomada de decisão relacionada à priorização de cuidados, alocação de recursos e facilitam o diálogo entre profissionais e familiares. Idealmente, esses modelos devem ser simples, acurados, reproduzíveis e externamente validados. Contudo, a maioria dessas ferramentas foi desenvolvida em países de alta renda e não teve seu desempenho testado em nosso cenário. Objetivo: Construir um modelo de risco de mortalidade intra-hospitalar robusto com base em dados de pacientes submetidos a cirurgias em diferentes regiões do Brasil, o Modelo Ex-Care BR. Métodos: Estudo de coorte retrospectivo, multicêntrico, realizado em dez hospitais brasileiros. Dados foram coletados de registros de prontuários eletrônicos e analisados através de modelos de regressão logística multinível. Foram incluídas instituições públicas e privadas, a fim de representar as diferentes formas de cuidados de saúde no Brasil. Pacientes com idade superior a 16 anos, submetidos a procedimentos eletivos e não eletivos, em 2017 e 2018, foram incluídos. O desfecho principal foi a mortalidade intra-hospitalar em até 30 dias de pós-operatório. O desempenho do modelo foi avaliado através da area under the receiver operating characteristic curve (AUROC), escore de Brier e calibration plot. Resultados: Um total de 107.372 pacientes (idade média [DP], 51,2 [17,6] anos) foram incluídos. A taxa de mortalidade em 30 dias foi de 2,1% (n = 2261). As coortes de derivação (n = 75.094) e validação (n = 32.278) foram designadas aleatoriamente. O modelo de risco final é composto por quatro preditores relacionados ao paciente e à cirurgia (classificação do estado físico da American Society of Anesthesiologists, idade, natureza e porte cirúrgico), além do efeito aleatório relacionado aos hospitais. Os escores prognósticos foram categorizados em quatro classes de risco: baixo risco (mortalidade predita <2%; mortalidade em 30 dias 0,3%), risco médio (mortalidade predita de 2 a <5%; mortalidade em 30 dias 3,8%), alto risco (mortalidade predita de 5 a <10%; mortalidade em 30 dias 8,6%) e risco muito alto (mortalidade predita ≥10%; mortalidade em 30 dias 25,3%). O modelo apresentou excelentes discriminação (AUROC = 0,93, IC 95% 0,93-0,94), calibração e desempenho geral (escore de Brier = 0,017), na coorte de derivação. Resultados semelhantes foram observados na coorte de validação (AUROC = 0,93, IC 95% 0,92-0,93). Uma interface mHealth foi criada para possibilitar o uso à beira do leito. Conclusão: O Modelo Ex-Care BR se mostrou uma ferramenta eficaz em estratificar o risco de óbito intra-hospitalar em até 30 dias após a cirurgia. Na sua composição foram incorporados fatores relacionados ao paciente e à cirurgia, demonstrando excelentes discriminação e calibração. O modelo constitui uma ferramenta valiosa para identificar pacientes cirúrgicos de alto risco no sistema de saúde desigual do Brasil.

Palavras-chave: fatores de risco; avaliação de risco; morte perioperatória; anestesia; cirurgia.

## ABSTRACT

**Background:** Surgical outcome is the result of a combination of factors related to the patient's clinical condition, the procedure performed and the quality of care provided. Recognizing the risk of surgical patients is essential because it can support decisions that impact the healthcare system in the perioperative period. However, isolated subjective assessment fails to adequately recognize patient's surgical risk. In this context, the use of risk stratification models has proven to be an effective strategy. These models are useful for decision-making regarding prioritization of care, resource allocation and facilitating dialogue between healthcare professionals and family members. Ideally, they should be simple, accurate, reproducible and externally validated. However, most of these tools were built in high-income countries and have not been tested for their performance in our setting.

**Objective:** To build a comprehensive in-hospital mortality risk model based on data from patients operated in different Brazilian regions, the Ex-Care BR Model.

**Methods:** A multicenter, retrospective cohort study was conducted in ten Brazilian hospitals. Data were collected from electronic health records and analyzed using multilevel logistic regression models. Both public and private institutions were included, representing the unequal healthcare provision in Brazil. Patients above 16 years who underwent elective and non-elective procedures in 2017 and 2018 were enrolled. The main outcome was in-hospital 30-day postoperative mortality. Model performance was assessed using the area under the receiver operating characteristic curve (AUROC), Brier score and calibration plots.

**Results:** A total of 107372 (mean [SD] age, 51.2 [17.6] years) patients were included. The 30-day mortality rate was 2.1% (n = 2261). Derivation (n = 75094) and validation (n = 32278) cohorts were randomly assigned. The final risk model is composed of four predictors related to the patient and the surgery (American Society of Anesthesiologists physical status classification, age, surgical nature and its severity), in addition to the random effect related to hospitals. The prognostic scores were categorized into 4 risk groups: low risk (predicted mortality <2%; 30-day mortality 0.3%), medium risk (predicted mortality 2 to <5%; 30-day mortality 3.8%), high risk (predicted mortality 5 to <10%; 30-day mortality 8.6%), and very high risk (predicted mortality ≥10%; 30-day mortality 25.3%). The model showed excellent discrimination (AUROC = 0.93, 95% CI 0.93-0.94), calibration and overall performance (Brier score = 0.017) in the derivation cohort. Similar results were observed in the validation cohort (AUROC = 0.93, 95% CI 0.92-0.93). An mHealth interface was created to enable bedside use.

**Conclusions:** The Ex-Care BR Model effectively predicts 30-day in-hospital mortality. It incorporates patient and surgical factors and demonstrates excellent discrimination and calibration. The model represents a valuable tool to flag high-risk surgical patients in Brazilian inequitable healthcare system.

**Keywords:** risk factors; risk assessment; perioperative death; anesthesia; surgery.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Estratégia de busca bibliográfica.....	18
<b>Figura 2.</b> Determinantes para o desfecho pós-cirúrgico .....	19
<b>Figura 3.</b> Risco perioperatório e idade: Aumento de risco relacionado à cirurgia versus comorbidades em pacientes jovens, idosos saudáveis e pacientes “geriátricos” (idosos com diversas e significantes comorbidades).....	22
<b>Figura 4.</b> Metarregressão para mortalidade perioperatória total por ano.....	32
<b>Figura 5.</b> Comparação da curva ROC a partir do modelo Ex-Care com IRCR, ICC e SORT.....	47
<b>Figura 6.</b> Uso atual e proposto de ferramentas de previsão de risco.....	52
<b>Figura 7.</b> Marco conceitual do projeto.....	54
<b>Figura 8.</b> Captura de tela aplicativo modelo Ex-Care BR .....	174
<b>Figura 9.</b> Vídeo de divulgação do projeto veiculado nas mídias sociais.....	175

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Versão final brasileira do Duke Activity Status Index .....	21
<b>Tabela 2.</b> Classificação <i>American Society of Anesthesiologists Physical Status Classification System</i> .....	24
<b>Tabela 3.</b> Estratificação de risco cardíaco* para procedimentos cirúrgicos não cardíacos .....	28
<b>Tabela 4.</b> Desfechos avaliados no período perioperatório .....	31
<b>Tabela 5.</b> Etapas para o desenvolvimento de um modelo de risco .....	37
<b>Tabela 6.</b> Cenários possíveis de validação interna e externa ao avaliar um modelo de predição .....	40
<b>Tabela 7.</b> Avaliação da qualidade de usabilidade clínica dos modelos de predição de risco de óbito em 30 dias .....	42
<b>Tabela 8.</b> Modelos de predição de risco de óbito perioperatório .....	43
<b>Tabela 9.</b> Variáveis independentes incluídas no modelo Ex-Care, com os respectivos odds ratio e intervalos de confiança .....	46
<b>Tabela 10.</b> Classes de risco – Modelo Ex-Care .....	46
<b>Tabela 11.</b> Pacote cirúrgico CEPAR .....	48
<b>Tabela 12.</b> Emprego da <i>mobile Health</i> no cenário perioperatório com enfoque na atuação do anestesista .....	51

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

**APACHE:** Acute Physiology and Chronic Health Evaluation

**ASA-PS:** American Society of Anesthesiologists Physical Status Classification System

**AUROC:** Area under receiver operating characteristic

**BELLS:** Brazilian Emergency Laparotomy Longitudinal Survey

**CAO:** Cirurgiões, anestesista e obstetras

**CBHPM:** Classificação Brasileira Hierarquizada de Procedimentos Médicos

**CEP:** Comitê de Ética em Pesquisa

**CEPAR:** Cuidados Estendidos ao Paciente Cirúrgico de Alto Risco

**CNS:** Conselho Nacional de Saúde

**DASI:** Duke Activity Status Index

**DATASUS:** Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde

**EGQ:** Exame Geral de Qualificação

**FTR:** Failure to rescue

**HCPA:** Hospital de Clínicas de Porto Alegre

**HIC:** High-income country

**H-L:** Hosmer-Lemeshow

**IDH:** Índice de Desenvolvimento Humano

**LE:** Laparotomia exploradora

**LASOS:** Latin American Surgical Outcomes Study

**LCoGS:** The Lancet Commission on Global Surgery

**LMIC:** Low- and middle-income country

**mHealth:** Mobile Health

**NELA:** National Emergency Laparotomy Audit

**NHS:** National Health System

**POMR:** PostOperative Mortality Rate

**POMS:** PostOperative Morbidity Survey

**P-POSSUM:** Portsmouth Physiological and Operative Severity Score for the Enumeration of Mortality and Morbidity

**PRO:** Patient-reported outcomes

**QUALIS:** Programa de Gestão da Qualidade e da Informação em Saúde HCPA

**REMIT:** Resposta endócrino, imunológica e metabólica ao trauma

**ROC:** Receiver operating characteristic

**SAMPE:** Serviço de Anestesiologia e Medicina Perioperatória

**SAPS III:** Simplified Acute Physiology Score III

**SORT:** Surgical Outcome Risk Tool

**STROBE:** Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology

**SUS:** Sistema Único de Saúde

**URPA:** Unidade de Recuperação Pós-Anestésica

**UTI:** Unidade de Terapia Intensiva

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	17
<b>2.1 Estratégia de busca bibliográfica</b> .....	17
<b>2.2 Risco cirúrgico</b> .....	18
2.2.1 Variáveis de risco relacionadas ao paciente.....	20
2.2.1.1 Idade.....	20
2.2.1.2 Comorbidades clínicas.....	22
2.2.2 Variáveis de risco relacionadas à cirurgia.....	26
2.2.2.1 Cirurgia eletiva versus urgência/emergência.....	26
2.2.2.2 Porte cirúrgico.....	27
2.2.3 Impacto da estrutura e processo hospitalar nos desfechos cirúrgicos.....	29
<b>2.3 Desfechos pós-operatórios</b> .....	30
2.3.1 Mortalidade no perioperatório.....	31
2.3.2 Diferenças de mortalidade entre os países.....	33
<b>2.4 O cenário cirúrgico brasileiro</b> .....	34
<b>2.5 Instrumentos de estratificação de risco cirúrgico</b> .....	35
2.5.1 Construindo um modelo de risco.....	37
2.5.2 Uso clínico dos modelos de risco.....	41
2.5.3 Modelos de predição do risco de óbito.....	43
2.5.4 O modelo de risco Ex-Care.....	45
2.5.5 Uso do modelo Ex-Care em uma linha de cuidado assistencial.....	47
<b>2.6 Impacto da tecnologia móvel e aplicativos médicos na transformação da saúde</b> .....	50
<b>2.7 Integração de ferramentas de predição de risco e sistemas de prontuários eletrônicos</b> .....	52

<b>3 MARCO CONCEITUAL</b> .....	54
<b>4 JUSTIFICATIVA</b> .....	55
<b>5 OBJETIVOS</b> .....	57
5.1 Objetivo geral.....	57
5.2 Objetivos específicos.....	57
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	58
<b>7 ARTIGOS</b> .....	68
7.1 Artigo 1 – <i>Derivation and validation of a national multicenter mortality risk stratification model – the ExCare model: a study protocol</i> .....	68
7.2 Artigo 2 – <i>Development and validation of the Ex-Care BR model - a multicentre initiative to identify the high-risk surgical patients in Brazil</i> .....	75
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	172
<b>9 PERPECTIVAS FUTURAS</b> .....	176
<b>10 APÊNDICES</b> .....	179
Apêndice A – Carta Convite participação estudo.....	180
Apêndice B – Carta modelo de solicitação das variáveis para confecção banco de dados.....	181
Apêndice C – Termo de Compromisso para Utilização de Dados.....	183
Apêndice D – Infográficos para divulgação do projeto.....	184

## 1 INTRODUÇÃO

# 1 INTRODUÇÃO

Anualmente, mais de 300 milhões de cirurgias são realizadas no mundo e este número vem crescendo (1). O cuidado cirúrgico é essencial para o adequado manejo de diversas condições clínicas, sendo indispensável para o bom funcionamento dos sistemas de saúde.

Os objetivos da intervenção cirúrgica são aumentar a longevidade e a qualidade de vida dos doentes. Entretanto, o trauma cirúrgico pode causar danos significativos aos pacientes, principalmente nos procedimentos de grande porte. Em verdade, o risco perioperatório é multifatorial, dependendo da interação entre a anestesia, condições clínicas do paciente, cirurgia realizada, cuidado pós-cirúrgico e da qualidade da atenção básica de saúde (2)(3). Em razão disso, observa-se grande diferença nos desfechos cirúrgicos entre os países, com maiores taxas de mortalidades nos países de baixa renda (4)(5)(6).

Vivenciamos um momento em que a medicina se torna uma área cada vez mais onerosa e dependente da tecnologia; ainda assim, há a necessidade ética, social e de saúde de se aumentar a cobertura em escala mundial dos cuidados cirúrgicos, bem como aprimorar a qualidade dos serviços prestados (7). Além disso, a literatura nos mostra que as intervenções cirúrgicas são custo-efetivas sob a ótica socioeconômica (8).

Isto posto, aperfeiçoar o uso dos recursos disponíveis e minimizar os danos relativos às cirurgias são medidas de importância singular a serem adotadas por todos envolvidos com políticas públicas de saúde, principalmente em cenários de recursos limitados. Neste processo, a documentação dos desfechos pós-cirúrgicos se torna de grande valia, uma vez que possibilita a geração, monitora-

## 1 INTRODUÇÃO

mento e comparação de dados entre diversos grupos (pacientes, equipes, instituições), com objetivo de conceber as melhores práticas assistenciais. Mais do que monitorar os eventos adversos, faz-se necessário evitá-los e para isso é importante o conhecimento dos riscos a que os pacientes estão expostos ao se submeterem a cirurgias.

A estratificação de risco perioperatório é um princípio fundamental do atendimento ao paciente cirúrgico. Insere-se dentro da política de segurança e qualidade das instituições, facilita o consentimento informado e permite que os profissionais envolvidos planejem e gerenciem a assistência. Atualmente, sabe-se que a maior parte dos óbitos que ocorrem no perioperatório é oriunda de uma pequena parcela da população, denominada pacientes de alto risco cirúrgico (9). Idealmente, estes indivíduos deveriam ser identificados precocemente, a fim de se discutir sobre a realização da cirurgia, estratégias de cuidado perioperatório e sobre a alocação de recursos humanos e de material no pós-operatório. No entanto, a estratégia mais adotada para graduar o risco anestésico-cirúrgico, baseada na avaliação subjetiva dos profissionais de saúde, precisa ser aprimorada, uma vez que não se mostrou confiável para predição da ocorrência de desfechos adversos (10).

Nesse intuito, diferentes instrumentos têm sido desenvolvidos com o objetivo de estratificar o risco dos pacientes, bem como comparar desfechos entre as instituições. Tais instrumentos são representados pelos escores e modelos de predição de risco. Ambos se baseiam em análises multivariadas com grande número de pacientes. No caso dos escores de risco, são atribuídos pesos e pontuações às variáveis independentes para o desfecho em estudo; a soma dos pesos reflete o escore total. Escores de risco, contudo, não fornecem uma previsão de risco individualizada; modelos de risco, sim. Através de métodos estatísticos mais robustos, os modelos de risco incorporam dados individuais de um grande número de pacientes para a predição da probabilidade da ocorrência do desfecho em estudo. Essa sofisticação, entretanto, ocorre à custa de cálculos complexos, fazendo-se necessário o uso de dispositivos que contemplem essas informações para viabilizar o seu uso na prática clínica (11).

Diante deste cenário, o grupo de pesquisa ao qual pertence o presente projeto desenvolveu uma ferramenta de estratificação de risco pré-operatório denominada Modelo Ex-Care, derivada da análise de 16.618 pacientes cirúrgicos do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA). Esta foi composta por 4 variáveis facilmente coletadas no pré-operatório: idade, classificação ASA-PS, natureza do procedimento (urgência ou eletiva) e porte cirúrgico (grande ou não grande porte). O modelo apresentou boa capacidade discriminativa para o desfecho óbito na internação em até 30 dias, a qual se repetiu na amostra de validação, composta por 1.173 pacientes (12). Uma vez que o Ex-Care identificou adequadamente os pacientes de alto risco cirúrgico, ele foi incorporado a uma linha de

## 1 INTRODUÇÃO

cuidado estruturada voltada para estes indivíduos. Este programa de melhoria assistencial composto por seis etapas foi eficaz em reduzir a mortalidade intra-hospitalar (13).

Tais resultados nos levam a crer que o Modelo Ex-Care é um instrumento valioso tanto para a estratificação de risco, quanto para auxiliar no processo de tomada de decisão quanto ao cuidado pós-operatório. Entretanto, esta ferramenta é validada apenas para a população atendida no HCPA, havendo necessidade da avaliação do seu desempenho em outras instituições.

Considerando as recentes recomendações de cuidados perioperatórios, que orientam a criação de um sistema nacional para identificar pacientes com maior risco de morbimortalidade pós-cirúrgica e que este risco seja explicitado ao paciente antes da cirurgia, documentado no termo de consentimento e utilizado como ferramenta de auxílio na decisão individualizada do cuidado a ser prestado (14)(15), desenvolvemos o Modelo de Risco Ex-Care BR. Para tal, parcerias com dez instituições de saúde de diversas regiões do país foram firmadas, sendo incluídos no estudo todos os pacientes elegíveis operados nesses hospitais no período de dois anos. Além disso, objetivando viabilizar o uso do modelo pelos profissionais de saúde no cotidiano, construímos um aplicativo contemplando o Ex-Care BR.

A avaliação dos fatores que influenciam nos desfechos perioperatórios e o desenvolvimento de ferramentas para melhor rastrear os pacientes de alto cirúrgico se inserem na linha de pesquisa do *Ex-Care Research Group* e são objetos de discussão da presente tese do Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Médicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, tendo originado dois artigos originais e um aplicativo para smartphones.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

# 2 REVISÃO DA LITERATURA

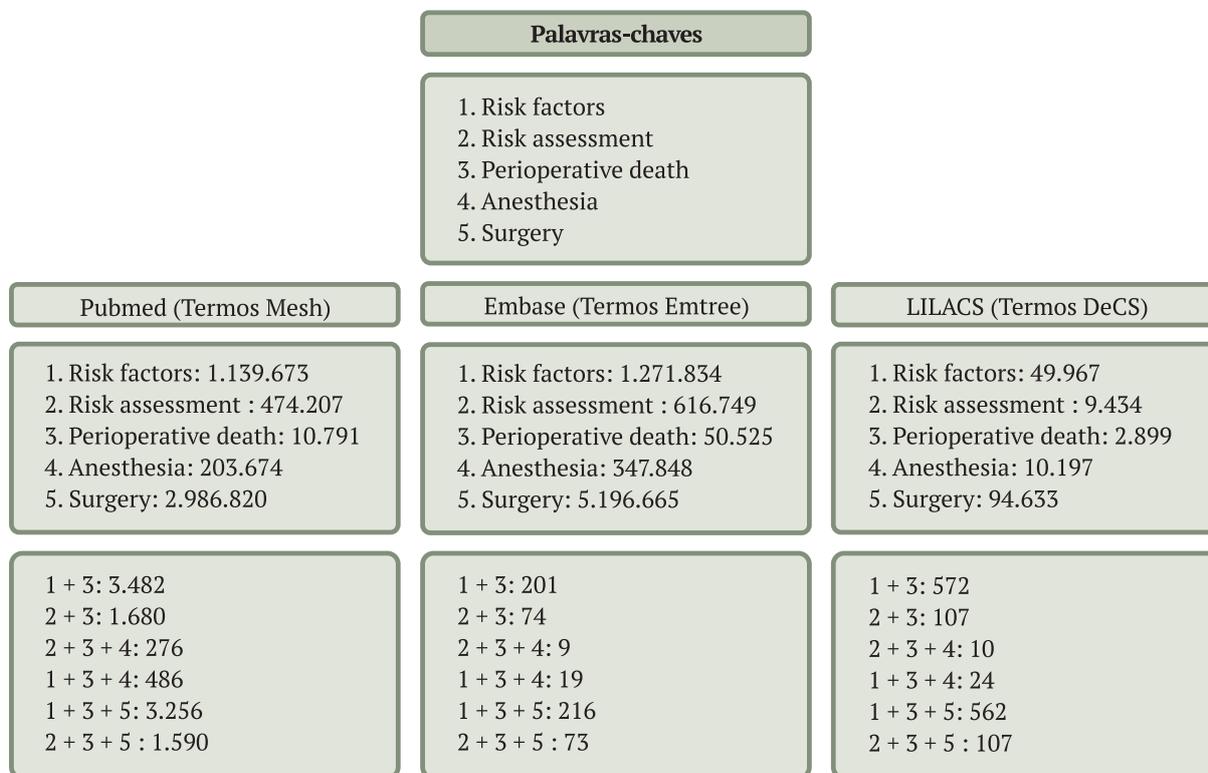
### 2.1 Estratégia de busca bibliográfica

A revisão de literatura teve como objetivo identificar artigos publicados nos últimos 15 anos, relacionados a seres humanos, que abordam temas relacionados à questão de pesquisa: “É possível construir um modelo de estratificação de risco cirúrgico nacional prático e acurado em estimar a probabilidade de óbito de intra-hospitalar em até 30 dias nos pacientes adultos submetidos a cirurgia no Brasil?”.

As bases de dados utilizadas foram *PubMed*, *Embase* e *LILACS*. Além dos artigos recuperados na pesquisa em base de dados, foram utilizados artigos provenientes de referências cruzadas e utilizadas nas revisões sistemáticas. As palavras-chave foram pesquisadas no título e resumo, juntamente com os *MeSH terms*, *Emtree* e *DeCS*. Palavras-chave: *risk factors; risk assessment; perioperative death; anesthesia; surgery* (Figura 1). A partir dessa busca, 122 artigos foram incluídos na construção da presente tese.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

**Figura 1.** Estratégia de busca bibliográfica



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 2.2 Risco cirúrgico

Toda cirurgia envolve riscos. Apesar de essa sentença ser de conhecimento geral, a estimativa precisa da chance de complicações perioperatórias é de difícil mensuração e, somente a partir da metade do século XX, a comunidade médica começou a demonstrar interesse em compreender os fatores associados ao risco perioperatório. Ressalte-se o trabalho de 1954, em que, ao revisar 599.548 procedimentos realizados sob anestesia, os autores identificaram três variáveis envolvidas no risco cirúrgico: a anestesia, a cirurgia e o paciente (16). Com o grande avanço nas últimas décadas nos equipamentos da anestesia, técnicas de monitorização, rol de procedimentos disponíveis, farmacocinética das drogas e manejo das intercorrências, as mortes por causas relacionadas ao ato anestésico tem se tornado cada vez menos frequentes, sendo reportado menos de 1 óbito para cada 10.000 procedimentos realizados (17)(18).

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

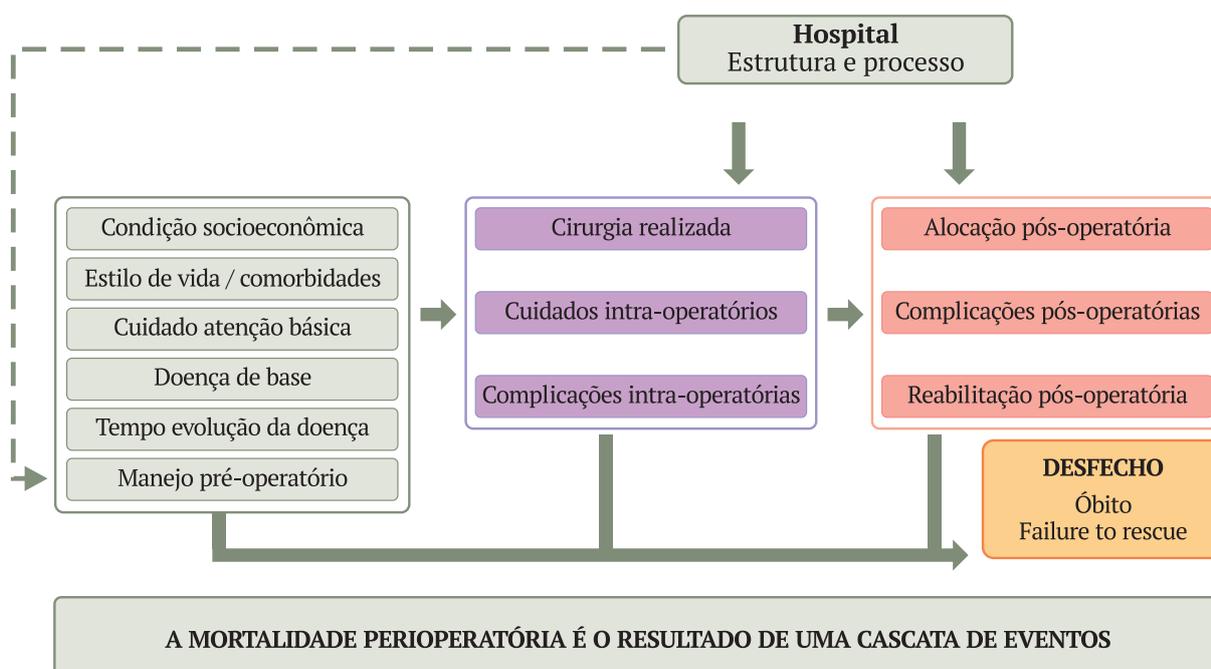
Atualmente, além dos fatores cirurgia e estado de saúde do paciente, reconhece-se que aspectos relacionados ao nível socioeconômico dos pacientes, ao cuidado prestado na atenção básica, bem como a forma como os hospitais se organizam para atender os doentes influenciam nos desfechos pós-cirúrgicos, principalmente dos indivíduos considerados de alto risco (Figura 2) (3)(19).

De acordo com o *Royal College of Surgeons of England Working Group*, é considerado paciente de alto risco perioperatório aquele com  $\geq 5\%$  de chance de morrer; se  $\geq 10\%$ , altíssimo risco (20). Estudos realizados no Reino Unido apontam que mais de 80% das mortes no pós-operatório são secundárias a pacientes identificados como de alto risco, ainda que eles representem menos de 15% da população submetida a cirurgia (21).

A fim de identificar esses indivíduos, pesquisadores buscam desenvolver ferramentas que estratifiquem o risco cirúrgico a que os pacientes estão submetidos. Um instrumento de estratificação de risco é definido como um escore ou modelo usado para prever o risco de morbimortalidade após a cirurgia (20). Um dos objetivos dessas ferramentas de estratificação é identificar precocemente os indivíduos de alto risco para desfechos negativos no perioperatório, com o objetivo de elaborar as melhores estratégias possíveis para mitigar seus riscos (11).

A seguir, discorreremos sobre as principais variáveis consideradas para a construção das ferramentas de estratificação de risco cirúrgico.

**Figura 2.** Determinantes para o desfecho pós-cirúrgico



Fonte: Adaptado de Poulton et al. (3).

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.2.1 Variáveis de risco relacionadas ao paciente

#### 2.2.1.1 Idade

O avanço nas áreas de saneamento básico, oferta de alimentos, incentivo à prática de atividades físicas e na medicina favoreceram o aumento da expectativa ao redor do mundo. Exemplifica esse fenômeno a estimativa de que a maioria dos nascidos em países desenvolvidos no século XXI terão expectativa de vida de até cem anos (22).

Não existe uma definição precisa ou marcador clínico que defina alguém como “idoso”; o envelhecimento é um processo contínuo, que afeta os indivíduos de várias maneiras e de forma heterogênea (23). Como parte do envelhecimento, observa-se uma gradual alteração da homeostase corporal com consequente redução da reserva funcional do organismo, configurando uma população que necessita de atenção especial. Isto fica claro ao se perceber que cerca de 80% dos idosos apresentam mais de uma doença crônica, contribuindo para uma maior demanda sobre os sistemas de saúde. Outro dado que corrobora essa afirmação é a maior proporção da taxa de internação dessa população. Nos Estados Unidos, em 2005, 12% da população era constituída por idosos, sendo eles responsáveis por 35% da ocupação dos leitos dos hospitais. Considerando-se exclusivamente o contexto cirúrgico, cerca da metade dos pacientes operados naquele país tinham mais de 65 anos (24).

Além da redução da reserva fisiológica decorrente do avanço da idade cronológica, a presença de comorbidades e a polifarmácia contribuem para a maior taxa de eventos adversos no perioperatório da população idosa. A desregulação dos sistemas imune, endócrino-hormonal e neuropsíquico associada a um *up-regulation* de citocinas inflamatórias desencadeia um estado de catabolismo, sarcopenia e disfunções subclínicas. Estes achados, quando presentes, aumentam sua vulnerabilidade aos agentes estressores, denotando o fenótipo de fragilidade (do inglês, *frailty*) (25). Sabe-se que a fragilidade é um marcador independente para piores desfechos no perioperatório. Ainda que a fragilidade esteja mais presente na população idosa, seu conceito não se refere exclusivamente ao aspecto cronológico, podendo ocorrer em outros cenários de vulnerabilidade – estado nutricional, saúde mental e cognitiva e apoio social. Dessa forma, sua identificação deve ser um dos pilares na avaliação pré-operatória do idoso (24).

Escores para avaliação de fragilidade tem sido propostos, porém sem que haja enfoque no cenário perioperatório (26)(27). Do mesmo modo, a maioria das ferramentas de estratificação de risco cirúrgico não avalia o grau de fragilidade. Isto fica claro ao se observar que, frequentemente, mesmo modelos mais consagrados, como o Índice Comorbidade de Charlson (ICC) e o escore *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation* (APACHE) II, não foram validados em uma população composta por

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

idosos e/ou frágil (28). A fim de solucionar essa questão, tem ganhado importância o *Duke Activity Status Index* (DASI) (Tabela 1). Este se mostrou superior à análise subjetiva isolada para a avaliação da capacidade funcional no contexto cirúrgico, inclusive com melhor acurácia em prever a probabilidade óbito e/ou infarto agudo do miocárdico no pós-operatório, configurando uma estratégia superior para a avaliação do risco cardíaco (29).

**Tabela 1.** Versão final brasileira do Duke Activity Status Index

Duke Activity Index Versão Brasileira Coutinho-Myrrha MA et al			
Você consegue	Peso (MET)	Sim	Não
1. Cuidar de si mesmo, isto é, comer, vestir-se, tomar banho ou ir ao banheiro?	2,75		
2. Andar em ambientes fechados, como em sua casa?	1,75		
3. Andar um quarteirão ou dois em terreno plano?	2,75		
4. Subir um lance de escada ou subir um morro?	5,50		
5. Correr uma distância curta?	8,0		
6. Fazer tarefas domésticas leves como tirar pó ou lavar a louça?	2,7		
7. Fazer tarefas domésticas moderadas como passar o aspirador de pó, varrer o chão ou carregar as compras de supermercado?	3,5		
8. Fazer tarefas domésticas pesadas como esfregar o chão com as mãos usando uma escova ou deslocar móveis pesados de lugar?	8,0		
9. Fazer trabalhos de jardinagem como recolher folhas, capinar ou usar um cortador elétrico de grama?	4,5		
10. Ter relações sexuais?	5,25		
11. Participar de atividades recreativas moderadas como vôlei, boliche, dança, tênis em dupla, andar de bicicleta ou fazer hidroginástica?	6,0		
12. Participar de esportes extenuantes como natação, tênis individual, futebol, basquetebol ou corrida?	7,5		
Pontuação total:			

**Pontuação DASI:** o peso das respostas positivas são somados para se obter uma pontuação total que varia de 0 a 58,2. Quanto maior a pontuação, maior a capacidade funcional.

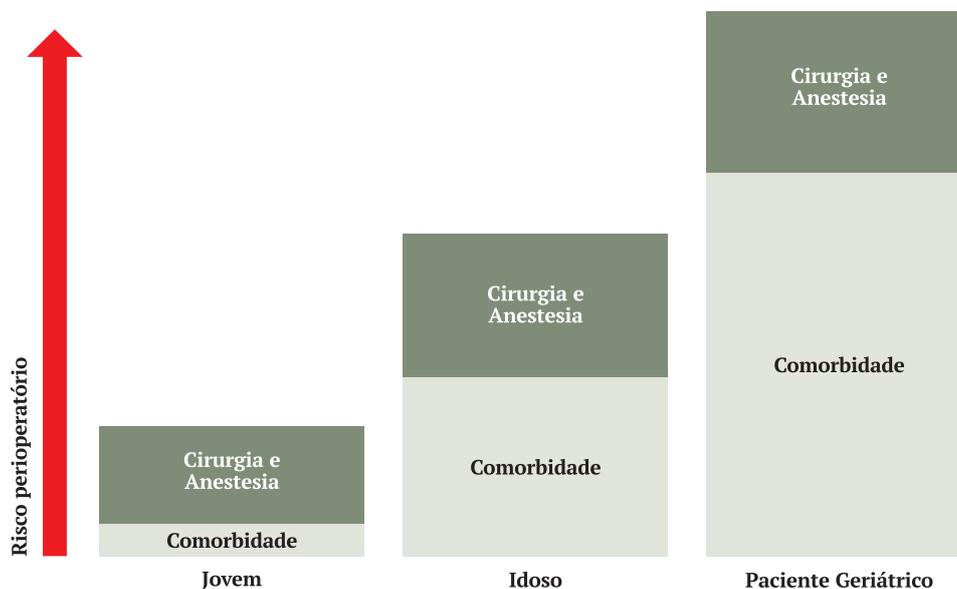
Fonte: Coutinho-Myrrha et al. (30).

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Dentre os idosos, destaque especial deve ser reservado aos indivíduos com mais de 85 anos. Nestes, a redução da reserva fisiológica própria do envelhecimento os expõe a um maior risco de desfechos negativos, quando submetidos a cirurgias (Figura 3). Isto pode ser evidenciado ao se analisar a mortalidade cirúrgica por faixas etárias; enquanto na população geral a taxa de mortalidade é de 1,2%, nos indivíduos com idade entre 60-69 anos é de 2,2%, chegando a 6,2% nos acima de 80 anos (31).

Diante do exposto, principalmente para as cirurgias de grande porte, cada vez mais atenção tem sido direcionada para o cuidado perioperatório da população idosa, seja através da maior atenção a demandas específicas desses indivíduos (disfunção cognitiva e demência, risco queda, úlceras de pressão e desnutrição), bem como via participação de equipe multidisciplinar na assistência, ressaltando a importância da inclusão de geriatras (32)(33).

**Figura 3.** Risco perioperatório e idade: Aumento de risco relacionado à cirurgia versus comorbidades em pacientes jovens, idosos saudáveis e pacientes “geriátricos” (idosos com diversas e significantes comorbidades)



Fonte: Adaptado de Boddaert et al. (34).

### 2.2.1.2 Comorbidades clínicas

A presença de comorbidades clínicas está associada a um maior risco de eventos adversos no perioperatório e redução da sobrevida. Condições como obesidade, diabetes, doenças cardiopulmonares e má nutrição apresentam importante associação com maiores taxas de infecção e má cicatri-

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

zação da ferida operatória, hipoxemia, eventos cardiovasculares, sangramento, úlceras de pressão, necessidade de suporte ventilatório prolongado e maior mortalidade (14)(35)(36).

Em um levantamento das causas de óbitos intra-hospitalares de 11.562 procedimentos realizados no Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), evidenciou-se mortalidade de 2,75% em até 30 dias. Destas, cerca de 50% foram consideradas inevitáveis, sendo atribuídas ao impacto da doença de base e comorbidades no estado clínico dos pacientes, com destaque para a presença de câncer em estágio avançado e sepse no momento da admissão para a cirurgia (37).

Diversos escores de risco baseados na presença de comorbidades foram propostos para avaliar o risco cirúrgico a que os pacientes estão expostos. Destes, o mais amplamente utilizado na prática clínica é a classificação da *American Society of Anesthesiologists Physical Status Classification System* (ASA-PS). Apesar de originalmente criada para designar o estado basal de saúde dos pacientes, observou-se que a classificação ASA-PS apresentou boa correlação com a mortalidade pós-operatória em até 48 horas – quanto maior a classificação, maior a chance de óbito (37)(38). Razões que justificam o seu uso disseminado no cotidiano são simplicidade, fácil aplicabilidade, possibilidade de uso para adultos e crianças, além do fato de ser amplamente conhecida pelos profissionais de saúde. Trata-se, contudo, de uma ferramenta em que a classificação é realizada de forma subjetiva, sem que informações relacionadas ao procedimento a ser executado sejam consideradas, não informando objetivamente sobre a probabilidade de morte e complicações (35). A fim de reduzir esta subjetividade, a Sociedade Americana de Anestesiologia publicou documento em que, além de estabelecer a definição de cada classe, enumera exemplos de situações clínicas pertencentes a cada uma delas (39). A Tabela 2 exibe a classificação ASA-PS.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

**Tabela 2.** Classificação *American Society of Anesthesiologists Physical Status Classification System*

Classificação ASA PS	Definição	Exemplos adultos, incluindo, mas não limitado a:	Exemplos pediátricos, incluindo, mas não limitado a:	Exemplos obstétricos, incluindo, mas não limitado a:
ASA I	Paciente normal e saudável	Saudável, não fumante, sem uso de álcool ou uso mínimo	Saudável (sem doenças agudas ou crônicas), percentil normal de IMC para a idade	
ASA II	Paciente com doença sistêmica leve	Doenças leves apenas, sem limitações funcionais substanciais. Fumante atual, consumo social de álcool, gravidez, obesidade ( $30 < \text{IMC} < 40$ ), diabetes/hipertensão bem controlados, doença pulmonar leve	Doença cardíaca congênita assintomática, arritmias bem controladas, asma sem exacerbação, epilepsia bem controlada, diabetes mellitus não dependente de insulina, percentil de IMC anormal para a idade, apneia do sono leve/moderada, estado oncológico em remissão, autismo com limitações leves	Gravidez normal*, hipertensão gestacional bem controlada, pré-eclâmpsia controlada sem características graves, diabetes gestacional controlada por dieta
ASA III	Paciente com doença sistêmica grave	Limitações funcionais substanciais; uma ou mais doenças de moderadas a graves. Diabetes ou hipertensão mal controlados, DPOC, obesidade mórbida ( $\text{IMC} \geq 40$ ), hepatite ativa, dependência ou abuso de álcool, marca-passo implantado, moderada redução da fração de ejeção, DRC submetido a diálise regularmente agendada, histórico (>3 meses) de infarto do miocárdio, AVC, AIT ou doença arterial coronariana/stents	Anomalia cardíaca congênita não corrigida estável, asma com exacerbação, epilepsia mal controlada, diabetes mellitus dependente de insulina, obesidade mórbida, desnutrição, apneia do sono grave, estado oncológico, insuficiência renal, distrofia muscular, fibrose cística, histórico de transplante de órgãos, malformação cerebral/medular, hidrocefalia sintomática, recém-nascido prematuro IPC <60 semanas, autismo com limitações graves, doença metabólica, via aérea difícil, nutrição parenteral de longo prazo. Bebês a termo com menos de 6 semanas de idade	Pré-eclâmpsia com características graves, diabetes gestacional com complicações ou alta necessidade de insulina, doença trombofílica que requer anticoagulação

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Classificação ASA PS	Definição	Exemplos adultos, incluindo, mas não limitado a:	Exemplos pediátricos, incluindo, mas não limitado a:	Exemplos obstétricos, incluindo, mas não limitado a:
ASA IV	Um paciente com doença sistêmica grave que representa uma ameaça constante à vida	Infarto do miocárdio recente (<3 meses), AVC, AIT ou doença arterial coronariana/stents recentes (<3 meses), isquemia cardíaca contínua ou disfunção valvular grave, redução grave da fração de ejeção, choque, sepse, CIVD, SDRA ou DRC não submetida a diálise regularmente agendada	Anomalia cardíaca congênita sintomática, insuficiência cardíaca congestiva, sequelas ativas de prematuridade, encefalopatia hipóxico-isquêmica aguda, choque, sepse, coagulação intravascular disseminada, cardioversor-desfibrilador implantável automático, dependência de ventilador, endocrinopatia, trauma grave, desconforto respiratório grave, estágio oncológico avançado	Pré-eclâmpsia com características graves complicada por HELLP ou outro evento adverso, miocardiopatia periparto com FE <40, doença cardíaca não corrigida/descompensada, adquirida ou congênita
ASA V	Um paciente moribundo que não se espera sobreviver sem a cirurgia	Aneurisma abdominal/torácico rompido, trauma grave, sangramento intracraniano com efeito de massa, isquemia intestinal diante de patologia cardíaca significativa ou disfunção de múltiplos órgãos/sistemas	Trauma grave, hemorragia intracraniana com efeito de massa, paciente necessitando de ECMO, insuficiência respiratória ou parada respiratória, hipertensão maligna, insuficiência cardíaca congestiva descompensada, encefalopatia hepática, intestino isquêmico ou disfunção de múltiplos órgãos/sistemas	Ruptura uterina
ASA VI	Um paciente declarado com morte cerebral, cujos órgãos estão sendo removidos para fins de doação			

Fonte: Adaptado de American Society of Anesthesiologists (39).

Abreviações: AIT, ataque isquêmico transitório; AVC, acidente vascular cerebral; CI, cardiopatia isquêmica; CIVD, coagulação intravascular disseminada; DM, diabetes mellitus; DPOC, doença pulmonar obstrutiva crônica; ECMO, extracorporeal membrane oxygenation; FE, fração de ejeção; HAS, hipertensão arterial sistêmica; HELLP, Hemolysis, Elevated Liver enzymes and Low Platelets; IAM, infarto agudo do miocárdio; IMC, índice de massa corporal; IPC, idade pós-concepção; IRC, insuficiência renal crônica; SDRA, síndrome do desconforto respiratório agudo.

\*Embora a gravidez não seja uma doença, o estado fisiológico da parturiente é significativamente alterado em relação ao período em que a mulher não está grávida, daí a atribuição de ASA 2 para uma mulher com gravidez não complicada.

\*\*A adição de "E" denota cirurgia de emergência: Uma emergência é definida como existente quando o atraso no tratamento do paciente levaria a um aumento significativo na ameaça à vida ou à parte do corpo.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Vale ressaltar, entretanto, que a própria Sociedade Americana de Anestesiologia reconhece as limitações do uso isolado da classificação ASA-PS para predição de risco perioperatório, sugerindo que esta tem se mostrado mais útil para este fim quando empregada em conjunto com outros fatores, tais como tipo de cirurgia, presença de fragilidade etc. (39). Este tópico será abordado adiante, quando da discussão dos modelos de risco cirúrgico.

### 2.2.2 Variáveis de risco relacionadas à cirurgia

#### 2.2.2.1 Cirurgia eletiva versus urgência/emergência

Tradicionalmente, procedimentos de emergência são definidos como aqueles em que caso o paciente não seja encaminhado até a sala de cirurgia em até 6 horas, há ameaça à vida ou à perda de membro; quando este prazo envolve o período de 6-24 horas após o diagnóstico, classifica-se como de urgência. De outro modo, cirurgia eletiva é aquela em que o procedimento pode ser adiado por até 1 ano, sem que haja prejuízo ao doente. Exista também a definição de procedimentos tempo-sensíveis; se enquadram neste grupo as cirurgias que podem ser postergadas por 1 a 6 semanas para melhor manejo do paciente, sem que haja maiores prejuízos para o paciente (cirurgias oncológicas, por exemplo) (14).

Diante dessas definições, percebe-se que o cuidado cirúrgico eletivo proporciona os benefícios de uma avaliação mais abrangente e da otimização pré-operatória das situações de risco, ao passo que as cirurgias de urgência/emergência impõem um tempo limitado para a coleta de informações essenciais ao cuidado, sendo não raro os pacientes com indicação cirúrgica de urgência operados com o histórico médico desconhecido. Este quadro, associado à gravidade e ao caráter agudo da doença de base, aos horários não comerciais e ao escasso tempo para o gerenciamento dos recursos necessários para o atendimento, deixa esses doentes mais vulneráveis a desfechos negativos. Isto fica evidente ao se observar que a mortalidade cirúrgica dos pacientes submetidos a procedimentos em caráter de urgência pode ser até 10 vezes superior a dos operados eletivamente (40)(41). Em 2007, a Associação de Cirurgiões da Grã-Bretanha e da Irlanda reconheceu que os cuidados padrão dispensados aos pacientes operados em caráter não eletivo eram em muitos casos insatisfatórios. Falhas na priorização dos pacientes e na alocação de recursos foram identificadas, além da carência de mão de obra experiente (42).

Ao avaliar dados nacionais, trabalho realizado em hospital terciário entre 1996 e 2005, envolvendo 53.718 procedimentos anestésicos, o estado físico (ASA) e a cirurgia de emergência foram identificados como fatores de risco maiores para ocorrência de parada cardíaca relacionada

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

à anestesia. O estudo identificou incidência 11,27 vezes maior de parada cardíaca em cirurgias de emergência, se comparadas às eletivas (43). Em trabalho realizado no HCPA, envolvendo 187 procedimentos realizados na sala de urgência, observou-se mortalidade em 30 dias de 14.4%, com destaque para laparotomia exploradora (LE), responsável por 85% dos óbitos. Importante pontuar que, congruente com a literatura internacional, a quase totalidade dos pacientes operados apresentavam uma ou mais situações de risco no pré-operatório, tais como anemia, insuficiência renal, sepse, instabilidade hemodinâmica e câncer metastático; denotando, pois, a crescente complexidade dos pacientes submetidos a cirurgias de urgência (44).

Após décadas de escassez na literatura de pesquisas direcionadas para melhor compreensão dos riscos a que estão sujeitos os pacientes operados em caráter de urgência, nos últimos anos esforço tem sido feito para reconhecer os determinantes de piores desfechos bem como para elaboração de linhas de cuidado de *quality improvement*, com especial enfoque para as laparotomias exploradoras (9)(45)(46)(47). Dentre essas iniciativas, destaca-se o programa britânico *National Emergency Laparotomy Audit* (NELA). Trata-se de um programa de auditoria nacional em que dados relacionadas ao paciente, às cirurgias realizadas, à organização dos hospitais e aos desfechos clínicos são coletadas de forma prospectiva anualmente. A partir dessas informações, o NELA se propõem a disseminar o conhecimento sobre perioperatório de LE, desenvolver ferramentas de estratificação de risco cirúrgico, elaborar *workshops* e seminários educativos, além de desenvolver linhas de cuidado voltadas para o manejo desses pacientes (48). O resultado dessas medidas é observado na redução consistente da mortalidade intra-hospitalar e em 30 dias dos pacientes submetidos a LE desde a adoção do programa (49).

### 2.2.2.2 Porte cirúrgico

O porte cirúrgico reflete a extensão da lesão a que o corpo do paciente será exposto, tendo grande impacto na resposta endócrino, metabólica e imunológica ao trauma (REMIT). Naturalmente, quanto maior o porte da cirurgia, maior a REMIT. Neste processo, ativação do sistema nervoso central (via hipotálamo) e liberação de hormônios de estresse e de citocinas desempenham papel importante, levando a reações catabólicas, tais como: taquicardia, aumento do consumo de oxigênio, taquipneia, elevação da temperatura corporal e balanço negativo de nitrogênio. Se não adequadamente manejado, o catabolismo intenso, associado à destruição do tecido muscular e à redução do armazenamento de energia, prolongará o tempo de recuperação e favorecerá o desenvolvimento de complicações no pós-operatório (50).

Considerando-se desfechos cardiovasculares, sabe-se que grande parte dos eventos cardiovasculares maiores (definidos como infarto agudo do miocárdio não fatal ou óbito) que ocorrem no pe-

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

rioperatório se concentram em cirurgias de grande porte, com destaque para torácicas, abdominais e vasculares arteriais (51). Este fato foi contemplado no *guideline* da *American College of Cardiology/ American Heart Association*, publicado em 2007, em que, ao avaliar o risco de eventos cardíacos, considerava a estratificação do porte cirúrgico como etapa fundamental do fluxograma de atendimento, fornecendo inclusive relação entre risco intrínseco aos procedimentos e incidência de eventos cardiovasculares (Tabela 2).

**Tabela 3.** Estratificação de risco cardíaco\* para procedimentos cirúrgicos não cardíacos

Classe de risco	Procedimentos
<b>Baixo (risco cardíaco relatado geralmente inferior a 1%)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimentos endoscópicos</li> <li>• Procedimento superficial</li> <li>• Cirurgia de catarata</li> <li>• Cirurgia de mama</li> <li>• Cirurgia ambulatorial</li> </ul>
<b>Intermediário (risco cardíaco relatado geralmente de 1% a 5%)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cirurgia intraperitoneal e intratorácica</li> <li>• Endarterectomia carotídea</li> <li>• Cirurgia de cabeça e pescoço</li> <li>• Cirurgia ortopédica</li> <li>• Cirurgia de próstata</li> </ul>
<b>Vascular (risco cardíaco relatado frequentemente acima de 5%)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cirurgia aórtica e de outros vasos principais</li> <li>• Cirurgia vascular periférica</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Fleisher et al. (51).

\*Incidência combinada de morte cardíaca e infarto do miocárdio não fatal.

Ainda que o *guideline* acima (e sua última atualização) considere o porte cirúrgico no seu fluxograma de decisão, percebe-se que as cirurgias eram divididas tendo como base a localização anatômica a ser operada (14)(52). As ferramentas de estratificação de risco mais recentes, além de considerarem os órgãos a serem operados, baseiam-se no tempo cirúrgico, extensão do trauma, troca volêmica e previsão de sangramento dos procedimentos para sua categorização. Por fim, atualmente, a maioria desses modelos estratifica o porte por procedimento, ou seja, para cada descrição cirúrgica é estabelecido um peso (53)(54)(12). Há também exemplos de modelos em que ajustes na equação são realizados a depender da especialidade, caso do *Portsmouth Physiological and Operative Severity Score for the Enumeration of Mortality and Morbidity* (P-POSSUM), em que ajustes são realizados para cirurgias ortopédicas, vasculares e colorretais, aumentando a sua especificidade (55)(56)(57).

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.2.3 Impacto da estrutura e processo hospitalar nos desfechos cirúrgicos

A variabilidade nos desfechos pós-operatórios, no entanto, não pode ser atribuível apenas aos fatores de risco do paciente (58). Cada vez mais atenção tem sido direcionada à compreensão de como variações no fluxo assistencial do perioperatório afetam os desfechos cirúrgicos. Para melhor entendimento dessas diferenças, indicadores de estrutura e de processo tem sido avaliados (19)(59).

Indicadores estruturais referem-se a como o cuidado é organizado, ou seja, às estruturas reais em vigor para fornecer o cuidado, como o número de leitos, equipamentos disponíveis, espaço físico disponível etc., bem como políticas para seu cuidado e manutenção. Indicadores de processo referem-se a como o cuidado é oferecido, ou seja, às ações realizadas no paciente durante a assistência. Esforços tem sido realizados para identificar, dentre os inúmeros indicadores existentes, quais são importantes para a melhoria do cuidado prestado (58)(60).

Nesta linha, há evidências de que a experiência associada a um maior volume cirúrgico, à manutenção de uma linha de cuidado compatível com o risco do paciente, ao reconhecimento e tratamento precoces de uma complicação impactem diretamente os desfechos (61). Além disso, aspectos como a identificação deficiente de pacientes que precisam de cuidado mais próximo; a indisponibilidade de exames de imagem no pré-operatório (tomografia computadorizada e ultrassonografia); maior relação leito: enfermeira (ou seja, menor disponibilidade de enfermeiras por paciente) nas unidades de internação; o treinamento inadequado da equipe médica; os mecanismos de vigilância de deterioração clínica deficientes; e a escassez de instalações de cuidados intensivos contribuem para a maior morbidade pós-operatória (19)(62).

Além dos fatores mencionados, realização de *checklist* de cirurgia segura e presença de equipe de manejo de dor aguda são exemplos de medidas que tem se mostrado eficaz em melhorar os desfechos perioperatórios (59)(63). Por fim, utilizando dados do NEELA, Oliver *et al.* identificou que a presença de linhas de cuidado específicas para o paciente cirúrgico e a presença de geriatras na equipe multidisciplinar esteve associado com melhores desfechos pós-cirúrgicos (64).

Medida cada vez mais utilizada para avaliar a qualidade do cuidado prestado nas instituições é a taxa de *failure to rescue* (FTR), definida como razão entre o número de óbitos (numerador) dividido pelo número de pacientes que apresentaram uma ou mais complicações (denominador) (65). O conceito de FTR se baseia em evidências que sugerem que complicações e mortalidade não estão necessariamente relacionadas, ou seja, hospitais com altas taxas de complicações não necessariamente têm alta mortalidade; a explicação seria que hospitais com alta taxa de mortalidade podem não ser tão eficientes em reconhecer e tratar precocemente complicações graves quando elas ocorrem (66).

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.3 Desfechos pós-operatórios

Os avanços na medicina perioperatória favoreceram a redução da morbimortalidade pós-operatória a que os pacientes estão submetidos. Contribuíram para essa melhora o aperfeiçoamento da prática anestésica, as melhorias nas técnicas cirúrgicas e de antisepsia, o aperfeiçoamento do cuidado do doente crítico, além do desenvolvimento e adoção de protocolos assistenciais que almejam aumentar o nível de segurança para os doentes (67). A contraponto, o envelhecimento da população (e as doenças que o acompanham) e o desenvolvimento de técnicas cirúrgicas cada vez mais invasivas desafiam os profissionais envolvidos no cuidado perioperatório, levando-os a lidar com condições clínico-cirúrgicas de complexidade crescente.

Recentemente, os desfechos centrados no paciente e/ou Resultados Relatados pelo Paciente (do inglês, *Patient Reported Outcomes* (PRO)) tem ganhado destaque. Essas medidas de desfecho são determinadas diretamente pelos pacientes através de escalas ou livre relato, muitas vezes tendo caráter subjetivo e não binário, e podem ser específicas para a doença de interesse ou abranger a saúde geral. O PRO pode abranger sintomas (dor, náusea, fadiga), estado funcional de saúde (retorno às atividades laborais, atividade física, independência) ou qualidade de vida relacionada à saúde (68).

Uma vez que os desfechos são inerentemente multidimensionais e que não há uma medida única que capture completamente todos os resultados dos cuidados para qualquer condição (69), diversas métricas podem ser utilizadas para o nível de cuidado prestado no cenário perioperatório. A Tabela 4 resume algumas das medidas empregadas.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

**Tabela 4.** Desfechos avaliados no período perioperatório

Desfecho	Mensuração	Observações
<b>Mortalidade</b>	Óbito transoperatório, óbito pós-operatório	Fácil mensuração, normalmente alvo de estudos observacionais.
<b>Morbidade / Complicações</b>	Incidência de complicações Escalas de complicações, p.ex.: POMS(70) Internação não planejada em Unidade de Terapia Intensiva Reinternação hospitalar Reintervenção cirúrgica Taxa de Failure to Rescue	Depende da definição de complicações e possibilidade de coleta dos dados
<b>Desfechos centrados no paciente</b>	Satisfação Tempo para reabilitação Independência Desfechos específicos para cada procedimento	Normalmente avaliado com questionários no pós-operatório. A maneira de coletar influencia a informação
<b>Desfechos econômicos</b>	Tempo de internação hospitalar Reinternação Hospitalar Custo associado a complicações e permanência Custo associado a cuidado especial e individualizado demandado pelos pacientes Aumento no consumo de medicamentos e de exames	O tempo de internação é uma medida indireta de custo

Fonte: Elaborado pelo autor.

Abreviações: POMS, PostOperative Morbidity Survey.

### 2.3.1 Mortalidade no perioperatório

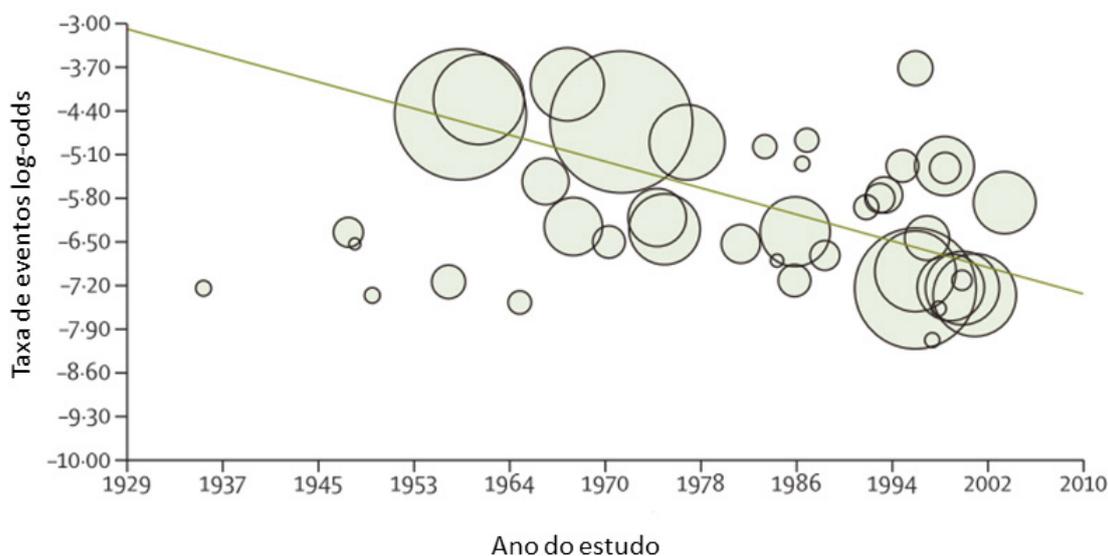
A mortalidade perioperatória tem diminuído progressivamente ao longo das últimas cinco décadas (Figura 4), de 10.603 por milhão antes dos anos 1970 para 1.176 por milhão nos anos 1990-2000 (67). Além disso, sabe-se que atualmente os pacientes de alto risco, que respondem por cerca 10% dos procedimentos realizados diariamente, são responsáveis por mais de 80% das mortes. Pertencem a esse grupo os idosos, os portadores de múltiplas comorbidades e aqueles submetidos a cirurgia de urgência/emergência, particularmente as de grande porte (5).

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

A mortalidade perioperatória é habitualmente medida através da *Postoperative Mortality Rate* (POMR), sendo calculada pela razão entre o número de óbitos dividido pelo número de procedimentos realizados no período em estudo – habitualmente até a alta hospitalar ou até 30º dia de pós-operatório. A POMR tem como vantagem a facilidade de mensuração, posto que a maioria das instituições registra a ocorrência de óbito (71).

Ainda que tradicionalmente, a maioria dos estudos que avaliem mortalidade pós-operatória utilizam a taxa de óbito até o trigésimo dia pós-operatório como parâmetro principal, críticas a essa métrica existem. Cite-se: a mortalidade em 30 dias pode não capturar todas as mortes relacionadas à cirurgia; limitar o acompanhamento para apenas 30 dias pode estar associado a perda de seguimento para períodos mais longos; parte dos óbitos ocorrem após a alta hospitalar, em pacientes que apresentam complicações em seus domicílios. Nessa linha, Nicoll *et al.* e Ylimartimo *et al.*, ao revisarem a evolução de longo prazo de pacientes submetidos a laparotomia exploradora, verificaram que a maior parte dos óbitos não ocorreu nos primeiros 30 dias, afirmando que o uso isolado desta métrica não é parâmetro fidedigno para mensuração dos desfechos pós-operatórios (72)(73). Para solucionar esse problema, tem-se sugerido a adoção da mortalidade em 90 dias e em 1 ano como alternativas (74).

**Figura 4.** Metarregressão para mortalidade perioperatória total por ano



Fonte: Adaptado de Bainbridge *et al.* (67).

Cada círculo representa um estudo; o tamanho do círculo é representativo do peso desse estudo na análise. A relação entre mortalidade e ano foi significativa, com declínio significativo ao longo das décadas.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Por outro lado, quando se objetiva avaliar a influência dos processos hospitalares na qualidade da assistência prestada, a mortalidade em 30 dias é um desfecho razoável, visto que esta é temporalmente relacionada aos cuidados hospitalares recentes. Ao se utilizar uma medida de longo prazo (mortalidade em 3 meses ou 1 ano, por exemplo), tais resultados podem ter mais influência de outros aspectos alheios à assistência hospitalar, tais como comorbidades crônicas ou problemas de privação socioeconômica (3). Além disso, para fins práticos, a coleta de dados referentes a mortalidade de mais longo prazo pode ser difícil execução em muitas partes do mundo, especialmente em países em desenvolvimento, onde os recursos humanos e de sistema informatizado são escassos, particularmente nos hospitais que atendem populações em áreas remotas. Também, por esse motivo, em muitos estudos opta-se pela coleta da mortalidade intra-hospitalar como desfecho de interesse (71).

### 2.3.2 Diferenças de mortalidade entre os países

A melhoria nos desfechos cirúrgicos ao longo dos anos não ocorre de forma homogênea ao redor do globo. Ainda que exista uma escassez de dados provenientes dos países de baixa e média renda, pode-se afirmar que o declínio na taxa de mortalidade perioperatória tem sido maior e mais consistente em países com alto Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), se comparados aos com baixo IDH (67).

Em estudo do *International Surgical Outcomes Study Group*, ao avaliar as complicações intra-hospitalares de cirurgias eletivas realizadas em 27 países do mundo, os autores verificaram que pacientes operados em nações de baixa e média renda (do inglês, *low-and-middle-income country* (LMIC)) tendiam a ter risco basal menor, ou seja, eram mais jovens e apresentavam escores ASA-PS menores. Nestes países, ainda que as taxas de complicações brutas fossem mais baixas, as taxas de mortalidade geral eram semelhantes às de países de alta renda (do inglês, *high-income country* (HIC)), sugerindo que os cuidados para pacientes que desenvolvem complicações podem ser menos eficazes nos LMIC. Tal achado foi ilustrado pelas diferenças taxas de *failure to rescue*, 3,3% para LMIC versus 2,6% para HIC (4).

As diferenças de desfecho entre as nações ficaram ainda mais evidentes em trabalho publicado pelo *GlobalSurg Collaborative*, ao avaliar a mortalidade dos pacientes submetidos a cirurgias abdominais de urgência em países de alto, intermediário e baixo IDH. Este trabalho observou taxa bruta de mortalidade em 24 horas de 1,6% e 5,4% em trinta dias, sendo que nos países com menor IDH a mortalidade era cerca de duas vezes maior do que naqueles com índice mais elevado – ainda que nestes os pacientes fossem mais idosos e apresentassem mais comorbidades (75).

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Essa desigualdade de resultados pode ser em parte explicada pela carência de serviços de cirurgia e anestesia ao redor do mundo. Dados do *Lancet Commission on Global Surgery* (LCoGS) estimam que 5 bilhões de pessoas não têm acesso a cuidados cirúrgicos seguros, acessíveis e adequados em todo o mundo. Ainda segundo essa comissão, seriam necessários 143 milhões de procedimentos cirúrgicos adicionais nos LMIC por ano para salvar vidas e prevenir incapacidades (7). Por fim, o LCoGS pontua que a cirurgia é uma parte “indivisível e indispensável dos cuidados de saúde” e sugere indicadores essenciais para o monitoramento do acesso universal aos cuidados cirúrgicos, a citar:

1. garantia de acesso à população a cirurgias consideradas tempo-sensíveis (cesárea, laparotomia exploradora e tratamento de fratura exposta – denominados procedimentos de *Bellwhether*);
2. densidade da força de trabalho especializada em cirurgia (representado por cirurgiões, anestesistas e obstetras (CAO) – mínimo de 20 profissionais para cada 100.000 habitantes);
3. volume de procedimentos realizados no centro cirúrgico por ano (mínimo de 5.000 cirurgia para cada 100.000 habitantes);
4. taxa de mortalidade perioperatória;
5. proteção contra o empobrecimento decorrente das despesas envolvidas no cuidado cirúrgico; e
6. proteção contra gastos catastróficos.

### 2.4 O cenário cirúrgico brasileiro

No Brasil, os serviços de saúde estão divididos entre os setores público e suplementar. Tratam-se de sistemas distintos, porém interconectados. Desde a implantação do Sistema Único de Saúde (SUS), em 1988, a atenção à saúde pública tem se tornado mais abrangente e apresentado melhorias em indicadores da atenção básica, porém ainda há inúmeros desafios a serem vencidos, particularmente em relação às disparidades regionais (76).

Levantamento realizado por Scheffer *et al.*, em 2014, identificou 95.169 cirurgiões, anestesistas e obstetras (CAO) no Brasil, determinando uma densidade da força de trabalho cirúrgica de 46,55/100.000 habitantes, valor superior ao sugerido como adequado pelo LCoGS (7)(77). No entanto, analisando-se os números mais detalhadamente, verifica-se grande diferença entre as regiões, apresentando o norte 20.2 profissionais por 100.000 habitantes e o sul 60.3/100.000 hab. Além disso,

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

estados como Pará, Amapá e Maranhão apresentaram números inferiores ao mínimo recomendado. Essa distribuição heterogênea de especialistas pode ser explicada pela falta de estabilidade salarial, infraestrutura e continuidade para melhorar o treinamento cirúrgico (78).

Utilizando as informações do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), Massenburg *et al.* avaliou cenário cirúrgico do SUS e evidenciou uma POMR intra-hospitalar de 1,71%, além disso reportou que o Brasil se aproxima dos indicadores de referência propostos pelo LCoGS, com volume cirúrgico anual próximo ao adequado, mas com problemas de distribuição geográfica (79).

No que tange à diferença entre saúde suplementar e aquela ofertada pelo SUS, observamos que cerca de 75% da população é atendida exclusivamente por esta; contudo apenas 21,5% dos médicos brasileiros (incluídos os residentes em formação) atuam exclusivamente neste setor (79). Além disso, analisando-se a distribuição de leitos hospitalares e de salas de cirurgias, observa-se grande concentração de recursos no setor privado (80). Estes achados, associados ao melhor nível de educação, de recursos financeiros e a facilidade de acesso às unidades de saúde contribuem para as diferenças de desfechos encontradas na assistência médica prestada em nosso país, inclusive no cuidado perioperatório. Nesse sentido, Machado *et al.*, ao avaliar os desfechos de pacientes internados em hospitais brasileiros, verificou que aqueles com plano de saúde privado apresentaram taxas de mortalidade ajustadas menores do que pacientes do SUS, mesmo sendo admitidos nos mesmos hospitais. (81).

Cabe ressaltar, no entanto, que de forma semelhante ao que ocorre com outros LMIC, carecemos de grandes estudos epidemiológicos que avaliem desfechos perioperatórios do Brasil (82). A fim de preencher essa lacuna, o *Latin American Surgical Outcome Study* (LASOS) foi proposto. Contando com a participação de mais de cem hospitais brasileiros, o LASOS avaliará taxas de complicações e mortalidade cirúrgica intra-hospitalar em até 30 dias dos pacientes operados em países da América Latina (83).

### 2.5 Instrumentos de estratificação de risco cirúrgico

Em teoria, o conceito de que pacientes mais graves necessitam de maiores cuidados nos parece claro e de fácil compreensão; na prática, contudo, observa-se uma falha sistemática no julgamento clínico individual dos médicos em identificar e manejar esses doentes. Ilustra esse quadro o trabalho publicado por Pearse *et al.* Analisando dados de pacientes operados em 28 países europeus, encontrou uma taxa mortalidade intra-hospitalar de 4%, com grande variabilidade entre os países

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

(1,8-21,5%). Além disso, verificou-se que 73% dos pacientes que faleceram durante a internação cirúrgica, em nenhum momento foram admitidos na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) (5). Em outro estudo que objetivou avaliar a habilidade dos profissionais de estimar a capacidade funcional dos pacientes que seriam operados, Wijeyesundera *et al.* concluíram que a prática comum de estimar subjetivamente a capacidade funcional não deve ser utilizada para avaliação de risco pré-operatório, uma vez que não identifica com precisão os pacientes com baixa aptidão física ou aqueles com maior risco de morbidade e mortalidade pós-operatória (29).

Diante desta incapacidade do julgamento clínico subjetivo isolado em dimensionar o risco cirúrgico a que os pacientes estão expostos, idealmente todos os pacientes candidatos a um procedimento deveriam ser também submetidos a uma estratificação objetiva do risco cirúrgico no pré-operatório. Dessa forma, questões como avaliação do benefício/risco de realização do procedimento, definição de abordagem cirúrgica e técnica anestésica a serem executadas, medidas de otimização clínica pré-operatória, gestão de recursos e de pessoal para a cirurgia e alocação no pós-operatório poderiam ser discutidas previamente ao procedimento. Dentre as estratégias propostas para realização da estratificação do risco cirúrgico, destacam os escores e modelos de risco.

Escores e modelos de risco são ferramentas utilizadas para estimar a probabilidade da ocorrência de um desfecho de interesse, a partir das informações coletadas da história clínica dos pacientes. Ambos resultam de análise multivariada contemplando um grande número de indivíduos. Os escores utilizam sistema de pontuação com pesos para os preditores, sendo o risco para a ocorrência do desfecho tanto maior quanto maior a pontuação – exemplo: Índice de Risco Cardíaco Revisado (IRCR). Têm como grande vantagem a fácil aplicabilidade clínica; contudo, não fornecem uma previsão de risco individualizada de um resultado adverso (11).

Por sua vez, os modelos de risco, através de modelos de regressão multivariados, estimam a probabilidade individual do risco da ocorrência de um determinado desfecho. Tratam-se de ferramentas matemáticas mais sofisticadas e acuradas em estimar o risco, porém exigem dos usuários interfaces que possibilitem seu uso, tais como aplicativos (11).

Mais recentemente, inteligência artificial e técnicas de *machine learning* têm sido aplicadas a conjuntos de dados extremamente grandes provenientes de prontuário eletrônico do paciente e/ou dados administrativos hospitalares para construção de modelos de risco (84)(85).

O modelo de risco ideal deveria combinar qualidades como simplicidade, acurácia, objetividade, ser composto por preditores de fácil coleta e baixo custo, além de poder ser aplicável a todos os pacientes, fornecendo uma informação individualizada (35). Conforme discorreremos adiante, infelizmente, este modelo único não existe.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.5.1 Construindo um modelo de risco

Os modelos de risco podem ser elaborados para estratificar o risco de diversos eventos, sendo utilizados para fins diagnósticos ou prognósticos. Essas ferramentas tem ganhado cada vez espaço no contexto de medicina personalizada (86). Na medicina perioperatória, modelos tem sido construídos para estratificar o risco dos mais variados desfechos (probabilidade de óbito, complicações de diversos órgãos e aparelhos, necessidade de internação em UTI), configurando inclusive instrumentos de auxílio para o diálogo entre os profissionais de saúde e entre estes e o paciente e familiares (11)(85)(87).

Ao se desenvolver um modelo, as primeiras etapas consistem em delimitar o problema a ser estudado, identificar a população de interesse, elencar os preditores (ou variáveis independentes) candidatos a compô-lo e definir o desfecho (ou variável dependente) de interesse. Para a seleção (e codificação) dos preditores, deve-se escolher variáveis passíveis de coleta e que apresentem plausibilidade biológica para explicar o desfecho (84) (Tabela 5).

**Tabela 5.** Etapas para o desenvolvimento de um modelo de risco

Etapa	Comentário
1. <b>Definição do problema e inspeção de dados</b>	Seleção de preditores e desfechos e suas definições Seleção população a ser estudada
2. <b>Codificação de preditores</b>	Verificar necessidade de ajustes em preditores contínuos e agrupamento para os categóricos
3. <b>Especificação do modelo</b>	Consiste na etapa de seleção de quais variáveis independentes serão mantidas no modelo, usualmente realizada através de técnicas de stepwise selection
4. <b>Estimativa do modelo</b>	Consiste na etapa em que os coeficientes de regressão dos preditores são estimados. Para regressão logística, habitualmente é realizada através dos métodos de máxima verossimilhança

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Etapa	Comentário
5. <b>Performance do modelo</b>	<p>Consiste nas etapas de discriminação, calibração e medidas de performance geral</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Performance geral: usualmente realizada através do escore <math>R^2</math> de Brier;</li><li>• Discriminação: realizada através da estatística <math>c</math> (curva ROC)</li><li>• Calibração: realizada através do teste de Hosmer-Lemeshow* ou gráfico de calibration-plot;</li><li>• Utilidade clínica: refere-se à habilidade de realizar melhores decisões com o emprego do modelo do que sem utilizá-lo. Usualmente realizado através da Análise da Curva de Decisão (ACD) ou do Net Benefit (NB). Medido através do número de verdadeiros positivos identificados com versus sem o uso do modelo em um único limiar (NB) ou em uma faixa de valores (ACD). É utilizado para definição de que grupos de pacientes serão considerados de baixo ou alto risco para o desfecho.</li></ul>
6. <b>Validação do modelo</b>	<p>Validade interna: realizada com dados da amostra utilizada para o desenvolvimento do modelo; habitualmente realizada para avaliar a estabilidade e qualidade da seleção dos preditores. Técnicas de cross-validation e bootstrapping são normalmente empregadas.</p> <p>Validade externa: normalmente considerada mais forte do que a validação interna, refere-se à generalização dos resultados para outras populações “plausivelmente relacionadas”. Pode ser realizada de forma temporal ou geográfica</p>
7. <b>Apresentação do modelo</b>	<p>Refere-se à etapa de desenvolvimento de estratégias que viabilizem o uso do modelo pelos usuários</p>

Fonte: Adaptado de Steyerberg et al. (86).

Concluída essa etapa, a partir da coleta de dados da amostra de derivação (ou de treinamento), procede-se à construção do modelo. Inicialmente, utilizando técnicas de análise multivariada, serão mantidos no modelo somente os preditores que apresentarem significância estatística para explicar a ocorrência do desfecho. Uma vez construído o modelo, este terá sua acurácia verificada através de medidas de discriminação, calibração e performance geral.

A discriminação reporta quão bem um modelo identifica corretamente um desfecho específico, sendo geralmente apresentada a partir da estatística  $C$ , *area under receiver operating characteristic* (AUROC). Quanto mais próxima de 1 for o valor da AUROC, melhor a capacidade discriminativa do modelo, indicando que os indivíduos que evoluíram com o desfecho em estudo tiveram pontuações mais altas; de outra forma, valores de AUROC próximos a 0,5 indicam que a capacidade de discriminação do modelo se assemelha à obtida ao acaso. Para fins práticos, modelos com AUROC <0,7 apresentam baixa performance; entre 0,7 e 0,9, moderada; acima de 0,9, alta (11)(88). Ainda na etapa de discriminação, através dos coeficientes de regressão, é calculado o peso que cada preditor apresenta para o desfecho.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

A calibração se refere a concordância entre risco estimado e resultado real, sendo habitualmente representada através dos testes de *goodness of fit*, tais como o teste de Hosmer-Lemeshow (H-L) ou das curvas de *calibration plot* para modelos preditivos com desfechos binários (86)(89). O teste de H-L, utilizando distribuição em qui-quadrado com  $g - 2$  graus de liberdade – em que  $g$  representa o número de subgrupo formados, compara entre os subgrupos as médias das probabilidades preditas esperadas com as proporções observadas entre os indivíduos que desenvolveram ou não o desfecho. Ao teste de H-L, um modelo de regressão logística com boa calibração tem sua hipótese nula mantida, ou seja, não apresenta diferença estatisticamente significativa entre as frequências preditas e as observadas nas categorias de risco (90). O teste de H-L, contudo, quando empregado em amostras grandes pode apresentar significância estatística, portanto indicando calibração inadequada, mesmo com pequenas diferenças entre os grupos. Por este motivo, muitos estudos com grandes amostras e de boa qualidade metodológica optam por não o adotar (91). Alternativa a esse teste tem sido o emprego do gráfico de *calibration plot*. Trata-se de ferramenta visual, em que é observada a concordância entre as plotagens das frequências observadas em relação às probabilidades preditas para cada intervalo de risco; por vezes, intervalos de confiança para as estimativas de risco observado são incluídos. Um gráfico de calibração ideal teria todos os pontos situados em linha diagonal que ficaria equidistante dos eixos dos valores preditos (eixo x) e das frequências observadas (eixo y), apresentando ângulo 45 graus. Em relação ao teste de H-L, o *calibration plot* apresenta como vantagens a representação visual direta da calibração do modelo e a possibilidade de avaliação não só da calibração geral do modelo, mas também em faixas específicas de probabilidade, permitindo inclusive identificar se o modelo está subestimando ou superestimando a ocorrência do desfecho (92).

Em relação à performance geral dos modelos, métrica usualmente avaliada é o escore de Brier. Trata-se de uma regra de pontuação quadrática, onde as diferenças ao quadrado entre os resultados binários reais  $Y$  e as previsões  $p$  são calculadas:  $(Y - p)$ . Desta forma, informa a distância entre a probabilidade e a real ocorrência de um desfecho binário. Quanto menor essa distância, ou seja, mais próximo de zero, melhor a performance do modelo; quanto mais próximo de 1, pior (93).

Finalizada a etapa de derivação, deve-se proceder a validação (ou testagem) do modelo, que pode ser realizada de forma interna ou externa. Para validação interna, técnica de *bootstrapping* é comumente adotada. Ela envolve o processo de gerar novos conjuntos de dados por meio de amostragem aleatória com reposição de uma amostra existente de pacientes. O tamanho da amostra e o número desses novos conjuntos de dados podem ser especificados – muitas vezes os pesquisadores escolhem pelo menos 1.000 reamostragens para avaliar o desempenho do modelo. O objetivo do *bootstrap* é obter inferências mais informadas sobre um parâmetro da população ou estatística de validação, por meio da amostragem repetida com reposição da mesma distribuição. A validação externa é o processo de usar um conjunto de dados externo para avaliar o modelo. Trata-se de im-

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

portante etapa, visto que fornece evidências do desempenho do modelo no contexto da generalização e da transportabilidade para outros cenários. A validação externa pode ser realizada de forma temporal, na qual um conjunto de dados externo completamente novo é gerado em um momento posterior para avaliar o desempenho de um modelo previamente desenvolvido, ou geográfico, em que se utiliza dados advindos de outra localidade distinta da originalmente utilizada para a construção do modelo (89). Durante a validação, as medidas de discriminação e calibração são novamente aplicadas (11)(86). A partir do desempenho dos modelos na etapa de validação, quatro cenários são possíveis, conforme detalhado na Tabela 6.

Por fim, idealmente os modelos devem ser atualizados periodicamente, a fim de capturar mudanças temporais na assistência prestadas aos pacientes (94)(95).

**Tabela 6.** Cenários possíveis de validação interna e externa ao avaliar um modelo de predição

Avaliação	Boa Validação Interna	
	Sim	Não
Boa Validação Externa	<p><b>Sim</b></p> <p>O modelo apresenta boa discriminação e calibração usando validação interna por meio de divisão de amostra e/ou técnicas de reamostragem bootstrap.</p> <p>O modelo apresenta boa discriminação e calibração quando aplicado a um conjunto de validação externo, demonstrando boa generalização e transportabilidade.</p>	<p>O modelo não apresenta boa discriminação e calibração usando validação interna por meio de divisão de amostra e/ou técnicas de reamostragem bootstrap.</p> <p>Boa validade externa foi determinada; no entanto, o modelo deve ser aprimorado antes de adotado.</p>
	<p><b>Não</b></p> <p>O modelo apresenta boa discriminação e calibração usando validação interna por meio de divisão de amostra e/ou técnicas de reamostragem bootstrap.</p> <p>O modelo não apresenta boa capacidade de discriminação e calibração quando aplicado a um conjunto de validação externo, ou um conjunto de dados externo não pôde ser obtido. A capacidade de generalização do modelo pode ser fraca.</p>	<p>O modelo não apresenta boa discriminação e calibração usando validação interna por meio de divisão de amostra e/ou técnicas de reamostragem bootstrap.</p> <p>O modelo deve ser revisado e aprimorado considerando outros fatores clinicamente relevantes e melhorando a qualidade dos dados. O modelo não deve ser utilizado em sua forma atual para a previsão da avaliação clínica ou estratificação de riscos.</p>

Fonte: Adaptado de Staffa et al. (89).

Quatro cenários de validação interna e externa de um modelo de previsão. O cenário ideal é quando são demonstradas boas validades interna e externa (verde). Em algumas circunstâncias, a validade interna pode ser estabelecida, mas a validade externa não é boa, ou não foi possível obter um conjunto de validação externa (amarelo). Se o modelo não demonstrar boa validade interna, então ele deve ser revisado e aprimorado considerando outros fatores clinicamente relevantes e garantindo dados de alta qualidade (vermelho).

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Para auxiliar os pesquisadores durante o desenvolvimento das ferramentas de estratificação de risco, Collins *et al.* publicaram o *check-list Transparent Reporting of Multivariable Prediction Model for Individual Prognosis or Diagnosis (TRIPOD) Statement*, em que sistematizam todas as etapas a serem executadas, tornando a construção dos modelos mais transparente e melhor descrita (96). Contudo, em revisão recente, Vernooij *et al.* atestou falhas metodológicas na construção da maioria dos modelos de risco existentes para avaliar a mortalidade no perioperatório, relatando que vários foram construídos baseados em amostras unicêntricas e que a maioria não realizou validação em amostras independentes (94).

### 2.5.2 Uso clínico dos modelos de risco

Atualmente, os principais *guidelines* internacionais de avaliação pré-operatória recomendam o uso de modelos de estratificação do risco cirúrgico (14)(15)(97). Além disso, essas ferramentas têm sido cada vez mais incorporadas como primeira etapa em pacotes de medidas de diversos programas de melhoria qualidade (46)(49), havendo evidência de que seu uso está associado com melhores desfechos no perioperatório (98)(99).

Para viabilizar o emprego pelos usuários, idealmente um modelo de estratificação deve respeitar o princípio da parcimônia. Este sugere que, entre modelos equivalentes em termos de ajuste aos dados observados, o mais simples (ou seja, com menos parâmetros) deve ser preferido. O menor número de variáveis, além de facilitar o uso, reduz o risco de *overfitting*, ou seja, minimiza a probabilidade de superajustamento do modelo à amostra para qual ele foi desenvolvido, possibilitando maior generalizabilidade e, portanto, validade externa (84). Além disso, o uso de estratégias que facilitem a coleta dos dados é bem-vindo, tais como: desenvolvimento de aplicativos para smartphones contemplando os modelos e integração de dados do prontuário necessários para composição dos modelos.

Em razão da diferença de desfechos perioperatórios entre os países (4), antes de se adotar o uso de um modelo de risco desenvolvido em um determinado cenário para predição de desfechos em outras regiões, deve-se proceder a validação da ferramenta nessa nova realidade (84)(86). Quando da validação externa, não são infrequentes as situações em que os modelos não conservaram a mesma capacidade preditiva, necessitando de ajustes (100)(48).

Apesar dos benefícios acima citados, levantamento realizado por Bloomstone *et al.* verificou que a minoria dos pacientes teve seu risco cirúrgico registrado no pré-operatório, mesmo aqueles posteriormente considerados de alto risco. Dentre os motivos relatados para baixa taxa de uso dos

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

modelos, cita-se: desconhecimento das ferramentas pelos profissionais, crença de que não alteram desfecho, dificuldade de coleta dos dados, ausência de modelo validado para a população em atendimento (101). Ao revisar alguns dos modelos de predição de risco de óbito existentes, Vernooij *et al.* ratificou algumas das observações acima e, a fim de auxiliar os pesquisadores a tornar as ferramentas mais fáceis de serem utilizadas, propôs um sistema de avaliação da usabilidade clínica (Tabela 7) (94). Por usabilidade entende-se a eficácia, eficiência e satisfação com que os usuários alcançam objetivos específicos em um determinado contexto de uso, sendo um dos principais atributos de qualidade para o desenvolvimento e adoção bem-sucedidos de qualquer ferramenta desenvolvida (102).

**Tabela 7.** Avaliação da qualidade de usabilidade clínica dos modelos de predição de risco de óbito em 30 dias

Qualidade	Definição e classificação
<b>Baixa carga de coleta de dados</b>	≤11 preditores = 2 pontos >11 preditores = 0 pontos
<b>Modelo de predição automatizado incorporado ao registro eletrônico de saúde</b>	Pelo menos um exemplo = 2 pontos Parcialmente = 1 ponto Não = 0 pontos
<b>Utiliza dados objetivos</b> Dados objetivos foram definidos como dados baseados em fatos (por exemplo, idade, medições laboratoriais), improváveis de serem influenciados por interpretação pessoal; dados subjetivos: dados propensos a interpretação, como estado físico ASA, dependência, complexidade cirúrgica	Apenas dados objetivos = 2 pontos Misto de dados subjetivos (baseados em interpretação) e dados objetivos = 1 ponto Apenas dados subjetivos = 0 pontos
<b>Ser atualizado periodicamente</b> Uma vez que o desempenho dos cuidados de saúde e os resultados dos pacientes mudam ao longo do tempo, os coeficientes de regressão devem ser adaptados a cada 5 anos	Sim = 2 pontos Não = 0 pontos
<b>Transparência da equação de risco</b> Equação de risco está disponível para domínio público	Sim = 2 pontos Não = 0 pontos
<b>Validação externa em coortes não cardíacas heterogêneas</b>	Sim = 2 pontos Não = 0 pontos

Fonte: Adaptado de Vernooij *et al.* (94).

Pontuação máxima 12 pontos; quanto maior pontuação, maior a usabilidade clínica do modelo.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Por fim, quando do uso dos modelos de risco é necessário reconhecer suas limitações. Ainda que eles sejam desenvolvidos para prever a probabilidade da ocorrência de um evento e identificar os preditores a ele associados, temos que compreender que invariavelmente isso ocorrerá às custas de simplificação da realidade, visto que provavelmente um modelo conseguirá reunir pouco de todos os determinantes para a evolução dos pacientes e, caso o faça, será composto por um grande número de variáveis independentes, inviabilizando seu uso no cotidiano (103). Além disso, particularidades de doenças/procedimentos raros podem não ser adequadamente avaliadas por modelos construídos com base em grandes bancos de dados (104). Dessa forma, entendemos essas ferramentas como instrumento de auxílio para a tomada de decisão, devendo ter uso complementar à avaliação do estado de saúde do paciente, suas vontades e perspectivas, condição social, além da disponibilidade de recursos (material e humano) das instituições, protocolos assistenciais existentes e fatores humanos (105).

### 2.5.3 Modelos de predição do risco de óbito

Como discutido anteriormente, a mortalidade perioperatória é o resultado de uma cascata de eventos relacionados à condição clínica do paciente, cirurgia realizada, presença de complicações pós-operatória e cuidado hospitalar prestado. Diante dessa diversidade de determinantes, estimar o risco dos pacientes operados pode se tornar tarefa difícil (19)(5).

Diversos modelos de risco foram propostos (Tabela 8) (106); a maioria deles contempla variáveis independentes relacionadas ao paciente e à cirurgia. A quase totalidade desses modelos, no entanto, foi desenvolvida a partir de amostra de pacientes operados em países desenvolvidos, não havendo validação externa para o cenário de LMIC.

**Tabela 8.** Modelos de predição de risco de óbito perioperatório

Instrumento	Descrição	Vantagens	Desvantagens
ASA-PS	Escala numérica (1 a 5), baseada na gravidade das comorbidades. Inicialmente, não desenvolvida para ser escore de risco. Simples, facilmente aplicável, amplamente conhecido.	Simples, facilmente aplicável, amplamente conhecido.	Subjetivo, não leva em consideração o procedimento a ser realizado, baixas sensibilidade e especificidade.
Índice de Comorbidades de Charlson	Pontuação aditiva com base na ponderação de doenças prévias. Avalia 19 comorbidades clínicas. Desfecho: mortalidade em 30 dias.	Simples; melhor preditor do que ASA-PS; bom em estimar risco populacional.	Subjetivo, não leva em consideração o procedimento, utilizado mais como ferramenta de pesquisa.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Instrumento	Descrição	Vantagens	Desvantagens
<b>Índice de Risco Cardíaco Revisado (Escore de Lee)</b>	Sistema de pontuação baseado na presença de 6 comorbidades maiores e do porte cirúrgico. Desfecho: mortalidade de causas cardíacas em 30 dias.	Simples; bem validado; bom para prever risco cardíaco; amplamente conhecido.	Avalia risco de um único órgão (coração), avaliação da gravidade da operação é subjetiva.
<b>Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE)</b>	12 a 17 variáveis mensuradas durante 24 horas. Desfecho: morbidade e mortalidade em 30 dias.	Preditor individualizado de mortalidade e morbidade; melhor preditor que ASA-PS; bem conhecida.	Coleta de múltiplas variáveis ao longo de 24 horas de cuidados críticos; pode ser difícil de calcular antes cirurgia não eletiva; não projetado para uso perioperatório.
<b>Simplified Acute Physiology Score III (SAPS III)</b>	20 variáveis medidas ao longo de 24 horas. Desfecho: mortalidade na UTI.	Bem validado para predição de mortalidade. Atualização validada em amostra brasileira.	Coleta de múltiplas variáveis ao longo de 24 horas de cuidados críticos; pode ser difícil calcular antes cirurgia não eletiva; não projetado para uso perioperatório.
<b>POSSUM</b>	12 variáveis fisiológicas e 6 cirúrgicas incluídas em equação. P-POSSUM desenvolvido para corrigir superestimativas em pacientes de baixo risco. Desfecho: morbimortalidade.	Escore melhor validado para predição de risco perioperatório; apresenta variações específicas para diversas cirurgias.	Pode superestimar ou subestimar mortalidade e morbidade em populações específicas devido ao uso de regressão logarítmica.
<b>SORT</b>	6 variáveis obtidas no pré-operatório. Desfecho: mortalidade intra-hospitalar em 30 dias.	Simples; melhor preditor que ASA-PS; ampla validação externa.	Desenvolvido no Reino Unido, sem validação internacional irrestrita.

Fonte: adaptado de Shah et al. (20).

Abreviações: APACHE, Acute Physiology and Chronic Health Evaluation; ASA-PS, American Society of Anesthesiologists Physical Status; POSSUM, Physiological and Operative Severity Score for the Enumeration of Mortality and Morbidity; SAPS, Simplified Acute Physiology Score; SORT, Surgical Outcome Risk Tool.

### 2.5.4 O modelo de risco Ex-Care

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Almejando desenvolver um modelo que reflita com mais precisão o risco de morte associado à nossa população, desenvolveu-se o modelo SAMPE de risco pré-operatório (107). Este se mostrou acurado em prever o risco de óbito intra-hospitalar dos pacientes operados no HCPA, porém necessitava de ajustes relacionados aos preditores idade e porte cirúrgico. Para tal, procedeu-se o desenvolvimento do modelo de risco Ex-Care.

O modelo Ex-Care foi desenvolvido a partir da análise de banco de dados composto por 16.618 pacientes que realizaram cirurgia no HCPA entre janeiro de 2016 e dezembro de 2017. Excluiu-se da amostra pacientes menores de 16 anos e os submetidos a procedimentos diagnósticos ou realizados apenas com anestesia local. O desfecho avaliado foi óbito intra-hospitalar em até 30 dias após a cirurgia. Selecionaram-se as quatro variáveis facilmente coletadas no pré-operatório e de comprovada acurácia na predição de desfechos em outros modelos de risco, a saber: idade, classificação ASA-PS, natureza da cirurgia (urgência ou eletiva) e porte do procedimento (grande, médio ou pequeno porte) (107)(108). A categorização do porte cirúrgico foi realizada através de revisão de literatura e consultoria com experts das diferentes especialidades cirúrgicas do HCPA.

Regressão logística foi ajustada para os quatro preditores candidatos e, após análise multivariada, todos foram mantidos no modelo, visto que se correlacionaram significativamente com o desfecho estudado. No entanto, uma vez que não se observou diferença no odds ratio da variável porte cirúrgico para os procedimentos de pequeno e médio porte, fez-se necessário ajuste. Para tal, unificou-se os procedimentos de pequeno e intermediário portes em um só grupo, denominado “não grande porte”. Além disso, verificou-se que variável idade não atendeu à suposição de linearidade necessária para dados contínuos; para solucionar este problema, técnica de splines cúbicos restritos foi adotada (109).

A mortalidade observada foi de 2,8%. A Tabela 9 descreve os preditores que compõem o modelo Ex-Care e seus respectivos *odds ratio*.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

**Tabela 9.** Variáveis independentes incluídas no modelo Ex-Care, com os respectivos odds ratio e intervalos de confiança

Variáveis	Odds Ratio	IC 95%	p
Idade, anos (splines) 17 (ref)	1.00	1.00	
30	1.09	0.55-2.16	NS
50	1.38	0.55-3.45	NS
60	1.84	0.80-4.26	NS
70	2.70	1.11-6.52	<0.01
80	3.78	1.58-9.01	<0.01
90	5.27	2.12-13.11	<0.01
ASA-PS	6.66	5.65-7.84	< 0.0001
Porte Cirúrgico (grande vs não grande porte)	1.69	1.35-2.13	< 0.0001
Natureza (não eletiva vs eletiva)	4.25	3.36-5.37	< 0.0001

Fonte: Adaptado de Gutierrez et al. (12).

Abreviação: ASA-PS, American Society of Anesthesiologists; NS, não significativo.

A estatística c demonstrou ótima capacidade discriminativa com AUROC 0,926 (95% IC 0,91-0,93) – valor considerado de alta performance (11). A estatística de Hosmer-Lemeshow de 9,26 (p = 0,41) atestou boa calibração. Utilizando ponto de corte o valor de 0,02 para probabilidade preditiva de morte, foram criadas quatro classes de risco (Tabela 10) – estimativas de hazard ratio para cada categoria de classe confirmaram o incremento progressivo no risco de morte à medida que a classe de risco Ex-Care aumentou (12).

**Tabela 10.** Classes de risco – Modelo Ex-Care

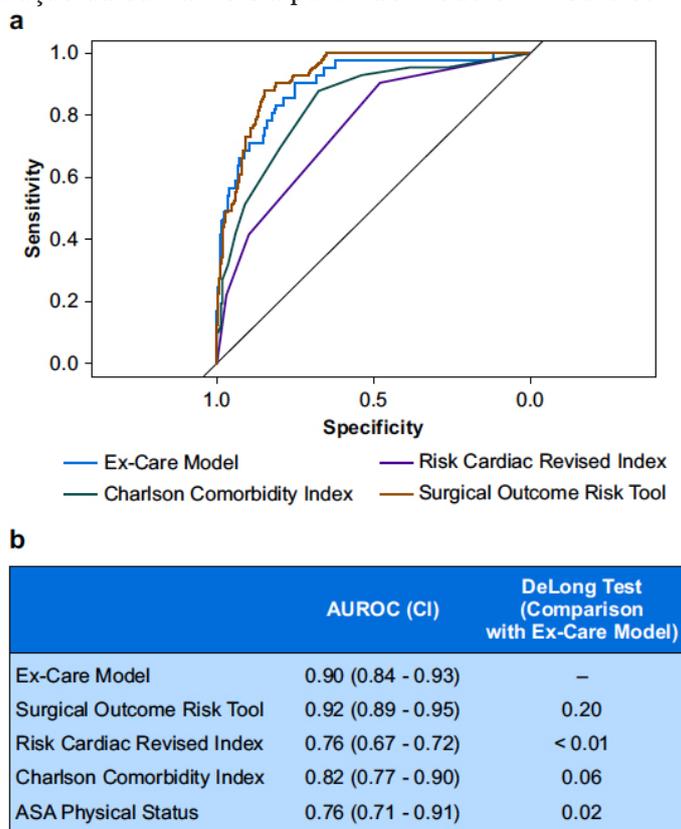
Classe de Risco	Probabilidade predita de óbito
I – baixo risco	< 2%
II – risco intermediário	2 ≤ p < 5%
III – alto risco	5 ≤ p < 10%
IV – risco muito alto	≥ 10%

Fonte: Adaptado de Stefani et al. (107).

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

A fim de comparar a acurácia do modelo Ex-Care com outras quatro ferramentas classicamente utilizadas para estratificação do risco cirúrgico (ASA-PS, SORT, IRCR e ICC), avaliou-se dados de uma amostra independente composta por 1.173 pacientes. O modelo Ex-Care se mostrou mais acurado do que o ASA-PS e o IRCR e, ainda que composto por menos variáveis, tão bom quanto o *Surgical Outcome Risk Tool* (SORT) e o Índice de Comorbidades de Charlson (ICC) (Figura 5).

**Figura 5.** Comparação da curva ROC a partir do modelo Ex-Care com IRCR, ICC e SORT



Fonte: Reproduzido com permissão de Gutierrez et al. (12).

### 2.5.5 Uso do modelo Ex-Care em uma linha de cuidado assistencial

A fim de melhorar o atendimento prestado aos pacientes, abordagem adotada tem sido a implementação de programas de melhoria de qualidade. Tratam-se de linhas assistenciais com abordagens definidas e estruturadas ao longo de um período determinado para melhorar os resultados e a experiência do paciente. Nos últimos anos, esta estratégia tem sido cada vez mais empregada no contexto cirúrgico, tendo como objetivos a manutenção de uma linha de cuidado compatível com o

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

risco do paciente, o reconhecimento precoce de complicações e a pronta ativação da equipe de resgate frente a essas intercorrências (66)(110).

Do exposto, apreende-se que, além da necessidade de se elaborar um protocolo com intervenções eficazes e do engajamento da equipe assistencial para a realização delas, deve-se selecionar quais os indivíduos mais se beneficiarão destas intervenções. Neste sentido, o modelo Ex-Care foi incorporado como ferramenta de estratificação de risco em uma linha assistencial construída no HCPA, com enfoque no paciente de alto risco cirúrgico, o Cuidados Estendidos ao Paciente Cirúrgico de Alto Risco (CEPAR), em que esses indivíduos eram acompanhados por 48 horas no pós-operatório.

Esta linha assistencial multiprofissional, coordenada pelo Serviço de Anestesiologia e Medicina Perioperatória (SAMPE) em parceria com o Programa de Gestão da Qualidade e da Informação em Saúde (QUALIS) do HCPA, é constituída de seis etapas: identificação e comunicação do risco pré-operatório, *checklist* pormenorizado para alta da unidade de recuperação pós-anestésica, admissão imediata pela enfermagem nas unidades de internação, intensificação do monitoramento dos sinais vitais e maior participação de equipes médicas na assistência (Tabela 11).

**Tabela 11.** Pacote cirúrgico CEPAR

### 1. IDENTIFICAÇÃO DO PACIENTE DE ALTO RISCO NA UNIDADE DE RECUPERAÇÃO PÓS-ANESTÉSICA (URPA)

- Modelo de Risco Ex-Care foi utilizado. Codificação em cores das classes de risco na URPA:  
LARANJA (alto risco): probabilidade de óbito em 30 dias  $\geq 5\%$  e  $< 10\%$   
VERMELHO (muito alto risco): probabilidade de óbito em 30 dias  $\geq 10\%$

### 2. CUIDADO E CRITÉRIOS DE ALTA DA URPA

- Checklist de alta incluindo balanço hídrico, resultados de exames laboratoriais e revisão de prescrição
- Melhoria da passagem de plantão de enfermeiros da URPA para a enfermagem cirúrgica
- Bundle do paciente cirúrgico de alto risco prescrito por 48 horas

### 3. ASSISTÊNCIA EM ENFERMARIA PÓS-OPERATÓRIA

- Pronta admissão pela enfermagem (em até 30 minutos após a alta da URPA) e compartilhamento das informações relevantes com todos os profissionais de saúde envolvidos no cuidado do paciente.

### 4. MONITORIZAÇÃO DOS SINAIS VITAIS

- Sinais vitais verificados a cada 3 horas durante as primeiras 48 horas pós-operatórias

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 5. INTENSIFICAÇÃO DO CUIDADO DA EQUIPE ASSISTENTE NAS PRIMEIRAS 48H NA ENFERMARIA

- Supervisionado por anesthesiologista consultor, a equipe de anestesia realiza visitas diárias à enfermaria.
- Equipe de medicina interna acionada em caso de deterioração clínica.
- Intensificação do cuidado pela equipe cirúrgica, com supervisão de cirurgião sênior.
- Time de Resposta Rápida acionado a qualquer momento, em caso de sinais de alerta\*.

### 6. DOSAGEM DE TROPONINA

- Troponina T ultrasensível coletada antes e após a cirurgia (24 e 48 horas) como marcador de lesão miocárdica. Se medida  $> 65\text{ng.ml}^{-1}$  ou mudança de valor absoluto entre o pré e pico pós-operatório  $> 40\text{ng.ml}^{-1}$ , cardiologia acionada

Fonte: Adaptado de *Stahlschmidt et al.* (13).

\* Gatilhos para acionamento da equipe de resposta rápida: risco de via aérea comprometida – necessidade de intubação, cuidados com traqueostomia; frequência respiratória  $< 8$  ou  $> 35$  respirações por minuto; saturação de oxigênio  $< 90\%$ ; frequência cardíaca  $< 40$  ou  $> 140$  bpm; pressão arterial sistólica  $< 90$  mmHg; diminuição  $\geq 2$  pontos no Escore de Coma de Glasgow; convulsões prolongadas ( $> 5$  min) ou repetidas.

Em trabalho desenvolvido por *Stahlschmidt et al.*, ao comparar os desfechos de 1.189 pacientes (classificados como classe III e IV pelo Modelo Ex-Care), divididos entre antes e após a implementação do CEPAR, observou-se uma redução da taxa bruta de mortalidade intra-hospitalar no 30º dia de 10,5% para 6,3%, após a adoção das novas medidas assistenciais. Além disso, para o mesmo período, verificou-se aumento no número de chamadas para o time de resposta rápida, aumento da taxa de reintervenção cirúrgica e redução da taxa de *failure do rescue*. Diante desses achados, os autores concluíram que o CEPAR resultou em uma melhoria significativa na qualidade assistencial prestada à população cirúrgica considerada de alto risco, uma vez que os achados observados foram resultado do aumento do cuidado e da identificação mais precoce das complicações pós-operatórias, possibilitando o pronto resgate dos indivíduos (13).

Além disso, a partir desse trabalho, identificou-se quais variáveis relacionadas ao paciente e à cirurgia estavam mais associados a piores desfechos na instituição, com destaque para os componentes aumento da idade, classificação ASA-PS IV ou V, procedimentos de urgência, diagnóstico de câncer e presença de sepse, quando da admissão ao centro cirúrgico.

Importante ressaltar que a linha de cuidado CEPAR foi incorporada como um programa institucional de melhoria de qualidade assistencial do HCPA e permanece sendo adotada na prática clínica na atualidade.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.6 Impacto da tecnologia móvel e aplicativos médicos na transformação da saúde

O grande avanço na tecnologia de informática e dos dispositivos eletrônicos portáteis tem modificado significativamente o estilo de vida da sociedade. Esta evolução também é observada na área da medicina, através da criação de programas digitais voltados para os profissionais de saúde e para os pacientes (111).

Na literatura científica, o termo *Mobile Health (mHealth)* se refere ao uso de tecnologias móveis e wireless como forma de suporte aos sistemas de saúde, auxiliando-os a alcançar seus objetivos. Estes dispositivos têm o potencial de democratizar o conhecimento médico; melhorar a qualidade da assistência, inclusive auxiliando os profissionais na tomada de decisão; prestar cuidados de saúde àqueles que têm acesso limitado aos serviços de saúde; contribuir para melhoria da promoção à saúde e do entendimento dos pacientes acerca de suas patologias; estimular um maior engajamento dos doentes no seus tratamentos, através de medidas como *patient-reported outcome (PRO)*, oferecendo a possibilidade de monitoramento flexível e personalizado do paciente fora do local de atendimento (112)(113). Dentre os dispositivos utilizados por pacientes e profissionais de saúde, os aplicativos médicos para smartphones tem ganhado destaque.

Confirma essa afirmação o crescente número de aplicativos de saúde desenvolvidos nos últimos anos. Ao final de 2017, havia quase 325.000 programas disponíveis nas principais plataformas digitais, sendo realizados aproximadamente 3,8 bilhões de *downloads* (114). De acordo com o *National Health Service (NHS)* britânico, eles podem ser classificados de acordo com a sua funcionalidade em quatro grupos principais, são eles: apoio ao diagnóstico clínico e/ou tomada de decisão; melhoria dos resultados clínicos por meio de mudanças comportamentais e aprimoramento da aderência e conformidade do paciente ao tratamento; atuação como terapias digitais independentes; fonte de educação relacionada a doença (115).

No cenário cirúrgico, os aplicativos têm sido utilizados em todas as etapas do perioperatório, almejando um cuidado centrado no paciente (Tabela 12) (116)(117).

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

**Tabela 12.** Emprego da *mobile Health* no cenário perioperatório com enfoque na atuação do anestesista

Momento do cuidado	Uso clínico	Finalidade
Pré-operatório	<ul style="list-style-type: none"> <li>Educação pacientes sobre doença e cuidados pré-cirúrgico</li> <li>Melhoria da comunicação</li> <li>Estratificação risco cirúrgico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redução ansiedade</li> <li>Maior aderência às recomendações médicas (jejum, medicações uso contínuo, exames pré-operatórios)</li> <li>Menor taxa de cancelamento cirúrgico</li> <li>Melhor planejamento cuidado perioperatório</li> </ul>
Intra-operatório	<ul style="list-style-type: none"> <li>Auxílio monitorização</li> <li>Educação médica</li> <li>Segurança da prática anestésica</li> <li>Calculadoras médicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realização procedimentos invasivos (bloqueios, acessos venosos)</li> <li>Manejo hemodinâmico</li> <li>Fluxogramas de conduta e guidelines, biblioteca de drogas</li> <li>Melhoria da taxa de documentação dos eventos adversos</li> <li>Armazenamento de fórmulas</li> </ul>
Pós-operatório	- Avaliação de medidas de desfecho reportadas pelos pacientes (PRO)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Manejo dor aguda e NVPO</li> <li>Avaliação de complicações</li> </ol>

Fonte: Adaptado de Pan et al. (116).

Abreviações: NVPO, náusea e vômitos pós-operatório; PRO, patient-reported outcomes.

O uso em grande escala desses dispositivos, no entanto, levanta questionamentos em relação à segurança do compartilhamento de dados dos pacientes, qualidade das informações compartilhadas, potenciais efeitos no bem-estar físico e mental dos pacientes e da falta de regulamentação dessas ferramentas, exigindo da comunidade acadêmica e autoridades regulamentadoras maior rigor em relação ao desenvolvimento e uso desses instrumentos (118)(119).

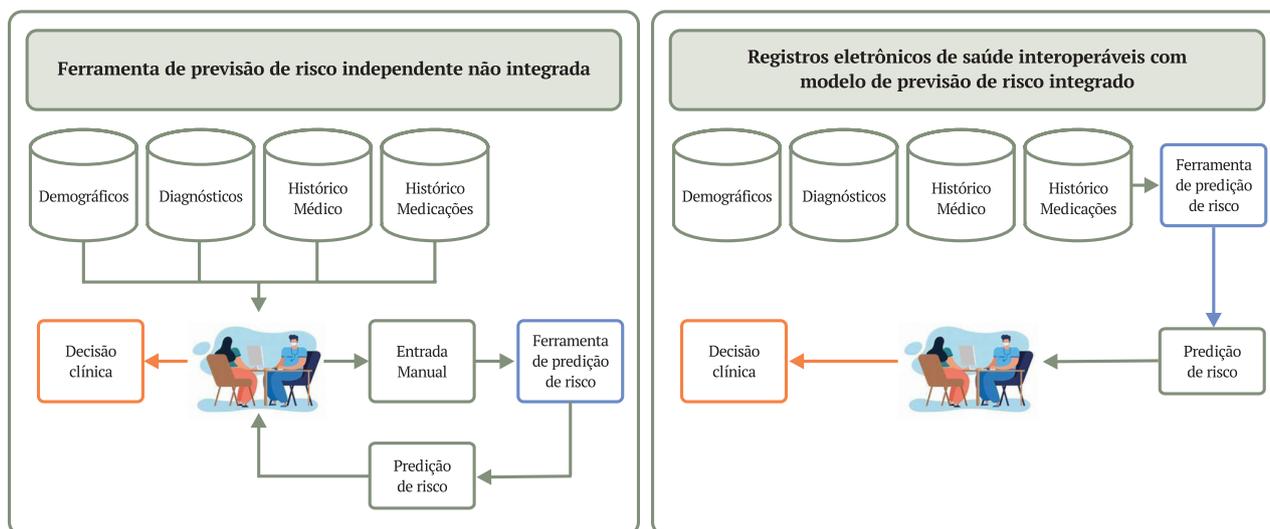
## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.7 Integração de ferramentas de predição de risco e sistemas de prontuários eletrônicos

Como mencionado, apesar do benefício já evidenciado da adoção dos modelos de risco em linhas de cuidado na melhoria dos desfechos, seu uso na prática clínica permanece baixo (120). Um dos principais motivos para essa pequena adesão é falta de instrumentos que facilitem seu uso cotidiano.

Para solucionar esse problema, além das alternativas anteriormente destacadas (desenvolvimento de modelos acurados e com menos variáveis, criação e divulgação de aplicativos para smartphones que os contemplem), estratégia que tem ganhado destaque é a integração dos prontuários eletrônicos com os modelos de predição. Ela consiste na alimentação automática dos dados solicitados pelas ferramentas de estratificação, quando do preenchimento do prontuário eletrônico, além de tornar visível o resultado da predição realizada (Figura 6). Dessa forma, não haveria necessidade de o profissional envolvido na assistência acessar um novo dispositivo (interface *web-based*, aplicativo), dispendendo tempo e energia para a realização de mais uma tarefa quando do atendimento aos pacientes (121).

**Figura 6.** Uso atual e proposto de ferramentas de previsão de risco



Fonte: Adaptado de Sharma et al. (121).

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Exemplo de sucesso de uso dessa estratégia é o software PREDICT, desenvolvido na Nova Zelândia para avaliação do risco de desenvolvimento de doença cardiovascular. Utilizando o banco de dados hospitalares e de mortalidade codificados, permitiu o desenvolvimento de um modelo de previsão de risco que levava em consideração um índice de privação baseado na área e etnia auto-declarada, juntamente com parâmetros clínicos, resultando em perfis de risco mais personalizados para pacientes. Importante ressaltar que essa coleta foi realizada de forma prospectiva, de forma contínua e sem intervenção adicional por parte dos clínicos que prestam os cuidados (122).

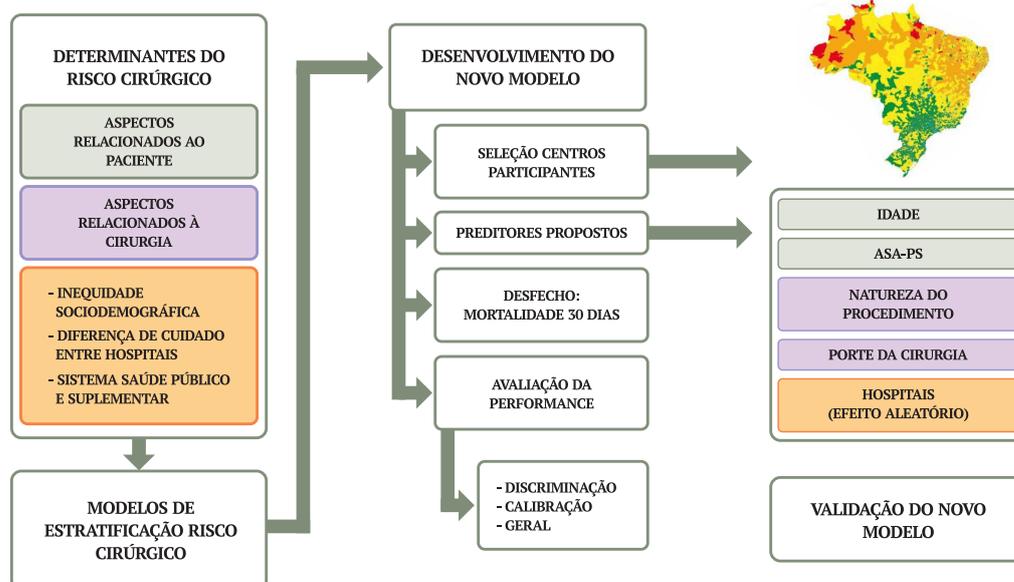
Apesar do relato positivo acima, a integração de dados de prontuário eletrônico com as ferramentas de predição de risco não é tarefa fácil e está longe de ser uma realidade no dia a dia. Sua implementação é particularmente desafiadora pois muitas instituições de saúde não dispõem de registros eletrônicos de saúde e a maioria dos que os utiliza carecem de sistemas interoperáveis, armazenando os dados clínicos em vários sistemas digitais distintos, inviabilizando a integração dos dados (121). Para que essa solução se torne mais presente, garantindo que as intervenções de saúde digital permaneçam centradas na melhoria da qualidade dos cuidados prestados aos pacientes, há necessidade de maior engajamento por parte dos pesquisadores que desenvolvem os modelos e dos fornecedores de software utilizados nos prontuário eletrônicos hospitalares, a fim de que, em se reconhecendo as diferentes facetas do contexto clínico, modelagem estatística e ciência da implementação, possam trabalhar com padrões unificados, superando a lacuna atual entre os bancos de dados e modelos de previsão de risco clínico a beira leito.

### 3 MARCO CONCEITUAL

## 3 MARCO CONCEITUAL

Os modelos de risco cirúrgico configuram ferramentas importantes na etapa de estratificação do risco cirúrgico e, por conseguinte, na elaboração de programas de melhoria de cuidado. Para tal, utilizam-se de variáveis relacionadas ao paciente, à cirurgia, à qualidade do cuidado prestado e estatística robusta. Considerando a pluralidade e inequidade da sociedade brasileira, a presente tese almeja construir um modelo de risco que melhor represente a realidade do nosso país, a fim de melhor compreendermos os desfechos cirúrgicos no Brasil e seus determinantes (Figura 7).

**Figura 7.** Marco conceitual do projeto



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 4 JUSTIFICATIVA

# 4 JUSTIFICATIVA

A estratificação de risco perioperatório se insere no conceito de melhoria da qualidade do atendimento. Para tal, o emprego dos modelos de predição de risco cirúrgico tem se tornado estratégia cada vez mais adotada.

Quando do desenvolvimento dessas ferramentas, deve-se levar em consideração, além da acurácia em prever a probabilidade de ocorrência do desfecho em estudo, questões como facilidade de coletar os dados, reprodutibilidade do modelo e validade para a população em análise. Em relação aos modelos de predição do risco de óbito, estes devem ser capazes de identificar adequadamente os indivíduos considerados de alto risco cirúrgico e, uma vez atestado seu bom desempenho, a capacidade de serem integrados a linhas de cuidado para melhoria dos resultados.

Os modelos de predição de risco tem se mostrado útil para os diferentes atores do cuidado cirúrgico: para os gestores tem auxiliado na identificação das particularidades do cuidado dos pacientes cirúrgicos, embasando decisões sobre o uso racional de recursos, desenvolvimento de programas de reabilitação e definição de métricas para a contínua avaliação do cuidado prestado (perfil dos doentes, complicações e mortalidade pós-operatória); para profissionais de saúde servem como instrumentos auxiliares para identificação dos pacientes de mais alto risco, auxiliando na tomada de decisão individualizada sobre manejo clínico perioperatório (cuidado pré-operatório, técnica cirúrgica, monitorização) e alocação pós-operatória (necessidade de terapia intensiva, manejo por equipe multidisciplinar); para pacientes e familiares, auxilia no melhor entendimento dos riscos envolvidos com o tratamento cirúrgico e facilita o diálogo com os médicos e demais profissionais envolvidos no cuidado, garantindo maior participação daqueles no planejamento terapêutico, inclusive na decisão de não operar.

## 4 JUSTIFICATIVA

No entanto, haja vista a grande heterogeneidade entre as taxas de mortalidade cirúrgica entre os países e os hospitais, é inviável do ponto de vista assistencial generalizar para todos os centros parâmetros validados para populações específicas. Avaliando-se as diferenças socioeconômicas, culturais e da estrutura dos serviços de saúde entre os países desenvolvidos e os em desenvolvimento, a diferença de desfechos se torna mais evidente.

Infelizmente, a maioria dos modelos de predição de risco cirúrgico existentes foi construída em países desenvolvidos, a partir de amostra de pacientes operados nessas nações. A fim de criar um modelo com que contemplasse nossa realidade elaborou-se o modelo Ex-Care de risco cirúrgico.

Por contemplar apenas a população atendida em nossa instituição, e cientes de que o Brasil é um país com grandes diferenças regionais, não podemos generalizar a acurácia deste modelo para todo território nacional. Visando construir um modelo de probabilidade de morte pós-operatória em até 30 dias com maior representatividade nacional, baseado no modelo Ex-CARE, coletamos informações de instituições pertencentes a diferentes regiões do país. Dessa forma, ao desenvolver uma ferramenta que promova uma melhoria da estratificação do risco cirúrgico no Brasil, o presente projeto visa garantir maior visibilidade ao paciente cirúrgico brasileiro, além fornecer dados objetivos para embasar políticas públicas de investimento em programas de melhoria do cuidado voltados para os indivíduos de alto risco cirúrgico.

## 5 OBJETIVOS

# 5 OBJETIVOS

## 5.1 Objetivo geral

Investigar as associações entre fatores clínicos e cirúrgicos e a mortalidade hospitalar em 30 dias com base em dados de pacientes operados ao longo de um período de dois anos, em hospitais públicos e privados de diferentes regiões do país.

## 5.2 Objetivos específicos

1. Utilizando como referência o Modelo Ex-Care, construir uma nova ferramenta de estratificação de risco pré-operatório com abrangência nacional capaz de prever a probabilidade de óbito intra-hospitalar em até 30 dias de pós-operatório;
2. Identificar o impacto de cada preditor para a ocorrência do desfecho óbito;
3. Desenvolver uma interface digital (aplicativo para smartphones) que viabilize o uso da nova ferramenta pelos profissionais de saúde no cotidiano.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

# 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Weiser TG, Haynes AB, Molina G, Lipsitz SR, Esquivel MM, Uribe-leitz T, et al. Estimate of the global volume of surgery in 2012: an assessment supporting improved health outcomes. *Lancet*. 2015;385(Suppl 2):S11.
2. Ahmed A, Azim A. Emergency Laparotomies : Causes , Pathophysiology , and Outcomes. *Indian J Crit Care Med*. 2020;24(Suppl 4):S183–9.
3. Poulton TE, Moonesinghe R, Raine R, Martin P, Eugene N, Grocott MPW, et al. Socioeconomic deprivation and mortality after emergency laparotomy: an observational epidemiological study. *Br J Anaesth* [Internet]. 2020;124(1):73–83. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.bja.2019.08.022>
4. International Surgical Outcomes Study group. Global patient outcomes after elective surgery : prospective cohort study in 27 low- , middle- and high-income countries. *Br J Anaesth*. 2016;117(5):601–9.
5. Pearse R, Moreno RP, Bauer P, Pelosi P, Metnitz P, Spies C, et al. Mortality after surgery in Europe: a 7 day cohort study. *Lancet*. 2012;380(9847):1059–65.
6. Biccard BM, Madiba TE, Kluyts H, Munlemvo DM, Madzimbamuto FD, Basenero A, et al. Perioperative patient outcomes in the African Surgical Outcomes Study: a 7-day prospective observational cohort study. *Lancet*. 2018;391(10130):1589–98.
7. Meara JG, Leather AJM, Hagander L, Alkire BC, Alonso N, Ameh EA, et al. Global Surgery 2030: evidence and solutions for achieving health, welfare, and economic development. *Lancet*. 2015;386(9993):569–624.
8. Chao TE, Sharma K, Mandigo M, Hagander L, Resch SC, Weiser TG, et al. Cost-effectiveness of surgery and its policy implications for global health: A systematic review and analysis. *Lancet Glob Heal*. 2014;2(6):e334–45.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

9. Pearse R, Harrison D, James P, Watson D, Hinds C, Rhodes A, et al. Identification and characterisation of the high-risk surgical population in the United Kingdom. *Crit Care*. 2006;10(3):R81.
10. Liao L, Mark DB. Clinical prediction models: are we building better mousetraps? *J Am Coll Cardiol*. 2003;42(5):851–3.
11. Moonesinghe S, Mythen M, Das P, Rowan K, Grocott M. Risk stratification tools for predicting morbidity and mortality in adult patients undergoing major surgery: qualitative systematic review. *Anesthesiology*. 2013;119(4):959–81.
12. Gutierrez CS, Passos SC, Castro SMJ, Okabayashi LSM, Berto ML, Lorenzen MB, et al. Few and feasible preoperative variables can identify high-risk surgical patients: derivation and validation of the Ex-Care risk model. *Br J Anaesth*. 2021;126(2):525–32.
13. Stahlschmidt A, Passos SC, Cardoso GR, Schuh GJ, Gutierrez CS, Castro SMJ, et al. Enhanced peri-operative care to improve outcomes for high-risk surgical patients in Brazil: a single-centre before-and-after cohort study. *Anaesthesia*. 2022;77(4):416–27.
14. Fleisher LA, Fleischmann KE, Auerbach AD, Barnason SA, Beckman JA, Bozkurt B, et al. 2014 ACC/AHA guideline on perioperative cardiovascular evaluation and management of patients undergoing noncardiac surgery: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation*. 2014;130(24):2215–45.
15. Halvorsen S, Mehili J, Cassese S, Hall TS, Abdelhamid M, Barbato E, et al. 2022 ESC Guidelines on cardiovascular assessment and management of patients undergoing non-cardiac surgery. *Eur Hear J*. 2022;43(39):3826–924.
16. Beecher HK, Todd DP. A study of the deaths associated with anesthesia and surgery: based on a study of 599, 548 anesthetics in ten institutions 1948-1952, inclusive. *Ann Surg*. 1954;140(1):2–35.
17. Braz LG, Braz DG, Cruz DS, Fernandes LA, Módolo NSP, Braz JRC. Mortality in anesthesia: a systematic review. *Clin (Sao Paulo)*. 2009;64(10):999–1006.
18. Wang Y, Wang J, Ye X, Xia R, Ran R, Wu Y, et al. Anaesthesia-related mortality within 24 h following 9,391,669 anaesthetics in 10 cities in Hubei Province, China : a serial cross-sectional study. *Lancet Reg Heal – West Pacific* [Internet]. 2023; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.lanwpc.2023.100787>
19. Ozdemir BA, Sinha S, Karthikesalingam A, Poloniecki JD, Pearse RM, Grocott MPW, et al. Mortality of emergency general surgical patients and associations with hospital structures and processes. *Br J Anaesth*. 2016;116(1):54–62.
20. Shah N, Hamilton M. Can we predict which patients are at risk of complications following surgery? *Crit Care*. 2013;17(3):1–8.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

21. Anderson I, Eddleston J, Grocott M, Lees N, Lobo D, Loftus I, et al. *The Higher Risk General Surgical Patient: Towards Improved Care for a Forgotten Group*. London; 2011.
22. Christensen K, Doblhammer G, Rau R, Vaupel JW. Ageing populations: the challenges ahead. *Lancet*. 2009;374(9696):1196–208.
23. Priebe H-J. The aged cardiovascular risk patient. *Br J Anaesth*. 2000;85(5):763–78.
24. Scandrett KG, Zuckerbraun BS, Peitzman AB. Operative risk stratification in the older adult geriatric. *Surg Clin North Am*. 2015;95(1):149–72.
25. Afilalo J, Alexander K, Mack M, Maurer M, Green P, Allen LA, et al. Frailty assessment in the cardiovascular care of older adults. *J Am Coll Cardiol*. 2014;63(8):747–62.
26. Pulok MH, Theou O, Valk AM Van Der, Rockwood K. The role of illness acuity on the association between frailty and mortality in emergency department patients referred to internal medicine. *Age Ageing*. 2020;49(6):1071–9.
27. Rockwood K, Theou O. Using the Clinical Frailty Scale in Allocating Scarce Health Care Resources. *Can Geriatr*. 2020;23(3):210–5.
28. Minne L, Ludikhuizen J, Rooij SEJA De, Abu-hanna A. Characterizing predictive models of mortality for older adults and their validation for use in clinical practice. *J Am Geriatr Soc*. 2011;59(6):1110–5.
29. Wijeyesundera DN, Pearse RM, Shulman MA, Abbott TEF, Torres E, Ambosta A, et al. Assessment of functional capacity before major non-cardiac surgery: an international, prospective cohort study. *Lancet*. 2018;391(10140):2631–40.
30. Coutinho-Myrrha MA, Dias RC, Fernandes AA, Araújo CG, Hlatky MA, Pereira DG, et al. Duke Activity Status Index em doenças cardiovasculares: validação de tradução em português. *Arq Bras Cardiol*. 2014;102(4):383–90.
31. Jin F, Chung F. Minimizing perioperative adverse events in the elderly. *Br J Anaesth*. 2001;87(4):608–24.
32. Wolfe JD, Wolfe NK, Rich MW. Perioperative care of the geriatric patient for noncardiac surgery. *Clin Cardiol*. 2020;43(2):127–36.
33. Peden CJ, Aggarwal G, Aitken RJ, Anderson ID, Foss NB, Lees NP, et al. Guidelines for Perioperative Care for Emergency Laparotomy Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Society Recommendations: Part 1 — Preoperative: Diagnosis, Rapid Assessment and Optimization. *World J Surg*. 2021;45(5):1272–90.
34. Boddaert J, Raux M, Khiami F, Riou B. Perioperative management of elderly patients with hip fracture. *Anesthesiology*. 2014;121(6):1336–41.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

35. Barnett S, Moonesinghe SR. Clinical risk scores to guide perioperative management. *Postgr Med J*. 2011;87(1030):535–41.
36. Leung V, Ragbir-toolsie K. Perioperative Management of Patients with Diabetes. *Heal Serv Insights*. 2017;10:1–5.
37. Stefani LC, Gamermann PW, Backof A, Guollo F, Borges RMJ, Martin A, et al. Perioperative mortality related to anesthesia within 48 h and up to 30 days following surgery: A retrospective cohort study of 11,562 anesthetic procedures. *J Clin Anesth*. 2018;49:79–86.
38. Hopkins TJ, Raghunathan K, Barbeito A, Cooter M, Stafford-Smith M, Schroeder R, et al. Associations between ASA Physical Status and postoperative mortality at 48h: a contemporary dataset analysis compared to a historical cohort. *Perioper Med*. 2016;5(29):1–6.
39. ASA Physical Status Classification System [Internet]. [cited 2023 Aug 8]. Available from: <http://www.asahq.org/resources/clinical-information/asa-physical-status-classification-system>
40. Neary WD, Foy C, Heather BP, Earnshaw JJ. Identifying high-risk patients undergoing urgent and emergency surgery. *Ann R Coll Surg Engl*. 2006;88(2):151–6.
41. Hajirawala L, Leonardi C, Orangio G, Davis K, Barton J. Urgent inpatient colectomy carries a higher morbidity and mortality than elective surgery. *J Surg Res [Internet]*. 2021;268:394–404. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2021.06.081>
42. Saunders DI, Murray D, Pichel AC, Varley S, Peden CJ. Variations in mortality after emergency laparotomy: the first report of the UK Emergency Laparotomy Network. *Br J Anaesth*. 2012;109(3):368–75.
43. Braz LG, Módolo NSP, do Nascimento P, Bruschi BAM, Castiglia YMM, Ganem EM, et al. Perioperative cardiac arrest: A study of 53,718 anaesthetics over 9 yr from a Brazilian teaching hospital. *Br J Anaesth*. 2006;96(5):569–75.
44. Stahlschmidt A, Novelo B, Freitas LA, Passos SC, Dussán-Sarria JA, Félix EA, et al. Preditores de mortalidade intra-hospitalar em pacientes submetidos a cirurgias não eletivas em um hospital universitário: uma coorte prospectiva. *Rev Bras Anestesiol [Internet]*. 2018;68(5):492–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.bjan.2018.04.001>
45. Oliver CM, Walker E, Giannaris S, Grocott MPW, Moonesinghe SR. Risk assessment tools validated for patients undergoing emergency laparotomy: a systematic review. *Br J Anaesth*. 2015;115(6):849–60.
46. Peden CJ, Stephens T, Martin G, Kahan BC, Thomson A, Rivett K, et al. Effectiveness of a national quality improvement programme to improve survival after emergency abdominal surgery (EPOCH): a stepped-wedge cluster-randomised trial. *Lancet*. 2019;393(10187):2213–21.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

47. Griffiths R, Babu S, Dixon P, Freeman N, Hurford D, Kelleher E, et al. Guideline for the management of hip fractures 2020: Guideline by the Association of Anaesthetists. *Anaesthesia*. 2021;76(2):225–37.
48. Eugene N, Oliver CM, Bassett MG, Poulton TE, Kuryba A, Johnston C, et al. Development and internal validation of a novel risk adjustment model for adult patients undergoing emergency laparotomy surgery: the National Emergency Laparotomy Audit risk model. *Br J Anaesth*. 2018;121(4):739–48.
49. NELA Project Team. Eighth Patient Report of the National Emergency Laparotomy Audit. *R Coll Anaesth*. 2023;
50. Şimşek T, Şimşek HU, Cantürk NZ. Response to trauma and metabolic changes: posttraumatic metabolism. *Ulus Cerrahi Derg*. 2014;30(3):153–9.
51. Fleisher LA, Beckman JA, Brown KA, Calkins H, Chaikof E, Fleischmann KE, et al. ACC/AHA 2007 guidelines on perioperative cardiovascular evaluation and care for noncardiac surgery. *Circulation*. 2007;116(17):e418–500.
52. Lee TH, Marcantonio ER, Mangione CM, Thomas EJ, Polanczyk CA, Cook EF, et al. Derivation and prospective validation of a simple index for prediction of cardiac risk of major noncardiac surgery. *Circulation*. 1999;100(10):1043–9.
53. Bilimoria KY, Liu Y, Paruch JL, Zhou L, Kmieciak TE, Ko CY, et al. Development and evaluation of the universal ACS NSQIP surgical risk calculator: a decision aid and informed consent tool for patients and surgeons. *J Am Coll Surg [Internet]*. 2013;217(5):833–42. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2013.07.385>
54. Protopapa KL, Simpson JC, Smith NCE, Moonesinghe SR. Development and validation of the Surgical Outcome Risk Tool (SORT). *Br J Surg*. 2014;101(13):1774–83.
55. Wright DM, Blanckley S, Stewart GJ, Copeland GP. The use of orthopaedic POSSUM as an audit tool for fractured neck of femur. *Injury*. 2008;39(4):430–5.
56. Copeland G, Jones D, Wilcox A, Harris P. Comparative vascular audit using the POSSUM scoring system. *Ann R Coll Surg Engl*. 1993;75(3):175–7.
57. Bromage SJ, Cunliffe WJ. Validation of the CR-POSSUM risk-adjusted scoring system for major colorectal cancer surgery in a single center. *Dis Colon Rectum*. 2007;50(2):192–6.
58. Chazapis M, Gilhooly D, Smith AF, Myles PS, Haller G, Grocott MPW, et al. Perioperative structure and process quality and safety indicators: a systematic review. *Br J Anaesth [Internet]*. 2018;120(1):51–66. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.bja.2017.10.001>
59. Collaborative G. Effects of hospital facilities on patient outcomes after cancer surgery: an international, prospective, observational study. *Lancet Glob Heal*. 2022;10(7):1003–11.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

60. Gilhooly D, Chazapis M, Moonesinghe SR. Prioritisation of quality indicators for elective perioperative care: a Delphi consensus. *Perioper Med.* 2020;9(8):1–7.
61. Reames BN, Ghaferi AA, Birkmeyer JD, Dimick JB. Hospital volume and operative mortality in the modern era. *Ann Surg.* 2014;260(2):244–51.
62. Kahan BC, Kourenti D, Arvaniti K, Beavis V, Campbell D, Chan M, et al. Critical care admission following elective surgery was not associated with survival benefit: prospective analysis of data from 27 countries. *Intensive Care Med.* 2017;43(7):971–9.
63. Haynes AB, Weiser TG, Berry WR, Lipsitz SR, Breizat A-HS, Dellinger P, et al. A surgical safety checklist to reduce morbidity and mortality in a global population. *N Engl J Med.* 2009;360(5):491–9.
64. Oliver CM, Bassett MG, Poulton TE, Anderson ID, Murray DM, Grocott MP, et al. Organisational factors and mortality after an emergency laparotomy : multilevel analysis of 39 903 National Emergency Laparotomy Audit patients. *Br J Anaesth.* 2018;121(6):1346–56.
65. Portuondo JI, Shah SR, Singh H, Massarweh NN. Failure to Rescue as a surgical quality indicator. *Anesthesiology.* 2019;131(2):426–37.
66. Ghaferi AA, Birkmeyer JD, Dimick JB. Complications, failure to rescue, and mortality with major inpatient surgery in medicare patients. *Ann Surg.* 2009;250(6):1029–34.
67. Bainbridge D, Martin J, Arango M, Cheng D. Perioperative and anaesthetic-related mortality in developed and developing countries: a systematic review and meta-analysis. *Lancet.* 2012;380(9847):1075–81.
68. Feldman LS, Lee L, Jr JF. What outcomes are important in the assessment of Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) pathways? *Can J Anaesth.* 2015;62(2):120–30.
69. Michael E Porter. What is value in health care? *N Engl J Med.* 2010;363(26):2477–81.
70. Bennett-Guerrero E, Welsby I, Dunn TJ, Young LR, Wahl T a, Diers TL, et al. The Use of a Postoperative Morbidity Survey to Evaluate Patients with Prolonged Hospitalization After Routine, Moderate-Risk, Elective Surgery. *Anesth Analgnd Analg.* 1999;89(2):514–9.
71. Watters DA, Hollands MJ, Gruen RL, Maoate K, Perndt H, McDougall RJ, et al. Perioperative Mortality Rate (POMR): a global indicator of access to safe surgery and anaesthesia. *World J Surg.* 2015;39(4):856–64.
72. Nicoll K, Lucocq J, Khalil T, Khalil M, Watson H, Patil P. Follow-up after emergency laparotomy suggests high one- and five-year mortality with risk stratified by ASA. *Ann R Coll Surg Engl.* 2022;104(3):202–9.
73. Ylimartimo AT, Lahtinen S, Nurkkala J, Koskela M, Kaakinen T, Vakkala M. Long-term Outcomes After Emergency Laparotomy: a Retrospective Study. *J Gastrointest Surg [Internet].* 2022;26(9):1942–50. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11605-022-05372-3>

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

74. Resio BJ, Gonsalves L, Canavan M, Mueller L, Phillips C, Sathe T, et al. Where the other half dies: analysis of mortalities occurring more than 30 days after complex cancer surgery. *Ann Surg Oncol* [Internet]. 2021;28(3):1278–86. Available from: <https://doi.org/10.1245/s10434-020-09080-7>
75. Collaborative G. Mortality of emergency abdominal surgery in high-, middle- and low-income countries. *Br J Surg*. 2016;103(8):971–88.
76. Campos LN, Salgado LS, Viana SW, Bezerra AH, Mishaly A, Ribeiro LS, et al. Cirurgia Global no cenário nacional: Perspectivas após o 34o Congresso Brasileiro de Cirurgia. *Rev Col Bras Cir*. 2022;49:1–4.
77. Scheffer M, Cassenote A, Guerra A, Guilloux AGA, Miotto BA. *Demografia Médica no Brasil 2020*. São Paulo; 2020. 312 p.
78. Scheffer MC, Guilloux AGA, Matijasevich A, Massenburg BB, Saluja S, Alonso N. The state of the surgical workforce in Brazil. *Surgery*. 2014;161(2):556–61.
79. Massenburg BB, Saluja S, Jenny HE, Raykar NP, Ng-kamstra J, Guilloux AGA, et al. Assessing the Brazilian surgical system with six surgical indicators: a descriptive and modelling study. *BMJ Glob Heal*. 2017;2(2):e000226.
80. Cruz JAW, Cunha MAVC da, Moraes TP de, Marques S, Tuon FF, Gomide AL, et al. Brazilian private health system: history, scenarios, and trends. *BMC Heal Serv Res*. 2022;22(1):49.
81. Machado JP, Martins M, Leite I da C. Public-private settlement and hospital mortality per sources of payment. *Rev Saúde Pública*. 2016;50(42):1–12.
82. Stefani LC, Hajjar L, Biccard B, Pearse RM. The need for data describing the surgical population in Latin America. *Br J Anaesth* [Internet]. 2022;129(1):10–2. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.bja.2022.02.029>
83. The LASOS Study team. Latin American Surgical Outcomes Study [Internet]. 2022 [cited 2023 Aug 11]. Available from: <https://lasos-study.org/>
84. Reilly JR, Gabbe BJ, Brown WA, Hodgson CL, Myles PS. Systematic review of perioperative mortality risk prediction models for adults undergoing inpatient non-cardiac surgery. *ANZ J Surg*. 2021;91(5):860–70.
85. Greenwald S, Chamoun GF, Chamoun NG, Clain D, Hong Z, Jordan R, et al. Risk Stratification Index 3.0, a Broad Set of Models for Predicting Adverse Events during and after Hospital Admission. *Anesthesiology*. 2022;37(6):673–86.
86. Steyerberg EW, Vergouwe Y. Towards better clinical prediction models: seven steps for development and an ABCD for validation. *Eur Hear J*. 2014;35(29):1925–31.
87. Rozeboom PD, Henderson WG, Dyas AR, Bronsert MR, Colborn KL, Lambert-kerzner A, et al. Development and Validation of a Multivariable Prediction Model for Postoperative Intensive Care Unit Stay in a Broad Surgical Population. *JAMA Surg*. 2022;57(4):344–52.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

88. Wijeyesundera DN. Predicting outcomes : Is there utility in risk scores? *Can J Anesth.* 2016;63:148–58.
89. Staffa SJ, Zurakowski D. Statistical Development and Validation of Clinical Prediction Models. *Anesthesiology.* 2021;135(3):396–405.
90. Cook NR. Statistical evaluation of prognostic versus diagnostic models : beyond the ROC curve. *Clin Chem.* 2008;54(1):17–23.
91. Kramer AA, Zimmerman JE. Assessing the calibration of mortality benchmarks in critical care: The Hosmer-Lemeshow test revisited. *Crit Care Med.* 2007;35(9):2052–6.
92. Crowson CS, Atkinson EJ, Therneau TM. Assessing calibration of prognostic risk scores. *Stat Methods Med Res.* 2016;25(4):1692–706.
93. Steyerberg EW, Vickers AJ, Cook NR, Gerds T, Gonen M, Obuchowski N, et al. Assessing the performance of prediction models: a framework for traditional and novel measures. *Epidemiology.* 2010;21:128–38.
94. Vernooij JEM, Koning NJ, Geurts JW, Holewijn S, Preckel B, Kalkman CJ, et al. Performance and usability of pre-operative prediction models for 30-day peri-operative mortality risk : a systematic review. *Anaesthesia.* 2023;78(5):609–19.
95. Wong DJN, Harris S, Sahni A, Bedford JR, Cortes L, Shawyer R, et al. Developing and validating subjective and objective risk-assessment measures for predicting mortality after major surgery: An international prospective cohort study. *PLoS Med [Internet].* 2020;17(10):e1003253. Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pmed.1003253>
96. Collins GS, Reitsma JB, Altman DG, Moons KGM. Transparent reporting of a multivariable prediction model for individual prognosis or diagnosis (TRIPOD): the TRIPOD statement. *BMJ.* 2015;350(g7594).
97. Duceppe E, Parlow J, MacDonald P, Lyons K, McMullen M, Srinathan S, et al. Canadian Cardiovascular Society Guidelines on Perioperative Cardiac Risk Assessment and Management for Patients Who Undergo Noncardiac Surgery. *Can J Cardiol [Internet].* 2017;33(1):17–32. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cjca.2016.09.008>
98. Broughton KJ, Aldridge O, Pradhan S, Aitken RJ. The Perth Emergency Laparotomy. *ANZ J Surg.* 2017;87(11):893–7.
99. Poulton T, Murray D, Team NELA (NELA) project. Pre-optimisation of patients undergoing emergency laparotomy: a review of best practice. *Anaesthesia.* 2019;74(Supp1):100–7.
100. Campbell D, Boyle L, Soakell-Ho M, Hider P, Wilson L, Koea J, et al. National risk prediction model for perioperative mortality in non-cardiac surgery. *Br J Surg.* 2019;106(11):1549–57.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

101. Bloomstone JA, Houseman BT, Sande EV, Brantley A, Curran J, Maccioli GA, et al. Documentation of individualized preoperative risk assessment: a multi-center study. *Perioper Med.* 2020;9(28):1–8.
102. Islam MN, Karim MM, Inan TT, Islam AKMN. Investigating usability of mobile health applications in Bangladesh. *BMC Med Inf Decis Mak.* 2020;20(1):19.
103. Kurlansky P. Commentary: The risk of risk models. *J Thorac Cardiovasc Surg* [Internet]. 2020;160(1):181–2. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2019.12.063>
104. Mori M, Shahian DM, Huang C, Li S-X, Normand S-L, Geirsson A, et al. Surgeons: Buyer beware – does “universal” risk prediction model apply to patients universally? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2020;160(1):176–9.
105. Kelly FE, Frerk C, Bailey CR, Cook TM, Ferguson K, Flin R, et al. Implementing human factors in anaesthesia: guidance for clinicians, departments and hospitals: Guidelines from the Difficult Airway Society and the Association of Anaesthetists. *Anaesthesia.* 2023;78(4):458–78.
106. Ghaferi AA, Dimick JB. The importance of teamwork, communication, and culture in failure to rescue in the elderly. *Br J Surg.* 2016;103(2):e47-51.
107. Stefani L, Gutierrez C, Castro S, Zimmer R, Diehl F, Meyer L, et al. Derivation and validation of a preoperative risk model for postoperative mortality (SAMPE model): An approach to care stratification. *PLoS One.* 2017;12(10):e0187122.
108. Glance LG, Lustik SJ, Hannan EL, Osler TM, Mukamel DB, Qian F, et al. The Surgical Mortality Probability Model: derivation and validation of a simple risk prediction rule for noncardiac surgery. *Ann Surg.* 2012;255(4):696–702.
109. Desquilbet L, Mariotti F. Dose-response analyses using restricted cubic spline functions in public health research. *Stat Med.* 2010;29(9):1037–57.
110. Sobol JB, Wunsch H. Triage of high-risk surgical patients for intensive care. *Crit Care* [Internet]. 2011;15(2):217. Available from: <http://www.springer.com/series/8901>
111. Steinhubl S, Muse E, Topol E. Can mobile health technologies transform health care? *JAMA.* 2013;310(22):2395–6.
112. Steinhubl SR, Muse ED, Topol EJ. The emerging field of mobile health. *Sci Transl Med.* 2015;7(283):283rv3.
113. Tubergen A Van, Hermans K. The Use of Mobile Health Apps in Clinical Practice Remains Challenging. *J Rheumatol.* 2022;49(8):861–3.
114. Joshi A, Generalla J, Thompson B, Haidet P. Facilitating the Feedback Process on a Clinical Clerkship Using a Smartphone Application. *Acad Psychiatry.* 2017;41(5):651–5.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

115. Rowland SP, Fitzgerald JE, Holme T, Powell J, McGregor A. What is the clinical value of mHealth for patients? NPJ Digit Med [Internet]. 2020;3(1):1–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41746-019-0206-x>
116. Pan S, Rong LQ. Mobile Applications in Clinical and Perioperative Care for Anesthesia: Narrative Review. J Med Internet Res. 2021;23(9):e25115.
117. Green MS, Mathew JJ, Venkatesh AG, Green P. Utilization of Smartphone Applications by Anesthesia Providers. Anesth Res Pr. 2018;2018:8694357.
118. Akbar S, Coiera E, Magrabi F. Safety concerns with consumer-facing mobile health applications and their consequences: a scoping review. J Am Inf Assoc. 2020;27(2):330–40.
119. Albrecht U-V, Jan U von. mHealth Apps and Their Risks – Taking Stock. Study Heal Technol Inf. 2016;226:225–8.
120. Ahmed I, Debray TP, Moons KG, Riley RD. Developing and validating risk prediction models in an individual participant data meta-analysis. BMC Med Res Methodol. 2014;14(3).
121. Sharma V, Ali I, Van Der Veer S, Martin G, Ainsworth J, Augustine T. Adoption of clinical risk prediction tools is limited by a lack of integration with electronic health records. BMJ Heal Care Inf. 2021;28(1):e100253.
122. Pylypchuk R, Wells S, Kerr A, Poppe K, Riddell T, Harwood M, et al. Cardiovascular disease risk prediction equations in 400 000 primary care patients in New Zealand: a derivation and validation study. Lancet [Internet]. 2018;391(10133):1897–907. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30664-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30664-0)

## 7 ARTIGOS

### 7.1 Artigo 1 – *Derivation and validation of a national multicenter mortality risk stratification model – the ExCare model: a study protocol*

Publicado em 2022, no Brazilian Journal of Anesthesiology, conforme referência abaixo:

“Passos SC, Stahlschmidt A, Blanco J, et al. Derivation and validation of a national multicenter mortality risk stratification model – the ExCare model: a study protocol. Braz J Anesthesiol. 2022;72(3):316-321. doi:10.1016/j.bjane.2021.07.003”

Brazilian Journal of Anesthesiology 2022;72(3):316–321



# Brazilian Journal of ANESTHESIOLOGY



## ORIGINAL INVESTIGATION

### Derivation and validation of a national multicenter mortality risk stratification model – the ExCare model: a study protocol



Sávio Cavalcante Passos <sup>a,\*</sup>, Adriene Stahlschmidt <sup>a</sup>, João Blanco <sup>b</sup>,  
Mariana Lunardi Spader <sup>b</sup>, Rodrigo Borges Brandão <sup>b</sup>,  
Stela Maris de Jesus Castro <sup>c</sup>, Claudia de Souza Gutierrez <sup>b</sup>,  
Paulo Corrêa da Silva Neto <sup>c</sup>, Luciana Paula Cadore Stefani <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brazil

<sup>b</sup> Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brazil

<sup>c</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brazil

Received 22 June 2020; accepted 3 July 2021

Available online 26 July 2021

#### KEYWORDS

Surgical procedures;  
Risk assessment;  
Hospital mortality;  
Validation studies;  
Mobile health  
application

#### Abstract

**Introduction:** Surgical care is essential for proper management of various diseases. However, it can result in unfavorable outcomes. In order to identify patients at higher risk of complications, several risk stratification models have been developed. Ideally, these tools should be simple, reproducible, accurate, and externally validated. Unfortunately, none of the best-known risk stratification instruments have been validated in Brazil. In this sense, the Ex-Care model was developed by retrospective data analysis of surgical patients in a major Brazilian university hospital. It consists of four independent predictors easily collected in the preoperative evaluation, showing high accuracy in predicting death within 30 days after surgery.

**Objectives:** To update and validate a Brazilian national-based model of postoperative death probability within 30 days based on the Ex-Care model. Also, to develop an application for smartphones that allows preoperative risk stratification by Ex-Care model.

**Methods:** Ten participating centers will collect retrospective data from digital databases. Variables age, American Society of Anesthesiologists (ASA) physical status, surgical severity (major or non-major) and nature (elective or urgent) will be evaluated as predictors for in-hospital mortality within 30 postoperative days, considered the primary outcome.

\* Corresponding author.

E-mail: [scpassos@hcpa.edu.br](mailto:scpassos@hcpa.edu.br) (S.C. Passos).

<https://doi.org/10.1016/j.bjane.2021.07.003>

© 2021 Published by Elsevier Editora Ltda. on behalf of Sociedade Brasileira de Anestesiologia. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Brazilian Journal of Anesthesiology 2022;72(3):316–321

**Expected results:** We believe that the Ex-Care model will present discriminative capacity similar to other classically used scores validated for surgical mortality prediction. Furthermore, the mobile application to be developed will provide a practical and easy-to-use tool to the professionals enrolled in perioperative care.

© 2021 Published by Elsevier Editora Ltda. on behalf of Sociedade Brasileira de Anestesiologia. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introduction

Surgical care is essential for proper management of several clinical conditions and the number of procedures performed over the years has been increasing in Brazil and worldwide.<sup>1,2</sup> However, it can lead to relevant negative outcomes. The global perioperative risk is multifactorial, depending on the interaction between anesthesia, patient's clinical status, surgical trauma, and hospital care. In high income countries, the risk of complications and postoperative morbidity is estimated at 3% to 17%.<sup>3,4</sup>

In this sense, perioperative risk stratification as part of safety and quality of care policies facilitates informed consent and assists professionals involved in the perioperative care to plan assistance.<sup>5</sup> Therefore, different assessment tools have been implemented to identify patients at high surgical risk. Most of these models, however, have been developed and validated in high income countries.<sup>6,7</sup>

In this scenario, our research group developed the SAMPE model. Derived from the analysis of 13,524 surgical patients at Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), it incorporates 4 variables easily collected in the preoperative period: age, American Society of Anesthesiologists physical status (ASA-PS) classification, nature of the procedure (urgency or elective) and surgical severity (major, intermediate, or minor). The resulting model showed good discriminative capacity for 30-day in-hospital mortality, but it still had some inconsistencies.<sup>8</sup> To correct these instabilities, we developed the Ex-Care model, evaluating a different sample of 17,791 patients at our institution. After statistical refinement, the Ex-Care model performed better than its predecessor<sup>9</sup> using the same predictors. Nevertheless, this result is validated for HCPA population, requiring an assessment of its accuracy in other national institutions.

Thus, considering the recent recommendations in perioperative care, which guide the creation of a national system to identify patients with a higher risk of post-surgical morbidity and mortality,<sup>10</sup> we aim to build a robust model based on data from patients operated in Brazil. Information regarding surgeries performed in hospitals in different regions of the country will be collected. The Ex-Care model will have its performance evaluated based on the data collected at participating centers. Thereafter, an update of the Ex-Care model will be built and validated. Finally, as previously done for Ex-Care (available on iOS platforms, <https://apps.apple.com/br/app/excare/id1515296910?l=en>, and Android, <https://play.google.com/store/apps/details?id=excare.model>), a mobile application for smartphones contemplating the data of the updated model will be developed.

## Methods

### Study design

Retrospective, multicenter, cohort study which aims to build a national preoperative risk model based on Ex-Care model of probability of postoperative death within 30 days, with hospital as a random effect. The updated Ex-Care model will be validated in a different sample from that of the derivation. The study will be conducted and reported according to Transparent Reporting of a multivariable prediction model for Individual Prognosis Or Diagnosis (TRIPOD) guidelines.<sup>11</sup>

### Source of data and participants

The study will be carried out in ten national reference hospitals located in different Brazilian regions and will be coordinated by the Anesthesia and Perioperative Medicine Service of HCPA – called the Executive Committee (EC). To analyze the performance of the Ex-Care model and to update it, all consecutive hospitalized patients who underwent procedures from January 1st, 2017 to April 30th, 2018 in the participating centers that meet the inclusion criteria will be enrolled. For its validation, another sample containing data from patients who underwent surgery from May 1st to December 31st, 2018 will be evaluated. All subjects above 16 years of age who are candidates for elective or emergency surgery will be considered eligible. Diagnostic procedures and those under sedation or local anesthesia will be excluded; in addition, if a patient was submitted to more than one surgical intervention during hospitalization, only the major one will be considered for outcome analysis. Liver, lung, and heart transplantation and patients diagnosed with brain death who were candidates for organ donation will be excluded.

### Outcome

In-hospital mortality within 30 days after surgery will be the primary outcome. Every patient included in both derivation and validation cohort will be followed until this period. Those who remain hospitalized after 30 days of surgery, or who are discharged before that period, will not be followed-up from that point on. All participating centers must have a digital database capable of determining the status of patients (hospital discharge, hospitalization, or death) on the 30th postoperative day.

S.C. Passos, A. Stahlschmidt, J. Blanco et al.

### Model Development

#### Selection of predictors for derivation cohort

When building surgical risk stratification instruments, variables related to patient's clinical condition and procedure to be performed must be considered. These variables can be measured at different times of perioperative care.<sup>12</sup> Ideally, a risk score should be simple, reproducible, objective, accurate, applicable to most surgeries (including emergency ones), and validated for all populations.<sup>7</sup> In the construction of the original SAMPE model, four variables with proven accuracy in existing perioperative risk models were considered: ASA-PS classification, age, surgical severity (minor, intermediate, and major), and nature (urgent or elective). The classification of surgical severity in three categories was carried out through the opinion of specialists and literature review, taking into account surgical time, magnitude of the trauma and predicted bleeding.<sup>13</sup> For its development, urgent surgical procedures were considered those in which there is risk of death and/or limb loss within 24 hours.

While building the SAMPE model, 13,524 patients were evaluated, a logistic regression model was adjusted for the four variables analyzed and all correlated significantly with in-hospital death within 30 days. C-statistic demonstrated excellent predictive capacity for probability of death within 30 days with area under receiver operating characteristic (AUROC) of 0.9137, a high-performance value. The Hosmer-Lemeshow statistic of 13.28 ( $p = 0.125$ ) in the derivation data set proved to be an acceptable calibration model. Subsequently, the model was validated with a new sample of 7254 patients, with a sensitivity of 86.4% and specificity of 81.4%. The c-statistic of the validation sample was 0.922.<sup>8</sup>

When evaluating SAMPE model statistics, however, there was no difference in the odds ratio (OR) of the variable surgical size for small and medium-sized procedures (OR 0.691; CI 0.467–1.022). Thus, this variable was adjusted unifying small and medium-sized surgeries into a single group, "non-major procedures". This adjustment did not show a good fit by the Hosmer-Lemeshow test and, from a later verification, it was noticed that the variable age did not meet the assumption of linearity, showing that the risk of death did not increase steadily throughout life. In order to deal with this lack of linearity, a new logistic regression model was adjusted using polynomial regression splines technique for the independent variable age. It consists of the inclusion of continuous exposure coded by using splines functions. The junction between two intervals is called "knot".<sup>15</sup> We have modeled age using splines with five knots to allow for non-linearity. The final tool developed was given the name Ex-Care model. It presented an AUROC of 0.926 (CI 0.91–0.93) for the derivation sample, with goodness-of-fit by the Hosmer-Lemeshow Test of 9.26 ( $p = 0.41$ ), indicating good calibration.<sup>9</sup> The update of the Ex-Care model at the national level will maintain the adopted statistical refinements and will have patients operated at hospitals in different country regions as a sample.

#### Sample size

A robust derivation model requires at least 100 events per candidate variable and a validation study requires at least 10 events.<sup>14,15</sup> Therefore, a minimum of 440 events were

**Table 1** Estimated sample size per participating center per year.

Participating centers	Estimated subjects (per center/ annually)
Hospital de Clínicas de Porto Alegre City: Porto Alegre - RS	6500
Hospital Ernesto Dornelles City: Porto Alegre - RS	4000
Hospital Tacchini City: Bento Gonçalves - RS	3500
Hospital Moinhos de Vento City: Porto Alegre - RS	3500
Hospital São Paulo City: São Paulo - SP	4000
Hospital São Carlos City: Fortaleza - CE	3500
Hospital Brasília City: Brasília - DF	3000
Campus de Botucatu Faculdade de Medicina UNESP - SP City: São Paulo - SP	4000
Instituto do Câncer do Estado de São Paulo City: São Paulo - SP	3500
Hospital Universitário Prof. João Cardoso Nascimento City: Aracajú - SE	3000

needed to achieve stable estimates from the regression model. Although there are regional differences, the mean mortality rate across all surgical procedures in Brazil was 1,6% in the period of 2008 to 2016,<sup>16</sup> requiring a minimum sample size of 27,500.

We aim to recruit as many hospitals as possible. Considering data from previous studies at HCPA that involved similar profile of participants and the same time interval, we believe that approximately 6500 patients/year will be enrolled at HCPA.<sup>8</sup> Furthermore, based on a survey carried out with the coordinating researchers from the other centers, we estimate to collect data from 77,000 patients (Table 1).

#### Data management

Participating centers will be asked to send a *query* to the EC reporting the following characteristics of each eligible patient: age, sex, medical record number, ASA-PS classification, surgery performed, nature of the procedure (elective or urgency/ emergency), date of surgery, date of discharge or death (if it occurs until before the 30th day), origin of the patient (public health system or private sector). *Queries* will be built by the Information Technology (IT) Services of each participating center. IT, using Structured Query Language (SQL), creates programs that interact with the relational database and generate information organized in rows and columns – for our purpose, a spreadsheet will be developed in Microsoft Excel. In order to ensure data confidentiality, patients name will not be recorded. Additionally, the database will be shared on a drive exclusively available

**Table 2** Color-coded risk classification based on the probability of death within 30 days.

Risk class	Predicted mortality within 30 days
Class I	< 2%
Class II	≥ 2 to < 5%
Class III	≥ 5 to < 10%
Class IV	≥ 10%

for the project researchers. Each participating center has a coordinator responsible for adequate data collection at the institution. EC will be responsible for calculating the risk of death in 30 days based on the Ex-Care model. Following stratification, patients will be divided into 4 classes of probability of death within 30 days (Table 2).

This risk stratification will be compared with the clinical evolution of the patients, with mortality within 30 days after surgery as primary outcome to be analyzed. The full data collection and record linkage strategy are depicted in Figure 1.

#### Missing data

Most prediction models, including those based on logistic regression, are not able to deal with missing data, requiring care when developing, validating, and implementing.<sup>11</sup> In order to reduce this inconvenience, we chose to only select centers that have electronic medical records and in which all the predictors necessary for the calculation of surgical risk by the Ex-Care model are routinely registered in clinical practice. Missing data will be handled in complete-case analysis.

#### Statistical analysis methods

Categorical data will be summarized in absolute and relative frequencies. Continuous data will be presented as mean and confidence interval (95%). Each patient will have their probability of death quantified using the Ex-Care model for temporal validation. Logistic regression model adjusted for the independent predictors of Ex-Care model (age, ASA-PS score, surgical severity, and nature of the procedure) will assess the association with primary endpoint mortality within 30 days; the magnitude with which each variable is related to the outcome will be demonstrated with *odds ratios* and 95% confidence intervals. In this model, the linearity assessment of the age predictor will be performed using splines.<sup>17</sup>

Model calibration will be evaluated by plotting the proportion of expected events and the predicted probabilities for the defined risk groups. The Hosmer-Lemeshow test will be used to establish this calibration, comparing the expected and observed number of deaths by group risk and performing the AUROC measurement for discrimination. AUROC represents the overall accuracy or performance of the test, as it takes into account all sensitivity and specificity values for each variable value.

For Ex-Care model update, a mixed logistic regression model with random effect for hospitals will be adjusted, aiming to control the heterogeneity among different centers. This will consist of the same independent predictors previously mentioned and will be validated in another sample (patients operated from May to December, 2018), using

the methods above described. All analysis will be performed using the R-3.5.1 and SAS, version 9.4 programs.

#### Discussion

Perioperative risk stratification is a fundamental principle of care for surgical patients. Adopting an easy-to-use tool in the preoperative period for different specialties and capable of identifying patients most likely to have complications is part of the risk management strategy to be implemented by hospitals worldwide. In theory, the concept that high-risk patients need more care seems clear and easy to understand; in daily practice, however, there is a systematic failure in the individual clinical judgment of physicians to identify and manage these patients.<sup>18</sup>

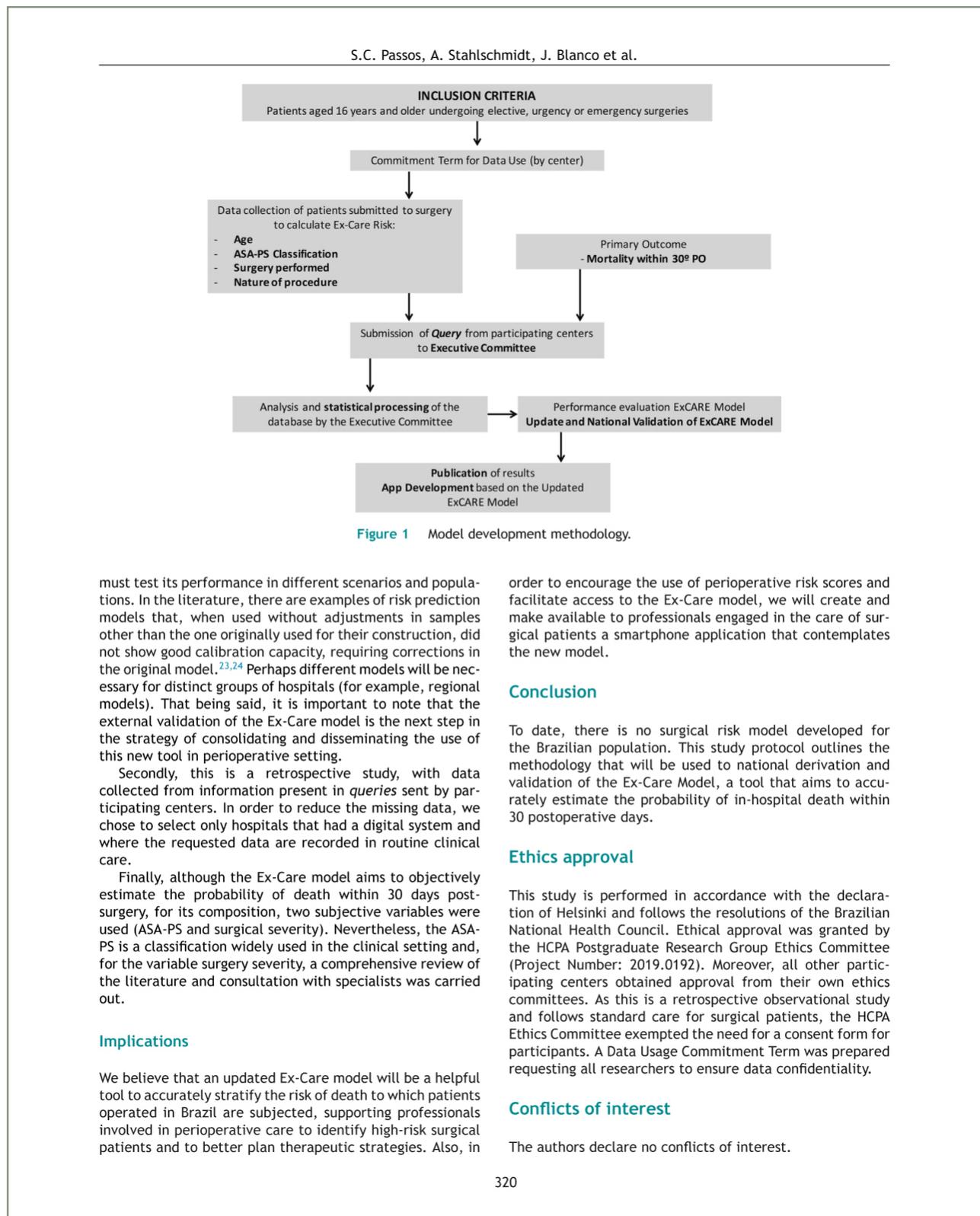
In an ideal scenario, every patient who undergoes a procedure should have their surgical risk predicted in the preoperative period. The use of surgical risk models, in addition to assisting decision-making by health professionals, facilitates dialogue with patients and family members, as well as allows monitoring and comparison of outcomes between centers.

Finally, in view of the great heterogeneity between surgical mortality rates among countries, it is not viable to generalize parameters validated for specific populations to all centers. Furthermore, when assessing the socioeconomic, cultural, and health service structure between developed and developing countries, the difference in outcomes becomes evident.<sup>1,18,19</sup> In a cohort published in 2016 for elective surgeries, similar mortality rates were evidenced when comparing high-income to middle- and low-income countries. However, patients operated in high-income countries were older, had more comorbidities and, once developed complications, were better treated, as determined by a minor failure to rescue rate.<sup>20</sup> When evaluating non-elective surgeries, outcome differences become more evident.<sup>21</sup> Hence, creating a risk model developed and validated for the Brazilian reality must take priority.

In order to fill this gap, based on the Ex-Care model, the update proposed by this protocol, through the use of an application to be developed, will provide an easy-to-use digital tool, with the possibility of interactive improvements, capable of incorporate a robust surgical risk prediction score, validated in a Brazilian surgical sample. It is important to highlight that when using the application to calculate the risk by the Ex-Care model the professional will have, in addition to stratification in the classes described (Table 2), the percentage value of the individual probability of in-hospital death within 30 days.

#### Limitations

Although the Ex-Care model has been validated with good accuracy in the population assisted by Hospital de Clínicas de Porto Alegre, we cannot assertively guarantee that it will have the same performance at national level. Brazil is a country of continental dimensions with great socioeconomic disparity and availability of resources among its regions.<sup>16,22</sup> This feature may make it difficult to create a single model representative of the assistance provided throughout its territory. In fact, before applying it more widely in Brazil, we



### Acknowledgements

We gratefully acknowledge financial support from the Postgraduate Program in Medical Sciences at the Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS).

### References

1. Yu PC, Calderaro D, Gualandro DM, et al. Non-cardiac surgery in developing countries: epidemiological aspects and economical opportunities — the case of Brazil. *PLoS One*. 2010;5:e10607.
2. Weiser TG, Haynes AB, Molina G, et al. Size and distribution of the global volume of surgery in 2012. *Bull World Heal Organ*. 2016;94:201F–9F.
3. Kable AK, Gibberd RW, Spigelman AD. Adverse events in surgical patients in Australia. *Int J Qual Heal Care*. 2002;14:269–76.
4. Grocott MPW, Browne JP, Van der Meulen J, et al. The Postoperative Morbidity Survey was validated and used to describe morbidity after major surgery. *J Clin Epidemiol*. 2007;60:919–28.
5. Liao L, Mark DB. Clinical prediction models: are we building better mousetraps? *J Am Coll Cardiol*. 2003;42:851–3.
6. Minto G, Biccari B. Assessment of the high-risk perioperative patient. *Contin Educ Anaesthesia, Crit Care Pain*. 2014;14:12–7.
7. Shah N, Hamilton M. Clinical review: can we predict which patients are at risk of complications following surgery? *Crit Care*. 2013;17:226.
8. Stefani L, Gutierrez C, Castro S, et al. Derivation and validation of a preoperative risk model for postoperative mortality (SAMPE model): an approach to care stratification. *PLoS One*. 2017;12:e0187122.
9. Gutierrez CS, Passos SC, Castro SMJ, et al. Few and feasible preoperative variables can identify high-risk surgical patients: derivation and validation of the Ex-Care risk model. *Br J Anaesth*. 2021;126:525–32.
10. Duceppe E, Parlow J, MacDonald P, et al. Canadian Cardiovascular Society guidelines on perioperative cardiac risk assessment and management for patients who undergo noncardiac surgery. *Can J Cardiol*. 2017;33:17–32.
11. Collins GS, Reitsma JB, Altman DG, et al. Transparent reporting of a multivariable prediction model for individual prognosis or diagnosis (TRIPOD): the TRIPOD statement. *BMJ*. 2015;350:g7594.
12. Moonesinghe S, Mythen M, Das P, et al. Risk stratification tools for predicting morbidity and mortality in adult patients undergoing major surgery: qualitative systematic review. *Anesthesiology*. 2013;119:959–81.
13. Glance LG, Lustik SJ, Hannan EL, et al. The surgical mortality probability model. *Ann Surg*. 2012;255:696–702.
14. Steyerberg EW, Vickers AJ, Cook NR, et al. Assessing the performance of prediction models: a framework for traditional and novel measures. *Epidemiology*. 2010;21:128–38.
15. Steyerberg EW, Vergouwe Y. Towards better clinical prediction models: seven steps for development and an ABCD for validation. *Eur Hear J*. 2014;35:1925–31.
16. Covre ER, De Melo WA, Tostes MFDP, et al. Trend of hospitalizations and mortality from surgical causes in Brazil, 2008 to 2016. *Rev Col Bras Cir*. 2019;46:e1979.
17. Desquilbet L, Mariotti F. Dose-response analyses using restricted cubic spline functions in public health research. *Stat Med*. 2010;29:1037–57.
18. Pearse RM, Moreno RP, Bauer P, et al. Mortality after surgery in Europe: a 7 day cohort study. *Lancet*. 2011;380:1059–65.
19. Bainbridge D, Martin J, Arango M, et al. Perioperative and anaesthetic-related mortality in developed and developing countries: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*. 2012;380:1075–81.
20. International Surgical Outcomes Study group. Global patient outcomes after elective surgery: prospective cohort study in 27 low-, middle- and high-income countries. *Br J Anaesth*. 2016;117:601–9.
21. Collaborative G. Mortality of emergency abdominal surgery in high-, middle- and low-income countries. *Br J Surg*. 2016;103:971–88.
22. Massenburg BB, Saluja S, Jenny HE, et al. Assessing the Brazilian surgical system with six surgical indicators: a descriptive and modelling study. *BMJ Glob Health*. 2017;2:e000226.
23. Protopapa KL, Simpson JC, Smith NCE, et al. Development and validation of the Surgical Outcome Risk Tool (SORT). *Br J Surg*. 2014;101:1774–83.
24. Campbell D, Boyle L, Hider P, et al. National risk prediction model for perioperative mortality in non-cardiac surgery. *Br J Surg*. 2019;106:1549–57.

## ***7.2 Artigo 2 – Development and validation of the Ex-Care BR model - a multicentre initiative to identify the high-risk surgical patients in Brazil***

Submetido ao British Journal of Anaesthesiology, no dia 27 de setembro de 2023.

**British Journal of Anaesthesia**  
**Development and validation of the Ex-Care BR model - a multicentre initiative to  
identify the high-risk surgical patients in Brazil**  
--Manuscript Draft--

<b>Manuscript Number:</b>	BJA-D-23-01510
<b>Full Title:</b>	Development and validation of the Ex-Care BR model - a multicentre initiative to identify the high-risk surgical patients in Brazil
<b>Article Type:</b>	Clinical Investigation
<b>Keywords:</b>	Keywords: mortality; perioperative death; postoperative outcome; risk assessment; risk factors; prediction model
<b>Corresponding Author:</b>	Luciana Cadore Stefani, M.D., Ph.D, Federal University of Rio Grande do Sul Porto Alegre, RS BRAZIL
<b>Corresponding Author Secondary Information:</b>	
<b>Corresponding Author's Institution:</b>	Federal University of Rio Grande do Sul
<b>Corresponding Author's Secondary Institution:</b>	
<b>First Author:</b>	Sávio Cavalcante Passos, MD
<b>First Author Secondary Information:</b>	
<b>Order of Authors:</b>	Sávio Cavalcante Passos, MD Stela M Jesus Castro, PhD Adriene Stahlschmidt Paulo Correa da Silva Neto Paulo José Irigon Pereira Plínio da Cunha Leal Maristela Bueno Lopes Luiz Fernando dos Reis Falcão, PhD Vera Lúcia Fernandes Azevedo Eric Benedet Lineburger Florentino Fernandes Mendes, PhD Ramon Magalhães Vilela Liana Maria Tôrres de Araújo Azi, PhD Fabrício Dias Antunes Leandro Gobbo Braz, PhD Luciana Cadore Stefani, M.D., Ph.D,
<b>Order of Authors Secondary Information:</b>	
<b>Abstract:</b>	<b>ABSTRACT</b> <b>BACKGROUND :</b> The understanding of patients' risk is critical to support surgical quality improvement programs. Identifying high-risk surgical patients is particularly important in unequal surgical systems where the rational use of Health resources impacts in outcomes. This study aimed to build a comprehensive risk model for postoperative mortality (Ex-Care BR Model) based on data from patients operated in different Brazilian regions. <b>METHODS :</b> A multicentre retrospective cohort study was conducted in ten Brazilian

*Powered by Editorial Manager® and ProduXion Manager® from Aries Systems Corporation*

7 ARTIGOS

	<p>hospitals. Data were analyzed using multilevel logistic regression models. Model performance was assessed using the area under the receiver operating characteristic curve (AUROC), Brier score and calibration plots.</p> <p><b>RESULTS:</b> A total of 107 372 patients were included. The 30-day mortality rate was 2.1% (n = 2261). Derivation (n = 75 094) and validation (n = 32 278) cohorts were randomly assigned. The final risk model was composed of four predictors related to the patient and surgery (American Society of Anesthesiologists Physical Status classification, age, surgical nature, and severity), and to the random effect related to hospitals. The model showed excellent discrimination (AUROC = 0.93, 95% CI 0.93-0.94), calibration, and overall performance (Brier score = 0.017) in the derivation cohort. Similar results were observed in the validation cohort (AUROC = 0.93, 95% CI 0.92-0.93). <b>CONCLUSIONS:</b> The Ex-Care BR model proved valuable in identifying high-risk surgical patients. It could be a template to help the decision-making process in low-resource scenarios. Future studies are essential to define perioperative care standards, including the role of risk models in improving assistance.</p>
<b>Suggested Reviewers:</b>	<p>Carol J Peden University of Southern California carol.peden@med.usc.edu</p> <p>Ramani Moonesinghe University College London ramani.moonesinghe@ucl.ac.uk</p>
<b>Opposed Reviewers:</b>	
<b>Additional Information:</b>	
<b>Question</b>	<b>Response</b>
Date of trial registration (if applicable)	
Date trial initiated (if applicable)	
Date first subject enrolled (if applicable)	

Powered by Editorial Manager® and ProduXion Manager® from Aries Systems Corporation

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

# 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda que a mortalidade cirúrgica tenha reduzido ao longo dos anos, ela permanece sendo um desafio para os sistemas de saúde. Esta realidade é ainda mais evidente para os países não desenvolvidos, que têm de solucionar a difícil equação de envelhecimento da população, aumento da demanda por cirurgias, encarecimento da medicina e necessidade de melhoria de desfechos, em um cenário de recursos limitados.

Para auxiliar na resolução dessa questão, na presente tese enfatizamos a avaliação do risco perioperatório no ambiente do sistema de saúde brasileiro. Para tal, desenvolvemos uma ferramenta de estratificação de risco cirúrgico, o modelo Ex-Care BR. Ao sinalizar precocemente quem são os indivíduos de maior risco cirúrgico, este será útil para triagem e direcionamento dos pacientes que mais se beneficiarão de estratégias de cuidado mais intensivas e personalizadas.

Fruto de projeto que contou com a participação de dez instituições de saúde e dezenas de profissionais, este é o primeiro modelo de risco desenvolvido no Brasil utilizando base de dados multicêntrica. Constituído por quatro preditores relacionados ao paciente e à cirurgia facilmente coletados no pré-operatório, além do ajuste relacionado ao nível de cuidado hospitalar, o Ex-Care BR demonstrou ótima capacidade de discriminação e calibração, configurando ferramenta eficaz para identificação dos pacientes mais vulneráveis. Ressaltamos que ao incorporar aspectos relacionados a estrutura e organização dos hospitais, o novo modelo inova ao identificar o impacto que a estrutura hospitalar e a qualidade do atendimento prestado nas instituições têm nos resultados pós-cirúrgicos.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Contudo, reconhecemos que cautela deve ser adotada quando do uso de ferramentas de estratificação de risco no cotidiano. Primeiro: posto que particularidades na assistência prestada influenciam nos desfechos pós-cirúrgicos, não se pode garantir que o modelo Ex-Care BR seja acurado para toda realidade nacional. Segundo: modelos de risco não devem ser utilizados de forma isolada para a tomada de decisão; em verdade, configuram ferramentas auxiliares para os profissionais, configurando parte importante da avaliação do risco cirúrgico. Terceiro: a simples documentação do risco cirúrgico não altera desfecho; o objetivo de se identificar os pacientes de mais alto risco é proporcionar tempo e recursos para que esses indivíduos sejam melhor atendidos, inclusive através da adoção de programas de melhoria de qualidade personalizados.

Por fim, com a maior divulgação, através de artigos científicos e recomendações de consensos de avaliação pré-operatória, dos benefícios nos desfechos pós-operatórios que os modelos de risco podem proporcionar, bem como via desenvolvimento de estratégias que facilitem seu uso na prática clínica (criação de aplicativos e/ou integração dos modelos com os prontuários eletrônicos), acreditamos que uma mudança de cultura possa acontecer, fazendo com que esses instrumentos de predição possam vir a ser cada vez utilizados no cenário perioperatório nacional.

Além dos artigos produzidos expostos na sessão anterior, destacamos os seguintes produtos desta tese:

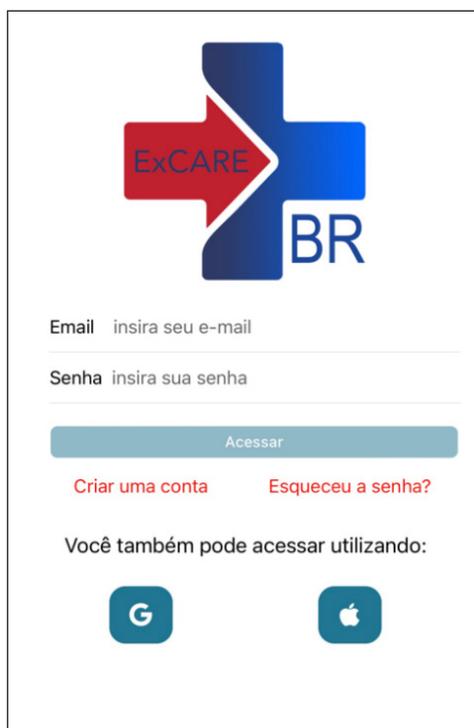
1. Desenvolvimento de aplicativo para smartphones que viabiliza o uso do Ex-Care BR na prática clínica diária. Disponibilizado gratuitamente em línguas inglesa e portuguesa, uma vez realizado cadastro no primeiro acesso, o usuário poderá personalizar a ferramenta para uso em mais de uma instituição, para tal responderá questionário com cinco perguntas. Concluída essa etapa, para aferição do risco, deve preencher os quatro campos referentes aos preditores clínico-cirúrgicos. O aplicativo permite ainda que o usuário armazene as informações das cirurgias que realizou, criando um portfólio pessoal. Há também a opção de fazer observações em campo aberto para cada caso (Figura 8). Até o momento da redação desta tese, o aplicativo conta com 304 downloads, sendo 137 via plataforma iOS e 167 via Android. O registro da propriedade intelectual do aplicativo junto ao Núcleo de Inovação e Tecnologia do HCPA encontra-se em andamento;
2. Apresentações em congressos nacionais e internacionais e prêmios recebidos pelo grupo. Destaque para a premiação recebida por ocasião da 33ª Jornada de Anestesiologia do Rio Grande do Sul, realizada em 2023: melhor pôster comentado;
3. A partir das informações coletadas para a confecção dos bancos de dados e análise de seus

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

resultados, quatro Trabalhos de Conclusão de Curso de Programa de Residência Médica em Anestesiologia foram desenvolvidos, sendo dois no Hospital de Clínicas de Porto Alegre, um no Hospital Professor Edgar Santos da Universidade Federal da Bahia e um no Hospital das Clínicas de Botucatu da Universidade Estadual de São Paulo;

4. Criação e consolidação de parcerias nacionais. A rede de pesquisa colaborativa estabelecida no presente estudo continuará a desenvolver trabalhos conjuntos, objetivando impulsionar o conhecimento em medicina perioperatória em nosso país e gerar informações que norteiem investimentos em pesquisas e programas de saúde pública focadas no cuidado cirúrgico.

**Figura 8.** Captura de tela aplicativo modelo Ex-Care BR

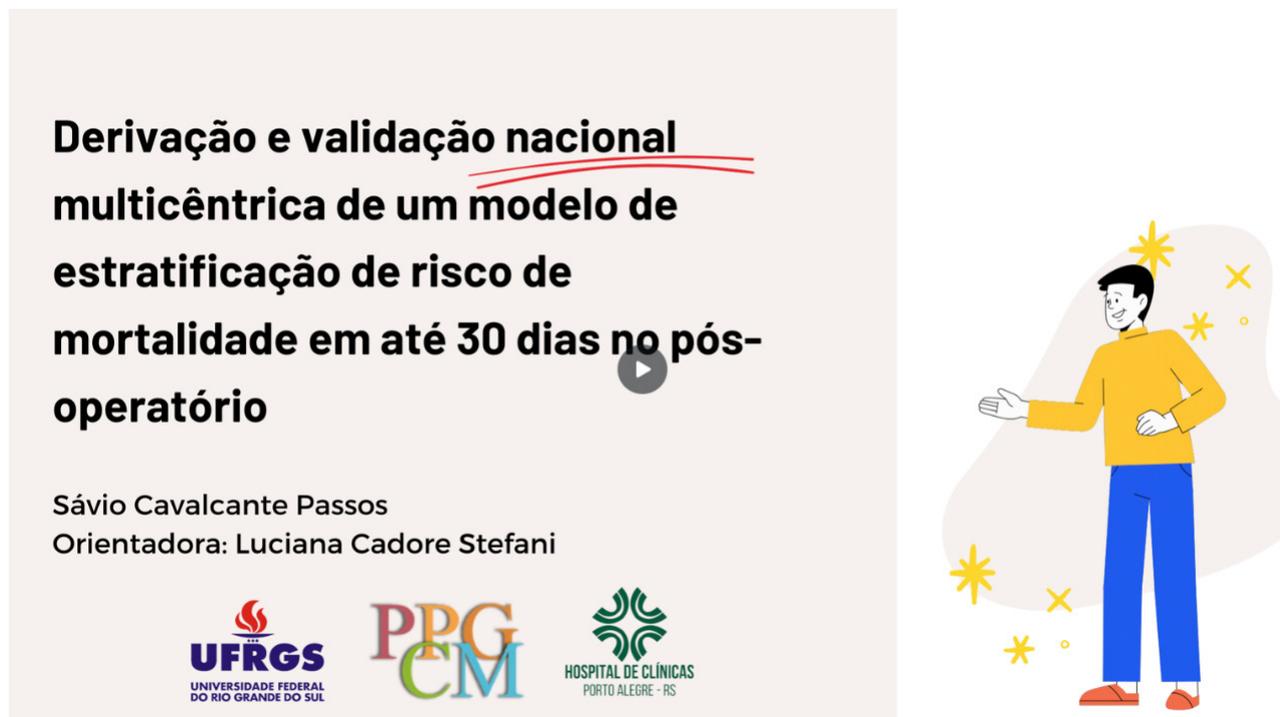


*Fonte: Elaborado pelo autor.*

Os principais resultados apresentados nessa tese foram expostos em vídeo criado com objetivo de divulgar essa iniciativa e facilitar a inserção e compreensão da pesquisa pela sociedade civil (Figura 9). Esta medida se insere no conceito de medicina translacional, que visa utilizar o conhecimento gerado pela ciência para a resolução de problemas médicos cotidianos, sendo uma das pautas apoiadas pelo PPGCM da UFRGS.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

**Figura 9.** Vídeo de divulgação do projeto veiculado nas mídias sociais



Fonte: elaborado pelo autor.

Por fim, os autores agradecem a Unidade de Bioestatística do Grupo de Pesquisa de Pós-Graduação do Hospital de Clínicas de Porto Alegre e o Núcleo de Inovação e Tecnologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre pelas assessorias técnicas prestadas. Este projeto foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul – FAPERGS – PPSUS (Secretaria de Saúde do Estado do Rio Grande do Sul – SES-RS. Ministério da Saúde – MS – Departamento de Ciência e Tecnologia da Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação e Insumos Estratégicos em Saúde – Decit/SCTIE/MS e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq) e pelo Fundo de Incentivo à Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre.

## 9 PERSPECTIVAS FUTURAS

# 9 PERPECTIVAS FUTURAS

O bom desempenho do modelo Ex-Care BR em prever o risco cirúrgico dos pacientes operados em hospitais brasileiros, associado ao sucesso do modelo precursor como parte de uma linha de cuidado em nossa instituição, leva-nos a crer que a nova ferramenta também pode ser utilizada com essa finalidade. Para tal, em proposta já apresentada por aluna do nosso grupo de pesquisa em seu Exame Geral de Qualificação (EGQ), será desenvolvido um estudo de quase experimento multicêntrico, no qual a efetividade clínica do protocolo CEPAR em pacientes cirúrgicos de alto risco não admitidos em unidades de terapia intensiva será analisada, através de comparação antes e depois. Este projeto terá como centros participantes cinco instituições parceiras envolvidas na construção do modelo Ex-Care BR, sob coordenação do HCPA. Como ideia inicial, a linha de assistência adotada compreenderá cinco ações principais a serem executadas nas primeiras 48 horas de pós-operatório, a citar: identificação e comunicação do risco cirúrgico, realizada através do modelo Ex-Care BR; checklist pormenorizado para alta da unidade de recuperação pós-anestésica; admissão imediata pela enfermagem nas unidades de internação; intensificação da monitorização dos sinais vitais; maior participação das equipes médicas na assistência. O desfecho primário será composto por mortalidade em 30 dias e complicações pós-operatórias em 7 dias. A partir desse estudo, objetivamos ampliar o uso do CEPAR para outras instituições e avaliar seu impacto nos resultados perioperatórios desses centros. Entendemos que esse estudo necessita do estabelecimento de parceiros de pesquisa, financiamento e apoio do governo federal. Dessa forma, associado aos resultados apresentados na publicação original do CEPAR (13), a presente tese servirá como embasamento teórico para a busca por recursos em editais de fomento à pesquisa.

## 9 PERSPECTIVAS FUTURAS

Além disso, quando da análise dos desfechos cirúrgicos, após correção por fatores relacionados ao paciente e à cirurgia, observamos grande variabilidade na mortalidade entre os centros participantes, este achado reflete o impacto que o cuidado prestado nos hospitais tem nos resultados pós-cirúrgicos. Do exposto, a presente tese servirá como ponto de partida para projetos de pesquisa que buscam complementar os achados e analisar mais profundamente as causas das diferenças de desfechos entre os hospitais.

Para tal, a “Avaliação de fatores estruturais e de processos de cuidado associados a qualidade assistencial em diferentes hospitais do Brasil” será o tema da tese de aluna de doutorado do PPG-CM. Esse estudo buscará detalhar e melhor compreender a estrutura e os processos assistenciais associados à qualidade da assistência ao paciente cirúrgico no Brasil, bem como avaliar seu impacto na variabilidade da mortalidade pós-operatória em nosso país. Utilizando-se de métodos mistos, o projeto será desenvolvido em 4 fases, a citar: 1a fase: análise descritiva da mortalidade pós-operatória na coorte dos 10 hospitais participantes; 2a fase: realização de um consenso para identificação de variáveis de estrutura e de processos que impactam na qualidade da assistência hospitalar aos pacientes cirúrgicos no Brasil; 3a fase: análise qualitativa do caminho do paciente cirúrgico submetido a cirurgias abdominais abertas, eletivas, de grande porte em diferentes hospitais do Brasil; 4a fase: avaliar se variáveis de estrutura e processos de cuidado são independentemente associadas a mortalidade pós-operatória em diferentes hospitais do Brasil.

Ainda objetivando reconhecer os determinantes para desfechos cirúrgicos, abordaremos o impacto da vulnerabilidade socioeconômica na mortalidade pós-operatória. Para isso, a avaliação da relação do índice de deprivação socioeconômica e desfechos cirúrgicos será explorada como dissertação de mestrado de aluno integrante do nosso grupo de pesquisa.

Ademais, quando da análise da mortalidade cirúrgica por grupo de procedimentos em nosso banco de dados, verificamos que laparotomia exploradora foi a cirurgia com piores resultados, apresentando mortalidade intra-hospitalar em 30 dias próxima a 20%. Almejando melhor compreender os determinantes para esses desfechos em nosso país, defendi no EGQ o projeto “Avaliação de desfechos após laparotomia exploradora no Brasil: um estudo de coorte”. Trata-se de um estudo de coorte prospectivo, multicêntrico, que, além de melhor avaliar os desfechos pós-cirúrgicos dos pacientes submetidos a laparotomia exploradora no Brasil, buscará identificar a influência que fatores relacionados à condição clínica do paciente, ao manejo perioperatório, à cirurgia realizada e aos aspectos sociais tem para a ocorrência de complicações após o procedimento. O desfecho primário será mortalidade intra-hospitalar em até 30 dias. Avaliaremos também a taxa de complicações pós-operatória em 7 dias, a taxa de failure to rescue em 30 dias e a mortalidade intra-hospitalar em 90

## 9 PERSPECTIVAS FUTURAS

dias. A partir desse estudo, reconheceremos melhor o perfil dos pacientes submetidos a LE no Brasil e os fatores que se associam à maior morbimortalidade, fornecendo substrato teórico que auxiliará no desenvolvimento e implementação de protocolos assistenciais voltados para esse procedimento de elevada morbidade.

Por fim, reconhecemos a necessidade de validação externa do Ex-Care BR em outras instituições brasileiras, bem como validação temporal, objetivando capturar mudanças de desfechos decorrentes dos avanços e mudanças de conduta na medicina perioperatória.

# 10 APÊNDICES

## Apêndice A – Carta Convite participação estudo

### Carta Convite

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

Prezada \_\_\_\_\_,

O \_\_\_\_\_, tendo o senhor como pesquisador responsável, está sendo convidado a participar do estudo **“Derivação e Validação Nacional da Acurácia do Modelo SAMPE de Risco Pré-operatório para mortalidade no pós-operatório: uma abordagem para a estratificação de risco”**.

O presente projeto terá coordenação do Serviço de Anestesia e Medicina Perioperatório do Hospital de Clínicas de Porto Alegre e objetiva construir um modelo de probabilidade de morte pós-operatória em até 30 dias, baseado no Modelo Ex-Care de Risco Pré-Operatório, tendo a população brasileira como objeto de estudo.

Acreditamos que o \_\_\_\_\_, renomada instituição em sua região, contribuirá grandemente para a construção e validação desse modelo de risco pré-operatório.

A fim de melhor informá-los sobre a importância e metodologia deste projeto, enviaremos em anexo o protocolo do estudo com as informações detalhadas para a participação no estudo. Certos de que essa iniciativa será de grande importância para o avanço da medicina perioperatória brasileira, contamos com a participação do Sr(a).

Cordialmente,

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Luciana Paula Cadore Stefani**  
Departamento de Cirurgia – FAMED – UFRGS  
Serviço de Anestesia e Medicina Perioperatória – SAMPE  
Hospital de Clínicas de Porto Alegre – HCPA

## Apêndice B – Carta modelo de solicitação das variáveis para confecção banco de dados

**Projeto: Derivação e Validação Nacional da Acurácia do Modelo SAMPE de Risco Pré-operatório para mortalidade no pós-operatório: uma abordagem para a estratificação de risco (CAAE 04448118.4.1001.5327)**

Prezado Srs. Pesquisadores,

É com grande satisfação que recebemos a notícia de aprovação do nosso projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa de sua instituição. Parabéns!

Concluída essa etapa, procederemos à coleta dados para o desenvolvimento do modelo, esta deve ser solicitada, via *Query (BUSCA)*, ao Serviço de Tecnologia da Informação (TI) de suas instituições. A *Query* deve contemplar os seguintes filtros:

### DADOS PARA FAZER O MODELO COM DESFECHO ÓBITO- DADOS ESSENCIAIS

- Prontuário ou identificador; número do aviso cirurgia
- Idade em anos
- Sexo
- ASA (1, 2, 3, 4 ou 5)
- atureza do procedimento (eletivo X urgência/emergência)
- Nome da cirurgia
- **Desfecho em até 30 dias (alta hospitalar X óbito até 30 dias após a cirurgia) – MUITO IMPORTANTE**
- Data da cirurgia
- Data da alta ou óbito
- Convênio do paciente (setor privado X SUS)

### DADOS ADICIONAIS QUE PODEREMOS USAR PARA AVALIAR DESFECHO SECUNDARIO: ADMISSAO NÃO PLANEJADA EM CTI

- Data e hora entrada Sala de recuperação
- Unidade do pós-operatório imediato (se é leito de unidade de recuperação ou leito de UTI)
- Data e hora admissão na UTI, (para identificar admissão não planejada na UTI após período no leito de internação comum)
- Data e hora saída UTI,
- Reintervenção cirúrgica em até 30 dias (0: não; 1: sim)

## 10 APÊNDICES

### DADOS ADICIONAIS UTEIS

- Especialidade cirúrgica,
- Código SIGTAP de cada procedimento OU código tabela CBHPM / TUSS
- Origem paciente (cidade, CEP)
- Escolaridade dos pacientes

*Obs: caso o paciente permaneça internado por mais de 30 dias, consideraremos que não houve o desfecho morte*

Ressaltamos que coletaremos dados **apenas pacientes a partir de 16 anos**, excluídos procedimentos diagnósticos como endoscopia ou cateterismo, bem como transplantes hepático e cardíaco. Doadores de órgãos também não devem ser incluídos.

Esta *Query* deve abranger as cirurgias realizadas no bloco cirúrgico no período **01/01/2017** a **31/12/2018**. Abaixo ilustramos o modelo de *Query* enviado pelo Serviço de TI do HCPA, após nossa solicitação.

Com estes dados em mãos, os Sr(s) podem enviar e-mail para o Comitê Executivo (abaixo), a fim de que possamos proceder à análise do banco de dados e ao refinamento estatístico.

Contato: [lpstefani@hcpa.edu.br](mailto:lpstefani@hcpa.edu.br) ou [scpassos@hcpa.edu.br](mailto:scpassos@hcpa.edu.br)

Mais uma vez agradecemos o empenho de todos em participar deste projeto e **nos colocamos à disposição para conversar com o seu setor de informática**, realizar vídeo-conferências ou outra forma de contato que acharem pertinente.

Cordialmente,

**Prof.<sup>a</sup> Luciana P. Cadore Stefani**

Departamento de Cirurgia – FAMED – UFRGS

Serviço de Anestesia e Medicina Perioperatória – SAMPE

Fone: (51) 3359-8226 / (51) 99943 4818

E mail: [lpstefani@hcpa.edu.br](mailto:lpstefani@hcpa.edu.br)

**Dr. Savio Cavalcante Passos**

Doutorando PPG Ciências Médicas UFRGS

Fone: (51) 99659-5659

E mail: [scpassos@hcpa.edu.br](mailto:scpassos@hcpa.edu.br)

## Apêndice C – Termo de Compromisso para Utilização de Dados

### Termo de Compromisso para Utilização de Dados

#### Título do Projeto

**Derivação e Validação nacional multicêntrica de um Modelo de Estratificação de Risco de mortalidade em até 30 dias no pós-operatório**

O presente protocolo segue as condições da resolução 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Este projeto foi submetido à apreciação pelo CEP do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), centro coordenador do estudo, obtendo sua aprovação. Ainda assim, cada centro participante deve solicitar aprovação do projeto pelo CEP de sua instituição.

Por se tratar de um estudo observacional, retrospectivo e inserido no fluxo de cuidados usuais aos pacientes, solicitamos dispensa da aplicação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aos participantes, nos hospitais participantes do estudo – inclusive o HCPA.

Ressalte-se que os pesquisadores do presente projeto se comprometem a preservar a privacidade dos pacientes cujos dados serão coletados em prontuários e bases de dados dessas instituições. Concordam, igualmente, que estas informações serão utilizadas única e exclusivamente para execução do presente projeto. Ademais, as informações somente poderão ser divulgadas de forma anônima.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

Nome dos Pesquisadores	Assinatura
Colocar nome do Pesquisador Responsável	

## Apêndice D – Infográficos para divulgação do projeto

**Ex-Care**  
MODELO NACIONAL

**Quero Participar! Como Fazer?**

O Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) coordena a iniciativa para criação do **Modelo Nacional de Risco Cirúrgico**, seguindo a linha desenvolvida por Stefani et al.

Confira mais sobre a última publicação em: [https://bjnaesthesia.org/article/S0007-0912\(20\)30794-7/fulltext](https://bjnaesthesia.org/article/S0007-0912(20)30794-7/fulltext)

**Passo a passo para juntar-se a nós nesse projeto**

- 1 Informar Pesquisadores HCPA**  
Profa. Luciana Cadore Stefani - [ljstefani@hcpa.edu.br](mailto:ljstefani@hcpa.edu.br)  
Dr. Sávio Cavalcante Passos - [scpassos@hcpa.edu.br](mailto:scpassos@hcpa.edu.br)
- 2 Inclusão Centro Participante na Plataforma Brasil**  
1 pesquisador local responsável  
Informar CPF do pesquisador e CNPJ da instituição
- 3 Aprovação nos Comitês de Ética em Pesquisa (CEP)**  
1º CEP HCPA  
2º CEP da Instituição
- 4 Coleta de Dados - 24 meses contínuos**  
Período: 2017 a março/2020 (pré-pandemia)  
Necessidade de prontuário eletrônico  
Coleta via Query ao serviço de TI\*
- 5 Dados OBRIGATORIOS**  
Paciente: idade, sexo, ASA, prontuário, convênio (SUS x suplementar)  
Cirurgia: nome, código CDR-PPM/SIGTAP, eletiva x urgência, data  
Desfecho: alta/óbito/segue internado - em 30 dias
- 6 Dados SUPLEMENTARES**  
Paciente: escolaridade, origem (cidade, CEP)  
Cirurgia: especialidade, reintervenção  
Internação: unidade internação PO (URPA ou UTI), UTI não planejada

\* Caso não haja a disponibilidade de todos os dados informatizados (por exemplo, classificação ASA), há a possibilidade de coleta manual. Nesses casos, os pesquisadores podem ser requisitados a enviar cópias da ficha de anamnese para conferência por amostragem dos dados inseridos.

**Ex-Care**  
MODELO NACIONAL

**Quero Participar! Como Fazer?**

O Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) coordena a iniciativa para criação do **Modelo Nacional de Risco Cirúrgico**, seguindo a linha desenvolvida por Stefani et al.

Confira mais sobre a última publicação em: [https://bjnaesthesia.org/article/S0007-0912\(20\)30794-7/fulltext](https://bjnaesthesia.org/article/S0007-0912(20)30794-7/fulltext)

**Passo a passo para juntar-se a nós nesse projeto**