Heleno de Paiva Oliveira

Modelo preditivo de óbito em pacientes vítimas de trauma
admitidos em Unidade de Terapia Intensiva

Tese apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para
obtenção de título de Doutor em Ciências.

Programa: Anestesiologia, Ciências Cirúrgicas
e Medicina Perioperatória.

Orientador: Dr. Alexandre Biasi Cavalcanti

São Paulo - SP

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Oliveira, Heleno de Paiva

Modelo preditivo de óbito em pacientes vítimas de trauma admitidos em
unidade de terapia intensiva / Heleno de Paiva Oliveira. -- São Paulo, 2020.
Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
Programa de Anestesiologia, Ciências Cirúrgicas e Medicina Perioperatória.
Orientador: Alexandre Biasi Cavalcanti.

Descritores: 1.Índices de gravidade do trauma 2.Resultados de cuidados
críticos 3.Modelos logísticos 4.Traumatismo múltiplo 5. Mortalidade hospitalar
6. Análise de regressão.

USP/FM/DBD-101/20

Responsável: Erinalva da Conceição Batista, CRB-8 6755

Dedicatória

Às vítimas de trauma e suas famílias, que viram suas vidas se obliterarem em frações de segundo num mergulho abrupto a outro mundo.

Na esperança de que essa contribuição à ciência ajude a melhorar a medicina de trauma, dedico este estudo ao alento dos que sofrem.

Agradecimentos

Primeiramente aos meus pais, Valéria e Jesonias, que sempre me apoiaram com muito carinho, amor e dedicação. Estiveram sempre presentes ao longo de todas as etapas, me aconselhando e educando para que eu pudesse dar os primeiros passos acadêmicos dessa trajetória que um dia culminaria nesta tese.

Agradeço com grande ênfase ao meu orientador, Dr. Alexandre Biasi Cavalcanti, que exerceu um papel paternal de rigor e seriedade na minha orientação ao longo desses anos, tendo mantido uma postura criteriosa e fleugmática durante todo esse processo, estando sempre atento em todos os momentos importantes com equilíbrio e paciência.

O mais importante de todos os agradecimentos, a minha querida amiga, namorada e esposa Anna Carolina:

sem cujo incentivo essa tese não se teria iniciado;

sem cuja ajuda nos momentos difíceis, não teria acontecido;

sem cujo apoio técnico e científico, não se teria desenvolvido;

sem cujo carinho, o amor e a companhia, nada teria sentido.

Muito obrigado, meu amor.

Epígrafe

“Et omnis falsa in futuris dubitationem: statim vivere.”

De Brevitate Vitæ

— *Lucius Annaeus Seneca*

“Todo futuro está na incerteza: viva imediatamente.”

Sobre a brevidade da vida

— Lúcio Aneu Seneca

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*.

Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3ª ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentações; 2011.

Abreviatura dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

Sumário

Dedicatória

Agradecimentos

Epígrafe

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

Lista de Siglas⁹

Resumo

Abstract

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	21
3. METODOLOGIA.....	23
4. RESULTADOS.....	26
5. DISCUSSÃO	42
6. CONCLUSÃO.....	50
7. REFERÊNCIAS	51

APÊNDICES

Lista de Figuras

FIGURA 1 - CLASSIFICAÇÃO DO ISS POR CATEGORIA DE GRAVIDADE ENTRE OS GRUPOS 30

FIGURA 2 - CLASSIFICAÇÃO DO SAPS 3 POR CATEGORIA DE GRAVIDADE ENTRE OS GRUPOS 30

FIGURA 3 – CURVA ROC DO MODELO 1 PROPOSTO PARA PREVISÃO DE ÓBITOS. 33

FIGURA 4 – CURVA ROC DO MODELO 2 PROPOSTO PARA PREVISÃO DE ÓBITOS. 35

FIGURA 5 – CURVA ROC DO MODELO 3 PROPOSTO PARA PREVISÃO DE ÓBITOS. 39

Lista de Tabelas

TABELA 1 - CLASSIFICAÇÃO DO ISS EM GRUPOS DE ACORDO COM GRAVIDADE	2
TABELA 2 - ESCALA DE COMA DE GLASGOW	3
TABELA 3 - RTS COM VALORES DE PONTUAÇÃO PARA CADA PARÂMETRO.....	4
TABELA 4 - PROBABILIDADE DE SOBREVIVÊNCIA DE ACORDO COM RTS.....	5
TABELA 5 - VALORES DAS CONSTANTES J1-4 DO TRISS.....	6
TABELA 6 - VARIÁVEIS E SUAS RESPECTIVAS NOTAS PARA CÁLCULO DO EMTRAS	9
TABELA 7 - CATEGORIAS E SUAS RESPECTIVAS PONTUAÇÕES PARA CÁLCULO DO MTS.....	11
TABELA 8 - PREDIÇÃO DE ÓBITO DE ACORDO COM MTS.....	12
TABELA 9 - RESUMO DOS ESTUDOS SOBRE MODELOS PARA PREDIÇÃO DE ÓBITO EM PACIENTES COM TRAUMA.	14
TABELA 10 – CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS GERAIS DA POPULAÇÃO DO ESTUDO	26
TABELA 11 – CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS ENTRE OS GRUPOS.....	28
TABELA 12 – ESTIMATIVA DOS PARÂMETROS E VARIÁVEIS INCLUÍDAS NO MODELO 1	31
TABELA 13 – RESULTADO DO MODELO 1 E PERCENTAGEM DE SUCESSO.	31
TABELA 14 - MODELO 1: ÁREA SOB A CURVA	32
TABELA 15 – ESTIMATIVA DOS PARÂMETROS E VARIÁVEIS INCLUÍDAS NO MODELO 2.....	34
TABELA 16 – RESULTADO DO MODELO 2 E PERCENTAGEM DE SUCESSO.	34
TABELA 17 - MODELO 2: ÁREA SOB A CURVA	35
TABELA 18 – TESTE DE MULTICOLINEARIDADE DAS VARIÁVEIS INCLUÍDAS NO MODELO	36
TABELA 19 – ESTIMATIVA DOS PARÂMETROS E VARIÁVEIS INCLUÍDAS NO MODELO	37
TABELA 20 – RESULTADO DO MODELO 3 E PERCENTAGEM DE SUCESSO.	38
TABELA 21 - MODELO 3: ÁREA SOB A CURVA	38
TABELA 22 – TICS - QUADRO DE PONTUAÇÃO	40
TABELA 23 – TICS - ESCORE E CHANCE DE ÓBITO	40

Lista de Siglas

AIS	<i>Abbreviated Severity Scale</i>
APACHE	<i>Acute Physiology and Chronic Health Evaluation</i>
AUROC	<i>Area Under Receiver-Operating Characteristic</i>
AVPU	<i>Alert, Verbal, Pain, Unresponsive</i>
BIG	<i>Base Deficit, International Normalized Ratio and Glasgow Coma Scale</i>
CID	Classificação Internacional de Doenças
ECG	Escala de Coma de Glasgow
ECG-P	Escala de Coma de Glasgow - Pupila
EMTRAS	<i>Emergency Trauma Score</i>
EUA	Estados Unidos da América
FR	Frequência Respiratória
GTOS	<i>Geriatric Trauma Outcome Score</i>
Hb	Hemoglobina
HC-FMUSP	Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
HL	Hosmer-Lemeshow
IC	Intervalo de Confiança
ICU	<i>Intensive Care Unit</i>
INR	<i>International Normalized Ratio</i>
ISS	<i>Injury Severity Score</i>
MGAP	<i>Mechanism, Glasgow, Age and Arterial Pressure</i>
ML	<i>Maximum Lysis</i>
MTS	<i>Malawi Trauma Score</i>
NISS	<i>New Injury Severity Score</i>
OR	<i>Odds Ratio</i>
ROC	<i>Receiver-Operating Characteristic</i>
RTS	<i>Revised Trauma Score</i>

SAPS	<i>Simplified Acute Physiology Score</i>
SOFA	<i>Sequential Organ Failure Assessment Score</i>
SUS	Sistema Único de Saúde
SNC	Sistema Nervoso Central
TBI	<i>Traumatic Brain Injury</i>
TICS	<i>Trauma Intensive Care Score</i>
TCE	Traumatismo Cranioencefálico
TMPM	<i>Trauma Mortality Prediction Model</i>
TRAM	<i>Trauma Risk Adjustment Model</i>
TRISS	<i>Trauma and Injury Severity Score</i>
T-RTS	<i>Triage Revised Trauma Score</i>
TS	<i>Trauma Score</i>
PAS	Pressão Arterial Sistólica
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
VIF	<i>Variance Inflation Factor</i>
VM	Ventilação Mecânica

Resumo

Oliveira HP. Modelo preditivo de óbito em pacientes vítimas de trauma admitidos em Unidade de Terapia Intensiva [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2020.

Modelos preditivos e escores de gravidade para pacientes de trauma vem sendo estudados nas últimas décadas, melhorando o cuidado hospitalar e controle de qualidade. Entretanto, modelos de predição de mortalidade são em sua maioria baseados em dados pré-hospitalares, e há pouca informação na literatura sobre a predição em pacientes críticos vítimas de trauma. Para melhor entender mortalidade nesse cenário singular, nós desenhamos um modelo preditivo de óbito em pacientes vítima de trauma na Unidade de Terapia Intensiva (UTI). Uma coorte retrospectiva foi executada de abril de 2012 a julho de 2017 usando uma base de dados coletados prospectivamente de paciente de trauma admitidos em uma UTI especializada em um hospital escola. Todos pacientes consecutivos de trauma nessa UTI foram incluídos, quer tenham chegado do Pronto-Socorro ou do Centro Cirúrgico. O objetivo primário do estudo foi desenvolver um modelo preditivo de risco de morte na UTI baseado em dados epidemiológicos, clínicos e laboratoriais coletados quando da admissão na UTI. Um modelo de regressão logística foi construído baseado nas variáveis significantes. A validade preditiva foi avaliada de acordo com especificidade e robustez. Entre 1.503 pacientes incluídos, 23% foram à óbito na UTI. Comparados com aqueles que sobreviveram, eles eram mais velhos (46,6 vs. 38,6 anos, $p < 0,0001$), maior prevalência de Traumatismo Crânio Encefálico (TCE) (78,61% vs. 60,24%, $p < 0,001$), e maiores de ambos *Simplified Acute Physiology Score* (SAPS 3) (61,73 vs. 44,46, $p < 0,001$) e *Injury Severity Score* (ISS) (27,36 vs. 23,67, $p < 0,001$), todos com diferença estatisticamente significativa. Um modelo regressivo final foi construído com uma regressão logística binária para todas as variáveis significantes, e em seguida testado com o método hierárquico retrógrado: SAPS 3 (OR= 1,066; IC 95% = 1,056 – 1,077), ISS (OR = 1,025; IC 95% = 1,012 – 1,038) e TCE (OR = 1,453; IC 95% = 1,061 – 1,989) foram associados com um maior risco de mortalidade. O *Trauma Intensive Care Score* (TICS) foi então desenhado com uma equação e testado para acurácia com uma área sob a curva ROC (*Receiver-Operating Characteristic*) de 0,785, e robustez com o teste de chi-quadrado de Hosmer-Lemeshow (HL) de 10,99. A adoção do TICS como um modelo de predição de mortalidade específico para vítimas de trauma em UTI, poderia otimizar a performance dos cuidados em trauma e pesquisas sobre desfecho.

Palavras-chave: Índices de Gravidade do Trauma, Resultados de Cuidados Críticos, Modelos Logísticos, Traumatismo Múltiplo, Mortalidade Hospitalar, Análise de Regressão

Abstract

Oliveira HP. Predictive mortality model in trauma patients admitted to Intensive Care Unit. [thesis] São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2020.

Severity scores and prediction outcome models for trauma patients have been studied in the last decades, improving hospital care and quality control. However, mortality prediction models are mostly based on pre-hospital data, and scarce information is published on prediction in critically ill trauma patients. To better understand mortality in this unique setting, we designed a mortality prediction model for trauma patients in the Intensive Care Unit (ICU). A retrospective cohort study was performed from April 2012 to July 2017 using a prospectively collected database of trauma patients admitted in a specialized ICU at a teaching hospital. All consecutive trauma patients in this ICU were included, whether they arrived from the Emergency Unit or Operating Room. The primary outcome was to develop a predictive model for risk of death in the ICU based on epidemiological, clinical and laboratorial data collected at ICU admission. A logistic regression model was built based on the significant variables. Predictive validity was assessed with model discrimination and calibration. Among 1,503 included patients, 23% died in the ICU. Comparing to those who survived, they were older (46.6 vs. 38.6 years old, $P<0.0001$), had higher prevalence of Traumatic Brain Injury (TBI) (78.61% vs. 60.24%, $P<0.001$), and higher values of both SAPS 3 (Simplified Acute Physiology Score 3) (61.73 vs. 44.46, $P<0.001$) and ISS (27.36 vs. 23.67, $p<0.001$), all with a statistically significant difference. A final regression model was constructed with a binary logistic regression for all significant variables, and then tested with a backward stepwise method: SAPS 3 (OR= 1.066; IC 95%= 1.056 – 1.077), ISS (OR= 1.025; IC 95%= 1.012 – 1.038) and TBI (OR= 1.453; IC 95%= 1.061 – 1.989) were associated with an increased risk of mortality. The Trauma Intensive Care Score (TICS) was then designed with an equation and tested for discrimination with an area under the Receiver-Operating Characteristic (ROC) curve of 0.785, and calibration with Hosmer-Lemeshow (HL) chi-square of 10.99. Adopting TICS as a specific mortality prediction model for ICU trauma patients, could improve trauma care performance and outcome research.

Keywords: Trauma Severity Indices, Critical Care Outcomes, Logistic Models, Multiple Trauma, Hospital Mortality, Regression Analysis

1. INTRODUÇÃO

Trauma é uma causa importante de óbito em todo o mundo, tendo sido responsável por 8,7% dos óbitos mundiais [1] e 12,8% dos óbitos no Brasil em 2015 [2]. Trata-se efetivamente da principal causa de morte em adultos jovens e a principal causa de anos de vida perdidos.

A taxa de mortalidade por trauma nos EUA em 2016 foi de 4,4%. O maior número absoluto de mortes foi registrado em traumas que envolviam quedas, seguido por acidentes de trânsito e lesões por armas de fogo. Uma maior taxa de letalidade foi vista em afogamentos, lesões por armas de fogo e no grupo etário de maiores de 75 anos [3].

Há mais de 40 anos os processos envolvidos em trauma vêm sendo estudados [4], apesar do conceito de politrauma ter sido estabelecido formalmente recentemente [5]. Nesse cenário, surgiu o primeiro escore de predição de mortalidade em trauma, o ISS (*Injury Severity Score*): adicionando-se o quadrado dos 3 sítios anatômicos com maior pontuação no AIS (*Abbreviated Injury Scale*) que varia de 1 (menor) até 6 (letal) pontos [6]. O aprimoramento dos centros de trauma e o desenvolvimento de novas tecnologias permitiram a padronização de condutas e melhoraram o atendimento pré e intra-hospitalar, com consequente diminuição da mortalidade [7]. Ao passo que a letalidade dos traumas diminuiu ao longo dos anos, a morbidade associada aumentou de forma importante, pois os pacientes que outrora faleciam em decorrência do trauma agora sobrevivem e permitem que essas morbidades se manifestem.

Grandes bancos de dados nos EUA mostraram em 2016 que a maior parte dos traumas, 45,3%, foram classificados como traumas leves, com ISS entre 1-8;

32,7% considerados moderados, com ISS entre 9-15. A mortalidade aumenta de acordo com os grupos de gravidade, tendo o grupo mais grave, com ISS entre 25-75, atingido desfecho fatal em 30% dos casos. A classificação de gravidade também está associada com o aumento do tempo de permanência no hospital [3].

Tabela 1 - Classificação do ISS em grupos de acordo com gravidade

ISS	Gravidade
1 - 8	Leve
9 - 15	Moderado
16 - 24	Grave
25 - 48	Muito grave
50 - 75	Fatal

Fonte: Rozenfeld M, Radomislensky I, Freedman L, Givon A, Novikov I, Peleg K. ISS groups: are we speaking the same language? Injury prevention. 2014 Oct 1;20(5):330-5. [8]

Diante disso, surgiram escalas para avaliar fatores prognósticos de morbimortalidade e dessa forma otimizar o tratamento a ser realizado [5,9]. Porém, devido a falta de banco de dados em diversos serviços sobre o atendimento empregado e a evolução do paciente, a análise de eficácia dos protocolos usados no tratamento realizado ainda é limitada [10,11,12,13].

1.1 SUMÁRIO DOS PRINCIPAIS ESCORES E MODELOS DE PREDIÇÃO EM TRAUMA

1.1.1 ECG - Escala de Coma de Glasgow

A Escala de Coma de Glasgow (ECG) foi desenvolvida em 1974 com o intuito de padronizar a descrição do exame clínico de vítimas de acometimentos agudos do Sistema Nervoso Central (SNC) de forma sumária e rápida [14]. Apesar de não se tratar de um modelo preditivo de óbito, a ECG vem sendo utilizada para demonstrar gravidade de casos de TCE (Traumatismo Cranioencefálico) desde a sua publicação inicial, sendo inclusive utilizada em vários modelos como um dos seus fatores preditivos. Conforme tabela a seguir, as somas das melhores respostas em cada uma das 3 categorias determinam o escore final da ECG, que pode variar de 3-15 [15,16,17,18].

Tabela 2 - Escala de Coma de Glasgow

Abertura ocular	Melhor resposta verbal	Melhor resposta motora
4 – Espontânea	5 – Orientado	6 – Obedece a comandos
3 – Ao chamado	4 – Confuso	5 – Localiza estímulos
2 – À dor	3 – Palavras inapropriadas	4 – Retira ao estímulo
1 – Nenhuma	2 – Barulhos	3 – Flexão anormal
	1 – Nenhuma	2 – Extensão anormal
		1 – Nenhuma

Fonte: TEASDALE G. Assessment of coma and impaired consciousness. Lancet. 1974;2:818-4. [14]

1.1.2 ISS - *Injury Severity Score*

O ISS foi um dos primeiros escores desenvolvidos a descrever a gravidade em vítimas de trauma [19]. O escore foi desenvolvido em 1974 e usa o AIS, publicado em 1969 como base para a computação do ISS. O ISS é

calculado com a seguinte fórmula: $ISS = A^2 + B^2 + C^2$, onde A, B e C são os três setores anatômicos com pontuação mais alta no AIS. O resultado final do ISS é um valor numérico entre 1-75 e tem servido de referência na descrição de traumas desde a sua introdução.

1.1.3 RTS - *Revised Trauma Score*

O RTS (*Revised Trauma Score*) é um escore baseado em variáveis fisiológicas, criado em 1989 para atualizar o Trauma Score (TS), criado em 1981 com dados de enchimento capilar e expansão torácica [21]. O RTS, por sua vez, utiliza a ECG, a frequência respiratória (FR) e a Pressão Arterial Sistólica (PAS), com valores que variam de 0 - 4 para cada parâmetro, conforme a tabela abaixo [22].

Tabela 3 - RTS com valores de pontuação para cada parâmetro

ECG	Valor	PAS	Valor	FR	Valor
13 – 15	4	> 89	4	10 – 29	4
9 – 12	3	76 – 89	3	> 29	3
6 – 8	2	50 – 75	2	6 – 9	2
4 – 5	1	1 – 49	1	1 – 5	1
3	0	0	0	0	0

Fonte: Champion HR, Sacco WJ, Copes WS, Gann DS, Gennarelli TA, Flanagan ME. A revision of the Trauma Score. The Journal of Trauma. 1989 May;29(5):623-9. [22]

O resultado da somatória dos 3 valores constitui o T-RTS (*Triage Revised Trauma Score*), utilizado em triagem, que pode variar entre 0 – 12. Trata-se de

um escore de predição clínica de óbito no cenário pré-hospitalar ou na admissão em centros de trauma. Por meio da fórmula a seguir chega-se ao valor de RTS que pode ser usado para prever a chance de óbito: $RTS = (0,9368 \times ECG) + (0,7326 \times PAS) + (0,2908 \times FR)$, onde cada parâmetro usa a sua pontuação na tabela de referência acima. Considera-se que valores de RTS menores que 3 são incompatíveis com chances de sobreviver. A crítica a esse escore é o alto peso atribuído à ECG.

Tabela 4 - Probabilidade de sobrevida de acordo com RTS

Valor do RTS	Probabilidade de sobrevida
8	98,8%
7	96,9%
6	91,9%
5	80,7%
4	60,5%
3	36,1%
2	17,2%
1	7,1%
0	2,7%

Fonte: Champion HR, Sacco WJ, Copes WS, Gann DS, Gennarelli TA, Flanagan ME. A revision of the Trauma Score. The Journal of trauma. 1989 May;29(5):623-9. [22]

1.1.4 TRISS - *Trauma and Injury Severity Score*

O TRISS (*Trauma and Injury Severity Score*) é um escore proposto em 1987 que associa o ISS e o RTS com mecanismo de trauma e idade do paciente [23]. O mecanismo de trauma é um valor binário em contuso ou penetrante, bem como a idade, maior ou menor que 54 anos. O TRISS nos permite calcular a probabilidade de óbito baseado na seguinte equação: $P \text{ óbito} = 1 / (1 + e^{-j_1 + j_2 \times (RTS) + j_3 \times (ISS) + j_4 \times (Idade)})$, com os valores das constantes j_1 , j_2 , j_3 e j_4 previamente definidas pelo estudo.

A despeito da complexidade aparente do cálculo, fórmulas matemáticas como essa são facilmente calculáveis pelos computadores pessoais atuais, ou mesmo por *smartphones* de forma quase instantânea à beira leito.

Tabela 5 - Valores das constantes j_1 -4 do TRISS

	j_1 (constante)	j_2 (RTS)	j_3 (ISS)	j_4 (idade)
Contuso	- 1,3054	0,9756	- 0,0807	- 1,9829
Penetrante	- 1,8973	1,0069	- 0,0885	- 1,1422

Fonte: Boyd CR, Tolson MA, Copes WS. Evaluating trauma care: the TRISS method. Trauma Score and the Injury Severity Score. The Journal of trauma. 1987 Apr;27(4):370-8. [23]

1.1.5 NISS - *New Injury Severity Score*

O NISS (*New Injury Severity Score*) foi desenvolvido em 1997 como uma revisão do ISS usando a sua mesma fórmula [24]. O NISS, entretanto, considera as três lesões mais graves do paciente, mesmo que estas estejam no mesmo setor anatômico. Foi mostrado no seu desenvolvimento original que se trata de

um escore um pouco mais simples de se calcular com valor preditivo de óbito superior ao ISS.

A fórmula para o NISS é a mesma utilizada para o ISS = $A^2 + B^2 + C^2$, onde A, B e C são os escores de AIS das três maiores lesões do paciente, não necessariamente em sítios anatômicos distintos.

1.1.6 TRAM - *Trauma Risk Adjustment Model*

O TRAM (*Trauma Risk Adjustment Model*) foi um modelo desenvolvido em 2009 como uma ferramenta de crítica e aperfeiçoamento do TRISS [25]. O modelo é definido por variáveis anatômicas e fisiológicas, sendo o componente anatômico composto pelos 2 AIS mais graves, e a região do corpo com a lesão mais grave; o componente fisiológico, por sua vez, é determinado por ECG, idade, PAS, FR e número de comorbidades.

O cálculo da probabilidade de óbito se dá pela fórmula:

$$\text{Log}(p / (1 - p)) = \beta_0 + \beta_1 \text{CRANIO} + \beta_2 \text{TORAX} + \beta_3 \text{ABDOME} + \beta_4 \text{COLUNA} + \beta_5 \text{MEMBROS-SUPERIORES} + s(\text{AIS1}) + s(\text{AIS2}) + s(\text{IDADE}) + s(\text{ECG}) + s(\text{PAS}) + s(\text{FR}) + s(\text{NÚMERO-DE-COMORBIDADES})$$

, onde s é um amortecedor cúbico de função de curva, e os valores de β são computados comparando-se à lesão de membros inferiores.

O TRAM apresenta performance de predição de óbito superior ao TRISS, tratando-se, portanto, de um modelo preditivo similar em vários aspectos, porém aperfeiçoado. Esse modelo é criticado pelo fato de não serem contemplados traumas penetrantes e pela dificuldade em se obterem dados de qualidade sólida sobre as comorbidades prévias.

1.1.7 **TMPM - Trauma Mortality Prediction Score**

Desenvolvido em 2009, o TMPM (*Trauma Mortality Prediction Score*) usa variáveis fisiológicas e anatômicas obtidas a partir do CID-9 (Classificação Internacional de Doenças) [26]. Esse é o conjunto de fórmulas usado para calcular a previsão de óbito:

$$\begin{aligned}
 MARC &= \frac{\frac{1}{\text{var}(\gamma)}}{\frac{1}{\text{var}(\gamma)} + \frac{1}{\text{var}(\beta)}} \gamma + \frac{\frac{1}{\text{var}(\beta)}}{\frac{1}{\text{var}(\gamma)} + \frac{1}{\text{var}(\beta)}} \beta & \text{var}(\beta_n) &= \frac{1}{N_n - 1} \sum_{j=1}^{N_n} N_n W_j [\gamma_j - E(\gamma)]^2 & W_j &= \frac{\frac{1}{\text{var}(\gamma_j)}}{\sum_{r=1}^{N_n} \text{var}(\gamma_r)} \quad \text{and} \quad E(\gamma) = \sum_{j=1}^{N_n} W_j \gamma_j \\
 P(\text{death}) &= \Phi \left(C_0 + \sum_{i=1}^5 C_i I_i + \eta S + \sigma I_1 I_2 \right)
 \end{aligned}$$

Fonte: Glance LG, Osler TM, Mukamel DB, Meredith W, Wagner J, Dick AW. TMPM–ICD9: a trauma mortality prediction model based on ICD-9-CM codes. *Annals of surgery*. 2009 Jun 1;249(6):1032-9. [26]

A crítica feita ao modelo é que ele foi criado usando dados retirados de formulários administrativos, que foram imputados usando o já desatualizado CID-9.

1.1.8 **EMTRAS - Emergency Trauma Score**

O EMTRAS (*Emergency Trauma Score*) foi também desenvolvido em 2009 e usa apenas variáveis fisiológicas em seu modelo preditor de óbito [17]. São utilizados ECG, idade, *Base Excess*, e Tempo de Protrombina para gerar um escore que varia entre 0 – 12, sendo valores mais altos associados a maiores mortalidades. Cada variável recebe uma nota, e em seguida as 4 notas são

somadas totalizando o escore final. Pontuações acima de 7 cursam com mortalidade superior a 60%.

Uma das principais limitações propostas para esse modelo é que se utilizam apenas variáveis fisiológicas, sem dados anatômicos e isso pode ser um ponto de fragilidade, tendo em vista a exequibilidade e acurácia de exames de laboratório, bem como a padronização correta do seu tempo de aquisição.

Tabela 6 - Variáveis e suas respectivas notas para cálculo do EMTRAS

Variável	Categoria	Pontuação
Idade (anos)	< 40	0
	40 – 60	1
	61 – 75	2
	> 75	3
ECG - Escala de Coma de Glasgow	13 – 15	0
	10 – 12	1
	6 – 9	2
	3 – 5	3
<i>Base Excess</i> (mmol/L)	> -1	0
	-1 – -5	1
	-5,1 – -10	2
	< -10	3
Tempo de Protrombina (%)	> 80	0
	80 – 50	1
	49 – 20	2
	< 20	3

Fonte: Raum MR, Nijsten MW, Vogelzang M, Schuring F, Lefering R, Bouillon B, Rixen D, Neugebauer EA, Henk J. Emergency trauma score: an instrument for early estimation of trauma severity. *Critical care medicine*. 2009 Jun 1;37(6):1972-7. [17]

1.1.9 **BIG - *Base Deficit, INR, GCS***

O BIG (*Base Deficit, INR, GCS*) foi criado em 2011 especificamente para populações pediátricas, com idade até 18 anos [18]. Trata-se de um escore fisiológico que não usa nenhum critério anatômico. O cálculo do BIG e da sua chance de predição de óbito é feito de acordo com as seguintes fórmulas:

$$\text{BIG} = (\text{base deficit}) + (2,5 \times \text{INR}) + (15 - \text{GCS})$$

$$\text{Predição de óbito} = 1 / (1 + e^{-(0,2 \times (\text{BIG}) - 5,208)})$$

A crítica ao BIG advém do fato de usar dados laboratoriais da admissão, minimizando as terapias feitas no ambiente pré-hospitalar e selecionando pacientes que colheram exames admissionais, que poderia constituir viés de seleção.

1.1.10 **GTO - *Geriatric Trauma Outcome***

O GTO (*Geriatric Trauma Outcome*) foi desenvolvido em 2015 com o intuito de estudar e prever os óbitos em trauma na população idosa com mais de 65 anos [27]. Esse escore usa apenas as variáveis idade, ISS e se houve consumo de bolsas de sangue. O cálculo do GTO e da sua chance de predição de óbito é feito de acordo com as seguintes fórmulas:

$$\text{GTO} = \text{Idade} + (2,5 \times \text{ISS}) + 22 \text{ (se recebeu bolsa de sangue)}$$

$$\text{Predição de óbito} = e^{-6,9115 + (0,03912 \times \text{GTO})} / 1 + e^{-6,9115 + (0,03912 \times \text{GTO})}$$

Esse escore funciona bem em populações geriátricas, mas a crítica sobre ele é que nesse perfil de população talvez seja mais interessante estimar também a qualidade de vida e status funcional junto à perspectiva de sobrevivência. Os dados são computados na chegada à UTI, e o escore não permite um cálculo posterior baseado na evolução do paciente, sendo sua estimativa toda calculada por meio dos dados admissionais.

1.1.11 MTS - *Malawi Trauma Score*

O MTS (*Malawi Trauma Score*) foi desenvolvido recentemente em 2019 como um escore destinado à população específica de um único país no sudeste africano [28]. O escore utiliza as variáveis AVPU (*Alert, Voice, Pain, Unresponsive*), idade, sexo, pulso radial e local da lesão. Essas variáveis computam um escore que varia de 2 – 32, conforme a tabela abaixo:

Tabela 7 - Categorias e suas respectivas pontuações para cálculo do MTS

Categoria	Critérios	Pontuação
AVPU	4	0
	3	2
	2 ou 1	10
Idade	10 - 23	1
	24 - 33	2
	0 - 9 ou > 33	10
Sexo	Feminino	0
	Masculino	3
Pulso radial	Presente	0

	Ausente	10
Local da lesão	Pelve / extremidade inferior	1
	Mão / Tórax / extremidade superior	2
	Abdome / Flanco	3
	Cabeça / Face / Coluna	4

Fonte: Gallaher J, Jefferson M, Varela C, Maine R, Cairns B, Charles A. The Malawi trauma score: a model for predicting trauma-associated mortality in a resource-poor setting. Injury. 2019 Sep 1;50(9):1552-7. [28]

O escore foi então ajustado quanto a mortalidade, determinando a sua predição de óbito de acordo com a tabela a seguir:

Tabela 8 - Predição de óbito de acordo com MTS

Pontuação final MTS	Mortalidade predita (%)
2	0,03%
3	0,05%
4	0,07%
5	0,09%
6	0,13%
7	0,18%
8	0,25%
9	0,35%
10	0,48%
11	0,67%
12	0,94%

13	1,30%
14	1,81%
15	2,51%
16	3,47%
17	4,78%
18	6,54%
19	8,90%
20	12,00%
21	15,99%
22	20,99%
29	73,26%
31	84,22%

Fonte: Gallaher J, Jefferson M, Varela C, Maine R, Cairns B, Charles A. The Malawi trauma score: a model for predicting trauma-associated mortality in a resource-poor setting. *Injury*. 2019 Sep 1;50(9):1552-7. [29]

Apesar de ser uma ferramenta útil para o cenário local de Malawi, não houve validação externa do escore. O escore tem boas perspectivas por se tratar de uma abordagem anatômica que dispensa o uso de exames laboratoriais e sobretudo exames de imagem, que se tornam caros e inacessíveis a uma estrutura hospitalar precária. Há uma alta incidência de jovens do sexo masculino no perfil epidemiológico deste estudo. Apesar de limitar as possibilidades de validação externa, é possível que esse modelo seja aplicável a outras populações de perfil epidemiológico semelhante.

1.1.12 Análise crítica dos escores e modelos preditivos

Após a revisão dos conceitos de cada modelo e escore, podemos ver que a busca por modelos preditivos de mortalidade em trauma vem propiciando novas comparações, como resumido na **Tabela 9**.

Tabela 9 - Resumo dos estudos sobre modelos para predição de óbito em pacientes com trauma.

Autor	Ano	N	Conclusões	Limitações
Goldfarb MG et al [9]	1996	6.963	Avaliou custos e mostra que centro de trauma <i>Level 1</i> é 165% mais caro.	Não foram exploradas limitações do estudo no texto. Trata-se de um estudo de custos.
Moore L et al [16]	2009	250.904	TRAM parece ser superior ao TRISS.	Não inclui trauma penetrante. Dificuldade em computar comorbidades prévias.
Glance LG et al [26]	2009	749.374	TMPM publicado como escore híbrido fisiológico e anatômico.	Utiliza formulários administrativos baseados em CID-9.
Raum MR et al. [17]	2009	11.533	EMTRAS usa apenas ECG, idade, <i>Base Excess</i> e Tempo de Protrombina	A ausência de critérios anatômicos neste modelo fisiológico pode ser um ponto de deficiência.
Borgman MA et al [34]	2011	1.808	Escore BIG (<i>Base deficit</i> , <i>INR</i> , <i>GCS</i>) foi validado em pediatria.	Específico para pediatria. Tem viés de seleção por pacientes com exames laboratoriais.
Haider AH et al [39]	2012	533.898	NISS e TMPM/CID9 são melhores que o ISS em prever mortalidade do trauma.	Grande complexidade matemática.
Joosse P et al [38]	2014	4.418	EMTRAS é um bom preditor de mortalidade precoce.	EMTRAS não é bem calibrado para ISS<16.
Cook A et al [32]	2014	337.359	TMPM como alternativa para o ISS.	Nenhuma limitação importante.
Orhon R et	2014	633	NISS e ISS predizem	Casuística pequena, com baixa

al [29]			melhor hospitalização e necessidade de UTI. TRISS prediz melhor tempo de VM.	mortalidade. Requer validação externa.
Hampton DA et al [35]	2014	798	Modelo de 5 variáveis que prediz mortalidade em 24 horas.	Estudo retrospectivo em 3 centros distintos, sem condutas padronizadas.
Butcher NE et al [5]	2014	4.935	Definição formal de politrauma: mais de 2 AIS > 2.	TCE tem gravidade alta diferenciada mesmo não cumprindo os critérios de politrauma.
Raj R et al [40]	2014	1.625	Avaliou escores de TCE em UTI. Comparou APACHE II, SOFA, e SAPS II contra idade e ECG. Idade e ECG são melhores preditores de mortalidade em 6 meses.	Restrito a TCE.
Zhao FZ et al [27]	2015	3.841	GTO para populações idosas. Calculado com idade, ISS e uso de bolsas de sangue.	Não avalia reabilitação e qualidade de vida, fatores importantes nessa faixa etária.
Bouzat P et al [31]	2016	3.260	Melhor escore para óbito foi o TRISS.	Apesar de ser um bom preditor, o TRISS só pode ser obtido após admissão hospitalar.
Moon SH et al [30]	2017	228	Mostrou bom valor preditor do TRISS em trauma torácico	Apesar da associação positiva, casuística pequena em longo intervalo de tempo.
Ahl R et al [29]	2017	1.080	GTO não é um bom preditor de mortalidade em um ano	Restrito a população idosa. Resultado negativo.
Cevik AA et al [43]	2018	1.008	ECG e <i>Shock Index</i> são superiores ao ISS para população jovem.	Baixa casuística, idade jovem e alta prevalência masculina limitam a validade externa desse modelo.
Brennan PM et al [36]	2018	15.900	Revisa o ECG para ECG-P, que considera reatividade pupilar à luz.	Dificuldade de adaptação por escala prévia estar consagrada há mais de 40 anos.

Endo A et al [44]	2018	535.475	8 preditores essenciais: idade, momento da cirurgia, sexo, insuficiência cardíaca, hipertensão pulmonar, Insuficiência renal, perda de peso e distúrbio de volemia ou eletrólitos.	Modelo restrito a fratura de quadril em idade superior a 50 anos.
Gallaher J et al [28]	2019	62.354	MTS mostrou-se um bom preditor pré-hospitalar de óbito em trauma.	Modelo restrito a população específica, sem validade externa.

Estudo recente com 633 pacientes em um centro de trauma da Turquia mostrou que os escores baseados em anatomia, como NISS e ISS conseguiram predizer melhor a necessidade de hospitalização e UTI, enquanto escores baseados em fisiologia, ou híbridos, como o TRISS conseguiram melhor previsão do tempo de permanência em UTI e tempo de ventilação mecânica [29]. A crítica a esse estudo é que sua população tem uma média de traumas de gravidade muito baixa, com um ISS médio de 6.

Em cenários de quedas de alturas, foi demonstrado superioridade do TRISS quando comparado com ISS, RTS e NISS [30]. A mesma superioridade do TRISS também aparece quando aplicado a populações idosas. O TRISS também se mostrou bom preditor de óbito hospitalar com base em dados pré-hospitalares quando comparado ao T-RTS [31].

O TRISS foi revisado e comparado com o TRAM, e esse estudo mostrou que o TRAM é superior ao TRISS para a análise retrospectiva de qualidade dos serviços hospitalares [16]. O TRAM pode ser criticado por não incluir traumas

penetrantes, dificuldades quanto aos dados sobre comorbidades prévias e não acompanhar o desfecho extra-hospitalar dos pacientes.

Um dos mais importantes preditores de mortalidade, o TMPM foi recentemente testado em uma população de 337.359 pacientes. As evidências desse estudo apontam que o TMPM poderia substituir o ISS [32]. Uma das grandes limitações desse estudo é que o TMPM ainda se baseia no CID-9, quando o resto do mundo adota o CID-10 e a revisão mais recente, o CID-11, já foi publicada em 2018. [33]

Cenários mais específicos também já foram discutidos. Em população pediátrica, por exemplo, o escore BIG parece mostrar boa predição de mortalidade para casos de trauma não penetrante [18, 34]. Em populações geriátricas, o GTO consegue prever mortalidade para casos de trauma de forma simples, usando um escore híbrido fisiológico e anatômico baseado em ISS, idade e bolsas de sangue consumidas [27].

Como os modelos de morbimortalidade do trauma foram recentemente revistos, novos estudos usam modelos de predição de mortalidade precoce baseados em variáveis mais modernas. Um estudo usou ECG, Hb (Hemoglobina), INR (*International Normalized Ratio*), ML (*Maximum Lysis*) e mecanismo penetrante como preditores de mortalidade em 24 horas [35]. Esse conceito está em concordância com o modelo de coagulopatia precoce do trauma associado primariamente ao fenômeno de hiperfibrinólise.

A revisão constante de modelos de predição de óbito em trauma segue em desenvolvimento constante. Recentemente a ECG, consagrada há décadas, foi revisada pelos seus criadores [36, 37]. Foi então instituído a ECG-P (Escala de Coma de Glasgow Pupilar) que contempla agora uma nova escala,

aumentando seu alcance para 1 - 15 pontos, inserindo agora o parâmetro de reatividade pupilar à luz.

O EMTRAS, por sua vez, é um desses novos modelos, tendo se mostrado como bom preditor de mortalidade precoce em estudo recente com população de 4.418 pacientes, mas com a limitação de não estar bem calibrado para ISS menores que 16 [38]. Outro novo preditor de óbito desenvolvido recentemente foi o MTS, que usa variáveis pré-hospitalares para determinar um escore que varia de 2 – 32 pontos, onde pontuações superiores a 25 têm chance de óbito de 50% [28].

A perspectiva de substituição do ISS como o padrão-ouro dos escores de trauma por outro mais moderno é algo que vem sendo debatido em publicações recentes. Um estudo retrospectivo do banco de dados de trauma dos EUA mostrou que tanto o TMPM quanto o NISS são melhores que o ISS para prever mortalidade em trauma [39]. As evidências apontam que o ISS foi o primeiro escore preditor de mortalidade já desenvolvido, mas passados 40 anos, inicia-se sua obsolescência e um questionamento por renovação.

No cenário de Terapia Intensiva, poucos estudos contemplam pacientes vítimas de trauma. Um estudo com vítimas de TCE elaborou um modelo de mortalidade em 6 meses em UTI, comparando os escores *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II* (APACHE II), SAPS II e *Sequential Organ Failure Assessment* (SOFA) versus idade e ECG [40]. O modelo se mostrou mais acurado na predição do desfecho principal quando utilizado somente idade e ECG. Esse estudo é criticado por avaliar óbito somente com 6 meses e restringir sua população às vítimas de TCE. Outros estudos de alta qualidade com modelos preditores de óbito em UTI são escassos.

Esse cenário estimula a produção de um modelo preditivo de óbito em vítimas de trauma que chegam à UTI. Um bom modelo preditivo poderia melhor guiar as condutas terapêuticas e ajudar na melhor alocação de recursos.

1.2 MODELO MULTIVARIADO

Trata-se de uma ferramenta estatística que tenta demonstrar o impacto individual de cada variável independente no resultado final da variável dependente de forma quantitativa. Outra forma de explicar o mesmo modelo é entender o quanto cada fator de risco individualmente colabora com o desfecho estudado [41].

O termo multivariado refere-se ao fato de considerar simultaneamente a contribuição de vários preditores. Desse modo, vários tipos de análises podem ser feitas: para variáveis dependentes contínuas, utiliza-se regressão linear; para variáveis dependentes dicotômicas, utiliza-se um modelo de regressão logística; para variáveis dependentes temporais, a regressão de Cox para riscos proporcionais [42].

Após a determinação do modelo, é preciso estudar o quão bem ele se adequa à amostra. Para as regressões lineares, utiliza-se os valores de R^2 , obtidos durante o cálculo do modelo. Para os modelos de regressão logística, geralmente se utiliza o teste de Hosmer-Lemeshow (HL) para qualidade do ajuste. De forma mais quantitativa, além da qualidade do ajuste, modelos de regressão logística têm sua especificidade e sensibilidade medidos através da área sob a curva ROC (do inglês, *Receiver-Operating Characteristic*).

A precisão final do modelo pode ser compreendida pelo intervalo de confiança e pelo número de sujeitos totais envolvidos no modelo. Para

determinação da validade interna do modelo, pode-se lançar mão de até três ferramentas estatísticas que permitem aperfeiçoar sua qualidade final: *split-group*, *Jackknife* ou *bootstrap*. Com a validação em *split-group*, o pesquisador divide a amostra em dois grupos, desenha o modelo no primeiro grupo e valida no segundo. Na validação em *Jackknife* o investigador sequencialmente apaga sujeitos individuais do modelo e recalcula os dados com cada sujeito estando ausente uma vez. Usando *bootstrapping*, o pesquisador retira amostras aleatórias de pessoas e as re-sorteia, de tal forma que o mesmo sujeito pode estar repetido. Esses modelos não são perfeitos, mas podem tornar válidos dados que outrora não se haviam confirmado como um modelo eficiente.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS PRIMÁRIOS

O objetivo primário do estudo foi elaborar um modelo preditivo acurado de óbito a ser aplicado quando da chegada do paciente vítima de trauma na UTI. Esse modelo baseou-se em dados dos pacientes que estivessem prontamente disponíveis no momento da admissão e fossem clinicamente relevantes e estatisticamente significantes de aumento da chance de óbito.

2.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

Os objetivos secundários foram traçar um perfil epidemiológico da população vítima de trauma admitida à UTI, descrevendo-se os seguintes parâmetros:

- Idade
- Sexo
- Procedência após admissão hospitalar: Pronto-Socorro ou Centro Cirúrgico
- Tipo de tratamento recebido: cirúrgico ou conservador.
- Pressão Arterial
- Frequência Cardíaca
- Intubação orotraqueal
- Traumatismo Cranioencefálico
- ISS
- SAPS 3

- Mecanismo de Trauma
- Tempo de permanência na UTI
- Mortalidade na UTI

3. METODOLOGIA

3.1 DELINEAMENTO

Este é um estudo observacional tipo coorte retrospectiva com dados coletados prospectivamente de pacientes vítimas de trauma admitidos na UTI do Trauma do Hospital das Clínicas da FMUSP de abril de 2012 a julho de 2017. O HC-FMUSP é um hospital público quaternário que recebe traumas graves pelo SUS e a UTI do Trauma conta com 20 leitos para essa população específica. O Protocolo de Estudo foi aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa do HC-FMUSP (Registro online 9520). Por se tratar de um estudo observacional de coleta de dados retrospectivos, o Comitê de Ética em Pesquisa do HC-FMUSP dispensou a solicitação de termo de consentimento.

3.2 POPULAÇÃO

O universo quantitativo da pesquisa inclui todos os pacientes vítimas de trauma que foram admitidos consecutivamente na UTI do Trauma, abrangendo os pacientes sob tratamento cirúrgico ou conservador e oriundos do Pronto-Socorro ou do Centro Cirúrgico. Foram excluídos pacientes que não sofreram trauma. Somente a admissão índice foi incluída naqueles pacientes que tiveram múltiplas internações nessa UTI.

3.3 VARIÁVEIS COLETADAS

Os dados foram obtidos a partir do prontuário eletrônico e do banco de dados preenchido prospectivamente pela equipe da UTI do Trauma quando da admissão de cada paciente. As variáveis estudadas foram:

- Epidemiológicos: idade e sexo;
- Exame Físico: Pressão Arterial e Frequência Cardíaca;
- Relacionados ao trauma: ISS, ECG, abordagem à via aérea e mecanismo de trauma;
- Relacionados à UTI: escalas de prognósticos (SAPS 3), procedimentos realizados, tempo de permanência e mortalidade;

3.4 DESFECHO CLÍNICO

O desfecho primário é a predição de óbito através de um modelo multivariado de regressão logística baseado nas variáveis acima citadas.

Adicionalmente, observam-se alguns desfechos secundários: perfil epidemiológico, tempo de permanência em UTI e mortalidade.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis categóricas foram expressas como proporções. As variáveis contínuas com distribuição normal apresentadas como médias $\pm$ desvios-padrão. As comparações entre variáveis categóricas de grupos independentes foram realizadas utilizando o teste de χ^2 de Pearson, e entre as variáveis contínuas, t de Student.

A análise final foi realizada por meio de modelo de regressão logística. As variáveis incluídas nas análises de regressão logística foram selecionadas devido à possibilidade de atuar como fator prognóstico para óbito, muitas das quais possivelmente apresentam associação entre si, ou seja, podem ser fatores de confusão.

Os modelos de regressão logística foram construídos mediante a inclusão das variáveis seguindo ordem crescente dos valores de p obtidos nas análises univariadas. A cada modelo realizou-se teste da razão de verossimilhança para verificar se o modelo saturado era superior ao modelo simples. Não havendo evidências de diferença entre os modelos descartava-se a variável que não contribuía significativamente para melhoria do poder preditivo. Na sequência, testava-se um modelo subsequente com a análise de outras variáveis, até a obtenção do modelo final.

Para avaliar a qualidade desse modelo, a acurácia foi determinada pela medida da área sob a curva ROC (*Receiver-Operating Characteristic*), e a robustez através da estatística de Hosmer-Lemeshow (HL) [45].

Considerou-se nível de significância estatística $p = 0,05$. Para análise estatística foi utilizado o software STATA versão 15.0 (StataCorp LP, College Station, TX, EUA) e o R 3.5.3 (R Core Team, 2017).

4. RESULTADOS

Um total de 1.503 atendimentos foram analisados de acordo com os critérios de inclusão acima referidos. Apesar de uma análise inicial de 1.611 casos, 108 pacientes foram excluídos por não terem admissão hospitalar relacionada a trauma ou por múltiplas readmissões na UTI, sendo considerada somente a admissão inicial. Desse valor final da análise, temos um perfil predominante do sexo masculino (n = 1.251, 83,23%), com média de idade de 40,52 anos, com origem do Centro Cirúrgico em 78,9% dos casos (n = 1.187), e do Pronto-Socorro em 19,3% (n = 291). A mortalidade na UTI dessa população foi de 23% (n = 346), conforme mostrado na **Tabela 10**.

Tabela 10 – Características demográficas gerais da população do estudo

Características	Pacientes (n=1.503)
Sexo masculino, n (%)	1.251 (83,2%)
Idade, média (DP)	40,52 (18,8)
Origem	
Centro Cirúrgico, n (%)	1.187 (78,9%)
Pronto-Socorro, n (%)	291 (19,3%)
Tempo Médio de Permanência em UTI, dias (DP)	9,51 (53,9)
Intubação Orotraqueal à admissão, n (%)	1098 (73,0%)
Óbito na UTI, n (%)	346 (23,0%)
SAPS 3, média (DP)	48,44 (18,1)
ISS, média (DP)	24,52 (10,2)

Presença de TCE, n (%) 969 (64,4%)

Mecanismo de Trauma

Acidentes de Trânsito	791 (52,6%)
Agressão	52 (3,4%)
Asfixia	2 (0,1%)
Contusão	21 (1,4%)
Esmagamento	18 (1,2%)
Ferimento por Arma Branca	39 (2,5%)
Ferimento por Arma de Fogo	88 (5,8%)
Queda	383 (25,4%)
Queimadura	23 (1,5%)
Tentativa de Suicídio	21 (1,4%)

De acordo com a **tabela 11**, podemos ver que os pacientes que foram a óbito apresentaram diferenças estatisticamente significativas em comparação aos que sobreviveram quanto às variáveis idade (46,6 vs. 38,6, $p < 0,0001$), prevalência de TCE (78,61% vs. 60,24%, $p < 0,001$), SAPS 3 (61,73 vs. 44,46, $p < 0,0001$), ISS (27,36 vs. 23,67, $p < 0,0001$), Pressão arterial sistólica (120,25 vs. 127,64, $p < 0,0001$), Frequência cardíaca (103,52 vs. 94,03, $p < 0,0001$) e Intubação orotraqueal à admissão (88,1% vs. 68,5%, $p < 0,0001$).

Tabela 11 – Características demográficas entre os grupos

Características	Óbito (n = 346)	Não-óbito (n = 1157)	P valor
Sexo masculino, n (%)	271 (78,3%)	980 (84,7%)	0,8716
Idade, média (DP)	46,65 (21,97)	38,68 (17,47)	< 0,0001
Origem			
Centro Cirúrgico, n (%)	283 (81,7%)	904 (78,1%)	0,2249
Pronto-Socorro, n (%)	61 (17,6%)	230 (19,8%)	
Pressão Arterial Sistólica em mmHg, média (DP)	120,25 (26,73)	127,64 (24,45)	<0,0001
Frequência Cardíaca, média (DP)	103,52 (25,13)	94,03 (21,14)	<0,0001
Intubação Orotraqueal à admissão, n (%)	305 (88,1%)	793 (68,5%)	<0,0001
SAPS 3, média (DP)	61,73 (15,76)	44,46 (16,82)	<0,0001
ISS, média (DP)	27,36 (11,87)	23,67 (9,53)	<0,0001
Mínimo (1 – 8), n (%)	0 (0,0%)	16 (1,3%)	< 0,0001
Moderado (9 – 15), n (%)	5 (1,4%)	110 (9,5%)	
Grave (16 – 24), n (%)	143 (41,3%)	500 (43,2%)	
Muito Grave (25 – 48), n (%)	179 (51,7%)	521 (45,0%)	
Fatal (50 – 75), n (%)	19 (5,4%)	9 (0,7%)	
Sem informação, n (%)	0 (0,0%)	1 (0,1%)	
Presença de TCE, n (%)	272 (78,61%)	697 (60,24%)	<0,0001
Mecanismo do trauma			
Acidentes de Trânsito	156 (45,0%)	635 (54,8%)	<0,0001

Agressão	12 (3,4%)	40 (3,4%)
Asfixia	-	2 (0,17%)
Contusão	6 (1,7%)	15 (1,3%)
Esmagamento	4 (1,16%)	14 (1,2%)
Ferimento por Arma Branca	3 (0,8%)	36 (3,1%)
Ferimento por Arma de Fogo	14 (4,0%)	74 (6,4%)
Queda	129 (37,2%)	254 (21,9%)
Queimadura	7 (2,0%)	16 (1,3%)
Tentativa de Suicídio	5 (1,4%)	16 (1,3%)

As **Figuras 1 e 2** a seguir demonstram graficamente em histogramas a distribuição de gravidade dos escores ISS e SAPS 3 entre os grupos de óbito e não-óbito. Podemos ver que os pacientes que foram a óbito tiveram lesões mais graves com maior predomínio de ISS muito grave e fatal, bem como as categorias de SAPS 3 mais graves com valores acima de 53.

Figura 1 - Classificação do ISS por categoria de gravidade entre os grupos

Figura 2 - Classificação do SAPS 3 por categoria de gravidade entre os grupos

Modelo 1 – SAPS 3

O modelo contendo a variável SAPS 3 e uma constante, com 1 grau de liberdade, foi significativo considerando o teste $\chi^2 = 274,77$ $p < 0,001$ e R^2 Nagelkerke = 0,253.

Com a finalidade de se testar a robustez do modelo gerado, foi aplicado o teste de Hosmer-Lemeshow para realizar a comparação entre as probabilidades ajustadas e observadas. Como resultado do teste, obteve-se um valor de $\chi^2 = 14,33$ considerando 8 graus de liberdade e significância estatística de 0,073, indicando boa calibração para a variável resposta desejada (óbito), conforme demonstrado nas **Tabelas 12 e 13**.

Tabela 12 – Estimativa dos parâmetros e variáveis incluídas no Modelo 1

Variáveis	B	E.P.	Wald	gl	Sig.	Exp (B)	95% C.I. para	
							Inferior	Superior
SAPS 3	0,068	0,005	198,138	1	0,000	1,070	1,060	1,080
Constante	-4,812	0,281	294,021	1	0,000	0,008		

Tabela 13 – Resultado do Modelo 1 e percentagem de sucesso.

		Desfecho (1 = óbito)		
		0	1	Porcentagem correta
Desfecho (1 = óbito)	0	1105	52	95,5
	1	262	84	24,3
Constante global				79,1

Realizando a construção da curva ROC para analisar a sensibilidade e especificidade do modelo desenvolvido, é possível observar que a área calculada sob a curva é de 0,778, como demonstrado na **Tabela 14** e **Figura 3** a seguir.

Tabela 14 - Modelo 1: Área sob a curva

Intervalo de Confiança 95%				
Assintótico				
Área	Erro Padrão ^a	Sig. assintótica ^b	Limite inferior	Limite superior
0,778	0,013	0,000	0,752	0,804

Figura 3 – Curva ROC do Modelo 1 proposto para previsão de óbitos.

Modelo 2 – ISS

O modelo contendo a variável ISS e uma constante, com 1 grau de liberdade, foi significativo considerando o teste $\chi^2 = 33,28$ $p < 0,001$ e R^2 Nagelkerke = 0,033.

Com a finalidade de se testar a robustez do modelo gerado, foi aplicado o teste de Hosmer-Lemeshow para realizar a comparação entre as probabilidades ajustadas e observadas. Como resultado do teste, obteve-se um valor de $\chi^2 = 35,56$ considerando 7 graus de liberdade e significância estatística de $p < 0,001$,

indicando boa calibração para a variável resposta desejada (óbito), conforme demonstrado nas **Tabelas 15 e 16**.

Tabela 15 – Estimativa dos parâmetros e variáveis incluídas no modelo 2

Variáveis	B	E.P.	Wald	gl	Sig.	Exp (B)	95% C.I. para	
							Inferior	Superior
ISS	0,033	0,006	33,383	1	0,000	1,034	1,022	1,046
Constante	-2,056	0,164	157,502	1	0,000	0,128		

Tabela 16 – Resultado do modelo 2 e percentagem de sucesso.

		Desfecho (1 = óbito)		Porcentagem correta
		0	1	
Desfecho (1 = óbito)	0	1156	1	99,9
	1	341	5	1,4
Constante global				77,2

Realizando a construção da curva ROC para analisar a sensibilidade e especificidade do modelo desenvolvido, é possível observar que a área calculada sob a curva é de 0,576, conforme demonstrado na **Tabela 17 e Figura 4** a seguir.

Tabela 17 - Modelo 2: Área sob a curva

Intervalo de Confiança 95%				
Assintótico				
Área	Erro Padrão ^a	Sig. assintótica ^b	Limite inferior	Limite superior
0,576	0,017	0,000	0,542	0,610

Figura 4 – Curva ROC do Modelo 2 proposto para previsão de óbitos.

Os segmentos diagonais são produzidos por empates.

Modelo 3 – SAPS 3 + ISS + TCE

Para a previsão de óbitos dos pacientes admitidos na UTI, a partir das variáveis analisadas na **Tabela 11**, foi realizada uma regressão logística binária para verificar se as variáveis SAPS 3, ISS e presença de TCE são preditores de mortalidade. O modelo contendo tais variáveis e uma constante, com 3 graus de liberdade, foi significativo considerando o teste $\chi^2 = 295,02$ $p < 0,001$ e R^2 Nagelkerke = 0,270.

Um dos principais requisitos de uma regressão logística é a ausência de multicolinearidade, que foi testado através dos valores de tolerância e VIF (*Variance Inflation Factor*), considerando que os valores de Tolerância são maiores que 0,1 e os valores de VIF < 10 , atendendo assim os requisitos para a não existência de multicolinearidade, conforme é apresentado na **Tabela 18**.

Tabela 18 – Teste de multicolinearidade das variáveis incluídas no modelo

Variáveis	Tolerância	<i>Variance Inflation Factor (VIF)</i>
SAPS 3	0,902	1,108
ISS	0,975	1,026
TCE	0,916	1,091

Na **Tabela 19** são apresentados os fatores preditores considerados no modelo que foram significativos para a previsão dos pacientes com risco de óbito no momento da admissão na UTI. A partir dos resultados é possível verificar que as seguintes variáveis foram preditores significativos: SAPS 3 (OR = 1,066; IC 95% = 1,056 – 1,077), ISS (OR = 1,025; IC 95% = 1,012 – 1,038) e TCE (OR = 1,453; IC 95% = 1,061 – 1,989).

Tabela 19 – Estimativa dos parâmetros e variáveis incluídas no modelo

Variáveis	B	E.P.	Wald	gl	Sig.	Exp (B)	95% C.I. para	
							Inferior	Superior
SAPS 3	0,064	0,005	170,883	1	0,000	1,066	1,056	1,077
ISS	0,024	0,006	14,161	1	0,000	1,025	1,012	1,038
TCE	0,373	0,160	5,425	1	0,020	1,453	1,061	1,989
Constante	5,520	0,336	270,019	1	0,000	0,004		

Tem-se a partir da **Tabela 19** que a equação que representa a estimativa de mortalidade do paciente com trauma em uma unidade de terapia intensiva é dada pela seguinte equação:

$$P(\text{Óbito de Trauma em UTI}) = \frac{e^{-5,52+(0,064*SAPS3)+(0,024*ISS)+(0,373*TCE)}}{1+e^{-5,52+(0,064*SAPS3)+(0,024*ISS)+(0,373*TCE)}}$$

Com a finalidade de testar a robustez do modelo gerado, foi aplicado o teste de Hosmer-Lemeshow realizando a comparação entre as probabilidades ajustadas e observadas, como resultado do teste, obteve-se um valor de $\chi^2 = 10,995$ considerando 8 graus de liberdade e significância estatística de 0,202, indicando boa calibração para a variável resposta desejada (óbito).

O modelo logístico ajustado apresentou uma taxa de acerto de 79,5%, uma elevada qualidade preditiva, considerando apenas 3 variáveis na admissão do paciente na UTI, como demonstrado na **Tabela 20**.

Tabela 20 – Resultado do Modelo 3 e percentagem de sucesso.

		Desfecho (1 = óbito)		Porcentagem correta
		0	1	
Desfecho (1 = óbito)	0	1102	55	95,2
	1	253	93	26,9
Constante global				79,5

Realizando a construção da curva ROC para analisar a sensibilidade e especificidade do modelo desenvolvido, é possível observar que a área calculada sob a curva é de 0,785, conforme demonstrado na **Tabela 21 e Figura 5**.

Tabela 21 - Modelo 3: Área sob a curva

			Intervalo de Confiança 95%	
			Assintótico	
Área	Erro Padrão ^a	Sig.	Limite	
		assintótica ^b	Limite inferior	superior
0,785	0,013	0,000	0,760	0,811

Figura 5 – Curva ROC do Modelo 3 proposto para previsão de óbitos.

Foi construído em seguida o escore *Trauma Intensive Care Score* (TICS), que estima a probabilidade de óbito baseado nos valores das três variáveis do

modelo final citado acima. O escore tabulado desta forma permite uma rápida avaliação das chances de óbito podendo ser calculado facilmente à beira-leito, conforme as **Tabelas 22 e 23**:

Tabela 22 – TICS - Quadro de Pontuação

ISS	Pontuação	SAPS 3	Pontuação	TCE	Pontuação
1 - 8	2	< 53	30	NÃO	0
9 - 15	4	54 – 79	90	SIM	8
16 - 24	6	> 80	120		
25 - 48	8				
50 - 75	12				

Tabela 23 – TICS - Escore e chance de óbito

Escore Final	Chance de Óbito
32	11%
34	12%
36	12%
38	12%
40	12%
42	13%
44	12%

46	13%
50	14%
92	40%
94	41%
96	41%
98	41%
100	41%
102	42%
104	41%
106	42%
110	43%
122	80%
124	81%
126	81%
128	81%
130	81%
132	82%
134	81%
136	82%
140	83%

5. DISCUSSÃO

5.1 PRINCIPAIS RESULTADOS

Nesse estudo foi realizada uma coorte retrospectiva de dados coletados prospectivamente de 1503 pacientes vítimas de trauma admitidos em UTI, classificados em dois grupos. Os pacientes que foram a óbito comparados ao grupo controle tinham um perfil com idade mais avançada, ainda que jovens 46,6 (DP: 21,9) vs. 38,6 (DP: 17,4), maior prevalência de TCE: $n = 272$ (78,6%) vs. $n = 697$ (60,2%), maiores valores de SAPS 3: 61,7 (DP: 15,7) vs. 44,4 (DP: 16,8) e ISS: 27,3 (DP: 11,8) vs. 23,6 (DP: 9,5).

Baseado nesses resultados, foi desenhado um modelo multivariado preditivo de óbito em UTI através de múltiplas regressões univariadas, de tal modo que as variáveis com boa performance foram adicionadas em etapas a esse modelo para identificar fatores de risco independentes, com testes de homogeneidade para medir a sua significância. O modelo foi então calculado considerando as variáveis ISS, SAPS 3 e TCE, e uma constante, com 3 graus de liberdade, com uma eficiência global de 79,5% e área sob a curva ROC de 0,785 [45, 46].

A maioria dos estudos que avalia modelos preditivos de óbito no trauma considera dados pré-hospitalares para calcular esse risco no momento da admissão hospitalar. Optou-se por calcular esse novo modelo à admissão em UTI com o propósito de estimar o risco de óbito em UTI, de forma direcionada às vítimas de trauma, diferente dos modelos gerais que já estão consolidados em Terapia Intensiva. Uma nova caracterização do paciente quando da chegada na UTI permite uma reavaliação de risco do quadro clínico, o que ajudaria na

alocação de recursos materiais e humanos de forma ajustada e específica ao perfil das vítimas de trauma.

ISS

O ISS tem sido há décadas o padrão-ouro dos escores de classificação anatômica de trauma, utilizado amplamente desde sua criação em 1974 até o período atual como um descritor objetivo numérico da gravidade da lesão traumática, bem como um preditor empírico de desfecho dos pacientes vítimas de trauma. A facilidade de uso também ajudou a popularizar o ISS, de modo que, os cirurgiões e profissionais de trauma envolvidos diariamente com o atendimento dos pacientes críticos estão habituados à classificação do AIS e ao cálculo rápido do quadrado dos 3 maiores escores por sítio anatômico, permitindo uma sumarização do caso clínico e discussão terapêutica sem grandes esforços computacionais.

Uma das principais críticas ao ISS é a restrição do cálculo à lesão mais grave por sítio anatômico. O resultado final do ISS poderia ser muito baixo quando houvesse múltiplos traumas na mesma região anatômica, escondendo uma potencial gravidade aumentada do caso. Devido a essa crítica, foi proposto e desenvolvido o NISS, que basicamente considera as três lesões anatômicas com pontuações mais altas nas tabelas de AIS, podendo estas lesões pertencerem ao mesmo sítio anatômico. Para o nosso estudo, foi considerado o cálculo retrospectivo do NISS, mas devido à alta incidência de politrauma ou de TCE exclusivo em nossa população, a diferença entre NISS e ISS não seria tão significativa. Entendemos que essa pode ser uma limitação deste estudo quanto a sua validade externa, de tal modo que outras populações com perfil de

politrauma diferente do nosso serviço, o NISS talvez seja uma alternativa mais apropriada ao modelo.

Com uma mortalidade média de 23% e um ISS médio de 24,5, possivelmente justificado pela alta prevalência de TCE exclusivo neste serviço, encontramos uma dissociação entre a gravidade dos casos e o valor do ISS, justificando a importância do TCE como variável para cálculo do modelo preditivo de óbito. Faz-se necessário observar que a escala de coma de Glasgow (ECG) poderia ser uma boa variável preditora neste cenário. Entretanto, como os dados eram coletados à admissão dos pacientes em UTI, grande parte das vítimas de TCE eram admitidos intubados e sedados, inviabilizando um cálculo fidedigno da ECG. Os dados de entrada no hospital poderiam ser utilizados, entretanto, mesmo nestes casos, por muitas vezes os pacientes são intubados na cena e já chegam ao serviço hospitalar sedados. Sendo assim, apesar da escala de coma de Glasgow ser uma variável bastante interessante, sua usabilidade é muito restrita em um modelo preditivo de óbito na admissão à UTI.

Por se tratar de uma escala anatômica exclusiva, acreditava-se que o ISS seria um preditor de óbito mais eficiente. Entretanto, de forma inesperada, observou-se uma baixa acurácia do modelo baseado somente em ISS (modelo 2) quando comparado aos demais modelos. Provavelmente o papel da lesão traumática é diminuído após a abordagem hospitalar inicial, minimizando os efeitos letais do mecanismo de trauma, prevalecendo então os demais agentes clínicos como fatores de risco para óbito.

SAPS 3

Apesar de haver divergências entre alguns estudos sobre qual seria o melhor preditor de óbito em paciente de trauma (TRISS, ISS, NISS, ECG, etc.) em cenário de terapia intensiva, ainda se utiliza o SAPS 3 como padrão-ouro. Em um estudo específico para avaliar os cenários de trauma em UTI, foi feita uma correção ajustada do SAPS 3 e do TRISS para relacioná-los ao risco de óbito [47]. Entretanto, não foi o objetivo do estudo criar um escore preditor de óbito, e talvez isso tenha limitado sua adoção como um novo padrão para avaliação desse perfil de pacientes.

No modelo desenvolvido em nosso estudo, observou-se uma grande influência do SAPS 3 na predição de óbito, com melhor acurácia que o modelo baseado somente em ISS. Possivelmente, se deva ao fato do tempo que os pacientes vítimas de trauma grave, especialmente vítimas de TCE, levam para chegar à UTI uma vez que ficam no centro cirúrgico em procedimentos complexos e de longa duração. Enquanto em sala cirúrgica, esses pacientes permanecem sob os cuidados intensivos do anestesista, que oferece neste momento monitorização contínua, suporte à via aérea, manejo de drogas vasoativas, controle laboratorial e de balanço hidro-eletrolítico. Desse modo, quando efetivamente o paciente chega à UTI, se encaixa em um perfil mais similar ao paciente de terapia intensiva do que ao paciente vítima de trauma agudo.

TCE

A presença ou ausência de traumatismo craniano foi uma escolha deliberada deste estudo para dinamizar a realização dos cálculos. A literatura

usa por vezes o detalhamento de seleção de casos com TCE grave, considerando AIS ≥ 3 , porém, como a população estudada tinha uma alta incidência de TCE grave com neurocirurgia de emergência, acreditamos que isso por si só já seleciona uma população com perfil mais grave. Estima-se que a população que sofreu TCE leve ou moderado não necessitou de cirurgia ou terapia intensiva, tendo ficado em observação em enfermaria, ou destinado a uma UTI de menor complexidade.

Uma análise de subgrupo de pacientes vítimas de TCE possivelmente mostraria resultados interessantes quanto à predição de óbito. Essa hipótese foi discutida para esse estudo, mas devido à casuística reduzida, optamos por não proceder com uma avaliação de poder limitado.

5.2 RESULTADOS NO CONTEXTO DA LITERATURA

Até onde temos conhecimento, há poucos estudos publicados com foco em estudar óbito em pacientes vítimas de trauma baseado em dados da admissão à UTI. Estudos realizados na Escandinávia conseguiram chegar em dados úteis por meio de modelo de regressão logística. Um primeiro estudo na Noruega com 325 pacientes mostrou uma boa predição de óbito baseado em TCE, SAPS II e idade [48]. Um outro estudo executado na Suécia com 164 pacientes mostrou boa previsão de óbitos usando gravidade das lesões pelo NISS, idade, TCE e transfusão maciça [49]. Apesar dos resultados favoráveis, a pequena quantidade de pacientes em cada estudo pode esconder fatores preditivos que são determinantes e não estão aparecendo no modelo, ou estão se manifestando no resultado final por meio de co-variabilidade.

No nosso serviço, nesta mesma UTI, já se tentou observar, por meio de uma coorte prospectiva, os fatores preditivos de óbito em vítimas de trauma [50]. Utilizando-se de 200 pacientes, descreveu-se uma elevação de risco de óbito, especialmente óbito precoce, associado ao SAPS II e o NISS. O perfil epidemiológico deste estudo em muito ajudou a confecção desta coorte, e esse modelo inicialmente concebido já aponta na direção do nosso modelo executado com uma população ampliada e uma estatística mais robusta.

5.3 AVALIAÇÃO DO MÉTODO E LIMITAÇÕES

Esse estudo tem uma série de limitações, principalmente relacionadas ao fato de ser uma revisão retrospectiva de dados de prontuário e pela sua casuística restrita se comparado aos grandes banco de dados americanos.

Houve uma perda de seguimento de 8 casos, mesmo que pequena em relação à população do estudo ($n=1.503$). Como a literatura [48, 49] mostra uma baixa mortalidade precoce de vítimas de trauma em ambiente de UTI, esses 8 casos foram considerados como vivos para análise.

Os dados deste estudo incluem uma quantidade heterogênea de traumas, mostrando um perfil de TCE em pacientes idosos e traumas contusos em pacientes jovens. Isso pode contaminar o modelo com fatores de confusão, invalidando a análise comparativa de variáveis como a idade, que foi considerada em outro modelo de predição de óbito em UTI [48].

Por se tratar de um estudo em hospital único, há um perfil populacional distinto que pode prejudicar a validade externa desses dados. Por exemplo, este hospital apesar de ser o centro de trauma mais importante da cidade, recebe poucos casos de ferimentos por arma de fogo, uma vez que esses traumas

acontecem de forma mais prevalentes em outras regiões da cidade e acabam sendo atendidos em outros hospitais.

A não classificação de gravidade de TCE para o modelo preditivo pode ser uma limitação deste estudo, limitando a sua validade externa, mas o ajuste pode ser facilmente realizado selecionando pacientes cujo AIS da região craniana seja ≥ 3 para a restrição a casos graves

É questionável se uma análise de subgrupos mostraria uma melhor compreensão dos diferentes perfis de pacientes vítimas de trauma alocados nesse estudo, como por exemplo as vítimas de traumatismo craniano exclusivo, entretanto essa análise tornaria a casuística pequena e haveria uma perda de força significativa do modelo preditivo. Trata-se, portanto, de uma limitação deste estudo, que se poderia aprofundar e delimitar melhores modelos preditivos em populações específicas, aperfeiçoando e individualizando a terapêutica de distintos perfis epidemiológicos dentro do cenário de trauma geral.

5.4 IMPLICAÇÕES PESQUISA CLÍNICA E PREVISÕES FUTURAS

Um modelo preditivo como esse pode ser empregado como um benchmark para avaliação da performance dos processos assistenciais realizados dentro do hospital, quando comparadas as mortes efetivamente ocorridas na UTI e as mortes preditas pelo modelo. Modelos preditivos permitem aperfeiçoar o padrão de gestão em qualidade de saúde, alocando mais ou menos recursos baseando-se na probabilidade de óbito dos doentes estudados.

Frente a perspectiva iminente da rápida e fidedigna obtenção de dados junto à perspectiva do desenvolvimento de novas tecnologias como *machine*

learning associado a algoritmos heurísticos, pode-se imaginar que num futuro breve um modelo de *big data* pode ser desenvolvido de forma fluida usando estes achados como princípio.

Por causa do advento dos prontuários eletrônicos cada vez mais dinâmicos, esse modelo preditivo poderia servir de base para confecção de um sistema de inteligência artificial que obtivesse dados de entrada do paciente, computasse e mostrasse chances de óbito, mas simultaneamente incluísse e atualizasse os dados da evolução hospitalar, gerando uma atualização em tempo real da predição de óbito por meio de algoritmos heurísticos [51].

Com a progressiva facilidade de acesso a informações de qualidade, pode-se esperar que um grande modelo preditivo de mortalidade fosse gerado e atualizado a cada paciente inserido. Essa pode ser a próxima grande revolução de cuidado em saúde, e as ferramentas para isso já estão próximas do seu desenvolvimento pleno [52].

6. CONCLUSÃO

É possível usar com segurança um modelo preditor de óbito na chegada à UTI. Esse modelo baseia-se apenas nas presenças de TCE, no SAPS 3 e no ISS do paciente para computar a chance de óbito durante internação na UTI, podendo contribuir para aperfeiçoar o tratamento oferecido aos pacientes, bem como servir de padrão para a avaliação da qualidade de cuidados prestados durante a internação

7. REFERÊNCIAS

1. Banco Mundial. Cause of death, by injury (% of total). Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/SH.DTH.INJR.ZS?end=2015&start=2000&view=chart>. (Acessado em: 29 de janeiro de 2018)
2. Reichenheim ME, de Souza ER, Moraes CL, de Mello Jorge MH, da Silva CM, de Souza Minayo MC. Violence and injuries in Brazil: the effect, progress made, and challenges ahead. *Lancet*. 2011 Jun 4;377(9781):1962-75.
3. National Trauma Data Bank. American College of Surgeons. Disponível em: <https://www.facs.org/~media/files/quality%20programs/trauma/ntdb/ntdb%20annual%20report%202016.ashx>. (Acessado em: 29 de janeiro de 2018)
4. Champion HR. Trauma scoring. *Scand J Surg*. 2002;91(1):12-22.
5. Butcher NE, D'Este C, Balogh ZJ. The quest for a universal definition of polytrauma: a trauma registry-based validation study. *J Trauma Acute Care Surg*. 2014 Oct;77(4):620-3.
6. Baker SP, O'Neill B, Haddon W Jr, Long WB. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma*. 1974 Mar;14(3):187-96.
7. Ang DN, Rivara FP, Nathens A, Jurkovich GJ, Maier RV, Wang J, MacKenzie EJ. Complication rates among trauma centers. *J Am Coll Surg*. 2009 Nov;209(5):595-602.
8. Rozenfeld M, Radomislensky I, Freedman L, Givon A, Novikov I, Peleg K. ISS groups: are we speaking the same language? *Inj Prev*. 2014 Oct;20(5):330-5.
9. Goldfarb MG, Bazzoli GJ, Coffey RM. Trauma systems and the costs of trauma care. *Health Serv Res*. 1996 Apr;31(1):71-95.

10. MacKenzie EJ, Rivara FP, Jurkovich GJ, Nathens AB, Frey KP, Egleston BL, Salkever DS, Scharfstein DO. A national evaluation of the effect of trauma-center care on mortality. *N Engl J Med*. 2006 Jan 26;354(4):366-78.
11. Maas AI, Harrison-Felix CL, Menon D, Adelson PD, Balkin T, Bullock R, Engel DC, Gordon W, Langlois-Orman J, Lew HL, Robertson C, Temkin N, Valadka A, Verfaellie M, Wainwright M, Wright DW, Schwab K. Standardizing data collection in traumatic brain injury. *J Neurotrauma*. 2011 Feb;28(2):177-87.
12. Owen JL, Bolenbaucher RM, Moore ML. Trauma registry databases: a comparison of data abstraction, interpretation, and entry at two level I trauma centers. *J Trauma*. 1999 Jun;46(6):1100-4.
13. Lecky F, Woodford M, Edwards A, Bouamra O, Coats T. Trauma scoring systems and databases. *Br J Anaesth*. 2014 Aug;113(2):286-94.
14. Teasdale G, Jennett B. Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet*. 1974 Jul 13;2(7872):81-4.
15. Gitajn IL, Castillo R, Breazeale S, Schoonover C, Berger P, Huang Y, O'Hara N, O'Toole RV, Sciadini MF. Survivorship After High-Energy Geriatric Trauma. *J Orthop Trauma*. 2017 Aug;31(8):e230-e235.
16. Moore L, Lavoie A, Turgeon AF, Abdous B, Le Sage N, Emond M, Liberman M, Bergeron E. The trauma risk adjustment model: a new model for evaluating trauma care. *Ann Surg*. 2009 Jun;249(6):1040-6.
17. Raum MR, Nijsten MW, Vogelzang M, Schuring F, Lefering R, Bouillon B, Rixen D, Neugebauer EA, Ten Duis HJ; Polytrauma Study Group of the German Trauma Society. Emergency trauma score: an instrument for early estimation of trauma severity. *Crit Care Med*. 2009 Jun;37(6):1972-7.

18. Davis AL, Wales PW, Malik T, Stephens D, Razik F, Schuh S. The BIG Score and Prediction of Mortality in Pediatric Blunt Trauma. *J Pediatr*. 2015 Sep;167(3):593-8.e1.
19. Copes WS, Champion HR, Sacco WJ, Lawnick MM, Keast SL, Bain LW. The Injury Severity Score revisited. *J Trauma*. 1988 Jan;28(1):69-77.
20. Association for the Advancement of Automotive Medicine. Abbreviated Injury Scale (AIS®). Disponível em: <https://www.aaam.org/abbreviated-injury-scale-ais/>. (Acessado em: 29 de janeiro de 2018)v
21. Champion HR, Sacco WJ, Carnazzo AJ, Copes W, Fouty WJ. Trauma score. *Crit Care Med*. 1981 Sep;9(9):672-6.
22. Champion HR, Sacco WJ, Copes WS, Gann DS, Gennarelli TA, Flanagan ME. A revision of the Trauma Score. *J Trauma*. 1989 May;29(5):623-9.
23. Boyd CR, Tolson MA, Copes WS. Evaluating trauma care: the TRISS method. Trauma Score and the Injury Severity Score. *J Trauma*. 1987 Apr;27(4):370-8.
24. Osler T, Baker SP, Long W. A modification of the injury severity score that both improves accuracy and simplifies scoring. *J Trauma*. 1997 Dec;43(6):922-5; discussion 925-6
25. Moore L, Lavoie A, Turgeon AF, Abdous B, Le Sage N, Emond M, Liberman M, Bergeron E. The trauma risk adjustment model: a new model for evaluating trauma care. *Ann Surg*. 2009 Jun;249(6):1040-6.
26. Glance LG, Osler TM, Mukamel DB, Meredith W, Wagner J, Dick AW. TMPM-ICD9: a trauma mortality prediction model based on ICD-9-CM codes. *Ann Surg*. 2009 Jun;249(6):1032-9.
27. Zhao FZ, Wolf SE, Nakonezny PA, Minhajuddin A, Rhodes RL, Paulk ME, Phelan HA. Estimating Geriatric Mortality after Injury Using Age, Injury Severity, and

- Performance of a Transfusion: The Geriatric Trauma Outcome Score. *J Palliat Med.* 2015 Aug;18(8):677-81.
28. Gallaher J, Jefferson M, Varela C, Maine R, Cairns B, Charles A. The Malawi trauma score: A model for predicting trauma-associated mortality in a resource-poor setting. *Injury.* 2019 Sep;50(9):1552-1557.
 29. Orhon R, Eren SH, Karadayı S, Korkmaz I, Coşkun A, Eren M, Katrancıoğlu N. Comparison of trauma scores for predicting mortality and morbidity on trauma patients. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2014 Jul;20(4):258-64.
 30. Moon SH, Kim JW, Byun JH, Kim SH, Choi JY, Jang IS, Lee CE, Yang JH, Kang DH, Kim KN, Park HO. The thorax trauma severity score and the trauma and injury severity score: Do they predict in-hospital mortality in patients with severe thoracic trauma?: A retrospective cohort study. *Medicine (Baltimore).* 2017 Oct;96(42):e8317.
 31. Bouzat P, Legrand R, Gillois P, Ageron FX, Brun J, Savary D, Champly F, Albaladejo P, Payen JF; TRENAU Group. Prediction of intra-hospital mortality after severe trauma: which pre-hospital score is the most accurate? *Injury.* 2016 Jan;47(1):14-8.
 32. Cook A, Weddle J, Baker S, Hosmer D, Glance L, Friedman L, Osler T. A comparison of the Injury Severity Score and the Trauma Mortality Prediction Model. *J Trauma Acute Care Surg.* 2014 Jan;76(1):47-52; discussion 52-3
 33. Organização Mundial de Saúde. International Classification of Diseases 11th Revision. Disponível em: <https://icd.who.int/en>. (Acessado em: 29 de janeiro de 2018)

34. Borgman MA, Maegele M, Wade CE, Blackbourne LH, Spinella PC. Pediatric trauma BIG score: predicting mortality in children after military and civilian trauma. *Pediatrics*. 2011 Apr;127(4):e892-7.
35. Hampton DA, Lee TH, Diggs BS, McCully SP, Schreiber MA. A predictive model of early mortality in trauma patients. *Am J Surg*. 2014 May;207(5):642-7; discussion 647.
36. Brennan PM, Murray GD, Teasdale GM. Simplifying the use of prognostic information in traumatic brain injury. Part 1: The GCS-Pupils score: an extended index of clinical severity. *J Neurosurg*. 2018 Jun;128(6):1612-1620.
37. Murray GD, Brennan PM, Teasdale GM. Simplifying the use of prognostic information in traumatic brain injury. Part 2: Graphical presentation of probabilities. *J Neurosurg*. 2018 Jun;128(6):1621-1634.
38. Joosse P, de Jong WJ, Reitsma JB, Wendt KW, Schep NW, Goslings JC. External validation of the Emergency Trauma Score for early prediction of mortality in trauma patients. *Crit Care Med*. 2014 Jan;42(1):83-9.
39. Haider AH, Villegas CV, Saleem T, Efron DT, Stevens KA, Oyetunji TA, Cornwell EE 3rd, Bowman S, Haack S, Baker SP, Schneider EB. Should the IDC-9 Trauma Mortality Prediction Model become the new paradigm for benchmarking trauma outcomes? *J Trauma Acute Care Surg*. 2012 Jun;72(6):1695-701.
40. Raj R, Skrifvars M, Bendel S, Selander T, Kivisaari R, Siironen J, Reinikainen M. Predicting six-month mortality of patients with traumatic brain injury: usefulness of common intensive care severity scores. *Crit Care*. 2014 Apr 3;18(2):R60
41. Harrell FE Jr, Lee KL, Matchar DB, Reichert TA. Regression models for prognostic prediction: advantages, problems, and suggested solutions. *Cancer Treat Rep*. 1985 Oct;69(10):1071-77.

42. Katz MH. Multivariable analysis: a primer for readers of medical research. *Ann Intern Med.* 2003 Apr 15;138(8):644-50.
43. Cevik AA, Abu-Zidan FM. Searching for mortality predictors in trauma patients: a challenging task. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2018 Aug;44(4):561-565.
44. Endo A, Baer HJ, Nagao M, Weaver MJ. Prediction Model of In-Hospital Mortality After Hip Fracture Surgery. *J Orthop Trauma.* 2018 Jan;32(1):34-38.
45. Lemeshow S, Hosmer DW Jr. A review of goodness of fit statistics for use in the development of logistic regression models. *Am J Epidemiol.* 1982 Jan;115(1):92-106.
46. Hanley JA, McNeil BJ. The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiology.* 1982 Apr;143(1):29-36
47. Reiter A, Mauritz W, Jordan B, Lang T, Pölzl A, Pelinka L, Metnitz PG. Improving risk adjustment in critically ill trauma patients: the TRISS-SAPS Score. *J Trauma.* 2004 Aug;57(2):375-80.
48. Ulvik A, Wentzel-Larsen T, Flaatten H. Trauma patients in the intensive care unit: short- and long-term survival and predictors of 30-day mortality. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2007 Feb;51(2):171-7.
49. Brattström O, Granath F, Rossi P, Oldner A. Early predictors of morbidity and mortality in trauma patients treated in the intensive care unit. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2010 Sep;54(8):1007-17.
50. Sardinha DS, de Sousa RM, Nogueira Lde S, Damiani LP. Risk factors for the mortality of trauma victims in the intensive care unit. *Intensive Crit Care Nurs.* 2015 Apr;31(2):76-82.

51. Si L, Callan J. Using sampled data and regression to merge search engine results. In Proceedings of the 25th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval 2002 Aug 11 (pp. 19-26).
52. Chen Y, Elenee Argentinis JD, Weber G. IBM Watson: How Cognitive Computing Can Be Applied to Big Data Challenges in Life Sciences Research. *Clin Ther*. 2016 Apr;38(4):688-701.

APÊNDICES

Anexo 1. Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa

Hospital das Clínicas da FMUSP
Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq

PROJETO DE PESQUISA

Título: AVALIAÇÃO DE FATORES PROGNÓSTICOS EM PACIENTES VÍTIMAS DE TRAUMA
Pesquisador Responsável: Maria José Carvalho Carmona **Versão:** 1
Pesquisador Executante: Luiz Marcelo Sá Malbouisson **CAAE:** 04942512.9.0000.0068
Co-autores: Rodrigo Miyashiro Nunes dos Santos - Leandro Costa Miranda - Cesar Biselli-
Alexandre Biasi - Roseny dos Reis Rodrigues- Milton Gotardo- Samir Raslam
Instituição: HCFMUSP
Departamento: CIRURGIA

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Registro on-line: 9520

Número do Parecer: 80766

Data da Relatoria: 22/08/2012

Apresentação do Projeto: Trauma é a principal causa de morte nas primeiras 4 décadas de vida. Dados americanos mostram que, por ano, mais de 140 mil pessoas morrem devido ao trauma e mais de 80 mil ficam com sequelas irreversíveis acarretando em perda de anos de atividades produtivas e um gasto estimado de 100 bilhões de dólares ao ano. Segundo a base de dados do DATASUS no ano de 2009 ocorreram mais de 850 mil internações como consequência direta de causas externas, o que corresponde a 8% das internações do SUS em um ano; dessas 36% correspondiam a quedas e 15% a acidentes de trânsito. Nesse mesmo ano 14% dos óbitos decorreram de causas externas, representando a terceira causa de mortalidade geral na população. Está bem estabelecido que desde o surgimento dos centros de trauma, houve uma diminuição da mortalidade, morbidade e de sequelas irreversíveis aos pacientes. A ausência de um banco de dados nos serviços que prestam atendimento ao traumatizado é um grave problema. É necessário que dados sobre o atendimento empregado e a evolução do paciente sejam coletados de forma padronizada para que a análise da eficácia do tratamento seja realizada. A indisponibilidade de um banco de dados que agregue desde o registro dos eventos na cena do trauma até a sobrevida tardia dos pacientes dificulta a elaboração de indicadores de atendimento e a avaliação crítica dos cuidados realizados.

Objetivo da Pesquisa: O objetivo do estudo é, a partir de banco de dados específico, avaliar os fatores prognósticos de morbi/mortalidade e a evolução imediata e tardia de pacientes vítimas de trauma encaminhados à Unidade de Emergência do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo a partir do ano de 2012. Outros Centros de Trauma poderão ser incluídos futuramente ao estudo. Os dados serão coletados prospectivamente por meio de consulta a prontuário, dados laboratoriais e imagens provenientes do servidor do hospital. Por ser um estudo observacional, não será solicitado termo de consentimento para coleta dos dados. O desfecho primário será alta hospitalar, evasão, óbito, encaminhamento para outro serviço ou internação por 30 dias. Desfechos secundários, como tempo de internação hospitalar, tempo de internação em UTI, causa da internação e morbidade também serão analisados.

Hospital das Clínicas da FMUSP

Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq

Avaliação dos Riscos e Benefícios: Sem risco para o paciente ou benefício imediato.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa: Estudo com objetivo claro e relevante.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória: Levantamento de prontuários dispensa TCLE.

Recomendações: Aprovado

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações: Aprovado

Situação do Parecer: Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP: Não

Considerações Finais a critério do CEP: Aprovado

São Paulo, 27 de Agosto de 2012

Prof. Dr. Luiz Eugênio Garcez Leme
Coordenador
Comissão de Ética para Análise de
Projetos de Pesquisa-CAPPesq