

# Use of EuroSCORE as a predictor of morbidity after cardiac surgery

*Uso do EuroSCORE como preditor de morbidade no pós-operatório de cirurgia cardíaca*

Isaac Newton Guimarães Andrade<sup>1</sup>, MD; Fernando Ribeiro de Moraes Neto<sup>2</sup>, MD, PhD; Tamirys Guimarães Andrade<sup>2</sup>, MD

DOI: 10.5935/1678-9741.20140005

RBCCV 44205-1515

## Abstract

**Objective:** To evaluate the use of the EuroSCORE as a predictor of postoperative morbidity after cardiac surgery.

**Methods:** We retrospectively analyzed the charts of 900 patients operated on and admitted to the intensive care unit postoperatively at the Royal Portuguese Hospital of Recife. We included all patients with complete medical records, excluding those who died during surgery, underwent transplantation or correction of congenital heart disease. We evaluated the development of respiratory infection, cerebrovascular accident, and dialysis-dependent renal failure, and the EuroSCORE was compared in terms of the three complications using the Mann-Whitney test. The calibration model for predicting the morbidities being studied was evaluated using the test set of Homer-Lemeshow goodness. The accuracy of the model was assessed using the area under the ROC curve (AUROC).

**Results:** The model showed good calibration in predicting

respiratory infection, acute renal failure and stroke ( $P=0.285$ ,  $P=0.789$ ,  $P=0.45$ , respectively), with good accuracy for respiratory infection (AUROC=0.710 and  $P<0.001$ ) and dialysis-dependent renal failure (AUROC=0.834 and  $P<0.001$ ), but no accuracy to predict stroke (AUROC=0.519). The high-risk patients were more likely to develop respiratory infection (OR=9.05,  $P<0.001$ ) and dialysis-dependent renal failure (OR=39.6,  $P<0.001$ ). The probability of developing respiratory infection and dialysis-dependent renal failure was less than 10% with EuroSCORE up to 7 and more than 70% with EuroSCORE greater than 15.

**Conclusion:** EuroSCORE proved to be a good predictor of major postoperative morbidity in cardiac surgery: respiratory and dialysis-dependent renal failure.

**Descriptors:** Risk Assessment. Morbidity. Cardiovascular Surgical Procedures.

<sup>1</sup>Instituto de Cirurgia Cardiovascular da Paraíba, Campina Grande, PB, Brasil.

<sup>2</sup>Instituto do Coração de Pernambuco (INCOR-PE), Recife, PE, Brasil.

Trabalho realizado no Real Hospital Português do Recife, Recife, PE, Brasil.

Endereço para correspondência:

Isaac Newton Guimaraes Andrade

Rua Capitão João Alves de Lira, 1004 – ap. 1302 – Prata – Campina Grande, PB, Brasil – CEP: 58400-560

E-mail: isaacguimaraes@oi.com.br

Abreviaturas, acrônimos & símbolos	
ASROC	Área sob a curva ROC
AVC	Acidente vascular cerebral
EuroSCORE	European System for Cardiac Operative Risk Evaluation
IRD	Insuficiência renal dialítica
ITR	Infecção do trato respiratório
ROC	Receiver Operating Characteristic
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
UTI	Unidade de terapia intensiva

### Resumo

**Objetivo:** Avaliar o uso do EuroSCORE como preditor de morbidade no pós-operatório de cirurgia cardíaca.

**Métodos:** Foram analisados, retrospectivamente, os prontuários de 900 pacientes operados no Real Hospital Português do Recife e admitidos na unidade de terapia intensiva pós-operatória. Foram incluídos todos os pacientes com prontuários completos, sendo excluídos aqueles que foram a óbito no transoperatório, submetidos a transplante ou a correção de cardiopatia congênita. Foi avaliado o desenvolvimento de infecção respiratória, acidente vascular cerebral e insuficiência renal dialítica,

sendo o EuroSCORE comparado em relação às três complicações, usando-se o teste de Mann-Whitney. A calibração do modelo para predição das morbidades estudadas foi avaliado com o teste de ajuste de bondade de Homer-Lemeshow. A acurácia do modelo foi avaliada utilizando-se a área sob a curva ROC (ASROC).

**Resultados:** O modelo apresentou boa calibração na predição de infecção respiratória, insuficiência renal dialítica e acidente vascular cerebral ( $P=0,285$ ;  $P=0,789$ ;  $P=0,45$ , respectivamente), tendo boa acurácia para infecção respiratória (ASROC=0,710 e  $P<0,001$ ) e insuficiência renal dialítica (ASROC=0,834 e  $P<0,001$ ) e sem acurácia para acidente vascular cerebral (ASROC=0,519). Os pacientes de alto risco apresentaram maior chance de desenvolver infecção respiratória (OR=9,05;  $P<0,001$ ) e insuficiência renal dialítica (OR=39,6;  $P<0,001$ ). A probabilidade de desenvolver infecção respiratória e insuficiência renal dialítica foi de menos de 10% com EuroSCORE até 7 e de mais de 70% com EuroSCORE maior que 15.

**Conclusão:** O EuroSCORE mostrou-se um bom preditor das principais morbidades pós-operatórias em cirurgia cardíaca: infecção respiratória e insuficiência renal dialítica.

**Descritores:** Medição de Risco. Morbidade. Procedimentos Cirúrgicos Cardiovasculares.

## INTRODUÇÃO

A estratificação de risco tem adquirido importante papel na prática da cirurgia cardíaca, com a utilização de escores específicos, sendo esses importantes ferramentas para medição de risco, análise da qualidade de assistência e avaliação de custos [1,2]. Em razão disso, diversos escores têm sido criados e aplicados para predizerem mortalidade em cirurgia cardíaca [3,4]. O cálculo de risco em cirurgia, entenda-se óbito, é relativamente simples, uma vez que a variável resposta, o óbito, é uma variável excludente de óbvia caracterização. No entanto, o estudo das causas que levaram ao óbito, por se tratar de variáveis múltiplas, na maioria das vezes, torna-se bem mais complexo, dificultando a criação de escores específicos para predizer morbidade, além disso, não necessariamente há relação entre o desenvolvimento de uma complicação e óbito, podendo, no entanto, incrementar tempo de internamento e alteração da qualidade de vida dos pacientes [5].

Na cirurgia cardíaca, três grandes eventos, quando presentes, aumentam a chance de óbito: o desenvolvimento de infecção do trato respiratório (ITR), o acidente vascular cerebral (AVC) pré-operatório e a insuficiência renal dialítica (IRD) [6-9]. Além de associados a maior mortalidade, são grandes causadores de readmissão na unidade de terapia intensiva, incrementando os custos hospitalares [10].

Apesar do entendimento de que esses eventos adversos podem contribuir decisivamente para um resultado desfavorável

da cirurgia cardíaca, não existem escores específicos, derivados de grandes estudos, que possam predizer a chance de desenvolvimento de tais complicações e, portanto, capazes de predizerem morbidade.

É proposto, no presente estudo, avaliar o EuroSCORE como preditor de morbidade, uma vez que é um escore simples e prático, que tem número reduzido de variáveis e que é amplamente utilizado no mundo inteiro, tendo diversas validações, inclusive em nosso meio, com bons resultados [11,12].

## MÉTODOS

O trabalho trata-se de um estudo observacional, transversal, desenvolvido na Unidade de Recuperação de Cirurgia Torácica do Real Hospital Português do Recife. Foram analisados os prontuários de 900 pacientes operados, de um total de 1036 operados no período de 1º de julho de 2008 a 30 de julho de 2009. Foram incluídos no estudo os pacientes cujos prontuários continham todas as informações necessárias, sendo excluídos aqueles que foram a óbito no transoperatório, os que foram submetidos a transplante cardíaco ou correção de cardiopatia congênita. Os dados foram coletados do prontuário eletrônico e plotados em planilha de Excel contendo as variáveis estudadas. O EuroSCORE foi calculado com auxílio de calculadora específica, classificando os pacientes em três grupos de risco: alto, médio e baixo, conforme valores de escore aditivo. As variáveis estudadas foram os valores de Euro-

SCORE, ocorrência de óbito, desenvolvimento de ITR, IRD e AVC, sendo considerada a ocorrência dessas complicações durante o período entre a cirurgia e a alta hospitalar. A ITR foi diagnosticada conforme critérios clínicos e radiológicos, com necessidade de confirmação por meio de cultura quantitativa de secreção traqueal, com contagem acima de 1 milhão de colônias, colhida por aspirado traqueal. Foram considerados com IRD aqueles pacientes que evoluíram obrigatoriamente com a necessidade de terapia renal substitutiva após a cirurgia. Os pacientes com AVC deveriam ter confirmação do quadro clínico por meio de achados de lesões cerebrais recentes, evidenciados por tomografia computadorizada sem contraste, realizada 72 horas após a suspeição da ocorrência do evento. As variáveis contínuas foram expressas por suas médias e/ou mediana e desvio padrão. As variáveis categóricas foram expressas por meio de suas frequências relativas e absolutas.

Para a comparação do EuroSCORE em relação ao óbito, AVC, ITR e IRD aplicou-se o teste não-paramétrico de Mann-Whitney. Para avaliar a calibração do EuroSCORE, utilizou-se o teste de bondade de ajuste de Hosmer-Lemeshow, proveniente de um modelo de regressão logística, onde resposta foi a mortalidade hospitalar ou as morbidades (AVC, ITR e IRD) e a variável independente, o EuroSCORE. A acurácia foi feita através da área sob a curva ROC (*receiver operating characteristic curve*), construída com base na sensibilidade (predição correta de morte) e 1 – especificidade (predição correta de sobrevida), calculadas para cada valor de cada escore estudado. Para avaliar a associação entre os grupos de risco, classificados pelo escore, e o desenvolvimento das complicações foram utilizados os teste de qui-quadrado ou exato de Fisher, conforme indicados. Valores de  $P < 0,05$  foram adotados como estatisticamente significantes para se rejeitar a hipótese nula e o *software* utilizado foi o *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 16.0.

O projeto foi aprovado ao comitê de ética do Real Hospital Português do Recife.

## RESULTADOS

A amostra estudada foi constituída de 900 pacientes, com média de idade de  $57,6 \pm 13,9$  anos, variando de 11 a 86 anos, sendo 518 (57,6%) do sexo masculino. O valor médio do EuroSCORE foi de  $2,76 \pm 2,27$ .

A maioria dos pacientes foi submetida a cirurgia de revascularização miocárdica isolada (67%), seguida da cirurgia valvular isolada (26%) e revascularização miocárdica associada à outra cirurgia cardíaca (4%) (Figura 1).

A distribuição da população conforme os grupos de risco alto, médio e baixo do EuroSCORE foi, respectivamente, 12,1%, 38,4% e 49,4%.

A prevalência de complicações foi de 4,8% e a mortalidade na amostra foi de 4,1%, observando-se maiores valores de EuroSCORE entre os pacientes que foram a

óbito. A mortalidade no grupo com complicação foi significativamente maior em relação ao grupo sem complicação (Tabela 1).

## Análise da capacidade preditora do EuroSCORE para morbidades

### Infecção do Trato Respiratório

A comparação dos valores do escore evidenciou maiores valores entre os pacientes que desenvolveram ITR comparados aos que não a desenvolveram, conforme demonstrado na Tabela 2.

## Tipo de cirurgia realizada



Fig.1 – Características da amostra em relação à cirurgia realizada

Tabela 1. Incidência das complicações e mortalidade.

Variável	n (%)
Comorbidades	
ITR	30 (3,3%)
IRD	17 (1,9%)
AVC	15 (1,7%)
Complicações	43 (4,8%)
Mortalidade geral	37 (4,1%)
Mortalidade no grupo sem complicação	1,8%
Mortalidade no grupo com complicação	47,7%*

\*  $P < 0,0001$  qui-quadrado. AVC = acidente vascular cerebral pré-operatório; IRD = insuficiência renal dialítica; ITR = infecção do trato respiratório

Tabela 2. Comparação do EuroSCORE, segundo ITR.

Óbito	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Não	870	2,68	2,00	2,17	0	15
Sim	30	5,13	4,50	3,59	0	13
Total	900	2,76	3,00	2,27	0	15

*P*-valor < 0,001 (teste Mann-Whitney). ITR = infecção do trato respiratório

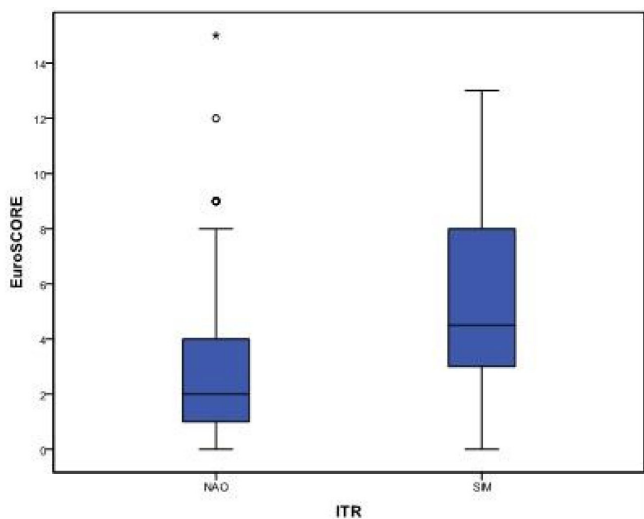


Fig. 2 – Comparação do EuroSCORE entre pacientes sem e com ITR

Tabela 3. ITR observada e prevista usando o EuroSCORE como variável preditora nos grupos definidos pelo teste Hosmer-Lemeshow.

Tabela de contingência para o teste de Homer-Lemeshow						
	ITR = não		ITR = sim		Total	
	Observado	Esperado	Observado	Esperado		
Step 1	1	148	150,583	4	1,417	152
	2	171	169,740	1	2,260	172
	3	121	119,746	1	2,254	122
	4	144	144,162	4	3,838	148
	5	131	131,065	5	4,935	136
	6	107	107,205	7	6,795	114
	7	48	47,499	8	8,501	56

Qui-quadrado (5) = 6,221 (*P*-valor = 0,285). ITR = infecção do trato respiratório

O modelo para predição de ITR apresentou boa calibração, conforme apresentado na Tabela 3, e a boa acurácia, determinada pela análise da área sob a curva ROC (Figura 2).

Obteve-se uma área sob a curva ROC de 0,710 (IC95% 0,600–0,821) com *P*-valor<0,001. Os resultados encontrados

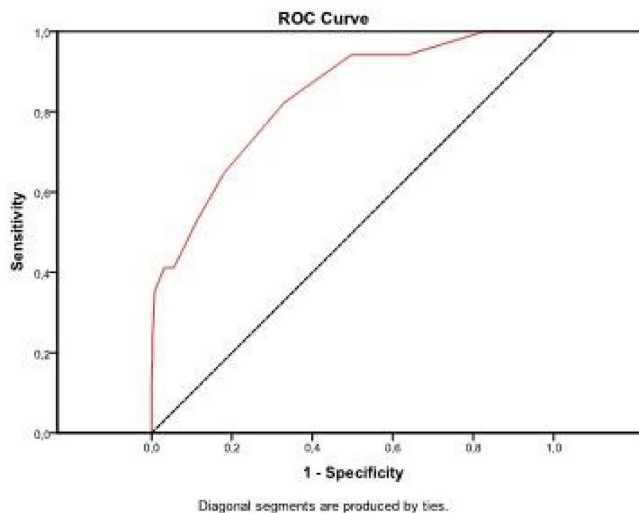


Fig. 3 – Gráfico da curva ROC para ITR

Tabela 4. Comparação do EuroSCORE segundo IRD.

Óbito	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Não	883	2,68	2,00	2,16	0	12
Sim	17	6,88	6,00	3,94	1	15
Total	900	2,76	3,00	2,27	0	15

*P*-valor = 0,001 (teste Mann-Whitney). IRD = insuficiência renal dialítica

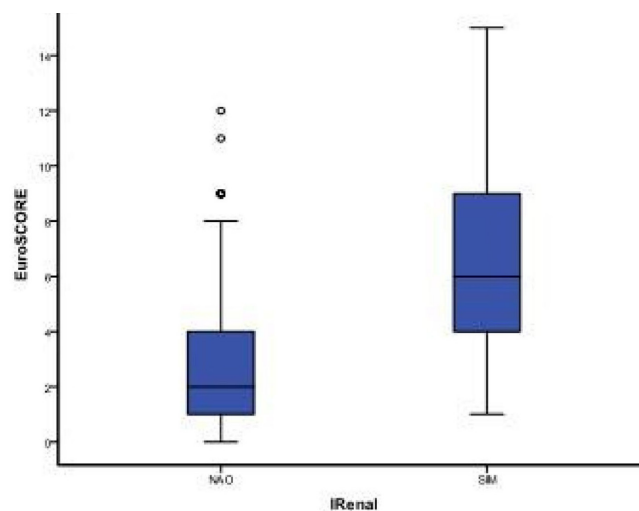


Fig. 4 – Box-plot comparativo do EuroSCORE segundo IRD

demonstram que o EuroSCORE tem bom poder de discriminação entre os pacientes com e sem ITR (Figura 3).

#### Insuficiência Renal Dialítica

Assim como na ITR, encontramos maior valores de

EuroSCORE entre os pacientes que evoluíram com IRD comparado aos que não a apresentaram, demonstrados na Tabela 4 e Figura 4.

O modelo para predição de IRD apresentou boa calibração, conforme apresentado na Tabela 5, e excelente acurácia, determinada pela análise da área sob a curva ROC (Figura 2).

Obteve-se uma área sob a curva ROC de 0,834 (IC 95% 0,738 – 0,930) com  $P$ valor<0,001. Os resultados encontrados demonstram que o EuroSCORE tem bom poder de discriminação entre os pacientes com e sem IRD (Figura 5).

**Acidente vascular cerebral**

Com relação à ocorrência de AVC, não foi evidenciada diferença entre os valores de EuroSCORE entre os pacientes que evoluíram com ou sem essa complicação ( $P=0,484$ ; teste de Mann-Whitney). Com relação ao uso do modelo para predizer essa morbidade, apesar de ter boa calibração

( $P=0,45$ ), o mesmo não teve acurácia para discriminar pacientes que desenvolveram ou não AVC no pós-operatório (área sob curva ROC=0,519), como pode ser observado na Figura 3.

**Análise da associação de grupo de risco e chance de desenvolver complicações pós-operatórias**

Foi observado que os pacientes do grupo de alto risco, determinados pelos valores de EuroSCORE, estavam associados a maior chance de desenvolver ITR (OR=9,05) e IRD (OR=39,96), conforme Tabelas 6 e 7. No entanto, não foi demonstrada a mesma associação com relação à ocorrência de AVC.

Os pontos de corte de maior especificidade e sensibilidade para predição de ITR e IRD estão demonstrados na Tabela 8.

A probabilidade de desenvolver ITR e IRD com base no valor de EuroSCORE foi determinada variando de menos de 10% a mais de 70% (Tabelas 9 e 10).

Tabela 5. IRD observada e prevista usando o EuroSCORE como variável preditora nos grupos definidos pelo teste Hosmer-Lemeshow.

Tabela de contingência para o teste de Homer-Lemeshow

	IRD = não		IRD = sim		Total
	Observado	Esperado	Observado	Esperado	
1	152	151,723	0	0,277	152
2	171	171,467	1	0,533	172
3	122	121,358	0	0,642	122
Step 1 4	146	146,681	2	1,319	148
5	133	133,951	3	2,049	136
6	110	110,209	4	3,791	114
7	49	47,611	7	8,389	56

Qui-quadrado (5) = 2,419 ( $P$ -valor = 0,789). IRD = insuficiência renal dialítica

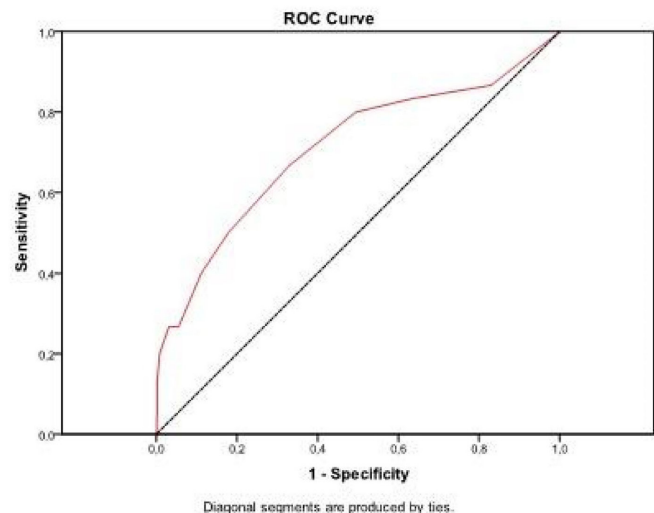


Fig. 5 – Gráfico da curva ROC para IRD

Tabela 6. Cruzamento do EuroSCORE com ITR.

		ITR		Total	OR (IC 95%)
		Não	Sim		
Grupo	Baixo	N 439	6	445	1,0
	%	98,7%	1,3%	100,0%	
Risco	Médio	N 334	12	346	2,63
	%	96,5%	3,5%	100,0%	(0,98 – 7,08)
	Alto	N 97	12	109	9,05
	%	89,0%	11,0%	100,0%	(3,32 – 24,70)

$P$ -valor < 0,001 (teste qui-quadrado). ITR = infecção do trato respiratório

Tabela 7. Cruzamento do EuroSCORE e IRD.

		IRD		Total	OR (IC 95%)
		Não	Sim		
Grupo	Baixo	N 444	1	445	1,0
	%	99,8%	0,2%	100,0%	
Risco	Médio	N 339	7	346	9,17
	%	98,0%	2,0%	100,0%	(1,1 – 74,9)
	Alto	N 100	9	109	39,96
	%	91,7%	8,3%	100,0%	(5,0 – 78,9)

$P$ < 0,001. IRD = insuficiência renal dialítica

Tabela 8. Ponto de corte e valores de sensibilidade e especificidade.

Variável	Ponto de corte	Sensibilidade	Especificidade
ITR	≥ 3,5	66,7%	67,1%
IRD	≥ 3,5	82,4%	66,9%

IRD = insuficiência renal dialítica; ITR = infecção do trato respiratório

Tabela 9. Probabilidade de desenvolver ITR conforme valor de EuroSCORE.

EuroSCORE	Probabilidade ITR
0 - 7	< 10%
8 - 9	10% – 19%
10	20 – 29%
11 - 12	30 – 39%
13	40 – 49%
14	50 – 59%
15	60 – 69%
>15	≥ 70%

ITR = infecção do trato respiratório

Tabela 10. Probabilidade de desenvolver IRD conforme valor de EuroSCORE.

EuroSCORE	Probabilidade IRD
0 - 7	< 10%
8 - 9	10% – 19%
10	20 – 29%
11	30 – 39%
12	40 – 59%
13	60 – 69%
>14	≥ 70%

IRD = insuficiência renal dialítica

## DISCUSSÃO

A utilização de escores de risco na prática cirúrgica é uma estratégia bastante válida, não apenas para medição de risco, mas para a avaliação e comparação de resultados, e esses estão relacionados a fatores inerentes ao modelo em si, a população para qual foi desenvolvido o escore e as características da população na qual será aplicado, o que faz com que a maioria dos escores tenha resultados conflitantes na predição de risco. Além disso, o elevado número de variáveis de um escore também diminui a eficácia quando utilizado em populações distintas [13,14]. Por outro lado, escores com validações nas mais diversas populações, como o EuroSCORE, em geral, tendem a apresentar melhores resultados.

A prevalência de complicações (ITR, IRD, AVC) foi semelhante à relatada na literatura, assim como a mortalidade geral da amostra, chamando a atenção para um dado importante, que é a alta mortalidade, quando elas ocorrem, indicando a importância da identificação precoce dos pacientes sob risco de desenvolvê-las, como a intervenção agressiva para reverter esse quadro [8,15,16].

Apesar da prevalência das complicações ter sido semelhante à relatada na literatura, uso de critérios rígidos de diagnóstico para a caracterização das complicações possivelmente fez com que pacientes com diagnóstico apenas clínico ficassem de fora dos grupos ITR e AVC, o que pode induzir a um subdiagnóstico dessas complicações.

Utilizando-se o escore na predição de ITR, viu-se que os pacientes com maior valor de EuroSCORE associaram-se a maior chance de desenvolver a complicação, o que não deixa de ser um resultado óbvio, no entanto, a ferramenta do escore permite agora um dado numérico. O modelo apresentou boa calibração para esse fim, sobretudo nos pacientes com valores médios a altos de EuroSCORE. O mesmo achado foi obtido com relação à predição do desenvolvimento de IRD, com melhor valor ( $P=0,789$ ).

Com relação ao poder de discriminação, avaliado pela área sob a curva ROC, o modelo também se mostrou adequado, com valores para predição de ITR e IRD de 0,710 e 0,834, respectivamente, ambos com significância estatística. Esses dados, na prática, se traduzem em boa capacidade de

discriminar, dentre os pacientes com chance de desenvolver uma complicação, quais vão realmente desenvolvê-la.

Assim como na calibração do modelo, na capacidade preditora, apesar de valores significantes tanto para ITR como para IRD, no grupo de IRD os resultados são mais robustos, o que provavelmente se deve à melhor caracterização dos pacientes daquele grupo IRD, uma vez que o critério diagnóstico é excludente, ou seja, o paciente desenvolveu ou não IRD, não há variáveis de confusão no diagnóstico da complicação.

O contrário foi evidenciado quando se utilizou o escore para prever a ocorrência de AVC, onde ele não foi efetivo, apesar de ter boa calibração, não teve capacidade preditora efetiva, provavelmente em decorrência do método diagnóstico utilizado, que foi a tomografia computadorizada. Mesmo utilizada 72 horas após a suspeição do diagnóstico clínico, a tomografia computadorizada pode não evidenciar lesões isquêmicas, e a ressonância nuclear magnética apresenta melhor acurácia. No entanto, em virtude das características dos pacientes, como, por exemplo, instabilidade hemodinâmica na hora do exame, optou-se por não fazer um estudo que pudesse pôr em risco os pacientes, por ser um exame mais demorado.

Por fim, é bastante interessante a observação da progressão exponencial da chance de desenvolver ITR e IRD conforme os valores de EuroSCORE aumentam, com pontos de corte de sensibilidade e especificidade a partir do valor 3,5 do escore, o que permite a possibilidade de, em pacientes com valores de EuroSCORE acima desse ponto de corte, instituir medidas protetoras, direcionar recursos materiais ou humanos, definir melhor estratégia cirúrgica para que a ocorrência de complicações com esse potencial de letalidade sejam diminuídas.

No decorrer da pesquisa foi publicado o resultado do EuroSCORE II e suas validações [17-19], no entanto, optamos por manter o estudo utilizando o EuroSCORE I em virtude de suas diversas validações, inclusive no nosso meio, de sua simplicidade de uso e do seu amplo conhecimento por parte de todos os profissionais envolvidos no atendimento a pacientes submetidos a cirurgia cardíaca, como intensivistas, cirurgiões e cardiologistas.

O surgimento de trabalhos evidenciando a não superioridade do EuroSCORE II em relação ao primeiro [19,20]

corroborar a decisão pelo uso do EuroSCORE I e enfatiza a necessidade de recalibração constante dos escores de risco, sobretudo quando utilizados em populações distintas daquelas para as quais foram criados.

### CONCLUSÃO

O EuroSCORE mostrou-se um bom preditor das principais morbidades pós-operatórias em cirurgia cardíaca (ITR e IRD), não tendo, no entanto, neste estudo, acurácia para prever o desenvolvimento de AVC. A chance de desenvolver ITR e IRD aumenta exponencialmente conforme aumentam os valores de EuroSCORE aditivo, o que permite identificar aqueles pacientes de maior risco, instituindo medidas preventivas e intervenção precoce.

Papéis & responsabilidades dos autores	
INGA	Desenho e condução do estudo, parte das análises estatísticas
FRMN	Coordenação das atividades de coleta, organização dos dados e referências bibliográficas
TGA	Tabulação e organização dos dados, redação parcial do texto final

### REFERÊNCIAS

- Granton J, Cheng D. Risk stratification models for cardiac surgery. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*. 2008;12(3):167-74.
- Litmathe J, Kurt M, Feindt P, Gams E, Boeken U. Predictors and outcome of ICU readmission after cardiac surgery. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2009;57(7):391-4.
- Geissler HJ, Hölzl P, Marohl S, Kuhn-Régnier F, Mehlhorn U, Südkamp M, et al. Risk stratification in heart surgery: comparison of six score systems. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2000;17(4):400-6.
- Nashef SA, Roques F, Michel P, Gauducheau E, Lemeshow S, Salamon R. European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *Eur J Cardiothorac Surg*. 1999;16(1):9-13.
- Shroyer AL, Coombs LP, Peterson ED, Eiken MC, DeLong ER, Chen A, et al; Society of Thoracic Surgeons. The Society of Thoracic Surgeons: 30-day operative mortality and morbidity risk models. *Ann Thorac Surg*. 2003;75(6):1856-64.
- Hobson CE, Yavas S, Segal MS, Schold JD, Tribble CG, Layon AJ, et al. Acute kidney injury is associated with increased long-term mortality after cardiothoracic surgery. *Circulation*. 2009;119(18):2444-53.
- Ngaage DL, Cowen ME, Griffin S, Guvendik L, Cale AR. Early neurological complications after coronary artery bypass grafting and valve surgery in octogenarians. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2008;33(4):653-9.
- Riera M, Ibañez J, Herrero J, Ignacio Sáez De Ibarra J, Enríquez F, Campillo C, et al. Respiratory tract infections after cardiac surgery: impact on hospital morbidity and mortality. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2010;51(6):907-14.
- Carrascal Y, Guerrero AL. Neurological damage related to cardiac surgery: pathophysiology, diagnostic tools and prevention strategies. Using actual knowledge for planning the future. *Neurologist*. 2010;16(3):152-64.
- Litmathe J, Kurt M, Feindt P, Gams E, Boeken U. Predictors and outcome of ICU readmission after cardiac surgery. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2009;57(7):391-4.
- Moraes F, Duarte C, Cardoso E, Tenório E, Pereira V, Lampreia D, et al. Avaliação do EuroSCORE, como preditor de mortalidade em cirurgia de revascularização miocárdica no Instituto do Coração de Pernambuco. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2006;21(1):29-34.
- Andrade ING, Moraes Neto FR, Oliveira JPSP, Silva ITC, Andrade TG, Moraes CRR. Avaliação do EuroSCORE como preditor de mortalidade em cirurgia cardíaca valvar no Instituto do Coração de Pernambuco. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2010;25(1):11-8.
- Geissler HJ, Hölzl P, Marohl S, Kuhn-Régnier F, Mehlhorn U, Südkamp M, et al. Risk stratification in heart surgery: comparison of six score systems. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2000;17(4):400-6.
- Ivanov J, Borger MA, Rao V, David TE. The Toronto Risk Score for adverse events following cardiac surgery. *Can J Cardiol*. 2006;22(3):221-7.
- Hobson CE, Yavas S, Segal MS, Schold JD, Tribble CG, Layon AJ, et al. Acute kidney injury is associated with increased long-term mortality after cardiothoracic surgery. *Circulation*. 2009;119(18):2444-53.
- Guaragna JCVC, Bolsi DC, Jaeger CP, Melchior R, Petracco JB, Facchi LM, et al. Preditores de disfunção neurológica maior após cirurgia de revascularização miocárdica isolada. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2006;21(2):173-9.
- Nashef SA, Roques F, Sharples LD, Nilsson J, Smith C, Goldstone AR, et al. EuroSCORE II. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2012;41(4):734-44.
- Carnero-Alcázar M, Silva Guisasaola JA, Reguillo Lacruz FJ, Maroto Castellanos LC, Cobiella Carnicer J, Villagrán Medinilla E, et al. Validation of EuroSCORE II on a single-centre 3800 patient cohort. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2013;16(3):293-300.
- Noyez L, Kievit PC, van Swieten HA, de Boer MJ. Cardiac operative risk evaluation: The EuroSCORE II, does it make a real difference? *Neth Heart J*. 2012;20(12):494-8.
- Poullis M, Fabri B, Pullan M, Chalmers J. Sampling time error in EuroSCORE II. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2012;14(5):640-1.