

# Análise da curva de aprendizado na prostatectomia robótica

## *Analysis of the learning curve in robotic prostatectomy*

Felipe Lopes Grillo, Eduardo Zanetti Bergamaschi, Christiano Machado Filho, Fernando Meyer  
Faculdade de Medicina da Pontifícia Universidade Católica do Paraná

### RESUMO

**Introdução:** O câncer de próstata é doença maligna prevalente entre os homens e apresenta tendência a aumentar. Dentre as alternativas de tratamento, a prostatectomia radical por via robótica mostra-se como alternativa altamente eficiente. Esta depende de uma curva de experiência tempo-dependente. **Objetivo:** Avaliar a curva de aprendizado dos urologistas ao longo de dois anos ao realizar prostatectomias auxiliadas por robô, com divisão das cirurgias em dois grupos: primeiras 89 cirurgias e últimas 88 cirurgias, comparando-os. **Métodos:** Foi definido o tempo operatório como desde a incisão da pele até o fechamento, bem como o tempo em que o cirurgião se coloca no console do robô até que ele saia. O tempo que compreende a colocação do robô pela equipe de enfermagem em campo cirúrgico (*docking*) foi avaliado separadamente. Enquadram-se no estudo 177 pacientes de um hospital privado de Curitiba, entre o período de março de 2020 e julho de 2022. A diminuição do tempo dos parâmetros supracitados é o desfecho primário. **Resultados:** A média de duração de cirurgia, tempo de *docking* e tempo de console da 2ª metade foi menor em relação ao da 1ª metade (respectivamente, 222 min vs 295 min,  $p < 0,001$ ; 2 min vs 3 min,  $p < 0,001$ ; 180 min vs 198 min,  $p < 0,001$ ). **Conclusões:** A média da duração de cirurgia, *docking* e tempo de console diminuíram entre os dois grupos (1ª metade e 2ª metade) de acordo com o tempo de prática e realização de prostatectomias radicais robô-assistidas.

**Descritores:** Próstata; Neoplasias da Próstata; Procedimentos Cirúrgicos Robóticos; Duração da Cirurgia; Curva de Aprendizado.

### ABSTRACT

**Introduction:** Prostate cancer is a prevalent malignant neoplasia among men and has a tendency to increasing. Among the treatment alternatives, the robotic-assisted radical prostatectomy is a highly effective option. It is related to a time-dependent learning curve. **Objective:** To evaluate the learning curve of urologists performing robotic prostatectomies over the course of two years when performing robotic-assisted prostatectomies, dividing the surgeries into two groups: first 89 surgeries and last 88 surgeries, comparing them. **Methods:** Two groups were divided: first 89 surgeries and last 88 surgeries. The operative time was defined as the time between the skin incision and its closure, as well as between the surgeon's entrance and exit of the robotic console. The time comprising the robot *docking* by nurses was evaluated separately. The study analyzed 177 patients who underwent robotic-assisted prostatectomy from a private hospital in Curitiba between March 2020 and July 2022. The primary outcome was the reduction of the three mentioned parameters. **Results:** The average operative, *docking*, and console time of the last 88 surgeries were shorter than the first 89. (respectively, 222 min v 295 min,  $p < 0,001$ ; 2 min v 3 min,  $p < 0,001$ ; 180 min v 198 min,  $p < 0,001$ ). **Conclusions:** The average duration of surgery, docking and console time decreased between the two groups (1st half and 2nd half) according to the time of practice and performance of robot-assisted radical prostatectomies.

**Keywords:** Prostate; Prostatic Neoplasms; Robotic Surgical Procedures; Operative Time; Learning Curve.

#### Correspondência:

Felipe Lopes Grillo  
E-mail: felipelgrillo@gmail.com  
Data de submissão: 25/04/2024  
Data de aceite: 29/04/2024

#### Trabalho realizado:

Faculdade de Medicina da Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR  
Rua Imaculada Conceição, 1155 - Prado Velho - CEP: 80215-901,  
Curitiba - PR, Brasil. Telefone: (41) 3271-1515

## INTRODUÇÃO

Dentre todas as doenças malignas, excluindo-se os tumores de pele não-melanoma, o câncer de próstata é predominante na população masculina. Trata-se da segunda maior causa de morte oncológica em homens no Brasil, o que também é semelhante nos Estados Unidos da América (EUA), representando 27% de todos os cânceres malignos e 11% em mortes estimadas<sup>1-2</sup>. Os principais fatores de risco conhecidos hoje são idade aumentada – superior a 50 anos, história familiar em parente de primeiro grau, etnia, exposição a fatores exógenos químicos e aumento de gordura corporal<sup>3</sup>.

Atualmente, existe uma gama de tratamentos para o câncer de próstata, como as terapias clínicas (radioterapia, observação em estadiamento, tratamento hormonal) e o tratamento cirúrgico (prostatectomia via laparotomia, via laparoscópica, auxiliada por robô)<sup>1</sup>. Desde 2008, com a finalidade de melhorar o prognóstico final do tratamento da doença, a cirurgia robótica tem se tornado um tratamento muito adequado e refinado para o câncer de próstata<sup>3</sup>. Essa técnica permite ao cirurgião maior precisão e autonomia nos movimentos cirúrgicos, bem como ampliação da visão do campo e uma visão tridimensional do mesmo, o que o torna mais inovador em relação às outras duas opções de tratamento cirúrgico<sup>4-5</sup>. Com isso, o cirurgião pode evoluir sua técnica, que resulta em maior cuidado com os tecidos e estruturas adjacentes durante o procedimento<sup>6</sup>.

A prostatectomia radical consiste na retirada total da glândula prostática, das vesículas seminais e linfonodos adjacentes. O domínio da técnica robótica depende principalmente do tempo e da prática do cirurgião. Espera-se uma evolução conforme mais procedimentos são realizados, até atingir um platô<sup>4-5</sup>.

Galfano et al., em estudo retrospectivo, avaliou a curva de aprendizagem dos primeiros 50 casos de prostatectomia robótica, do inglês robot-assisted radical prostatectomy (RARP), todas realizadas por cirurgiões ainda sem experiência de campo nesta nova abordagem. Foram incluídos 14 urologistas em 12 centros internacionais diferentes, avaliando características pré, peri e pós-operatórias desses primeiros 50 pacientes. Foi realizada ainda estratificação por nível de experiência cirúrgica, após avaliação gráfica de dispersão ponderada localmente para explorar graficamente a experiência cirúrgica, sendo os cirurgiões divididos em “inicial” (com  $\leq 25$  casos) e “especialista” ( $> 25$  casos). Foi realizada uma mediana de seguimento de 13 meses no grupo “inicial” e, naquele denominado “especialista”, foi feita uma mediana de seguimento de 9 meses ( $P = 0,002$ ). O estudo apresentou como resultado que o grupo denominado “especialista” apresentou menor tempo de console (140 vs 120 min;  $P = 0,001$ ). O estudo concluiu, a partir de sua experiência multicêntrica de RARP, durante a curva de aprendizado desses cirurgiões, que o tempo de console melhorou rapidamente de acordo com o processo de aprendizagem<sup>7</sup>.

A presença da cirurgia auxiliada por robô é uma realidade nos centros cirúrgicos, e a avaliação do tempo de aprendizado dos cirurgiões à medida que mais procedimentos desse tipo são realizados é essencial.

## MÉTODOS

Estudo observacional, individualizado, longitudinal e prospectivo, com avaliação de documentação indireta - prontuário clínico eletrônico - em amostra intencional não probabilística. Objetivou-se comparar dois grupos: o primeiro com as primeiras 89 RARP realizadas no Hospital Nossa Senhora das Graças (HNSG); o segundo com as 88 outras

cirurgias restantes realizadas pelo mesmo serviço, no mesmo hospital.

Foram selecionados para o estudo pacientes acompanhados pelo Serviço de Urologia do HNSG, hospital onde tiveram o devido acompanhamento.

Realizou-se busca direta em registros do prontuário eletrônico do HNSG, identificando os casos que seriam submetidos a RARP. Em seguida, houve revisão dos prontuários clínicos, com vistas a tabular as principais determinantes a serem estudadas. Os dados analisados foram coletados ao longo dos anos de 2021 e 2022.

O objetivo foi comparar os dados intra-operatórios (tempo de cirurgia, tempo de *docking* e tempo de console) entre os grupos, para analisar a evolução do Serviço de Urologia do HNSG, conforme mais prostatectomias robóticas são realizadas.

Foram definidos três padrões de tempo no estudo: 1) A duração da cirurgia desde a incisão da pele até o fechamento; 2) O tempo de console desde que o cirurgião se coloca no console do robô até que ele se retira do aparelho; 3) O tempo de *docking* para colocação do robô em campo cirúrgico pela equipe.

A análise apresentada a seguir foi realizada com base nos dados de 177 cirurgias.

Variáveis quantitativas foram descritas por média, desvio padrão, mediana, mínimo e máximo. Para variáveis categóricas foram apresentados frequência e percentual. O tempo de console (min), por apresentar distribuição normal dos dados foi comparada entre os dois grupos estabelecidos pelo período de realização da cirurgia (1ª e 2ª metade) pelo teste t de student para amostras independentes, enquanto o tempo de *docking* (min) e a duração da cirurgia (min), que não apresentavam distribuição normal dos dados, foram comparadas entre os grupos pelo teste não-paramétrico de Mann-Whitney. Valores de  $p < 0,05$  indicaram significância estatística para as análises realizadas com base na amostra total. Os dados foram analisados com o programa computacional IBM SPSS v.28.0.

## RESULTADOS

Após a análise da normalidade das variáveis contínuas, verificou-se que a distribuição dos dados se deu de forma normal. Desta forma, todos os dados contínuos foram expressos como médias.

Ao todo, 177 pacientes preencheram os critérios de inclusão. A distribuição dos pacientes foi semelhante entre os grupos, sendo 89 (50,2%) pacientes na 1ª metade e 88 (49,7%) pacientes na 2ª metade (tabela 1).

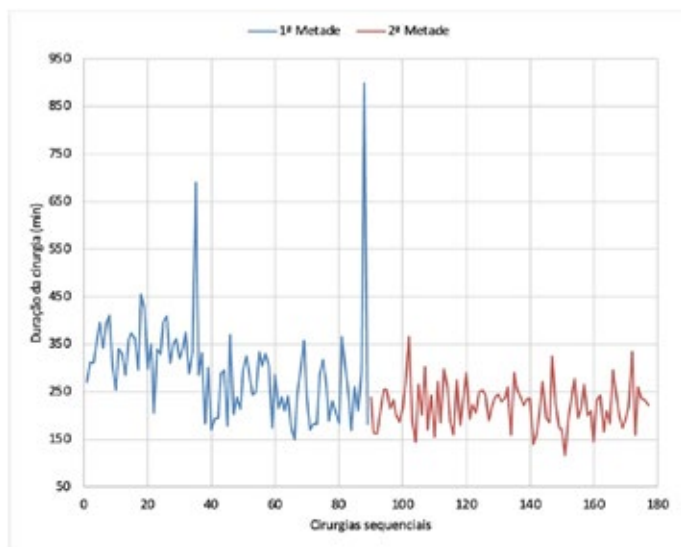
**TABELA 1** - Descrição dos tempos para a amostra total e comparação deles entre o grupo de cirurgia realizada na primeira metade e na segunda metade.

Variável	Total (n=177)	1ª metade (n=89)	2ª metade (n=88)	Valor de p
	Média ± DP Med (mín-máx)	Média ± DP Med (mín-máx)	Média ± DP Med (mín-máx)	
Duração da cirurgia (min)	259 ± 90 242 (116 - 900)	296 ± 106 295 (150 - 900)	222 ± 46 222 (116 - 365)	<0,001#
Tempo de Docking (min)	3 ± 2 2 (1 - 21)	4 ± 3 3 (1 - 21)	2 ± 1 2 (1 - 6)	<0,001#
Tempo de console (min)	192 ± 52 187 (61 - 347)	206 ± 55 198 (65 - 347)	177 ± 46 180 (61 - 278)	<0,001*

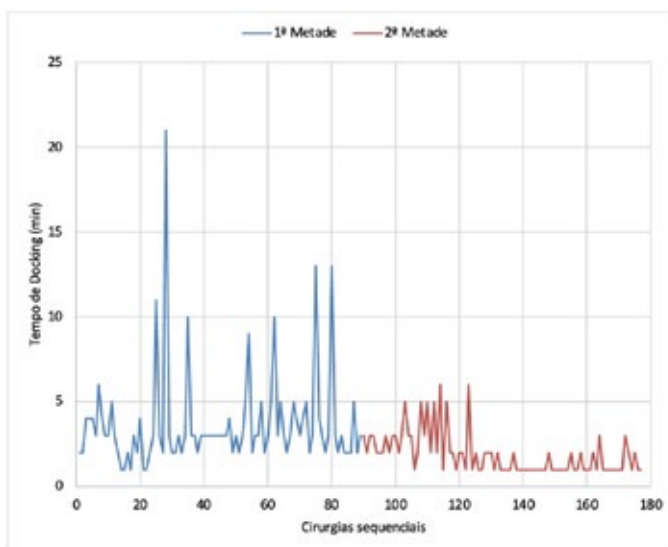
\*Significância do teste t de student para amostras independentes,  $p < 0,05$ . #Significância do teste não paramétrico de Mann-Whitney,  $p < 0,05$ .

Do total de pacientes coletados, nem todos se encaixam no critério de inclusão do estudo, devido à ausência de registros no momento da cirurgia, sendo que 12 pacientes tiveram de ser excluídos do projeto.

A média de duração de cirurgia, aplicando o teste não-paramétrico de Mann-Whitney, devido a não distribuição normal dos dados, foi de 242 minutos (116-900), ou seja, 4 horas (h) e 02 minutos (min), tendo em conta que a primeira RARP realizada nesse estudo durou 270 min (4h 30min) e o último procedimento da série durou 222 min (3h 42min) (Figura 1). A média da 1ª metade foi de 295 min (150-900), portanto, 4 horas e 55 minutos. A média da 2ª metade foi de 222 min (116-365), equivalente a 3 horas e 42 minutos, o que demonstra significativa diferença entre os grupos na duração média das cirurgias ( $p < 0,001$ ) (tabela 1).



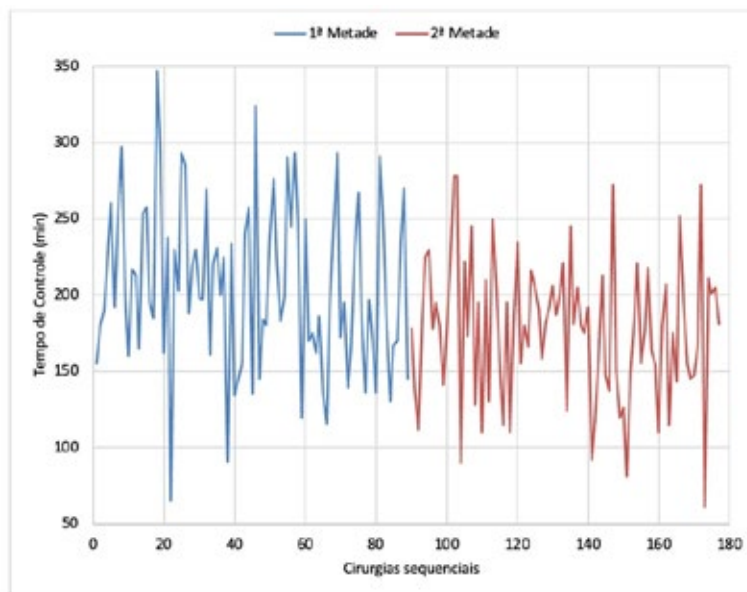
**Figura 1** - Duração de cada uma das 177 cirurgias apresentadas em sequência de realização



**Figura 2** - Tempo de *docking* em cada uma das 177 cirurgias apresentadas em sequência de realização

A média do tempo de *docking*, comparada entre os dois grupos estabelecidos pelo período de realização de cirurgia (1ª e 2ª metade) pelo teste t de student para amostras independentes, por apresentar distribuição normal dos dados, foi de 2 min (1-21). O primeiro tempo de *docking* da primeira RARP realizada nesse estudo foi de 1 minuto, ao passo que a última foi também de 1 minuto (Figura 2). A média da 1ª metade foi de 3 minutos (1-21). A média da 2ª metade foi de 2 minutos (1-6). Foi demonstrada redução no tempo de colocação do robô em campo cirúrgico pela equipe entre os dois grupos ( $p < 0,001$ ) (tabela 1).

A média do tempo de console, comparada entre os dois grupos estabelecidos pelo período de realização de cirurgia (1ª e 2ª metade) pelo teste t de student para amostras independentes, por apresentar distribuição normal dos dados, foi de 187 min (61-347), equivalente a 3 horas e 07 minutos. O primeiro tempo de console da primeira RARP realizada nesse estudo durou 155 min (2h 35min), ao passo que a última durou 181 min (3h 01min) (Figura 3). A média da 1ª metade foi de 198 min (65-347), equivalente a 3 horas e 18 minutos. A média da 2ª metade foi de 180 min (61-278), equivalente a 3 horas. A partir dessa comparação, pode-se observar que os resultados expostos na segunda metade tiveram tempo de console menor ( $p < 0,001$ ) (tabela 1).



**Figura 3** - Tempo de Console em cada uma das 177 cirurgias apresentadas em sequência de realização.

## DISCUSSÃO

Com o crescente aumento do número de realizações de RARPs nas duas últimas décadas, os estudos, revisões e pesquisas direcionadas para esse tópico mostram-se prósperos. Neste estudo prospectivo houve o intuito de avaliar como a realização de RARPs ao longo de dois anos atingiu no desempenho intra operatório dos cirurgiões.

Realizou-se um estudo prospectivo com a finalidade de avaliar a curva de aprendizado do Serviço de Urologia de um hospital privado de Curitiba após a realização de 177 RARPs, com a finalidade de observar se o estudo estava em congruência com outros semelhantes que evidenciaram a melhora do tempo de duração da cirurgia (sendo considerado desde o momento em que há incisão da pele até o fechamento da mesa), o tempo de *docking* (que é o posicionamento do robô em campo cirúrgico pela equipe) e o tempo de console (momento desde que o cirurgião se coloca no console do robô até que ele se retira do mesmo).

Dentre alguns benefícios que a RARP traz, está a recuperação mais rápida, bem como menos sangramento intra operatório e menores complicações no pós-operatório. O

cirurgião, com auxílio do robô, dispõe de um campo de visão ampliado, bem como maior ergonomia e destreza dos movimentos <sup>5</sup>.

Após determinado número de procedimentos robóticos realizados por um cirurgião, espera-se atingir um platô, no qual não há como ocorrer maior ganho de experiência. Ainda não há definição de um número ou média específico para determinar quando se atinge esse platô <sup>8</sup>. Mesmo com um grande volume de cirurgias, poucos cirurgiões atingirão esse platô na sua curva de aprendizagem quando se trata de cirurgia robótica, devido à vida útil do cirurgião, que costuma ser de 30 anos, e da necessidade de realização de um elevado número de cirurgias robóticas para alcançar a proficiência na sua linha de aprendizagem <sup>9</sup>. Portanto, esse estudo não visava avaliar o momento exato em que o Serviço de Urologia atingiria a proficiência em sua curva de aprendizagem na RARP, mas sim a evolução da técnica e como isso se refletiria a partir dos tempos intra operatórios.

A análise final evidenciou significativa diferença entre os grupos na duração média das cirurgias ( $p < 0,001$ ). O tempo cirúrgico

da 1ª metade apresentou média de 295 min (150-900), portanto, 4 horas e 55 minutos, em contrapartida da 2ª metade, que apresentou média de 222 min (116-365), equivalente a 3 horas e 42 minutos.

Em relação ao tempo de *docking*, foi demonstrado redução no tempo de colocação do robô em campo cirúrgico pela equipe entre os dois grupos ( $p < 0,001$ ). A média da 1ª metade foi de 3 minutos (1-21) ao passo que a média da 2ª metade foi de 2 minutos (1-6).

E a última variável, o tempo de console, também apresentou significativa redução de tempo médio entre os dois grupos ( $p < 0,001$ ), sendo que a média da 1ª metade foi de 198 min (65-347), equivalente a 3 horas e 18 minutos e a média da 2ª metade foi de 180 min (61-278), equivalente a 3 horas.

Um estudo retrospectivo semelhante, que avaliou somente a curva de aprendizado em relação ao tempo de console, com uma casuística total de 20 pacientes submetidos à RARP entre um período de 5 meses. Houve diminuição significativa no parâmetro intra-operatório, sendo esse um curto período de tempo, o que avaliou a curva de aprendizagem como curta, sendo essa uma das principais vantagens da utilização da técnica robótica<sup>10</sup>. Todavia, outro estudo retrospectivo que teve como objetivo analisar a curva de aprendizado da RARP em um tempo de avaliação de procedimentos realizados entre 12/06/2012 a 08/07/2015, com uma casuística total de 133 pacientes submetidos à RARP. O estudo concluiu que houve redução no tempo cirúrgico total e também no tempo de console, mas que a curva de aprendizado para PRRA é extensa, apesar da melhora nos tempos<sup>8</sup>.

Outro estudo evidencia que o cirurgião se sente confortável após realizar de 8 a 40 PARPs, e que a curva de aprendizagem melhora de maneira exponencial em seus parâmetros conforme mais procedimentos robóticos são

realizados<sup>11</sup>. Um outro estudo retrospectivo, que tomou em conta as primeiras 70 RARPs consecutivas, com foco reservado na curva de aprendizagem do tempo operatório revelou que o total de procedimentos realizados foi o suficiente para atingir nível de proficiência na Universidade de Columbia. Houve significativa melhora nos parâmetros iniciais analisados no decorrer dos procedimentos, com enfoque nos 20 primeiros<sup>12</sup>. Em resumo, a curva de aprendizado da RARP varia muito com os parâmetros avaliados, bem como com a “expertise” de cada cirurgião, sendo que o controle adequado da avaliação da aprendizagem requer um período de acompanhamento extenso para um resultado efetivo<sup>11-13</sup>.

## CONCLUSÃO

A principal hipótese era que, após 2 anos realizando prostatectomia robótica, do inglês robot-assisted radical prostatectomy, o Serviço de Urologia do Hospital Nossa Senhora das Graças apresentasse redução do tempo de *docking*, tempo de console e tempo total de cirurgia, com melhora na curva de aprendizagem e aperfeiçoamento na técnica da prostatectomia robótica como tratamento cirúrgico do câncer de próstata. O objetivo do estudo foi alcançado.

O resultado do estudo e o confronto com a literatura demonstraram que há melhora da curva de aprendizagem conforme mais prostatectomias robóticas são realizadas, sendo que essa curva é longa e necessita de um tempo extenso de avaliação.

Nesta análise, foi considerada uma boa obtenção de resultados, quanto ao tempo operatório, ao tempo de console e ao tempo de *docking*, e coincide com trabalhos já publicados.

A presença do robô nos centros cirúrgicos é uma realidade atual e que se

tornará cada vez mais inserida na rotina dos cirurgiões, nas mais variadas especialidades. Por esse motivo, a experiência com tais

técnicas se torna um fator fundamental para consolidação do método e o sucesso na aplicabilidade terapêutica.

## REFERÊNCIAS

1. Gomes R, Nascimento EF, Rebello LE, Araújo FC. As arranhaduras da masculinidade: uma discussão sobre o toque retal como medida de prevenção do câncer prostático. *Cien Saude Colet.* 2008;13(6):1975–84.
2. Siegel RL, Miller KD, Fuchs HE, Jemal A. Cancer statistics, 2022. *CA Cancer J Clin.* 2022;72(1):7–33.
3. Bergengren O, Pekala KR, Matsoukas K, Fainberg J, Mungovan SF, Bratt O, et al. 2022 Update on Prostate Cancer Epidemiology and Risk Factors-A Systematic Review. *Eur Urol.* 2023;84(2):191–206.
4. Gandaglia G, Montorsi F, Karakiewicz PI, Sun M. Robot-assisted radical prostatectomy in prostate cancer. *Future Oncol.* 2015;11(20):2767–73.
5. Siqueira-Batista R, Souza CR, Maia PM, Siqueira SL. Robotic surgery: bioethical aspects. *ABCD Arq Bras Cir Dig.* 2016;29(4):287–90.
6. Oksar M, Akbulut Z, Ocal H, Derya Balbay MD, Kanbak O. Prostatectomia robótica: análise anestesiológica de cirurgias urológicas robóticas: estudo prospectivo. *Rev Bras Anesthesiol.* 2014;64(5):307–13.
7. Checcucci E, Veccia A, Fiori C, Amparore D, Manfredi M, Di Dio M, et al. Retzius-sparing robot-assisted radical prostatectomy vs the standard approach: a systematic review and analysis of comparative outcomes. *BJU Int.* 2020;125(1):8–16.
8. Lott FM. Curva de aprendizado na prostatectomia robótica [tese]. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro; 2018.
9. Savage CJ, Vickers AJ. Low annual caseloads of United States surgeons conducting radical prostatectomy. *J Urol.* 2009;182(6):2677–79.
10. Martinez-Alonso IA, Valdez-Flores RA, Padrón-Lucio S, Gadú Campos Salcedo J, Gutierrez-Aceves J, Cathelineau J, Sánchez-Salas R. Formación del personal en la prostatectomía radical laparoscópica asistida por robot. *Arch Esp Urol.* 2019;72(3):239–46.
11. Colombo Junior JR, Andreoni C, Lemos GC, Fonseca Filho LL da, Di Pietro DL, Pinto W, et al. Robot-assisted radical prostatectomy in Brazil: preliminary results. *Einstein (São Paulo).* 2009;7(4):488–93.
12. Samadi D, Levinson A, Hakimi A, Shabsigh R, Benson MC. From proficiency to expert, when does the learning curve for robotic-assisted prostatectomies plateau? The Columbia University experience. *World J Urol.* 2007;25(1):105–10.
13. Okano MT. Avaliação prospectiva de curva de aprendizado da prostatectomia radical laparoscópica assistida por robótica. São Paulo: Universidade de São Paulo / Faculdade de Medicina; 2014.