



ATUALIZAÇÕES NO TREINAMENTO EM CIRURGIA DE CATARATA EM SIMULADORES DE REALIDADE VIRTUAL

ARTIGO DE REVISÃO

SAVIAN, Tiago Rezende¹, SILVA NETO, Nelson Monteiro da², SAKASHITA, Saulo Yudi³, RIBEIRO, Guilherme Vita Pôncio de Lacerda⁴, SABAGE, Giovanna⁵, ALVES, Pedro Henrique Fragoso⁶, SILVA, Raphael Macedo de Melo⁷, VICTOR, Beatriz Queiroga⁸

SAVIAN, Tiago Rezende. Et al. **Atualizações no treinamento em cirurgia de catarata em simuladores de realidade virtual**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano. 07, Ed. 02, Vol. 04, pp. 50-72. Fevereiro de 2022. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/saude/cirurgia-de-catarata>, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/saude/cirurgia-de-catarata

RESUMO

A Realidade Virtual (RV) oferece um enorme potencial para melhorar o treinamento técnico fora da sala cirúrgica. Desde o seu desenvolvimento, o treinamento em simuladores melhora o desempenho cirúrgico, reduz a curva de aprendizado e diminui o risco de trauma iatrogênico. Então, pergunta-se: a tecnologia de simulação no campo da oftalmologia oferece a possibilidade de novas modalidades de treinamento e avaliação e pode, assim, ajudar a preparar os jovens cirurgiões, reduzindo sua ansiedade, mas principalmente os riscos para o paciente? O presente artigo teve como objetivo confirmar a validade dos simuladores para o treino cirúrgico na área da oftalmologia, em cirurgias de catarata, no treino de procedimentos que são considerados essenciais, como a realização de uma capsulorrexe, a facoemulsificação, a fissuração do núcleo cristalino e a sucção de massas cristalinas. O método utilizado foi a revisão de literatura. Dos nove artigos elencados, todos veem o treinamento de realidade virtual em cirurgia de catarata como algo positivo. Todos obtiveram marcas positivas para os grupos que utilizaram o treinamento antes da cirurgia *in vivo*. Assim, conclui-se que os simuladores de realidade virtual constituem um meio promissor de treinamento.

Palavras-chave: Realidade virtual; Catarata; Aprendizagem; Internato; Residência.



1. INTRODUÇÃO

Os traços da simulação na história podem ser rastreados até tempos muito antigos. Platão e Aristóteles já falavam sobre aprender por meio da diversão e da imitação. Daquela época até o Renascimento, o teatro foi baseado nesses fundamentos e foi usado como uma arte educacional. Na Idade Média, os cavaleiros treinavam com manequins feitos de madeira e palha para torneios de justas, manuseio de espadas e tiro com besta. Esses simuladores permitiram que eles se desenvolvessem por meio da repetição, melhor gerenciamento do estresse (medo) e aprimorar suas habilidades de combate (OWEN, 2016).

Em 1759 surge o primeiro simulador médico. Madame Du Coudray, parteira, recebeu do rei Luís XV um certificado e uma pensão para poder ensinar às matronas rurais "a arte do parto". Ela viajou pela França por 25 anos para treinar mais de cinco mil mulheres e cerca de quinhentos médicos e cirurgiões. Graças à sua ação educacional ao longo de sua vida, ela reduziu significativamente a mortalidade infantil e materna na França (GELBART, 1998; OWEN, 2016). Na Inglaterra, de 1910 até meados da década de 1970, um manequim de madeira chamado Sra. Chase (em homenagem a seu designer) seria usado por estudantes de enfermagem para a prática de enfermagem. Este modelo também foi usado pelos militares dos Estados Unidos durante a Segunda Guerra Mundial para o treinamento de seu serviço médico (ANTHONY, 2018).

E, foi com a pesquisa sobre ressuscitação cardiopulmonar entre as décadas de 1950 e 1960 que os manequins - e especialmente a simulação - experimentaram um desenvolvimento significativo. Posteriormente, os médicos Abrahamson e Denson desenvolveram o primeiro manequim controlado por computador: *Sim One*. Que foi o precursor de um bom número de simuladores (ABRAHAMSON; DENSON; WOLF, 2004) incluindo o software *GasMan* que simulava as trocas farmacológicas de gases anestésicos (HAN et al., 2016) e o *Comprehensive Anesthesia Simulation Environment* que permitia trabalhar as vias aéreas do paciente por um anestesista em situações cirúrgicas (GABA; DEANDA, 1988). Este último deu origem ao *SimMan* proposto pela Laerdal em 2000 (HUANG et al., 2009).



David Gaba, um dos principais atores na evolução da simulação em saúde, reaproveitou o CRM (*Crew Resource Management*) utilizado no treinamento de pilotos aeronáuticos para criar o ACRM (*Anesthesia Crisis Resource Management*). São quinze itens que os médicos devem dominar para administrar as situações (GABA et al., 2001). O uso de paciente padronizado, um ator desempenhando o papel de um paciente e simulando os sintomas de uma patologia, foi inventado em 1963 por Barrows e Abrahamson. Utilizado na educação moderna, que ainda dá possibilidades de aplicação ao mundo da Realidade Virtual (RV) atualmente (LADYSHEWSKY, 1999).

No contexto atual da simulação, a origem do desenvolvimento desta técnica de aprendizagem e treinamento corresponde a uma consciência da necessidade de melhorar a qualidade do atendimento após a publicação do relatório “*To Err Is Human*” nos Estados Unidos, que permitiu destacar a importância e os riscos desses problemas que podem gerar um número significativo de eventos adversos graves ou até a morte. Brown e Patterson, em 1999, nos Estados Unidos - os especialistas que lideraram o estudo - estimaram que quase 98.000 pacientes morrem por causa de erros médicos que ocorrem em hospitais (BROWN; PATTERSON, 2001).

Entre as internações hospitalares, 10% estão relacionadas a um evento adverso relacionado ao atendimento. E em 80% dos casos, um ou mais erros estão envolvidos. Foram 55 mil mortes por erros médicos no Brasil em 2017 – por exemplo - à frente da mortalidade por câncer de mama feminina 16.724 óbitos no mesmo ano, de acordo com o Instituto Nacional de Câncer (INCA, 2021).

A qualidade do atendimento é uma abordagem que deve permitir garantir a cada paciente a combinação de atos diagnósticos e terapêuticos que garantam o melhor resultado em termos de saúde, de acordo com o estado atual da ciência médica, pelo melhor custo pelo mesmo resultado, pelo menor risco iatrogênico e pela maior satisfação em termos de procedimentos, resultados e contatos humanos no sistema de saúde. Para isso, os atores da saúde são obrigados a mudar seus métodos de ensino (RODZIEWICZ; HOUSEMAN; HIPSKIND, 2021).



Cheng et al. (2017, p. 163, tradução nossa) em seu artigo sobre o estado da arte em práticas de simulação na área da saúde - realizado e publicado em 2017 – destacam a relevância e aplicação da simulação em saúde, mas também a necessidade absoluta de fiscalizar as práticas com regras bem definidas. Concluem que “pesquisas futuras devem definir métodos ideais e identificar estratégias para aprimorar as habilidades por meio do desenvolvimento do corpo docente”.

Mas, esta atividade é marcada por dificuldades de financiamento, equipamento insuficiente e falta de harmonização de práticas. A fim de reduzir as disparidades entre os centros de simulação e ajudá-los a oferecer aos profissionais de saúde um programa de qualidade, um grupo de trabalho elaborou um guia de boas práticas em simulação. Deve permitir promover o desenvolvimento de simulação via Desenvolvimento Profissional Contínuo (DPC) e facilitar a sua estruturação para que as infraestruturas. Agora é comum realizar algum grau de treinamento técnico fora da sala de cirurgia, que é imperativo para residentes cirúrgicos (NESTEL, 2019).

Como uma nova abordagem, a introdução da RV teve grande sucesso e ofereceu perspectivas estimulantes para o treinamento cirúrgico e o planejamento cirúrgico pré-operatório de procedimentos complexos. Ele permite a criação de ambientes seguros e específicos para o paciente, nos quais os cirurgiões podem aprimorar suas habilidades sem arriscar a segurança do paciente (AGHA; FOWLER, 2015; BADASH, 2016).

A segurança do paciente e a necessidade de treinamento cirúrgico são duas necessidades para as quais a RV oferece uma solução inovadora e promissora, desafiando anos de tradição, superando dilemas legais e éticos. Assim, os pontos fortes da simulação de RV incluem: as possibilidades quase ilimitadas para cirurgiões e internos/residentes treinarem sem estresse em ambientes realistas; e o custo dos simuladores de RV que é menor do que os modelos de treinamento tradicionais alternativos (FARRA et al., 2019).

A cirurgia de catarata é uma das cirurgias mais comumente realizadas no mundo. No Brasil, de acordo com o Conselho Brasileiro de Oftalmologia (CBO, 2020) entre 2009



e 2019 houve um aumento de 302 mil cirurgias de catarata (rede pública) para mais de 600 mil. O aprendizado do procedimento requer muitas horas de treinamento, é caro e não isento de riscos para os pacientes, no Brasil, é comumente feito de acordo com o modelo *backward* (ou reverso), em que o cirurgião mais velho inicia o procedimento e os novatos observam e a partir da última etapa assumem a cirurgia (dividida em 5 etapas). A taxa de complicações intraoperatórias é então significativamente maior do que a de cirurgiões experientes e esta pode não ser mais uma opção ética e economicamente aceitável para a prática médica moderna.

Lucas (2018) em sua dissertação, analisou os treinamentos e concluiu que o treinamento do simulador de cirurgia de catarata Eyesi® diminuiu significativamente a quantidade de complicações intraoperatórias das dez primeiras cirurgias de facoemulsificação realizadas por jovens cirurgiões. Da mesma forma, devido ao crescente número de estagiários, e para não penalizar a sua formação por falta de tempo e recursos, foi necessário o desenvolvimento de várias ferramentas de aprendizagem.

Atualmente, os residentes de oftalmologia podem treinar em cirurgia de catarata operando em modelos animais ou humanos; ou em laboratórios úmidos onde olhos sintéticos estão disponíveis. Isso permite que eles desenvolvam suas habilidades, repetindo cada etapa da extração da catarata, em um ambiente controlado, livre de qualquer pressão associada à cirurgia em um paciente real.

No entanto, esses métodos têm sido criticados por não serem realistas e simularem inadequadamente a consistência e a anatomia do tecido, mas também por não permitirem qualquer avaliação objetiva. Como em outras disciplinas cirúrgicas, os simuladores cirúrgicos foram desenvolvidos para superar suas dificuldades, os mais utilizados são Phacovision® (Melerit Medical, Linkoping, Suécia) e EyeSi® (VRMagic, Mannheim, Alemanha).

Este último é o mais acessível e foi desenvolvido inicialmente como um sistema de treinamento para cirurgia vitreoretiniana. Vários estudos, então, demonstraram sua validade de construto para exercícios de *peeling* da membrana retinal, já que



cirurgiões experientes cometeram menos erros do que os novatos. A VRMagic, portanto, desenvolveu um módulo para o segmento anterior e cirurgia de catarata. O simulador Eyesi oferece muitos exercícios de dificuldade crescente para todas as fases da cirurgia de catarata, bem como exercícios de navegação e preensão no segmento anterior para ensinar um novato a realizar os movimentos mais precisos possíveis a fim de evitar todas elas. Desde o seu desenvolvimento, o treinamento em simuladores melhorou o desempenho cirúrgico, reduz a curva de aprendizado e diminui o risco de trauma iatrogênico.

Com isso perguntou-se: a tecnologia de simulação no campo da oftalmologia oferece a possibilidade de novas modalidades de treinamento e avaliação e pode, assim, ajudar a preparar os jovens cirurgiões, reduzindo sua ansiedade, mas principalmente os riscos para o paciente?

O presente artigo teve como objetivo confirmar a validade dos simuladores para o treino cirúrgico na área da oftalmologia, em cirurgias de catarata, no treino de procedimentos que são considerados essenciais, como a realização de uma capsulorrexe, a facoemulsificação e a fissuração do núcleo cristalino e a sucção de massas cristalinas.

Deseja-se que, através deste artigo, confirme-se a validade dos simuladores para o treino cirúrgico na área da oftalmologia, em cirurgias de catarata, no treino de procedimentos que são considerados essenciais, como a realização de uma capsulorrexe, a facoemulsificação e a fissuração do núcleo cristalino e a sucção de massas cristalinas. Tendo-se como hipótese a tecnologia de simulação no campo da oftalmologia oferece a possibilidade de novas modalidades de treinamento e avaliação e pode, assim, ajudar a preparar os jovens cirurgiões, reduzindo sua ansiedade, mas principalmente os riscos para o paciente.



2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Para o presente artigo foram escolhidos artigos publicados entre 2019 e 2021 que estivessem disponíveis em inglês ou português, na base eletrônica MEDLINE com pesquisa efetuada no Indexador Pubmed. A pesquisa na base de dados ocorreu entre 12 março de 2021 e 25 junho de 2021. Foram incluídos termos do MeSH (*Medical Subject Headings*): *Ophthalmology OR Ophthalmologic Surgical Procedures AND Cataract AND Virtual reality AND Simulation Training*. Para a procura dos artigos em português foram utilizados os termos DeCS (Descritores em Ciências da Saúde): *Oftalmologia OR Procedimentos Cirúrgicos Oftalmológicos AND Catarata AND Realidade Virtual AND Treinamento por Simulação*.

Tabela 1 – Utilização dos termos com operadores booleanos

Medline	("cataract" [All Fields] AND "Ophthalmology" [All Fields]) OR "Ophthalmologic Surgical Procedures" [All Fields] AND "Simulation Training"[All Fields]) AND "virtual reality"[MeSH Terms])
----------------	---

Fonte: Autores, 2021. Observação: não foram encontrados artigos em português.

2.2 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

Foram considerados estudos que abordavam o tema de forma primária. Considerados elegíveis para inclusão se envolveram os resultados de treinamento de residentes ou médicos em simuladores na cirurgia de catarata. Foram aplicados os seguintes critérios de exclusão: artigos anteriores à data mínima de inclusão, e que não tinham texto na íntegra para leitura, que não estivessem em inglês ou português.

2.3 SELEÇÃO DE ARTIGOS

Os autores revisaram e selecionaram de forma independente, os títulos e posteriormente os resumos dos artigos para identificar os estudos potencialmente relevantes que abordassem o tema; foram comparados os resultados, os duplicados

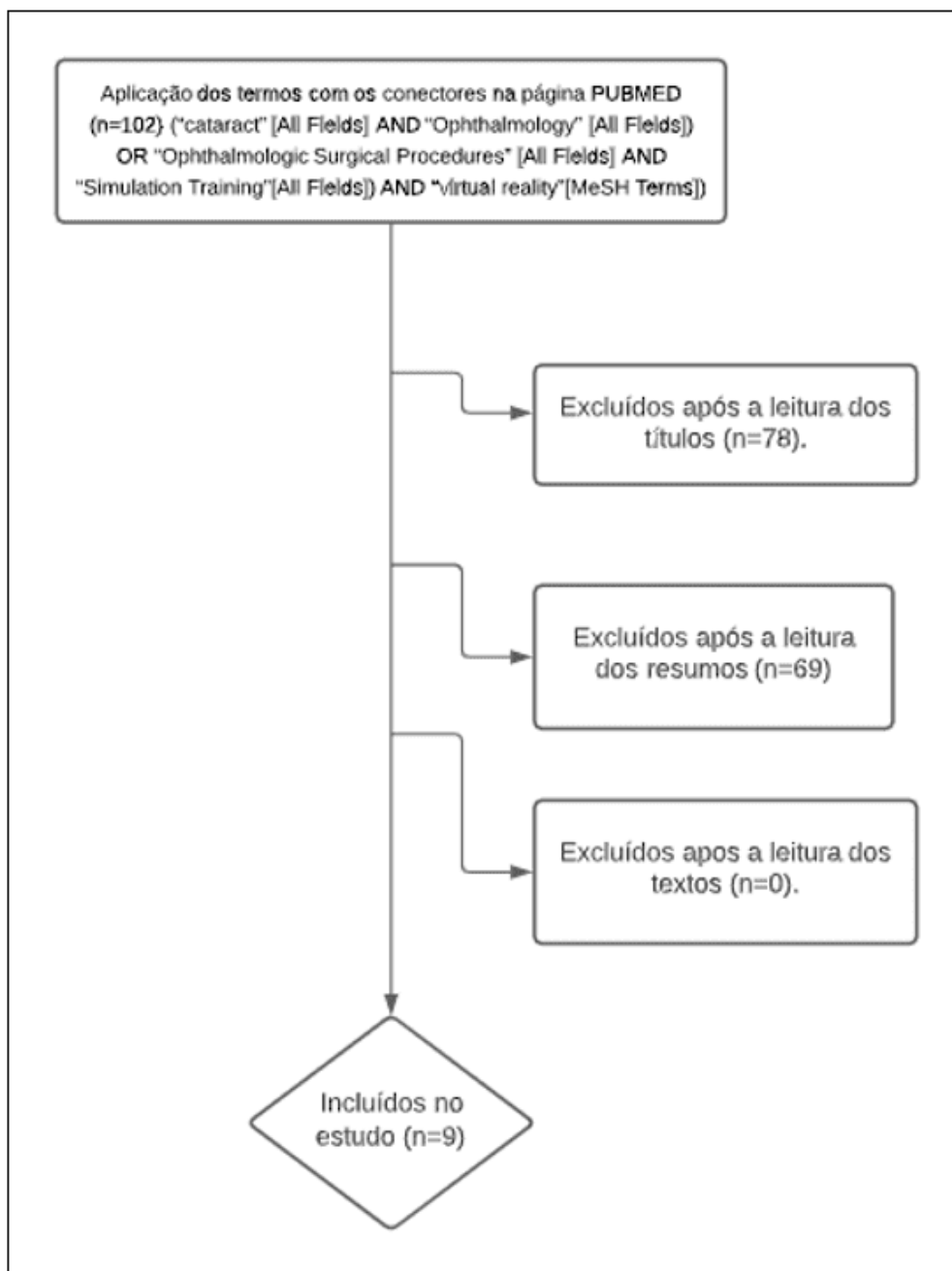


foram excluídos. Artigos com publicação na íntegra, ou seja, texto integral dos estudos que tiveram como objetivo mensurar, de alguma forma, o resultado do treinamento por realidade virtual em cirurgia de catarata.

3. RESULTADOS

No indexador Pubmed foram encontrados 102 artigos, foram lidos os títulos, desta forma foram excluídos 78 artigos que não atendiam ao tema. Em um segundo momento foram lidos os resumos dos 24 artigos restantes, e destes, 9 foram separados para a leitura na íntegra. A Figura 1 esquematiza como foi a procura e resultados da pesquisa. A Tabela 2 sintetiza os dados extraídos dos artigos para posterior discussão.

Figura 1 – Fluxograma do esquema de separação dos artigos



Fonte: Autores (2021).

Tabela 2 – Síntese das informações dos artigos

Autor (ano)	Desenho	Amostra (se for o caso)	Simulador	Habilidade módulo /	Conclusões
Ahmed, Hussain e	Revisão sistemática	10 artigos	EyeSi	Treino de navegação, treino de fórceps, treino bimanual, treino	EyeSi demonstrou aumentar os programas de



Siddiqui (2020)				antitremor, Capsulorhexis, facoemulsificação .	treinamento de residentes atuais com melhorias evidentes nos resultados dos pacientes em cirurgia de catarata. Como a tecnologia continua a melhorar, o treinamento cirúrgico deve abraçar e incorporar a tecnologia de simulação no treinamento.
Ferris et al., 2019.	Estudo de auditoria de banco de dados.	Duzentos e sessenta e cinco cirurgiões residentes de primeiro e segundo ano realizaram 17.831 operações de catarata.	EyeSi	Cirurgia de catarata (não deram detalhes dos procedimentos).	As taxas de PCR não ajustadas dos cirurgiões em treinamento do primeiro e segundo ano diminuíram desde 2009, o que tem benefícios significativos para os pacientes submetidos à cirurgia de catarata. Esta redução de 38% nas taxas de complicações está alinhada com a introdução do treinamento com o simulador EyeSi.
Hu et al. (2020).	Ensaio randomizado	60 residentes e 3 cirurgiões de catarata experientes .	EyeSi	Cirurgia de catarata (não deram detalhes dos procedimentos).	Tanto o estimulador cirúrgico Eyesi quanto o laboratório úmido melhoram a habilidade de corte dos residentes e cada um tem suas próprias vantagens.



Jacobsen et al. (2019).	Multicêntrico	19 cirurgias de catarata	EyeSi	Cirurgia de catarata	O desempenho do simulador foi significativamente correlacionado com o desempenho cirúrgico de catarata na vida real.
Jacobsen et al. (2020).	Estudo de coorte intervencionista prospectivo	Dez cirurgias de catarata (> 250 cirurgias realizadas) e dez residentes oftálmicos.	EyeSi	Inserção do anel de expansão da íris; Extração do anel de expansão da íris; Capsulorrexe e vitrectomia anterior.	As evidências não foram fortes o suficiente para aplicar o teste para fins de certificação de cirurgias de catarata, mas os módulos podem ser relevantes no treinamento de procedimentos cirúrgicos de catarata avançados.
Lopez-beauchamp, et al., (2020).	Estudo de coorte retrospectivo	722 cirurgias.	EyeSi	Facoemulsificação	A implementação precoce e contínua do treinamento cirúrgico em simulador virtual antes de iniciar cirurgias intraoculares diminui o tempo operatórios, em residentes que estão aprendendo facoemulsificação quando comparados com colegas não treinados.
Lucas, Schellini e Lottelli (2019).	Estudo retrospectivo	140 cirurgias.	EyeSi	Facoemulsificação	O treinamento com simulador diminuiu o total de complicações intraoperatórias nas primeiras 10 cirurgias de catarata por facoemulsificação.



Nair et al. (2020).	Ensaio clínico multicêntrico, mascarado e randomizado.	10 simulações e 9 controles.	HelpMeSe e Eye Surgery Simulator	Construção do túnel escleral.	Cirurgiões novatos treinados com simulação cometeram menos erros em suas primeiras 20 tentativas em comparação com o treino convencional.
Nayer et al. (2020).	Revisão sistemática	20 artigos.	EyeSi	Facoemulsificação	Com os resultados deste estudo, pode-se compreender melhor os benefícios dos simuladores de cirurgia de catarata VR, como o EyeSi. A tecnologia deve ser vista como uma ferramenta de treinamento complementar ou primária para a cirurgia de catarata. Os autores colocam que há necessidade de estudos de custo-benefício mais aprofundados para determinar a compensação financeira e o retorno sobre o investimento

Fonte: Autores (2021).

4. DISCUSSÃO

De todos os artigos elencados, os nove artigos (n=9) veem o treinamento de realidade virtual em cirurgia de catarata como algo positivo. Todos obtiveram marcas positivas para os grupos que utilizaram do treinamento antes da cirurgia *in vivo*. Os dois estudos de revisão de literatura sistemática que fizeram parte do presente estudo – Ahmed; Hussain e Siddiqui (2020) e Nayer et al. (2020) - avaliaram a literatura disponível a



validade da utilização do simulador EyeSi no treinamento de cirurgia de catarata. Ahmed; Hussain e Siddiqui (2020) concluíram que dos 10 estudos da amostra final, quatro estudos relataram a validade de uso do simulador EyeSi, e positivamente, seis estudos demonstraram melhores resultados cirúrgicos após o treinamento no simulador. A avaliação da qualidade dos estudos incluídos foi satisfatória. Concluíram que os simuladores são uma ferramenta de treinamento eficaz com baixo risco de vieses.

A revisão de Nayer et al. (2020) compilou estudos que avaliaram o construto e a validade preditiva de simuladores de RV, como o simulador EyeSi. No resultado, muitos dos módulos dentro do simulador EyeSi foram validados repetidamente, e, além disso, vários estudos mostraram que o treinamento em simulador de RV melhorou o desempenho geral na cirurgia de catarata. Demonstraram a capacidade dos simuladores de RV de cirurgia de catarata em diferenciar os níveis de experiência cirúrgica e melhorar o desempenho cirúrgico, o que deu suporte ao uso de simuladores de RV no treinamento de residência em oftalmologia. Conforme a tecnologia melhora, o treinamento cirúrgico deve abraçar e incorporar a tecnologia de simulação no treinamento dos estudantes, residentes e para avaliar os médicos experientes.

O estudo de Ferris et al. (2020) investigou o impacto dos simuladores cirúrgicos EyeSi nas taxas de ruptura da cápsula posterior (RCP) em cirurgias de catarata realizadas por cirurgiões em treinamento/residentes de primeiro e segundo ano. Os autores projetaram um estudo de formato de auditoria, no Banco de Dados Nacional de Oftalmologia do *Royal College of Ophthalmologists* das taxas de RCP dos cirurgiões residentes de primeiro e segundo ano ao longo de sete anos consecutivos do *National Health Service* (NHS).

As operações foram classificadas como antes, depois ou sem acesso ao EyeSi. Os dados foram agrupados de 29 Unidades de Oftalmologia do NHS em um ambiente de atenção secundária. 6.919 operações foram realizadas antes do acesso a um EyeSi, 8.648 após o acesso a um EyeSi e 2.264 operações por cirurgiões sem acesso a um EyeSi. No geral, houve uma redução de 38% nas taxas de RCP não ajustadas de



4,2% em 2009 para 2,6% em 2015 para residentes que tiveram acesso a um simulador EyeSi, e uma redução de 3% de 2,9% para 2,8% para cirurgiões sem acesso a um EyeSi (FERRIS et al., 2020).

A diminuição na taxa de RCP com acesso a um grupo EyeSi foi semelhante para cirurgiões com acesso a um EyeSi 'no local' ou 'fora do local'. Os autores concluíram que as taxas de RCP diminuíram desde 2009, o que mostra benefícios significativos para os pacientes submetidos à cirurgia de catarata. Esta redução de 38% nas taxas de complicações está alinhada com a introdução do treinamento do simulador EyeSi (FERRIS et al., 2020).

Complementando sobre o *EyeSi Simulator* – que foi a escolha em quase todos os artigos da revisão (8 dos artigos estudavam o EyeSi) a plataforma é equipada com uma interface de cirurgia que inclui uma cabeça de plástico com um modelo de olho (que pode girar e virar quando manuseado), um microscópio, o conjunto de instrumentos (tamanho e peso reais) necessários para a cirurgia de catarata (facoemulsificação e sucção-irrigação sonda, micromanipulador, cistitoma, pinça capsulorrexe e cânula de injeção viscoelástica), dois pedais (um controlando a peça de mão e outro controlando o microscópio) e software que gera e analisa a simulação (MAHR, 2008).

O EyeSi cria uma imagem estereoscópica virtual através das oculares do microscópio quando os instrumentos são inseridos no olho. Um sistema de rastreamento ocular captura os movimentos dos instrumentos no olho, bem como as reações biomecânicas dos tecidos. Além disso, oferece vários módulos de treinamento que compreendem exercícios de dificuldade crescente. Quatro parâmetros são levados em consideração para estabelecer uma pontuação final de desempenho: tarefa concluída (conclusão do exercício com sucesso e em sua totalidade), eficiência (tempo necessário para realizar o exercício), instrumentos de uso (fechamento e horizontalização de instrumentos durante sua inserção ou remoção e tempo de cirurgia sem irrigação ativa) e tratamento de tecidos (capacidade de evitar lesões da córnea, íris ou capsular). O simulador atribui pontos positivos para cada tarefa



realizada com sucesso e pontos negativos para todos os erros, obtendo assim uma pontuação final variando de 0 a 100 (MAHR, 2008).

A RV é ajustável ao nível de habilidade do trainee e pode fornecer um perfil de avaliação de desempenho exclusivo para o indivíduo. O progresso de um *trainee* pode ser descrito, registrado e analisado, fornecendo feedback útil para ajudar os alunos a identificar áreas de fraqueza potencial. Quando usado em todos os programas, a RV pode ser usada para comparar e certificar residentes (BENFERDIA, et al. 2008).

Essas vantagens tornam a realidade virtual um provável componente de programas de treinamento no futuro. Os professores observam que a aprendizagem por simulação promove a comunicação com o professor e o aluno (na frente de um manequim em vez de um paciente real), trabalho em equipe, gravação em vídeo de sessões para revisão de ações, de forma detalhada que permite uma avaliação precisa das habilidades (PASKINS; PEILE, 2010).

Essas sessões permitem a reflexão na ação ao invés do uso de conhecimentos teóricos mais ou menos mobilizáveis, o que representa um importante avanço educacional. Para os alunos, este aprendizado realizado em um ambiente realista e sem riscos para o paciente permite, graças ao trabalho em grupo e à comunicação, ganhar autoconfiança em situações clínicas onde o estresse estaria muito presente (PASKINS; PEILE, 2010).

O estudo de Hu et al. (2021) analisou e comparou se o treinamento em laboratório úmido (identificado pela sigla WLT) ou o treinamento em simulador cirúrgico (identificado pela sigla SST) é melhor para os residentes de oftalmologia dominarem a técnica de corte. Participaram 60 residentes em oftalmologia (no segundo ano) e três cirurgiões de catarata. Os residentes foram separados aleatoriamente em dois grupos, grupo WLT e grupo SST. Os residentes do grupo WLT foram solicitados a realizar 10 tentativas de corte usando olhos de porco e pontuados pelos cirurgiões, e então eles executaram e pontuaram usando o simulador.



Os residentes no grupo SST foram submetidos a 10 tentativas de corte usando o simulador, e o simulador marcou cada trilha. Em seguida, esse grupo foi solicitado a realizar o corte com olhos de porco e pontuado pelos cirurgiões. Por fim, foi investigada a satisfação dos residentes com o treinamento (HU et al., 2021).

Registrado pelo simulador, os residentes do grupo SST obtiveram pontuação geral significativamente maior ($83,90 \pm 1,31$) do que o grupo WLT ($78,73 \pm 1,92$, $P = 0,03$). E os residentes no grupo SST tiveram menos área de canto ferida, e eles gastam menos tempo do que o grupo WLT ($P < 0,05$). Além disso, os residentes no grupo WLT usaram mais energia ultrassônica do que o grupo SST ($P = 0,03$). No entanto, pontuado pelos cirurgiões, os residentes em dois grupos obtiveram quase a mesma pontuação geral (HU et al., 2021).

Os residentes no grupo WLT tiveram melhor desempenho nas frequências de ruptura da cápsula posterior e estresse incisional ($P = 0,03$, $0,008$, respectivamente). Na pesquisa, os residentes de ambos os grupos tiveram a mesma opinião - de que o treinamento foi útil e eles recomendaram fortemente este treinamento. E todos eles gostaram do treinamento e de serem escolhidos aleatoriamente em seu próprio grupo. Tanto o Eyesi quanto o laboratório úmido melhoram a habilidade de corte dos residentes e cada um tem suas próprias vantagens. E, a combinação das duas formas de treinamento pode ser considerada parte do currículo de treinamento para novos residentes (HU et al., 2021).

Jacobsen et al. (2019) investigaram a correlação entre o desempenho em um simulador de realidade virtual e o desempenho cirúrgico de catarata na realidade em seu Estudo prospectivo multicêntrico; diferentes níveis de experiência em cirurgia de catarata foram incluídos. Os participantes realizaram três cirurgias consecutivas de facoemulsificação gravadas em vídeo que foram calibradas por avaliadores mascarados usando o sistema de pontuação da Avaliação Estruturada Objetiva de Habilidades Cirúrgicas de Catarata (OSACSS). Em seguida, os participantes realizaram um teste previamente validado em um simulador de realidade virtual Eyesi.



Os resultados primários foram a pontuação média do OSACSS de todas as 3 cirurgias e a pontuação do simulador da primeira repetição dos participantes do teste de desempenho. Como resultado, houve uma correlação estatisticamente significativa entre a pontuação de desempenho do simulador e a pontuação média de OSACSS em todos os níveis de experiência, com uma correlação de Pearson de 0,65. Positivamente concluíram que o desempenho do simulador foi significativamente correlacionado com o desempenho cirúrgico de catarata na realidade (JACOBSEN et al. 2019).

No ano seguinte, os mesmos autores, Jacobsen et al. (2020) desenvolveram e investigaram um teste baseado no simulador Eyesi para o cirurgião de catarata mais experiente para evidências de validação. O estudo foi de coorte prospectivo de intervenção, onde o simulador Eyesi foi usado para o teste. Dez cirurgiões de catarata (> 250 cirurgias realizadas) e dez residentes em oftalmologia realizaram duas repetições do teste.

O teste consistiu em quatro módulos: Inserção do anel de expansão da íris - nível 1, extração do anel de expansão da íris - nível 2, Capsulorrexe - nível 3 e Vitrectomia anterior - nível 6. Resultados: A confiabilidade da consistência interna apresentou alfa de Cronbach de 0,63. As confiabilidades de teste e reteste foram significativas para extração do anel de expansão da íris - nível 2 ($p = 0,012$) e Capsulorrexe - nível 3 ($p = 0,018$). As diferenças entre os dois grupos só foram significativas nas duas repetições para a extração do anel de expansão da íris - nível 2 ($p < 0,001$ e $p = 0,041$, respectivamente) (JACOBSEN et al., 2020).

Além disso, foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os escores médios do módulo para iniciantes e os cirurgiões mais experientes para inserção do anel de expansão da íris - nível 1 ($p = 0,021$) e Capsulorrexe - nível 3 ($p = 0,019$) na primeira repetição. Os autores concluíram que os módulos investigados mostram evidências de validade dentro de vários aspectos da estrutura de Messick. No entanto, a evidência não foi forte o suficiente para aplicar o teste para fins de certificação de cirurgiões de catarata, mas os módulos ainda podem ser relevantes no treinamento de procedimentos cirúrgicos de catarata avançados (JACOBSEN et al., 2020).



Lopez-Beuchamp et al. (2020) compararam a duração de cirurgias de facoemulsificação de rotina em residentes com e sem treinamento em simulador virtual. Um grupo passou por treinamento em simulador de cirurgia virtual de catarata (SIM) obrigatório no segundo ano de residência antes de iniciar as cirurgias, enquanto o outro grupo não fez nenhum treinamento em simulador (NOSIM). Os resultados foram tempos cirúrgicos comparativos e taxas de perda de vítreo entre os grupos em seu terceiro ano de residência. Das 722 cirurgias incluídas, as cirurgias no grupo SIM foram em média 6,7 min (min) mais curtas em comparação com o grupo NOSIM ($P = 0,0001$).

Embora ambos os grupos tenham exigido menos tempo para cirurgia ao longo do ano letivo, a análise de regressão mostrou que os residentes do grupo NOSIM em geral precisaram de 17% a mais de tempo para uma cirurgia de facoemulsificação de córnea clara sem complicações (razão da taxa de incidência 1,17; $p = 0,0001$). No último mês de residência, os residentes do grupo SIM ($32,2 \pm 3$ min) foram 9 min mais rápidos do que os pares do NOSIM ($41,2 \pm 3$ min média \pm SE; $p = 0,02$). As taxas de perda vítrea foram de 1,4% no grupo SIM e 3,6% no grupo NOSIM ($p = 0,06$). Os autores concluem que a implementação precoce e contínua do treinamento cirúrgico em simulador virtual obrigatório antes de iniciar cirurgias intraoculares diminui significativamente o tempo operatório de facoemulsificação em residentes do terceiro ano em comparação com colegas não treinados em simulador (LOPEZ-BEUCHAMP et al., 2020).

Nair et al. (2021) determinaram o efeito de um novo currículo de treinamento baseado em simulação para a construção do túnel escleral em cirurgia manual de catarata por incisão pequena (MSICS) em comparação com o treinamento tradicional. Neste ensaio clínico multicêntrico, mascarado, randomizado, cirurgiões residentes com mínima ou nenhuma experiência anterior com MSICS foram designados para treinamento baseado em simulação, o Grupo Experimental (EG), ou para treinamento convencional, o Controle Grupo (CG). Os residentes do EG foram treinados para realizar a construção do túnel escleral usando um currículo baseado em simulação (*HelpMeSee Eye Surgery Simulator*), enquanto os residentes do CG seguiram o currículo específico da instituição antes de progredir para a cirurgia ao vivo.



Vídeos cirúrgicos das primeiras 20 tentativas de construção de túneis foram analisados por avaliadores de vídeo mascarados. O resultado mostrou que os cirurgiões novatos treinados com o novo currículo baseado em simulação cometeram menos erros em suas primeiras 20 tentativas de construção de túneis em comparação com aqueles treinados com um currículo convencional (NAIR et al., 2021).

O estudo brasileiro de Lucas, Schellini e Lotteli (2019) avaliou se o treinamento de residentes médicos com o simulador Eyesi reduz a ocorrência de complicações intraoperatórias. Foram avaliadas as 10 primeiras cirurgias de facoemulsificação realizadas por dois grupos de residentes de oftalmologia do segundo ano, durante 2014 e 2015. O primeiro grupo foi composto por sete residentes de 2014 que não tiveram treinamento prévio com o simulador. O segundo grupo foi formado por sete residentes de 2015, que haviam concluído o treinamento de nível C (intermediário) com o simulador antes de iniciar a cirurgia nos pacientes.

Os dados dos dois grupos foram comparados quanto à frequência de ocorrência das quatro principais complicações cirúrgicas intraoperatórias - ruptura da cápsula posterior, afacia e deslocamento do fragmento do núcleo para o vítreo e conversão extracapsular - das 140 cirurgias, 70 no Grupo 1 e 70 no Grupo 2. O número total de complicações foi de 19 no Grupo 1 e nove no Grupo 2, sendo esta redução significativa. Os autores concluíram que o treinamento com o simulador Eyesi reduziu significativamente o número total de complicações intraoperatórias nas primeiras 10 cirurgias de catarata de facoemulsificação realizadas por residentes de oftalmologia (LUCAS; SCHELLINI; LOTTELI, 2019).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A simulação de realidade virtual em cirurgia de catarata oferece a possibilidade de treinar sem praticar em pacientes reais. Ou seja, a simulação oferece um meio de aprendizagem sem riscos em situações complexas, críticas ou raras, bem como a promoção de abordagens de aprendizagem interdisciplinares e em equipe. Além disso, a simulação pode desempenhar um papel importante na avaliação de resultados e predição.



O aluno/residente reage a um cenário com elementos que se parecem com a vida real e que podem ser modificados e ajustados de acordo com o nível de dificuldade desejado. Assim, os simuladores de realidade virtual constituem um meio promissor de treinamento. Sem dúvida, os simuladores de RV apresentam um novo paradigma na educação cirúrgica. Os objetivos, necessidades e meios da simulação da RV continuam a ser objeto de pesquisa, pois esse tipo de treinamento deve atingir os objetivos, minimizando tempo e custos, o que ainda não ocorre.

Embora a RV já seja comum em diversas especialidades cirúrgicas, a literatura atual sobre o assunto é limitada em escopo, pois os estudos são amplamente focados na validade da realidade virtual e muitas vezes são de pequena escala e carecem de controles importantes e poder estatístico adequado, tornando o uso da RV incerto.

Portanto, retomando a questão norteadora: a tecnologia de simulação no campo da oftalmologia oferece a possibilidade de novas modalidades de treinamento e avaliação e pode, assim, ajudar a preparar os jovens cirurgiões, reduzindo sua ansiedade, mas principalmente os riscos para o paciente? Concluiu-se que, através dessa revisão, foi confirmada a validade dos simuladores para o treino cirúrgico na área da oftalmologia, em cirurgias de catarata, no treino de procedimentos que são considerados essenciais, como a realização de uma capsulorrexe, a facoemulsificação e a fissuração do núcleo cristalino e a sucção de massas cristalinas.

REFERÊNCIAS

ABRAHAMSON, Stephen; DENSON, Judson S.; WOLF, R. M. Effectiveness of a simulator in training anesthesiology residents. *BMJ Quality & Safety*, v. 13, n. 5, p. 395-397, 2004. Disponível em: https://journals.lww.com/academicmedicine/Abstract/1969/06000/Effectiveness_of_a_simulator_in_training.6.aspx. Acesso em: 12 jun. 2021.

AGHA, Riaz A.; FOWLER, Alexander J. The role and validity of surgical simulation. *International surgery*, v. 100, n. 2, p. 350-357, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.9738/INTSURG-D-14-00004.1>. Acesso em: 10 jun. 2021.

AHMED, Taha Muneer; HUSSAIN, Badrul; SIDDIQUI, MA Rehman. Can simulators be applied to improve cataract surgery training: a systematic review. *BMJ Open*



Ophthalmology, v. 5, n. 1, p. 488, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1136/bmjophth-2020-000488>. Acesso em: 12 jun. 2021.

ANTHONY, Maureen. Mrs. Chase. Home Healthcare Now, v. 36, n. 4, p. 213-214, 2018. Disponível em: doi: 10.1097/NHH.0000000000000712. Acesso em: 11 jun. 2021.

BADASH, Ido et al. Innovations in surgery simulation: a review of past, current, and future techniques. Annals of translational medicine, v. 4, n. 23, 2016. Disponível em: <https://atm.amegroups.com/article/view/12868/13263>. Acesso em: 10 jun. 2021.

BENFERDIA, Y. et al. Critical Success Factors for Virtual Reality-based Training in Ophthalmology Domain. Journal Of Health & Medical Informatics, v. 9, n. 04, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Mohd-Yazid-Bajuri/publication/330264953_Critical_Success_Factors_for_Virtual_Reality-based_Training_in_Ophthalmology_Domain. Acesso em: 12 jun. 2021.

BROWN, Aaron; PATTERSON, David A. To err is human. In: Proceedings of the First Workshop on evaluating and architecting system dependability (EASY'01). 2001. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/ea7a/0b12a1b5af40c9c93c2ee9367955bb07b0d9.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2021.

CHENG, Adam et al. Debriefing: the state of the art and science in healthcare simulation. In: NESTEL, Debra et al. (Ed.). Healthcare simulation education: evidence, theory, and practice. John Wiley & Sons, 2017. p. 158-164.

CONSELHO BRASILEIRO DE OFTALMOLOGIA – CBO. Disponível em: <https://cbo.net.br/2020/>. Acesso em: 13 mai. 2021.

FARRA, Sharon L. et al. Comparative cost of virtual reality training and live exercises for training hospital workers for evacuation. Computers, informatics, nursing: CIN, v. 37, n. 9, p. 446, 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7231540/>. Acesso em: 12 mai. 2021.

FERRIS, John D. et al. Royal College of Ophthalmologists' National Ophthalmology Database study of cataract surgery: report 6. The impact of EyeSi virtual reality training on complications rates of cataract surgery performed by first- and second-year trainees. British Journal of Ophthalmology, v. 104, n. 3, p. 324-329, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31142463/>. Acesso em 13 mai. 2021.

GABA, David M.; DEANDA, Abe. A comprehensive anesthesia simulation environment: re-creating the operating room for research and training. The Journal of the American Society of Anesthesiologists, v. 69, n. 3, p. 387-394, 1988. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3415018/>. Acesso em: 13 mai. 2021.



GABA, David M. et al. Simulation-based training in anesthesia crisis resource management (ACRM): a decade of experience. *Simulation & Gaming*, v. 32, n. 2, p. 175-193, 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/237554237_Simulation-Based_Training_in_Anesthesia_Crisis_Resource_Management_ACRM. Acesso em: 12 mai. 2021.

GELBART, Nina Rattner. *The King's Midwife: A History and Mystery of Madame du Coudray*. Berkeley, California: University of California Press, 1998. E-book. Disponível em: <http://ark.cdlib.org/ark:/13030/ft1g5004dk/>. Acesso em: 10 jul. 2021.

HAN, Wenyong et al. A comparative study of GASMAN software and traditional way in the teaching of inhalation anesthesia. *Chinese Journal of Medical Education Research*, v. 15, n. 1, p. 55-57, 58, 2016. Disponível em: <http://wprim.whocc.org.cn/>. Acesso em: 20 jun. 2021.

HUANG, Huei-Chuen et al. SimMan—A simulation model for workforce capacity planning. *Computers & Operations Research*, v. 36, n. 8, p. 2490-2497, 2009.

HU, Ya-Guang et al. Efficacy of wet-lab training versus surgical-simulator training on performance of ophthalmology residents during chopping in cataract surgery. *International Journal of Ophthalmology*, v. 14, n. 3, p. 366, 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER – INCA. Ministério da Saúde. Controle do câncer de mama, 2021. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/controle-do-cancer-de-mama/conceito-e-magnitude>. Acesso em: 02 jun. 2021.

JACOBSEN, Mads Forslund et al. Correlation of virtual reality performance with real-life cataract surgery performance. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, v. 45, n. 9, p. 1246-1251, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31371151/>. Acesso em: 12 mai. 2021.

JACOBSEN, Mads Forslund et al. Simulation of advanced cataract surgery—validation of a newly developed test. *Acta ophthalmologica*, v. 98, n. 7, p. 687-692, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32304357/>. Acesso em: 12 mai. 2021.

LADYSHEWSKY, R. Simulated patients and assessment. *Medical Teacher*, v. 21, n. 3, p. 266-269, 1999. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01421599979509>. Acesso em: 12 mai. 2021.

LEE, Roxanne et al. A systematic review of simulation-based training tools for technical and non-technical skills in ophthalmology. *Eye*, v. 34, n. 10, p. 1737-1759, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32203241/>. Acesso em: 12 mai. 2021.

LOPEZ-BEAUCHAMP, Cristina et al. Surgical simulator training reduces operative times in resident surgeons learning phacoemulsification cataract surgery. *American*



journal of ophthalmology case reports, v. 17, p. 100576, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31890989/>. Acesso em: 12 mai. 2021.

LUCAS, Larissa. Uso de Simulador no Ensino da Cirurgia de Catarata por Facoemulsificação. 2018. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista, 2018, 39 p.

LUCAS, Larissa; SCHELLINI, Silvana Artioli; LOTTELLI, Antonio Carlos. Complications in the first 10 phacoemulsification cataract surgeries with and without prior simulator training. Arquivos brasileiros de oftalmologia, v. 82, p. 289-294, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/0004-2749.20190057>. Acesso em: 12 mai. 2021.

MAHR, Michael A. The Eyesi Ophthalmic Surgical Simulator. Cataract & Refractive Surgery Today, 2008. Disponível em: https://crstoday.com/wp-content/themes/crst/assets/downloads/CRST0508_20.pdf. Acesso em: 14 mai. 2021.

NAIR, Akshay Gopinathan et al. Effectiveness of simulation-based training for manual small incision cataract surgery among novice surgeons: a randomized controlled trial. Scientific Reports, v. 11, n. 1, p. 1-9, 2021. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-90410-4>. Acesso em: 13 mai. 2021.

NAYER, Zacharia H. et al. Predictive and construct validity of virtual reality cataract surgery simulators. Journal of Cataract & Refractive Surgery, v. 46, n. 6, p. 907-912, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32541408/>. Acesso em: 14 mai. 2021.

NESTEL, Debra et al. (Ed.). Healthcare Simulation Research: A Practical Guide. Springer Nature, 2019.

OWEN, Harry. Simulation in healthcare education: an extensive history. Springer, 2016.

PASKINS, Zoë; PEILE, Ed. Final year medical students' views on simulation-based teaching: a comparison with the Best Evidence Medical Education Systematic Review. Medical teacher, v. 32, n. 7, p. 569-577, 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20653379/>. Acesso em: 15 mai. 2021.

RODZIEWICZ, Thomas L.; HOUSEMAN, Benjamin; HIPSKIND, John E. Medical Error Reduction and Prevention. In: StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing, 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499956/>. Acesso em: 12 mai. 2021.

Enviado: Novembro, 2021.

Aprovado: Fevereiro, 2022.



¹ Pós-graduado em Direito Processual do Trabalho pela UGF – Universidade Gama Filho, Cidade do Rio de Janeiro/RJ. Bacharel em direito graduado pelo CESUR – Centro de Ensino Superior de Rondonópolis, cidade de Rondonópolis/MT; Médico Generalista graduado pela UNIMES – Universidade Metropolitana de Santos, cidade de Santos/SP. Residente médico em Oftalmologia no Hospital Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Santos. ORCID: 0000-0003-3725-4840.

² Pós-graduado em Medicina do Tráfego pela Faculdade Global - FG, cidade de Porto Alegre/RS. Médico Generalista graduado pela UEPA – Universidade Estadual do Pará, cidade de Belém/PA. Residente Médico de Oftalmologia no Hospital Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Santos. ORCID: 0000-0003-2495-6640.

³ Médico Generalista graduado pela UFTM – Universidade Federal do Triângulo Mineiro, cidade de Uberaba/MG. Residente Médico de Oftalmologia no Hospital Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Santos. ORCID: 0000-0002-2698-8382.

⁴ Médico Generalista graduado pela UFJF – Universidade Federal de Juiz de Fora, cidade de Juiz de Fora/MG. Residente Médico de Oftalmologia no Hospital Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Santos. ORCID: 0000-0002-4117-7481.

⁵ Médica Generalista graduada pela PUC/PR – Pontifícia Universidade Católica do Paraná (Campus de Londrina), cidade de Londrina/PR. Residente Médico de Oftalmologia no Hospital Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Santos. ORCID: 0000-0002-6608-2921.

⁶ Médico Generalista graduado pela UFS – Universidade Federal de Sergipe, cidade de Aracaju/SE. Residente Médico de Oftalmologia no Hospital Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Santos. ORCID: 0000-0002-9724-6546.

⁷ Médico Generalista graduado pela UNIATENAS - Centro Universitário Atenas, cidade de Paracatu/MG. Residente Médico de Oftalmologia no Hospital Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Santos. ORCID: 0000-0002-1240-4921.

⁸ Médica Generalista graduada pela FAMENE - Faculdade de Medicina Nova Esperança, cidade de João Pessoa/PB. Residente Médico de Oftalmologia no Hospital Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Santos. ORCID: 0000-0003-4508-719X.