

# Nível de estresse experimentado por participantes em simulação realística: uma revisão sistemática

*Stress level experienced by participants in realistic simulation: a systematic review*

*Nivel de estrés experimentado por participantes en simulación realista: una revisión sistemática*

**Guilherme da Costa Brasil<sup>I</sup>**

ORCID: 0000-0001-6878-7098

**Lucas Tomaz Benigno Lima<sup>I</sup>**

ORCID: 0000-0001-7839-0115

**Elaine Carvalho Cunha<sup>I</sup>**

ORCID: 0000-0003-3477-1885

**Flávia Oliveira de Almeida Marques da Cruz<sup>I</sup>**

ORCID: 0000-0002-6476-5972

**Laiane Medeiros Ribeiro<sup>I</sup>**

ORCID: 0000-0002-5041-8283

## RESUMO

**Objetivos:** identificar as evidências disponíveis sobre o nível de estresse experimentado por participantes em educação baseada em simulação. **Métodos:** revisão sistemática que incluiu ensaios clínicos randomizados nas bases eletrônicas: *Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature*, *Cochrane Library*, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde, LIVIVO, PubMed, *Scopus* e *Web of Science*. A busca adicional foi realizada no *Google Scholar* e *OpenGrey*. Todas as buscas ocorreram no dia 24 de setembro de 2020. A qualidade metodológica dos estudos foi avaliada pelo *Cochrane Collaboration Risk of Bias Tool*. **Resultados:** foram incluídos 18 estudos, os quais avaliaram o estresse dos participantes por meio de medidas fisiológicas, autorreferidas ou combinação de ambas. O estresse foi experimentado em nível elevado em cenários simulados. **Conclusões:** as evidências dos estudos incluídos nesta revisão sistemática sugerem que o estresse é experimentado em nível elevado em cenários simulados.

**Descritores:** Simulação; Estresse Psicológico; Simulação de Paciente; Revisão Sistemática; Educação.

## ABSTRACT

**Objectives:** to identify the available evidence regarding stress levels experienced by participants in education based on a realistic simulation. **Methods:** systematic review that included randomized clinical trials on electronic databases: *Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature*, *Cochrane Library*, Latin-American and Caribbean Literature in Health Sciences, LIVIVO, PubMed, *Scopus*, and *Web of Science*. The additional search was performed on *Google Scholar* and *OpenGrey*. All searches occurred on September 24, 2020. The methodologic quality of the results was evaluated by the *Cochrane Collaboration Risk of Bias Tool*. **Results:** eighteen studies were included, which evaluated the participants' stress using physiologic, self-reported measures, or the combination of both. Stress as experienced in a high level in simulated scenarios. **Conclusions:** evidence of the study included in this systematic review suggest that stress is experienced in a high level in simulated scenarios. **Descriptors:** Simulation Training; Stress, Psychological; Patient Simulation; Systematic Review; Education.

## RESUMEN

**Objetivos:** identificar evidencias disponibles sobre el nivel de estrés experimentado por participantes en educación basada en simulación. **Métodos:** revisión sistemática que incluyó ensayos clínicos randomizados en las bases electrónicas: *Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature*, *Cochrane Library*, Literatura Latinoamericana y de Caribe en Ciencias de la Salud, LIVIVO, PubMed, *Scopus* y *Web of Science*. Búsqueda adicional fue realizada en el *Google Scholar* y *OpenGrey*. Todas las búsquedas ocurrieron en el día 24 de septiembre de 2020. La calidad metodológica de los estudios fue evaluada por el *Cochrane Collaboration Risk of Bias Tool*. **Resultados:** fueron incluidos 18 estudios, los cuales evaluarán el estrés de los participantes por medio de medidas fisiológicas, autoinformados o combinación de ambos. El estrés fue experimentado en nivel elevado en escenarios simulados. **Conclusiones:** las evidencias de los estudios incluidos en esta revisión sistemática sugieren que el estrés es experimentado en nivel elevado en escenarios simulados.

**Descriptorios:** Simulación; Estrés Psicológico; Simulación de Paciente; Revisión Sistemática; Educación.

<sup>I</sup>Centro Universitário do Distrito Federal. Brasília, Distrito Federal, Brasil.

<sup>II</sup>Universidade de Brasília. Brasília, Distrito Federal, Brasil.

## Como citar este artigo:

Brasil GC, Lima LTB, Cunha EC, Cruz FOAM, Ribeiro LM. Stress level experienced by participants in realistic simulation: a systematic review. *Rev Bras Enferm.* 2021;74(4):e20201151. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2020-1151>

## Autor Correspondente:

Guilherme da Costa Brasil

E-mail: [guilhermecostabrasil@hotmail.com](mailto:guilhermecostabrasil@hotmail.com)



EDITOR CHEFE: Antonio José de Almeida Filho

EDITOR ASSOCIADO: Ana Fátima Fernandes

**Submissão:** 27-10-2020

**Aprovação:** 11-01-2021

## INTRODUÇÃO

A simulação tem se tornado um padrão de treinamento em cursos de graduação e pósgraduação, em diferentes cenários da saúde. Os ganhos estão relacionados à segurança, competência, trabalho em equipe, raciocínio clínico, retenção de conhecimento, satisfação e desenvolvimento de habilidades técnicas e não técnicas<sup>(1-4)</sup>.

No entanto, o nível de confiança e de proficiência adquirido pelos participantes é variável<sup>(5-9)</sup>, pois essas experiências podem ser estressantes e impactar negativamente o desempenho deles, tornando o ambiente desfavorável à aprendizagem e ao desenvolvimento de competências clínicas. Discute-se que, em longo prazo, esse contexto pode distanciar-se do objetivo de inspirar confiança, gerar aprendizado e conduzir autocrítica positiva<sup>(10)</sup>.

Qualquer estímulo intrínseco ou extrínseco que evoque uma resposta biológica é conhecido como estresse<sup>(11)</sup>. Estudos recentes observaram que, em cenários simulados, ele foi prejudicial ao desempenho dos participantes<sup>(6,12)</sup>, enquanto outros trabalhos não observaram impacto negativo<sup>(13-14)</sup>. Assim, as evidências de que ele é prejudicial ou benéfico, ou se de fato é experimentado, ainda é baixa, pois há também a hipótese de que o estresse e a ansiedade evocados são ferramentas educacionais<sup>(10,15)</sup>.

Revisões de estudos realizados tanto com animais quanto com seres humanos demonstram que a alteração hormonal envolvida no estresse pode influenciar o aprendizado e a memória de diversas maneiras, dependendo do tempo e do perfil de liberação hormonal<sup>(11-16)</sup>. Estudos primários já identificavam que o cortisol plasmático aumentado após estresse prolongado tem uma redução na memória, a qual melhora quando o nível de cortisol plasmático diminui<sup>(17)</sup>. Por outro lado, em condições específicas, o estresse pode melhorar a memória em um período de tempo<sup>(18)</sup>.

Ele pode ser analisado por medidas psicológicas, como escalas validadas de autopercepção; e fisiológicas, como variabilidade da frequência cardíaca, cortisol salivar e amilase salivar<sup>(19-21)</sup>.

Quando o estresse percebido é avaliado em estudantes, a resposta pode ser a diminuição da autoconfiança ao vivenciar a primeira experiência clínica<sup>(22)</sup>. A alta ansiedade, por outro lado, acrescida a outros fatores emocionais estressores, já foi descrita como tendo correlação positiva com a melhora do desempenho, mesmo que o treinamento tenha ocorrido muitos meses antes<sup>(23)</sup>. Ao analisar estudos que relacionam o estado emocional, o desempenho clínico e a autoconfiança dos alunos, é possível verificar inconsistência e falta de clareza quanto à presença do estresse e sua associação com o desempenho<sup>(24-25)</sup>.

Dessa forma, tendo em vista que a estratégia de simulação é amplamente utilizada no ensino em saúde, há uma necessidade de se investigar o estresse experimentado durante a sua realização. Assim, é relevante identificar se há aumento do nível de estresse durante uma sessão de simulação e se há piora ou melhora no desempenho dos participantes.

## OBJETIVOS

Identificar as evidências disponíveis sobre o nível de estresse experimentado por participantes em educação baseada em simulação.

## MÉTODOS

### Protocolo e registro

Esta revisão sistemática foi conduzida de acordo com os itens do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* – PRISMA<sup>(26)</sup>. O protocolo foi registrado no *International Prospective Register of Systematic Reviews* sob o número CRD42019136297.

### Critérios de elegibilidade

A pergunta foi norteada pela estratégia PICO, considerando-se “P” (paciente ou problema) como participantes em simulação; “I” (intervenção) como simulação realística; “C” (controle) não foi aplicado; e “O” (resultado), nível de estresse. Desse modo, a pergunta foi: Qual o nível de estresse experimentado por participantes em educação baseada em simulação?

Nesta revisão sistemática, foram incluídos os seguintes estudos que avaliaram o estresse: (1) por meio de delineamento de ensaio clínico randomizado (ECR); (2) em simulações realísticas realizadas com estudantes de diversas áreas de saúde (medicina, enfermagem, fisioterapia, paramédica); (3) em simulações para treinamento de profissionais residentes em medicina; (4) em simulações que incluíam profissionais da área de saúde formados; (5) em simulações dentro dos laboratórios institucionais — simulações como cenário hospitalar, simulação *in situ* e simulação de baixa, média e alta fidelidade; (6) por medidas subjetivas e/ou objetivas.

Os estudos foram excluídos pelos seguintes critérios: (1) não avaliaram o estresse na simulação, e sim outros fatores que podem interferir, como a influência de um seminário de treinamento na mudança de estresse na simulação, a conexão entre testes aprimorados de aprendizagem e resposta ao cortisol, e a adição de estressores agudos aos cenários simulados no impacto no desempenho clínico; (2) não era ECR; (3) não eram de simulação realística; (4) era de simulação virtual; (5) teve como foco a avaliação da ansiedade.

### Bases de dados e estratégia de busca

Os estudos foram identificados utilizando uma estratégia de busca para cada uma das seguintes bases eletrônicas de dados: *Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature* (CINAHL), *Cochrane Library*, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), LIVIVO, PubMed, *Scopus* e *Web of Science*. A lista de referência dos estudos selecionados foi analisada manualmente para identificar aqueles potencialmente relevantes que poderiam ter sido perdidos nas pesquisas eletrônicas nas bases de dados. Além disso, também procedeu-se a uma busca na literatura cinzenta, utilizando *Google Scholar* e *OpenGrey*. As referências duplicadas foram removidas com uso do *EndNote*. Todas as buscas nas bases eletrônicas de dados foram realizadas no dia 24 de setembro de 2020, cujas estratégias são mostradas no Quadro 1.

### Seleção dos estudos

A seleção dos estudos aconteceu em duas fases, por meio do aplicativo *on-line Rayyan* (*Qatar Computing Research Institute*). Na primeira fase, os pesquisadores examinaram independentemente os títulos e resumos de todos os estudos recuperados nas bases de dados e identificaram aqueles que pareciam atender aos critérios

de inclusão. Na segunda fase, os mesmos pesquisadores leram de forma independente o texto completo de todos os trabalhos selecionados e excluíram aqueles que não atenderam aos critérios de inclusão. Qualquer diferença nessa fase era resolvida por discussão e consenso entre os três revisores.

**Quadro 1** – Estratégias de busca nas bases eletrônicas de dados, Brasília, Distrito Federal, Brasil, 2020

Bases de dados	Palavras-chave
PubMed	("Students"[Mesh] OR "Students, Nursing"[Mesh] OR "Nursing"[Mesh] OR "Undergraduate Nursing Students"[All Fields] OR "Physicians"[Mesh] OR "Students, Medical"[Mesh] OR "Medical Students"[All Fields] OR "Trainee"[All Fields] OR "Multidisciplinary Team"[All Fields] OR "Multidisciplinary Team"[All Fields] AND ("Patient Simulation"[Mesh] OR "Simulation Training"[Mesh] OR "High Fidelity Simulation"[All Fields] OR "High Fidelity Simulation Training"[Mesh] OR "Education, Medical"[Mesh] OR "Education, Medical, Undergraduate"[Mesh] OR "Education, Nursing"[Mesh] OR "Post Graduate Medical Education"[All Fields] OR "High-Fidelity Manekin Education"[All Fields]) AND ("Stress, Psychological"[Mesh] OR "Stress, Physiological"[Mesh] OR "Stress Response"[All Fields] OR "Heart Rate"[Mesh] OR "Hydrocortisone"[Mesh] OR "Cortisol"[All Fields] OR "Salivary Cortisol"[All Fields])
LILACS	(tw:(estudantes OR estudiantas OR students)) AND (tw:(simulação OR simulación OR simulation))
Cochrane Library, CINAHL, LIVIVO, Scopus, Web of Science.	("Students" OR "Students, Nursing" OR "Nursing" OR "Undergraduate Nursing Students" OR "Physicians" OR "Students, Medical" OR "Medical Students" OR "Trainee" OR "Multidisciplinary Team" OR "Multidisciplinary Team") AND ("Patient Simulation" OR "Simulation Training" OR "High Fidelity Simulation" OR "High Fidelity Simulation Training" OR "Education, Medical" OR "Education, Medical, Undergraduate" OR "Education, Nursing" OR "Post Graduate Medical Education" OR "High-Fidelity Manekin Education") AND ("Stress, Psychological" OR "Stress, Physiological" OR "Stress Response" OR "Heart Rate" OR "Hydrocortisone" OR "Cortisol" OR "Salivary Cortisol")
Google Scholar, OpenGrey.	("students" AND "simulation")

### Processo de coleta de dados

Dois pesquisadores coletaram independentemente os dados dos estudos incluídos: características dos participantes (grupos, amostra, estudante ou profissionais), características do estudo (autores, país, ano de publicação, objetivo, delineamento e randomização), intervenção (tipo de simulação, simulador, área de conhecimento), coleta (instrumento ou medida para coleta do estresse) e características dos resultados (principais resultados e principais conclusões). Qualquer diferença foi resolvida por discussão e acordo mútuo. Um terceiro autor estava envolvido quando necessário para tomar uma decisão final. Se os dados necessários não estivessem completos, era feito contato com os autores para obter qualquer informação relevante.

### Risco de viés dos estudos

Dois pesquisadores conduziram independentemente a avaliação do risco de viés dos estudos incluídos nesta revisão sistemática.

Novamente, qualquer diferença foi resolvida por discussão e consenso. Um terceiro autor esteve envolvido quando necessário para tomada de decisão final.

A ferramenta utilizada foi *Cochrane Collaboration Risk of Bias Tool* (RoB 2.0 *tool*) para avaliar o risco de viés dos estudos incluídos, a qual permite avaliar o processo de geração de sequências, ocultação de alocação, ocultação de participantes, pessoal e avaliadores, dados de resultados incompletos e relatórios seletivos.

### Síntese dos resultados

A heterogeneidade entre os estudos foi avaliada considerando as características metodológicas (tipos de intervenção, grupos de participantes e risco de viés) e estatísticas (medidas de resultado). Portanto, devido à heterogeneidade entre os estudos incluídos, não foi realizada uma síntese quantitativa. Em concordância com os objetivos da revisão, os resultados dos estudos incluídos foram analisados e reportados de acordo com as características da simulação e tipo de avaliação de estresse.

### RESULTADOS

A busca bibliográfica inicial identificou 4.946 estudos em 7 bases eletrônicas de dados. A busca no Google Scholar selecionou as 100 primeiras referências encontradas para leitura de títulos e resumos; já a busca no *OpenGrey* retornou um total de 43 referências. Após a leitura completa, 18 estudos atenderam a todos os critérios de elegibilidade e foram incluídos nesta revisão sistemática. A Figura 1 mostra o processo de identificação, triagem e inclusão dos estudos.

Todos os trabalhos incluídos são ECR, dos quais 15 utilizaram algum padrão fisiológico na avaliação de estresse e, dentre estes, apenas 4 incluíram medidas para minimizar a aferição ou relataram excluir um participante por não adotar medidas que pudessem alterar os parâmetros fisiológicos. Dentre as medidas e cuidados, estavam: medição de progesterona e o estrogênio em amostras salivares<sup>(27)</sup>; orientação sobre alimentação, consumo de álcool, cafeína e nicotina meia hora antes da avaliação e não praticar exercícios 24 horas antes da coleta<sup>(28)</sup>; doenças progressivas que poderiam induzir modificações relacionadas ou mesmo piorar devido ao estresse; doenças psiquiátricas prévias, se os participantes não estavam em tratamento; uso de hormônio como esteroides ou terapia de reposição hormonal; verificação se algum participante trabalhou em turno da noite no dia anterior à simulação e se os participantes haviam sido confrontados com um evento estressante no dia anterior ou no dia da simulação<sup>(29)</sup>; exclusão de estudantes com histórico de uso de betabloqueador e com histórico de uso de antidepressivos recentes<sup>(30)</sup>; exclusão daqueles que utilizavam inaladores beta-agonistas, esteroides, pílula anticoncepcional oral e cafeína<sup>(31)</sup>.

Dos estudos encontrados, 13 eram da área de medicina, e apenas 2 pesquisas realizaram o estudo com uma equipe de diferentes áreas, sendo médicos, enfermeiros, paramédicos e motorista de ambulância<sup>(29)</sup> e estudantes de Medicina e Enfermagem<sup>(24)</sup>. Seis estudos avaliaram o estresse na simulação com profissionais graduados na área de medicina e enfermagem<sup>(24,27-29,32-33)</sup>, e 11 estudos foram realizados com estudantes de graduação em Enfermagem e Medicina<sup>(30-31,34-42)</sup>.

Na autopercepção de estresse, um estudo identificou a simulação aumentando significativamente fatores estressores<sup>(34)</sup>; em

outro, o cenário em que houve morte foi mais estressante do que um cenário de sobrevivência<sup>(27)</sup>.

A percepção de estresse aumentou significativamente em cenários obstétricos comparando o nível basal e o pós-simulação ( $p < 0,0001$ ). Houve uma correlação negativa significativa entre a percepção geral de estresse/sobrecarga e o tempo de execução ( $r = -0,18$ ,  $p < 0,05$ ), indicando que mais estresse/sobrecarga foi associado com menos tempo prático em cenários com ou sem instrução prévia para lidar com estresse<sup>(32)</sup>.

No caso dos participantes que receberam instrução teórica em aula expositiva para lidar com o estresse, houve relatos com quantidades significativamente menores de estresse/sobrecarga percebida em comparação com o grupo que não recebeu instrução (diferença da tensão percebida,  $p = 0,04$ )<sup>(38)</sup>. Um estudo avaliou a capacidade percebida de um indivíduo de lidar com o estressor durante a simulação, cujo valor aumentou ao se comparar o momento imediatamente anterior ao imediatamente posterior ao término do cenário<sup>(36)</sup>.

A relação do estresse com o desempenho dos participantes foi investigada em oito estudos. Não houve diferença significativa de desempenho quando os participantes eram observados por um ou cinco observadores ( $p = 0,14$ )<sup>(30)</sup>. Não houve diferença significativa no desempenho durante avaliação de estresse entre simulação clínica e simulação *in situ* ( $p = 0,36$ )<sup>(32)</sup> nem em relação ao estresse de cenários de baixa e alta fidelidade ( $p = 0,17$ )<sup>(36)</sup>; também não se observou diferença significativa no desempenho entre participantes que receberam instrução com aula expositiva para lidar com o estresse e aqueles que receberam (sem valor de  $p$  descrito no estudo): embora o estresse tenha diminuído com instrução, o desempenho não melhorou<sup>(38)</sup>.

Em cenários de reanimação neonatal pós-parto com morte ou sobrevivência, o desempenho foi semelhante e não se viu diferença significativa entre residentes de Medicina de 1º e 2º ano comparados com residentes do 3º ou 4º ano (cenário de morte,  $p = 0,23$ ; cenário de sobrevivência,  $p = 0,33$ )<sup>(27)</sup>. Os participantes que receberam instrução prévia em sutura tiveram um desempenho maior do que o grupo-controle ( $p < 0,001$ )<sup>(40)</sup>. Não houve diferença significativa entre o desempenho entre o grupo do cenário com paciente padronizado (indivíduo treinado para apresentar uma doença de maneira padronizada) e aquele que fez uso de simulador ( $p = 0,744$ ), porém, na autopercepção do participante, paciente padronizado adiciona maior estresse<sup>(41)</sup>.

Em sessão de treinamento laparoscópico, os participantes tiveram melhor desempenho com instrução do que sem instrução prévia ( $p < 0,001$ ), o que se correlacionou com aumento de frequência cardíaca<sup>(42)</sup>. Os participantes com melhor desempenho exibem uma elevação na frequência cardíaca que está associada com maior autoeficácia e satisfação<sup>(40)</sup>.

As principais características dos estudos incluídos são apresentadas no Quadro 2.

## Síntese dos dados

Todos os estudos analisados avaliaram o estresse dos participantes utilizando medidas fisiológicas, autorreferidas ou combinação de ambas. O risco de viés dos estudos foi avaliado como baixo, alto ou pouco claro (Figura 2). Com base em seus objetivos, a investigação de estresse aconteceu em simulações de

diferentes áreas (pediatria, neonatologia, obstetrícia, simulação clínica, emergência, cirúrgica, cenários de morte e comunicação de más notícias) e em profissões e equipes distintas.

Dois estudos compararam a simulação com outra estratégia de aprendizado como prática em laboratório<sup>(34)</sup> e sessão interativa de aprendizado<sup>(24)</sup>. Outros dois avaliaram cenários com morte e sobrevivência, sendo que o cenário com morte não aumentou o estresse significativamente em comparação à sobrevivência<sup>(27,35)</sup>.

Os demais estudos avaliaram simulação com outro aspecto dentro da própria simulação, como passar ou não por mais treinamentos<sup>(29)</sup>, ter a presença de um ou cinco observadores<sup>(30)</sup>, ter um instrutor prévio à simulação ou não ter<sup>(42)</sup>, passar ou não por sessões repetidas de simulação<sup>(1)</sup>, simulação *in situ* e simulação clínica<sup>(32)</sup>, uso de paciente padronizado ou simulador<sup>(41)</sup>, ter treinamento sobre comunicação ou sem treinamento<sup>(28)</sup>, receber ou não instrução prévia para lidar com estresse<sup>(38)</sup>, simulação de alta fidelidade ou simulação de baixa fidelidade<sup>(36)</sup>, treinamento prévio para sutura ou sem treinamento<sup>(40)</sup>, ser líder ou membro de equipe na simulação<sup>(33)</sup>, ser ou não criticado durante cenários<sup>(37)</sup>, cenário com alto ou baixo estresse<sup>(39)</sup>, simulação silenciosa ou com ruídos<sup>(31)</sup>.

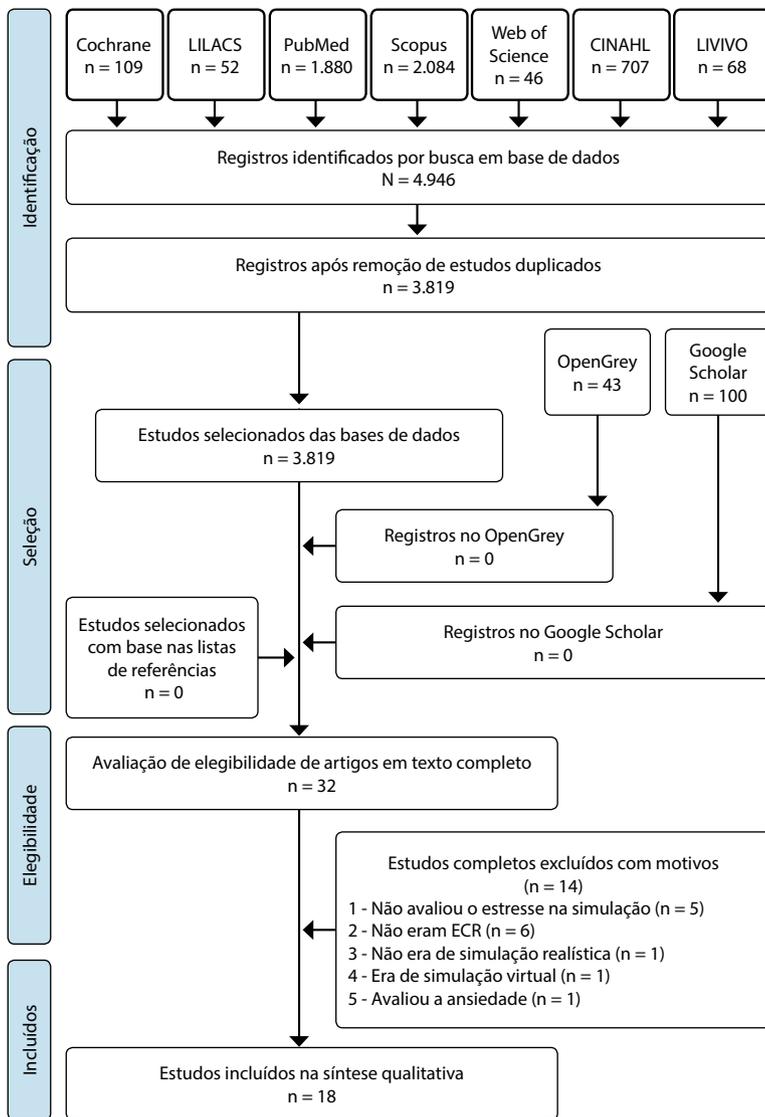
Na utilização de diferentes formas de mensurar o estresse fisiológico, os níveis de frequência cardíaca e cortisol apresentam padrões de mudança ao longo do tempo que elevaram e diminuíram de maneira diferente, sugerindo que, na interpretação desses padrões, a análise deve ser separada<sup>(28)</sup>. Dois estudos identificaram que os resultados de estresse foram semelhantes na mensuração com cortisol salivar e com instrumentos validados<sup>(32,36)</sup>.

Comparada a outra estratégia de ensino, a simulação trouxe ao participante maior preocupação com fatores como competência na relação interpessoal diante do paciente e da equipe<sup>(34)</sup>. Quando os participantes atuam em diferentes funções, todos se beneficiam do cenário simulado no quesito aprendizado<sup>(33)</sup>.

A ansiedade do participante com a sua boa performance pode gerar um estresse indevido que influenciará negativamente o desempenho. Os fatores como maior carga de trabalho, dificuldade na concretização de tarefas e ansiedade associada ao bom desempenho são os que podem contribuir para o aumento do nível de estresse. Assim, o aumento da frequência cardíaca no momento anterior à simulação está relacionada à exposição a uma tarefa desconhecida e estressante<sup>(40)</sup>.

O estresse antecipatório também foi identificado em um estudo, porém mensurado por questionário e cortisol salivar; nele, as simulações foram mais estressoras do que cenários reais, além disso, o cortisol salivar já estava alto antes de iniciar simulação e aumentou ainda mais depois<sup>(27)</sup>. Outro estudo conclui que a mudança nos níveis de cortisol salivar reflete uma excitação fisiológica relacionada à ativação cognitiva e emocional que surge antes mesmo de fazer a tarefa, indicando uma preparação. Quando o participante não tem uma preparação, ele apresenta ativação cognitiva e emocional baixa, por lidar com a tarefa de uma maneira que ele já lidaria normalmente<sup>(28)</sup>.

Durante a transição de um simulador para a sala cirúrgica, ocorreu aumento da frequência cardíaca; assim, o aumento da carga de trabalho aumenta o estresse, especialmente se o participante ainda tiver pouca experiência e não tiver a habilidade e capacidade de atenção para lidar com as demandas crescentes das tarefas que surgem<sup>(40)</sup>.



**Figura 1** – Fluxograma do processo de busca na literatura e critérios de seleção dos estudos (adaptado do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* – PRISMA), Brasília, Distrito Federal, Brasil, 2020

**Quadro 2** – Caracterização dos artigos selecionados para análise segundo ano, autor, país, grupos, amostra, objetivo, mensuração de estresse, área e conclusões, Brasília, Distrito Federal, Brasil, 2020

Ano, autor, país	Grupos	N	Objetivo do estudo	Mensuração do estresse	Área	Principais conclusões
2018, Bensouda et al. <sup>(30)</sup> Canadá	GI: 1 observador durante a simulação GC: 5 observadores durante a simulação	GI: 24 GC: 25	Obter evidências de que estagiários são afetados adversamente pela presença de um grande público durante a intubação endotraqueal neonatal.	Frequência cardíaca	Medicina	A presença do público externo não afetou negativamente a duração da intubação simulada, mas a presença de observadores não pertencentes ao cenário é estressante.
2010, Bong et al. <sup>(24)</sup> Estados Unidos	GI: treinamento baseado em simulação de alta fidelidade (HFS) GC: sessão interativa de formação educacional	GI: 13 GC: 14	Medir e comparar marcadores físicos e bioquímicos do estresse em participantes submetidos à simulação com aqueles submetidos a sessões didáticas/tutoriais.	Cortisol salivar, frequência cardíaca	Medicina e enfermagem	Independentemente do papel dos participantes na simulação, todos apresentaram elevados níveis de estresse fisiológico.

Continua

## DISCUSSÃO

### Sumarização das evidências

Esta é uma revisão sistemática sobre as evidências disponíveis acerca do estresse vivenciado pelo participante em uma simulação realística. Um total de 12 ECRs foram incluídos e identificaram que o estresse está presente nos treinamentos em diferentes cenários realísticos. No entanto, ainda é incerto o nível benéfico para o aprendizado e desempenho.

Não há diferença no estresse do participante entre simulação clínica e simulação *in situ*. As mudanças na fidelidade da simulação e na configuração dos cenários não se traduzem necessariamente em aprendizado. Os ruídos não alteram significativamente o estresse<sup>(31)</sup>. A avaliação por meio de escalas e parâmetros fisiológicos do estresse tiveram valores semelhantes em alguns estudos<sup>(32-33)</sup>; enquanto, em outro, esse comportamento foi diferente<sup>(38)</sup>.

Um dos estudos incluídos mensurou o estresse pela amilase salivar e sugeriu que os níveis não foram captados em seu pico porque alguns participantes podem demorar mais tempo para produzir quantidades suficientes de saliva<sup>(41)</sup>. Assim, é importante um aprofundamento nesse quesito, uma vez que o estresse determinado de forma objetiva e/ou subjetiva pode ter como resultado uma melhora ou piora no desempenho<sup>(15,43-44)</sup>.

As experiências prévias são importantes de serem avaliadas, pois fatores como medo, raiva, ansiedade e as estratégias para enfrentá-los refletirão no nível de estresse do participante durante a simulação e, por consequência, em seu desempenho. Os principais fatores estressores identificados pelos participantes são falta de competência e dificuldade de relacionamento<sup>(34)</sup>.

Continuação do Quadro 2

Ano, autor, país	Grupos	N	Objetivo do estudo	Mensuração do estresse	Área	Principais conclusões
2018, Boostel et al. <sup>(34)</sup> Brasil	GI: aula seguida de simulação GC: aula seguida de prática em laboratório	GI: 27 GC: 25	Avaliar a percepção dos fatores estressores pelo discente antes e depois da simulação clínica ou da aula prática convencional em laboratório.	Questionário	Enfermagem	A simulação aumentou a percepção de fatores estressores relacionados à falta de competência e à relação interpessoal para atuar diante do paciente, equipe multiprofissional e colegas em comparação à aula prática convencional em laboratório.
2016, Demaria et al. <sup>(35)</sup> Estados Unidos	GI: grupo simulação com morte GC: grupo simulação com sobrevivida	GI: 13 GC: 14	Descrever a resposta fisiológica e bioquímica ao estresse em estudantes durante a morte de um paciente simulado em comparação com um grupo cujo paciente está programado para sobreviver	Cortisol salivar, hormônio DHEA e frequência cardíaca	Medicina	Os alunos experimentam estresse durante a simulação de alta fidelidade; não houve uma resposta negativa de um cenário com morte em comparação a um cenário com sobrevivida.
2012, Finan et al. <sup>(36)</sup> Canadá	GI: simulação HFS GC: simulação de baixa fidelidade (LFS)	GI: 8 GC: 8	Comparar os efeitos da HFS versus LFS nas medidas de estresse em um grupo de estagiários de neonatologia.	Questionário e cortisol salivar	Medicina	O uso da tecnologia HFS e LFS resultou em aumento das medidas de estresse subjetivo e objetivo. A HFS não ofereceu benefícios adicionais em termos de modificação do estresse.
2015, Flinn et al. <sup>(37)</sup> Estados Unidos	GC: grupo-controle GO: grupo observado GE: grupo encorajado GCi: grupo criticado	GC: 10 GO: 10 GE: 10 GCi: 10	Comparar os efeitos do simulador LFS versus a tecnologia HFS nos níveis de desempenho, medidas objetivas e subjetivas de estresse em estagiários de neonatologia.	PAM, frequência cardíaca, condutância da pele, cortisol basal e Inventário de Ansiedade	Medicina	O grupo criticado apresentou maiores níveis de estresse comparado ao grupo-controle. A presença de um avaliador especialista produziu maiores níveis de estresse aos participantes.
2019, Ghazali et al. <sup>(29)</sup> França	GI: 9 simulações durante 1 ano GC: 3 simulações durante 1 ano	GI: 24 GC: 24	Analisar o estresse fisiológico de acordo com a frequência de repetição de simulações.	Variabilidade de frequência cardíaca	Medicina, enfermagem, paramédico, motorista de ambulância	O estresse é recorrente em sessões repetidas de simulação de alta fidelidade em eventos com risco de morte e diminuem ao longo de 24h.
2009, Girzadas et al. <sup>(33)</sup> Estados Unidos	GI: líder de equipe na simulação GC: membro na simulação	38	Medir as frequências cardíacas e o estresse e aprendizado percebidos pelos participantes em dois cenários de simulação, além de avaliar suas respostas a perguntas ao término da experiência.	Frequência cardíaca, questionário	Estudantes e residentes de Medicina	A frequência cardíaca dos participantes aumentou desde o pré-procedimento até a intervenção crítica. Os valores de aprendizagem autorrelatados aumentaram com os níveis de estresse autorrelatados.
2020, Hardenberg, Rana, Tori <sup>(1)</sup> Austrália	GI: sessões repetidas de simulação GC: uma única sessão de simulação	GI: 7 GC: 7	Investigar se a exposição repetida a um cenário clínico desafiador leva a uma redução dos níveis de estresse.	Frequência cardíaca	Enfermagem	Exposição repetida de simulação não reduziu os níveis de estresse medidos pela frequência cardíaca.
2013, Hunziker et al. <sup>(38)</sup> Suíça	GI: com instrução prévia de como lidar com o estresse GC: sem instrução prévia de como lidar com o estresse	GI: 62 GC: 62	Descrever os padrões de estresse durante uma simulação bem como investigar o estresse percebido e sua associação com a estratégia de enfrentamento e desempenho.	Questionário	Medicina	Uma breve estratégia de enfrentamento do estresse diminuiu moderadamente o estresse percebido sem afetar significativamente o desempenho em um cenário de RCP.
2015, Ignacio et al. <sup>(41)</sup> Singapura	GI: uso de paciente padronizado na simulação GC: uso de manequim na simulação	GI: 29 GC: 28	Comparar os efeitos do uso de paciente padronizado e manequim de alta fidelidade nos níveis de estresse e desempenho dos estudantes.	Alfa-amilase salivar e grupo focal	Enfermagem	O desempenho e o estresse durante o treinamento não diferiram com ou sem paciente padronizado. No entanto, no grupo focal, foi percebido que o uso de paciente padronizado na simulação tinha vantagens sobre o manequim.

Continua

Continuação do Quadro 2

Ano, autor, país	Grupos	N	Objetivo do estudo	Mensuração do estresse	Área	Principais conclusões
2017, Lizotte et al. <sup>(27)</sup> Canadá	GI: simulação com morte GC: simulação com sobrevivência	GI: 21 GC: 21	Avaliar o impacto das simulações no estresse e desempenho tanto durante uma simulação com sobreviventes quanto em uma com morte simulada.	Questionário, cortisol salivar	Medicina	A simulação causou estresse sem interferir no desempenho. Ter um manequim "morto" durante a simulação não aumentou o estresse objetivo nem interferiu no desempenho.
2013, Meunier et al. <sup>(28)</sup> Bélgica	GI: com prévio treinamento em comunicação GC: sem prévio treinamento em comunicação	GI: 50 GC: 48	Avaliar o efeito de um treinamento em comunicação na excitação fisiológica durante uma simulação de comunicação de más notícias.	Frequência cardíaca, cortisol salivar e questionário	Medicina	Um treinamento de habilidades de comunicação afeta a excitação fisiológica em uma tarefa simulada de comunicação de más notícias.
2013, Pottier et al. <sup>(39)</sup> França	GI: cenário de alto estresse GC: cenário de baixo estresse	GI: 21 GC: 20	Avaliar o impacto do estresse subjetivo e fisiológico na tomada de decisão e habilidades de comunicação de estudantes em um contexto de consulta ambulatorial.	Escala, avaliação cognitiva, Inventário de Ansiedade, cortisol salivar	Medicina	A consulta ambulatorial simulada de alto estresse é uma situação de impacto negativo aos alunos, levando a falhas no raciocínio clínico e erros de diagnósticos.
2010, Prabhu et al. <sup>(40)</sup> Estados Unidos	GI: com treinamento prévio em sutura GC: sem treinamento prévio em sutura	GI: 13 GC: 07	Examinar o nível de estresse dos estagiários durante a transição do simulador para a sala de cirurgia e seu impacto no desempenho.	Questionário, frequência cardíaca e variabilidade de frequência cardíaca	Medicina	A transição inadequada do simulador para a sala de cirurgia envolvendo as habilidades adquiridas pode ser uma consequência do aumento do estresse e da ansiedade. A frequência cardíaca foi uma melhor medida de estresse em comparação com a variabilidade de frequência cardíaca.
2017, Sorensen et al. <sup>(32)</sup> Dinamarca	GI: simulação <i>in situ</i> GC: simulação clínica	GI: 48 GC: 49	Investigar o efeito da simulação <i>in situ</i> versus simulação clínica sobre o conhecimento, segurança, estresse, motivação, percepção da simulação, desempenho da equipe e impacto organizacional entre as equipes multiprofissionais de anestesia obstétrica.	Questionário, cortisol salivar	Medicina e enfermagem	Não houve constatação de que a educação baseada em simulação conduzida como <i>in situ</i> comparada com a simulação clínica levou a diferentes resultados avaliados no estresse.
2018, Timberlake, Stefanidis e Gardner <sup>(42)</sup> Estados Unidos	GI: treinamento de sutura laparoscópica com vídeo e prática com instrutor GC: treinamento de sutura laparoscópica com vídeo e prática sem instrutor	GI: 12 GC: 12	Examinar o impacto de uma técnica de ensino específica na aquisição de habilidades e no estresse fisiológico.	Frequência cardíaca, variabilidade de frequência cardíaca, frequência respiratória	Medicina	Os alunos que recebem treinamento cirúrgico exibem ganhos de desempenho maiores em comparação com aqueles que o fazem de maneira autodirigida. As melhorias na aquisição de habilidades correlacionaram-se com os aumentos na variabilidade da frequência cardíaca.
2016, Waterland et al. <sup>(31)</sup> Inglaterra	GI: simulação com ruídos de 80 dB. GC: simulação em silêncio	GI: 35 GC: 35	Determinar qual o efeito do ruído ambiental sobre a resposta psicológica e fisiológica ao estresse de estudantes durante cirurgia laparoscópica simulada.	Inventário de Ansiedade, frequência cardíaca	Medicina	Os ruídos ambientais geraram aumento na resposta de estresse dos participantes em ambientes simulados de cirurgia laparoscópica.

Nota: GI – grupo-intervenção; GC – grupo-controle; GE – grupo encorajado; GO – grupo observado; GCi – grupo criticado; HFS – simulação de alta fidelidade; LFS – simulação de baixa fidelidade; DHEA – Desidroepiandrosterona; PAM – pressão arterial média; RCP – reanimação cardiopulmonar.

	Geração de sequência aleatória (viés de seleção)	Ocultamento de atribuição (viés de seleção)	Cegamento de avaliação de resultado (viés de detecção)	Resultados incompletos (viés de desgate)	Relato seletivo (viés de relato)	Outro viés
Bensouda et al 2018	+	+	+	+	+	+
Bong et al 2010	+	+	+	+	+	+
Boostel et al 2018	+	+	+	?	+	!
Demaria et al 2016	+	+	+	+	+	+
Finan et al 2011	?	+	+	+	+	!
Flinn et al 2015	+	+	+	-	+	-
Ghazali et al 2019	?	+	+	+	+	!
Girzadas et al 2009	+	?	+	-	+	!
Hardenberg, Rana e Tori 2020	?	?	+	+	+	!
Hunziker et al 2013	+	+	+	+	+	+
Ignacio et al 2015	+	+	+	+	+	+
Lizotte et al 2017	?	+	+	?	+	!
Meunier et al 2013	?	?	+	?	+	!
Sorensen et al 2017	+	+	+	?	+	+
Pottier et al 2013	?	+	+	+	+	!
Prabhu et al 2015	-	+	+	+	+	-
Timberlake, Stefanidis e Gardner 2018	+	?	+	+	+	!
Waterland et al 2016	?	+	+	+	+	!

**Figura 2** – Avaliação metodológica de estudos incluídos com base na ferramenta *Cochrane Collaboration Risk of Bias*, Brasília, Distrito Federal, Brasil, 2020

Alguns estudos recomendam a redução de fatores estressores na simulação<sup>(34,40)</sup>, corroborando outros trabalhos que identificaram a influência negativa do estresse no desempenho durante a simulação em cenários de emergência em trauma<sup>(43-45)</sup>. Outras investigações, por sua vez, evidenciaram que o fator estressor é importante para o aprendizado em cenários de comunicação de más notícias, emergência neonatal, trauma e cenário de cirurgia<sup>(27-28,33,42)</sup>, e que não afeta o desempenho dos participantes em cenários de reanimação neonatal, consulta ambulatorial e trauma<sup>(36,39,43)</sup>. Um dos estudos com simulação cirúrgica refere que o desempenho é melhorado com o estresse até certo nível, tendo em vista que, depois desse ponto, o desempenho diminui, ou seja, ele é benéfico até certo ponto<sup>(42)</sup>.

Um trabalho mostrou que níveis baixos ou moderados de ansiedade estão associados com um melhor desempenho, enquanto níveis elevados de ansiedade provavelmente têm efeitos deletérios sobre o desempenho<sup>(40)</sup>. Por outro lado, pessoas com estado autonômico ativado tem uma melhora na memorização de eventos<sup>(46)</sup>, e, quando há um ganho maior de experiência, ocorre uma menor alteração nas medidas fisiológicas e psicológicas do estresse<sup>(47-48)</sup>.

Os níveis elevados de cortisol antes, durante e após a simulação refletem a excitação fisiológica relacionada à ativação cognitiva e emocional que prepara adequadamente o participante para responder positivamente à tarefa<sup>(28)</sup>.

O estresse mental pode prejudicar o desempenho conforme recursos são adicionados ao cenário, de modo que o sistema cognitivo passa a correr o risco de ficar sobrecarregado. Em situações estressantes, a atenção pode ficar voltada apenas às tarefas selecionadas, negligenciando outras informações potencialmente relevantes<sup>(38)</sup>.

As simulações revelaram que, em situações de emergência, o líder experimenta um estresse maior do que os demais membros da equipe<sup>(36)</sup>. Também é possível elucidar que o envolvimento social na comunicação com o paciente gera um estresse que prepara emocionalmente o participante para esse tipo de tarefa. Nesses casos, o uso de pacientes padronizados é mais adequado para aquisição de habilidades<sup>(41)</sup>.

Não se sabe completamente qual fator pode, dentro de um cenário simulado, afetar os parâmetros relacionados ao estresse, pois uma tarefa difícil leva ao aumento da carga de trabalho, fato que aumenta a probabilidade de o nível de desempenho ser inferior e, assim, gerar mais erros<sup>(29,40)</sup>. Em outra instância, ao mesmo tempo que incentivar não melhora o desempenho, a crítica pode ser prejudicial<sup>(37)</sup>.

Quando há frequentes repetições da simulação, o estresse experimentado nas sessões permanece<sup>(1)</sup>, porém a atividade do Sistema Nervoso Autônomo diminui ao longo do dia, de tal maneira que os participantes ficam menos nervosos com a simulação. Em contrapartida, quando há repetição da simulação apenas uma vez por semestre, essa habituação autonômica não acontece<sup>(29)</sup>.

A presença de pessoas desnecessárias observando a execução da tarefa é um fator estressor; desse modo, os educadores precisam entender os mecanismos de estresse e fornecer recursos para o seu gerenciamento<sup>(30)</sup>.

### Limitações do estudo

As limitações metodológicas dos estudos incluídos nesta revisão sistemática devem ser levadas em consideração. A principal delas se relaciona com o cegamento dos participantes, que a maior parte dos estudos não utilizou para a intervenção, fato difícil de ser gerenciado já que os cenários passam por repetição em grupos distintos, além de os participantes geralmente serem do mesmo grupo de estudo ou de trabalho. Esse aspecto poderia ser minimizado pelo cegamento do avaliador. Embora as simulações sejam desenhadas para ter uma alta realidade, apenas um ensaio realizou transição da simulação para um cenário real na avaliação de estresse. Além disso, nem todos os estudos abordam a experiência prévia do participante com a simulação.

Portanto, são necessárias mais pesquisas que tenham o objetivo de identificar o efeito do estresse durante as simulações.

### Contribuições para a Área

A presente revisão possibilitou um conhecimento de que o estudante experimenta um elevado estresse em sessões de simulação, o qual foi identificado por diferentes medidas. Aos facilitadores da simulação que instruem estudantes ou profissionais de saúde, entende-se que os cenários durante o processo de aprendizado precisam ser desenhados com cuidado, para que o estresse seja gerador de aprendizado e não traumático. O estudo preenche uma lacuna no conhecimento na área de simulação para entendimento do estresse e direciona para novas pesquisas.

### CONCLUSÕES

As evidências dos estudos incluídos nesta revisão sistemática sugerem que o estresse é experimentado em nível elevado em cenários simulados. Em alguns estudos, ele foi benéfico para o processo de aprendizado, enquanto, em outros, houve a indicação de se minimizá-lo sempre que possível, tendo em vista a sua recomendação até certo nível. Sendo assim, o real benefício do estresse em cenários simulados ainda é incerto, visto que a variação do estresse é imprecisa em cenários de diferentes áreas e complexidades exploradas nos estudos. Houve grande variação na qualidade metodológica dos estudos incluídos. Por fim, mais ensaios clínicos randomizados devem ser realizados a fim de se identificarem as diferentes formas de mensuração do estresse e os impactos acadêmico e profissional relacionados ao aprendizado.

### REFERÊNCIAS

1. Hardenberg J, Rana I, Tori K. Evaluating impact of repeated exposure to high fidelity simulation: skills acquisition and stress levels in postgraduate critical care nursing students. *Clin Simul Nurs*. 2020;48:96-102. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2020.06.002>
2. Kiernan LC. Evaluating competence and confidence using simulation technology. 2018;48(10):45-52. <https://doi.org/10.1097/01.NURSE.0000545022.36908.f3>
3. Sollid SJM, Dieckman P, Aase K, Soreide E, Ringsted C, Ostergaard D. Five topics health care simulation can address to improve patient safety: results from a consensus process. *J Patient Saf*. 2019;15(2):111-20. <https://doi.org/10.1097/PTS.0000000000000254>
4. Padilha JM, Machado PP, Ribeiro A, Ramos J, Costa P. Clinical virtual simulation in nursing education: randomized controlled trial. *J Med Internet Res*. 2019;21(3):e11529. <https://doi.org/10.2196/11529>
5. Costa RRO, Medeiros SM, Coutinho VRD, Mazzo A, Araújo MS. Satisfaction and self-confidence in the learning of nursing students: randomized clinical trial. *Esc Anna Nery*. 2020;24(1):e20190094. <https://doi.org/10.1590/2177-9465-ean-2019-0094>
6. Cura SU, Kocatepe V, Yildirim D, Kuçukakgun H, Atay S, Unver V. Examining knowledge, skill, stress, satisfaction, and self-confidence levels of nursing students in three different simulation modalities. *Asian Nurs Res*. 2020;14(3):158-64. <https://doi.org/10.1016/j.anr.2020.07.001>
7. Mesquita HCT, Santana BS, Magro MCS. Effect of realistic simulation combined to theory on self-confidence and satisfaction of nursing professionals. *Esc Anna Nery*. 2019;23(1):e20180270. <https://doi.org/10.1590/2177-9465-ean-2018-0270>
8. Ostovar S, Allahbakhshian A, Gholizadeh L, Dizaji SL, Sarbakhsh P, Ghahramanian A. Comparison of the effects of debriefing methods on psychomotor skills, self-confidence, and satisfaction in novice nursing students: a quasi-experimental study. *J Adv Pharm Technol Res*. 2018;9(3):107-12. [https://doi.org/10.4103/japtr.JAPTR\\_291\\_18](https://doi.org/10.4103/japtr.JAPTR_291_18)
9. Zonta JB, Eduardo AHA, Ferreira MVF, Chaves GH, Okido ACC. Self-confidence in the management of health complications at school: contributions of the in situ simulation. *Rev Latino-Am Enfermagem*. 2019;27:e3174. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.2909.3174>
10. Judd BK, Currie J, Dodds KL, Fethney J, Gordon CJ. Registered nurses psychophysiological stress and confidence during high-fidelity emergency simulation: effects on performance. *Nurse Educ Today*. 2019;78:44-49. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2019.04.005>
11. Yaribeygi H, Panahi Y, Sahraei H, Johnston TP, Sahebkar A. The impact of stress on body function: a review. *Excli J*. 2017;16:1057-1072. <https://doi.org/10.17179/excli2017-480>
12. Bajunaid K, Mullah MA, Winkler-Schwartz A, Alotaibi FE, Fares J, Baggiani M, et al. Impact of acute stress on psychomotor bimanual performance during a simulated tumor resection task. *J Neurosurg*. 2017;126(1):71-80. <https://doi.org/10.3171/2015.5>
13. Geeraerts T, Roulleau P, Cheisson G, Marhar F, Aidan K, Lallali K, et al. Physiological and self-assessed psychological stress induced by a high fidelity simulation course among third year anesthesia and critical care residents: an observational study. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2017;36(6):403-6. <https://doi.org/10.1016/j.accpm.2017.06.002>
14. Kubin L, Wilson CE. Effects of community volunteer children on student pediatric assessment behaviors. *Clin Simul Nurs*. 2017;13(7):303-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecns.2017.04.011>
15. Macdougall L, Martin R, McCallum I, Grogan E. Simulation and stress: acceptable to students and not confidence-busting. *Clin Teach*. 2013;10(1):38-41. <https://doi.org/10.1111/j.1743-498X.2012>
16. Wirth MM. Hormones, stress, and cognition: the effects of glucocorticoids and oxytocin on memory. *Adapt Human Behav Physiol*. 2015;1(2):177-201. <https://doi.org/10.1007/s40750-014-0010-4>
17. Kirschbaum C, Wolf OT, May M, Wippich W, Hellhammer DH. Stress- and treatment-induced elevations of cortisol levels associated with

- impaired declarative memory in healthy adults. *Life Sci.* 1996;58(17):1475-83. [https://doi.org/10.1016/0024-3205\(96\)00118-x](https://doi.org/10.1016/0024-3205(96)00118-x)
18. Seeman TE, McEwen BS, Singer BH, Albert MS, Rowe JW. Increase in urinary cortisol excretion and memory declines: MacArthur studies of successful aging. *J Clin Endocrinol Metab.* 1997;82(8):2458-65. <https://doi.org/10.1210/jcem.82.8.4173>
  19. Ali N, Nater UM. Salivary Alpha-Amylase as a Biomarker of Stress in Behavioral Medicine. *Int J Behav Med.* 2020;27:337-42. <https://doi.org/10.1007/s12529-019-09843-x>
  20. Assis DC, Resende DV, Marziale MHP. Association between shift work, salivary cortisol levels, stress and fatigue in nurses: integrative review. *Esc Anna Nery.* 2018;22(1):e20170125. <https://doi.org/10.1590/2177-9465-ean-2017-0125>
  21. Epel ES, Crosswell AD, Mayer SE, Prather AA, Slavich GM, Puterman E, et al. More than a feeling: A unified view of stress measurement for population science. *Front Neuroendocrinol.* 2018;49:146-69. <https://doi.org/10.1016/j.yfrne.2018.03.001>
  22. Dearmon V, Graves RJ, Hayden S, Mulekar MS, Lawrence SM, Jones L, et al. Effectiveness of simulation-based orientation of baccalaureate nursing students preparing for their first clinical experience. *J Nurs Educ.* 2013;52(1):29-38. <https://doi.org/10.3928/01484834-20121212-02>
  23. Demaria S Jr, Bryson EO, Mooney TJ, Silverstein JH, Reich DL, Bodian C, Levine AI. Adding emotional stressors to training in simulated cardiopulmonary arrest enhances participant performance. *Med Educ.* 2010;44(10):1006-15. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2010.03775.x>
  24. Bong CL, Lightdale JR, Fredette ME, Weinstock P. Effects of simulation versus traditional tutorial-based training on physiologic stress levels among clinicians: a pilot study. *Simul Healthc.* 2010;5(5):272-8. <https://doi.org/10.1097/SIH.0b013e3181e98b29>
  25. Cheung RY, Au TK. Nursing students' anxiety and clinical performance. *J Nurs Educ.* 2011;50(5):286-9. <https://doi.org/10.3928/01484834-20110131-08>
  26. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med.* 2009;6(7):e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
  27. Lizotte MH, Janvier A, Latraverse V, Lachance C, Walker CD, Barrington KJ, et al. The impact of neonatal simulations on trainees' stress and performance: a parallel-group randomized trial. *Pediatr Crit Care Med.* 2017;18(5):434-41. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000001119>
  28. Meunier J, Merckaert I, Libert Y, Delvaux N, Etienne AM, Liénard A, et al. The effect of communication skills training on residents' physiological arousal in a breaking bad news simulated task. *Patient Educ Couns.* 2013;93(1):40-7. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2013.04.020>
  29. Ghazali DA, Breque C, Sosner P, Lesbordes M, Chavagnat JJ, Ragot S, et al. Stress response in the daily lives of simulation repeaters. A randomized controlled trial assessing stress evolution over one year of repetitive immersive simulations. *PLoS One.* 2019;14(7):e0220111. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220111>
  30. Bensouda B, Mandel R, Mejri A, Lachapelle J, St-Hilaire M, Ali N. Effect of an audience on trainee stress and performance during simulated neonatal intubation: a randomized crossover trial. *BMC Med Educ.* 2018;18(1):230. <https://doi.org/10.1186/s12909-018-1338-4>
  31. Waterland P, Khan FS, Ismaili E, Cheruvu C. Environmental noise as an operative stressor during simulated laparoscopic surgery. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech.* 2016;26(2):133-6. <https://doi.org/10.1097/SLE.0000000000000250>
  32. Sorensen JL, van der Vleuten C, Rosthoj S, Ostergaard D, LeBlanc V, Johansen M, et al. Simulation-based multiprofessional obstetric anaesthesia training conducted in situ versus off-site leads to similar individual and team outcomes: a randomised educational trial. *BMJ Open.* 2015;5(10):e008344. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-008344>
  33. Girzadas DV Jr, Delis S, Bose S, Hall J, Rzechula K, Kulstad EB. Measures of stress and learning seem to be equally affected among all roles in a simulation scenario. *Simul Healthc.* 2009 Fall;4(3):149-54. <https://doi.org/10.1097/SIH.0b013e3181abe9f2>
  34. Boostel R, Felix JVC, Bortolato-Major C, Pedrolo E, Vayego SA, Mantovani MF. Stress of nursing students in clinical simulation: a randomized clinical trial. *Rev Bras Enferm.* 2018;71(3):967-74. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2017-0187>
  35. DeMaria S, Silverman ER, Lapidus KA, Williams CH, Spivack J, Levine A, et al. The impact of simulated patient death on medical students' stress response and learning of ACLS. *Med Teach.* 2016;38(7):730-7. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2016.1150986>
  36. Finan E, Bismilla Z, Whyte HE, Leblanc V, McNamara PJ. High-fidelity simulator technology may not be superior to traditional low-fidelity equipment for neonatal resuscitation training. *J Perinatol.* 2012;32(4):287-92. <https://doi.org/10.1038/jp.2011.96>
  37. Flinn JT, Miller A, Pyatka N, Brewer J, Schneider T, Cao CG. The effect of stress on learning in surgical skill acquisition. *Med Teach.* 2016;38(9):897-903. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2015.1114597>
  38. Hunziker S, Pagani S, Fasler K, Tschan F, Semmer NK, Marsch S. Impact of a stress coping strategy on perceived stress levels and performance during a simulated cardiopulmonary resuscitation: a randomized controlled trial. *BMC Emerg Med.* 2013;13:8. <https://doi.org/10.1186/1471-227X-13-8>
  39. Pottier P, Dejoie T, Hardouin JB, Le Loupp AG, Planchon B, Bonnaud A, et al. Effect of stress on clinical reasoning during simulated ambulatory consultations. *Med Teach.* 2013;35(6):472-80. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2013.774336>
  40. Prabhu A, Smith W, Yurko Y, Acker C, Stefanidis D. Increased stress levels may explain the incomplete transfer of simulator-acquired skill to the operating room. *Surgery.* 2010;147(5):640-5. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2010.01.007>
  41. Ignacio J, Dolmans D, Scherpbier A, Rethans JJ, Chan S, Liaw SY. Comparison of standardized patients with high-fidelity simulators for managing stress and improving performance in clinical deterioration: a mixed methods study. *Nurse Educ Today.* 2015;35(12):1161-8. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2015.05.009>

42. Timberlake MD, Stefanidis D, Gardner AK. Examining the impact of surgical coaching on trainee physiologic response and basic skill acquisition. *Surg Endosc.* 2018;32(10):4183-90. <https://doi.org/10.1007/s00464-018-6163-7>
  43. Leblanc VR, Regehr C, Tavares W, Scott AK, Macdonald R, King K. The impact of stress on paramedic performance during simulated critical events. *Prehosp Disaster Med.* 2012;27(4):369-74. <https://doi.org/10.1017/S1049023X12001021>
  44. Fraser K, Huffman J, Ma I, Sobczak M, McIlwrick J, Wright B, et al. The emotional and cognitive impact of unexpected simulated patient death: a randomized controlled trial. *Chest.* 2014;145(5):958-63. <https://doi.org/10.1378/chest.13-0987>
  45. Harvey A, Nathens AB, Bandiera G, Leblanc VR. Threat and challenge: cognitive appraisal and stress responses in simulated trauma resuscitations. *Med Educ.* 2010;44(6):587-94. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2010.03634.x>
  46. Maheu FS, Joober R, Lupien SJ. Declarative memory after stress in humans: differential involvement of the beta-adrenergic and corticosteroid systems. *J Clin Endocrinol Metab.* 2005;90(3):1697-704. <https://doi.org/10.1210/jc.2004-0009>
  47. Detling N, Smith A, Nishimura R, Keller S, Martinez M, Young W, et al. Psychophysiologic responses of invasive cardiologists in an academic catheterization laboratory. *Am Heart J.* 2006;151(2):522-8. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2005.03.044>
  48. Tendulkar AP, Victorino GP, Chong TJ, Bullard MK, Liu TH, Harken AH. Quantification of surgical resident stress "on call". *J Am Coll Surg.* 2005;201(4):560-4. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2005.05.004>
-