

Ensinando o Checklist de Cirurgia Segura em RV

Igor O. Silva, Layane C. Araujo, Liliane L. T. Silva, Rone I. Silva

¹Universidade Federal de São João del-Rei - MG - Brasil

igolsilva@hotmail.com, layane.ufsj@gmail.com, lilanets@ufsj.edu.br

rone@ufsj.edu.br

Abstract. *The Safe Surgery Checklist (SSC), developed by the World Health Organization (WHO), is a verification tool designed to reduce errors, adverse events, and mortality associated with surgical procedures. This study presents a Virtual Reality (VR) application that simulates an operating room environment to facilitate SSC teaching. The proposed tool integrates gamification strategies to enhance user engagement and structures the procedure into scenes that realistically reproduce the checklist steps. The primary objective is to provide users with an interactive, immersive experience that reinforces the cognitive, attitudinal, and ethical competencies essential to patient safety.*

Resumo. *O Checklist de Cirurgia Segura (CCS) criado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) é uma lista de verificação desenvolvida para reduzir erros, eventos adversos e a mortalidade associados a cirurgias. Este trabalho descreve uma aplicação de realidade virtual (VR) que simula uma sala de cirurgia para ensinar o checklist. A ferramenta proposta utiliza gamificação para aumentar o engajamento do usuário e organiza o procedimento em cenas que buscam reproduzir de forma realista as etapas do checklist, com foco em proporcionar ao usuário uma experiência interativa e imersiva que reforça competências cognitivas, atitudinais e éticas cruciais para a segurança do paciente.*

1. Introdução

Cirurgias oferecem riscos a pacientes, como infecções, erros, reações a medicamentos e complicações pós-operatórias, que podem ser causados por inconsistências na comunicação das equipes e falta de adesão a protocolos de segurança. Com o intuito de reduzir tais riscos, a Organização Mundial da Saúde (OMS) desenvolveu o **Checklist de Cirurgia Segura** (CCS), o qual consiste em uma lista formal de verificação dividida em etapas. Esta ferramenta demonstrou resultados positivos na diminuição da mortalidade e da morbidade [World Health Organization 2026]. Contudo, com a crescente complexidade e dinâmica da assistência à saúde, formas inovadoras de treinamento tornam-se necessárias para complementar, de um modo mais eficiente, o aprendizado [Köse and Özcan 2025]. Neste sentido, o problema de pesquisa deste trabalho é “como melhorar o treinamento de profissionais da saúde em relação à segurança em cirurgias?”. Temos como hipótese que a utilização de tecnologias inovadoras pode auxiliar o treinamento.

No contexto, a Realidade Virtual (RV) se destaca. Essa é uma tecnologia de interface que faz a imersão do usuário em um ambiente totalmente virtual. Ela tem sido usada em áreas como engenharia [Chumak et al. 2025], saúde [Burkhardt et al. 2025] e educação [Köse and Özcan 2025]. Merece destaque a utilização de RV para

simulação de ambiente cirúrgico, como em [Alruwaili et al. 2025, Capitani et al. 2024, Tapiala et al. 2024]. A utilização de RV pode ser aprimorada com a utilização de gamificação. Essa técnica consiste em usar elementos e dinâmicas típicas de jogos, como pontos, níveis, recompensas, desafios, e placares de liderança, para melhorar o engajamento durante o ensino. A literatura apresenta diversos trabalhos nos quais RV e gamificação foram utilizadas para treinamento em saúde, como [Turchet et al. 2025, Burkhardt et al. 2025, Zabaleta et al. 2024]

Este trabalho descreve uma aplicação em RV que simula uma sala de cirurgia criada para o ensino do CCS. A ferramenta proposta busca aprimorar o aprendizado e as habilidades cognitivas, atitudinais e éticas dos profissionais necessárias para a aplicação do checklist. Ela consiste em uma simulação, com técnicas de gamificação, onde o profissional em treinamento receberá um *briefing* do paciente e realizará tarefas ao longo de cinco cenas, as quais auxiliam o aprendizado das três etapas que compõem o CCS. A ferramenta foi avaliada de acordo com as Heurísticas de Nielsen [Nielsen 1994]. Isso mostrou que a proposta possui interface agradável, intuitiva e oferece boa experiência ao usuário, demonstrando seu potencial como ferramenta de apoio ao ensino.

2. Trabalhos Relacionados

Esta seção descreve brevemente trabalhos que fazem o uso da RV e gamificação para treinamentos de profissionais da saúde. [Alruwaili et al. 2025] descrevem um sistema em RV que simula um treinamento de resposta a emergências neonatais de alto risco. [Burkhardt et al. 2025] apresentam uma simulação em RV do procedimento de cricotireotomia. Em [Zabaleta et al. 2024] é demonstrada a relevância da RV para cirurgia torácica. O estudo apresenta dois cenários em RV que simulam diferentes etapas para esse tipo de procedimento. [Turchet et al. 2025] desenvolveram um sistema de treinamento cirúrgico em RV com elementos de gamificação, projetado em colaboração com urologistas, para a enucleação a laser simulada da próstata. O trabalho de [Capitani et al. 2024] apresenta um centro cirúrgico virtual para o treinamento de cifoplastia. Por fim, [Tapiala et al. 2024] demonstram o desenvolvimento de um ambiente virtual para realização do procedimento de mastoidectomia. Os trabalhos descritos mostram que a união de RV com gamificação permite potencializar a motivação e o engajamento dos participantes, e transforma o treinamento do CSS em uma experiência interativa, imersiva e pedagogicamente eficaz.

3. Checklist de Cirurgia Segura da OMS

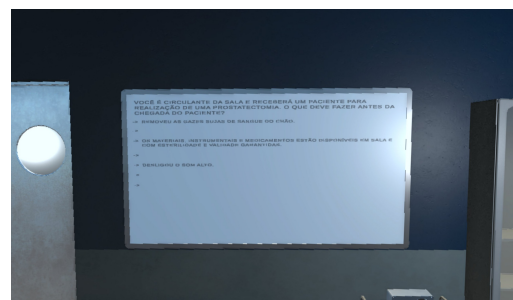
O **Checklist de Cirurgia Segura** foi desenvolvido pela OMS como parte do programa *Safe Surgery Saves Lives*. Ele tem como objetivo reduzir complicações e mortalidade relacionadas a procedimentos cirúrgicos. É uma ferramenta de verificação com dezoito itens distribuídos em três etapas críticas da cirurgia, sendo elas *Sign In*, *Time Out* e *Sign Out*, de acordo com [World Health Organization 2026]. Estudos mostraram que seu uso leva a reduções significativas de complicações e da mortalidade cirúrgica [Haugen et al. 2019, GlobalSurg Collaborative 2019].

O ***Sign In*** ocorre antes da indução anestésica. A equipe confirma a identidade do paciente, o procedimento a ser realizado, o local da operação, a higiene da sala, possíveis alergias, via aérea difícil ou risco de aspiração, risco de perda sanguínea e a disponibilidade dos equipamentos necessários. O ***Time Out*** é uma pausa estratégica antes da incisão

cirúrgica. A equipe se apresenta nominalmente e reconfirma o nome do paciente, o procedimento e o local da incisão. São antecipados potenciais eventos críticos, como risco de sangramento e avaliados aspectos importantes para o sucesso da cirurgia. Por último, o **Sign Out** é realizado antes do paciente sair da sala cirúrgica. Nele, a equipe revisa o procedimento realizado, confirma a contagem de compressas, instrumentos e agulhas, identifica e rotula as amostras coletadas e registra problemas com equipamentos.



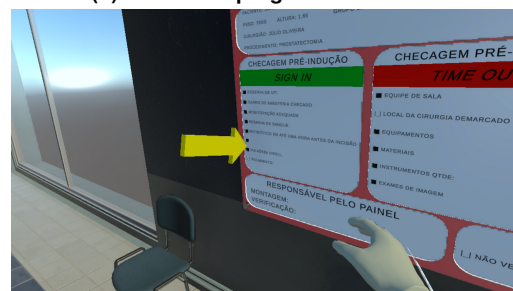
(a) Sala de cirurgia virtual.



(b) Quadro de progressão na cena.



(c) Painel de controle, tempo e dicas.



(d) Indicação após solicitação de dica.

Figura 1. Sala de cirurgia virtual, painel de controle e quadros de evolução.

4. Ferramenta Proposta

Esta seção descreve uma aplicação em RV para auxiliar o ensino e aprimorar as habilidades de estudantes e enfermeiros na aplicação do CCS. O cenário é uma sala de cirurgia virtual (Figura 1a) onde o aprendiz passa por cinco cenas didaticamente organizadas para ensinar as três etapas do CCS. Para mudar de cena é necessária a realização de um conjunto de tarefas, no estilo Scape Room [Köse and Özcan 2025].

A aplicação proposta contém vários elementos de gamificação. Cada cena possui um tempo limite, o que cria pressão e senso de urgência. O jogador pode acompanhar sua evolução em um quadro branco, o qual exibe as tarefas já realizadas e a quantidade de tarefas a serem cumpridas em cada cena, como exemplificado pela Figura 1b. Além disso, a aplicação fornece dicas para dar suporte à progressão, como ilustrado pela Figura 1c. Ao solicitar uma dica, aparece uma seta apontando para o local onde a tarefa deve ser realizada e o objeto que necessita interação começará a piscar, como mostra a Figura 1d. Com o intuito de estimular o aprendizado, ao finalizar algumas das tarefas, o participante deve responder a uma pergunta referente ao que foi feito, como exemplificado pela Figura 2a. Além disso, foram incorporados sinais sonoros com finalidade de oferecer *feedbacks* sensoriais imediatos em situações de acertos, erros ou solicitações de dicas.



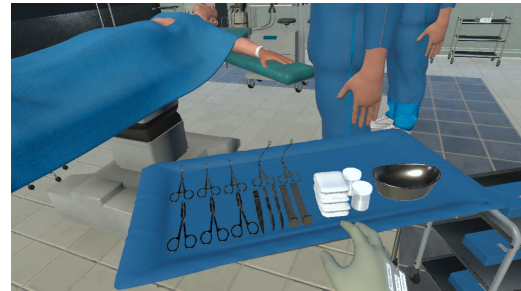
(a) Painel com pergunta após tarefa.



(b) Verificação na pulseira do paciente.



(c) Diálogo entre cirurgião e usuário.



(d) Instrumentais e medicamentos.

Figura 2. Interação do usuário com a aplicação.

4.1. Cena da Simulação

Primeira Cena: o usuário inicia em um corredor com um quadro contendo o *briefing* com as informações do paciente. Ele adentra o centro cirúrgico e a primeira cena é iniciada, a qual corresponde ao *Sign-in*. Nela o usuário deve preparar a sala para a chegada do paciente, verificando os equipamentos e materiais, e garantindo que a sala esteja limpa e organizada. As tarefas são: desligar a música alta, coletar gases sujas (Figura 1a), remover uma xícara sobre o aparelho de anestesia, avaliar a disponibilidade dos equipamentos (Figura 2d), verificar o funcionamento do vácuo e do bisturi elétrico, e garantir a disponibilidade, esterilidade e validade dos materiais, instrumentais e medicamentos.

Segunda Cena: corresponde ao final da etapa de *Sign-in*. O usuário deve confirmar a identidade do paciente através da interação com a pulseira em seu braço (Figura 2b), consultar ao prontuário do paciente e confirmar o procedimento a ser realizado em uma prancheta na mão de um dos médicos, verificar no quadro possíveis alergias e a reserva de hemocomponentes (Figura 1d) avaliar as vias aéreas do paciente, e finalmente, realizar a Avaliação Pré-Ventilatória (AVP) no tórax.

Terceira Cena: é um diálogo entre o jogador e o cirurgião. Este último irá pressionar o usuário para pular o procedimento com a justificativa de falta de tempo. Cabe ao participante responder de forma adequada sobre a importância da aplicação do CCS e dar prosseguimento à simulação. A Figura 2c demonstra parte do diálogo. Essa cena tem como objetivo reforçar habilidades atitudinais e éticas, ao colocar o participante diante de uma situação de conflito comum na prática clínica.

Quarta Cena: corresponde ao *Time Out*, onde o usuário realiza as tarefas da pausa estratégica antes da incisão, que são: verificar a reserva de hemocomponente, revisar os pontos críticos da cirurgia com o cirurgião, confirmar a reserva de leito na UTI com o anestesista e confirmar a realização da profilaxia antibiótica no equipo de soro.

Quinta Cena: na última cena, o jogador deve executar as etapas do *Sign-Out*, como registrar os procedimentos intraoperatórios por meio da interação com uma prancheta, interagir com a mesa de instrumentais como demonstrado na Figura 2d, e identificar falhas em equipamentos, o que é simulado em um bisturi elétrico expelindo fumaça.

5. Pré-avaliação

Esta seção descreve a pré-avaliação realizada na aplicação proposta a partir das Heurísticas de Nielsen [Nielsen 1994]. Cada um de seus princípios será apresentado em conjunto com a característica da aplicação proposta que implementada tal princípio.

- **Visibilidade do Status do Sistema:** quadro de progressão (Figura 1b), quadro entre transições de cenas (Figura 2c) e dicas para as próximas tarefas (Figura 1d).
- **Correspondência entre o sistema e o mundo real:** sala de cirurgia virtual inspirada em uma sala cirúrgica real, que contém elementos familiares ao profissional de saúde (Figura 1a).
- **Controle e liberdade do usuário:** o usuário pode responder novamente respostas incorretas e reiniciar a simulação quantas vezes quiser. A interação com o sistema é realizada por meio de painéis fixados nos pulso do usuário.
- **Consistência e padrões:** foram mantidos padrões visuais e funcionais semelhantes em todas as cenas.
- **Prevenção de erros:** cada cena habilita somente os objetos úteis à cena, de modo a não atrapalhar a execução das outras cenas.
- **Reconhecimento em vez de memorização:** quadro de tarefas e indicadores visuais que mostram as tarefas (Figura 1b).
- **Flexibilidade e eficiência de uso:** tarefas de fácil execução, cumprimento de tarefas de uma cena em qualquer sequência e ambiente virtual realístico.
- **Estética e design minimalista:** objetos em posições que favorecem a visualização.
- **Auxiliar no reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros:** possibilidade de responder questionários quantas vezes necessitar (Figura 2a), mensagens de erros visíveis e *feedbacks* auditivos para acertos e erros.
- **Ajuda e documentação:** *briefing* inicial e dicas (Figura 1d). Entretanto, ainda é necessária a criação de uma documentação fora da aplicação.

6. Conclusão e Trabalhos Futuros

Este trabalho descreve uma aplicação em RV para aprimorar o ensino do CCS, a qual possui elementos de gamificação para reforçar o aprendizado e proporcionar maior engajamento dos usuários. As etapas do CCS (*Sign In*, *Time Out* e *Sign Out*) foram distribuídas em cinco cenas, cada uma com um conjunto de tarefas que exigem do participante ações técnicas, cognitivas e atitudinais alinhadas aos protocolos de segurança. Tal aplicação foi pré-avaliada com base nas heurísticas de Nielsen, o que permitiu identificar boa usabilidade, boa visibilidade do status do sistema, correspondência com o mundo real, consistência visual e suporte ao reconhecimento em vez da memorização. A presença de *feedbacks* visuais e sonoros, o uso de elementos familiares ao ambiente cirúrgico, a organização das tarefas e a disponibilização de informações no cenário contribuem para uma experiência mais intuitiva. Entretanto, a análise evidenciou a ausência de tutoriais.

Como trabalho futuro, prevê-se a avaliação com voluntários, possibilidade de expandir o sistema para novos procedimentos da saúde e a introdução de novos elementos de gamificação (como pontuação). Outras melhorias incluem o aperfeiçoamento das interações com o paciente e com a equipe, com personagens ativos, diálogos mais dinâmicos e respostas personalizadas para as ações do participante.

Referências

- Alruwaili, A. N., Alshammari, A. M., Alhaiti, A., Elsharkawy, N. B., Ali, S. I., and Ramadan, O. M. E. (2025). Virtual reality simulation for high-risk neonatal emergency nursing training: a mixed-methods study on nurse competency and outcomes. *BMC Nursing*, 24(1):367.
- Burkhardt, V., Valette, M., Speck, I., Flayyih, O., Huber, C., Widder, A., Wunderlich, R., Everad, F., Offergeld, C., and Albrecht, T. (2025). Virtual reality cricothyrotomy – a tool in medical emergency education throughout various disciplines. *BMC Medical Education*, 25(1):250.
- Capitani, P., Joil, R., Colonna, C., Schirò, G. R., Legrenzi, S., Prandoni, L., Bergamini, A. N., Mazzone, G., Marino, S., Salvadori, S., La Verde, L., Cascini, S., Messori, M., Capitani, D., Bove, F., and Giorgi, P. D. (2024). Virtual reality for surgical training in balloon kyphoplasty procedure. *European Spine Journal*, 35(1):12.
- Chumak, R. R., Nezhmetdinov, R., Nezhmetdinova, R. A., and Nikitin, D. V. (2025). Approaches to the implementation of simulators for training engineering personnel using virtual reality technologies. *Russian Engineering Research*, 45(3):392–397.
- GlobalSurg Collaborative (2019). Pooled analysis of who surgical safety checklist use and mortality after emergency laparotomy. *British Journal of Surgery*, 106(2):e103–e112.
- Haugen, A. S., Sevdalis, N., and Sjøfteland, E. (2019). Impact of the world health organization surgical safety checklist on patient safety. *Anesthesiology*, 131(2):420–425.
- Köse, A. and Özcan, S. (2025). Effectiveness of escape rooms in nursing education: A systematic review. *Nurse Education Today*, 151:106745.
- Nielsen, J. (1994). Enhancing the explanatory power of usability heuristics. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM.
- Tapiala, J., Iso-Mustajärvi, M., Timonen, T., Vrzáková, H., and Dietz, A. (2024). Impact of virtual reality training on mastoidectomy performance: a prospective randomised study. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 281(2):701–710.
- Turchet, L., Gentilini, F., Malandra, S., Veccia, A., Antonelli, A., and Scoffone, C. (2025). Medical training in virtual reality: a gamification approach. *Virtual Reality*, 29:78.
- World Health Organization (2026). Safe surgery – patient safety research. <https://www.who.int/teams/integrated-health-services/patient-safety/research/safe-surgery>. Accessed: 2026-02-26.
- Zabaleta, J., Blasco, A., Esnal, T., Aguinagalde, B., López, I. J., Fernandez-Monge, A., Lizarbe, J. A., Báez, J., and Aldazabal, J. (2024). Clinical trial on nurse training through virtual reality simulation of an operating room: assessing satisfaction and outcomes. *Cirugía Española*, 102(9):469–476. Epub 2024 May 16.