

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS – UEA PRÓ-
REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO-PROGRAD ESCOLA
SUPERIOR DE TECNOLOGIA – EST**

**CURSO DE TECNOLOGIA EM GESTÃO E GOVERNANÇA EM
RISCOS E DESASTRES**

**SIMULAÇÃO DE INCÊNDIO VIRTUAL: UMA PROPOSTA DE INOVAÇÃO NO
TREINAMENTO DE COMBATE A INCÊNDIO NO CBMAM**

VITOR HUGO DE SÁ VALENTE

MANAUS-AM

2025



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site
<https://edoc.amazonas.am.gov.br/692E.6820.F633.00C0/9FF90B5D>
Código verificador: **692E.6820.F633.00C0** CRC: **9FF90B5D**

VITOR HUGO DE SÁ VALENTE

**SIMULAÇÃO DE INCÊNDIO VIRTUAL: UMA PROPOSTA DE INOVAÇÃO NO
TREINAMENTO DE COMBATE A INCÊNDIO NO CBMAM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca de Avaliação do Curso de Tecnologia em Gestão e Governança em Riscos e Desastres (TGGRD-EST-UEA), como requisito para obtenção da nota da disciplina TCC II, sob a orientação da Prof^o. MsC Simone Marcela Souza de Carvalho do Nascimento, da Universidade do Estado do Amazonas.

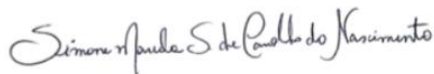
MANAUS-AM

2025



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site
<https://edoc.amazonas.am.gov.br/692E.6820.F633.00C0/9FF90B5D>
Código verificador: **692E.6820.F633.00C0** CRC: **9FF90B5D**


Banca Examinadora



Simone Marcela Souza de Carvalho do Nascimento

Professora Mestra


Orientadora

Documento assinado digitalmente
 **ALACY DA CONCEIÇÃO DA SILVA SERRÃO**
Data: 19/11/2025 12:19:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Alacy da Conceição da Silva Serrão

Professor Mestre

Membro da Banca

Documento assinado digitalmente
 **MARCO ANTONIO CALMON GAMA**
Data: 19/11/2025 12:02:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Marco Antonio Calmon Gama

Tenente-Coronel QOBM

Membro da Banca

PARECER DA BANCA

- Aprovado(a)**
- Aprovado(a) com ressalvas**
- Reprovado(a)**



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site
<https://edoc.amazonas.am.gov.br/692E.6820.F633.00C0/9FF90B5D>
Código verificador: **692E.6820.F633.00C0** CRC: **9FF90B5D**

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade do Estado do Amazonas.

V154s

Valente, Vitor Hugo de Sá

Simulação de Incêndio Virtual : uma proposta de inovação no treinamento de combate a incêndio no CBMAM / Vitor Hugo de Sá Valente. Manaus : [s.n.], 2025.

30 f.: color.; 21.0 cm.

TCC - Tecnologia em Gestão e Governança de Riscos e Desastres-
Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2025.

Orientador: Nascimento, Simone Marcela Souza de Carvalho do.

1. Realidade Virtual (RV). 2. Combate a Incêndio. 3. CBMAM. 4. FLAIM Trainer. 5. Consciência Situacional. I. Nascimento, Simone Marcela Souza de Carvalho do (Orient.) II. Universidade do Estado do Amazonas. III. Título

CDU(1997)502.58



Resumo

Este trabalho propõe a implementação de um Simulador de Incêndio Virtual como uma inovação no treinamento de combate a incêndio do Corpo de Bombeiros Militar do Amazonas (CBMAM). Atualmente, o treinamento no CBMAM segue padrões convencionais que, embora indispensáveis (como o uso de contêineres simuladores e a "Casa da Fumaça"), envolvem altos riscos à saúde dos profissionais, elevados custos logísticos (água, combustível, viaturas) e também geram impactos ambientais devido à emissão de gases tóxicos. O estudo identifica o simulador FLAIM Trainer, originário da Austrália, como um modelo de referência, por utilizar Realidade Virtual (RV) e tecnologias hápticas para criar cenários de alto realismo, imersão e interatividade, eliminando os riscos diretos e reduzindo custos. A RV atua diretamente no aprimoramento da Consciência Situacional (SA) do bombeiro, essencial para a tomada de decisão sob estresse, ao permitir a prática repetitiva e segura de técnicas em diversos ambientes (estruturais, industriais, florestais). O objetivo final é modernizar o processo de formação, garantindo maior eficiência, segurança, economia de recursos e preservação da saúde e do meio ambiente.

Palavras-chave: Realidade Virtual (RV); Combate a Incêndio; CBMAM; FLAIM Trainer; Consciência Situacional.

Abstract

This work proposes the implementation of a Virtual Fire Simulator as an innovation in the firefighting training of the Military Fire Department of Amazonas (CBMAM). Currently, CBMAM training follows conventional standards that, although indispensable (such as the use of simulator containers and the "Smoke House"), involve high risks to the professionals' health, elevated logistical costs (water, fuel, vehicles), and generate environmental impacts due to the emission of toxic gases. The study identifies the FLAIM Trainer simulator, originally from Australia, as a reference model, as it uses Virtual Reality (VR) and haptic technologies to create scenarios of high realism, immersion, and interactivity, eliminating direct risks and reducing costs. VR acts directly in the improvement of the firefighter's Situational Awareness (SA), essential for decision-making under stress, by allowing the repetitive and safe practice of techniques in diverse environments (structural, industrial, forest). The final objective is to modernize the training process, ensuring



greater efficiency, safety, resource economy, and the preservation of health and the environment.

Keywords: Virtual Reality (VR); Fire Fighting; CBMAM; FLAIM Trainer; Situational Awareness.



SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	8
3 METODOLOGIA.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
5 CONCLUSÃO... ..	24
REFERÊNCIAS	25



1. INTRODUÇÃO

O Corpo de Bombeiros Militar, historicamente ligado ao combate a incêndio, tem expandido seu escopo de atuação para diversas áreas operacionais, como salvamento aquático, terrestre e atendimento pré-hospitalar. Não obstante, o combate a incêndios, definido como o conjunto de táticas e técnicas para o controle e extinção de um fogo descontrolado, permanece sendo a atividade central da corporação e exige um alto nível de preparo teórico, físico e mental do profissional. A natureza dinâmica e imprevisível de cada ocorrência – que envolve variáveis como ventilação, tipo de material combustível e intensidade das chamas – demanda profissionais capazes de se adaptar rapidamente para tomar decisões seguras e eficazes.

Essa capacidade é definida como Consciência Situacional (SA), a qual pode ser compreendida como a habilidade de perceber, compreender e projetar os elementos presentes no ambiente, permitindo uma ação assertiva em cenários complexos. No contexto de combate a incêndio, o déficit de SA em condições de estresse pode aumentar consideravelmente o risco das ações, levando a decisões equivocadas e comportamentos perigosos. Assim, o treinamento contínuo e aprimorado é a chave para o desenvolvimento e manutenção dessa habilidade.

Atualmente, o Corpo de Bombeiros Militar do Amazonas (CBMAM) realiza o treinamento de combate a incêndio seguindo padrões convencionais que incluem a adaptação a Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), o aprendizado de técnicas de deslocamento e combate, e a aplicação prática em contêineres simuladores de incêndio e na "Casa da Fumaça", os quais expõem os militares ao calor, fumaça e fenômenos extremos. Contudo, embora o treinamento com chamas reais seja indispensável para a formação do bombeiro, ele apresenta limitações e riscos significativos. Os alunos e instrutores estão sujeitos a acidentes e imprevistos, além da atividade ser extenuante e sujeita a riscos de queimaduras. Soma-se a isso os altos custos logísticos (água, combustível, viaturas) para a montagem e operação dos cenários e o impacto ambiental devido à emissão de gases tóxicos e agentes cancerígenos que impregnam as roupas de aproximação.

Diante desses desafios, a incorporação de novas tecnologias no processo de ensino-aprendizagem torna-se imperativa para mitigar os danos, reduzir custos e formar profissionais mais capacitados. O emprego das tecnologias de Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA) surge como uma ferramenta estratégica e imprescindível para apoiar a formulação e manutenção da consciência situacional dos



bombeiros. Enquanto a RV oferece ambientes de treinamento totalmente imersivos e controlados para simulações realistas, a RA complementa a percepção do usuário sobrepondo informações digitais (como localização de estruturas e rotas de fuga) sobre o ambiente físico real.

O FLAIM Trainer, um simulador de incêndio de origem australiana, é apresentado como o objeto de estudo e uma solução inovadora. Esse equipamento utiliza RV e tecnologias hápticas para simular o calor, a resistência da mangueira e o peso dos equipamentos, permitindo uma experiência de treinamento altamente realista e segura, que comprovadamente aumenta a confiança e a velocidade de assimilação de conteúdo. Sua aplicação representa um avanço por permitir a simulação de diversos cenários sem o risco físico associado ao fogo real, a repetição de procedimentos, e a eliminação da exposição a materiais tóxicos.

Portanto, o presente trabalho se propõe a analisar a relevância e as características do simulador FLAIM Trainer e, a partir da identificação de que o CBMAM não utiliza atualmente nenhum simulador virtual, propor uma parceria entre o Corpo de Bombeiros Militar do Amazonas (CBMAM), a Universidade Estadual do Amazonas (UEA) e empresas do Polo Industrial de Manaus, com projeto financiado pelas entidades de fomento estaduais, para o desenvolvimento de uma tecnologia de simulação virtual nos moldes do FLAIM Trainer.

Dessa forma, este estudo visa contribuir para a modernização do treinamento no CBMAM, promovendo maior agilidade, precisão e segurança nas operações, e alinhando a formação dos bombeiros às exigências contemporâneas de desempenho, economia de recursos e preservação da saúde e do meio ambiente.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Consciência Situacional

A consciência situacional, também conhecida pela sigla SA (Situation Awareness), pode ser compreendida como a capacidade do indivíduo de perceber, compreender e projetar os elementos presentes no ambiente em determinado espaço e tempo, permitindo-lhe agir de forma assertiva diante de situações complexas. De acordo com Fernandes, apud Endsley (2017), trata-se da percepção dos elementos no ambiente, da compreensão de seu significado e da projeção de seu estado em um futuro próximo. Em linhas gerais, a consciência situacional representa a habilidade



humana de manter-se atento aos acontecimentos que ocorrem ao seu redor, identificando potenciais riscos e oportunidades de ação.

No contexto das operações de combate a incêndio, essa habilidade é fundamental, pois o déficit de consciência situacional em condições de estresse ou pânico pode aumentar consideravelmente o risco das ações, levando a tomadas de decisão equivocadas e a comportamentos potencialmente perigosos. Em situações de emergência, possuir um elevado nível de consciência situacional significa estar plenamente atento às condições do ambiente e às variáveis que o compõem, utilizando de forma eficiente os recursos disponíveis e contribuindo para decisões mais seguras e eficazes.

Contudo, é importante destacar que o simples fato de possuir um alto nível de consciência situacional não garante o sucesso das operações, uma vez que o excesso de informações disponíveis exige do profissional a capacidade de filtrar e selecionar aquelas realmente relevantes para o êxito da missão. Como observa Lambert (2018), em situações de estresse o ser humano tende a reter no máximo cinco informações simultaneamente, esquecendo-se das demais à medida que novas surgem. Durante uma operação de combate a incêndio, o fluxo de informações é extremamente rápido, o que torna fácil a perda de dados cruciais para o sucesso da ação.

Ambientes em chamas e espaços públicos próximos ao sinistro estão sujeitos a fatores dinâmicos como a direção do vento, a intensidade das chamas, desabamentos e o nível de fumaça, exigindo informações claras, concisas e precisas. Nesse contexto, torna-se indispensável o uso de tecnologias capazes de monitorar em tempo real as condições adversas, fornecendo um conjunto de dados essenciais que auxiliem a tomada de decisão dos comandantes e das equipes de resgate. Assim, o emprego combinado das tecnologias Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV) constitui uma ferramenta estratégica e imprescindível para apoiar a formulação e manutenção da consciência situacional dos bombeiros, especialmente em cenários de incêndios estruturais e emergências complexas.

A Realidade Aumentada contribui significativamente para o fortalecimento da consciência situacional ao permitir a sobreposição de elementos virtuais sobre o ambiente real, fornecendo aos bombeiros informações adicionais em tempo real, como a localização de tubulações, estruturas de sustentação, saídas de emergência e rotas de fuga. Essa integração entre o mundo físico e o digital possibilita uma melhor percepção espacial e reduz o risco de decisões precipitadas em ambientes de baixa



visibilidade. Já a Realidade Virtual, por sua vez, oferece ambientes de treinamento totalmente imersivos e controlados, nos quais os bombeiros podem vivenciar situações de incêndio simuladas com elevado realismo, experimentando variações de temperatura, densidade de fumaça e obstáculos estruturais. Essa imersão proporciona o desenvolvimento cognitivo e emocional necessário para que os profissionais aprimorem sua percepção de risco, antecipem comportamentos do fogo e aprimorem a tomada de decisão sob pressão.

Dessa forma, tanto a RA quanto a RV desempenham papel essencial na construção e manutenção da consciência situacional, pois permitem que os bombeiros compreendam melhor o ambiente em que atuam, antecipem eventos críticos e ajam com maior precisão e segurança, contribuindo para a eficiência das operações e para a preservação de vidas.

2.2. Realidade Virtual e Realidade Aumentada

A Realidade Virtual (RV) e a Realidade Aumentada (RA) são tecnologias imersivas que têm revolucionado a interação humano-computador, proporcionando a criação de ambientes sintéticos que alteram ou expandem a percepção do usuário sobre o mundo real. A RV pode ser definida como uma forma avançada de comunicação na qual as percepções do usuário são total ou parcialmente substituídas por um ambiente artificial gerado por computador (Li et al., 2018).

Essa imersão é frequentemente alcançada por meio de dispositivos como os Head-Mounted Displays (HMDs), que rastreiam o movimento da cabeça do usuário para ajustar a perspectiva visual, criando uma forte sensação de presença dentro do ambiente virtual. Além da visão, a RV pode incorporar outros sentidos, como o tato, através de dispositivos hápticos, aumentando o realismo e a interatividade da experiência. A principal característica da RV é a capacidade de transportar o usuário para um mundo digital, permitindo a exploração e interação com elementos virtuais de forma controlada e segura, o que a torna ideal para simulações de alto risco e treinamentos que seriam inviáveis ou perigosos no mundo físico (Li et al., 2018).

As características da RV incluem a imersão, que é a sensação de estar fisicamente presente no ambiente virtual, e a interatividade, que permite ao usuário manipular objetos e responder a estímulos dentro desse ambiente. A RV se destaca por sua capacidade de criar cenários realistas para praticamente qualquer situação, sendo mais flexível e, em muitos casos, menos custosa que simuladores físicos. Ela



possibilita a repetição de procedimentos sem riscos e introduz novas possibilidades para a aprendizagem de conteúdos complexos, superando limitações éticas, financeiras e de supervisão. O uso de HMDs, por exemplo, contribui significativamente para a imersão psicológica, pois o rastreamento do movimento da cabeça altera as imagens projetadas de acordo com a direção do olhar e a posição do corpo, enquanto dispositivos hápticos aumentam o realismo na manipulação de objetos, como bisturis e seringas em treinamentos médicos, ou mangueiras e trajes térmicos em simulações para bombeiros (Li et al., 2018).

Realidade Aumentada (RA), por sua vez, é uma tecnologia que sobrepõe elementos virtuais ao ambiente real, permitindo que o usuário visualize e interaja com informações digitais no contexto do mundo físico. Diferente da RV, a RA não substitui a realidade, mas a complementa, enriquecendo a percepção do usuário com dados e objetos virtuais que parecem coexistir com o ambiente físico. Essa sobreposição pode ser feita através de dispositivos como smartphones, tablets ou óculos especiais, que capturam o ambiente real e projetam as informações digitais sobre ele. A RA é particularmente útil em situações onde a interação com o ambiente físico é fundamental, mas informações adicionais ou visualizações complexas são necessárias para auxiliar na compreensão ou na tomada de decisões (Tori, Kirner e Siscouto, 2006; Mealy, 2018; Azuma et al., 2001).

As características da RA incluem a combinação do mundo real e virtual, a interatividade em tempo real e o registro tridimensional dos objetos virtuais no ambiente real. A RA oferece a capacidade de integrar sistemas de dados, como informações de sensores, radares ou dados meteorológicos, diretamente na visão do usuário sobre o ambiente físico, como visto em aplicações militares para pilotos de caça ou oficiais de quarto em navios. Isso auxilia significativamente o processo decisório, fornecendo informações críticas de forma intuitiva e imediata. Além disso, a RA pode ser utilizada para fins educacionais e de treinamento, permitindo que estudantes e profissionais visualizem modelos 3D, simulem procedimentos ou recebam orientações contextuais diretamente no local de trabalho, como em canteiros de obras, onde a identificação de riscos e a escolha de equipamentos de proteção individual (EPIs) podem ser aprimoradas por meio de aplicativos móveis de RA (Tori, Kirner e Siscouto, 2006; Mealy, 2018; Azuma et al., 2001).



2.3. Aplicações de Realidade Virtual em Simuladores

As aplicações práticas dessas tecnologias são vastas e abrangem múltiplos setores, conforme evidenciado pela literatura. No campo militar e de segurança, a RV e a RA são empregadas para aprimorar o treinamento e a consciência situacional. A Marinha do Brasil, por exemplo, utiliza simuladores de passadiço para o treinamento de oficiais, permitindo a exploração de cenários complexos com economia de recursos (Romeiro, 2017).

Simuladores também são desenvolvidos para o treinamento de pilotos de caça, como o F-16 e o A-29 Super Tucano, focando na melhoria de interfaces e na prática de procedimentos de voo e inspeção de forma econômica e segura (Carvalho, 2021; Faria, Martins, Carvalho, 2022). Para forças de segurança e bombeiros, a RV possibilita o treinamento de técnicas de abordagem e combate a incêndios em ambientes realistas, como demonstrado pelo uso do simulador FLAIM Trainer, que melhora a tomada de decisão e o engajamento dos profissionais (Oliveira et al, 2024; Bail, 2024; Felix, 2018; Netto, 2018).

Na área da saúde, as tecnologias imersivas oferecem uma alternativa segura e ética para a formação de profissionais. Simuladores como o VIDA Odonto e o VIDA Enfermagem permitem que estudantes pratiquem procedimentos como anestesia e punção venosa sem riscos a pacientes reais (Tori, 2022). Além disso, a RV tem se mostrado uma ferramenta terapêutica eficaz, especialmente no tratamento de fobias, como a fobia social, através da Terapia de Exposição à Realidade Virtual (TERV), que expõe o paciente a situações ansiogênicas de forma controlada (Mendes, 2022).

Na reabilitação física, sistemas que integram RV, robótica e jogos são utilizados para a recuperação de pacientes com lesões no ombro, tornando a fisioterapia mais engajadora e permitindo o monitoramento do progresso (Moreira, Duque, Carvalho, 2024). No setor da construção civil, a RV e a RA são utilizadas no ensino de segurança do trabalho, permitindo que estudantes de engenharia civil identifiquem riscos em canteiros de obras virtuais, escolham equipamentos de proteção individual (EPIs) adequados e desenvolvam estratégias de capacitação para trabalhadores (Lucena, Fazinga, Saffaro, 2023).

A capacidade de visualizar e interagir com modelos 3D de edificações facilita a compreensão de projetos e a antecipação de problemas. Por fim, a RV também se manifesta como uma poderosa ferramenta de expressão artística e empatia, como em



projetos que simulam a percepção de cores de pessoas com daltonismo ou que exploram a relação entre o corpo e o espaço virtual em performances artísticas, questionando os limites da incorporação digital (Moura, 2022; Coutinho, 2023).

2.4. Panorama Atual do Treinamento de Combate à Incêndio no CBMAM

A origem do Corpo de Bombeiros está irremediavelmente ligada ao combate a incêndio. Atualmente, os bombeiros estão inseridos em diversas áreas operacionais como salvamento aquático, mergulho, altura, salvamento terrestre, atendimento pré-hospitalar, busca e resgate em ambiente de selva, entre muitas outras. Contudo, o incêndio ainda é lembrado pela sociedade como a atividade fim dos bombeiros.

Inicialmente, cabe definir incêndio como qualquer ocorrência de fogo descontrolado. Por sua vez, o combate a incêndio engloba todo o conjunto de técnicas, táticas e equipamentos utilizados para realizar o controle e posterior extinção das chamas. O bombeiro militar é o profissional que está habilitado para empregar os recursos de combate à incêndio, dentro das técnicas específicas nas quais foi treinado, para conseguir extinguir as chamas e acabar com o sinistro (Corpo de Bombeiros Militar de Goiás, 2017).

Além do preparo teórico a respeito do fogo, transferência de calor, equipamentos, técnicas e táticas, é necessário que o bombeiro esteja em plena saúde física e mental para aplicar todos esses conhecimentos de modo eficiente durante as ocorrências. Cada incêndio se comporta de maneira única, possuindo muitas variáveis como ventilação, tipo de material combustível, posicionamento desse combustível, tipo de local, existência ou não de vítimas, entre outros. Toda essa realidade demanda profissionais bem preparados, capazes de se ajustar a cada caso específico. Isso é alcançado por meio do treinamento (Corpo de Bombeiros Militar de Goiás, 2017).

Atualmente, no CBMAM, o treinamento de combate a incêndio segue padrões convencionais, que incluem:

- Adaptação aos EPI's de incêndio (capa e calça de aproximação, bota e luvas de incêndio, capacete, balaclava, máscara e cilindro de respiração), que consiste em realizar atividades aeróbicas e neuromusculares usando os EPI's, além de realizar a equipagem cronometrada
- Aprendizado de técnicas de deslocamento nos locais de sinistro e de combate às chamas com variados agentes extintores e equipamentos.



- Aplicação das técnicas em contêineres simuladores de incêndio que permitem contato real com fogo, calor, fumaça e fenômenos extremos, além da “Casa da Fumaça”

Figura 1 - EPI's de Combate à Incêndio



Fonte: CBMAM (2022)

Figura 2 - Bombeiro totalmente equipado com os EPI's de Combate à Incêndio



Fonte: CBMAM (2022)

Tanto o combate real quanto o treinamento são atividades extenuantes, que ocasionam desidratação e fadiga, além dos riscos inerentes ao recebimento de calor



pelo corpo, como queimaduras de variados graus. Apesar de todos os riscos envolvidos, as instruções são conduzidas em alto grau de profissionalismo e dentro da segurança necessária para que o aluno possa de fato aprender a combater os incêndios e sair com vida dos diversos cenários a que serão submetidos (Corpo de Bombeiros Militar de Goiás, 2017).

Diante disso, percebe-se que é impossível que tal treinamento seja descartado na formação e especialização do bombeiro militar. Todos os militares envolvidos na atividade precisam aprender a se locomover, raciocinar e aplicar as técnicas de combate quando submetidos a altas temperaturas, vestindo uma roupa pesada e desidratando o corpo continuamente, e isso é obtido por meio da simulação com chamas reais e equipamento real (Corpo de Bombeiros Militar de Goiás, 2017).

Figura 3 - Treinamento de Combate à Incêndio no CBMAM



Fonte: Próprio autor



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site
<https://edoc.amazonas.am.gov.br/692E.6820.F633.00C0/9FF90B5D>
Código verificador: **692E.6820.F633.00C0** CRC: **9FF90B5D**

Entretanto, é percebido que mesmo com todas as medidas de segurança aplicadas, os alunos e instrutores ainda estão sujeitos a acidentes e imprevistos durante os treinamentos. Esses fatos podem ser causados por diversos fatores, seja um erro humano, algum equipamento em más condições, entre outros. Paralelamente, surgem os custos relacionados à logística de montagem e operação do contêiner de simulação, os quais englobam: água, mangueiras, esguichos, viaturas de combate à incêndio, material combustível, além do tempo empregado para montar um cenário específico (Corpo de Bombeiros Militar de Goiás, 2017).

Somado a todos esses fatores surge a emissão de gases tóxicos na atmosfera, que contribuem para a poluição e deterioração da camada de ozônio. Finalmente, cabe pontuar que os restos da queima realizada nos treinamentos, como gases tóxicos, fumaça e fuligem, os quais ficam impregnados nas roupas de aproximação, são agentes cancerígenos e, a longo prazo e sem os devidos cuidados podem gerar danos à saúde dos bombeiros (Corpo de Bombeiros Militar de Goiás, 2017).

Para mitigar os danos decorrentes da atividade e formar bombeiros cada vez mais capacitados, faz-se necessário adquirir e implementar nas atuais metodologias de ensino novas técnicas e equipamentos. O simulador FLAIM Trainer é o objeto de estudo deste trabalho e revela-se como uma tecnologia única, capaz de aperfeiçoar o treinamento de combate à incêndio no CBMAM.

2.5. Simulador de Realidade Virtual específico para Combate à Incêndio

A evolução tecnológica tem impactado significativamente os processos de formação e capacitação em diversas áreas profissionais, especialmente nas que envolvem alto risco, como é o caso do serviço de combate a incêndios. A utilização de simuladores baseados em realidade virtual (RV) tem se mostrado uma alternativa eficaz e segura para o treinamento de bombeiros, ao permitir a reprodução de cenários complexos com alto nível de imersão, realismo e interatividade, sem os perigos associados aos treinamentos convencionais (Li et al., 2018).

O FLAIM Trainer surge como uma solução inovadora nesse contexto, proporcionando uma experiência de aprendizagem imersiva por meio da integração de tecnologias hápticas, visuais e auditivas. O sistema simula com fidelidade equipamentos operacionais padrão, como coletes térmicos e mangueiras de incêndio,



e responde em tempo real aos movimentos e técnicas aplicadas pelo usuário. Essa resposta sensorial e visual permite que o bombeiro desenvolva habilidades psicomotoras e técnicas específicas em um ambiente controlado, o que contribui para o fortalecimento da memória muscular e da tomada de decisão sob pressão (FLAIM; sd).

O treinamento com o FLAIM Trainer é estruturado em três pilares: aprendizagem, prática e avaliação. Inicialmente, o bombeiro é introduzido aos equipamentos e aos procedimentos básicos de forma segura e guiada. Em seguida, participa de simulações práticas com cenários progressivamente mais complexos, que desafiam sua capacidade técnica e cognitiva. Por fim, o sistema oferece uma etapa de avaliação que inclui feedback em tempo real, análise de desempenho e relatórios personalizados por meio da plataforma de monitoramento Capture. Esse ciclo de treinamento permite uma formação contínua e baseada em dados objetivos, o que favorece a melhoria progressiva do desempenho individual e coletivo (FLAIM; sd).

A literatura aponta que a utilização de simuladores em RV promove ganhos significativos no processo de aprendizagem. Além disso, a adoção de soluções como o FLAIM Trainer reduz custos operacionais, elimina riscos à saúde, evita a exposição a materiais tóxicos e reduz o impacto ambiental decorrente da queima de combustíveis e materiais em treinamentos com fogo real (FLAIM; sd).

O sistema também é adaptável a diferentes áreas de atuação, como incêndios estruturais, industriais, florestais, navais e aeronáuticos, além de contar com um módulo dedicado ao Comando de Incidentes, voltado ao desenvolvimento de competências em liderança, coordenação de equipes e gestão de crises. Essa versatilidade torna o FLAIM Trainer uma ferramenta estratégica para o aprimoramento contínuo dos profissionais da segurança pública, possibilitando treinamentos sob demanda, com rápida mobilização e alta eficiência operacional (FLAIM; sd).

Portanto, a aplicação de simuladores de incêndio baseados em realidade virtual, como o FLAIM Trainer, representa um avanço no campo da formação de bombeiros, ao oferecer uma alternativa moderna, eficiente e segura de capacitação, alinhada às exigências contemporâneas de desempenho, economia e preservação da saúde e do meio ambiente (FLAIM; sd).

O hardware é responsável por proporcionar ao usuário uma experiência física realista, simulando as sensações táteis, térmicas e mecânicas presentes em uma



situação de combate a incêndios. Os principais componentes incluem o colete de resposta térmica, que simula o calor gerado pelas chamas por meio de elementos aquecedores localizados em pontos estratégicos do torso; o capacete de realidade virtual com campo de visão de 360°, que permite a imersão visual total no ambiente simulado; a mangueira pressurizada com resistência dinâmica, que recria a força de recuo da água em diferentes vazões; e o módulo de controle e compressão, que gerencia o fornecimento de ar e integra os sensores do sistema (FLAIM; sd).

Figura 3 - Hardware do FLAIM Trainer



Fonte: FLAIM Trainer Brochure, sd

Já o software é a interface inteligente que conecta e controla todos os dispositivos do hardware, gerando os ambientes virtuais, as dinâmicas de simulação e os parâmetros de avaliação. Ele é composto por dois sistemas principais: o motor de simulação, que utiliza gráficos tridimensionais de alta resolução para criar cenários realistas, com partículas de fumaça, comportamento do fogo e efeitos climáticos variáveis; e a plataforma de análise FLAIM Capture, que registra os dados operacionais do treinamento, como tempo de resposta, precisão dos movimentos, consumo de ar simulado e decisões táticas tomadas durante o exercício (FLAIM; sd).



O software permite a seleção de diversos cenários de incêndio, com diferentes níveis de dificuldade e complexidade, incluindo ambientes urbanos, industriais, florestais e confinados. Ele também oferece a possibilidade de personalização dos treinamentos, permitindo que instrutores configurem os parâmetros de risco, localização das vítimas, pontos de acesso e evolução do fogo de acordo com os objetivos da instrução (FLAIM; sd).

Figura 4 - Bombeiro treinando com o FLAIM Trainer



Fonte: FLAIM Trainer Brochure, sd

Além disso, a integração entre hardware e software possibilita uma resposta sincronizada entre os estímulos visuais e táteis, criando uma simulação coerente e realista, que contribui diretamente para o desenvolvimento técnico, físico e psicológico do bombeiro em formação. Essa integração é fundamental para garantir a eficácia do treinamento, ao permitir que o usuário reaja de forma instintiva e natural às situações apresentadas, como ocorreria em um incêndio real (FLAIM; sd).

3. METODOLOGIA

Inicialmente foi realizado o levantamento da literatura com o fim de descobrir as novas tecnologias relevantes ao Corpo de Bombeiros, sendo assim uma pesquisa analítica, descritiva e qualitativa. Quanto à sua natureza, foi uma pesquisa aplicada dado que visa implementar a tecnologia VR no treinamento de incêndio do CBMAM.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site
<https://edoc.amazonas.am.gov.br/692E.6820.F633.00C0/9FF90B5D>
Código verificador: **692E.6820.F633.00C0** CRC: **9FF90B5D**

A pesquisa revelou a multidisciplinariedade da tecnologia de Realidade Virtual, que na atualidade está inserida em diversas áreas do conhecimento, desde a medicina até as ciências militares, e também na área de combate a incêndio, sendo de extrema relevância para os Corpos de Bombeiros mundo afora Gil (2007 apud Gerhardt e Silveira, 2009).

A pesquisa culminou na descoberta da tecnologia do FLAIM Trainer, seguindo-se a pesquisa secundária com o fim de aprender sobre o mesmo, seu hardware, software, funcionamento, requisitos, bem como sua ficha técnica disponibilizada pela empresa FLAIM. Para a elaboração deste artigo foram utilizadas as ferramentas de inteligência artificial, com destaque para a correção textual em todas as sessões e pesquisa de referencial bibliográfico. Ao final do estudo foi constatada a imperiosa necessidade do CBMAM utilizar essa tecnologia no preparo técnico-operacional de seus militares, sendo possível desenvolvê-la em solo amazonense junto com a UEA e as empresas do Polo-Industrial de Manaus

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aplicação das tecnologias de Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV) no contexto do Corpo de Bombeiros representa um importante avanço no campo do treinamento operacional, da segurança e da eficiência nas ações de resgate. Essas ferramentas proporcionam meios inovadores para o aperfeiçoamento técnico das equipes, permitindo o desenvolvimento de habilidades cognitivas e comportamentais em um ambiente controlado e seguro, reduzindo custos e riscos inerentes aos treinamentos convencionais. A utilização dessas tecnologias visa proporcionar maior agilidade, precisão e segurança nas operações, além de favorecer o aprimoramento da consciência situacional dos bombeiros diante de cenários complexos (Silva, Andrade; 2024).

A pesquisa demonstra que os treinamentos tradicionais, realizados em ambientes físicos preparados com o uso de fogo real, envolvem alto grau de periculosidade e elevado custo logístico. Apesar de indispensáveis, essas atividades demandam grande estrutura e controle rigoroso para evitar acidentes, o que limita a frequência e a diversidade dos exercícios. Como observado nos demais casos de implementação da tecnologia VR, esses treinamentos podem ser tornar mais eficientes e sustentáveis, e ainda permitindo a simulação de diferentes cenários de



incêndio e de desastres sem riscos à integridade física dos participantes. Por meio de óculos de imersão e equipamentos sensoriais como visto na tecnologia do FLAIM Trainer, os bombeiros podem experimentar situações que reproduzem, de forma realista, o calor, o esforço físico, os sons e os desafios visuais de um incêndio real, possibilitando uma imersão completa e o desenvolvimento de respostas mais rápidas e eficazes diante de emergências (Silva, Andrade; 2024).

A pesquisa revela que, assim como nas demais áreas como medicina e pilotagem de aeronáutica, a Realidade Virtual tem se mostrado especialmente útil na preparação de novos profissionais. Especificamente para os bombeiros, permite que eles realizem múltiplos treinamentos sem a necessidade de deslocamento para campos de instrução e sem o consumo de materiais combustíveis. Além de contribuir para a economia de recursos, essa tecnologia favorece a repetição de exercícios, permitindo o aperfeiçoamento contínuo das técnicas de combate e o fortalecimento da consciência situacional. A pesquisa revela que o uso de simuladores, como o FLAIM Trainer, ilustra o potencial dessa ferramenta, uma vez que possibilita a reprodução de diversos tipos de incêndio em ambientes residenciais, industriais, florestais e urbanos, com a adaptação de variáveis como temperatura, fluxo de fumaça, propagação das chamas e dificuldades de visibilidade e também fenômenos extremos do fogo (Silva, Andrade; 2024).

Já a Realidade Aumentada se destaca como uma tecnologia complementar, voltada para o aprimoramento da percepção espacial e da capacidade de tomada de decisão durante as operações reais. Por meio dela, é possível sobrepor informações digitais ao ambiente físico, oferecendo aos bombeiros dados visuais sobre a estrutura do local, as rotas de fuga, os pontos de risco e as áreas interditadas. Essa sobreposição de elementos virtuais no ambiente real permite que o combatente visualize, por exemplo, o interior de paredes e pisos, identificando previamente tubulações de gás, cabos elétricos e colunas estruturais, evitando colapsos ou acidentes durante as ações de resgate. Além disso, a RA pode ser aplicada em instruções operacionais, permitindo a projeção de rotas de evacuação e pontos críticos diretamente no campo de visão dos profissionais (Silva, Andrade; 2024).

A integração entre a RA e a RV no processo de capacitação dos bombeiros promove um ambiente de aprendizado mais dinâmico e realista, no qual os profissionais podem experimentar, analisar e corrigir suas ações com base em simulações precisas e imersivas. Essa combinação tecnológica fortalece a



capacidade cognitiva dos bombeiros, aprimora a cooperação entre as equipes e eleva o nível de preparo emocional para enfrentar situações de risco extremo. Portanto, a utilização da Realidade Aumentada e da Realidade Virtual no contexto dos bombeiros representa uma revolução na forma de treinar e de compreender as situações de emergência. Além de reduzir riscos e custos, essas tecnologias aumentam a eficiência das ações, promovem a segurança das equipes e contribuem de maneira significativa para o desenvolvimento da consciência situacional, fator essencial para a tomada de decisão e o sucesso das operações de salvamento (Silva, Andrade; 2024).

A Realidade Virtual (RV) tem se consolidado como uma ferramenta tecnológica de grande relevância no processo de formação e aperfeiçoamento das equipes de bombeiros, principalmente por sua capacidade de promover treinamentos imersivos em ambientes simulados que reproduzem, com alto grau de realismo, as condições enfrentadas em ocorrências reais. Essa tecnologia permite que o bombeiro vivencie situações de emergência em um espaço seguro e controlado, contribuindo diretamente para o desenvolvimento e o fortalecimento da consciência situacional, habilidade essencial para a tomada de decisão rápida e precisa durante o combate a incêndios (Silva, Andrade; 2024).

A consciência situacional, entendida como a capacidade de perceber o ambiente, compreender o significado das informações disponíveis e projetar as consequências futuras das ações, é um dos principais fatores que determinam o sucesso das operações de resgate. A pesquisa revela que a RV atua nesse aspecto ao proporcionar experiências sensoriais e cognitivas completas, que envolvem percepção visual, auditiva e tátil, permitindo ao aluno analisar cenários complexos e praticar estratégias de enfrentamento sem o risco físico associado a um incêndio real. A repetição controlada dessas simulações auxilia o profissional a antecipar comportamentos do fogo, identificar riscos potenciais e adotar posturas mais assertivas, fortalecendo sua capacidade de manter a calma e o controle emocional sob pressão (Silva, Andrade; 2024).

Durante a pesquisa constatou-se que a tecnologia desenvolvida pela empresa australiana FLAIM Systems, que combina software de simulação, óculos de imersão, sensores de movimento e dispositivos táteis e térmicos capazes de reproduzir o peso dos equipamentos, o calor do ambiente e a resistência da mangueira de combate, mostra grande potencial de aprimorar a qualidade dos treinamentos de combate à incêndio do CBMAM, dado que permite que o bombeiro vivencie o esforço físico, a



temperatura e as limitações visuais de um incêndio real, promovendo uma experiência de treinamento realista e segura.

Como limitações da pesquisa destaca-se a falta de casos concretos de utilização da tecnologia em solo brasileiro, visto que apenas o Corpo de Bombeiros do Estado do Paraná utiliza essa tecnologia, sendo pioneiro na inclusão dessa metodologia em sua grade de instrução, investindo na criação de um ambiente de aprendizagem baseado em simulações virtuais. A grande vantagem do sistema é sua mobilidade e economia, uma vez que o kit de simulação pode ser facilmente transportado, dispensando a necessidade de estruturas físicas de queima e reduzindo os custos operacionais e ambientais dos treinamentos (FLAIM, sd).

Estudos desenvolvidos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), em parceria com o Corpo de Bombeiros do Estado, confirmaram a eficácia dessa ferramenta, destacando que os treinamentos imersivos aumentam a capacidade de análise do cenário, a segurança da equipe e o domínio cognitivo das ações executadas (Silva, Andrade; 2024).

Embora a Realidade Virtual não substitua totalmente os treinamentos realizados em ambientes físicos controlados, ela se apresenta como um complemento essencial, permitindo que os profissionais estejam melhor preparados antes de enfrentar o fogo real. A constância no uso dessa tecnologia contribui para que os bombeiros adquiram maior previsibilidade em suas ações, antecipem eventos críticos e aprimorem o desempenho coletivo e individual durante as operações. Dessa forma, a RV não apenas potencializa o processo de ensino e aprendizagem, mas também se configura como uma aliada indispensável na formação de bombeiros mais conscientes, seguros e tecnicamente capacitados para atuar em situações de emergência de alta complexidade.

Desse modo percebe-se a vantagem ao CBMAM quanto a implementar esta tecnologia na instituição, este trabalho propõe desenvolver um simulador similar ao FLAIM Trainer em parceria com a Universidade Estadual do Amazonas (UEA) e as empresas do Pólo Industrial de Manaus com financiamento oriundo das entidades de fomento do estado do Amazonas.



5. CONCLUSÃO

O presente trabalho analisou a relevância e as características da implementação de um Simulador de Incêndio Virtual, como o FLAIM Trainer, como uma proposta de inovação para modernizar o treinamento de combate a incêndio do Corpo de Bombeiros Militar do Amazonas (CBMAM). A pesquisa demonstrou que, embora o treinamento convencional com chamas reais em contêineres e na "Casa da Fumaça" seja indispensável para a formação do bombeiro, ele acarreta altos riscos à saúde dos profissionais (exposição a agentes cancerígenos e acidentes), elevados custos logísticos (água, combustível, viaturas) e impactos ambientais devido à emissão de gases tóxicos.

A tecnologia de Realidade Virtual (RV) surge como uma solução estratégica e imprescindível para mitigar esses desafios. O simulador FLAIM Trainer, originário da Austrália, foi identificado como modelo de referência por utilizar RV para criar cenários de alto realismo, imersão e interatividade, eliminando os riscos diretos e reduzindo custos operacionais e ambientais. O sistema simula o calor (por meio do colete de resposta térmica), a resistência da mangueira e o peso dos equipamentos, permitindo uma prática segura, repetitiva e eficaz em diversos ambientes (estruturais, industriais, florestais, navais e aeronáuticos).

Um dos benefícios centrais da RV no treinamento é o aprimoramento direto da Consciência Situacional do bombeiro. Esta se define, como a capacidade de perceber, compreender e projetar os elementos do ambiente para uma tomada de decisão assertiva sob estresse, o que é vital no combate a incêndio, onde o déficit dessa habilidade pode aumentar drasticamente os riscos. A imersão controlada da RV e a repetição das simulações contribuem para o desenvolvimento cognitivo e emocional, permitindo que o profissional antecipe comportamentos do fogo e aprimore a tomada de decisão em tempo real.

Considerando que o CBMAM não utiliza simuladores virtuais atualmente, o estudo culmina na proposta de uma parceria entre o CBMAM, a Universidade Estadual do Amazonas (UEA) e empresas do Polo Industrial de Manaus, com apoio financeiro das entidades de fomento do Amazonas, para o desenvolvimento de uma tecnologia de simulação virtual nos moldes do FLAIM Trainer.

Em suma, a incorporação da Realidade Virtual no processo de formação do CBMAM, embora não substitua totalmente a prática com fogo real, se estabelece



como um complemento essencial. Seu objetivo final é modernizar o processo de formação, garantindo maior eficiência, segurança, economia de recursos e preservação da saúde e do meio ambiente, alinhando o preparo dos bombeiros às exigências contemporâneas de alta complexidade.

REFERÊNCIAS

AZUMA, R. et al. Recent advances in augmented reality. IEEE Computer Graphics and Applications, v. 21, n. 6, p. 34–47, 2001. Disponível em: <https://faculty.cc.gatech.edu/~blair/papers/ARsurveyCGA.pdf>

BAIL, Rosângela de França; MICHALOSKI, Ariel Orlei; BORTOLASSI DE OLIVEIRA, Renan Augusto; AGUIAR, Eduardo Jose Slomp. **Usability of immersive technology for education and training of firefighters in Brazil.** International Journal for Innovation Education and Research, [S.l.], v. 10, n. 9, p. 3921, 2022. DOI: 10.31686/ijer.vol10.iss9.3921. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/363476269_Usability_of_Immersive_Technology_for_Education_and_Training_of_Firefighters_in_Brazil. Acesso em: 18 mar. 2025.

CARVALHO, Afonso Miguel Marques de. *Estudo de viabilidade de desenvolvimento de um demonstrador de realidade virtual para implementação de treino aeronáutico das inspeções pré-voos da aeronave A-29 Super Tucano.* 2021. Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2021. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/23dfa0a4961acd338babc6ade15bd51f/1.pdf?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>. Acesso em: 31 mar. 2025.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE GOIÁS. *Manual Operacional de Bombeiros: combate a incêndio urbano.* Goiânia: Corpo de Bombeiros Militar, 2017. 453 p.

COUTINHO, João Henrique de Lemos Pereira. *Realidade Virtual: Reflexo: experiência imersiva no mundo da cor.* 2023. Relatório de Projeto (Mestrado em Design Multimédia) – Universidade da Beira Interior, 2023. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/898e9a6c767513cbad23307e60abc902/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>. Acesso em: 31 mar. 2025.



FARIA, S. **Interface em Realidade Virtual para Sistema de Treino de Pilotos de CAÇA F-16**. 2022. 94. (Order No. 31032688) - Instituto Politecnico do Cavado e do Ave (Portugal), Portugal, 2022. Disponível em: <https://www.proquest.com/dissertations-theses/interface-em-realidade-virtual-para-sistema-de/docview/3085949538/se-2?accountid=26587>. Acesso em: 31 mar. 2025.

FLAIMSYSTEMS. **FLAIM Trainer Brochure**. Disponível em: <https://flaimsystems.com/>. Acesso em: 03 abr. 2025.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (org.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120 p. (Série Educação a Distância).

LI, Xiao; YI, Wen; CHI, Hung-Lin; WANG, Xiangyu; CHAN, Albert P.C. A critical review of virtual and augmented reality (VR/AR) applications in construction safety. **Automation in Construction**, v. 86, p. 150-162, fev. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580517309962?via%3Dihub>. Acesso em: 31 mar. 2025.

MEALY, P. **Virtual & augmented reality for dummies**. 1. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc, 2018.

MOREIRA, Moisés Herculano de Lima. *Reabilitação do ombro, com tratamento e gestão da dor crónica: uma abordagem usando robótica e realidade virtual imersiva*. 2024. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento em Jogos Digitais) – Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, Barcelos, 2024. Disponível em: <https://www.proquest.com/dissertations-theses/reabilitação-do-ombro-com-tratamento-e-gestão-da/docview/3132863470/se-2?accountid=26587> . Acesso em: 31 mar. 2025.

MOURA, João Martinho. *Realidades virtuais incorporadas*. 2022. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia das Artes) – Escola das Artes, Universidade Católica Portuguesa, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ucp.pt/entities/publication/2b00f71b-f2c2-4033-9ad2-6dd5ef83e2ff> . Acesso em: 31 mar. 2025.

MENDES, Victor de Noronha. *Realidade virtual no tratamento da Fobia Social*. 2022. [Número de páginas] f. Dissertação (Mestrado Integrado em Medicina) – Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto, Porto, 2022. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/7e09c2f986176dbff72c66a78b7c6aa4/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y> . Acesso em: 31 mar. 2025.



FELIX, Ismael Borges Lima. *Impacto dos simuladores de realidade virtual na formação bombeiro militar do Maranhão.* 2018. [Número de páginas] f. Monografia (Curso de Formação de Oficiais Bombeiros Militar) – Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2018. Disponível em: <https://repositorio.uema.br/handle/123456789/818> . Acesso em: 31 mar. 2025.

OLIVEIRA, Joana; DIAS, Joana Aires; CORREIA, Rita; PINHEIRO, Raquel; REIS, Vítor; SOUSA, Daniela; AGOSTINHO, Daniel; SIMÕES, Marco; CASTELO-BRANCO, Miguel. Exploring immersive multimodal virtual reality training, affective states, and ecological validity in healthy firefighters: quasi-experimental study. Disponível em: <https://games.jmir.org/2024/1/e53683/> . Acesso em: 31 mar. 2025.

SILVA, Carlos Eduardo Gonçalves da; ANDRADE, Ludmila Santos de. Utilização do BIM com realidade aumentada, realidade virtual e internet das coisas para a consciência situacional de segurança, vigilância e controle em espaços restritos e espaços públicos do corpo de bombeiros. 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Ludmila-Andrade/publication/380728415_UTILIZACAO_DO_BIM_COM_REALIDADE_AUMENTADA_REALIDADE_VIRTUAL_E_INTERNET_DAS_COISAS_PARA_A_CONSCIENCIA_SITUACIONAL_DE_SEGURANCA_VIGILANCIA_E_CONTROLE_EM_ESPACOS_RESTRITOS_E_ESPACOS_PUBLICOS_DO_CORPO_DE_BOMBEIROS/links/664bc14f22a7f16b4f3e2596/UTILIZACAO-DO-BIM-COM-REALIDADE-AUMENTADA-REALIDADE-VIRTUAL-E-INTEENET-DAS-COISAS-PARA-A-CONSCIENCIA-SITUACIONAL-DE-SEGURANCA-VIGILANCIA-E-CONTROLE-EM-ESPACOS-RESTRITOS-E-ESPACOS-PUBLICOS-DO-CORPO-D.pdf . Acesso em: 6 out 2025.

NETTO, Antonio Valerio. Aplicação de simuladores de realidade virtual e problem based learning para o treinamento de profissionais da área de segurança. *Revista de Educação Ciência e Tecnologia*, Canoas, v. 7, n. 2, p., 2018. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/3083> . Acesso em: 4 abr. 2025.

LUCENA, Arthur Felipe Echs; FAZINGA, Wanessa Roberta; SAFFARO, Fernanda Aranha. Uso de realidade virtual e aumentada no ensino de segurança do trabalho na graduação. *Revista Gestão e Secretariado (GeSec)*, São Paulo, SP, v. 14, n. 9, p. 15500- 15508, 2023. DOI: 10.7769/gesec.v14i9.2805. Disponível em: <http://doi.org/10.7769/gesec.v14i9.2805>. Acesso em: 4 abr. 2025.



ROMEIRO, Victor Fernando Teles. A realidade virtual e a realidade aumentada aplicadas ao meio militar. **Revista Passadiço**, 2017. Disponível em: <https://portaldeperiodicos.marinha.mil.br/index.php/revistamaritima/article/view/6153> . Acesso em: 31 mar. 2025.

TORI, Romero. Tecnologias Imersivas na Educação em Saúde. **Boletim do Instituto de Saúde**, [Local de Publicação, geralmente São Paulo, SP], v. 23, n. 2, p. 43-56, dez. 2022. Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/bis/article/view/39854> . Acesso em: 20 mar. 2025.

TORI, R., KIRNER, C.; SISCOUTTO, R. A. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada.** Editora SBC, pp. 2-21, 200.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site
<https://edoc.amazonas.am.gov.br/692E.6820.F633.00C0/9FF90B5D>
Código verificador: **692E.6820.F633.00C0** CRC: **9FF90B5D**