

## **REGISTRO FOTOGRÁFICO EM 360° E INVESTIGAÇÃO DE INCÊNDIO: CONTRIBUIÇÕES E POSSIBILIDADES**

*André Porto*<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0009-0009-1943-9092>

*Pablo Rodrigues Muniz*<sup>2</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-3998-5076>

### **RESUMO**

A investigação de incêndio necessita de documentação para o registro mais fidedigno possível do cenário incendiado. A fotografia é o principal meio de registro de um cenário de incêndio e as imagens em 360° são de grande auxílio para uma melhor descrição das causas de um incêndio. Nesse sentido, o objetivo principal do trabalho é analisar as contribuições do registro fotográfico em 360° em uma investigação de incêndio. Os objetivos específicos foram: (1) analisar a utilização do registro fotográfico em 360° em investigações de incêndio em edificação; (2) propor um método de registro fotográfico em 360° de um cenário de incêndio em edificação; (3) elencar algumas possibilidades da utilização de imagens em 360°. A metodologia aplicada baseou-se em uma pesquisa bibliográfica, documental e descritiva na qual foram levantados e discutidos os principais conceitos sobre fotografia aplicada em investigações de incêndio, registro fotográfico em 360°, realidade virtual (RV) e realidade aumentada (RA). Em um segundo tópico foi proposto um método para registro de edificações utilizando uma câmera de captura de imagens em 360°. Por fim foram levantadas algumas possibilidades de aplicação para as imagens em 360° recolhidas em um incêndio. Nas conclusões, foram encontrados que o registro de incêndios em 360°, apesar de não ser adotado como rotina no Brasil, é de grande utilidade tanto na descrição do cenário quanto para outras finalidades; que baseado nessa lacuna um método para o registro em 360° de um incêndio em edificação é de suma importância para padronizar a ação investigativa no Brasil; e que o passeio virtual, é a principal possibilidade de utilização das imagens em 360° tanto para fins de investigação quanto para formação de novos investigadores de incêndio.

**Palavras-chave:** Fotografia panorâmica, Realidade virtual e aumentada, Passeio virtual.

---

<sup>1</sup> Instituto Federal do Espírito Santo, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT). Inspetor de Incêndio e Auxiliar de Perícias do Departamento de Investigação, Pesquisa e Prevenção de Incêndios – Centro de Atividades Técnicas, Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo, email: professorandreporto@gmail.com.

<sup>2</sup> Instituto Federal do Espírito Santo, Doutor em Engenharia Industrial - UFBA, Professor Titular do Instituto Federal do Espírito Santo, docente permanente dos Programas de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT) e em Tecnologias Sustentáveis (PPGTecS), email: pablorm@ifes.edu.br.

## **360° PHOTOGRAPHIC RECORD AND FIRE INVESTIGATION: CONTRIBUTIONS AND POSSIBILITIES**

### **ABSTRACT**

The fire investigation requires documentation for the most reliable record possible of the fire scene. Photography is the main means of recording a fire scenario and 360° images are of great help in better describing the causes of a fire. In this sense, the main objective of the work is to analyze the contributions of 360° photographic records in a fire investigation. The specific objectives were: (1) to analyze the use of 360° photographic records in fire investigations in buildings; (2) propose a 360° photographic recording method of a building fire scenario; (3) list some possibilities for using 360° images. The methodology applied was based on bibliographical, documentary and descriptive research in which the main concepts about photography applied in fire investigations, 360° photographic recording, virtual reality (VR) and augmented reality (AR) were raised and discussed. In a second topic, a method for recording buildings using a 360° image capture camera was proposed. Finally, some application possibilities for 360° images collected in a fire were raised. In the conclusions, it was found that recording fires in 360°, despite not being adopted as a routine in Brazil, is very useful both in describing the scenario and for other purposes; that based on this gap, a method for 360° recording of a fire in a building is extremely important to standardize investigative action in Brazil; and that the virtual tour is the main possibility of using 360° images both for research purposes and for training new fire investigators.

**Keywords:** Panoramic photography, Virtual and augmented reality, Virtual tour.

**Artigo Recebido em 14/11/2023**

**Aceito em 23/03/2024**

**Publicado em 30/03/2024**

## 1- INTRODUÇÃO

A investigação de incêndio envolve várias etapas desde o recebimento das informações iniciais sobre os fatos ocorridos até a finalização de um laudo. Uma de suas características é o registro fotográfico. A própria *National Fire Protection Association* em seu livro básico para formação de investigadores de incêndio, “*Fire investigator Principles and Practice to NFPA 921 and 1033*”, traz um capítulo dedicado à fotografia (NFPA, 2016).

O registro fotográfico muitas vezes fica restrito ao registro em duas dimensões com um equipamento rotineiramente utilizado. Com o desenvolvimento tecnológico, novos equipamentos foram surgindo, um deles é a câmera que realiza registros fotográficos em 360°.

O que já foi realizado e amplamente divulgado na imprensa foi a utilização de um *scanner* 3D (três dimensões) pela Polícia Federal brasileira na investigação do incêndio no Museu Nacional no ano de 2018<sup>3</sup>.

Muito se fala dos custos de se construir ou criar um ambiente de realidade aumentada ou virtual voltado para a aprendizagem sem saber ao certo quanto se empreende para construir um produto desse porte. No caso deste trabalho, o custo é ínfimo por utilizar imagens em 360° registradas a partir de uma câmera apropriada com custo aproximado de cinco mil reais, um monopé com custo médio de cinquenta a cem reais, e acesso ao *moodle* para construir o curso prático, que é gratuito (GOOGLE, 2023).

Profissões que impõem risco à saúde e à integridade física de seus técnicos e atividades de alta complexidade têm como aspecto comum a dificuldade de repetição dos cenários reais no treinamento, desde sua complexidade até custos financeiros e logísticos (Woodward, 2021; De França Bail et al, 2022; De Mattos, 2022). Nessa toada, RV (realidade virtual) e RA

---

<sup>3</sup><https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/brasil/2018/09/05/interna-brasil,704129/policia-federal-usa-escaneamento-3d-em-investigacao-do-incendio-no-mus.shtml>

(realidade aumentada) ganham espaço em possibilitar a simulação da atividade e fomentar um processo de ensino-aprendizagem significativo (Ausubel, 2003).

O contexto deste trabalho percorre a relação que a fotografia tem com a investigação de incêndio; as possibilidades que um registro fotográfico em 360° possui; e por fim, quais as possibilidades que a Realidade Aumentada apresenta para a investigação de incêndio e demais atividades associadas.

Sendo assim, o presente estudo se justifica pelo emergente avanço tecnológico que proporciona a utilização de novos equipamentos que auxiliam na representação da realidade e da escassez de estudos publicados voltados para a área de investigação de incêndio. Este trabalho também propõe um método de captura de imagens em 360°, e sugere algumas aplicações para fins pedagógicos, quer seja de representação do ambiente ou formação de novos investigadores, quer seja outros estudos correlatos.

O objetivo geral deste escrito é analisar as possíveis contribuições do registro fotográfico em 360° em uma investigação de incêndio.

Os objetivos específicos foram: (1) analisar a utilização do registro fotográfico em 360° em investigações de incêndio em edificação; (2) propor um método de registro fotográfico em 360° de um cenário de incêndio em edificação; (3) elencar algumas possibilidades da utilização de imagens em 360°.

Em síntese, o leitor deste artigo perceberá que apesar de não ser novidade a existência de imagens em 360°, é inovador realizar esse tipo de registro voltado para incêndios. Sua prática pode expor uma infinidade de possibilidades de aplicação das imagens desde para a elaboração de um laudo até a formação de novos investigadores de incêndios.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 REGISTRO FOTOGRÁFICO EM CENAS DE CRIME E INVESTIGAÇÃO DE INCÊNDIO**

Atualmente não se pode falar de investigação de incêndio sem citar alguma referência estadunidense. A NFPA e seus documentos são a principal referência para um investigador. Na quarta edição dos Princípios e Fundamentos para NFPA 921 e 1033 podemos encontrar um capítulo totalmente dedicado a documentação de um cenário de incêndio, sendo a fotografia panorâmica o principal método (NFPA, 2016; 2021).

O registro tem como objetivo principal lembrar a cena e permitir a documentação através de um relatório dessas observações. Por isso, deve ser retratado o que for encontrado no sinistro de tão completo e inteligível quanto possível. Ele tem função não só na confecção do relatório, como também para utilização no sistema judiciário (NFPA, 2021).

Braga e Landim (2008) reforçam a importância da fotografia no registro do cenário de incêndio como um dos elementos de análise do cenário não só com o objetivo de registrar o bem danificado como se encontrava no momento da investigação, mas também como meio de fundamentação dos resultados da investigação. Garrido et al (2019) e Robinson (2016) relataram em seus estudos a importância dos métodos da fotografia forense e seu papel no conteúdo probatório e resolução de processos judiciais.

Hess et al (2017) lembram que a maior parte do registro de um sinistro é realizado pela equipe de investigação. No entanto, outras imagens podem ser utilizadas levando em consideração a difusão de *smartphones* e demais equipamentos de registro. Os autores citam o caso de um incêndio em uma igreja em que várias pessoas assistiram o desenrolar da ocorrência, equipes de imprensa acompanharam o combate, o pastor contratou um fotógrafo para fins históricos e uma equipe de uma seguradora também fez registro dos danos.

Tudo isso pôde ser utilizado para fins de registro de uma investigação de incêndio.

## 2.2 REGISTRO FOTOGRÁFICO EM 360°

O registro fotográfico é uma ação em que todos os ângulos de uma determinada área são capturados por um equipamento fotográfico: uma fotografia panorâmica a partir do ponto do observador. Esse registro pode ser realizado por vários tipos de equipamentos, desde um *smartphone* até uma câmera 360°.

O ponto crítico, e temática específica deste artigo, é o registro interno de edificações sinistradas por incêndio. Sendo assim, o profissional para além das características do ambiente, deve se preocupar com a iluminação para o registro em 360°. O principal objetivo do registro de uma cena de incêndio é criar um mosaico do que ocorreu e a fotografia em 360° é de grande auxílio nisso.

Hess (2017) cita que uma visão panorâmica de uma cena de crime permite que outras pessoas realizem o mesmo caminho que o investigador fez no cenário incendiado. É até citada a existência de um *software* que cria um passeio virtual voltado para processos judiciais nos Estados Unidos da América, e indica como inovação a utilização de *scanner a laser 3D* para mapear um cenário incendiado. E Robinson (2016) reforça que a fotografia panorâmica pode auxiliar na visão completa de uma localidade a partir do ponto do observador.

## 2.3. CONCEITOS PRINCIPAIS SOBRE REALIDADE VIRTUAL E REALIDADE AUMENTADA

Antes de entendermos o que é RA, é preciso conceituar RV. Segundo Jareld (2015), RV é um ambiente digital gerado computacionalmente em que é possível interagir e experimentar como se fosse real. Por conseguinte, RA,

segundo Tori et al (2020), é uma mistura do mundo real e virtual em que o mundo real é suplementado com itens computacionais.

Entendendo esses conceitos básicos, é possível começar a perceber que o registro fotográfico em 360º tem possibilidade de ser utilizado na criação de um ambiente de RA através de um passeio virtual.

Atualmente existem simuladores de incêndio (DRAEGER, 2023) para treinar o combate às chamas em cenário real ou próximo ao real, como também existem algumas tecnologias de treinamento com RV para investigadores de incêndio (RIVR, 2023).

A RV se tornou uma poderosa aliada para a educação profissional proporcionando vivências de aprendizagem envolventes e eficazes. Uma de suas vantagens é a possibilidade de proporcionar um ambiente com riscos controlados, permitindo a prática de técnicas e habilidades com segurança e sem danos reais.

Áreas como saúde, construção, aviação, segurança pública, Forças Armadas já vêm utilizando a RV na formação profissional. Para, além disso, a RV oferece uma vivência educativa imersiva e interativa que aumenta o envolvimento e motivação dos participantes além disso a possibilidade de maior retenção de conhecimento e aquisição de habilidades (Ravichandran e Mahapatra, 2023).

Mayne e Green (2023) descobriram que a RV é um método que envolve alunos investigadores e tem eficácia na transmissão de habilidades práticas de cena de crime. Também pode oferecer soluções de custo-benefício em relação a métodos convencionais. Eles não sugerem a substituição total da prática convencional, mas creem que a RV pode contribuir na aprendizagem dos alunos.

Corroborando com essa ideia, Pozharkova et al (2020) confirmaram em seus experimentos em que utilizaram a RV para o treinamento de investigadores de incêndio e perceberam, através de um grupo controle em que não foi utilizada nenhuma intervenção em RV, que esse tipo de tecnologia

facilitou a apreensão de conhecimentos e comprovaram que em sua população pesquisada a utilização dessa tecnologia no processo de ensino-aprendizagem associou-se a um maior engajamento dos alunos, envolvimento e diminuição do esforço cognitivo para consolidar os conhecimentos práticos da atividade devido à experiência imersiva em um incêndio.

#### 2.4 DEFINIÇÃO DE PASSEIO VIRTUAL

O passeio virtual é a principal possibilidade de aplicação das imagens em 360°. O passeio virtual é uma visita que prescinde a presença física do usuário. Wells et al (2007) lembraram que o passeio virtual pode ser reproduzido em uma infinidade de formatos, desde uma mídia simples como um *pen drive* até em um aplicativo disponível para um *smartphone*. O seu grande uso é possibilitar que um terceiro possa experimentar um espaço sem que necessariamente precise se deslocar até ele.

Tung et al (2015) perceberam que ao utilizar o passeio virtual para apresentar evidências e um Programa de Educação Individualizada auxiliou o júri leigo a entender do que se tratava o que estava sendo apresentado. Eles observaram que esse tipo de registro, no caso com lentes esféricas, combinadas com um passeio virtual, auxilia o entendimento da evidência pelo público em geral.

Spielmann e Mantonakis (2018) diferenciam os passeios virtuais de vídeos e demais ferramentas de comunicação *online* que são visualizações passivas. Ao interagir com a realidade criada pelo passeio virtual é permitida uma experiência próxima ao real. Outros autores como Maícas e Viñals (2017) definem o passeio virtual uma realidade em que os usuários podem interagir através de adições ao que foi registrado e passear pelo ambiente através inclusive do uso do mouse.

Faustino (2021) em exemplar dissertação sugere um roteiro que foi seguido por vários autores sendo: “[...] delimitação da área; tomada de



fotografias; geração das imagens 360°; geração do ambiente virtual (criação dos passeios) e, criação do ambiente de realidade aumentada”.

Após a análise breve dos autores, é possível perceber que não só as imagens em 360° tem grande capacidade de contribuir na atividade de investigação de incêndio, como também já vem sendo utilizada não só segmentos científicos bem como largamente estudada por inúmeros autores.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Esta é uma pesquisa qualitativa do tipo bibliográfica, documental e descritiva (Gil, 2022) realizada a partir de fontes secundárias, principalmente artigos de periódicos e livros sobre o tema. O período principal pesquisado foi de publicações de no máximo cinco anos anteriores utilizando palavras-chave como: formação de investigadores de incêndio, realidade virtual e educação de bombeiros e demais pesquisas com termos correlatos. Nesse sentido foram utilizadas fontes disponibilizadas no Portal de Periódicos da Capes, *Science Direct* e demais bases de pesquisa, bem como plataformas de pesquisa do *Google* e *Google Scholar*.

A partir da análise de textos selecionados, foi construído o texto deste artigo seguindo a ideia de trazer conceitos básicos sobre o registro de cenários de incêndio, sobre registros em 360° e sobre realidade aumentada buscando responder aos objetivos propostos na introdução deste estudo.

### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **4.1 ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DO REGISTRO FOTOGRÁFICO EM 360° EM INVESTIGAÇÕES DE INCÊNDIO EM EDIFICAÇÃO**

As imagens em 360° são tão importantes no sentido de registro de incêndios que o *National Institute of Standards and Technology* (NIST) tem um projeto de pesquisa dedicado no registro de incêndios em 360°, neste caso, de vídeos. Uma de suas conclusões, segundo Hoehler (2021), foi que esse tipo de

registro tem como resultado a contextualização espacial e temporal para o espectador, podendo ser uma ferramenta útil para as ciências do fogo.

A investigação de incêndio, com base nas normas da NFPA, principalmente a 921, traz a técnica de composição de mosaicos utilizando câmeras com lentes grandes-angulares. Com o avanço tecnológico, uma câmera capaz de realizar imagens em 360° supre totalmente essa necessidade.

Por conseguinte, uma alternativa de emprego dessas imagens que vai se clareando é a possibilidade de criação de uma RA através de um passeio virtual em que seja possível trazer o maior nível de detalhe possível para os objetivos que se deseja.

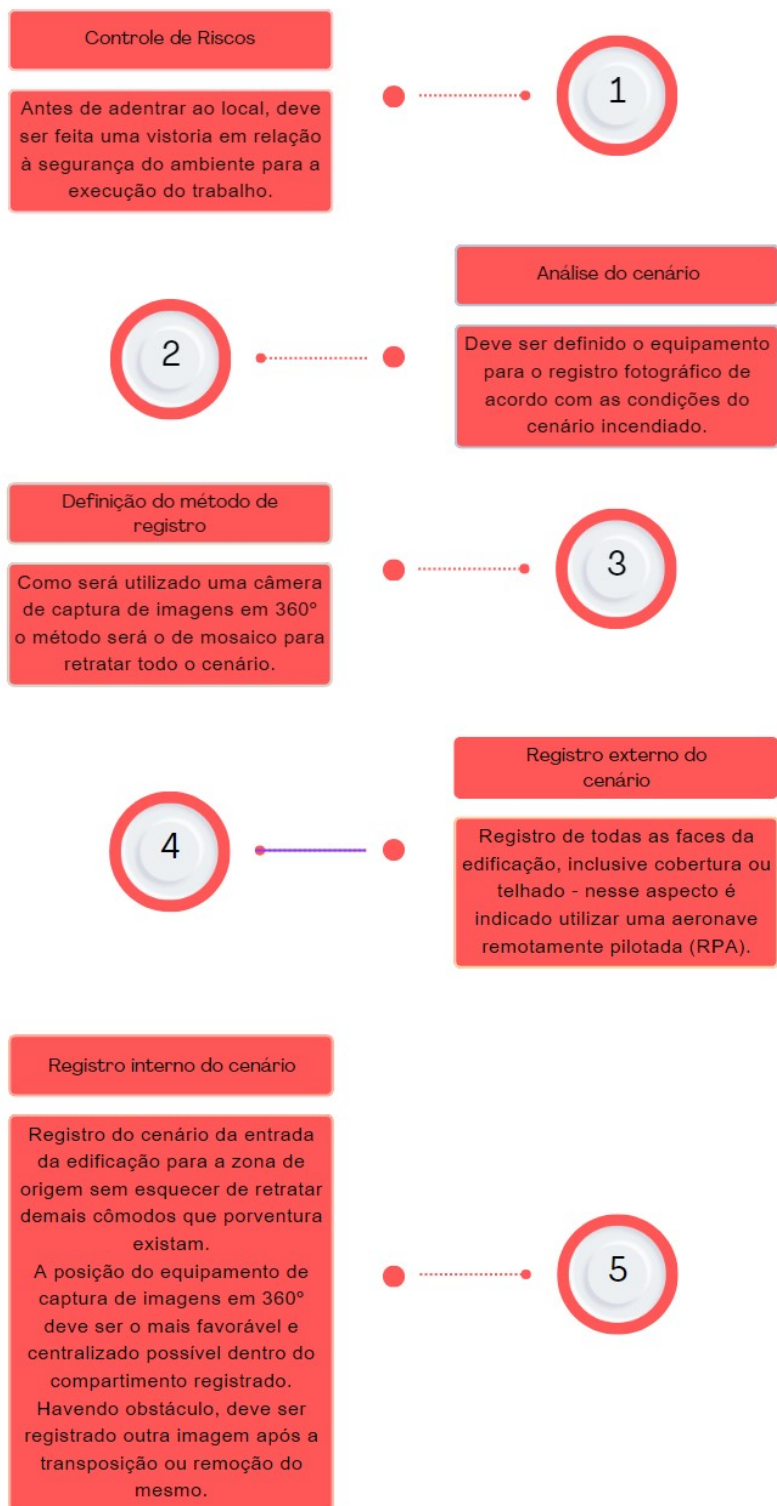
#### 4.2 PROPOSTA DE UM MÉTODO PARA REGISTRO FOTOGRÁFICO EM 360° DE UM CENÁRIO DE INCÊNDIO EM EDIFICAÇÃO

Considerando que a intencionalidade de um registro em 360° neste artigo é a criação de um passeio virtual imersivo e interativo, e considerando que este estudo pretende propor um método para o registro de uma edificação sinistrada por incêndio, e lembrando que a depender dos fins, os dados devem ser protegidos na forma da Lei<sup>4</sup>, o procedimento descrito a seguir é proposto na Figura 1.

---

<sup>4</sup>Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011 - Lei de Acesso à Informação (LAI); e Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 – Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD).

**Figura 1:** Proposta de método de registro fot. 360° de uma edif.inc.

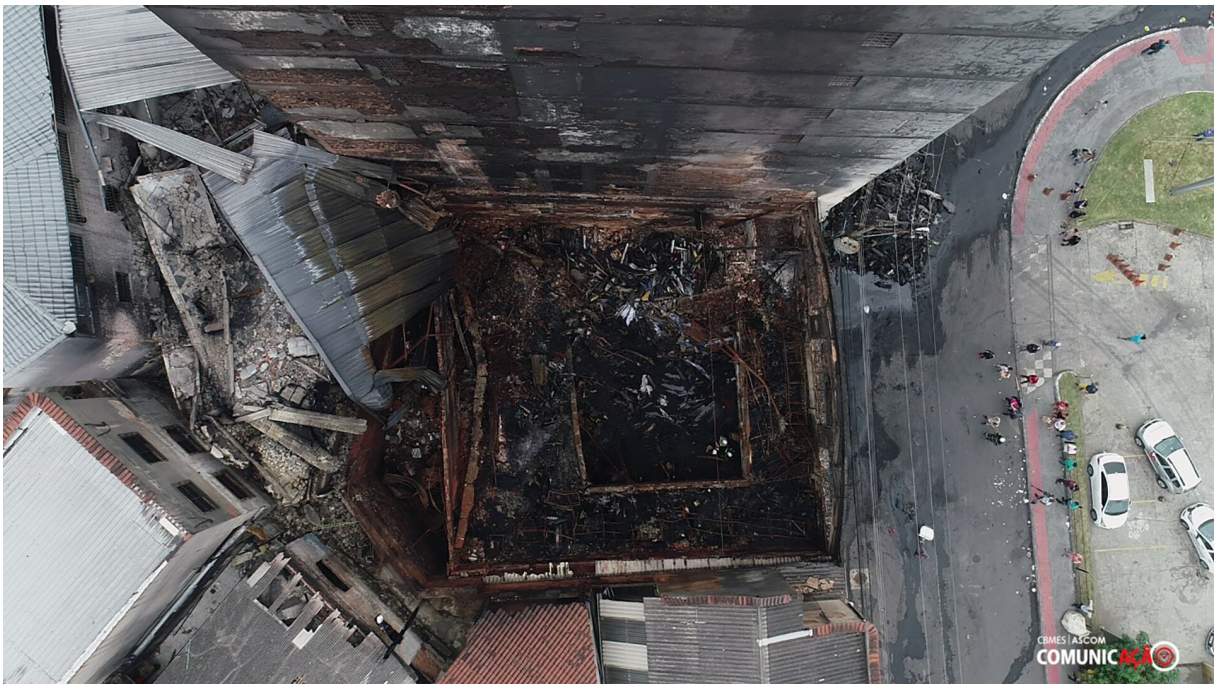


Fonte: os autores.

Ao final de todo o registro, o responsável pelas imagens deve utilizá-las para os fins que desejar, desde um passeio virtual com um aplicativo à sua escolha ou que esteja à disposição de sua organização até a criação de ambientes voltados para fins educacionais e de formação de investigadores de incêndio.

Como exemplo segue a sequência de imagens cedidas pelo Departamento de Investigação, Pesquisa e Prevenção de Incêndios (DepIPPI) do Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo (CBMES) capturadas pelo 3º Sargento Porto, um dos autores deste trabalho e uma imagem aérea disponibilizada pela Assessoria de Comunicação do CBMES divulgada em jornal local da cidade de Vitória-ES. Essas imagens selecionadas retratam de forma sucinta a técnica de registro de uma edificação incendiada.

**Figura 2** - Imagem de um galpão incendiado registrada por drone em 2019 na cidade de Vitória-ES.



Fonte: Jornal A Gazeta/CBMES (2019)

**Figura 3:** Captura da área externa de uma edificação em 360° com imagem em formato nativo.



Fonte: PORTO; DepIPPI– CBMES (2024)

**Figura 4:** Captura de imagem em 360° de área interna de um cômodo com imagem em formato nativo.



Fonte: PORTO; DepIPPI – CBMES(2024)

**Figura 5:** Captura de imagem em 360° de área interna de um cômodo incendiado com imagem em formato nativo.



Fonte: PORTO; DepIPPI– CBMES(2024)

**Figura 6:** QR Code para acesso ao passeio virtual de um incêndio criado a partir das figuras 3, 4 e 5(<https://tour.panoee.com/65fdd8c8fd11cb68e431d75a>)



Fonte: os autores.

Essa demonstração da técnica é semelhante à técnica apresentada por MELLO E FERRAZ (2023) que apresentaram estudos de caso e possibilidades de utilização de imagens em 360°. As autoras construíram um passeio virtual de vistoria a partir de imagens panorâmicas traduzidas na figura 7.

**Figura 7:** QR Code para acesso a um passeio virtual de vistoria

(<https://bit.ly/3oEevi6>).

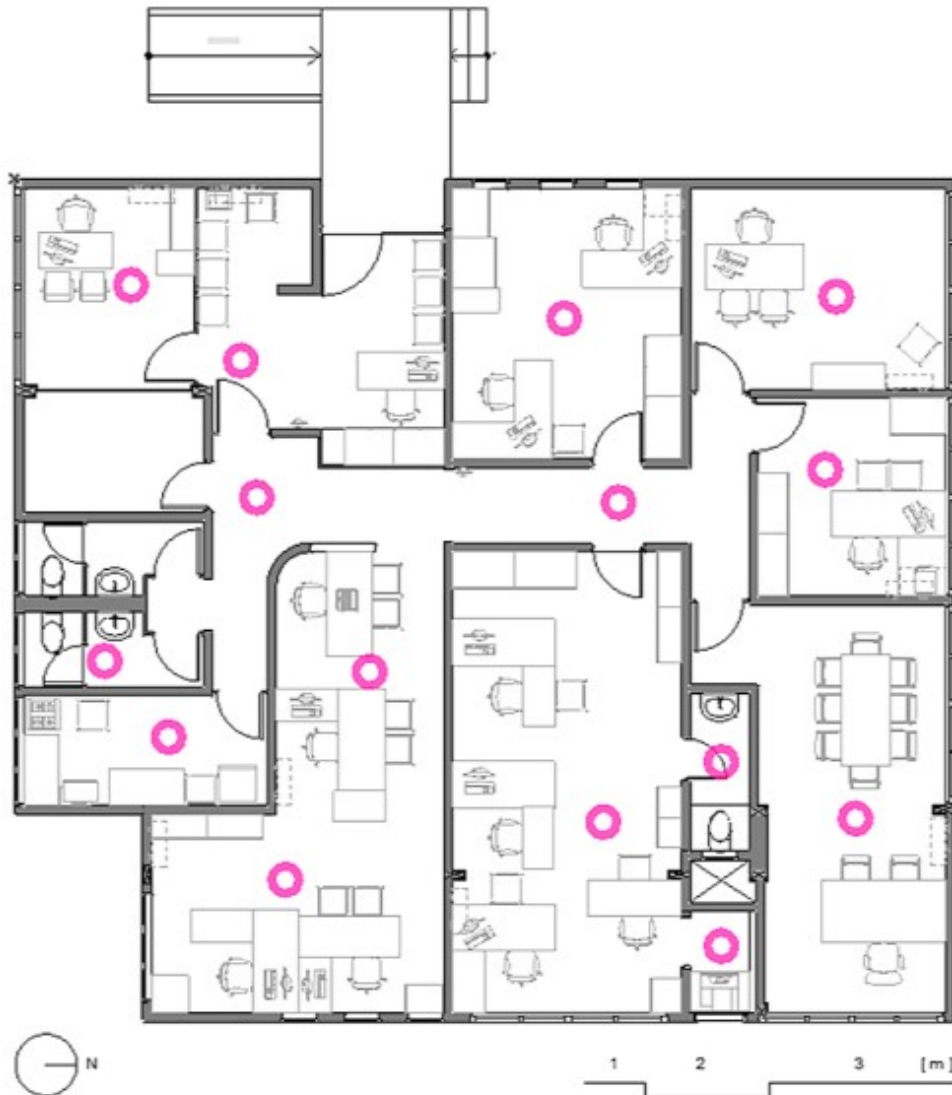


Fonte: MELLO E FERRAZ (2023)

Grosskopf et al (2019) discutiram a aplicação da fotografia 360° como ferramenta de modelagem de *as built*. Foi realizado um estudo em que foi comparando a utilização do registro em 360° com o método tradicional de fotografia (em duas dimensões). Seus resultados apontaram que “[...] a fotografia em 360° se mostrou mais eficaz do que a tradicional, proporcionando maior agilidade na coleta e conferência de dados para a modelagem BIM”.

Os autores seguiram técnica similar ao que é descrito neste trabalho para o registro fotográfico em 360° e na figura 8, detalharam o local em que posicionaram o equipamento fotográfico para criação de seu panorama que tinha a finalidade de modelagem do ambiente.

**Figura 8:** Mapeamento dos registros em 360°.



Fonte: Grosskopf et al (2019)

Nesse sentido é importante ressaltar que esse posicionamento do equipamento fotográfico pode ser estendido ao registro de edificações incendiadas levando em consideração o grau de iluminação e destruição do ambiente sinistrado.

Com o roteiro proposto na figura 1 e com as ilustrações que demonstraram a aplicação da técnica de captura de imagens em 360° é



possível perceber que há uma congruência na proposta deste trabalho com o que Grosskopf et al (2019) e Mello e Ferraz (2023) propuseram em seus estudos.

Assim seguindo o método destacado neste trabalho, o profissional responsável pelo registro fotográfico estará apto para desenvolver esta atividade lembrando sempre que por se tratar de um ambiente destruído pela ação das chamas, a iluminação deve ser sempre controlada com a finalidade de se capturar o maior nível de detalhe possível no registro fotográfico em 360°.

### 4.3 POSSIBILIDADES DA UTILIZAÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA ATRAVÉS DE IMAGENS EM 360°

Dentre as inúmeras possibilidades da RA aliada a imagens em 360° de incêndio, este artigo objetiva analisar: o passeio virtual e uma vivência prática imersiva e interativa.

A justificativa é que ao se utilizar realidades virtuais, o treinamento de investigadores de incêndio tem seus riscos controlados, sem perdas pedagógicas significativas. Além disso, desvincula a realização do treinamento à temporalidade da ocorrência de um sinistro, bem como da necessidade de deslocamento das pessoas até o ambiente sinistrado. BRAUN et al (2022) afirmaram que esse tipo de tecnologia oferece a possibilidade de representar ambientes perigosos com riscos mínimos.

#### 4.3.1 Passeio Virtual

O passeio virtual de uma edificação é uma das aplicações mais simples de ser produzida. O primeiro passo é o registro fotográfico em 360°. Feito o registro, deve ser solucionada uma plataforma ou *software* que produza o passeio.

Realizada a inserção das imagens, devem ser inseridas as interações nos pontos de importância bem como as marcas de incêndio, sinais de

arrombamento, focos de incêndio, zona de origem, dentre outros registros, inclusive dos cômodos não afetados da edificação de acordo com o método de investigação da NFPA (2016; 2021).

A ideia de se criar um passeio virtual é que o usuário consiga imergir como se estivesse dentro do cenário e consiga perceber o que ocorreu. Podem ser incluídas interações com o objetivo de esclarecer e trazer maiores detalhes sobre o incêndio através de fotos aproximadas, áudios, vídeos e demais meios de acordo com a o sistema h5p (H5P, 2024) compatível com o sistema *moodle*.

#### **4.3.2 Vivência Prática Imersiva e Interativa**

A RA utilizando as imagens em 360° e um *software* que possa criar um ambiente imersivo e interativo pode ser uma alternativa a suprir vivências práticas de investigadores de incêndio que desde sua formação até sua atuação ao longo do tempo, depende que incêndios aconteçam.

Nesse sentido, o registro panorâmico e a RA podem se tornar aliadas na finalidade educacional, pois ao realizar esse tipo de documentação é possível criar um banco de dados acessível a qualquer tempo e hora. Os custos da capacitação seriam razoavelmente menores, visto que seriam evitadas viagens com deslocamentos, investindo-se somente o tempo das pessoas a serem capacitadas.

Com as imagens em 360° atuando em conjunto com a RA, conhecimentos práticos e cenários muitas vezes irrepetíveis podem ser estudados e vivenciados do ponto de vista do observador.

A NFPA (2023) realizou uma revisão sistemática com o objetivo de levantar o que existe publicado hodiernamente sobre a utilização da RV/RA no treinamento de bombeiros. Foi apontado que no quesito educacional, a RV e a RA sugeriram que foram exitosas no desenvolvimento de habilidades motoras e na construção do conhecimento necessário para a atividade. Concluíram

também que elementos de jogo também podem contribuir nesse processo de ensino-aprendizagem.

Outros estudos em nível nacional (De França Bail et al, 2022; De Mattos e Bodstein, 2022) concluíram que a RV e a RA atuam de forma positiva no engajamento e construção de conhecimento de bombeiros. Além disso, reconhecem os benefícios para a educação que a RV e a RA podem trazer no processo de ensino-aprendizagem.

Por fim, o interessante desse tipo de intervenção é que o usuário poderá perceber as consequências de suas escolhas e observações no cenário de incêndio. Como exemplo, foi publicado um estudo de caso na Educação Profissional (Nemer et al, 2020) sobre uma experiência realizada no Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial de São Paulo (SENAI-SP) que produziu um game para ensinar técnicas e procedimentos em áreas de risco<sup>5</sup>.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A partir da condução da pesquisa, foram derivadas diversas considerações. Em primeiro lugar, destaca-se a considerável utilidade do registro fotográfico em 360°. Contudo, observa-se que tal prática ainda não se encontra incorporada à rotina geral dos investigadores de incêndio, salvo para aqueles que dispõem de um equipamento de scanner 3D.

Foram descritas diversas contribuições advindas da utilização de um registro em 360° em investigações de incêndio, as quais abarcam aplicações que incluem o aprimoramento da compreensão do cenário por parte do investigador, a apresentação virtual do ambiente para leigos, a utilização em contextos jurídicos, o emprego na formação de investigadores, entre outras aplicações.

Nesse contexto, uma abordagem metodológica foi sugerida para o registro de cenários de incêndio em edificações, na qual cada compartimento da edificação deve ser documentado desde a entrada até a zona de origem,

---

<sup>5</sup><https://www.facebook.com/senaisaopaulo/videos/566249840866658>

abrangendo inclusive os espaços não afetados pelo sinistro. Após a realização desse procedimento, o responsável terá a possibilidade de empregar as imagens na criação de um passeio virtual, disponibilizando um *link* para sua inclusão em laudos por meio de uma plataforma selecionada pela instituição.

Sendo o passeio virtual uma das principais possibilidades da utilização das imagens em 360°, também será possível visualizá-las utilizando óculos RV. Dentre outras possibilidades, criar uma RA educacional é uma grande potência porque o educando poderá não só visualizar um cenário real (preservando o direito à privacidade) bem como poderá interagir com ele através da simples observação, bem como interação com objetos que podem ser inseridos pelos editores.

Nessa perspectiva, o presente artigo apresentou como contribuição do registro fotográfico em 360°, o vasto campo de possibilidades que as novas tecnologias têm proporcionado à sociedade de modo geral e de forma que este tema, longe de ser conclusivo, pode se estender para outras atividades relacionadas aos bombeiros, como atuações em espaços confinados e simulações de combate real, assim como para diversas profissões que envolvem riscos e demandam simulações em seus programas de atividades e treinamento.

### REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.

BRAGA, G C B e LANDIM, H R O. Investigação de Incêndio. In: **A segurança de incêndio no Brasil**, p. 333-364. Projeto Editora. São Paulo, 2008.

BRASIL. **Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011 - Lei de Acesso à Informação (LAI)**.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 – Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD).**

BRAUN, P.; GRAFELMANN, M.; GILL, F.; STOLZ, H.; HINCKELDEYN, J.; LANGE, A. Virtual Reality for Immersive Multi-User Firefighter Training Scenarios. **Virtual Reality & Intelligent Hardware**, Volume 4, Issue 5. 2022.

DRAEGER. Draeger, c2023. **Sistemas para simulação de incêndio.** Disponível em <[https://www.draeger.com/pt-br\\_br/Productselector/Safety-Training-Systems/Fire-Simulation-Systems?page=1](https://www.draeger.com/pt-br_br/Productselector/Safety-Training-Systems/Fire-Simulation-Systems?page=1)>. Acesso em: 29 de mai. 2023.

DE FRANÇA BAIL, Rosângela; ORLEI MICHALOSKI, Ariel; AUGUSTO BORTOLASSI DE OLIVEIRA, Renan; JOSE SLOMP AGUIAR, Eduardo. Usability of Immersive Technology for Education and Training of Firefighters in Brazil. **International Journal for Innovation Education and Research**, Dhaka, Bangladesh, v. 10, n. 9, p. 365–380, 2022. [DOI: 10.31686/ijer.vol10.iss9.3921](https://doi.org/10.31686/ijer.vol10.iss9.3921). Disponível em: <https://scholarsjournal.net/index.php/ijer/article/view/3921>.

DE MATTOS, P. S. A. B. **O Uso De Tecnologia Da Realidade Virtual Na Formação, Qualificação E Treinamento De Bombeiros E Brigadistas.** Dissertação de Mestrado – UFF – Programa de Pós-Graduação em Defesa e Segurança Civil. Niterói, 2022.

DE [MATTOS, P. S. A. B.](#); BODSTEIN, A. Perspectivas sobre o uso da realidade virtual na qualificação e treinamento de bombeiros e brigadistas. In: 6º. Congresso ibero latino-americano em Segurança Contra Incêndios, 2022, Belo Horizonte. **Anais do 6º. Congresso ibero latino-americano em Segurança Contra Incêndios.** Coimbra / Portugal: ALBRASCI - Associação

Luso-Brasileira para a Segurança Contra Incêndio, 2022. v. 1. p. 171-182.  
Acesso em: 17 dez. 2023.

FAUSTINO, F J S. **Tecnologias para implementação de um passeio virtual por meio de imagens panorâmicas 360° em uma unidade de conservação do Distrito Federal.** / Fábio Júnio da Silva Faustino. – Bambuí, 2021. 107 f.: il.; color.

GARRIDO, R. G.; GIOVANELLI, A.; RAMIRES, A. E. **Fotografia forense: uma abordagem histórico-legal.** RevistaScientiarum Historia, 1(1): e043. 2019.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** Grupo GEN, 2022. *E-book*. ISBN 9786559771653.

GOOGLE. **Sítio de Busca.** Disponível em: <https://www.google.com/>. Acesso em: 29 fev. 2024.

GROSSKOPF, G. G.; HERDEN, Y. S.; SILVA, R. F. T.; MARCHIORI, F. F. A fotografia 360 graus como ferramenta de suporte à modelagem de "as built". **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 10, p. e019021, 28 maio 2019. DOI:<https://doi.org/10.20396/parc.v10i0.8653839>. Disponível em: <[\(PDF\) A FOTOGRAFIA 360 GRAUS COMO FERRAMENTA DE SUPORTE À MODELAGEM DE AS BUILT THE 360-DEGREES PHOTOGRAPHY AS A SUPPORT TOOL TO AS BUILT MODELING \(researchgate.net\)](#)>. Acesso em 21 de mar de 2024.

H5P. **H5P – VIRTUAL TOUR 360.** Disponível em: <https://h5p.org/virtual-tour-360>. Acesso em 29 fev. 2024

HESS, K. M.; ORTHMANN, H. C.; CHO, H. L. **Criminal investigation,**

eleventh edition. Cengage Learning, 2017.

HOEHLER, M. S. On the development of a transparent enclosure for 360° video cameras to observe severe fires in situ, **Fire Safety Journal**, Volume 120, 2021, 103024, ISSN 0379-7112. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2020.103024>. JERALD, Jason. **The VR book: human - centered design for virtual reality**. Morgan & Claypool, 2015.

JORNAL A GAZETA; CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESPÍRITO SANTO. Causa de grande incêndio em loja na Vila Rubim ainda é mistério. **Jornal A Gazeta**. Vitória, 18 dez 2019. Disponível em: <<https://www.agazeta.com.br/es/gv/causa-de-grande-incendio-em-loja-na-vila-rubim-ainda-e-misterio-1219>>. Acesso em 21 de mar de 2024.

MAÍCAS, J. M.; VIÑALS, M. J. Design of a virtual tour for the enhancement of Llíria's architectural and urban heritage and its surroundings. **Virtual Archaeology Review**, Valencia, v. 8, n. 17, p. 42-48, 2017.

MAYNE R, GREEN H. Virtual reality for teaching and learning in crime scene investigation. **Sci Justice**. 2020 Sep;60(5):466-472. doi: 10.1016/j.scijus.2020.07.006. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32873386/>>. Acesso em 20 de mai. de 2023.

MELLO, A. C. A. V.; FERRAZ, G. A utilização da fotografia panorâmica imersiva em 360 graus: um avanço tecnológico para a produção de provas técnicas em avaliações e perícias. In: Anais do XXII COBREAP, set/2023, São Paulo, dez/2023. Disponível em: <[A-UTILIZACAO-DA-FOTOGRAFIA-PANORAMICA-IMERSIVA-EM-360-GRAUS-UM-AVANCO-TECNOLOGICO-PARA-A-PRODUCAO-DE-PROVAS-TECNICAS-EM-AVALIACOES-E-PERICIAS.pdf](https://ibape-nacional.com.br/A-UTILIZACAO-DA-FOTOGRAFIA-PANORAMICA-IMERSIVA-EM-360-GRAUS-UM-AVANCO-TECNOLOGICO-PARA-A-PRODUCAO-DE-PROVAS-TECNICAS-EM-AVALIACOES-E-PERICIAS.pdf) (ibape-nacional.com.br)>. Acesso em 21 de mar 2024.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **Fire investigator Principles and Practice to NFPA 921 and 1033**, Fourth Edition. NFPA, 2016.

\_\_\_\_\_. **Firefighter Immersive Learning Environment (FILE): Literature Review**. Jan. 2023, Illinois, 2023.

\_\_\_\_\_. **NFPA 1033: Standard for Professional Qualifications for Fire Investigator**, 2022.

\_\_\_\_\_. **NFPA 921: Guide for Fire and Explosion Investigations**. NFPA, 2021.

NEMER, E. G., RAMIREZ, R. A., FROHMUT, B. D. F., & BERGAMO, R. O. C. (2020). Um estudo de caso sobre o uso de gamificação e da realidade virtual na Educação Profissional. Refas - **Revista Fatec Zona Sul**, 6(5), 1–13. [https://doi.org/10.26853/Refas\\_ISSN-2359-182X\\_v06n05\\_05](https://doi.org/10.26853/Refas_ISSN-2359-182X_v06n05_05)

POLÍCIA FEDERAL USA ESCANEAMENTO 3D EM INVESTIGAÇÃO DO INCÊNDIO EM MUSEU NACIONAL. Correio Braziliense, Brasília – DF, 05 set 2018. Disponível em: <<https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/brasil/2018/09/05/internabrazil,704129/policia-federal-usa-escaneamento-3d-em-investigacao-do-incendio-no-mus.shtml>>. Acesso em: 21 jul 2023.

PORTO, A.; DEPARTAMENTO DE INVESTIGAÇÃO, PESQUISA E PREVENÇÃO DE INCÊNDIOS – CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESPÍRITO SANTO. Figura 3,4 e 5. **Acervo fotográfico DepIPPI – CBMES**. 2024. 5760x2880 pixels.

POZHARKOVA, I., Lagunov, A., Slepov, A., Gaponenko, M., Troyak, E.,



Bogdanov, A. Virtual Reality Technology Application to Increase Efficiency of Fire Investigators' Training. In: Silhavy, R. (eds) Applied Informatics and Cybernetics in Intelligent Systems. CSOC 2020. **Advances in Intelligent Systems and Computing**, vol 1226. 2020. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-51974-2\\_28](https://doi.org/10.1007/978-3-030-51974-2_28)

RAVICHANDRAN, R. R., & MAHAPATRA, J. Virtual Reality in Vocational Education and Training: Challenges and Possibilities. **Journal of Digital Learning and Education**, 3(1), 25-31. 2023. <https://doi.org/10.52562/jdle.v3i1.602>

RIVR. Rivr, c2023. **Página inicial**. Disponível em: <<https://rivr.uk>>. Acesso em: 29 de mai. de 2023.

ROBINSON, E. M. **Crime ScenePhotography, ThirdEdition**. Elsevier, Washington, DC. 2016.

SENAI-SP. **Como ensinar técnicas e procedimentos operacionais em ambientes de risco com total segurança para o aluno? Disponível em:** <<https://www.facebook.com/senaisaopaulo/videos/566249840866658>>. Acesso em: 20 jul. 2023.

SPIELMANN, N.; MANTONAKIS, A. In virtuo: How user-driven interactivity in virtual tours leads to attitude. **Journalof Business Research**, v. 88, p. 255-264, 2018.

TORI, Romero; HOUNSELL, Marcelo da Silva (org.). **Introdução a Realidade Virtual e Aumentada**. 3. ed. Porto Alegre: Editora SBC, 2020. 496p. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/livros/index.php/sbc/catalog/book/66>>. Acesso em: 24 de mai. de 2023.

TUNG, N. D. et al. Spherical Photography and Virtual Tours for Crime Evidence in New Zealand Courtrooms. **Journal of Forensic Sciences**, v. 60, n. 3, p. 753-758, 2015.

WELLS S.; GROSS, B.; GROSS, M.; FRISCHER, B. **Iath Best Practices Guide To Digital Panoramic Photography**. University of Virginia, Virginia. 2007.

WOODWARD, B.F. Cost-Effective and Eco-Friendly Fire Investigation Training Using Photorealistic Interactive Room Scale Virtual Reality. In: Jung, T., Dalton, J. (eds) XR Case Studies. **Management for Professionals**. Springer, Cham, 2021. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-72781-9\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-030-72781-9_18).