De 24/06/2026 a 27/06/2026
São Paulo
https://doi.org/10.67775/rv7gvn28

Congresso Brasileiro de Patologia das Construções

COMPLEMENTAÇÃO DE DIAGNÓSTICO PÓS SINISTRO COM USO DE REALIDADE VIRTUAL

Felipe Petersen[1], Fernanda Pacheco[2]*; Sérgio Klippel Filho[2]; Hinoel Zamis Ehrenbring[2]
*Autor de contato: fernandapache@unisinos.br
[1] Pós graduação em Patologia e perícia das construções, UNISINOS, São Leopoldo, Brasil
[2] Instituto tecnológico em desempenho e construção civil, UNISINOS, São Leopoldo, Brasil

RESUMO

O uso de realidade virtual/aumentada (RV/RA) cresce na construção civil, no entanto, no âmbito das seguradoras a aplicação em vistorias pós sinistros prediais ainda é limitada. Ciente desta lacuna, algumas empresas têm investigado a aplicação de tecnologias imersivas para conferir celeridade e assertividade aos diagnósticos de sinistros. A vistoria, etapa inicial e crucial, demanda a identificação e registro de todos os danos com a máxima precisão exequível. Nesse contexto, a RV/RA oferece grande valor, reproduzindo em ambientes virtuais locais analisados, sem a necessidade de acesso físico ao local, uma vez que a cena do sinistro pode não estar preservada como inicialmente. A pesquisa tem como objetivo analisar o impacto e a eficácia da RV/RA, na complementação do diagnóstico pós sinistro, identificando as principais vantagens operacionais e econômicas paras as empresas seguradoras, bem como potenciais lacunas e desafios de sua implementação.
Palavras-chave: patologia das edificações, inspeção, tecnologia.

ABSTRACT

The use of virtual/augmented reality (VR/AR) is growing in the construction industry; however, its application in post-loss building inspections is still limited within the insurance sector. Aware of this gap, some companies have been investigating the application of immersive technologies to provide speed and accuracy to claim diagnoses. The inspection, an initial and crucial step, demands the identification and recording of all damages with the highest possible precision. In this context, VR/AR offers great value, reproducing analyzed locations in virtual environments without the need for physical access to the site, since the scene of the accident may not be preserved as initially. This research aims to analyze the impact and effectiveness of VR/AR in complementing post-loss diagnosis, identifying the main operational and economic advantages for insurance companies, as well as potential gaps and challenges in its implementation.
Keywords: building pathology, inspection, technology

1. INTRODUÇÃO

A vistoria em um evento de sinistro é determinante para os corretos registros do local danificado, e para que posteriormente as intervenções possam ser realizadas com segurança. (FERRARI, 2023) Tradicionalmente se utiliza câmera fotográfica e anotações para levantamento de quantitativos, isto pois, apesar da relevância socioeconômica da indústria da construção, o setor ainda é caracterizado por uma baixa taxa de adoção tecnológica (CUELLAR et al., 2023)

Um dos problemas enfrentado no processo de vistoria tradicional de sinistros está relacionado ao deslocamento, que exige tempo e muitas vezes custos elevados, assim a precisão do processo de vistoria se torna um elemento essencial, no entanto, muitas vezes apesar da experiência, surgem discussões relacionadas a pontos que durante a vistoria não se revelaram cruciais.

O uso de tecnologias de realidade virtual e realidade aumentada pode subsidiar tomadas de decisão, facilitar acesso a projetos, auxiliar no entendimento de edificações, entre outros usos. (FREITAS; RUSCHEL, 2010). Entender e reconhecer os benefícios que equipamentos de RV/RA aplicados em vistorias focadas em sinistros podem trazer como resultado é muito importante, para eficácia da inspeção e confiabilidade dos dados. Einizinab et al (2023) apresentam uma série de tecnologias, destacando a viabilidade de uso de cada uma, e demonstrando os potenciais da coleta de informações e o uso de vistorias assistidas remotamente.

Tradicionalmente, os processos de inspeção e monitoramento dependem de coleta manual de dados, que se mostra demorada, custosa e propensa a erros, dificultando a identificação rápida e de problemas e a otimização de operações (MOLAEI et al., 2023). Nesse contexto, a necessidade de representações digitais precisas e atualizadas é crescente, especialmente em áreas críticas como infraestrutura e gestão de ativos, visando a precisão e a automação (SU et al., 2023).

Apesar do uso crescente de RV/RA, não há estudos que avaliem sua eficácia em tarefas de inspeção e acesso aos dados de campo, de modo a validar a tecnologia e seu emprego. Consciente desta lacuna e do potencial das tecnologias da indústria 4.0, este artigo propõe a análise de um evento de sinistro, observando como ocorre na prática a obtenção de informações em uma vistoria de forma tradicional e como ocorre a obtenção de informações em uma vistoria com o uso de equipamento de realizada virtual/aumentada, expondo as informações obtidas perante a coleta.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Métodos de inspeção aplicados tradicionalmente de formas manuais são frequentemente criticados por sua ineficiência, dispêndio de tempo e suscetibilidade a erros humanos, justificando a busca por soluções tecnológicas mais assertivas (Wu et al., 2024). A RV possibilita ao usuário condições de perceber o que está sendo visualizado como um ambiente imersivo, ou seja, o observado sente que pode estar imerso no ambiente em que está interagindo, tornado a experiência próxima da sensação de estar no local/ambiente em que está sendo visualizado em uma tela, tendo o controle de se deslocar dentro do ambiente e visualizar para todas as direções.

Na realidade virtual é proporcionado ao usuário a sensação de imersão em um ambiente digital, permitindo a interação e a livre movimentação, enquanto a realidade aumentada sobrepões elementos

virtuais ao mundo real, aprimorando a percepção e o entendimento de informações (FREITAS; RUSCHEL, 2010).

A RA caracteriza-se por permitir dentro do mesmo ambiente de realidade virtual que seja possível sobrepor elementos e adicionar informações, como por exemplo ter condições que obter medidas e dimensões de elementos que estão no ambiente virtual, ou mesmo adicionar ícones com informações pertinentes a um determinado objeto.

A RV e a RA são componentes chave do conjunto de tecnologia da indústria 4.0 com crescente aplicação na indústria da construção, prometendo elevar a eficiência e a produtividade (CUELLAR et al., 2023). Atualmente as seguradoras em todo o território nacional e as empresas terceirizadas que executam a vistoria e demais processos, necessitam efetuar registros visuais e registros textuais dos danos causados pelo evento de sinistro em um determinado local, de forma que estes registros guiam e norteiam todo o restante do processo de sinistro, de forma que estas informações iniciais são compartilhadas com a Cia seguradora e demais envolvidos no processo de sinistro, o que reforça a relevância de uma vistoria consistente e de qualidade.

3. METODOLOGIA

Estre trabalho é um estudo de caso de caráter descritivo e em sua elaboração, foi explorada uma vistoria realizada pela empresa **MM Associados – Regulações de Sinistros e Perícias**, com a utilização de ferramenta de RV. A escolha de um estudo de caso descritivo permitiu aprofundar a análise de um evento de sinistro real, utilizando uma abordagem comparativa entre a metodologia tradicional e a inovadora aplicação da RV/RA. Nesse estudo, não houve mensuração de tempo, apenas a abordagem da eficácia dos dados levantados.

Tal abordagem se alinha a necessidade de avaliar a eficácia de novas tecnologias em cenários práticos (MOLAEI, et al., 2023), considerando que diferentes técnicas de reconstrução 3D possuem variadas aplicabilidades e desafios, como profundidade, precisão e material (SU et al. 2023). A pesquisa foi conduzida com foco na vistoria pós -incêndio em um apartamento residencial multifamiliar, onde foram coletados e analisados dados de ambos os métodos para identificar vantagens operacionai, econômicas e potenciais lacunas da implementação do RV/RA.

Assim, o trabalho buscou demonstrar o impacto e a eficácia da RV/RA como uma complementação no diagnóstico do pós-sinistro, identificando com o uso desta ferramenta as principais vantagens operacionais e econômicas para as empresas seguradas, bem como potenciais lacunas e desafios de sua implementação. Para tal, comparam-se os dados obtidos convencionalmente com o emprego de tecnologia. Trata-se assim de uma pesquisa qualitativa, com análise de dados internos de um evento de sinistro, e como já citado, sem mensuração de tempo. A metodologia baseou-se na obtenção de dados de forma convencional e de forma complementar com uso de ferramentas de RA/RV, analisando a qualidade dos dados levantados para fins do diagnóstico em si.

3.1. Evento de Sinistro

O sinistro em questão decorreu de um incêndio em um apartamento de uma edificação residencial. No dia 13/09/2025 (sábado), aproximadamente 02h30min, foi informado que um morador de um dos apartamentos de frente para a via pública, ouviu uma discussão na rua e ao verificar identificou que

eram dois meliantes que estavam furtando os fios dos postes públicos e imediatamente naquele momento ocorreu a explosão de um transformador de um dos postes localizados na via pública. Logo após a explosão do transformador, se percebeu um forte cheiro de fumaça e uma das moradoras começou a gritar que havia fogo no prédio, assim os moradores se mobilizaram para sair do condomínio e alguns moradores identificaram que o fogo ocorria na unidade 302. Assim, foram auxiliar a moradora que é idosa e não havia percebido que o incêndio era em sua unidade. Informaram a idade de 80 anos e que ela estava dormindo no cômodo da sala de estar. Estima-se que o incêndio tenha se iniciado no dormitório onde ela armazena diversos itens pessoais.

O corpo de bombeiros foi acionado por um dos moradores as 02h34min, e chegou ao local as 2h45min iniciando o combate ao incêndio e permanecendo no local até as 5h45min, até o cessar fogo. Quanto a causa, a síndica informou que o incêndio iniciou logo após o roubo dos fios e a explosão do transformador da rua, portanto entendem que ocorreu uma sobre tensão no fornecimento de energia que provavelmente está relacionado com a ocorrência do incêndio que houve no apartamento 302.

A síndica informou que no dia 13/09/2025 (sábado) durante o dia necessitou utilizar os extintores devido a um foco de incêndio que retornou a iniciar no dormitório do apartamento 302, enquanto ela estava com o Engenheiro Civil fazendo a avaliação da estrutura, e no dia 14/09/2025 (Domingo) retornou ao condomínio, pois um dos moradores havia informado que estava visualizando fumaça pela janela do apartamento 302, portanto utilizou novamente extintores em um foco de incêndio no dormitório do apartamento 302. Assim, optou em fechar as janelas com tapume para impedir a circulação de vento, o que impediu que reaparecessem novos focos de incêndio.

3.2. Vistoria com equipamento de registros fotográficos tradicional

O equipamento fotográfico utilizado para a obtenção das imagens foi um Samsung S24+, com imagem estáticas e necessidade de múltiplos registros (além da experiência do inspetor), permitindo a celeridade e a confiabilidade em sua análise posterior. A utilização de um equipamento fotográfico tradicional, exige que o vistoriador efetue um levantamento de medidas para que seja possível elaborar um croqui de planta baixa com as dimensões do local em estudo, assim como demonstrado na **figura 1**, a planta baixa resultante do levantamento de medidas efetuado no local.

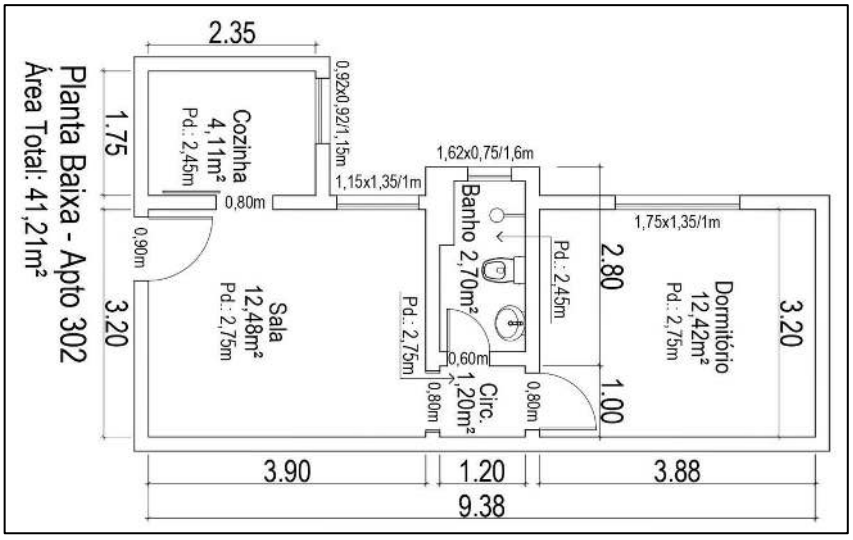


Figura 1 - Croqui de planta baixa do apartamento 302 (foco do incêndio), elaborado pelo vistoriador.

Durante a vistoria foram obtidas diversas imagens, sendo: 40 registros fotográficos da área interna do apartamento 302 (foco do incêndio), 49 registros fotográficos das áreas comuns, totalizando 89 imagens. Após os registros das imagens é possível elaborar um documento para demostrar os danos consequentes do evento, conforme demonstrado na **figura 2**, a seguir. A **figura 2**, necessita de informações adicionais para que permita o entendimento do posicionamento do observador, por isso o croqui de planta baixa se faz necessário, do contrário, a parede em análise fica comprometida pela impossibilidade do entendimento de seu posicionamento da planta do imóvel.
Neste caso, durante essa vistoria não foi efetuado um registro fotográfico do ponto, surgindo a necessidade de esclarecer visualmente o detalhe apontado na **figura 2**. Portanto, foi efetuada uma aproximação da mesma imagem buscando essa complementação, conforme a **figura 3**.



Figura 2 – Registro fotográfico com equipamento tradicional de geração de imagem, obtida no dormitório do apartamento 302.



Figura 3 – Ampliação da imagem anterior, para obter visual do detalhe na alvenaria da área interna do dormitório do apartamento foco do incêndio.

Observa-se na imagem da **figura 3** que a imagem ampliada perde resolução e compromete o esclarecimento visual necessário para dirimir dúvidas quanto a um detalhe que possa surgir

eventualmente após a vistoria finalizada e que se for algo de muita importância exigira o retorno no local para os devidos esclarecimentos.

3.3. Vistoria com equipamento de registro de 360°

O equipamento utilizado para o registro em 360°, também denominado RV é de uma empresa Americana denominada matterport (https://matterport.com/). A seguir, a **figura 4**, apresenta a imagem do equipamento utilizado que para sua utilização fica sobre um tripé e quando acionada ela efetua um giro de 360°, executando o registro tridimensional do local



Figura 4 - Câmera matterport MC250 Pro2

O uso do equipamento exige que seja feita a instalação do aplicativo da matterport para efetuar conexão com a MC250 Pro2, assim através do celular é possível emitir um comando para a câmera executar o giro de 360° e registrar a imagem tridimensional, de forma que ela permite aproximadamente 5m de distância entre um registro e outro, para consiga obter automaticamente a comunicação entre os pontos de registro fotográfico 360° e assim gerar o ambiente virtual completo. Nesta vistoria, com o equipamento MC250 Pro2 foram executados pontos de registro de imagens sendo: 8 pontos de registros de imagens 360° dentro do apartamento 302 (foco do incêndio); 39 pontos na área comum do condomínio, totalizando 47 pontos de registros de imagens 360°;

Com isso o ambiente virtual foi gerado automaticamente, exigindo apenas eventuais ajustes simétricos para determinara o posicionamento das paredes e a inserção das identificações dos ambientes, conforme demonstrado na **figura 5** através de imagem tridimensional.

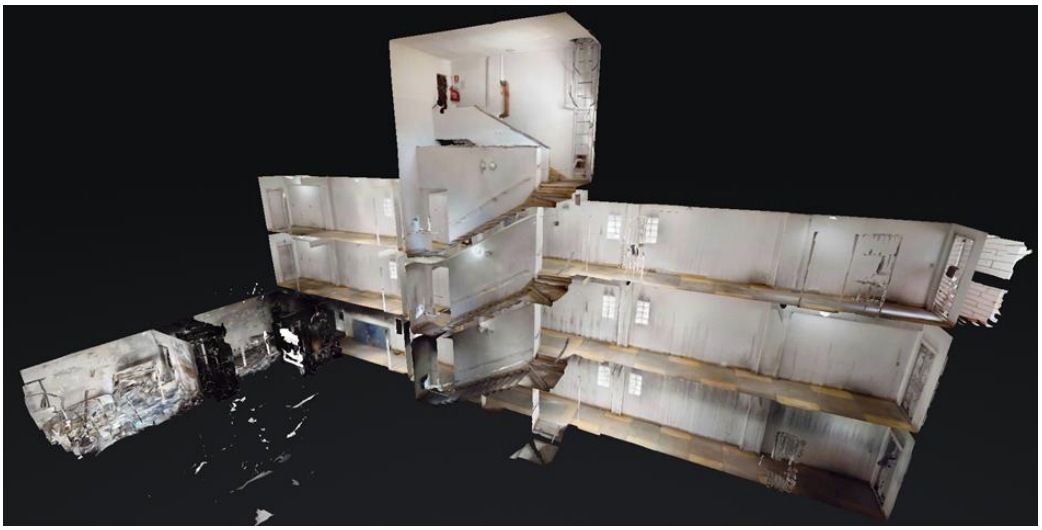


Figura 5 - Imagem 3D, da área interna de 3 pavimentos e do apartamento foco do incêndio, resultante do uso do equipamento matterport MC250 Pro2

Conforme demonstrado na **figura 5** e na **figura 6**, o equipamento gera uma maquete 3D com a visualização interna das imagens registradas através de seu uso e uma planta baixa. Além disso, como foram efetuados registros tanto da área interna do apartamento foco do incêndio como da circulação de 3 pavimentos a maquete conectou todos os ambientes de forma integrada que também permite interação com a maquete e geração de imagens mais especificas como do apartamento incendiado conforme **figura 7**.

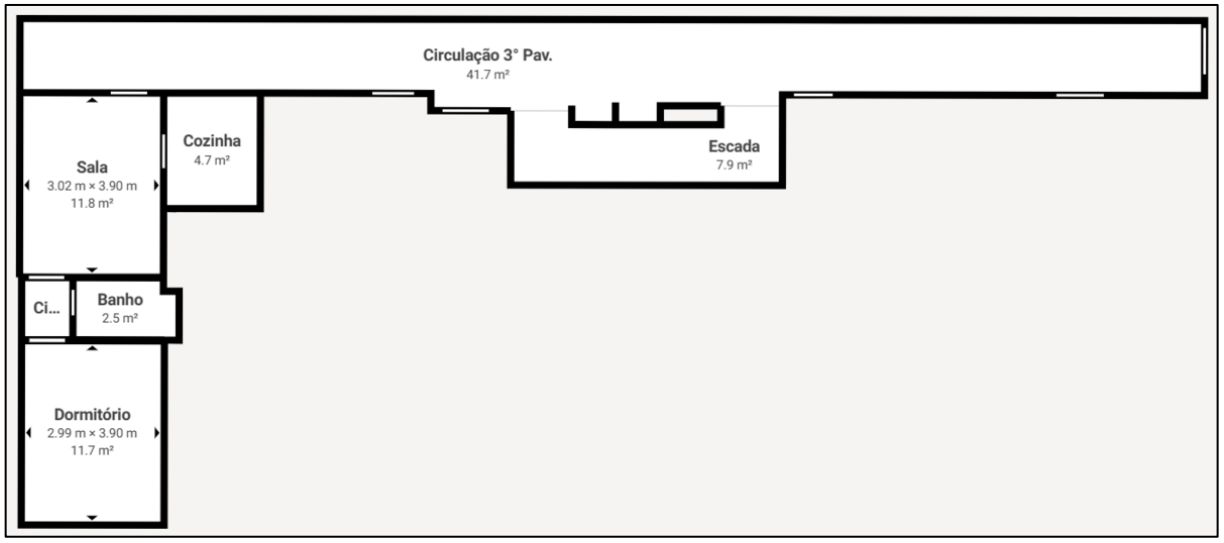


Figura 6 – Imagem de planta baixa gerada através das imagens do equipamento MC250 Pro2, de forma automática.

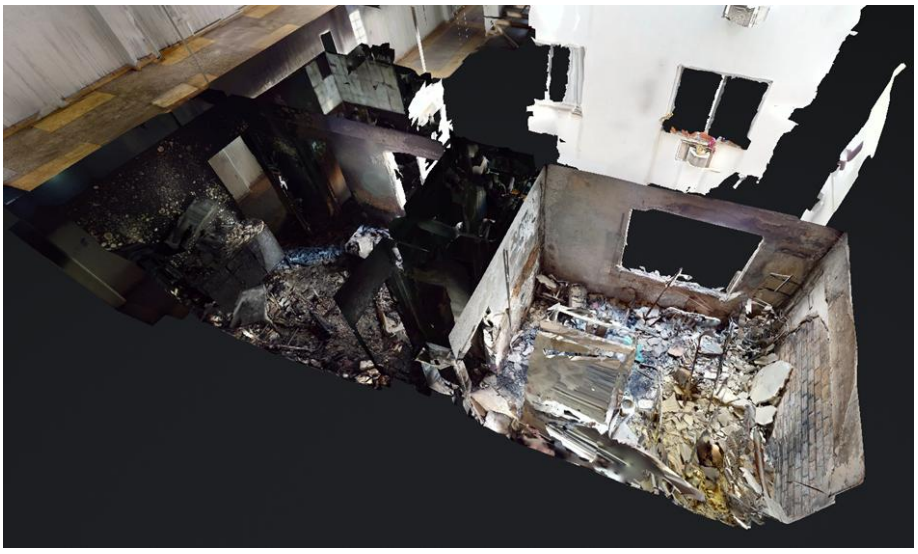


Figura 7 - Imagem 3D, da área interna do apartamento foco do incêndio, resultante do uso do equipamento matterport MC250 Pro2

Na imagem da **figura 7** é possível perceber que há um registro parcial de uma fachada externa de uma edificação, que é o resultado registrado pelo equipamento MC250 Pro2 na posição interna do apartamento incendiado, através da janela que estava sem esquadria. Além da maquete, é possível transitar por dentro do apartamento e dos pavimentos registrados de forma virtual e interativa, assim

como é efetuado no StreetView do google, o que permite revisitar cada detalhe dos danos tais quais eles foram registrados logo após o evento de sinistro, assim como demonstrado abaixo na **figura 8**.



Figura 8 - Imagem 3D, da área interna do dormitório do apartamento foco do incêndio, resultante do uso do equipamento matterport MC250 Pro2

A imagem da **figura 8** foi obtida no software da matterport em um ambiente 3D que permite o giro de 360° em qualquer direção. Além disso, tem-se no canto direito um mapa com a planta baixa e uma seta em vermelho que determina a posição do observador no exato momento da vista que está sendo visualizada. O ambiente 3D interativo, permite que seja possível efetuar aproximação de algum detalhe em específico para uma determinada análise que seja necessária para esclarecer dúvidas a qualquer operador que esteja acessando o ambiente 3D, assim como demonstrado na **figura 9**, logo abaixo, onde é efetuado um zoom da mesma posição de observador da **figura 8**, e que demonstra a capacidade de resolução das imagens geradas e a facilidade em identificar algum detalhe necessário para um determinado diagnóstico.

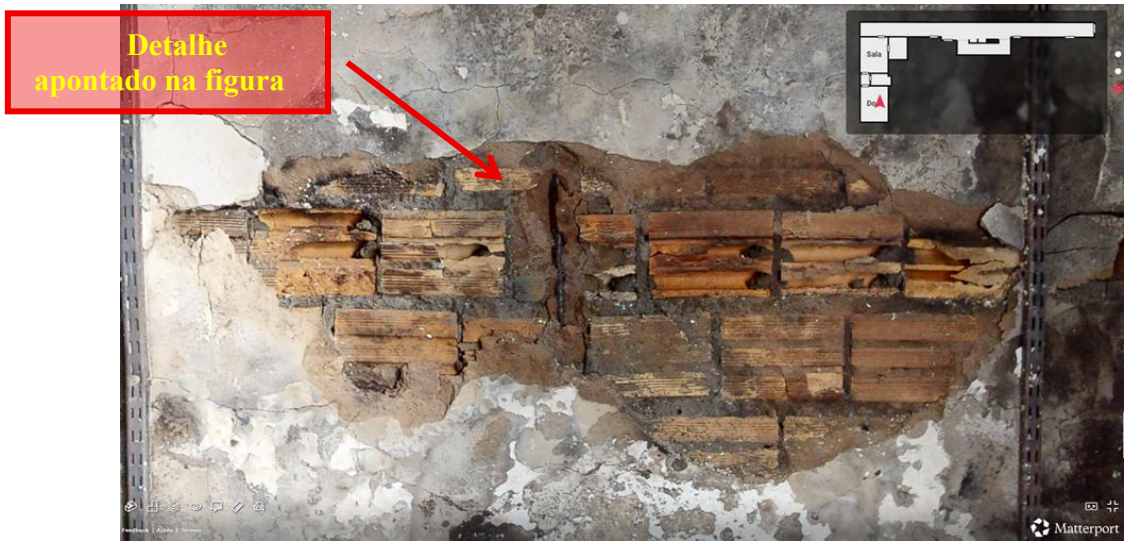


Figura 9 - Imagem 3D, de detalhe na alvenaria da área interna do dormitório do apartamento foco do incêndio, resultante do uso do equipamento matterport MC250 Pro2.

Neste ambiente virtual, também é possível obter dimensões e medidas, através de uma ferramenta do software, que permite clicar em qualquer ponto da imagem, esticar uma trena e clicar em outro ponto resultando em uma unidade métrica, como por exemplo um pé direito ou as dimensões de uma abertura, assim como demonstrado na **figura 10**, onde é obtido a altura do pé direito através do ambiente virtual.



Figura 10 - Imagem 3D do dormitório do apartamento foco do incêndio, imagem da trena com a métrica da altura do pé direito, resultante do uso do equipamento matterport MC250 Pro2.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Analisando o comparativo prático entre equipamentos tradicionais e virtuais para o uso em vistorias de pós sinistros como insumos para as seguradoras, tem-se que inicialmente a quantidade de registros fotográficos comparado a quantidade de pontos de imagens com o equipamento virtual, são bem diferentes. Mesmo o equipamento virtual exigindo alguns segundos a mais em registro ele exigiu apenas 8 pontos contra 40 fotos dentro do apartamento de aproximadamente 41m², tendo em vista que os registros fotográficos não foram executados com a preocupação de registrar todos os detalhes o que iria aumentar significativamente a quantidade de fotos, pois estava-se utilizando o recurso de um equipamento virtual, já de conhecimento do vistoriador. Os resultados do presente estudo demonstram ganhos significativos em eficiência e precisão na coleta de dados, corroborando estudos que apontam para a superioridade de abordagens automatizadas em relação a métodos manuais, especialmente na otimização de ciclos operacionais (MOLAEI et al., 2023).

Outro fator importante é relacionado a planta baixa do local, pois o equipamento virtual gera um desenho automaticamente, mesmo que exija alguns ajustes e correções, ainda assim se torna mais rápido e prático do que elaborar um croqui em um software como o AutoCad. Wu et al (2024) concordam com o apresentado, ao informar que a tecnologia, além de mais precisa, é feita com maior otimização do processo.

De forma geral a compreensão do local sinistrado, para um usuário/operador que acessar o link do ambiente virtual e facilitada pela interação entre os pontos de registro das imagens de 360°, sendo que o usuário contara sempre com o apoio do mapa de planta baixa que possui um observador simbolizado por uma seta que aponta para onde o usuário/operador está olhando na imagem de 360°. O detalhamento e a abrangência da documentação 3D obtida pela RV/RA, apesar dos desafios

inerentes a reconstrução assertiva de ambientes (SU et al,. 2023), provam-se cruciais para o gerenciamento de ativos e a detecção eficiente de problemas, oferecendo uma base informacional superior para as decisões das seguradoras

A redução de custo atrelado ao ganho de tempo é um aspecto muito relevante, pois caso surja um impasse pontual sobre um determinado elemento danificado em que não se tenha registro adequado do ponto em discussão, com o acesso ao ambiente virtual é possível que todos os usuários tenham visão do mesmo ponto de vista, permitindo alinhamentos de opiniões mesmo que os envolvidos estejam distantes entre si, de forma que sem essa ferramenta seria necessário o retorno ao local. A flexibilidade da captura de dados com equipamento de realidade virtual, que permite registros detalhados mesmo com posições de câmeras não fixas, supera uma das principais limitações das inspeções visuais tradicionais (BELLONI et al., 2023), proporcionando uma documentação mais completa e confiável. Adicionalmente, esta abordagem automatizada mitiga as ineficiências e erros humanos comumente associados a avaliação manual pós construção (WU et al., 2024)

Os custos iniciais para a aquisição do equipamento ainda são um impedimento, já que se trata de instrumento importado, além disso, apesar de ser um equipamento de fácil utilização, se faz necessário aprender a posicionar o equipamento de forma que cada posição cubra os pontos cegos das demais posições. Este modelo 3D imersivo funciona como um “Digital Twin” do evento de sinistro, permitindo não apenas a visualização, mas também o monitoramento e a análise preditiva do comportamento do local, conceito que tem sido explorado par aa automação na gestão de ativos e patrimônio. (LUCCHI, 2023)

Como limitações, temos as dimensões e peso do equipamento, pois em locais de difícil acesso ou que exigem passagem por locais apertados e/ou escadas do tipo marinheiro, acabam impossibilitando o transporte do equipamento e seu tripé.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atual pesquisa teve como objetivo analisar o impacto e a eficiência da realidade virtual/aumentada na complementação do diagnóstico pós sinistro, com foco nas vantagens operacionais e econômicas para as empresas seguradoras, bem como nos desafios de implementação. Assim a presente pesquisa demonstrou que a utilização da realidade virtual/aumentada no diagnóstico pós sinistro representa um avanço significativo para as companhias seguradoras. Os resultados obtidos indicam uma melhoria substancial na qualidade e abrangência da documentação, alinhando-se a tendências global de transformação da indústria da construção por meio das tecnologias da indústria 4.0, como BIM e inteligência artificial (CUELLAR et al. 2023; SUN et al., 2023).

Os resultados deste estudo de caso, comparando métodos tradicionais de vistoria com a utilização de equipamentos de registro 306°, demonstram claramente o potencial transformador destas tecnologias. Percebe-se que a utilização dos equipamentos de realidade virtual/aumentada, através do uso do equipamento Matterport, resultou em uma documentação robusta e significativamente mais abrangente em comparação aos registros fotográficos tradicionais. A capacidade de reproduzir ambientes virtuais navegáveis, plantas baixas automaticamente e condições de medições através do ambiente virtual, assim como demonstrado nas figuras 5 a 10, cumpre com o objetivo de preencher lacunas e diminuir a necessidade de deslocamentos físicos, potencializando o processo de vistoria.

Para as cias seguradoras, esta abordagem não somente uma considerável diminuição nos custos das operações e do tempo envolvido, mas também uma melhora significativa na assertividade e

celeridade na regulação de sinistros. A capacidade de múltiplos usuários entre técnicos e analistas acessarem simultaneamente ou separadamente os ambientes virtuais, oportunizando discussões técnicas e alinhamentos, dispensando a necessidade de deslocamento físico até o local do evento, oportuniza clareza e transparência para mitigar conflitos e potencializar soluções rápidas e satisfação dos clientes. A capacidade de criar ambientes virtuais e imersivos e mensuráveis otimiza a gestão de sinistro, promovendo transparências e eficiência. Essa abordagem mitiga impasses, de forma análoga os benefícios da automação em análises complexas de conformidade em models digitais (FISCHER et al., 2023).

Não obstante os benefícios evidentes no uso da realidade virtual para os eventos de vistorias pós sinistros expõe alguns desafios, como o alto custo inicial na aquisição de equipamentos importados, assim como a experiência pratica no posicionamento estratégico da câmera 360° e a limitação no uso e transporte em locais de difícil acesso, são algumas restrições. Apesar dos desafios relacionados aos custos iniciais e à necessidade de validação legal dos registros digitais, a RV/RA posiciona-se como uma ferramenta essencial. Ela supera as ineficiências e erros dos métodos manuais de coleta de dados (MOLAEI et al., 2023; WU et al., 2023) e molhara a detecção de anomalias visuais (BELLONI et al., 2023)

Analisando o futuro, o uso da realidade virtual para registro de vistorias nos locais de pós sinistro, podem revolucionar a forma como esses ambientes são diagnosticados e regulados. Atualmente não se encontra registro de quais empresas estão utilizando esta tecnologia, no entanto com o advento da inteligência artificial esta oportunidade necessita ser mais bem explorada, já que certamente oferece um grande potencial de utilização. Além disso também é necessário tratar sobre as questões de compartilhamento dos registros que essa tecnologia oferece, pois é indispensável identificar quanto a sua aceitação e uso legal, para que todos os envolvidos em cada processo, tenham condições e acesso a tecnologia que permite um esclarecimento visual com um ponto de vista imparcial.

REFERÊNCIAS

BELONI, V. et al. **Crack Monitoring from Motion (CMfM): Crack detection and measurement using cameras with non-fixed positions**. Automation in Contruction, Amsterdam, v. 156, art 105072, 2023. Disponível em: www.sciencedirect.com. Acesso em: 09/11/2025.

CUELLAR, S; GRISALES, S; CASTANEDA, D.I. **Constructing tomorrow: A Multifaceted exploration of industry 4.0 scientific, patents, and market trend**. Automation in Construction, Amsterdam, v. 156, art 105113, 2023. Disponível em: www.sciencedirect.com. Acesso em: 09/11/2025.

FERRARI, V. J. **Inspeção para avaliação do estado de uma edificação de concreto aramado: estudo de caso.** Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 15, n 1, p. 1-11, 2023. Disponível em: https://share.google/3jp5WHLyA3tp5H86J. Acesso em: 09/11/2025.

FISCHER, S. et al. **Automation of scape rout analysis fo BIM-based building code checking.** Automation in Construction, Amsterdam. V. 156, art 105092, 2023. Disponível em: www.sciencedirect.com. Acesso em: 09/11/2025.

FREITAS, M.R.; RUSCHEL, R. C. **Aplicação de realidade virtual e aumentada em arquitetura.** Arquiteturarevista, Campinas, v. 6, n. 2, p. 127-135, jul./dez. 2010. Disponível em: www.arquiteruarevista.unisinos.br. Acesso em: [09/11/2025].

LUCCHI, E. **Digital twins for the automation of the heritage construction sector.** Automation in Construction, Amsterdam, v. 156, art. 105073, 2023. Disponível em: www.sciencedirect.com. Acesso em: 09/11/2025.
MOLAEI, A et al. **Automatic estimation of excavator actual and relative cycle times in loading operations.** Automation in Construction, Amsterdam, v. 156, art. 105080, 2023. Disponível em: www.sciencedirect.com. Acesso em: 09/11/2025.
SU, W. et al. **Critical success factors for implementing blockchain technology in construction.** Automation in Construction, Amsterdam, v. 156, art 105135, 2023. Disponível em: www.sciencedirect.com. Acesso em: 09/11/2025.
SU, Y. et al**. 3D reconstruction in underground utilities.** Automation in Construction, Amsterdam, v.156, art. 105100, 2023. Disponível em: www.sciencedirect.com. Acesso em: 09/11/2025.
WU, H. et al. **On-Site Measuring Robot Technology for Post-Construction Quality Assessment of Building Projects.** Buildings, Basel, v. 14, n. 10, art. 3085, out. 2024. Disponível em: www.mdpi.com. Acesso em: 09/11/2025.