

PERSPECTIVAS SOBRE O USO DA REALIDADE VIRTUAL NA QUALIFICAÇÃO E TREINAMENTO DE BOMBEIROS E BRIGADISTAS



Péricles S.B. Mattos ¹

Mestrando

UFF – Niterói/RJ

Brasil



Airtton Bodstein

Professor

UFF – Niterói/RJ

Brasil

Palavras-chave: realidade virtual, bombeiros, saúde, qualificação, treinamento imersivo.

Introdução

Estamos vivendo uma era digital e o resultado é o surgimento de inúmeras tecnologias que estão sendo adotadas para melhorar a qualidade de vida da população. Inteligência artificial, aprendizado de máquinas, internet das coisas, *blockchain*, tecnologias imersivas como realidade virtual, realidade aumentada, uso de *wearables*, nanotecnologia dentre outras estão ganhando espaço e sendo adotadas de forma massiva na indústria, no comércio e em serviços.

Com o advento da tecnologia de transmissão de dados 5G, a velocidade de transmissão e a integração dessas tecnologias acelerará a implementação de novas formas de serviços, como treinamentos, manutenções, instalações, atividades rotineiramente realizadas de forma manual e analógica e presencial e que estão migrando para o digital e de forma remota. A pandemia do novo coronavírus sars-cov2, conhecido como Covid19, ajudou a acelerar rapidamente a adoção de tecnologias de forma massiva. Estas atividades realizadas de forma digital propiciam maior segurança, produtividade, sustentabilidade, acurácia e performance, tornando a atividade laboral mais assertiva, lúdica, eficiente, segura, melhorando a qualidade de vida do profissional, sua saúde e segurança, mas também cooperando com melhores resultados empresariais por permitirem uma melhor aderência aos pilares e valores que toda a humanidade persegue, um bem estar social, traduzidos no meio ambiente sustentável, a comunidade participando por meio da maior oferta de serviços de saúde e educação, gerando renda e melhorando os índices socioeconômicos, e apoiados em uma transparência do processo de informações e dados, baseados em normas, regulamentos, instruções técnicas, desenvolvidas de forma a garantir a

¹ Péricles Sant'Anna Baptista de Mattos, Mestrado em Defesa e Segurança Civil da Universidade Federal Fluminense, Niterói/RJ, (21) 98474-1810, e-mail: pericles_mattos@id.uff.br

integridade, fidedignidade e segurança da informação, garantindo uma governança com as melhores práticas.

Uma das atividades que requerem treinamento contínuo é o de bombeiros profissionais, sejam eles civis ou militares, de aeródromo, industriais, florestais, e de brigadistas, profissionais de outras áreas que de forma voluntária são escalados para apoiar aqueles em emergências diversas, podendo ser profissionais de âmbito municipal, estadual e federal, de organizações público ou privadas, e paraestatais.

O treinamento contínuo é pressuposto dessa nova era que vivemos. De acordo com Chiavenato (2002) [1] uma das maneiras de se aumentar a eficácia organizacional é através do treinamento. Além disso, o treinamento ainda aumenta a eficiência individual e determina o sucesso das operações.

Recentemente, participamos de uma demonstração de um simulador de realidade virtual para um Estabelecimento de Assistência à Saúde – EAS, situado na região serrana do Rio Grande do Sul, na cidade de Caxias do Sul, em que aproximadamente 100 brigadistas - vale ressaltar que era uma brigada eminentemente feminina – tiveram contato pela primeira vez com simuladores de realidade virtual. Vimos a efetividade dessa tecnologia quanto ao engajamento, satisfação, validação de uso por aquelas profissionais que usufruíram da oportunidade em imergir em um ambiente virtual tridimensional 360°, utilizando tecnologias compreendendo *feedback* háptico, que faz o empuxo da mangueira simulando a taxa de vazão da rede de hidrantes, *headset* com fones de ouvido simulando o ambiente sonoro da ocorrência com todos os ruídos advindos da situação, máscaras de EPR – Equipamentos de Proteção Respiratória simulando a taxa de respiração do cilindro de oxigênio, colete térmico simulando o calor radiante, cilindro de oxigênio simulando o peso do cilindro tipo composite e sensor de batimentos cardíacos, que integrados, fornecem uma sensação de imersão próxima do real podendo levar alguns profissionais à fadiga, o que pode ser muito comum, em virtude de que estes profissionais não são submetidos a treinamentos contínuos, somente sendo obrigados a realizar apenas um treinamento por ano, a título de reciclagem por meio de aulas teóricas e práticas. É óbvio que treinar apenas uma vez ao ano não dará ao brigadista voluntário as condições físicas, neurais e procedimentais necessárias para ser eficiente e eficaz em um sinistro, ocasionando erros e provocando situações que podem desencadear uma série de eventos comprometendo o plano de resposta a emergência das organizações.

Se analisarmos que os brigadistas são os colaboradores das empresas e de órgãos públicos - que são obrigados a ter uma brigada de incêndio para atender a instrução técnica do corpo de bombeiros do estado - e que são os responsáveis por realizar os primeiros combates em um sinistro que pode tomar proporções de um desastre, em conjunto com a brigada civil profissional, que se faz necessária em atendimentos aos regulamentos estaduais, até a chegada dos militares, eles devem estar prontamente preparados a desempenhar suas funções e não devem ter dúvidas dos procedimentos a adotar, aplicando as técnicas corretas de combate a incêndios para que haja uma evacuação segura e proporcionar o salvamento das vidas dos outros colaboradores e preservar o máximo possível do patrimônio da empresa ou do órgão público. Assim, devem estar estes profissionais prontos e preparados para combater todo tipo de incêndio, dos pequenos aos de proporções maiores. A ciência de segurança contra incêndio é uma disciplina extensa e com detalhes que são difíceis de absorver com pouca prática. Percebe-se que a carga horária da parte teórica do conteúdo programático é adequada, mas a parte prática é pouca, considerando que o profissional ao participar dos simulados com fogo real estão sempre acompanhados de outros alunos e acabam dividindo o tempo da prática com toda a turma, diminuindo ainda mais o tempo disponível para cada indivíduo. Treinar somente uma vez ao ano não é suficiente para que o conhecimento de combate a incêndio seja absorvido de forma perene, principalmente para os brigadistas voluntários que não tem como atividade principal a arte de combater incêndio e controlá-lo até a extinção. Em virtude das inúmeras técnicas e procedimentos que devem ser observadas para a sua própria segurança e do restante da população das edificações, percebemos que a tecnologia de realidade virtual demonstra ser uma importante ferramenta para a formação, qualificação e reciclagem de todo o tipo de profissional

por permitir realizar mais treinamentos, facilitando a adoção do treinamento contínuo, treinar de forma mais segura, sem grandes complexidades logísticas. Sabemos que somente a repetição pode levar à perfeição e isto serve em todas as áreas do conhecimento, e estes tipos de simuladores de realidade virtual podem proporcionar treinamentos recorrentes, com inúmeros cenários, dinamizando o aprendizado, inclusive com a ocorrência de todos os fenômenos do incêndio disponíveis, como *flashover*, *backdraft*, *rollover*, BLEVE, colapso de estruturas etc.

Já em outro estudo em que estamos tendo a oportunidade de participar junto a Petrobras, verificamos a importância da recorrência para profissionais de respostas as emergências com produtos perigosos on-shore e off-shore. Vamos expor nossas percepções com este tipo de profissional, dado que foram submetidos a uma metodologia que está sendo criada para o aumento da performance com o intuito de reduzir a taxa de acidentados registrados utilizando tecnologias imersivas e uso de *wearables*, fruto de um projeto de inovação aberta criado por aquela companhia petrolífera, chamado “Petrobras conexões para inovação”.

Outro aspecto importante do uso de tecnologias imersivas e uso de *wearables* para a formação, qualificação e reciclagem de bombeiros e brigadistas se refere a saúde desses profissionais. A saúde é outra vertical da área de SMS – Saúde, Meio Ambiente e Segurança, que será impactada com a adoção das tecnologias de realidade virtual e aumentada. No caso específico de bombeiros e brigadistas, estudos realizados nos Estados Unidos indicam que estes profissionais tiveram um aumento de 9% no diagnóstico de câncer e de 14% a maior nos registros de câncer do que a população normal. Mais de 130 bombeiros morreram em 2019 devido ao câncer, enquanto 48 morreram em serviço. Conforme estudo da NFPA – *National Fire Protection Association* [2] a queima de líquidos inflamáveis combinada com a reação química resultante do lançamento de agentes extintores como o líquido gerador de espuma, geram substâncias cancerígenas expondo estes profissionais ao risco maior na contração dessas doenças. O combate a incêndios é uma profissão perigosa e um crescente conjunto de pesquisas científicas vêm mostrando as contribuições que as exposições relacionadas ao trabalho têm em doenças crônicas, como câncer e doenças cardíacas. Vamos a seguir detalhar nossas conclusões dado a participação nas demonstrações que participamos e do estudo científico que estamos elaborando em função da execução do projeto Petrobras conexões para inovação 2020, em parceria com o Cenpes – Centro de Pesquisas, Desenvolvimento e Inovação Leopoldo Américo Miguez de Mello da Petrobras.

Tecnologias imersivas, simuladores e pesquisas

Nos últimos dois anos vivemos sob a pandemia covid19, que ceifou milhões de vidas ao redor do mundo e provocou uma mudança comportamental em toda a humanidade, modificando hábitos enraizados em todas as culturas, nascendo assim uma nova forma de viver a vida, um “novo normal”. Para as organizações de quaisquer segmentos um desafio de enorme complexidade visto que as primeiras medidas para conter a propagação do vírus SarsCoV-2 são o distanciamento social, uso de máscaras e constante higienização das mãos. Ao adotar o distanciamento social as empresas passaram a enfrentar uma realidade nunca vivida: manter a operação, mas diminuindo consideravelmente o contingente populacional laboral em suas estruturas.

A pandemia acelerou a adoção de algumas tecnologias como a de videoconferência, com dezenas ou centenas de aplicativos disponíveis para manter seus colaboradores e clientes conectados, com o aumento de uso de tecnologias de inteligência artificial para o atendimento aos clientes, internet das coisas para monitoramento de equipamentos e outras para conveniência e segurança dos serviços prestados. Para se manterem dentro das melhores práticas enumeradas em segurança do trabalho, como a melhoria contínua, um dos pilares da ISO 45001, as organizações estão adotando tecnologias imersivas de realidade virtual e realidade aumentada para os treinamentos, reproduzindo operações e procedimentos como se real fosse.

Na área de respostas a emergências o desafio de realizar treinamentos de bombeiros e brigadistas são conhecidos dos gestores: deslocamento de uma quantidade de profissionais para um centro de treinamento, custos com líquidos inflamáveis, agentes extintores, destinação de resíduos e outros. Em nossa pesquisa, pudemos perceber que este tipo de treinamento, repetidos anualmente, estão cada vez mais difíceis de ocorrer, seja pela pandemia que ainda não está totalmente controlada, seja pela falta de dinamicidade, visto que o treinamento com fogo real, não passa de um simulado controlado com fogo real, percorrendo as mesmas estruturas de determinado centro de treinamento. É claro, que mesmo controlado, este tipo de treinamento provoca sensações distintas nos mais diversos níveis de profissionais de emergência: para aqueles que se dedicam exclusivamente ao combate a incêndios é sempre satisfatório enfrentar as sensações do aumento da temperatura e visualizar as chamas provocadas pela combustão e agir de acordo com as técnicas que dominam. Já para os profissionais voluntários, esta situação de fogo real pode provocar um desconforto e ser objeto de uma insegurança, já que treina muito pouco, de forma obrigatória, apenas uma vez ao ano.

Estudos científicos do uso de tecnologias de realidade virtual estão sendo realizados em diversos países da Europa, como Portugal, Holanda, Noruega, Eslováquia, na América do Norte, nos Estados Unidos e Canadá, e em países da região Ásia-Pacífico, como Austrália, Japão e Coreia do Sul.

Com o advento das tecnologias já citadas anteriormente, uma nova mentalidade nas práticas de ensino deve resultar em uma mudança em que, a transferência de conteúdo baseados na aprendizagem, será transformada pela aprendizagem baseada na ação. O treinamento deve estar focado no desenvolvimento de competências e preparar os alunos para atuarem no contexto real de trabalho (Lima, 2005) [3]. As simulações podem assumir várias formas e devem ser consideradas como um conjunto de técnicas e tecnologias para o aprimoramento, e temos como exemplo, desde jogos de papéis verbais a mundos virtuais (Keskitalo, 2015)[4]. A simulação de realidade virtual no treinamento de bombeiros permite o aprendizado experimental, com toda a segurança, preparo psicológico preliminar, e complementa as estratégias de aprendizado mais tradicionais, incluindo materiais de leitura, estudos de caso e exercícios ao vivo com fogo real (Lauder, Lamb, Olde, & Link, 2015)[5].

Como bem mencionado pelo Dr. Vítor Manuel Figueiredo dos Reis[6], em sua tese de doutorado intitulada “ Formação profissional de bombeiros portugueses: aplicação da simulação virtual ao desenvolvimento das competências de tomada de decisão”, os simuladores baseados em sistemas de realidade virtual têm sido utilizados para formar profissionais em diferentes setores de atividade ao longo de décadas, nomeadamente na aeronáutica (Blow, 2012)[7], medicina (Ravert, 2002; Gomoll, Pappas, Forsythe, & Warner, 2008)[8], enfermagem (Hovancsek, 2007; Decker, Sportsman, Puetz, & Billings, 2008)[9] e na área militar (Christ, 2006)[10]. Vários estudos referem-se ao uso de simulação de realidade virtual no treinamento de bombeiros (Bliss, Tidwell, & Guest, 1997; Hall, 2010; Bayouth, 2011; Gillespie, 2013)[11] e pesquisas relacionadas a bombeiros (Cohen-Hatton & Honey, 2015)[12].

Como mencionado acima, simulações em realidade virtual estão sendo utilizadas para o treinamento e avaliação dos bombeiros que desempenham funções de comando de incidentes nas áreas tática e estratégica, e, em níveis de gestão de operações. As simulações podem ser interrompidas, controladas, repetidas, e permitir que os bombeiros se preparem para situações que nem sempre são possíveis de simular em condições reais (Lauder, Lamb, Olde, & Link, 2015) [13].

A experiência mencionada na introdução, em uma unidade hospitalar na região serrana do Rio Grande do Sul, quando demonstramos os simuladores de realidade virtual para um grupo de aproximadamente 100 brigadistas, a grande maioria do sexo feminino, foi extremamente rica pelas percepções que tivemos e as reações que recebemos dos profissionais que nunca tiveram a oportunidade de utilizar simulares de realidade virtual para capacitar e qualificar bombeiros e brigadistas. Os simuladores são de 2 tipos: um de linha de mangueira e outro de extintor portátil, conforme figura 1.



Figura 1: Identificação dos modelos de simuladores de realidade virtual

Entre os dias 19 e 21 de outubro de 2021 uma equipe de 3 pessoas foi convidada a demonstrar os simuladores de realidade virtual para a equipe de brigadistas do Hospital do Círculo. A equipe era composta por um chefe de brigada de produtos perigosos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Rio de Janeiro – CCS/UFRJ que também é doutorando e mestre em defesa e segurança civil, um mestrando em defesa e segurança civil pela Universidade Federal Fluminense – UFF e um pós-graduando em segurança contra incêndio. O convite foi feito pela gerência de recursos humanos por meio da coordenadoria do SESMT - Serviços Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho do Hospital.



Figura 2: Brigadistas do Hospital do Círculo em ação com os simuladores



Figura 3: Chefe da brigada de incêndio do Hospital do Círculo com brigadistas empunhando os simuladores, <https://circuitosaude.com.br/rede-propria/hospital/> .

A seguir apresentamos as reações dos participantes que responderam ao questionário da gerência de recursos humanos e coordenada pelo SESMT do Hospital do Círculo. Quanto ao requisito “atendimento à sua expectativa”, dos 31 (trinta e um) participantes que responderam, 80,65% consideraram como excelente, 12,90% como muito bom, e 6,45% como bom, totalizando 100% de aprovação. Quanto aos requisitos “o momento apresentou conhecimentos além dos já possuídos” e “O momento ofereceu oportunidade de troca de conhecimento entre os participantes?”, dos 31 (trinta e um) que responderam, 30 disseram que sim e apenas 1 disse que não, atingindo um índice de 96,77% de aprovação. Quando foram perguntados sobre se “A metodologia de ensino utilizada foi inovadora? Classifique com uma nota de 1 a 10”, 90,32% deram nota 10, 3,23% nota 9, 3,23% nota 8 e 3,23% nota 7. Já sobre “Como classifica seu aproveitamento”, 67,74% classificaram como excelente, 25,81% como muito bom e 6,45% como bom, totalizando 100% de satisfação. E, por fim, sobre a “Adequação da carga horária”, 51,61% classificaram como excelente, 32,26% como muito bom, 9,68% como bom, 3,23% como regular e 3,23% como ruim. Importante ressaltar que sobre este último tópico, a carga horária não estava pré-definida e sem metodologia visto que se tratava de uma demonstração e não treinamento. Treinamento pressupõe metodologia de ensino, que não foram aplicados na demonstração.

Já na pesquisa que está sendo feita pelo projeto Petrobras conexões para inovação, e que também participamos, está sendo conduzida pela UFRJ que é a instituição de ciência e tecnologia do projeto, e deverá trazer importantes observações quanto a aplicabilidade da realidade virtual para a formação, qualificação e reciclagem de profissionais brigadistas do setor de óleo, gás e biocombustíveis. O projeto prevê o desenvolvimento de cenários imersivos do setor de óleo e gás, além da criação de uma metodologia de treinamento para os profissionais da companhia petrolífera. Na coleta de dados realizada com 105 (cento e cinco) profissionais brigadistas da empresa tivemos uma variedade de tipos de profissionais de ambientes como plataforma offshore, das refinarias, das termoeletricas e administrativo, proporcionando uma riqueza de dados para a pesquisa que, preliminarmente, trazemos aqui algumas impressões.

É fato que a pandemia do Covid19 prejudicou as atividades presenciais e com isto os treinamentos de simulado com fogo real para bombeiros e brigadistas. Entretanto, o que observamos nesta coleta de dados é que mesmo aqueles profissionais com mais de 15 (quinze) anos de atividades, treinar obrigatoriamente apenas uma vez por ano e, voluntariamente participar de “simulados a seco” mensalmente, não proporcionam àqueles profissionais uma habilidade intrinsecamente inerente aos desafios das emergências colocadas no simulador de realidade virtual. O que quer dizer isto: que ao imergir no ambiente virtual e se deparar com os fenômenos dos incêndios em determinados cenários, aqueles profissionais tiveram dificuldades de realizar algumas tarefas básicas de procedimento de segurança, se colocando em risco e resultando em “mortes virtuais”. Brigadistas industriais experientes tiveram a sensação de como treinar em diversos cenários com ocorrências de todos os fenômenos do incêndio pôde ser desafiador e mostrar que treinar mais vezes é importante para a cognição desses indivíduos e melhorar a performance da sua atividade profissional. O sucesso na criação de uma metodologia de treinamento em realidade virtual para a companhia petrolífera, possível com a coleta de dados, demonstrou que mais de 95% (noventa e cinco) por cento dos profissionais aprovaram a introdução da tecnologia de realidade virtual para o aumento da performance dos brigadistas da Petrobras.

E, para demonstrar que a alternativa de treinamento em realidade virtual para bombeiros e brigadistas deverá se tornar uma tendência mundial, a NFPA – *National Fire Protection Associate*, lançou uma *RFP – Request for Proposal* para receber propostas para contratação de projeto para aprendizagem imersiva para treinamento de bombeiros. A reconhecida fundação de pesquisas da Associação Nacional de Proteção contra Incêndio Norte americana busca com esta publicação planejar a adoção das tecnologias imersivas com emissão de um padrão específico.

Mencionamos anteriormente sobre as possibilidades que a tecnologia imersiva de realidade virtual proporciona para os bombeiros e brigadistas sob o vetor da segurança, aumentando a frequência do treinamento e a segurança nas realizações, diminuindo os riscos e os custos. Vamos abordar a partir de agora sobre a saúde desses profissionais. A questão da saúde do

trabalhador sempre deve vir em primeiro lugar. Trabalhador sem saúde não desempenha suas atribuições minimamente. De acordo com dados de duas pesquisas do NIOSH – *The National Institute for Occupational Safety and Health* e publicado no *British Medical Journal* na seção Occupational and Environmental Medicine [14], mostraram uma ligação entre o câncer e os bombeiros e brigadistas. A pesquisa concluiu que os bombeiros enfrentaram um aumento de 9% no diagnóstico de câncer e um aumento de 14% nas mortes relacionadas ao câncer em comparação com a população geral nos EUA. O primeiro estudo foi um projeto de vários anos para examinar o risco de câncer em bombeiros usando os registros de saúde de aproximadamente 30.000 bombeiros de carreira atuais e aposentados de três grandes corpos de bombeiros de cidades para observar a mortalidade e os incidentes de câncer. O segundo estudo analisou a resposta à exposição entre 20.000 bombeiros dos mesmos corpos de bombeiros. Os resultados da primeira fase, que mostraram evidências de uma relação entre combate a incêndios e câncer, foram publicados em outubro de 2013. Os resultados do segundo estudo, publicado em 2015, mostraram uma relação entre combate a incêndios e câncer de pulmão e leucemia. Um outro estudo elaborado por K.W Fent, et al [15] avalia a exposição aos hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs) que os bombeiros são submetidos nos treinamentos, resultando que as concentrações medianas de quase todos os metabólitos de PAH na urina aumentaram no período pré-treino a 3 horas pós-treinamento para cada cenário e foram mais altas para painéis estruturais de pinus, chamados de OSB – oriented strand board, seguido por palete e palha e, em seguida, fumaça simulada. Para os instrutores que supervisionaram três treinamentos por dia, as concentrações medianas aumentaram a cada coleta. Um único dia de exercícios com painéis estruturais de pinus levou a um aumento de 30 vezes em 1-hidroxipireno para instrutores, culminando em uma concentração média de fim de turno 3,5 vezes maior do que os níveis médios medidos por bombeiros em um estudo de incêndio residencial controlado anterior. As concentrações respiratórias de benzeno aumentaram de 2 a 7 vezes imediatamente após o treinamento. E quais as conclusões desse estudo: A absorção dérmica provavelmente contribuiu para os níveis biológicos, pois a via respiratória estava bem protegida. As academias de treinamento devem considerar os riscos de exposição, bem como os objetivos instrucionais ao selecionar os exercícios de treinamento.

Outra fonte de preocupação é com relação aos problemas cardíacos. A morte súbita cardíaca sempre foi responsável pela maior parte das mortes de bombeiros em serviço desde que a Fundação de Pesquisas da NFPA [16] iniciou este estudo em 1977. A partir dos 36 anos, iniciam-se as mortes por problemas cardíacos.

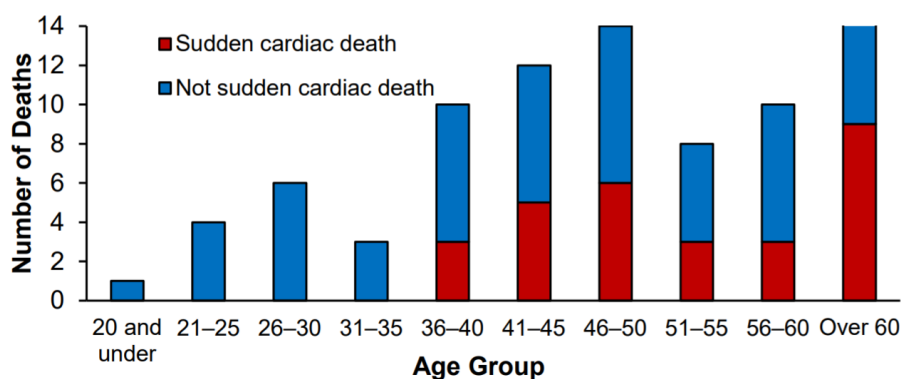


Figura 4: Morte de bombeiros por idade e causa de morte. Fonte: NFPA, 2020.

Manter-se saudável é uma prerrogativa dos profissionais de respostas às emergências e muitas organizações mantêm convênios com academias para proporcionar um melhor condicionamento físico para aqueles colaboradores. É um ponto de atenção, tendo em vista que o treinamento do simulado real, apesar de utilizar líquidos inflamáveis e pallets de madeira gerando grande quantidade de fogo, ele é na maioria das vezes controlado, diminuindo a dinamicidade e tornando o simulado mais previsível. O que vimos na realidade virtual é que a dinamicidade é um dos

requisitos da ferramenta, visto que a adição de novos cenários com os fenômenos provocados pelos incêndios pode ser feita continuamente, tornando o treinamento mais dinâmico e imprevisível. Em 3 (três) anos o simulador que utilizamos nas pesquisas saltaram de 12 (doze) cenários para 60 (sessenta) cenários. E há uma previsão de novas disciplinas e cenários para serem adicionados, de acordo com o *roadmap* da fabricante do simulador.

Outro dado interessante na pesquisa da Fundação de Pesquisas da NFPA, são as mortes dos bombeiros profissionais e de brigadistas voluntários.

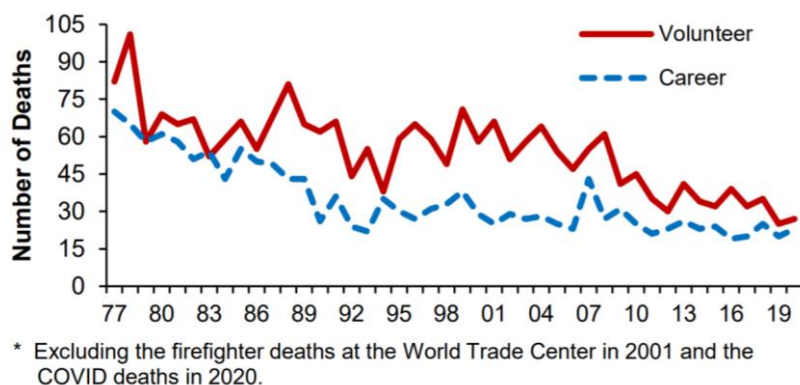


Figura 5: Comparativo de mortes entre bombeiros profissionais e brigadistas voluntários. Fonte: NFPA.

Percebe-se que o número de mortes vem caindo tanto para os bombeiros profissionais como para os brigadistas voluntários, mas nos últimos 10 (dez) anos a média vem se mantendo estável. A queda e a recente estabilidade têm a ver com as novas tecnologias e procedimentos que foram introduzidos no combate a incêndio, mas que nos últimos anos percebe-se um desafio para diminuir a média que se mantém estável.

Na tabela a seguir a NFPA faz um resumo geral sobre os tipos de atividades x causa da morte x natureza da morte.

	Career Firefighters		Volunteer Firefighters	
	Number of Deaths	Percent of Deaths	Number of Deaths	Percent of Deaths
Type of duty				
Operating at fireground	4	17%	6	22%
Responding to or returning from alarms	2	9%	16	59%
Operating at non-fire emergencies	5	22%	1	4%
Training	4	17%	1	4%
Other on-duty activity	8	35%	3	11%
TOTALS	23	100%	27	100%
Cause of fatal injury				
Overexertion/stress/other related medical	13	57%	18	67%
Accidental overdose	1	4%	0	0%
Struck by vehicle	1	4%	0	0%
Motor vehicle crash	2	9%	5	19%
Fell	1	4%	0	0%
Structural collapse	1	4%	2	7%
Lost inside	2	9%	0	0%
Assault	1	4%	1	4%
Caught/trapped underwater	1	4%	1	4%
TOTALS	23	100%	27	100%
Nature of fatal injury				
Sudden cardiac death	11	48%	16	59%
Internal trauma/crushing	4	17%	5	19%
Asphyxia, including smoke inhalation	3	13%	2	7%
Stroke	1	4%	2	7%
Gunshot	1	4%	1	4%
Drowning	2	9%	1	4%
Drug overdose	1	4%	0	0%
TOTALS	23	100%	27	100%

Figura 6: Comparação de óbitos em serviço entre bombeiros de carreira e voluntários, 2020*. Fonte: NFPA

O treinamento foi responsável por 17% das mortes em bombeiros profissionais contra 4% dos brigadistas voluntários, explicado pelo simples fato de que o profissional treina mais que o voluntário. Também com 17% das mortes em bombeiros profissionais está a operação em campo contra 22% dos brigadistas voluntários. Quando vamos para as causas das mortes, tanto para os profissionais quanto para os voluntários (57% x 67%) disparado em primeiro lugar estão o esforço excessivo, estresse ou outra questão médica. E, por fim, para a natureza da causa da morte está, com 48% e 59%, respectivamente, vem a morte súbita cardíaca disparado em primeiro lugar.

Abordamos até aqui questões relacionadas à segurança e a saúde dos profissionais de combate a incêndio. Importante também salientar a questão ambiental, que forma o tripé SMS – Saúde, Meio Ambiente e Segurança, estabelecida em todas as organizações. Recentemente lançado, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS da Organização das Nações Unidas são um pacto global firmado para alcançar a erradicação da pobreza e promover uma vida digna a todas as pessoas. São 17 objetivos para transformar o mundo, os ODS. Para alcançar as 169 metas contempladas, é necessário um esforço conjunto e continuado entre nações, empresas, academia e sociedade civil. Entendemos que os ODS 3 – Saúde e bem estar: Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades, ODS 4 – Educação de qualidade: Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos, ODS 8 – Trabalho decente e crescimento econômico: Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos, ODS 9 – Indústria, inovação e infraestrutura: Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação, e o ODS 13 – Ação contra a mudança global do clima: Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos, estão diretamente ligados ao momento tecnológico que estamos vivendo. E por tudo o que já foi dito acima sobre a exposição às substâncias químicas, à dificuldade em se treinar continuamente, a estar mais bem preparado, a realidade virtual ainda contribui para a descarbonização do treinamento para as diversas atividades de combate a incêndio, sejam eles urbanos, florestais, de aeródromo, industriais ou mesmo brigadistas voluntários.

Para calcular os efeitos dos impactos ambientais anuais dos treinamentos com fogo real para as classes A e B, combustíveis sólidos e líquidos inflamáveis, respectivamente, a principal fabricante de simuladores de realidade virtual realizou cálculos que, assumindo que são gastos 2 mil horas anuais em treinamento com taxa de 30% de taxa de vazão da mangueira; que são usados 2 mil horas de líquido gerador de espuma e líquidos inflamáveis para conter 50 m² de ignição; assumindo que são gastos 54 kg de pinus estruturais em cada uma das 500 sessões anualmente; sem contar os custos com água, dos líquidos inflamáveis e emissões de gases, custo do líquido gerador de espuma, custo com a limpeza dos resíduos e depreciação dos equipamentos, chegaram aos seguintes resultados: o consumo de água no treinamentos com fogo real foram estimados em 20 milhões de litros ou 10 piscinas olímpicas, aproximadamente; são gastos 2 milhões de litros de espuma, gerando contaminações por PFAS – substâncias per e polifluoralquil e geração de 27.000 quilos de emissões de CO₂. Com os simuladores de realidade virtual não há gastos com estes itens, zerando suas emissões. Figura7.

O meio ambiente é um assunto global e controlar as emissões de gases de efeito estufa está na pauta do dia das nações desenvolvidas em virtude das mudanças climáticas que estamos sofrendo. As diversas disciplinas que estudam as mudanças climáticas que interagindo entre si advogam no sentido de que as mudanças culturais deverão ser implementadas cada vez mais rápido, devido aos desastres que estamos vivenciando e que estão se tornando cada vez mais graves. Assim, evitar a queima de líquidos inflamáveis, a queima de madeira de pinus, reduzir os resíduos gerados pela atividade do treinamento simulado com fogo real, se tornará mandatória pelos impactos que poderão adicionar na contabilidade das emissões de gases de efeito estufa e assim contribuir com o país na melhoria da sustentabilidade e na melhoria da qualidade de vida da população em geral.



Figura 7: Quadro comparativo entre simulados reais x simulados em realidade virtual. Fonte: Flaim Systems, <https://flaimesystems.com/>

A vantagem para o meio ambiente é imensa na adoção da realidade virtual para os treinamentos de combate a incêndio. Os dados são aproximados e refletem a atividade de um centro de treinamento de porte que atenda organizações industriais. Se elevarmos esta conta para as dezenas de milhares de centro de treinamento existente no Brasil, a contribuição que o país pode dar para atender o desafio da agenda 2030 da ONU e introduzir a realidade virtual para os treinamentos de bombeiros militares, civis, industriais, de aeródromo, florestais, municipais, estaduais, federais e brigadistas voluntários será de grande valia para o país, ajudando a reduzir as emissões, descarbonizando o treinamento e tornando a atividade mais sustentável.

As principais vantagens da simulação de realidade virtual em comparação com os exercícios ao vivo são o custo-benefício, a flexibilidade e a capacidade de criar eventos de grande escala. A realidade virtual é mais barata porque requer menos pessoal, menos equipamentos e elimina a necessidade de criar ambientes físicos para treinamento. É flexível porque os treinadores podem facilmente construir um enorme variedade de cenários, escolhendo e combinando os diferentes ambientes e objetos disponíveis em uma biblioteca. Mas o mais importante, o software de simulação permite que os instrutores criem eventos em um ambiente virtual que seriam extremamente difíceis de recriar em um exercício ao vivo. (Boosman, M. et al) [17].

Conclusão

As primeiras impressões sobre os avanços da realidade virtual para treinamento e qualificação de bombeiros e brigadistas no Brasil são positivas, principalmente quando uma organização do porte da Petrobras incentiva e inicia estudos para adoção da tecnologia. Também é muito alvissareira quando uma organização militar como o Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Paraná adota a tecnologia, desde abril de 2021 quando adquiriu o simulador, para formação de seus recrutas e reciclagem dos seu corpo de combate a incêndio. São duas referências de peso e importantíssimas para as demais organizações civis e militares do país. E quando olhamos para o cenário externo nos deparamos com estudos e adoção a passos largos, incluindo a requisição de propostas da Fundação de Pesquisas da NFPA, mas também com casos concretos de adoção da tecnologia em organizações civis e militares de ponta e classe mundial como Força Aérea Americana, Marinha Francesa, Força Aérea Inglesa, Marinha Australiana, Saudi Aramco, The Fire Service College UK, dentre outras de renome.

Percebemos muito valor quando o desafio de estar pronto e preparado para encarar desafios que são difíceis de combater, que é o caso dos bombeiros, onde um erro pode ser fatal, é esperançoso o quanto que a realidade virtual pode apoiar as organizações a desenvolver novas

habilidades para seus colaboradores de respostas às emergências. Estudos científicos estão avançando em grande quantidade com esforços acadêmicos nacionais e internacionais trabalhando em conjunto, demonstra que este é um caminho sem volta. Maior engajamento, motivação, repetição buscando a melhoria contínua, com segurança e de forma sustentável, torna a adoção da realidade virtual uma pré-condição na formação de novos colaboradores de respostas às emergências. Treinar mais, treinar com mais segurança, sem custos logísticos associados, apoiando a melhoria contínua do profissional, permitirá ao aluno enfrentar o simulado real muito mais preparado. Aumentar as horas da prática de combate a incêndios nos regulamentos estaduais será mandatório. Regularizar será uma questão de tempo, as iniciativas estão surgindo e estão por toda a parte, em padrões para diversas indústrias como aviação, naval, aeroportuário, industrial, hospitalar etc.

É importante salientar que a adoção está chegando baseado em evidências científicas, produzidas por pesquisas nas diversas escolas das universidades nacionais e internacionais. Aqui no Brasil, além da Universidade Federal Fluminense, por meio deste mestrando, mas também a UFRJ e a UTFPR, respectivamente apoiando os projetos Petrobras conexões para inovação e do Corpo de Bombeiros do Estado do Paraná, começam a produzir conhecimentos na tecnologia de imersão de realidade virtual na área de respostas às emergências e combate a incêndio. Internacionalmente a Universidade de Deakin em Geelong/Austrália, despoitando como precursora em tecnologias imersivas e hápticas, a Universidade de Coimbra em Portugal, a Universidade de Ciências Aplicadas do Oeste da Noruega entre outras, estão publicando e contribuindo para a disseminação do conhecimento.

As demonstrações que acompanhamos em que mais de 300 (trezentos) profissionais da mais diversas habilidades em combate a incêndio, sejam militares, industriais, de aeródromo, civis e brigadistas voluntários, tiveram a oportunidade de experimentar pela primeira vez no Brasil a sensação de imersão em um simulador de realidade virtual com *wearables* que criam um ambiente imersível muito próximo da realidade, que consumiu mais de 40 mil horas de pesquisa e desenvolvimento, nos permitem dizer que haverá uma disrupção tecnológica no segmento de treinamento de combate a incêndios no Brasil, transformando digitalmente a atividade, para uma melhor formação e qualificação. A melhoria cognitiva do treinando, a sustentabilidade da tecnologia, a economia e descarbonização da atividade serão os pilares que servirão de base para a regulamentação e inclusão da realidade virtual no treinamento de bombeiros e brigadistas no Brasil. Ainda há o que pesquisar, estamos só no início, mas com a aceleração que a tecnologia está implementando novas soluções, e a chegada de um Metaverso estimulada pelas grandes companhias internacionais de tecnologia, e em um cenário estimulado por uma pandemia que ainda não acabou, não há o que esperar. Continuaremos as pesquisas apoiando a sociedade a alcançar as metas de um mundo mais sustentável e inclusivo para todos, inclusive com novas pesquisas comparativas entre o treinamento convencional e o de realidade virtual.

Referências

- [1] CHIAVENATO, I. Recursos humanos: edição compacta. [S.l.]: São Paulo: Atlas, 2002. ISBN 852243106X.
- [2] BY RITA F. FAHY, JAY T. PETRILLO & ANGELO VERZONI, NFPA 2020
- [3] Lima, V. V. (2005). Competence: different approaches and implications in the training of healthcare professionals. Interface – Comunicação, Saúde, Educação, 9(17), 369-379
- [4] Keskitalo, T. (2015). Developing a Pedagogical Model for Simulation-based Healthcare Education. Rovaniemi: Lapland University Press
- [5] Launder, D., Lamb, K., Olde, J., & Link, M. (2015). Simulating stimulation. Fire & Rescue, 98, 32-34.

- [6] EVALUATION OF THE PEDAGOGICAL MODEL USED IN VIRTUAL REALITY SIMULATIONS FOR TRAINING PORTUGUESE FIREFIGHTERS Vitor Reis, LE@D – Laboratório de Educação a Distância e eLearning, Portugal, 2020 Research Workshop | Lisbon, 21-23 October, 2020 ISSN 2707-2819
- [7] Blow, C. (2012). Flight School in the Virtual Environment. Capabilities and Risks of Executing a Simulations-Based Flight Training Program.
- [8] Ravert, P. (2002). An integrative review of computer-based simulation in the education process. Computers Informatics Nursing, 20(5), 203-208.
- [9] Hovancsek M. (2007) Using simulation in nurse education. In Jeffries P.R. (Ed.). Simulation in Nursing Education; from Conceptualization to Evaluation (pp. 1-9). New York: National League for Nursing.
- [10] Christ, R. (2006). Preliminary Evaluation of a Novel Simulation-Based Tool for Training Rapid Decision-Making Skills (Research Report 1847). Arlington, VA: U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences.
- [11] Bliss, J. P., Tidwell, P. D., & Guest, M. A. (1997). The effectiveness of virtual reality for administering spatial navigation training to firefighters. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6, 73-86.
- [12] Cohen-Hatton, S. R., & Honey, R. C. (2015). Goal-Oriented Training Affects Decision Making Processes in Virtual and Simulated Fire and Rescue Environments. Journal of Experimental Psychology: Applied, 21(4), 395-406.
- [13] Launder, D., Lamb, K., Olde, J., & Link, M. (2015). Simulating stimulation. Fire & Rescue, 98, 32-34.
- [14] Mortality and cancer incidence in a pooled cohort of US firefighters from San Francisco, Chicago and Philadelphia (1950– 2009) Robert D Daniels, Travis L Kubale, James H Yiin, et al.
- [15] Firefighters' and instructors' absorption of PAHs and benzene during training exercises Kenneth W. Fenta,* , Christine Toennisb , Deborah Sammons b , Shirley Robertsonb , Stephen Bertkea , Antonia M. Calafatc , Joachim D. Pleild , M. Ariel Geer Wallaced , Steve Kerbere , Denise L. Smithf,g , Gavin P. Hornf, International Journal of Hygiene and Environmental Health 222 (2019) 991–1000.
- [16] Firefighter Fatalities in the US in 2020, NFPA, Rita F. Fahy and Jay T. Petrillo, October 2021.
- [17] Boosman, M., Lamb, K., & Verhoef, I. (2015). Why Simulation is Key for Maintaining Fire Incident Preparedness. Fire Protection Engineering, 2nd Quarter, 46-56.