



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
LUIS EDUARDO CAPISTRANO NUNES

**REALIDADE AUMENTADA E SUAS APLICAÇÕES NA ÁREA DE SEGURANÇA
DO TRABALHO**

Palhoça
2020

LUIS EDUARDO CAPISTRANO NUNES

**REALIDADE AUMENTADA E SUAS APLICAÇÕES NA ÁREA DE SEGURANÇA
DO TRABALHO**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do trabalho.

Orientador: Prof. Me. José Humberto Dias de Tolêdo.

Florianópolis

2020

LUIS EDUARDO CAPISTRANO NUNES

**REALIDADE AUMENTADA E SUAS APLICAÇÕES NA ÁREA DE SEGURANÇA
DO TRABALHO**

Esta Monografia foi julgada adequada à obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho e aprovada em sua forma final pelo Curso de Especialista em Segurança do Trabalho da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Florianópolis, 06 de novembro de 2020.

Professor e orientador José Humberto Dias de Tolêdo, Me.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedicamos este trabalho aos familiares, amigos e professores que nos motivaram e auxiliaram nestes preciosos anos de aprendizado e formação profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus avós Maiery e Santelmo Capistrano por terem me criado com tanto amor e terem me passado os valores necessários para que hoje esteja conquistando este objetivo tão importante em minha vida. Agradeço também a minha vó Elza Nunes, estivemos separados em distância, mas nunca em pensamento e vontade de estar próximos. Sem vocês nada disso teria sido possível.

A todos os meus familiares que de alguma maneira acreditaram em meu potencial e me incentivaram e inspiraram a estudar, em especial a minha noiva Jenifer Delfino Fernandes, minha companheira de todos os momentos, minha motivação e meu porto seguro.

A todos os amigos que me apoiaram e incentivaram e compreenderam a dificuldade em alguns momentos de estarmos juntos devido aos estudos. Em especial aos grandes amigos que fiz nos tempos de ensino médio, curso técnico e tecnólogo no IFSC pois me acompanharam nesta dura e gratificante jornada do conhecimento durante estes anos.

Agradeço também a todos os professores que dedicaram horas para repassar seus conhecimentos, vocês são as chances de termos um mundo melhor amanhã.

Agradeço por fim, a todos que de alguma maneira torceram por mim e ficaram felizes com esta importante conquista em minha vida.

Muito obrigado!

“Um homem que enxerga o mundo aos 50 anos da mesma forma que aos 20
perdeu **30 anos de vida**”. MUHAMMAD ALI

RESUMO

Esta monografia busca observar possíveis utilizações da tecnologia de realidade aumentada especificamente na área de Engenharia de segurança de trabalho sejam elas futuras, quando a tecnologia estiver mais difundida, ou já em utilização no mundo atualmente. Este trabalho aborda uma breve análise do que é realidade aumentada e realidade virtual e suas diferenças, bem como quais os periféricos necessários para ambos. Posteriormente é apresentado exemplos de como a tecnologia pode ser utilizada para melhorar a segurança do trabalho e por fim algumas limitações e desafios para a implementação prática da tecnologia.

Palavras-chave: Realidade aumentada 1. Saúde e Segurança 2. Segurança do trabalho 3.

ABSTRACT OU RÉSUMÉ OU RESUMEN

This monograph looks for utilizations of augmented reality specifically in the area of Health and safety engineering, whether they already in use or for futures capability. This work addresses a brief analysis of what is augmented reality and virtual reality and its differences, as well as which gadgets are needed for both. Subsequently, examples of how technology can be used to improve work safety and finally, are presented, some limitations and challenges for the practical implementation of the technology.

Keywords: Augmented Reality 1. Health and Safety 2. Workplace Safety 3.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Óculos Playstation VR e VR box.....	15
Figura 1 – Google glass	15
Figura 3 – Pokemon Go utilizado em um celular.....	16
Figura 3 – Informações e dados em tempo real serão a premissa da industria 4.0.....	17
Figura 3 – Informações de temperatura, pressão e tensão de um equipamento.	18
Figura 3 – Status de funcionamento de máquinas e equipamentos em tempo real.	19
Figura 3 – Treinamento utilizando realidade virtual para novatos da loja Walmart.	22
Figura 4 – Mapa de risco virtual em tempo real.....	23
Figura 4 – Informações de risco em equipamentos em tempo real.	23
Figura 5 – Instruções em tempo real através de realidade aumentada.	24
Figura 6 – Sobreposição virtual de tubulações.....	25
Figura 6 – Câmera com sensor de calor instalado conectado ao óculos de realidade aumentada.....	26
Figura 6 – Visão real e de câmera de calor sobreposta no óculos de realidade aumentada.	26
Figura 7 – Interação em tempo real por vídeo chamada.....	27

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	JUSTIFICATIVA	11
1.2	PROBLEMA DE PESQUISA	11
1.3	OBJETIVOS	11
1.3.1	Objetivo Geral	11
1.3.2	Objetivo específico.....	11
1.4	DESENHO METODOLÓGICO.....	12
1.4.1	Método.....	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	INDUSTRIA 4.0.....	14
2.2	REALIDADE AUMENTADA E REALIDADE VIRTUAL.....	14
2.2.1	PERIFÉRICOS REALIDADE AUMENTADA	16
2.3	INTERNET DAS COISAS.....	17
3	RESULTADOS E ANÁLISES DA PESQUISA.....	20
3.1	REALIDADE AUMENTADA EM TREINAMENTOS.....	20
3.2	MAPEAMENTO DE RISCOS FÍSICOS, QUÍMICOS E BIOLÓGICOS.....	22
3.3	MANUAIS E INFORMAÇÕES COM MÃOS LIVRES	23
3.4	SOBREPOSIÇÃO REAL X VIRTUAL.....	24
3.5	COMUNICAÇÃO E TROCA DE INFORMAÇÕES EM TEMPO REAL	26
4	BARREIRAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA TECNOLOGIA	28
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
	REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

Em ambientes de trabalho seja ele fábricas ou em canteiros de obra encontramos ferramentas rústicas como martelos, enxadas, pás, chaves de fenda, linhas de nylon entre outras, contudo a tecnologia foi trazendo opções que aumentavam a produtividade e facilitavam certas atividades. Atualmente já é comum nestes mesmos ambientes encontrarmos máquinas e equipamentos como escavadeiras, parafusadeiras e níveis a laser, estes produtos outrora caros hoje já são comuns para profissionais do ramo.

Como sabemos a tecnologia não para de evoluir e hoje na eminência de uma nova revolução industrial, a chamada indústria 4.0 (SCHAWAB, 2016), empresas trabalharão cada vez mais com tecnologias de ponta baseado principalmente na computação, automação e análise de dados utilizando a atual capacidade de se coletar informações e mantê-las na “nuvem” e não em papéis, facilitará o acesso instantâneo e troca de informações o que será mostrará útil para diversos ramos produtivos.

A indústria 4.0 aliará tecnologias chamadas de “megatendências” (SCHAWAB, 2016) em ambientes produtivos como Cyber-Physical Systems (CPS), Internet of Things (IoT), Internet of Services (IoS) entre outras.

Uma das tecnologias presentes nessa revolução será a realidade aumentada (RA), estudada no campo da computação gráfica e da interação homem-computador (IHM), ela se define como a capacidade de sobrepor informações virtuais (imagens, tabelas, gráficos, vídeos) no mundo real através de dispositivos eletrônicos como celulares, tablets ou óculos específicos para RA.

A área de segurança do trabalho pode ser entendida como um conjunto de medidas que visam minimizar acidentes de trabalho, doenças ocupacionais e proteger a integridade do trabalhador (PEIXOTO, 2011). Entre estas medidas já observamos cotidianamente o uso de alguns equipamentos fundamentais para a Engenharia do trabalho como decibelímetros, luxímetros, termoanemômetros, medidores de stress térmico entre outros, sendo a tecnologia grande aliada na área de segurança do trabalho qualquer novo dispositivo que possua capacidade de melhorar a gestão e tenha potencial de reduzir acidentes e melhorar a qualidade de vida de quem trabalha é bem vindo.

Novas tecnologias despertam criatividade e aguçam profissionais de diversas áreas para como elas podem ser utilizadas em seus negócios, contudo não podemos nos desviar do objetivo, que é de transformar ambientes de trabalhos mais seguros e saudáveis. Informações dispostas de uma maneira digital sobrepondo ao mundo real poderia vir a distrair

o trabalhador oferecendo ao mesmo riscos reais? Equipamentos de AR podem ser incorporados de forma que não deixem por exemplo um capacete mais pesado e gere danos físicos ao trabalhador que usa-lo? (ENGAGE EHS, 2019).

1.1 JUSTIFICATIVA

Novas tecnologias apresentam potenciais de inovar a maneira como fazemos certas atividades, nem sempre estas são acessíveis e representam solução real a todas as áreas e empresas, tecnologias de ponta também significam maior investimento para empresas, muitas vezes a necessidade de capacitação de funcionários para seu adequado uso o que inviabiliza sua adoção.

Contudo, como a evolução tecnológica é rápida e por consequência seu custo baixa com o tempo podendo então ser relevante a cada vez mais representantes do tecido produtivo e que cada vez mais no cenário da engenharia se estuda a adesão a tecnologias emergentes é relevante este estudo.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Como a Realidade Aumentada está sendo utilizada de modo relevante na área de segurança de trabalho e qual seu potencial para tornar ambientes de trabalho mais seguros?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é apresentar idéias e também exemplos de empresas que já adotaram a tecnologia de Realidade Aumentada que abranjam a área de segurança do trabalho e como ela será usada na prática em diferentes industrias produtivas.

1.3.2 Objetivo específico

- Apresentar possíveis usos da tecnologia nas industrias.
- Analisar vantagens de se usar a tecnologia.
- Pesquisar como empresas já estão utilizando RA atualmente.

1.4 DESENHO METODOLÓGICO

A pesquisa de acordo com GIL (2002), possui como objetivo proporcionar resposta a perguntas propostas e é requerida quando não se dispõe de informações suficientes para responder as perguntas ou quando as informações disponíveis se encontram em estado de desordem de modo a não conseguir, como dispostas, responder a proposição.

O trabalho contará com a análise do material disponibilizado já implementado em situações reais por empresas, estas bibliografias disponíveis tornarão a pesquisa de caráter principalmente exploratório bibliográfico. De acordo com GIL a pesquisa exploratória possui o seguinte objetivo: (2002, p. 41)

“[...]Estas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de idéias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado. Na maioria dos casos, essas pesquisas envolvem: (a) levantamento bibliográfico; (b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e (c) análise de exemplos que "estimulem a compreensão[...]”(GIL, 2002, p. 41)

Como principal objetivo da leitura das bibliografias disponíveis estarão (GIL, 2002):

“[...]a) identificar as informações e os dados constantes do material impresso;
b) estabelecer relações entre as informações e os dados obtidos com o problema proposto;
c) analisar a consistência das informações e dados apresentados pelos autores.
[...]”(GIL, 2002, p.77)

1.4.1 Método

Para atingir o objetivo estabelecido na seção anterior serão utilizadas as seguintes ferramentas:

Revisão bibliográfica para o conceito de realidade aumentada e periféricos para o uso desta tecnologia, visando aprofundar conhecimento nas literaturas deste tema.

Apresentar estudos de casos reais da utilização das tecnologias de realidade aumentada para fins de segurança do trabalho e seus resultados.

Propor, utilizando como base as normas regulamentadoras, possíveis aplicações da RA que aumentem a segurança de ambientes de trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 INDÚSTRIA 4.0

A última revolução industrial ocorreu a 250 anos quando houve a implementação de máquinas a vapor para a geração de energia para manufatura. A chegada do aço e energia elétrica desencadeou o que é chamado de segunda revolução industrial, seu auge foi na criação por Henry Ford das chamadas linhas de produção. Ao final da década de 70 os primeiros sistemas de automação começaram a ser implementados em fábricas, posteriormente com a popularização dos computadores e internet a eletrônica exerceu o que podemos chamar de uma terceira revolução. Hoje ao falarmos de indústria 4.0 nos referimos a um conjunto de novas tecnologias que serão implementadas na manufatura avançada, indústrias ou o que chamaremos de fábricas inteligentes.

Na feira de Hanôver (Alemanha) em 2011 o conceito de indústria 4.0 foi trazido a público pela primeira vez. A proposta era de um ambiente industrial com mais colaboração entre dispositivos inteligentes em todas as fases de produção e logística, que com informações e dados em tempo real seriam capazes de otimizar a produção (SIEMENS, 2020).

A indústria 4.0 tem seu foco em melhoria contínua na eficiência, segurança, produtividade e no retorno dos investimentos (COELHO 2016). São várias as tecnologias disponíveis que serão facilitadoras para estes objetivos como a inteligência artificial (IA), internet das coisas ou em inglês Internet of things (IoT), Computação em nuvem, Big Data and Analytics, Sistemas ciber-físicos, impressão 3D e a realidade aumentada e virtual, que terá o foco nesta pesquisa, entre outras.

2.2 REALIDADE AUMENTADA E REALIDADE VIRTUAL

Realidade aumentada (RA) e realidade virtual (VR) são tecnologias que possuem similaridades mas ao mesmo tempo são totalmente diferentes. (COOLEY, 2018)

Na realidade virtual tudo que se vê ou ouve é feito em ambiente virtual através de computadores e dispositivos, você pode por exemplo simular estar em um estádio de futebol ou em um video game. A realidade virtual abrange 360 graus e três dimensões criando a ilusão e imersão em um ambiente totalmente digital. Existem níveis de realidade virtual onde é possível se mover pelo ambiente digital e até mesmo interagir com objetos virtuais. A realidade virtual pode ser experimentada através de um celular por exemplo mas terá sua

melhor performance e possibilidades utilizando visores de display posicionados como um óculos ou capacete (Figura 1).

Figura 1 – Óculos Playstation VR e VR box



Fonte: FREIRE, Raquel. **Óculos de realidade virtual** (2016).

Realidade aumentada é quando continua se vendo o mundo real mas existe a sobreposição de informações e gráficos com ligação e relevância referente ao local onde se está. O periférico Google glass por exemplo (Figura 2) não é exatamente a experiencia de uma realidade aumentada neste caso existe a sobreposição de informações na frente dos olhos do usuário mas que não possuem interoperabilidade com o ambiente em si.

Aplicativos de RA podem ser, assim como na VR, experimentados através de um celular. Talvez o exemplo mais popular seja do aplicativo “Pokemon GO” (Figura 3) onde os usuários se moviam em ambiente real para fazer tarefas virtuais.

Figura 2 – Google glass



Fonte: FREIRE, Raquel. **Óculos de realidade virtual** (2016).

Figura 3 – Pokemon Go utilizado em um celular



Fonte: PARKER, Owen. **The real story about augmented reality** (2019).

2.2.1 PERIFÉRICOS REALIDADE AUMENTADA

Inúmeras empresas de tecnologia desenvolvem ou já possuem equipamentos de realidade aumentada os chamados *gadgets* com valores, funções e capacidades de processamento variadas. De acordo com CHERDO, 2020, as grandes empresas de tecnologia estão investindo não só no desenvolvimento do hardware mas também na criação de softwares de criação que sejam amigáveis para o desenvolvimento de aplicativos para serem utilizados com seus dispositivos.

Entre as funcionalidades de alguns dispositivos está o acesso a internet utilizando wi-fi, conexão bluetooth, microfones, câmeras com resolução HD, sistemas de navegação global via-satélita (GLONASS E GPS), medidores de velocidade e batimento cardíaco.

Algumas empresas possuem dispositivos com interação por botões em alguns casos acompanhando touchpads similar ao de celulares, em modelos mais antigos a realidade aumentada era muito associada a utilização de luvas com sensores para fazer a interação e atualmente estas mesmas funções de reconhecimento de movimento das mãos e dedos pode ser feito somente com pulseiras o que significa um salto muito importante para o potencial uso da tecnologia visto que luvas poderiam ser um problema para inumeras atividades.

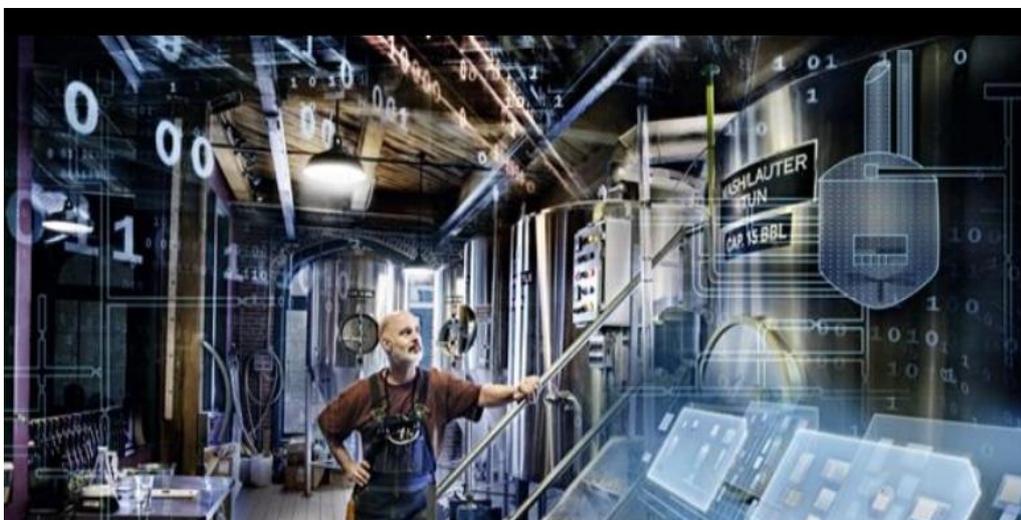
Ainda quanto ao desenvolvimento destes periféricos algumas empresas estão focando seus esforços para o uso em indústrias e ambientes comerciais, outras tem como seu principal objetivo desenvolver o melhor equipamento para uma determinada modalidade esportiva, contudo, certas corporações visam a utilização de seus gadgets em massa para diferentes públicos e funções.

2.3 INTERNET DAS COISAS

A indústria está entrando em uma nova revolução onde de acordo com VENTURELLI (2017) a digitalização de dados e máquinas, processos e dispositivos complementarão a camada produtividade de uma planta industrial. Esta revolução está diretamente ligada com a chamada IoT, *Internet of things* ou *Internet das coisas* em português. Esta técnica permite conectar informações em geral a dispositivos na internet. Na prática isso significa mais sensores, leitores e dispositivos que coletem qualquer informação relevante em tempo real.

Este conceito permitirá a interconexão de dados e sistemas, formando um ecossistema cibernético de informações. Isto associado a realidade aumentada e trazido a área de segurança do trabalho e alta tecnologia permitirá por exemplo que informações como acidentes de grande escala que ocorreram na planta sejam notificados a todos os trabalhadores e caso necessário uma rota de fuga ideal seja traçada virtualmente para que seja possível evacuar o local em segurança.

Figura 4 – Informações e dados em tempo real serão a premissa da indústria 4.0



Fonte: VENTURELLI, Márcio. **A internet das coisas (indústria 4.0)** (2017).

Outra possibilidade é a de associar sensores e inteligências artificiais que consigam prever e alertar locais ou situações que apresentem risco de acidentes, exemplos:

- Inteligência artificial que consiga através de câmeras com sensor de calor detectar a presença de materiais inflamáveis com termômetros ambientes que apresentem alta temperatura e alertar a possibilidade de incêndio.

- No caso de tubulações ser visível em tempo real no óculos de RA a temperatura, pressão e tipo de fluido ou gás bem como informações elétricas.

Figura 5 – Informações de temperatura, pressão e tensão de um equipamento.



Fonte: VENTURELLI, Márcio. **A internet das coisas (indústria 4.0)** (2017).

- Informações gerais em tempo real quanto a performance e funcionamento de equipamentos. Estes dados poderão e deverão inclusive servir de parâmetro para laudos de temperatura ambiente, ruídos e outros riscos físicos no ambiente que envolvam insalubridade. Visto que os dados coletados serão de um período de tempo longo e apresentaram uma amostra mais ampla da situação que o trabalhador fica exposto.

Figura 6 – Status de funcionamento de máquinas e equipamentos em tempo real.



Fonte: VENTURELLI, Márcio. **A internet das coisas (indústria 4.0)** (2017).

Ainda de acordo com VENTURELLI, o conceito de internet das coisas levado ao uso industrial (IIoT) é uma evolução da IoT em si, a IIoT forma uma camada crítica no processo produtivo onde as informações não servem apenas para um banco de dados mas sim para conectar diretamente informações em tempo real a outros setores ou até mesmo fornecedores. O grande desafio será utilizar estes dados para melhorar não só a segurança do trabalho mas todas as camadas que envolvem a planta industrial.

3 RESULTADOS E ANÁLISES DA PESQUISA

3.1 REALIDADE AUMENTADA EM TREINAMENTOS

A utilização de realidade aumentada em treinamentos permite uma maior imersão, aprendizado mais prático e intuitivo, reduz riscos de acidentes e pode ser mais barato.

O compromisso e atenção são dois fatores muito importantes para o aprendizado e um cenário imersivo que mistura a prática e interação com a possibilidade de repetição torna o resultado do treinamento virtual efetivo.

O ambiente virtual permite também que atividades difíceis e complexas possam ser praticadas pelo trabalhador sem consequências no mundo real. Ainda neste ambiente virtual é possível que o trabalhador busque por soluções mais criativas ou complexas que dificilmente tentaria no cotidiano sem causar nenhum prejuízo.

Prever ou simular o resultado de novas ações no ambiente virtual também é uma nova possibilidade utilizando esta tecnologia, com isso é possível saber antes de implementar um novo processo quais as dificuldades ou limitações terão os trabalhadores.

Apesar de um grande número de possibilidades qualquer tecnologia está limitada a capacidade do ser humano de utilizá-la de modo eficiente alguns quesitos, de acordo com ZAMBITO, são sugeridos para eficácia de sua implementação, como:

Utilizar o VR no local de trabalho, evitando que toda uma equipe tenha que se deslocar até um centro de treinamento.

Por sua natureza imersiva o VR pode ser um ambiente seguro para se aprender a fazer atividades críticas e perigosas. Treinar atividades de risco evitam a sobrecarga psicológica no trabalhador.

Encontrar um modo de mensurar a efetividade e qualidade do treinamento também é importante, como índices de redução de acidentes, além desses indicadores é importante ouvir o trabalhador quanto a sugestões para melhorias.

Quanto mais interativo for o treinamento mais o trabalhador o associará com a atividade real, não basta criar um ambiente ou atividade relevante sem que haja a interação, isso tornaria muito mais próximo de um treinamento convencional por vídeo não usufruindo do grande benefício da tecnologia em questão.

A startup Flaim Systems da Deakin University desenvolve treinamentos voltados para bombeiros utilizando realidade virtual com uma série de benefícios já perceptíveis. De acordo com a Flaim Systems o sistema pode ser usado em escala global sendo possível criar parcerias

para desenvolver os treinamentos, o que permitiria criar um grande banco de treinamentos e oferta-los a outras regiões de modo a suprir a necessidade de um treinamento específico a uma brigada de combate a incêndio. Por exemplo uma brigada que possua um aeroporto em sua região de atendimento pode buscar por simulações de combate a incêndio em aeronaves que já tenham sido desenvolvidas em outra região do mundo.

Figura 7 – Treinamento de combate a incêndio para bombeiros da Flaim Systems.



BRANDY, Daniella. **I tried a new virtual reality program that puts firefighter trainees in front of a raging fire to prep them for life-threatening situations.** Agosto de 2018

BRANDY cita que treinamentos desse tipo são difíceis de reproduzir, inseguros, caros e prejudiciais ao ambiente o que torna esse tipo de aplicação de tecnologia tão necessário. Neste caso ainda quanto ao impacto ao meio ambiente, alguns centros de treinamento para bombeiros estão sendo fechados devido a contaminação por sulfonato de perfluorooctano e Ácido perfluorooctanóico como resultado de anos de utilização do espaço para simulações de incêndios.

Para levar a simulação a níveis mais próximos possível da realidade o equipamento uma jaqueta com nano condutores permite o aquecimento em curtos períodos de tempo para até 120C, simulando proximidade com o calor.

Ressalta-se que nenhuma treinamento virtual será comparável ao combate real a um incêndio mas principalmente para os bombeiros iniciantes ter experiência é muito positiva.

A empresa Walmart está utilizando a realidade virtual para colocar seus novos trabalhadores imersos em situações reais que acontecem no salão de vendas. Um dos cenários mais difíceis para um novo empregado da walmart é saber lidar com o dia popular nos estados Unidos chamado “Black Friday” onde é feita uma queima de estoque de produtos pelas lojas

de varejo. DINATALE cita que a experiência ao fazer o treinamento é de instantânea imersão ao ver inúmeros clientes, carrinhos de compras cheios e filas intermináveis.

Basicamente o treinamento se dá por uma série de situações em que o professor vai fazendo perguntas de como seria a maneira de agir diante da situação, o que perguntar e o que fazer em um momento definido por Dinatale como “Algo que nunca quero vivenciar novamente”.

As realidades virtuais serão muito úteis para estes cenários inclusive para saber se um funcionário tem capacidade de lidar com situações de pressão e stress e caso necessário não expondo-o a certas tarefas que não em um ambiente controlado e seguro.

Figura 8 – Treinamento utilizando realidade virtual para novatos da loja Walmart.



Fonte: DINATALE, Sara. **What's it like to train for Walmart's Black Friday? Local stores use virtual reality goggles.** 2018.

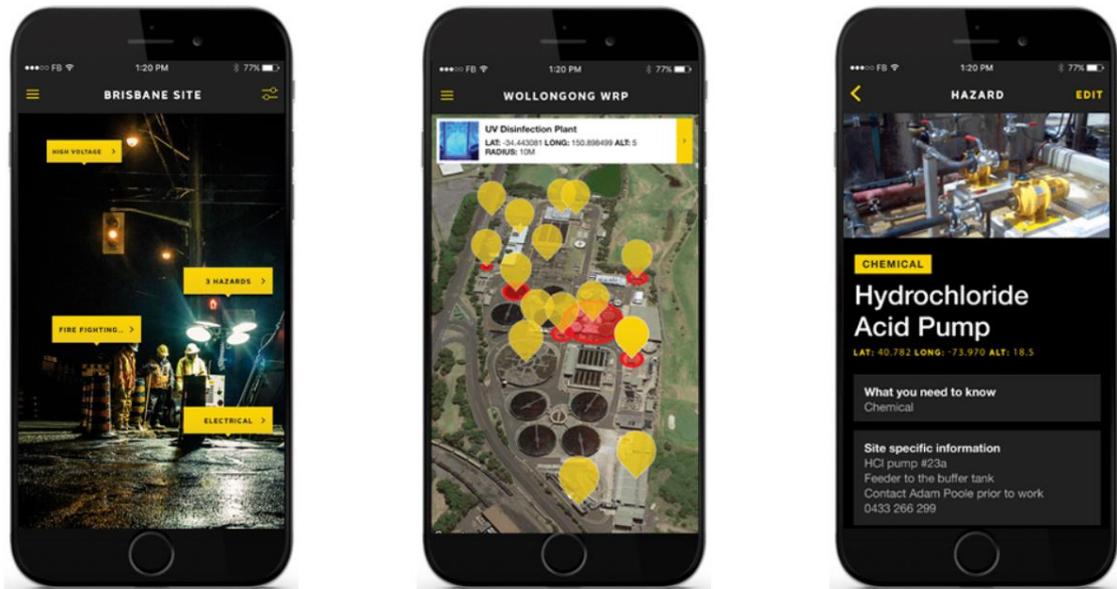
3.2 MAPEAMENTO DE RISCOS FÍSICOS, QUÍMICOS E BIOLÓGICOS

A identificação e alerta de riscos em ambientes de trabalho poderá ser feito em tempo real dando muito mais informações do que as placas de sinalização físicas.

Através do periférico de realidade aumentada será possível, no campo de visão do usuário, identificar através de alertas, avisos e símbolos riscos no ambiente sejam químicos, físicos ou biológicos, ficará a cargo da equipe de segurança do trabalho apontar os graus de risco, quais e como lidar com estes. Caso necessário o usuário poderá obter mais informações sobre determinado risco como o agente, no exemplo de uma bomba de produtos químicos como na imagem a seguir este terá acesso já as informações da máquina, manual e outros, integrados diretamente das informações que a empresa já possui catalogadas exigidas pela NR-12.

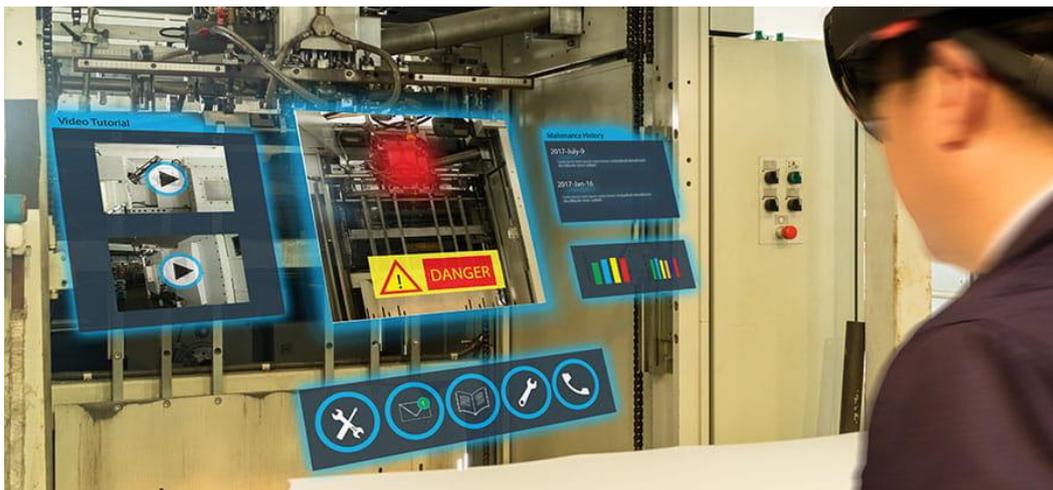
Outra possibilidade de uso para a tecnologia de realidade aumentada é o de um mapa de riscos digital e em tempo real com base na NR-5.

Figura 9 – Mapa de risco virtual em tempo real



Fonte: Ninness, John. **Augmented reality will transform workplace health and safety reality** (2019).

Figura 10 – Informações de risco em equipamentos em tempo real.



Fonte: Ninness, John. **Augmented reality will transform workplace health and safety reality** (2019).

3.3 MANUAIS E INFORMAÇÕES COM MÃOS LIVRES

Ninness através de uma pesquisa feita pelo Instituto de pesquisas Capgemini, cita que 82% das empresas que implementaram realidade aumentada ou realidade virtual em sua

produção tiveram suas expectativas atendidas e até mesmo superadas. Ainda no estudo feito pela Capgemini se ressalta a utilização da tecnologia pela fabricante americana de aviões BOEING, que proveram aos seus técnicos os esquemas de ligação e montagem para suas atividades por RA, permitindo que estes trabalhassem com ambas as mãos livres de manuais ou papéis, esta ação acelerou em 25% o tempo de execução e aumentou a produtividade em 40% e ainda eliminou taxas de erros.

A superposição digital no campo de visão do operador da atividade faz com que não seja necessária a utilização de ferramentas erradas ou que a manutenção das peças seja feita de maneira incorreta, reduzindo as chances de um acidente de trabalho.

Figura 11 – Instruções em tempo real através de realidade aumentada.



Fonte: Ninness, John. **Augmented reality will transform workplace health and safety reality** (2019).

3.4 SOBREPOSIÇÃO REAL X VIRTUAL

Outra aplicação prática utilizada pelos operadores de uma empresa de manutenção municipal a “Tom Rivers municipal Utilities authority” a de visualizar um esquema de tubulações e conexões de água, luz, esgoto, dados e outros “através do chão”, este processo é possível através da utilização de Sistemas de informação geográficas (GIS). Esta inovação permite maior rapidez em situação de enchentes onde seja necessário bloquear passagens de água por uma tubulação rompida ou de incêndios em que é necessário saber se existem cabos de alta tensão próximos, que possam causar mais acidentes.

“Estamos lidando com cinco ou seis linhas de utilidade sobre a rua. Nós temos que localizar estas linhas para que possamos cavar a rua, nós estamos cientes de todas as outras tubulações ao nosso redor. Dando uma situação mais real – um carro bate em um poste, o poste cai na estrada - sete agências estão na cena, cada uma vendo suas tubulações digitais em seus dispositivos. O que nós estamos tentando fazer é permitir que todos vejam o campo com uma interface única do que está sob seus pés – uma visão através de uma interface conjunta.”

Figura 12 – Sobreposição virtual de tubulações



Fonte: Ninness, John. **Augmented reality will transform workplace health and safety** (2019).

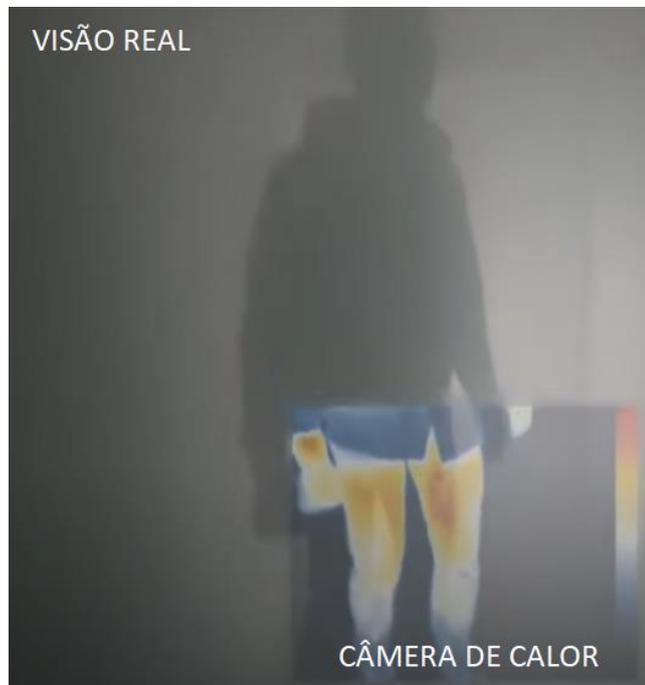
Uma camera térmica associada ao óculos de realidade aumentada é a nova ferramenta que está sendo desenvolvida para auxiliar bombeiros em situações de resgate de vítimas e combate a incêndio. Fumaças escuras e escuridão são obstáculos em missões de salvamento e com a necessidade de carregar uma série de equipamentos dois engenheiros tiveram a idéia de substituir a câmera de calor convencional por um sistema onde o display se sobrepusesse no visor do óculos virtual permitindo que os bombeiros tivessem as mãos livres ao usar o dispositivo. Ainda um protótipo é usado somente em treinamentos enquanto de acordo com EVANGELISTA, está se aprimorando o dispositivo quanto a cores, para a melhor visualização de vítimas e também a possibilidade de instalação em qualquer modelo de capacete ou máscara.

Figura 13 – Câmera com sensor de calor instalado conectado ao óculos de realidade aumentada.



Fonte: EVANGELISTA, Sandy. **Augmented reality for firefighters** (2016).

Figura 14 – Visão real e de câmera de calor sobreposta no óculos de realidade aumentada.



Fonte: EVANGELISTA, Sandy. **Augmented reality for firefighters** (2016).

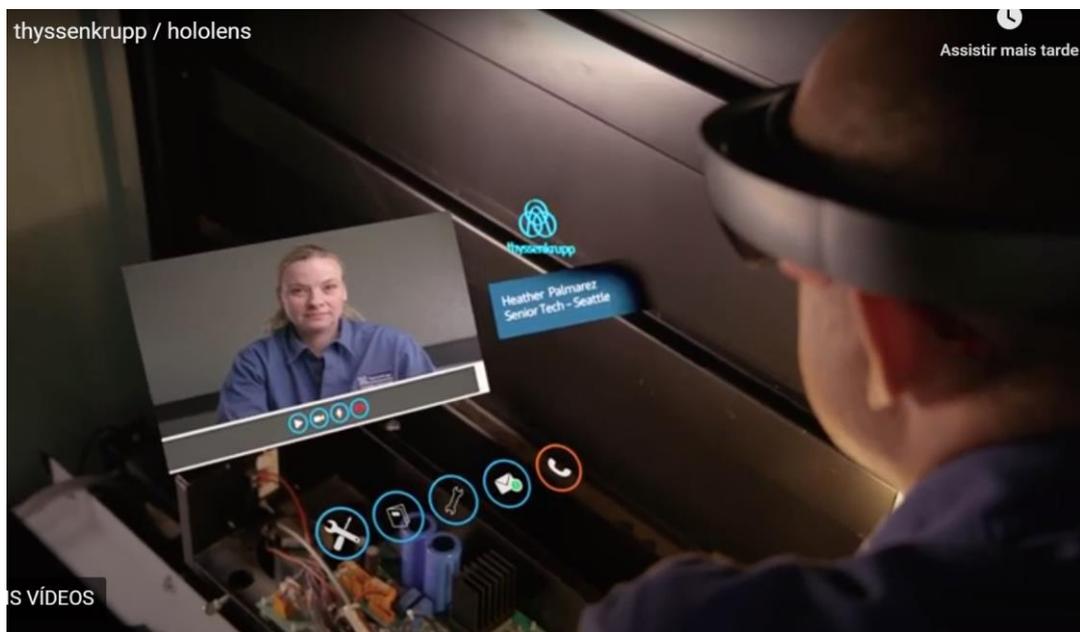
3.5 COMUNICAÇÃO E TROCA DE INFORMAÇÕES EM TEMPO REAL

Os periféricos de realidade aumentada levam ainda a possibilidade de interação virtual e comunicação a um nível ainda superior no quesito produtividade, chamadas em tempo real feitas pelos prestadores de manutenção de elevadores da empresa Alemã Thyssenkrupp permitem que em casos de necessidade seja contatado um Engenheiro ou especialista em manutenções em tempo real, este terá a possibilidade de ver exatamente o que o técnico precisará executar.

Para a área de segurança do trabalho além de contato imediato com um supervisor mais experiente, que possa passar instruções que reduzam as chances de erros ou acidentes. Em caso de acidentes será ainda possível a visualização de todo o procedimento executado pelo trabalhador mostrando causas de um acidente permitindo criação de procedimentos futuros para evita-los.

Ainda com esta ferramenta será possível fazer em tempo real a permissão de trabalho observadas de forma remota as situações de risco pelo supervisor.

Figura 15 – Interação em tempo real por vídeo chamada.



Fonte: Thyssenkrupp. **HoloLens Microsoft: thyssenkrupp revela a última tecnologia para transformar a indústria global de manutenção de elevadores.** 2016.

4 BARREIRAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA TECNOLOGIA

Além da questão de custos, domínio tecnológico e capacidade de implementar a tecnologia outros itens referente a RA aumentada podem ser barreiras para seu uso. Trabalhadores citam desconforto, náusea ou tontura ao utilizar os equipamentos. Outro ponto levantando é o quão preciso será a capacidade de se apontar riscos e fazer com que o usuário não se exponha ao mesmo, EHS cita o exemplo de em caso de ambiente com fumaça se o equipamento não atrapalharia a visualização de modo a aumentar o grau de risco de ocorrer um acidente.

Na questão específica da realidade aumentada outros itens ficam como possíveis desafios para o uso prático como equipamentos confortáveis que não venham a solucionar questões de alertar de segurança mas acabem se tornando um equipamento desconfortável para uso, e em casos mais graves, acabem a longo prazo inclusive gerando lesões. Por ser muito ligado a questão visual é importante estudos que observem se esta tecnologia não irá trazer danos a visão do usuário por exemplo, esta mesma questão foi relevante quando da implementação de monitores, celulares e também será necessário atentar a seu impacto na realidade aumentada.

Por se tratar de uma sobreposição de informações virtuais no mundo real, seria possível desenvolver uma tecnologia onde não se tire a atenção do trabalhador com informações demais e fazer que o trabalhador não observe por exemplo uma situação de risco no chão onde pisa.

Nas aplicação de instruções a partir de realidade aumentada onde o trabalhador seguirá um passo a passo a partir de videos ou manuais digitais a partir dos óculos, isto poderia fazer com que as habilidades de improviso e criatividade do trabalhador não sejam desenvolvidas, dando uma sensação de “robotização”.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nova revolução industrial, mundo cada vez mais conectado a aparelhos eletrônicos, sensores, matrizes de dados, inteligência artificial, todos esses saltos tecnológicos tendem a ser o alicerce necessário para a RA se tornar popular visto que todos estes avanços fornecerão ferramentas para o desenvolvimento de novas e melhores utilidades para esta tecnologia. É difícil prever se no futuro todas as pessoas terão um óculos de realidade aumentada como é atualmente com o aparelho celular mas certamente muito mais atividades utilizarão a sobreposição de informações digitais na visão do mundo real de modo a otimizar alguma atividade produtiva ou do cotidiano, o potencial da RA é muito amplo e está recebendo investimentos altíssimos das grandes empresas de tecnologia do mundo o que sugere com uma futura ampla concorrência tenhamos acessórios cada vez mais baratos e para atender diferentes públicos.

A utilização da RA pensando em segurança do trabalho já é real, apesar de não possuir grande escala e estar limitada a grandes empresas e corporações ou a estudos de desenvolvimento tecnológico em universidades.

Percebe-se que o desenvolvimento de aplicações é majoritariamente na área de aumento de produção ou qualidade de uma determinada cadeia produtiva tendo também como plano de fundo a redução de custos e até mesmo proteção do meio ambiente e que de alguma maneira se relacionam com a segurança do trabalho, como é o caso da utilização de informações através da RA para se beneficiar com a possibilidade de possuir as mãos livres para uma determinada atividade o que acaba tornando a atividade mais segura por diversos motivos.

Conforme já citado o potencial das aplicações de RA para segurança do trabalho é enorme, sua real aplicação e utilização na prática já visto em grandes empresas está longe de ocorrer em empresas menores e países emergentes pois depende diretamente da disseminação da própria tecnologia em si, que não virá diretamente com o intuito de ser aplicado somente para a segurança do trabalho.

A grande questão para a disseminação da tecnologia então será como os designers de softwares conseguirão fazer experiências cotidianas serem melhoradas através da realidade aumentada, atualmente celulares possuem a capacidade de trazer uma experiência de realidade aumentada e que começa a ser explorado como a de simular um móvel de um site de vendas na sua casa, contudo, isto não é o suficiente para se dizer que RA será a tecnologia do futuro, isto apenas irá acontecer quando trouxer melhorias reais de atividades e uma

melhor experiência para o usuário. O potencial da realidade aumentada é enorme mas ainda está longe de universalizar a grande questão é: O que fará com que essa tecnologia se popularize como foi a necessidade de comunicação entre pessoas para a utilização massiva do celular?

REFERÊNCIAS

SCHWAB, Klaus. *The Fourth Industrial Revolution*. Genebra: World Economic Forum, 2016.

PEIXOTO, Neverton Hofstadler. *Segurança do Trabalho*. Santa Maria, 2011.

USING AR AND VR TECHNOLOGY IN HEALTH AND SAFETY. Engage EHS by effective software, 03 de dezembro de 2019. Disponível em: <<https://www.effective-software.com/blog/using-ar-and-vr-technology-in-health-safety>>. Acesso em: 10 de abril de 2020.

GIL, Antônio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. - 4. ed. - São Paulo : Atlas, 2002

SIEMENS BRASIL. Um guia prático sobre a indústria 4.0. Brasil, 2020. Disponível em:<<https://new.siemens.com/br/pt/empresa/stories/industria-4-0/industria-4-0.html>> Acesso em 20 de junho de 2020.

Brian, COOLEY. **AR and VR made simple**. Agosto, 2018. Disponível em: <<https://www.cnet.com/how-to/ar-and-vr-made-simple/>> Acesso em 20 de junho de 2020.

FREIRE, Raquel. **Óculos de realidade virtual: tudo que você precisa saber antes de comprar**. 14/03/2016. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/listas/noticia/2016/03/oculos-de-realidade-virtual-tudo-que-voce-precisa-saber-antes-de-comprar.html>> Acesso em 20 de junho de 2020

PARKER, Owen. **The real story about augmented reality**. 2019. Ivey Business Journal. Disponível em: < <https://iveybusinessjournal.com/the-real-story-about-augmented-reality/>> Acesso em 16 de agosto de 2020

Ninness, John. **Augmented reality will transform workplace health and safety**. SafetySure. Disponível em: <<https://www.safetysure.com.au/safety-advice/augmented-reality-will-transform-workplace-health-and-safety/>> Acesso em 16 de agosto de 2020

Thyssenkrupp. **HoloLens Microsoft: thyssenkrupp revela a última tecnologia para transformar a indústria global de manutenção de elevadores**. 2016. Disponível em:<<https://www.thyssenkruppelevadores.com.br/blog/hololens-microsoft-thyssenkrupp-revela-a-ultima-tecnologia-para-transformar-a-industria-global-de-manutencao-de-elevadores/>> Acesso em 16 de agosto de 2020

ZAMBITO, Victoria. Training Industry. **How Augmented Reality, Virtual Reality And Microlearning Are Innovating Health And Safety Training**. 2018. Disponível em:<<https://trainingindustry.com/articles/compliance/how-augmented-reality-virtual-reality-and-microlearning-are-innovating-health-and-safety-training/#:~:text=AR%20and%20VR%20create%20cost,to%20the%20actual%20risk%20factors.>>> acesso em 30 de agosto de 2020

CHERDO, Ludivine. **What are the best AR smartglasses?**. Março, 2020

Disponível em: <<https://www.aniwaa.com/buyers-guide/vr-ar/best-augmented-reality-smartglasses/>> acesso em 30 de agosto de 2020

VENTURELLI, Márcio. **A internet das coisas na indústria 4.0.** 2017. Disponível em: <<https://www.automacaoindustrial.info/internet-das-coisas-na-industria-4-0/>> Acesso em 12 de outubro de 2020

EVANGELISTA, Sandy. **Augmented reality for firefighters.** 2016. Disponível em: <<https://actu.epfl.ch/news/augmented-reality-for-firefighters/>> Acesso em 12 de outubro de 2020

DINATALE, Sara. **What's it like to train for Walmart's Black Friday? Local stores use virtual reality goggles.** 2018. Disponível em: <https://www.tampabay.com/news/business/retail/What-s-it-like-to-train-for-Walmart-s-Black-Friday-Local-stores-use-virtual-reality-goggles_173370534/> Acesso em 12 de outubro de 2020

BRANDY, Daniella. **What's it like to train for Walmart's Black Friday? Local stores use virtual reality goggles.** 2018. Disponível em: <<https://www.businessinsider.com/virtual-reality-firefighter-training-what-its-like-2018-8>> Acesso em 12 de outubro de 2020

BRANDY, Daniella. **I tried a new virtual reality program that puts firefighter trainees in front of a raging fire to prep them for life-threatening situations.** Agosto de 2018. Disponível em: <<https://www.businessinsider.com/virtual-reality-firefighter-training-what-its-like-2018-8>> Acesso em 18 de outubro de 2020