**APLICAÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL PARA DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS NA INDÚSTRIA DE ÓLEO E GÁS: RESUMO EXPANDIDO**

**Luiz Gutemberg Santiago Dias Junior1**; Ingrid Winkler2 Cristiano VasconcellosFerreira 3

1Mestrando em Gestão e Tecnologia Industrial, Bolsista do Programa de Recursos Humanos da Agência Nacional de Petróleo - PRH27.1 ANP; Revisão Sistemática; luiz.j@aln.senaicimatec.edu.br

2 Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; ingrid.winkler@doc.senaicimatec.edu.br

3 Universidade Federal de Santa Catarina; Florianópolis-SC; cristiano.v.ferreira@ufsc.br

**RESUMO**

A adoção de tecnologias inovadoras na indústria de óleo e gás abre espaço para um novo limiar em operações que vão desde a prospecção, exploração, produção e distribuição dos produtos da indústria de hidrocarbonetos. Lastreado neste cenário de inovação esta pesquisa, através das diretrizes da Design Science Research apoiada pela Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyse, busca analisar a aplicação de Realidade Virtual para o desenvolvimento de produtos na indústria de óleo e gás a fim de se obter um método sistemático para análise de viabilidade técnica e econômica para a adoção da realidade virtual com intuito de viabilizar a utilização de protótipos virtuais, desenvolvidos e visualizados em realidade virtual para substituírem parte dos protótipos físicos. De modo a identificar as aplicações e os desafios do uso da tecnologia de realidade virtual em testes de usabilidade e com isso adaptar um método de teste de usabilidade com protótipos físicos, tipicamente utilizados na indústria, para um método de teste de usabilidade em realidade virtual.

**PALAVRAS-CHAVE:** Realidade Virtual; Desenvolvimento de Produtos; Usabilidade; Indústria de Óleo e Gás

**1. INTRODUÇÃO**

 A adoção de tecnologias inovadoras em diversos setores da indústria global, fomentando a evolução da Indústria 4.0 para a Indústria 5.0 que pressupõe o papel do homem nos sistemas ciberfísicos [1] vem promovendo eventos evolutivos no cenário industrial, fazendo emergir um novo contexto de mercados. As tecnologias digitais que estão na vanguarda dessas iniciativas de transformação digital incluem: análise de big data, internet das coisas (IoT), dispositivos móveis, nuvem, computação de névoa e borda, robôs e drones, inteligência artificial, tecnologias vestíveis, tecnologia blockchain, tecnologias de realidade estendida (realidade virtual, realidade aumentada, realidade mista), gêmeos digitais e ferramentas sociais e colaborativas [2] é base fundamental para este no contexto.

Estas tecnologias da Indústria 4.0 (I4.0), que caminha para a Indústria 5.0, no setor de Óleo e Gás (O&G) consistindo em tecnologias I4.0 integradas a operações e objetos físicos e também virtuais de O&G com intuito de maximizar a produtividade, aumentar a eficiência, melhorar a qualidade entre outros aspectos, permite a existência de várias aplicações que a I4.0 desempenha na indústria de O&G. Alguns dos quais incluem melhorias de concepção e avaliação de projetos, implantação de inteligência no campo petrolífero, aumentar a confiabilidade no ecossistema e facilitar a redução de custos [3].

Uma das tecnologias que estão no limiar tecnológico é a Realidade Virtual (RV) que pode ser descrito como um novo tipo de interface homem-máquina e o gerador de ambiente virtual. Ou melhor, usar e integrar software e hardware de computador de alto desempenho e todos os tipos de sensores avançados para criar um ambiente de informações que permita aos participantes uma maneira imersiva, interativa, útil e instigante [4].

Embora as publicações de pesquisa sobre as aplicações de algumas das tecnologias de componentes I4.0 pareçam ter crescido nos últimos anos, ainda há uma falta de revisão abrangente sobre a adoção da última geração de I4.0 nas áreas do setor de O&G [3] o que traduz a relevância desta pesquisa.

**2. METODOLOGIA**

 Quanto aos objetivos, esta pesquisa tem caráter exploratório, pois, conforme Gil [5], a pesquisa exploratória tem como objetivo principal desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias. Para Malhotra [6], a pesquisa exploratória é usada em casos nos quais é necessário definir o problema com maior precisão, cujo objetivo principal é prover critérios e a compreensão dos fatos e dados. Nessa perspectiva, este estudo se caracteriza por identificar quais elementos são fundamentais em testes de usabilidade de produto em ambiente de realidade virtual e como aplicá-los de forma a trazer evidências que comprovem a plausibilidade da sua aplicação como alternativa aos testes que utilizam protótipos físicos.

Quanto ao método, a pesquisa apresentou uma abordagem mista, ou seja, uma investigação que combina ou associa as formas qualitativa e quantitativa. Mais do que uma simples coleta e análise dos tipos de dados, envolve também o uso das duas abordagens em conjunto, de modo que a força geral de um estudo seja maior que a da pesquisa qualitativa ou quantitativa isolada [7].

Quanto à estratégia da investigação, a pesquisa adotou a Design Science Research (DSR), denominada de Ciência do Projeto ou Ciência do Artificial [8]. A DSR se propõe a ser uma forma de produção de conhecimento científico que envolve o desenvolvimento de uma inovação, com a intenção de resolver problemas do mundo real e, ao mesmo tempo, fazer uma contribuição científica.

Um conceito fundamental no paradigma de pesquisa da DSR é o de “artefato”, algo que é artificial, ou construído por humanos, em oposição a algo que ocorre naturalmente. Nesse contexto, um designer responde a perguntas relevantes aos problemas humanos por meio da criação de artefatos inovadores, contribuindo assim com novos conhecimentos para o corpo de evidências científicas [9]. De acordo com a Design Science Research os tipos de artefato podem ser Construções (vocabulário e símbolos), Modelos (abstrações e representações), Métodos (algoritmos e práticas) ou Instâncias (sistemas implementados e protótipos). Quanto aos Tipo de Artefato, esta pesquisa propôs-se a desenvolver um método.

Outro conceito importante para a operacionalização da Design Science Research é a validação do artefato desenvolvido. Uma avaliação do artefato deve evidenciar que o mesmo pode ser usado para resolver problemas reais (exemplos: observacional, analítica, experimental, teste, descritiva). Neste âmbito, grupos focais podem apoiar tanto desenvolvimento quanto à avaliação dos artefatos desenvolvidos, para assegurar uma discussão mais profunda e colaborativa sobre os mesmos. Na perspectiva da DSR, os grupos focais podem ser exploratórios, que realizam avaliações intermediárias e finais dos artefatos desenvolvidos, ou grupos focais confirmatórios, que são indicados para testes em campo e podem confirmar a utilidade do artefato. Para a validação do artefato desenvolvido, este estudo buscou avaliar o método proposto através de um grupo focal exploratório, composto por especialistas em desenvolvimento de produto na indústria e que fazem parte do grupo desta pesquisa.

A revisão sistemática da pesquisa seguiu as diretrizes PRISMA [10],[11]. Foi utilizado o método descrito em que compreende sete etapas: Planejamento, Definição do Escopo, Busca, Avaliação, Sintetização, Análise e Escrita.

As bases de conhecimento que foram examinadas são determinadas durante a fase de Planejamento. O banco de dados Derwent Innovation Index foi usado para escanear pedidos de patentes, enquanto os bancos de dados científicos ScienceDirect, Springer, IEEEXplore e Google Scholar foram examinados em busca de publicações de pesquisa.

**3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Compreender se o produto em desenvolvimento atenderá as expectativas de facilidade no uso do consumidor é primordial para a indústria, sendo assim, uma prática comumente adotada é a criação de protótipos físicos para fins de testes de usabilidade. Estes, por sua vez, dependendo da complexidade, geram um custo de fabricação adicional para a empresa, bem como o tempo para o seu desenvolvimento e montagem [12].

Com a democratização da tecnologia de realidade virtual (RV), seu uso para fins de verificação, simulação e operação interativa em produtos virtuais apresenta benefícios financeiros e agilidade nos processos de desenvolvimento, possibilitando redução da quantidade de protótipos físicos fabricados [13]. A tecnologia de RV é largamente explorada e utilizada pelo mercado de entretenimento, bem como na área da saúde [14]. Com ambientes e interação cada vez mais realistas, profissionais do setor são treinados e avaliados durante simulações em processos cirúrgicos e procedimentos hospitalares [14].

Já na indústria, a RV tem auxiliado o design do produto na análise visual do produto, tornando-se gradativamente um processo essencial para verificação do design. Porém, a utilização de modelos virtuais em RV para verificação da experiência do usuário ainda enfrenta barreiras de aceitação pela engenharia, quando comparados aos atuais modelos físicos. Isto devido à limitação da capacidade de uma medição precisa do desempenho cognitivo e motor de um indivíduo imerso no ambiente virtual [15].

Para Pettersson, Karlsson e Ghiurau [16], apesar de ser promissor na aplicação em fases iniciais de projeto, a RV não possui capacidade tecnológica para substituir qualquer protótipo físico. A conclusão está baseada na investigação realizada na correlação entre avaliações de experiência do usuário durante a interação com controles de um veículo real e sua representação gráfica em realidade virtual. Entretanto, os pesquisadores assumem que a metodologia aplicada no teste, a qualidade de imersão e interação dos participantes no ambiente virtual deveriam ter sido melhor aprimoradas.

O potencial do uso de protótipos em RV para testes funcionais também foi investigado e recomendado por Ma e Han [17], que obtiveram dados similares entre os testes de usabilidade em um veículo atual de produção e seu modelo virtual, porém, sugerem estudos aprofundados com testes que apresentem uma maior fidelidade gráfica dos modelos virtuais e equipamentos auxiliares de interação entre os participantes e o sistema virtual. Para os pesquisadores, apesar de ser promissor, a recomendação da realidade virtual ainda possui limitações para a total substituição de protótipos físicos em verificação da experiência do usuário, devido a fatores como a limitação gráfica dos modelos virtuais, em que o modelo virtual gráfico utilizado apresenta baixa representatividade em relação ao modelo físico.

Bolder, Grünvogel e Angelescu [18], compararam a usabilidade de interação utilizando um sistema multimídia de um veículo real e seu modelo virtual. A conclusão dos testes foi positiva quanto ao uso da RV aplicada em sistemas que possuem interação simples, ou seja, quando a interface apresenta informações objetivas ao operador e quando a ativação das funções é direta, como por exemplo, o acionamento de uma função através de um único toque na tela. Sendo assim, os pesquisadores não recomendam a substituição dos atuais testes em sistemas complexos que apresentem uma interface com etapas sequenciadas para ativação de funções ou controles que fornecem um ajuste preciso através de botões rotativos e deslizantes. Mesmo declarando que os dados apresentados indicaram não haver diferenças significativas entre os testes reais e virtuais, os pesquisadores assumem que existiram fragilidades tecnológica e metodológica dos estudos, principalmente referente à resolução gráfica dos equipamentos utilizados.

Com o avanço recente na tecnologia dos equipamentos de RV e a alta capacidade de renderização de modelos virtuais dos atuais softwares, surgem oportunidades para a criação de ambientes em realidade virtual cada vez mais fidedignos aos modelos reais. Com isso, a necessidade de a indústria antecipar problemas de usabilidade em seus produtos, somado a redução do custo na manufatura de protótipos reforçam a importância do aprimoramento dos estudos em relação à realidade virtual.

Na definição clássica de Milgram e Kishino [19], a realidade virtual é um ambiente onde um indivíduo-observador está imerso e capaz de interagir com um mundo completamente sintético.

Em um contexto mais recente, a RV é definida por Jerald [20] como: “Um ambiente digital gerado computacionalmente que pode ser experienciado de forma interativa como se fosse real”

Essa imersão é a percepção de se estar fisicamente presente dentro de um ambiente não-físico, utilizando equipamentos que simulam e criam estímulos que envolvem o indivíduo. Para isso, geralmente são utilizados equipamentos de visualização conhecidos como Head-mounted Display (HMD) e sensores de rastreamento de movimento que transportam do ambiente real as ações do indivíduo e modificam instantaneamente o mundo virtual [21].

Já a usabilidade é a medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos, para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação, dentro de um contexto de uso apresentado [22]. Para um melhor entendimento sobre os atributos definidos pela ISO, tem-se :Efetividade: Os objetivos de interação com uma interface foram concluídos? Eficiência: Quão fácil foi para o usuário concluir os objetivos de interação? Satisfação:Qual o nível de conforto que o usuário declara ao utilizar a interface? De sorte que um produto necessita ser avaliado tecnicamente em seus aspectos de usabilidade.

Há diversas abordagens para o conceito de usabilidade. Neste trabalho, adotamos a abordagem de Nielsen [23], que apresenta a possibilidade de mensuração de cinco parâmetros de usabilidade quando um produto é utilizado por um indivíduo. São eles: a facilidade em que o indivíduo aprende a interagir com o sistema; a forma eficiente como o indivíduo opera o sistema e conclui os objetivos; a facilidade em que o indivíduo possui ao reutilizar o sistema, sem a necessidade de um auxílio; à forma intuitiva de operação do sistema, capaz de direcionar o indivíduo durante o processo de interação; e por fim, o grau de satisfação do indivíduo sobre a utilidade do produto.

Como uma componente integrante e fundamental da experiência do usuário, a usabilidade é defina por Nielsen [23] como sendo um atributo de qualidade onde se avalia a facilidade de uso de uma interface de usuário, possibilitando que os consumidores e ou usuários desenvolvam tarefas de forma fácil, transparente, ágil e útil [24].

**4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

 Com este estudo propõe-se um método sistemático para análise de viabilidade técnica e econômica para a adoção da realidade virtual com intuito de viabilizar a utilização de protótipos virtuais, desenvolvidos e visualizados em realidade virtual para substituírem parte dos protótipos físicos. De modo a identificar as aplicações e os desafios do uso da tecnologia de realidade virtual em testes de usabilidade e com isso adaptar um método de teste de usabilidade com protótipos físicos, tipicamente utilizados na indústria, para um método de teste de usabilidade em realidade virtual. o que se tem mostrado viável através de estudos de casos em desenvolvimento. Outro ponto promissor deste trabalho é o levantamento das atuais tecnologias aplicadas ao setor de óleo e gás, trazendo um direcionamento ao produto desta pesquisa que é elaborar e validar o método de teste proposto com a análise dos dados obtidos em conjunto com o parecer técnico de especialistas. Outrossim, este trabalho surge como um contributo ao cenário profissional e acadêmico onde com a sua publicidade espera-se cooperar ainda mais para a evolução e desenvolvimento da ciência e tecnologia atrelada a indústria de petróleo, gás e biocombustíveis brasileira.

**Agradecimentos**

Os autores agradecem a PRH27.1, ANP/FINEP, Centro de Competências em Soluções Integradas Onshore e SENAI/CIMATEC pelo apoio financeiro e incentivo à pesquisa.

**5. REFERÊNCIAS**

1. [GRABOWSKA, S.; SANIUK, S.; GAJDZIK, B. Industry 5.0: improving humanization and sustainability of Industry 4.0. **Scientometrics**, v. 127, n. 6, p. 3117–3144, jun. 2022.](https://www.zotero.org/google-docs/?vHFBRI)
2. [WANASINGHE, T. R. et al. Human Centric Digital Transformation and Operator 4.0 for the Oil and Gas Industry. **IEEE ACCESS**, v. 9, p. 113270–113291, 2021.](https://www.zotero.org/google-docs/?vHFBRI)
3. [ELIJAH, O. et al. A Survey on Industry 4.0 for the Oil and Gas Industry: Upstream Sector. **IEEE ACCESS**, v. 9, p. 144438–144468, 2021](https://www.zotero.org/google-docs/?vHFBRI)
4. [CHEN, Y.; WANG, X.; XU, H. Human factors/ergonomics evaluation for virtual reality headsets: a review. **CCF TRANSACTIONS ON PERVASIVE COMPUTING AND INTERACTION**, v. 3, n. 2, SI, p. 99–111, jun. 2021.](https://www.zotero.org/google-docs/?vHFBRI)
5. GIL, Antônio Carlos, 1946- **Como elaborar projetos de pesquisa**/Antônio Carlos Gil. - 4. ed. - São Paulo : Atlas, 2002.
6. MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
7. CRESWELL, John W. Revisiting mixed methods and advancing scientific practices. **The Oxford handbook of multimethod and mixed methods research inquiry**, 2015.
8. DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; JÚNIOR, José Antônio Valle Antunes. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Bookman Editora, 2015.
9. LACERDA, Daniel Pacheco et al. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestapo & Produção**, v. 20, p. 741-761, 2013.
10. [HADDAWAY, N. R. et al. PRISMA2020 : An R package and Shiny app for producing PRISMA 2020-compliant flow diagrams, with interactivity for optimised digital transparency and Open Synthesis. **Campbell Systematic Reviews**, v. 18, n. 2, p. e1230, 27 mar. 2022.](https://www.zotero.org/google-docs/?vHFBRI)
11. [PAGE, M. J. (ED.). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **Systematic reviews**, v. 10, n. 1, p. 1–11, 29 mar. 2021.](https://www.zotero.org/google-docs/?vHFBRI)
12. ACOSTA, Gabriel García et al. Addressing human factors and ergonomics in design process, product life cycle, and innovation: trends in consumer product design. In: **Human Factors and Ergonomics in Consumer Product Design**. CRC Press, 2011. p. 133-154.
13. ZIMMERMANN, Peter. Virtual reality aided design. A survey of the use of VR in automotive industry. In: **Product Engineering**. Springer, Dordrecht, 2008. p. 277-296.
14. LUNGU, Abel J. et al. A review on the applications of Virtual Reality, augmented reality and mixed reality in surgical simulation: an extension to different kinds of surgery. **Expert Review of Medical Devices**, v. 18, n. 1, p. 47-62, 2021.
15. AHMED, Salman et al. A comparison between Virtual Reality and digital human modeling for proactive ergonomic design. In: **International Conference on Human-Computer Interaction**. Springer, Cham, 2019. p. 3-21.
16. PETTERSSON, Ingrid; KARLSSON, MariAnne; GHIURAU, Florin Timotei. Virtually the Same Experience? Learning from User Experience Evaluation of In-Vehicle Systems in VR and in the Field. In: **Proceedings of the 2019 on Designing Interactive Systems Conference**. 2019. p. 463-473.
17. MA, Chao; HAN, Ting. Combining Virtual Reality (VR) Technology with Physical Models–A New Way for Human-Vehicle Interaction Simulation and Usability Evaluation. In: **International Conference on Human-Computer Interaction**. Springer, Cham, 2019. p. 145-160.
18. BOLDER, Anna; GRÜNVOGEL, Stefan M.; ANGELESCU, Emanuel. Comparison of the usability of a car infotainment system in a mixed reality environment and in a real car. In: **Proceedings of the 24th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology**. 2018. p. 1-10.
19. MILGRAM, Paul; KISHINO, Fumio. A taxonomy of mixed reality visual displays. **IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems**, v. 77, n. 12, p. 1321-1329, 1994.
20. JERALD, Jason. **The VR book: human-centered design for virtual reality**. Morgan & Claypool, 2015.
21. DE FREITAS, Márcia Regina; RUSCHEL, Regina Coeli. Aplicação de realidade virtual e aumentada em arquitetura. **Arquitetura Revista**, v. 6, n. 2, p. 127-135, 2010.
22. ISO, W. 9241-11. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs). **The international organization for standardization**, v. 45, n. 9, 1998.
23. NIELSEN, Jakob. Jakob Nielsen’s Alertbox, August 25, 2003: **Usability 101: Introduction to Usability.** Useit. Com, 2003.
24. DIAH, Norizan Mat et al. Usability Testing for educational computer game using observation method. In: **2010 international conference on information retrieval & knowledge management** (CAMP). IEEE, 2010. p. 157-161.