ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DO USUÁRIO NA UTILIZAÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL EM PROJETOS DE SIMULAÇÃO

Fernanda Rocha
fernandinharocha@hotmail.com
Milena Silva de Oliveira
mile_4689@hotmail.com
José Arnaldo Barra Montevechi
montevechi@unifei.edu.br
Tábata Fernandes Pereira
tabatafp@gmail.com
Estevão Toledo Moreno
estevaomoreno@gmail.com

Instituto de Engenharia de Produção e Gestão
Universidade Federal de Itajubá
Av. BPS, 1303, Pinheirinho, Itajubá – MG

RESUMO

A combinação de Simulação a Eventos Discretos (SED) com realidade virtual (RV) pode oferecer cenários flexíveis e abrangentes, facilitando a compreensão e gestão do processo. Este trabalho utilizou um modelo de SED com RV com o objetivo de avaliar a sensação de presença e entendimento percebidos pelos participantes em ambientes virtuais, por meio do questionário de presença (QP). Foi utilizado o método *Soft Systems Methodology* para analisar a sensação de presença percebida em ambientes virtuais. O QP foi respondido por estudantes de pós-graduação da área de simulação após a navegação pelo modelo computacional. Foram obtidos resultados positivos quanto à presença experimentada e absorção de conhecimento sobre o ambiente modelado. Também foram propostas melhorias que visam aprimorar a experiência de futuros usuários do modelo. Foi possível concluir que o uso de RV em projetos de SED auxilia no entendimento do processo modelado, sendo um facilitador na tomada de decisão.

PALAVRAS-CHAVE. Simulação a Eventos Discretos; Realidade Virtual; Questionário de Presença.

ABSTRACT

The combination of Discrete Event Simulation (DES) with virtual reality (VR) can offer flexible and comprehensive scenarios, facilitating the comprehension and management of the process. This paper used a DES and VR to evaluate the presence and understanding the sensation perceived by the participants in virtual environments, using the presence questionnaire (PQ). The Soft Systems Methodology method was used to analyze perceived sensation of presence with the use of VR in a simulation model. The questionnaire was submitted to postgraduate students, with experience in the simulation area, after navigation through the computational model. Positive results were obtained about the presence experienced and the knowledge acquired in a virtual environment represented. Besides, improvements were proposed in order to increase the experience of future model users. It was possible to conclude that the use of VR in DES projects can help the understanding of the modeling process, being a facilitator in the decision-making.

KEYWORDS. Discrete Event Simulation; Virtual Reality; Presence Questionnaire.

https://proceedings.science/p/85297?lang=pt-br

1. INTRODUÇÃO

Simulação é uma metodologia chave para representar, analisar e avaliar configurações de processos complexos e dinâmicos, proporcionando o funcionamento do sistema sob várias condições (ROBINSON, 2015). Cada vez mais empresas e outras instituições observam os benefícios do uso da simulação computacional como ferramenta para aumentar a produtividade, diminuir desperdícios, além de permitir uma visão geral de um processo. De acordo com Rutberg *et al.* (2015), a SED é uma ferramenta de modelagem computacional que replica sistemas complexos, permitindo que intervenções possam ser estudadas, sem comprometer o mundo real com alterações que não se podem conhecer os prováveis efeitos, auxiliando gestores a tomarem decisões que trarão melhorias ao processo analisado.

Segundo Akpan e Brooks (2014), nem todas as pessoas envolvidas em projetos de simulação conhecem suas técnicas. Portanto, aspectos visuais são de suma importância nos modelos computacionais de simulação a eventos discretos (SED) por sua contribuição para que clientes, operadores e outros usuários entendam melhor o sistema representado e a metodologia de simulação.

Deste modo, o uso de RV na SED pode aprimorar os aspectos visuais de modelos computacionais, sendo relevante para o entendimento, por operadores, clientes e demais usuários do sistema representado e do método de simulação (AKPAN; BROOKS, 2014). Foi demonstrado por Chwif, Pereira e Montevechi (2015), que projetos de simulação com bons visuais gráficos têm maior preferência dos usuários.

Segundo Sacks, Gurevich e Belanciano (2015), a utilização de realidade virtual e simulação pode tornar a pesquisa mais econômica, pois reduz o tempo de observação, acompanhamento e testes no local de trabalho, substituindo-o por um monitoramento cuidadosamente controlado, com maior qualidade, confiabilidade e visualização do sistema.

Deste modo, este trabalho visa analisar a percepção do usuário na utilização da RV em um projeto de simulação a eventos discretos, de modo a avaliar seu entendimento do ambiente modelado com simulação. Para isso, foi utilizado o Questionário de presença (QP) que mede o grau em que os indivíduos experimentam a presença em ambientes virtuais e a influência de possíveis fatores contribuintes como o realismo do sistema, distrações, controle, imersão e entendimento do sistema, sobre a intensidade dessa experiência (WITMER, SINGER, 1998).

Os objetivos específicos são:

- Avaliar a sensação da presença percebida pelos participantes em ambientes de RV por meio do questionário QP;
- Identificar dificuldades na utilização da RV e propor melhorias.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Simulação e realidade virtual

Conforme Ahmed, Scoble e Dunbar (2016), a simulação é a imitação da operação de um processo do mundo real, sendo uma técnica popular para desenvolver modelos de sistemas complexos que representam operações reais e analisa diferentes cenários, mantendo um controle sobre custos e tempo, reduzindo a necessidade de realizarem experiências reais. Portanto, a simulação é uma ferramenta ponderosa de apoio à tomada decisões e implantação de melhorias no mundo real (INGALLS, 2013; BEM-TOVIM *et al.* 2016).

A combinação de Simulação a eventos discretos (SED) com realidade virtual (RV) pode ser uma estratégia para oferecer cenários flexíveis e abrangentes, facilitando a compreensão do processo e sua gestão na prática.

O termo RV é creditado a Jaron Lanier, fundador da VPL Research Inc., que o inventou no início dos anos 80, para diferenciar as simulações tradicionais feitas por computador de simulações envolvendo múltiplos usuários em um ambiente compartilhado (ARAÚJO, 1996).

De acordo com Riva (2008) o uso da RV é uma forma avançada de interação humano-computador capaz de induzir o sentimento de presença no mundo criado pelo computador e experimentado pelo

usuário. Assim, permite a realização de pesquisas relevantes que seriam de difícil realização em uma situação não simulada.

Um sistema de RV pode ser caracterizado pela ideia de imersão, ligada à sensação de fazer parte do ambiente. Um sistema imersivo, geralmente, faz uso de dispositivos como capacetes, óculos de visualização e CAVE. Essa última se caracteriza por ser salas onde são projetadas imagens em 3D em suas paredes. Fatores visuais e auditivos, posição de objetos e movimentação no ambiente contribuem para o sentimento de imersão.

Segundo Netto *et al.* (2002), há três tipos de sessões de RV proporcionadas: Passiva, Exploratória ou Interativa. Em uma sessão Passiva, o usuário é conduzido por uma exploração do ambiente de forma automática. Ou seja, o programa controla a rota e os pontos de observação, sendo que o único controle proporcionado ao usuário, em alguns casos, é para encerrar a sessão. Já em uma sessão de RV Exploratória, o usuário tem o controle da rota e dos pontos de observação, mas não há interação deste com os elementos do ambiente. Por fim, em uma sessão Interativa, além do controle do usuário quanto à rota e aos pontos de observação, os elementos que compõem o ambiente virtual interagem respondendo às ações do usuário. O presente trabalho se trata de uma sessão exploratória, pois os usuários podem controlar seus movimentos dentro do modelo computacional imersivo, mas não são capazes de interagir com os recursos presentes nele.

A aplicação da RV em projetos de SED tem crescido e se tornado popular (AKPAN e BROOKS, 2005). Akpan e Brooks (2014) afirmam que, pelo fato de que nem todos os envolvidos em projetos de simulação estão familiarizados com suas técnicas, a animação de modelos computacionais é um importante fator para o envolvimento destas pessoas.

Akpan e Shanker (2017) descrevem vantagens na utilização da RV em projetos de SED, como: a melhora no desenvolvimento, experimentação e análise do modelo computacional; maior facilidade de validação, verificação e apresentação dos resultados de projetos de SED; entendimento ampliado do sistema real e, consequentemente, melhores soluções tomadas por *stakeholders*; aumento na precisão dos detalhes do modelo computacional; apresentação do ambiente simulado de forma mais clara, além da experiência e comunicação com o usuário. Os autores afirmam que a validação e verificação de modelos são melhoradas pela visualização em 3D de dois modos: os desenvolvedores podem perceber erros rapidamente devido às características avançadas de exibição da RV; e *stakeholders* envolvidos no projeto podem visualizar erros na construção do ambiente que dificilmente seriam percebidos pelos desenvolvedores. A experimentação do modelo também pode ser melhorada com o uso da RV, pois esta aumenta o desempenho em diferentes aspectos como tempo, comportamento do modelo e visualização. A principal desvantagem da RV é a não familiaridade com a tecnologia.

Existem diversos exemplos do uso de RV em variados projetos, o que mostra os benefícios da sua aplicação. Demir e Southern (2017) citam o uso da RV integrada à SED como ferramenta de auxílio à tomada de decisão no cuidado de pacientes com trombose venosa profunda. O responsável pela tomada de decisões pode visualizar o impacto da SED nas atividades, nos custos, na utilização de recursos, além de poder ver por meio do uso da RV o que as mudanças no local de atendimento impactam no caminho que o paciente deve fazer. Isso possibilita achar soluções que tenham o maior benefício para os pacientes e provenham melhores usos de recursos financeiros, principalmente.

Gamlin, Breedon e Medjdoub (2014) citam o uso da RV na PepsiCo® para representar parte de uma célula de produção. Com o uso do programa, o usuário é capaz de ter uma perspectiva real da célula, sendo que cada parte do maquinário apresenta informações e estatísticas que comparam a célula antiga com a atual. Com isso, as vantagens do uso de ferramentas *lean* na produção são apresentadas aos usuários de uma forma mais realista, levando a um alto nível de interação.

Whitman *et al.* (2004) apresentam o uso de RV como uma ferramenta na sala de aula, motivando alunos em diferentes matérias e auxiliando no aprendizado.

2.2. Questionário de Presença (QP)

Segundo Witmer e Singer (1998), presença é a experiência subjetiva de se estar em um ambiente ou local, mesmo que se esteja fisicamente em outro. Ainda segundo os autores, a efetividade de um ambiente virtual pode ser ligada à sensação de presença reportada pelo usuário. Tal sensação pode ser influenciada por fatores diversos, categorizados como fatores de controle, sensoriais, distrativos e de realismo.

Com o objetivo de medir o grau de presença experimentada por um usuário em um ambiente virtual, assim como a influência dos fatores citados anteriormente, Witmer e Singer (1998) desenvolveram um questionário denominado Questionário de Presença (QP). Em 1998, ao revisar a literatura e analisar estudos que fizeram uso do QP, os autores chegaram à conclusão que o QP é consistente e mede a presença experimentada em ambientes virtuais com confiabilidade, validando o seu uso para trabalhos futuros.

O QP empregado no presente trabalho, pode ser visualizado na Tabela 1. As perguntas contidas no QP foram divididas em três subescalas, sendo elas: Envolvimento/Controle; Naturalidade; e Qualidade da Interface. Os participantes classificaram suas experiências em uma escala Likert de sete pontos, sendo 1 discordo totalmente e 7 concordo totalmente. Segundo Figueiredo e Silva (2010), o uso da escala Likert permite que os respondentes avaliem cada item em graus variados, essa variedade de graus, do ponto de vista estatístico, apresenta maior confiabilidade para a análise.

Tabela 1- Questionário de Presença

	Itens do QP	Subescala
1	Foi possível controlar/acompanhar o processo no ambiente virtual	Envolvimento/Controle
2	O ambiente virtual respondeu de forma rápida e adequada às ações que você iniciou/executou	Envolvimento/Controle
3	As interações com o ambiente virtual pareceram naturais	Naturalidade
4	Os aspectos visuais do ambiente virtual envolveram você	Envolvimento/Controle
5	O mecanismo que controlou o movimento pelo ambiente foi natural	Naturalidade
6	A sensação do movimento dos objetos e pessoas pelo ambiente foi atraente	Envolvimento/Controle
7	As experiências no ambiente virtual pareceram consistentes com suas experiências no mundo real	Naturalidade
8	Foi possível antecipar o que aconteceria em resposta às ações realizadas por você	Envolvimento/Controle
9	Foi possível observar ou explorar ativamente o ambiente com a visão	Envolvimento/Controle
10	A sensação de se movimentar dentro do ambiente virtual foi atraente	Envolvimento/Controle
11	Foi possível examinar de perto os objetos e o processo	Qualidade da Interface
12	Foi possível examinar os objetos ou processo de diferentes pontos de vista	Qualidade da Interface
13	A experiência no ambiente virtual envolveu completamente você	Envolvimento/Controle
14	Não foi percebido atrasos entre as ações e os resultados esperados	Envolvimento/Controle
15	Foi possível se ajustar rapidamente à experiência do ambiente virtual	Envolvimento/Controle
16	Ao finalizar a experiência você se sentiu mais familiarizado com o processo	Envolvimento/Controle
17	A qualidade de exibição do ambiente virtual não interferiu ou distraiu na execução da exploração do ambiente virtual	Qualidade da Interface
18	Os dispositivos de controle não interferiram na performance ao explorar o ambiente virtual	Qualidade da Interface
19	Os mecanismos utilizados para explorar o ambiente virtual não afetaram a concentração nas atividades/processos do ambiente virtual	Qualidade da Interface

3. MÉTODO DE PESQUISA

O *Soft Systems Methodology* (SSM), de acordo com Clegg e Walsh (1998), é um método para análise de problemas contidos em sistemas complexos, assim como propor e gerenciar mudanças em tais sistemas. Além disso, também pode ser utilizado para desenvolver novos sistemas. As etapas que constituem o SSM são ilustradas na Figura 1.

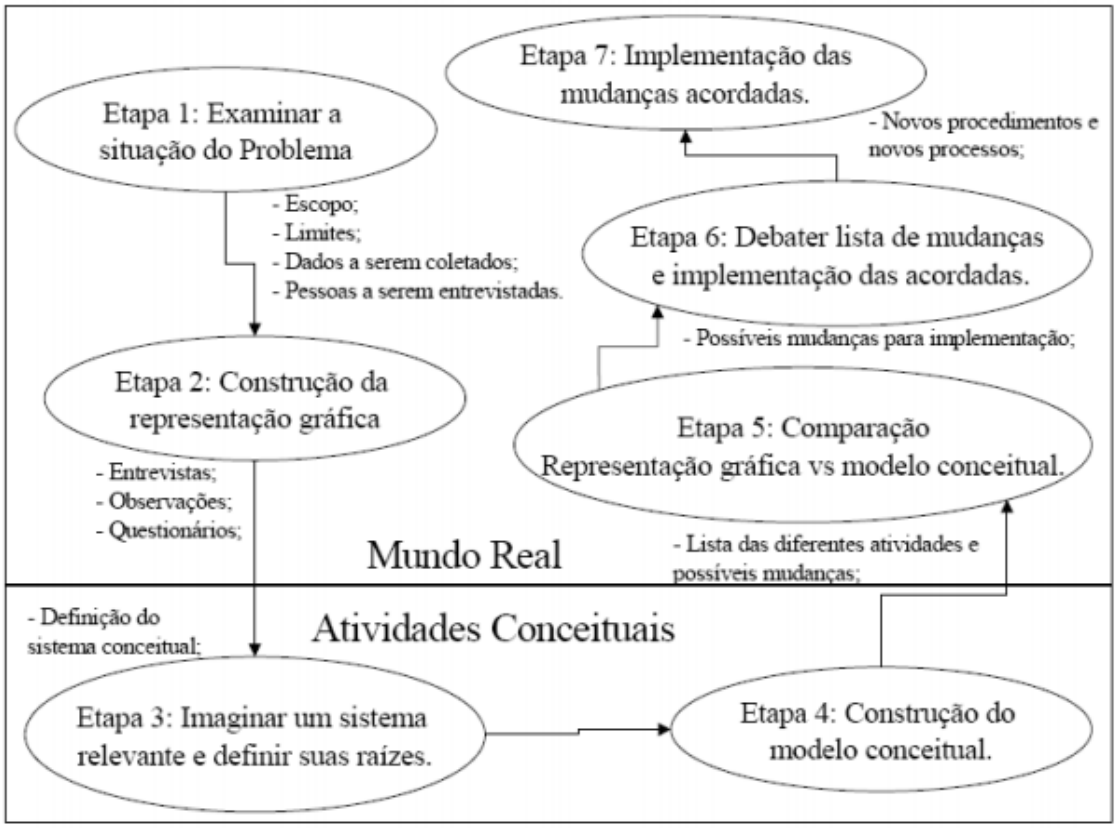


Figura 1 – As sete etapas do SSM
Fonte: Portelinha (2004)

Este trabalho se classifica como um SSM, pois visa analisar a sensação de presença e envolvimento percebida em um modelo de SED e RV e propor melhorias. A etapa 7 do SSM não será realizada, visto que ela leva em consideração a implementação de mudanças, que está fora do escopo deste trabalho.

Watson (2012) afirma que o uso de SSM no estudo de sistemas de RV é importante quando se enxerga tais sistemas como "modos" de realização de atividades humanas, cujos propósitos podem não ser semelhantes entre diferentes *stakeholders*. O autor ainda faz algumas recomendações sobre o uso de SSM na exploração de um sistema RV: o mundo virtual deve ser uma cópia fiel do mundo real, com sensações sonoras, visuais, de toque, entre outras.

O objeto de estudo analisado é um modelo de simulação computacional desenvolvido no *software* FlexSim® com RV imersivo e exploratório, utilizando o equipamento de realidade virtual, *OculusRift*. O sistema simulado foi o processo de distribuição de medicamentos de uma farmácia hospitalar, que busca um melhor controle desses medicamentos entregues aos pacientes internados no hospital. O modelo foi baseado no trabalho desenvolvido por Rocha (2014), e uma parte desse sistema pode ser visto na Figura 2.

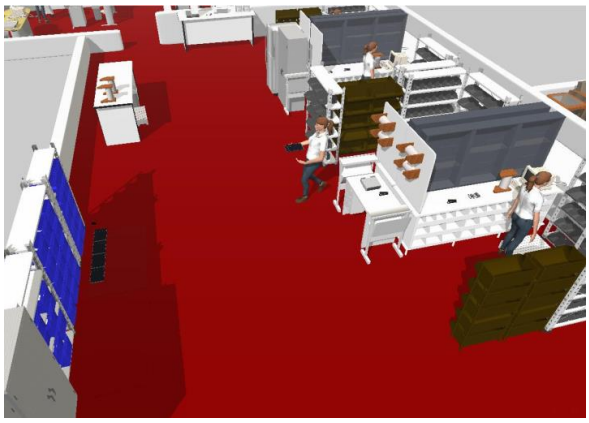


Figura 2 – Modelo da farmácia

Na farmácia, o processo é composto por:

- "Triagem": um funcionário recebe prescrições de medicamentos, organiza por ordem de chegada, lança no sistema do hospital, gera-se a etiqueta de cada prescrição para identificação dos pacientes e seus respectivos setores de internação e, então, as prescrições são liberadas;
- "Separação/Armazenagem": é feita por quatro funcionários em quatro postos de trabalho. Consiste em separar os medicamentos de acordo com a prescrição médica, por horário e em sacos plásticos individuais devidamente identificados com os dados do paciente. Depois, se estocam os sacos plásticos com medicamento em caixas para serem enviados aos setores de internação de pacientes, como pode ser visto na Figura 3.

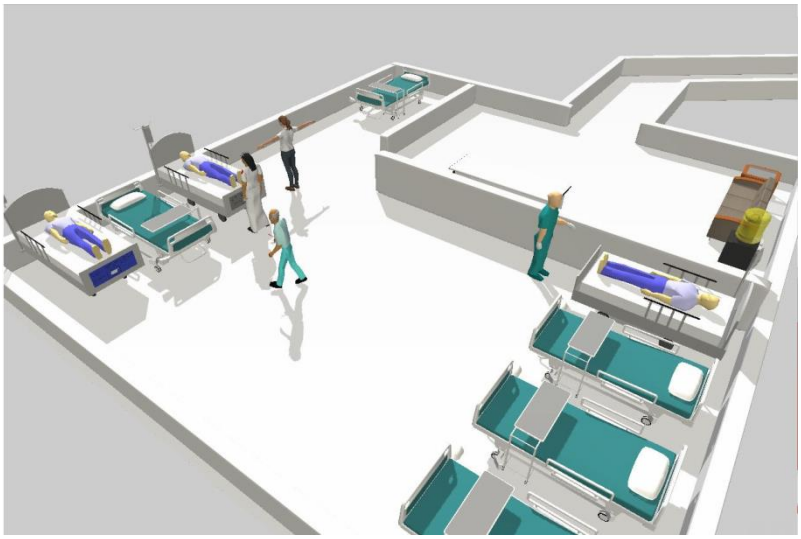


Figura 3 – Modelo do setor de internação dos pacientes

Após a definição do sistema a ser analisado, foram selecionados os participantes desta pesquisa. Os participantes navegaram pelo modelo e puderam avaliá-lo. O questionário de presença (QP) foi respondido por 16 alunos de pós-graduação, sendo 6 mulheres e 10 homens que possuem conhecimento prévio de simulação.

4. APLICAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

As seguintes etapas de acordo com o método SSM foram realizadas:

- Etapa 1

Nessa etapa cada participante utilizou o modelo de simulação a eventos discretos com realidade virtual para caminhar, observar os detalhes e acompanhar a representação do funcionamento da farmácia. Os participantes foram instruídos a se manter dentro do modelo de simulação, pois era

possível ficar acima ou abaixo dele, e, também, evitar passar através de objetos como paredes e armários. Após finalizar a exploração do modelo, cada participante respondeu ao QP e descreveu sua experiência no ambiente virtual.

- Etapa 2

O fluxograma apresentado na Figura 4 representa o procedimento seguido pelos respondentes da pesquisa.

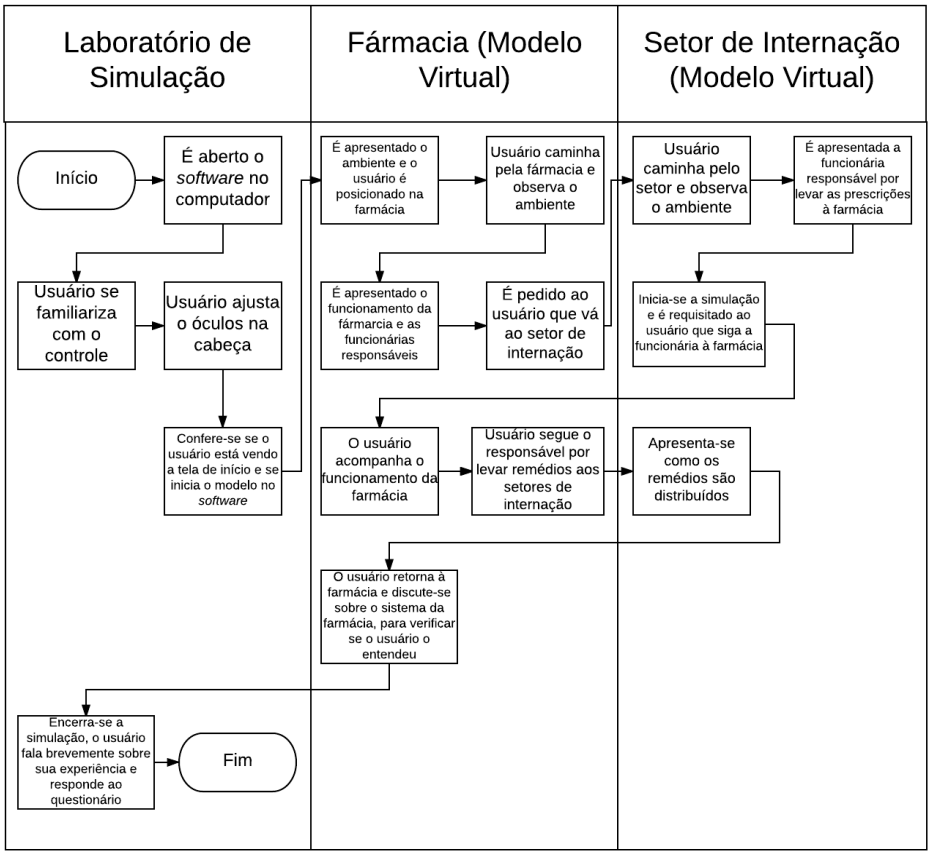


Figura 4 – Procedimento utilizado

Todos os participantes seguiram o mesmo procedimento para explorar o ambiente simulado e responder o QP. Cada questão, assim como o questionário como um todo, foi avaliada separadamente para verificar se havia alterações significativas nas médias dos resultados. Ao analisar as respostas do QP foi constatado que haviam respondentes: homens e mulheres; com menos de dois anos de experiência em simulação e com dois anos ou mais de experiência em simulação; com idade menor ou igual a 25 anos e superior a 25 anos. Não houve diferenças significativas nos resultados do questionário como um todo, assim como nas questões individualmente.

A média das respostas do questionário foi de 5,98, um valor próximo do máximo (7), portanto, confirmando ser um modelo com alto grau de presença experimentada. Já as médias obtidas para as subescalas envolvimento/controle, naturalidade e interface, os valores encontrados foram respectivamente 6,27; 5,48 e 4,65.

Em seguida, as subescalas foram analisadas separadamente para verificar se os resultados eram diferentes quando comparados os participantes homens e mulheres; os participantes com menos de dois anos de experiência em simulação e com dois anos ou mais de experiência em simulação; os participantes com idade menor ou igual a 25 anos e superior a 25 anos. Para isso, realizaram-se testes de Mann-Whitney com o *software* Minitab®, de modo a comparar a mediana dos diferentes

grupos e verificar se há diferenças significativas entre os grupos citados acima. Tal teste foi realizado devido ao tamanho da amostra. Logo, existem duas hipóteses:

- H0 (*p-value*> 0,05) = a mediana da primeira amostra é igual à mediana da segunda amostra
- H1 (*p-value*< 0,05) = as medianas das duas amostras são diferentes

Com isso, tem-se que, se o *p-value* for maior que 0,05, as medianas de ambas as amostras são iguais. A Tabela 2 exibe os resultados gerados pelo Minitab®.

Tabela 2 – Resultados do teste Mann-Whitney

		Subescala de Envolvimento/Controle	Subescala de Naturalidade	Subescala de Qualidade da Interface
P-value	Teste para Mulheres x Homens	0,588	0,786	0,704
	Teste para Alunos com experiência < 2 anos x Alunos com experiência >= 2 anos	1,000	0,597	0,204
	Teste para Alunos com idade <= 25 anos x Alunos com idade > 25 anos	0,560	0,459	0,368

Todos os testes resultaram em valores de *p-value* acima de 0,05, com índice de confiança de 95%, validando-se as hipóteses nulas, ou seja, não há diferenças significativas nas medianas dos diferentes grupos para as três subescalas.

Na análise também foram identificados alguns aspectos com pior avaliação. Esses aspectos foram: qualidade de visualização e concentração na movimentação, os quais obtiveram médias iguais a 4,50 e 4,75, respectivamente. Sobre a questão da qualidade de visualização, esse valor pode ter sido causado pelo ajuste incorreto do *OculusRift* no início da experiência principalmente para participantes usuários de óculos de grau. Quanto à concentração na movimentação, a provável causa seria a não familiaridade dos participantes com o controle utilizado.

Além das questões do QP, também foi disponibilizado um campo para que os participantes relatassem suas opiniões e/ou descrevessem alguma experiência relevante durante a simulação. Com isso, foram levantadas algumas oportunidades de aperfeiçoamento na utilização da RV na SED.

- Etapa 3

Após a análise dos resultados do QP, as seguintes melhorias foram propostas:

- Separação e distinção entre as áreas do processo representado no modelo de simulação, beneficiando a visualização do usuário, além de aumentar a semelhança com o ambiente real da farmácia;
- Ajuste prévio do foco do *OculusRift* até se adequar ao usuário;
- Treino inicial para evitar dificuldade de movimentação com o controle antes da navegação pelo modelo;
- Revisão do questionário para que todas as perguntas sejam objetivas e não causem dúvidas aos participantes sobre o que está sendo perguntado;
- Inclusão de indicações sonoras ou visuais quando ocorressem acontecimentos relevantes no modelo, como o início do turno das funcionárias da farmácia, início da produção, armazenamento do produto e transporte, auxiliando o usuário a manter o foco no modelo.

- Etapa 4

O fluxograma apresentado na Figura 5 representa o procedimento utilizado com as melhorias propostas.

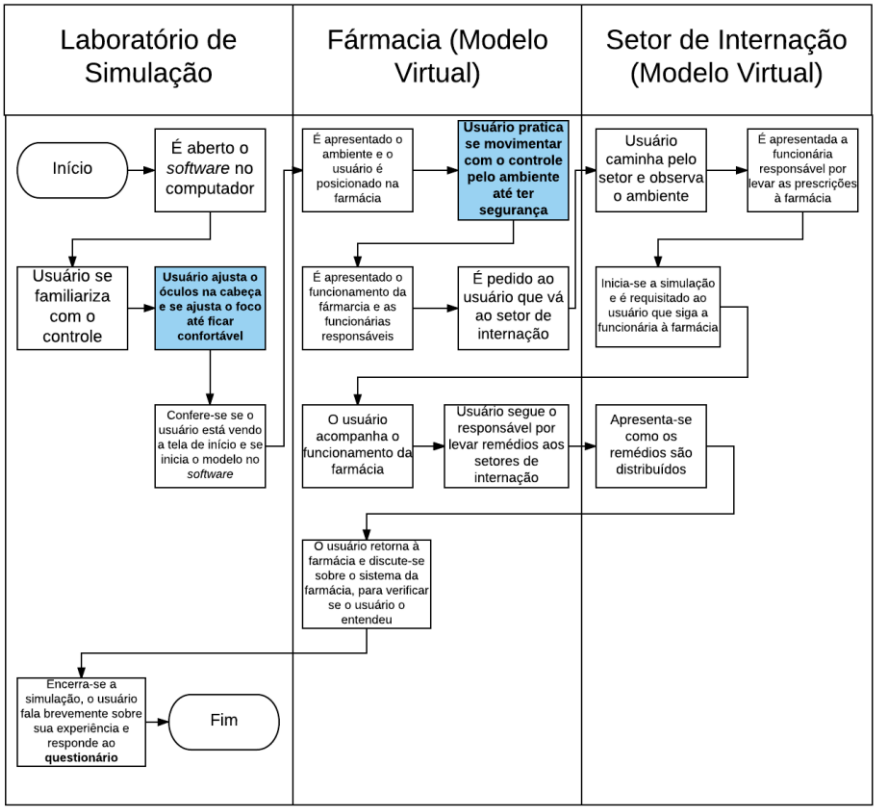


Figura 5 – procedimento modificado

- Etapa 5

Além das melhorias destacadas na Figura 5, referentes ao ajuste prévio do foco e à prática inicial do participante do uso do controle, foram sugeridas mudanças no modelo computacional:

- As paredes da farmácia representadas no modelo seriam aumentadas até ficarem proporcionais ao ambiente real;
- Avisos sonoros e/ou visuais indicariam acontecimentos como início de turno, chegada de prescrições e retirada de medicamentos.

- Etapa 6

Nessa etapa as mudanças propostas foram discutidas quanto a sua relevância, visando melhorar a experiência vivida pelos usuários, assim como garantir resultados do questionário ainda mais condizentes com a realidade.

- O aumento das paredes da farmácia no modelo gerando uma semelhança maior com o ambiente real, melhorando o senso de localização dos usuários e agradando aos *stakeholders*. É uma mudança relativamente fácil de ser implementada, bastando alterar diretamente no modelo;
- O ajuste inicial do foco visa melhorar a experiência visual e, consequentemente, a imersão do usuário no ambiente virtual, principalmente para aqueles que utilizam óculos de grau. A inclusão dessa atividade no início da experiência só necessita ser colocada em prática em futuras aplicações do modelo;
- O treino prévio de movimentação com o controle antes da navegação pelo modelo. Isso capacita o usuário a se mover com maior liberdade pelo modelo e acompanhar as atividades representadas durante a simulação. Assim como o ajuste do foco, é necessário realizar essa atividade no início da simulação em aplicações futuras;
- A revisão do questionário com possíveis alterações nos textos de algumas questões torna mais clara as intenções de cada questão, de modo que, os participantes não tenham dúvidas

na hora de responder e forneçam dados que representem fielmente suas experiências no modelo em RV. A tradução do questionário deve ser revista e seus textos reescritos;
- A inclusão de indicações sonoras e/ou visuais no início de atividades relevantes auxilia o usuário a manter o foco no modelo. É uma mudança também fácil de ser implementada, bastando alterar diretamente no modelo

Com essas mudanças, espera-se que a experiência do usuário com o modelo flua de maneira mais dinâmica e parecida com a realidade. Além disso, a revisão do QP permite a obtenção de dados ainda mais precisos e condizentes com a experiência sentida pelo usuário.

5. CONCLUSÕES

O uso conjunto da realidade virtual e a simulação a eventos discretos permite ao usuário, mesmo aquele sem conhecimentos aprofundados em simulação, compreender melhor o ambiente modelado. A simulação permite ao usuário visualizar o funcionamento do sistema modelado e a realidade virtual possibilita a imersão do usuário envolvendo-o com a experiência.

Foi utilizado o Questionário de Presença (QP) para coletar informações sobre as experiências de 16 usuários com o modelo de uma farmácia de um hospital, a fim de verificar se a RV permitia níveis adequados de envolvimento, controle, naturalidade e qualidade da interface.

Com a análise dos resultados obtidos pôde-se concluir que o modelo em RV utilizado neste trabalho possui um alto grau de presença experimentada, capaz de manter os usuários envolvidos com a experiência. Os participantes compreenderam facilmente o ambiente físico da farmácia hospitalar, assim como, foram capazes de entender o funcionamento do sistema simulado, como foi comprovado pelo valor médio das respostas de 5,98 em uma escala de um a sete. Esse resultado comprova que os participantes se sentiram envolvidos com o ambiente na experiência virtual, suas interações com o ambiente (visualização e movimentação) pareceram naturais, e, mesmo com a não familiaridade com o controle, puderam se movimentar sem grandes dificuldades.

Com relação as subescalas, o Envolvimento/Controle obteve a maior média geral, o que significa que os participantes foram capazes de sentir a sensação de imersão no modelo apresentado. O pior resultado foi o da subescala de Qualidade da Interface, o que pode ser explicado pela não familiaridade dos participantes com o controle utilizado para se movimentar e com o ajuste incorreto do *OculusRift* no início do experimento.

O uso da RV auxiliou, principalmente, no entendimento e compreensão do *layout* da farmácia do hospital, pois os participantes eram capazes de andar por um modelo virtual extremamente similar ao ambiente real e acompanhar o processo.

As alterações propostas, tanto no modelo de simulação quanto na forma de demonstrá-lo com a RV, visam melhorar a experiência de futuros usuários. Além disso, o fluxograma desenvolvido e melhorado para ilustrar o processo de demonstração do modelo de simulação com RV deste trabalho pode ser adaptado para outros modelos.

Verificou-se que o uso de RV em projetos de simulação a eventos discretos pode facilitar o entendimento do sistema modelado auxiliando na resolução de problemas.

Como proposta para trabalhos futuros, sugere-se:

- Comparar um modelo de simulação não imersivo com seu modelo em RV, de modo a verificar se há diferenças significativas na obtenção de conhecimento por ambos os métodos;
- Desenvolver novos projetos que integrem SED e RV em diferentes áreas, de maneira a verificar se a RV facilita a implementação de projetos de simulação.

Agradecimentos:
Os autores agradecem a CAPES, CNPq e Fapemig por fornecerem suporte neste artigo.

REFERÊNCIAS

AHMED, H. M., SCOBLE, M. J.; DUNBAR, W. S. A Comparison Between Offset Herringbone and El Teniente Underground Cave Mining Extraction Layouts using a Discrete Event Simulation Technique. International Journal of Mining, Reclamation and Environment, v. 30, n. 2, p. 71-91, 2016.

AKPAN, I. J.; BROOKS, R. J. Experimental evaluation of user performance on two-dimensional and three-dimensional perspective displays in discrete-event simulation. **Decision Support Systems**, v. 64, p. 14–30, 2014.

AKPAN, I. J.; BROOKS, R. J. Experimental investigation of the impacts of virtual reality on discrete event simulation. **Proceedings of the 2005 Winter Simulation Conference**, p. 1968-1975, 2005.

AKPAN, I. J., SHANKER, M., The confirmed realities and myths about the benefits and costs of 3D Visualization and virtual reality in discrete event modeling and simulation: A descriptive meta-analysis of evidence from research and practice. **Computers & Industrial Engineering,** 2017, doi: http://dx.doi.org/10.1016/ j.cie.2017.08.020

ARAÚJO, R. B. **Especificação e análise de um sistema distribuído de realidade virtual**. São Paulo, Junho, 144 p., Tese (Doutorado), Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1996.

BEM-TOVIM, D.; FILAR, J.; HAKENDORF, P.; QIN, S.; THOMPSON, C.; WARD, D. Hospital Event Simulation Model: Arrivals to Discharge-Design, development and application. **Simulation Modelling Practice and Theory**, v. 68, p. 80-94, 2016.

CHWIF, L.; PEREIRA, W. I.; MONTEVECHI, J. A. B. Are visually appealing simulation models preferable? **Proceedings of the 2015 Winter Simulation Conference**, p. 835-843, 2015.

CLEGG, C.; WALSH, S. Soft Systems Analysis. In Symon, G.; Cassel, C. **Qualitative Methods and Analysis in Organizational Research: A Practical Guide**. California: Sage Publications Ltd., 1998.

DEMIR, E.; SOUTHERN, D. Enabling better management of patients: discrete event simulation combined with the STAR approach. **Journal of the Operational Research Society**, v. 68, p. 577-590, 2017.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JUNIOR, J. A.. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). Revista Política Hoje, v. 18, n. 1, 2010.

GAMLIN, A.; BREEDON, P.; MEDJDOUB, B. Immersive Virtual Reality Simulation Deployment in a Lean Manufacturing Environment. **International Conference on Interactive Technologies and Games**, P. 51-58, 2014.

INGALLS, R. G. Introduction to simulation. In: Winter Simulation Conference, Proceedings... Washington, D.C., USA, 2013.

NETTO, A.; MACHADO, L.; OLIVEIRA, M. Realidade Virtual - Definições, Dispositivos e Aplicações. **Revista Eletrônica de Iniciação Científica. Tutorial. Simpósio de Realidade Virtual**, v. 2, n.1, 2002.

PORTELINHA, M. A. **Contribuição do mapa estratégico para as atuações na cadeia de suprimentos em uma empresa do setor elétrico**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), Itajubá, 2004.

RIVA, G. Virtual reality: an experiential tool for clinical psychology. **British Journal of Guidance Counselling**, v. 37(3), p. 337-345, 2009.

ROBINSON, S. Modelling without queues: Adapting discrete-event simulation for service operations. Journal of Simulation, v.3, 195-205, 2015.

ROCHA, F. **Integração da simulação a eventos discretos e mapeamento do fluxo de valor para melhoria do sistema de distribuição de medicamentos em um hospital**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), Itajubá, MG, 2014.

RUTBERG, M. H.; WENCZEL, S.; DEVANEY, J.; GOLDLUST, E. J.; Day, T. E. Incorporating discrete event simulation into quality improvement efforts in health care systems. American Journal of Medical Quality, v. 30, n. 1, p. 31-35, 2015.

SACKS, R.; GUREVICH, U.; BELACIANO, B. Hybrid Discrete Event Simulation and Virtual Reality Experimental Setup for Construction Management Research. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 29, n. 1, 2015.
WATSON, R. B. Suggestions for New Application Areas for Soft Systems Methodology in the Information Age. **Systemic Practice and Action Research**, v.25, p. 441-456, 2012.
WHITMAN, L.; MALZAHN, D; MADHAVAN, V.; WEHEBA, G.; KRISHNAN, K. Virtual Reality Case Study throughout the Curriculum to Address Competency Gaps. **International Journal of Engineering Education**, v. 20, n. 5, p. 690-702, 2004.
WITMER, B. G.; SINGER, M. J. Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. **Presence**, v. 7, n. 3, p. 225-240, 1998.

https://proceedings.science/p/85297?lang=pt-br