



Criação de um gêmeo digital para um simulador imersivo de um módulo de controle de processos

Creation of a digital twin for an immersive simulator of a process control module

Gabrielly dos Santos Novais¹, Maria Gabriela Ranucci Carneiro², Lucas Bonfim Rocha³,
Felipi Luiz de Assunção Bezerra⁴

RESUMO

Com o objetivo de melhorar as práticas virtuais dos alunos de engenharia química, este trabalho foi elaborado para apresentar o desenvolvimento de um gêmeo digital para uma bancada de controle de processos industriais, e para tal feito, a mesma foi modelada por meio do *software Blender* e a sua programação e ambientação foi realizada por meio da *Unreal Engine*. A vista disso, foi criado o simulador imersivo da bancada, para que aqueles que não tivessem como ter acesso ao laboratório pudessem ter contato com a mesma por meio do sistema operacional criado. Além disso, a elaboração deste *software* teve o intuito de inovar esta área, ainda pouco estudada, aproveitada, e não muito conhecida. Até o momento, por meio de pesquisas realizadas, pode-se perceber que os poucos simuladores imersivos criados com o foco na engenharia não permitiam o aprofundamento da interação com o usuário, permitindo que o mesmo apenas visualizasse o processo.

PALAVRAS-CHAVE: Bancada; Blender; Simulador imersivo, Unreal Engine.

ABSTRACT

With the aim of improving the virtual practices of Chemical engineering students, this work was designed to present the development of a digital Twin for an industrial process control bench, and to this end, it was modeled using the Blender software and its programming and setting were carried out using Unreal Engine. With this in mind, the bench's immersive simulator was created, so that those who could not access the laboratory could have contact with it through the operating system created. Furthermore, the creation of this software aimed to innovate this area, which is still little studied, used, and not very well known. So far, through research carried out, it can be seen that the few immersive simulators created with a focus on engineering did not allow for deeper interaction with the user, allowing the user to simply visualize the process.

KEYWORDS: Bench; Blender; Immersive simulator, Unreal Engine.

INTRODUÇÃO

Simuladores imersivos e gêmeos digitais são uma tecnologia nova e pouco estudada. Normalmente, a simulação é realizada sem se aprofundar na interação do usuário com o ambiente simulado. Os sistemas imersivos têm o intuito de se concentrar na escolha do jogador, oferecendo um sistema emergente e regras consistentes, combinando sempre o acesso a diversas habilidades, para assim permitir soluções criativas

¹ Bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: gnovais@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6392420555211629>.

² Bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: mariagabrielacarneiro@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6095361973242331>.

³ Docente no Departamento de Engenharia Química. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: lucasrocha@utfpr.edu.br. ID Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8628427682289404>.

⁴ Docente no Departamento de Engenharia Química. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: felipibezerra@utfpr.edu.br. ID Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8529742705597350>.



para quem faz uso de sua interface. Entretanto, muitos dos simuladores imersivos relacionados a engenharia acaba não permitindo todo esse contato com o jogo, por conta do não aprofundamento da jogabilidade do sistema em que foi criado.

À vista disso, se percebeu que era necessário o aperfeiçoamento dos simuladores de realidade aumentada. Para que assim, os alunos do curso de engenharia química e os operadores possam ter acesso a uma planta de escala industrial, a qual será operada virtualmente, fornecendo uma noção de espaço aprimorada e um domínio dos protocolos de segurança melhorados. (PIROLA *et al.*, 2020).

Conseqüentemente, uma forma de aprimorar as plantas químicas virtuais, seria usando o conceito gêmeo digital, que se refere a uma reprodução virtual que se coleta informações da entidade física, para que assim possa simular a mesma, levando em conta o seu comportamento, suas propriedades e seus dados, desenvolvendo o mesmo de maneira mais similar, possível, ao físico (BOTÍN-SANABRIA *et al.*, 2022). Sendo, este conceito implementado pela primeira vez em 2002 por Michael Grieves na Universidade de Michigan (MADNI *et al.*, 2019).

Posto isso, foi criado e simulado um gêmeo digital de uma bancada didática de controle de processos, responsável pelo processo de aprendizagem dos alunos sobre sistemas de automação e controle. Nesta bancada são realizados experimentos de sistemas de automação, controle e modelagem de sistemas dinâmicos. Por conseguinte, foi realizada a simulação deste processo, para que os alunos possam aprender a operar o módulo de um laboratório de informática.

Diante do cenário apresentado, o trabalho tem como objetivo criar e simular um gêmeo digital de uma bancada didática de controles de processos industriais, que tenha um alto grau de imersão visual e interação do usuário, para que possa ser usada no treinamento e operação da bancada.

METODOLOGIA

DESENVOLVIMENTO DO MODELO 3D

A bancada didática de controle de processos tem como finalidade auxiliar no aprendizado dos estudantes de engenharia, fazendo com que tenham contato com o controle de processos industriais. Por meio da bancada, se torna praticável o controle do nível do tanque em uma certa faixa, a partir da alteração na vazão de entrada de água. Dessa maneira, os graduandos acabam tendo um convívio com variáveis de processos e assim obtêm os conhecimentos de eventos industriais comuns na vida do engenheiro (OLIVEIRA E VOLZ, 2022).

Conseqüentemente, se percebeu a importância da criação de um gêmeo digital da bancada, com o propósito de ter o *software* que simule este ambiente, como forma de apoio à aprendizagem dos alunos, sobre tudo daqueles que não conseguem ter contato com a bancada física. Em vista disso, todo o sistema operacional foi pensado, simulado e programado de maneira que o usuário tivesse a mesma sensação e aprendizagem da que teria se tivesse usando a bancada física, tanto na parte visual como na de interação.

Para que a bancada virtual ficasse visualmente o mais próximo possível da física, foi examinada a que se encontra na Universidade Tecnológica Federal do Paraná do campus Londrina, dentro do laboratório de controle de processos. À vista disso, foram fotografados todos os componentes da bancada de maneira minuciosa, para que assim todos fossem



reproduzidos no *software* de modelagem 3D, *Blender*, de maneira análoga ao real. Diante disso, o programa utilizado foi escolhido por permitir a criação e a modelagem de objetos 3D de forma facilitada (MARKOVA, 2017).

Sendo assim, para maior similaridade entre bancada física e virtual foi realizada diversas fotografias de todos os objetos da bancada, ademais, foi realizada a medição das dimensões de todos os instrumentos para que o visual da bancada modelada fosse o mais próximo possível do real.

ADAPTAÇÃO DO SISTEMA OPERACIONAL

Após a finalização da modelagem em 3D, utilizou-se o *software Substance 3D Painter* para realizar a texturização do protótipo, visto que, o mesmo permite usar materiais inteligentes e pintar micro detalhes de forma precisa com diversos conjuntos de texturas. Além disso, o mesmo é compatível com o sistema operacional da *Unreal Engine*, o escolhido para ser utilizado para a programação, na qual, o *Painter* converte as pinturas realizadas para a Unreal de maneira adequada e mais próxima do que se deseja (STEAM, 2023).

O aproveitamento da *Unreal Engine 5* se deu por conta das diversas ferramentas que é disponibilizada, facilitando assim a criação do gêmeo digital da bancada, dentre os recursos fornecidos, se têm os ativos 3D e *plugins* de lógica de jogo (SORENSEN *et al.*, 2022). Para que assim, a bancada tenha um grande potencial como gêmeo digital e possua uma interface para a comunicação dos usuários.

Diante disso, foi analisado que seria melhor criar um *template* com as devidas configurações para a maneira que o usuário agiria com a bancada. Com isso, a bancada foi colocada no centro do *template* e a interface foi programada de maneira que o jogador só pudesse interagir com a mesma e os seus pontos de interação.

INTERAÇÃO DO USUÁRIO NO AMBIENTE IMERSIVO

Posteriormente, ao desenvolvimento do ambiente 3D, desenvolveu-se a programação de todos os pontos de interação do usuário com a bancada didática de controle de processo na *Unreal Engine 5*. Para tal feito, foi utilizado as funções disponibilizadas pelo *software*, em linguagem de programação conhecida como *blueprint*, que se fundamenta em um sistema de *script* de jogabilidade com interface baseada em nó, na qual, permite criar elementos por meio do *Unreal Editor*.

Por meio da manipulação deste código, foi elaborado a programação de todos os botões e válvulas da bancada, para que os mesmos funcionassem de maneira similar aos da bancada física, para que desta maneira, quem tivesse contado com a bancada pudesse ter a sensação de estar utilizando a real. Além disso, todos os pontos de interações foram destacados por meio de uma combinação das funções da *Unreal*, na qual, quando se passa o cursor do mouse por cima, os mesmos são ressaltados por uma luz azul.

MODELAGEM DINÂMICA DO SISTEMA DE ENCHIMENTO DE TANQUES

Para a modelagem matemática da bancada foi utilizada uma modelagem de processo do tanque de estocagem de líquido, em que, a equação utilizada descreve a

maneira que o nível do líquido se comporta em relação ao tempo dentro do tanque, levando em conta a vazão volumétrica de entrada e saída. Logo, temos o seguinte equacionamento:

$$\frac{dv}{dt} = q_e - C'_v \sqrt{\frac{v}{A}} \quad (1)$$

Sendo C'_v , uma constante de dimensionamento da válvula de saída, A a área de seção transversal e q_e a vazão volumétrica de entrada. Para a constante C'_v , temos o valor de 0.001296 e área 0,45m².

Com isso, se tem para o tanque de estocagem um modelo dinâmico cujo o objetivo é descrever o nível (volume) do líquido ao longo do tempo. Deste modo, a expressão matemática deduzida foi aplicada na simulação 3D, para que assim, pudesse ser visível todo o processo dentro do sistema operacional.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Depois de ter sido construída toda modelagem e montagem da bancada didática de controle de processos, de modo mais cauteloso e rigoroso possível em relação aos detalhes da entidade física, foi gerado toda a área de interação, como pode ser visto na figura 1.

O software elaborado, mostra toda a parte física, mas também acaba evidenciando que o simulador imersivo é diferente de muitos criados até agora, não só a parte visual, mas também pela interação do usuário com o equipamento.

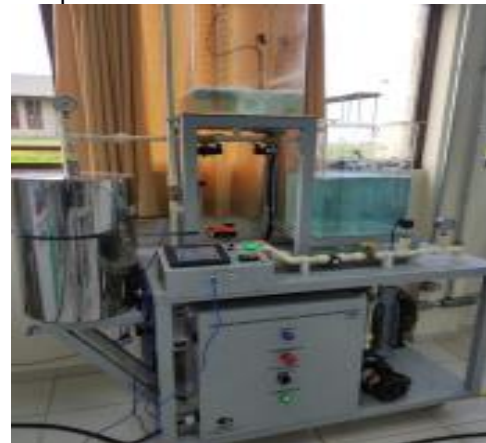
Além disso, foi realizado a comparação entre o físico e o virtual, para perceber que os objetivos da criação de um gêmeo digital da bancada foram alcançados, visto que, analisando os dois juntos, pode-se perceber claramente a semelhança entre ambos, como mostrado na figura 1 e 2.

Figura 1 - Simulador 3D do gêmeo digital da Bancada.



Fonte: Autoria própria, 2023.

Figura 2 - Bancada didática de controle de processo Edutec – Astral Científica.

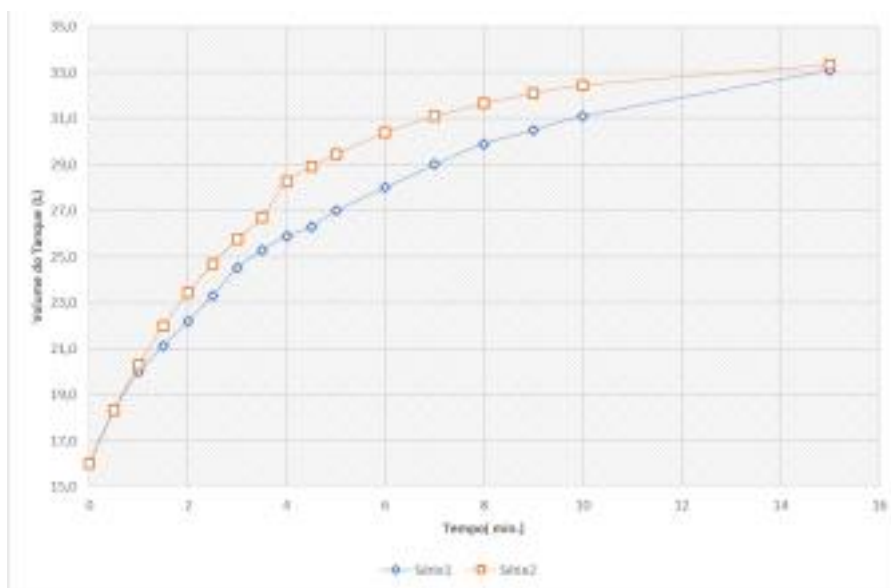


Fonte: Autoria própria, 2023.

Para a modelagem matemática do sistema em questão, utilizou-se a Equação (1), levando em consideração uma área de seção transversal (A) igual a 1,78m². A fim de calcular o parâmetro C'_v , observou-se o estado estacionário do sistema quando a vazão era de 10 litros por minuto, resultando em um volume de 15 litros no tanque. Para obter um modelo dinâmico do tanque de armazenamento que descrevesse a variação do nível (ou volume) de líquido ao longo do tempo.

Assim, ao substituir os valores relevantes na Equação (1), foi possível determinar que o valor de C_v é igual a 0,001296. Isso fornece um modelo dinâmico que descreve a variação do nível de líquido no tanque com base nas condições e parâmetros mencionados. O Gráfico 1 apresentado, demonstra a validação desse modelo (série 1) em comparação com os dados experimentais (série 2), indicando a capacidade do modelo de se ajustar aos dados reais.

Gráfico 1 - Nível (ou volume) do líquido em relação ao tempo.



Fonte: Autoria própria, 2023.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o objetivo inicial foi alcançado, uma vez que, foi criado um sistema imersivo em relação a um gêmeo digital de uma bancada didática de controle de processo, na qual, o usuário terá uma experiência análoga da que teria se tivesse utilizando o objeto físico. Ademais, o software 3D acaba inovando nesta área ainda pouco conhecida, pois, muitos dos simuladores criados até o momento, só permitia o jogador visualizar o processo e vê o resultado, não deixando o mesmo ter a sensação de interagir com o processo. Além disso, também será de grande uso no meio educacional e industrial, auxiliando nos procedimentos de aprendizagem e treinamentos daqueles que a utilizam.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos as bolsas de iniciação tecnológicas que foram ofertas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e por todo apoio proporcionado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

CONFLITO DE INTERESSE

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

BOTÍN-SANABRIA, D. M. et al. Digital Twin Technology Challenges and Applications: A Comprehensive Review. **Remote Sensing**, v. 14, n. 6, p. 1335, jan. 2022.

SØRENSEN, Jonas Vedsted; MA, Zheng; JØRGENSEN, Bo Nørregaard. Potentials of game engines for wind power digital twin development: an investigation of the Unreal Engine. **Energy Informatics**, v. 5, n. 4, p. 1-30, 2022.

MADNI, Azad M.; MADNI, Carla C.; LUCERO, Scott D. Leveraging digital twin technology in model-based systems engineering. **Systems**, v. 7, n. 1, p. 7, 2019.

PIROLA, C.; PERETTI, C.; GALLI, F. Immersive virtual crude distillation unit learning experience: The EYE4EDU project. **Computers & Chemical Engineering**, v. 140, p. 106973, 2 set. 2020.

VOLZ, Ana Karoline; OLIVEIRA, Jefferson Alves. ELABORAÇÃO DE UMA BANCADA DIDÁTICA PARA CONTROLE DE TEMPERATURA E MEDIÇÃO DE VAZÃO. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 41, 2022.

MARKOVA, K. T.; DOVRAMADJIEV, T. A.; JECHEVA, G. V. Computer parametric designing in Blender software for creating 3D paper models. **ANNUAL JOURNAL OF TECHNICAL UNIVERSITY OF VARNA, BULGARIA; Vol 1 No 1 (2017): Annual Journal of Technical university of Varna; 77-84**, 28 dez. 2017.

Substance 3D Painter 2023 no Steam. Disponível em: <https://store.steampowered.com/app/2199970/Substance_3D_Painter_2023/>. Acesso em: 10 set. 2023.

Blueprint Overview. Disponível em: <<https://docs.unrealengine.com/4.27/en-US/ProgrammingAndScripting/Blueprints/Overview/>>. Acesso em: 17 set. 2023.