UM FRAMEWORK DE SIMULAÇÃO A EVENTOS DISCRETOS FACILITADA PARA DAR SUPORTE A ESTUDOS ON-LINE NA INDÚSTRIA

Milena Silva de Oliveira
mioliveira@unifei.edu.br

Fabiano Leal
fleal@unifei.edu.br

José Arnaldo Barra Montevechi
montevechi@unifei.edu.br

Universidade Federal de Itajubá (Unifei)
Av. BPS, 1303, Bairro Pinheirinho, Itajubá – MG, CEP: 37500-903

Tábata Nakagomi Fernandes Pereira
Universidade Federal de Itajubá (Unifei)
Rua Irmã Ivone Drumond, 200, Distrito Industrial II, Itabira – MG, CEP: 35903-087
tabatafp@unifei.edu.br

RESUMO

Este artigo tem como objetivo propor um *framework* para desenvolver um estudo de Simulação a Eventos Discretos (SED) facilitada em um processo industrial. Conceitos da SED facilitada e reuniões online foram adotados em sua criação, tais como: realizar um processo de modelagem online mais rápido (até 3 meses); criar um modelo computacional simples que não requer uma estrutura complexa de coleta de dados nem uma equipe especializada; gerar uma melhor compreensão do processo e auxiliar os *stakeholders* na identificação de melhorias. Após seu desenvolvimento, o *framework* FaMoSim (Facilitated Modeling Simulation) foi aplicado em um caso real para avaliar sua aplicabilidade, demonstrando a capacidade de realizar um processo de modelagem online mais rápido e flexível, criar um modelo computacional simples sem exigir uma estrutura complexa de coleta de dados ou equipe especializada, e auxiliar os *stakeholders* na identificação de melhorias.

PALAVRAS CHAVE. Simulação facilitada, Intervenção on-line, *Framework*.
SIM - Simulação

ABSTRACT

This article aims to propose a framework to develop a Facilitated Discrete Event Simulation (DES) study in an industrial process. Concepts of facilitated DES and online meetings were adopted in its creation, such as: carrying out a faster online modeling process (up to 3 months); creating a simple computer model that does not require a complex data collection structure or a specialist team; generating a better understanding of the process and assisting stakeholders in identifying improvements. After its development, the FaMoSim (Facilitated Modeling Simulation) framework was applied in a real case to evaluate its applicability, demonstrating the ability to perform a faster and more flexible online modeling process, create a simple computer model without requiring a complex data collection structure or specialist team, and assist stakeholders in identifying improvements.

KEYWORDS. Facilitated Simulation. Online intervention. Framework.
SIM - Simulation

DOI: 10.59254/sbpo-2023-175130
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/175130

1. Introdução

Nos últimos anos, a simulação computacional tem sido destacada como uma ferramenta essencial para apoiar a tomada de decisões [Mourtzis 2020]. No entanto, muitas empresas e gestores têm deixado de aproveitar os benefícios da simulação [Byrne et al. 2021; Ivers et al. 2016]. Nesse caso, destacamos alguns desafios: (i) alto custo relacionado ao tempo gasto na modelagem dos sistemas [Barlas e Heavey, 2016]; (ii) complexidade dos modelos ao considerar as características e comportamentos dos sistemas físicos [Robinson et al. 2014]; (iii) limitações em relação à disponibilidade e coleta de dados para a fase de construção do modelo computacional [Saez et al. 2018; Teerasoponpong e Sopadang 2021]; (iv) alto nível de especialização e treinamento dos tomadores de decisão considerando o uso de modelos de simulação complexos [Mourtzis, 2020]. Assim, destacamos a Modelagem Facilitada como um mecanismo que simplifica as etapas envolvidas em projetos de simulação [Robinson et al. 2014].

A simulação facilitada é baseada no desenvolvimento de modelos simples, focados na tomada de decisão com base em soluções desejáveis e não ótimas. Nesse caso, o processo de modelagem é realizado com a participação ativa dos *stakeholders* e independe de uma coleta extensa de dados [Proudlove et al. 2017; Tako e Kotiadis 2015; Franco e Montibeller 2010]. Robinson et al. (2014) destacam que, embora seja uma abordagem mais simples do que projetos de simulação tradicional, a modelagem facilitada não é prejudicada e possui grande potencial no suporte à tomada de decisão.

De acordo com Robinson et al. (2014), a simulação facilitada tem sido destacada como uma alternativa à abordagem tradicional em relação à complexidade e tempo de desenvolvimento dos modelos. Os autores afirmam que o foco do modelo computacional não é a alta precisão, mas sua utilidade na geração de compreensão do problema e, consequentemente, no suporte à tomada de decisão. Tako et al. (2019) também destacam a crescente popularização da simulação facilitada nos últimos anos, aparecendo em diversos trabalhos na literatura. Além disso, entre as principais características dessa abordagem, destacam-se: (i) abordagem participativa entre modeladores e *stakeholders*; (ii) coleta simplificada de dados; (iii) contrução de modelos computacionais simples; (iv) foco em soluções satisfatórias, em vez de soluções ótimas (que requerem mais tempo de análise) [Franco e Montibeller 2010; Robinson et al. 2014; Proudlove et al. 2017; Kotiadis e Tako 2018; Harper et al. 2021].

Em uma pesquisa exploratória da literatura nos últimos anos, observam-se vários trabalhos que consideraram a Simulação a eventos discretos facilitada na área de serviços, como Robinson et al. (2014), Tako e Kotiadis (2015, 2018), Proudlove et al. (2017) e Tako et al. (2019, 2021). No entanto, as características dos sistemas de produção diferem do setor de serviços. Portanto, destacamos essa oportunidade de pesquisa envolvendo a proposta da SED facilitada em processos industriais. Assim, este trabalho tem como objetivo propor um *framework* contendo as principais etapas a serem realizadas em um estudo de SED facilitada *on-line*, realizando reuniões híbridas. Para demonstrar a aplicabilidade do *framework* proposto, é relatada uma aplicação em um caso real neste artigo. Até onde temos conhecimento, o *framework* proposto é o primeiro na literatura que mostra como implementar um estudo de SED facilitada *on-line* em ambientes industriais.

O restante do artigo é organizado da seguinte forma: na seção 2, é descrita a abordagem proposta; na seção 3, é apresentado o relato da aplicação do *framework*. Por fim, a seção 4 trata das conclusões e as sugestões para trabalhos futuros.

2. *Framework* proposto

O *Framework* FaMoSim (*Facilitated Modeling Simulation*) foi projetado seguindo o ciclo da Pesquisa-Ação proposto por Coughlan e Coughlan (2002), o qual é dividido em três fases: A primeira tem como objetivo compreender o propósito da situação. A segunda fase compreende seis etapas: coleta de dados, *feedback* dos dados, análise dos dados, planejamento das ações, implementação e avaliação. A última fase é uma meta-etapa de monitoramento. O objetivo deste artigo é abordar as lacunas existentes na literatura, apresentando um *framework* de SED facilitada que pode ser utilizado de forma *on-line*, em situações que apresentam desafios para aplicações da

DOI: 10.59254/sbpo-2023-175130
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/175130

SED, como em processos industriais. A Figura 1 ilustra o *framework* FaMoSim utilizando o BPMN (*Business Process Model and Notation*).

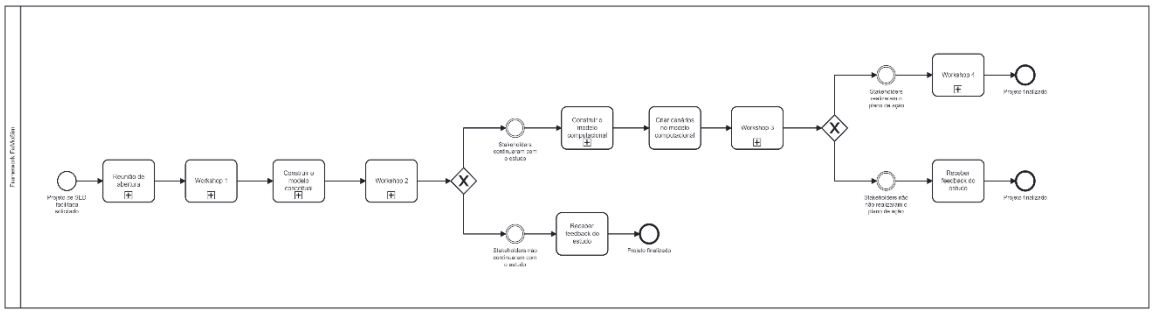


Figura 1: FaMoSim *framework*

O *framework* proposto neste artigo introduz uma abordagem inovadora para SED facilitada por meio da realização de intervenções *on-line*, possibilitando a participação remota de alguns membros enquanto outros participam presencialmente. Conforme sugerem alguns pesquisadores, espera-se que os formatos de reunião híbrida se tornem mais comuns na era pós-COVID-19 [Hameed et al. 2021; Richter, 2020]. Assim, a possibilidade de participação remota permite que projetos de SED expandam seu alcance geográfico e sua aplicação em diferentes locais. Enquanto os *stakeholders* participam presencialmente, os pesquisadores participam remotamente. A empresa é solicitada a permitir a gravação da reunião para facilitar a coleta de informações sobre o processo em estudo.

O *framework* FaMoSim é composto por quatro etapas: Reunião de Abertura, Modelagem Conceitual (dividida em *workshops* 1 e 2), Modelagem Computacional (*workshop* 3) e *Feedback* (*workshop* 4). Cada fase possui um objetivo específico, um conjunto de atividades a serem executadas, resultados esperados e ferramentas para apoiar o processo, sendo a verificação e validação realizadas ao longo do processo. É importante observar que a disponibilidade dos *stakeholders* pode impactar o prazo de execução do projeto, mas recomenda-se que o projeto de simulação não ultrapasse três meses, com cada reunião tendo duração aproximada de 60 minutos. A principal diferença entre a SED tradicional e essa abordagem é que a simulação ocorre dentro de um ambiente facilitado, permitindo que os *stakeholders* compartilhem suas preferências, explorem alternativas e participem ativamente do processo.

A equipe de projeto é composta por dois times: a equipe de modelagem e a equipe dos *stakeholders*. A equipe de modelagem é composta por um facilitador e um modelador, que podem ser a mesma pessoa. Enquanto isso, a equipe dos *stakeholders* consiste de dois a quatro membros da empresa. O principal objetivo dos modelos desenvolvidos por meio do *framework* FaMoSim é fornecer uma melhor compreensão do problema e auxiliar os *stakeholders* na identificação de possíveis melhorias no processo. Portanto, o modelo SED deve focar nos elementos-chave do sistema e ter baixa complexidade. Os dados necessários para o modelo podem ser estimados pelos especialistas nos processos (Robinson et al., 2014) ou obtidos a partir de dados já coletados pela empresa. Mais detalhes sobre o *framework* podem ser encontrados em Oliveira et al. (2023).

Na reunião de abertura, o facilitador esclarece aos *stakeholders* o que é a SED facilitada, seus benefícios para a empresa e como o projeto será conduzido (explicação do *framework*). Após isso, os *stakeholders* compartilham com a equipe de modelagem o possível processo a ser estudado e definem quais colaboradores podem se juntar à equipe de *stakeholders*, sendo eles especialistas no processo escolhido. As informações são coletadas e anotadas no formulário de coleta de informações.

No *workshop* 1, com o time de *stakeholders* completo, o facilitador inicia a reunião com uma breve apresentação sobre a SED facilitada e o *framework* proposto para os *stakeholders* que não estavam presentes na reunião de abertura. Após isso, o processo escolhido para estudo é descrito pelos *stakeholders*. Esta reunião deve ser gravada para auxiliar o time de modelagem na

DOI: 10.59254/sbpo-2023-175130
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/175130

construção dos modelos. Assim, o *workshop* 1 é finalizado. Após o *workshop* 1, a equipe de modelagem é responsável por construir e validar o modelo conceitual.

No *workshop* 2, o modelo conceitual é validado com os *stakeholders*. Durante este *workshop*, os *stakeholders* podem optar por continuar com o projeto, indo para a modelagem computacional ou implementar no sistema real as novas ideias com base exclusivamente na análise do modelo conceitual apresentado. Robinson (2008) afirma que, se os resultados do modelo conceitual atenderem aos requisitos dos *stakeholders*, o projeto pode ser concluído nesta etapa. Porém, se os *stakeholders* optarem por continuar, a segunda atividade realizada nesta reunião é o levantamento de ideias para melhorar o sistema real. Ou seja, os *stakeholders* levantam ideias para serem experimentadas no modelo computacional, gerando cenários.

Na fase de modelagem computacional, antes do *workshop* 3, o modelo computacional é criado, e os cenários são elaborados no modelo. Assim, a primeira atividade no *workshop* 3 é a validação do modelo computacional juntamente com os *stakeholders*. Após essa validação, os cenários criados são apresentados aos *stakeholders* e segue-se para uma discussão sobre os resultados apresentados. Com isso, os *stakeholders* podem desenvolver um plano de ação, juntamente com a equipe de modelagem, para aplicação no sistema real das melhorias encontradas.

Porém, como no *workshop* 2, a empresa tem a opção de não desenvolver o plano de ação com a equipe de modelagem, interrompendo o estudo nesta etapa. Para o caso em que os *stakeholders* decidam não continuar com o estudo tanto na fase de modelagem conceitual (*workshop* 2) quanto na fase de modelagem computacional (*workshop* 3), recomendamos realizar uma atividade de *feedback*. Isto é, perguntar para os *stakeholders* como foi o estudo para eles, sendo esta a última atividade do *workshop* 4.

Por fim, se os *stakeholders* optarem por realizar o plano de ação com o time de modelagem, segue-se para o *workshop* 4. Neste *workshop*, a primeira atividade é de acompanhamento deste plano. Assim, os *stakeholders* relatam o que foi implementado, o que ainda falta e os resultados obtidos. O projeto de simulação é finalizado com o feedback dos *stakeholders* sobre o estudo.

3. FaMoSim em um processo real

Esta seção apresenta a descrição do uso do *framework* FaMoSim em uma grande empresa. Trata-se de uma empresa do ramo de autopeças que possui vários processos complexos. Durante o estudo, todo o contato com os *stakeholders* foi realizado de forma *on-line* (por *e-mail* ou celular). Antes de cada reunião, um *e-mail* era enviado aos *stakeholders* contendo a agenda da reunião e uma breve explicação sobre ela. O estudo foi realizado ao longo de três meses, com quatro reuniões de 60 minutos, que foram gravadas. Os interessados decidiram não realizar o plano de ação junto com a equipe de modelagem, porque as mudanças no processo não seriam simples e seria necessário entrar em contato com outras áreas.

A reunião de abertura ocorreu entre o facilitador e o *stakeholder* chave (gestor com autonomia para tomada de decisão dentro da empresa). Durante a apresentação inicial da SED facilitada e do *framework*, algumas dúvidas eram respondidas simultaneamente. Após responder todas as perguntas do *stakeholder*, o facilitador conduziu a reunião para a segunda parte, perguntando ao *stakeholder* sobre o processo que precisava de melhorias. Também foram discutidos quais colaboradores poderiam participar do estudo para auxiliar na coleta de dados sobre o processo. Assim, quatro pessoas foram convidadas para participar do *workshop* 1.

No *workshop* 1, a equipe de *stakeholders* não pôde estar completa, com a presença apenas de dois engenheiros de processo, devido a imprevistos na empresa. Infelizmente, é um problema que pode ocorrer em qualquer intervenção, e isso também ocorreu no estudo de SED facilitada no setor de saúde [Tako e Kotiadis 2015]. Embora a equipe não estivesse completa, os engenheiros descreveram o processo, e isso não foi um problema, pois eles eram especialistas. Além disso, a empresa possuía o *layout* do processo.

O *workshop* 1 começou com 15 minutos de atraso, porque os funcionários da empresa estavam envolvidos em outras atividades. Portanto, o facilitador não realizou a apresentação inicial sobre o *framework* para focar no segundo objetivo do *workshop*. O facilitador apenas relembrou o

DOI: 10.59254/sbpo-2023-175130
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/175130

que é a SED facilitada e explicou o objetivo do estudo. Essa foi uma alternativa aceitável, uma vez que os *stakeholders* já conheciam a SED. Além disso, a apresentação utilizada na reunião inicial foi enviada ao gerente para apresentar aos outros participantes. Por fim, os participantes não tiveram dúvidas durante a reunião. O facilitador utilizou uma ferramenta desenvolvida de descrição do processo para orientar as perguntas sobre o processo em estudo. Com a descrição fornecida pelos *stakeholders*, foi possível criar o modelo conceitual. A reunião foi gravada, o que facilitou análises posteriores.

Na reunião, a equipe de *stakeholders* decidiu utilizar dados reais na simulação ao invés de dados estimados pelos especialistas no processo. Portanto, o facilitador comunicou-se várias vezes com os *stakeholders*, por celular, para discutir os dados. Na etapa de modelagem conceitual, o facilitador utilizou o *software Cawemo*. Embora o IDEF-SIM [Montevechi et al., 2010] seja focado em simulação, optou-se por utilizar a técnica BPMN. Proudlove et al. (2017) afirmam que a técnica BPMN fornece um ponto de entrada natural para os *stakeholders* no estudo de SED facilitada, especialmente aqueles com menos conhecimento. Dani et al. (2019) reforçam essa ideia ao afirmar que o BPMN é uma notação amplamente utilizada na indústria e de fácil compreensão.

No *workshop* 2, o modelo conceitual foi validado pelos *stakeholders*, requerendo apenas algumas modificações simples. Porém, isto não atrapalhou o andamento da reunião. Ao analisar o modelo conceitual, os *stakeholders* não conseguiram pensar em nenhuma melhoria imediata para o processo. Eles não tiveram ideias porque o processo já havia sido estudado e aprimorado em outras oportunidades. Dessa forma, uma análise mais aprofundada seria necessária para compreender e aprimorar o processo. Portanto, os *stakeholders* decidiram seguir o estudo, desejando a construção do modelo computacional. Assim, na atividade de levantamento de ideias para melhoria do processo, eles definiram que o modelo computacional deveria mostrar o impacto de cada máquina no gargalo. A reunião terminou com os cenários que a empresa gostaria de testar. Os pesquisadores modelaram os cenários após o *workshop* 2 e os apresentaram no *workshop* 3.

Após o *workshop* 2, mais dados foram solicitados aos *stakeholders*, como tempo de parada das máquinas, capacidade de estoque e distância percorrida pelas peças no processo. Também ocorreu uma reunião não agendada de 40 minutos com o engenheiro de produção para esclarecer algumas informações. No modelo, decidiu-se representar apenas uma família de peças, então não foi necessário inserir o tempo de *setup*. As taxas de produção de cada máquina foram utilizadas e adotou-se a distribuição exponencial, conforme apontado por Banks (1998). De acordo com dados históricos, foi utilizado o tempo médio de parada para cada máquina, distância percorrida da peça, capacidade de estoque, etc.

Os resultados fornecidos pelo modelo de SED foram comparados com dados reais do sistema. Foi possível concluir quais máquinas têm maior impacto no gargalo. Também foram criados cenários aumentando a capacidade dos estoques e alterando o *layout*. Os *stakeholders* estavam cientes e concordaram com todos os cenários definidos.

O *workshop* 3 teve que ser adaptado pois os *stakeholders* optaram por não desenvolver o plano de ação com a equipe de modelagem. No entanto, foi realizada uma reunião na empresa com vários *stakeholders*, de diferentes áreas da empresa, para planejar as ações. A atividade de planejamento de ações foi removida do *workshop* 3 e a atividade de receber *feedback*, presente no *workshop* 4, foi inserida.

Portanto, o *workshop* 3 começou com a validação do modelo computacional. O modelo foi apresentado aos *stakeholders* e executado. Os resultados foram apresentados e os *stakeholders* ficaram surpresos porque, segundo eles, o modelo representava o sistema real. A surpresa foi devido ao contexto da aplicação. Ou seja, obteve-se um modelo que representou satisfatoriamente o sistema real por meio de reuniões *on-line*, poucos dados coletados e um projeto de simulação rápido.

Os cenários também foram apresentados, e várias discussões foram levantadas entre a equipe. As discussões ocuparam todo o tempo da reunião, e mais 20 minutos foram necessários para o *feedback*. Abaixo é apresentada algumas percepções dos participantes sobre os resultados do modelo.

DOI: 10.59254/sbpo-2023-175130
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/175130

Engenheiro de Processos (*stakeholder* A): "*o modelo mostrou algumas coisas que não sabíamos. Mudar as ferramentas da máquina F a cada 1000 peças não impacta a estação gargalo. No entanto, o mais importante foi que o modelo nos mostrou dados e números. Transformou o que sabemos em números. Vemos onde devemos atacar, agir. O modelo está apresentando a nossa realidade. Tudo o que você mostrou não é mentira, reflete o que está acontecendo*".

Supervisor (*stakeholder* chave 1): "*este trabalho será utilizado para mostrar e justificar à gerência que mudanças específicas requerem um alto investimento*".

Engenheiro de produção (*stakeholder* chave 2): "*[o modelo] transformou nosso sentimento em algo real*".

Por meio da análise visual dos participantes e de suas vozes, percebeu-se que eles estavam muito entusiasmados com a técnica e como a simulação poderia gerar resultados que justificavam investimentos na linha de produção. Eles argumentaram que a empresa deveria conhecer a simulação e as pessoas deveriam ser capazes de usá-la, porque os ganhos são notáveis. Em relação ao *feedback* sobre a intervenção, os *stakeholders* relataram o seguinte:

Stakeholder chave 2: "*Como foi uma aplicação on-line, confesso que duvidei um pouco, pois pensei que talvez você [facilitador] teria dificuldade [em entender] sem conhecer nosso processo. Mas acho que o processo e as reuniões que tivemos foram muito produtivas. Nossa comunicação foi muito tranquila. Fiquei surpreso quando os resultados foram muito semelhantes ao real. Fiquei um pouco surpreso porque pensei que talvez fosse mais complicado alcançar isso*".

Stakeholder chave 1: "*Concordo também com o que foi dito. Quando falamos sobre algo à distância, há essa questão "será que vai funcionar?" No entanto, o que o trabalho alcançou foi suficiente para mim, e achei a forma como foi conduzido muito legal. Concordo que é possível trabalhar com um modelo (simples) assim e ser muito eficiente com os resultados. Nosso próximo passo aqui é buscar o que podemos melhorar para aumentar a eficiência das máquinas ou pensar em outra maneira de melhorar o processo*".

Stakeholder A: "*a proposta de fazer isso on-line funcionou. Fiquei surpreso por ter sido realizado dessa forma e dado o resultado que vimos*".

Todos os *stakeholders* concordaram que o modelo representava o sistema real, gerou uma compreensão maior do processo e auxiliará na tomada de decisões. Além disso, perguntamos se eles indicariam a aplicação do *framework* em outra empresa. Todos eles tiveram uma impressão positiva do estudo:

Stakeholder chave 2: "*Eu indicaria na mesma empresa, inclusive. Temos outra linha aqui*".

[Risos]

Stakeholder chave 1: "*Estamos dispostos a fazer um segundo projeto, mapeando outro processo. Gostei do que foi feito*".

Concluímos que o *framework* e o estudo alcançaram seu objetivo a partir desses *feedbacks*. Obteve-se uma compreensão maior do processo utilizando um modelo mais simples, o que auxiliou na tomada de decisões. A realização do trabalho *on-line* também se mostrou bastante eficiente, proporcionando bons resultados. Além disso, os resultados mostraram que a SED facilitada *on-line* pode ser aplicada com sucesso em ambientes industriais.

4. Conclusão

Este artigo apresentou o *framework* FaMoSim, resultado de uma investigação que considerou os desafios dos projetos de simulação na indústria. O *framework* FaMoSim é composto por quatro fases: Reunião de abertura; Modelagem Conceitual (*workshops* 1 e 2); Modelagem Computacional (*workshop* 3); e *Feedback* (*workshop* 4). É realizado em um ambiente facilitado *on-line*, onde os *stakeholders* podem expressar suas preferências, discutir alternativas e participar ativamente do projeto de SED facilitada. Aplicamos o *framework* proposto em um caso real para avaliar sua aplicabilidade. Considerando a participação ativa dos *stakeholders*, eles se engajaram bem no projeto, interagindo com o facilitador e uns com os outros, durante os *workshops*. Foi adequado desenvolver um estudo *on-line*, gerando resultados significativos para a empresa e para a literatura. O modelo de simulação foi construído rapidamente, com menos dados e menos

DOI: 10.59254/sbpo-2023-175130
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/175130

detalhes. Ele proporcionou aos *stakeholders* uma compreensão maior do processo e auxiliou na tomada de decisões. Portanto, os objetivos do FaMoSim foram alcançados. Como sugestão para trabalhos futuros, sugere-se aplicar o *framework* em outras empresas de diferentes tamanhos (por exemplo, pequenas e médias empresas) para comparar os resultados, fornecendo discussões mais analíticas para a literatura. Sugere-se também a análise do uso de dados (estimados *versus* dados reais); desenvolvimento do plano de ação; implementação e acompanhamento de melhorias no sistema real.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro concedido a diversos projetos que subsidiaram o desenvolvimento deste trabalho.

Referências

Banks, J. (Ed.). (1998). Handbook of simulation: principles, methodology, advances, applications, and practice. New York: John Wiley & Sons. http://dx.doi.org/10.1002/9780470172445.

Barlas, P., e Heavey, C. (2016). Automation of input data to discrete event simulation for manufacturing: a review. *International Journal of Modeling, Simulation, and Scientific Computing*, 07(1), 1630001. http://dx.doi.org/10.1142/S1793962316300016.

Byrne, J., Liston, P., & Byrne, P. J. 2021. Analysis of complexity and simulation usage in manufacturing SMES. In *Proceedings of the Operational Research Society Simulation Workshop* 267-276.

Coughlan, P., e Coghlan, D. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(2), 220-240. http://dx.doi.org/10.1108/01443570210417515.

Dani, V. S., Freitas, C. M. D. S., & Thom, L. H. (2019). Ten years of visualization of business process models: A systematic literature review. *Computer Standards & Interfaces*, 66, 103347. http://dx.doi.org/10.1016/j.csi.2019.04.006.

Franco, L. A., e Montibeller, G. (2010). Facilitated modelling in operational research. *European Journal of Operational Research*, 205(3), 489-500. http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2009.09.030.

Hameed, B. Z., Tanidir, Y., Naik, N., Teoh, J. Y. C., Shah, M., Wroclawski, M. L., Kunjibettu, A. B., Castellani, D., Ibrahim, S., Silva, R. D., Rai, B., de la Rosette, J. J. M. C. H., Tp, R., Gauhar, V., & Somani, B. (2021). Will "hybrid" meetings replace face-to-face meetings post COVID-19 era? Perceptions and views from the urological community. *Urology*, 156, 52-57. http://dx.doi.org/10.1016/j. urology.2021.02.001. PMid:33561472.

Harper, A., Mustafee, N., & Yearworth, M. (2021). Facets of trust in simulation studies. *European Journal of Operational Research*, 289(1), 197-213. http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2020.06.043.

Ivers, A. M., Byrne, J., e Byrne, P. J. (2016). Analysis of SME data readiness: a simulation perspective. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 23(1), 163-188. http://dx.doi.org/10.1108/JSBED-03-2014-0046.

DOI: 10.59254/sbpo-2023-175130
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/175130

Kotiadis, K., e Tako, A. A. (2018). Facilitated post-model coding in discrete event simulation (DES): A case study in healthcare. *European Journal of Operational Research*, 266(3), 1120-1133. http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2017.10.047.

Montevechi, J. A. B., Leal, F., Pinho, A. F., Costa, R. F., Oliveira, M. L. M., & Silva, A. L. F. (2010, December). Conceptual modeling in simulation projects by mean adapted IDEF: an application in a Brazilian tech company. In *Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference* (pp. 1624-1635). New York: IEEE. http://dx.doi.org/10.1109/WSC.2010.5678908.

Mourtzis, D. (2020). Simulation in the design and operation of manufacturing systems: state of the art and new trends. *International Journal of Production Research*, 58(7), 1927-1949. http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2019.1636321.

Oliveira, M. S., Santos, C. H. D., Gabriel, G. T., Leal, F., & Montevechi, J. A. B. 2023. "FaMoSim: a facilitated discrete event simulation framework to support online studies". *Production* 33.

Proudlove, N. C., Bisogno, S., Onggo, B. S., Calabrese, A., e Ghiron, N. L. (2017). Towards fully-facilitated discrete event simulation modelling: addressing the model coding stage. *European Journal of Operational Research*, 263(2), 583-595. http://dx.doi.org/10.1016/j. ejor.2017.06.002.

Richter, A. (2020). Locked-down digital work. *International Journal of Information Management*, 55, 102157. http://dx.doi.org/10.1016/j. ijinfomgt.2020.102157. PMid:32836629.

Robinson, S. (2008). Conceptual modelling for simulation part I: definition and requirements. *The Journal of the Operational Research Society*, 59(3), 278-290. http://dx.doi.org/10.1057/palgrave.jors.2602368.

Robinson, S., Worthington, C., Burgess, N., e Radnor, Z. J. (2014). Facilitated modelling with discrete-event simulation: reality or myth? *European Journal of Operational Research*, 234(1), 231-240. http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2012.12.024.

Saez, M., Maturana, F. P., Barton, K., e Tilbury, D. M. (2018). Real-time manufacturing machine and system performance monitoring using internet of things. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 15(4), 1735-1748. http://dx.doi.org/10.1109/ TASE.2017.2784826.

Tako, A. A., e Kotiadis, K. (2015). PartiSim: a multi-methodology framework to support facilitated simulation modelling in healthcare. *European Journal of Operational Research*, 244(2), 555-564. http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2015.01.046.

Tako, A. A., e Kotiadis, K. (2018, December). Participative simulation (PartiSim): a facilitated simulation approach for stakeholder engagement. In *Proceedings of the 2018 Winter Simulation Conference* (WSC). New York: IEEE. http://dx.doi.org/10.1109/WSC.2018.8632434.

Tako, A. A., Robinson, S., Gogi, A., Radnor, Z., e Davenport, C. (2019, December). Evaluating community-based integrated health and social care services: the Simtegr8 approach. In *Proceedings of the 2019 Winter Simulation Conference* (WSC). New York: IEEE. http:// dx.doi.org/10.1109/WSC40007.2019.9004874.

Tako, A. A., Robinson, S., Gogi, A., Radnor, Z., e Davenport, C. (2021, March). Using facilitated simulation to evaluate integrated community-based health and social care services. In *Proceedings of the Operational Research Society Simulation Workshop* (SW21). Birmingham: The Operational Research Society. http://dx.doi.org/10.36819/SW21.010.

DOI: 10.59254/sbpo-2023-175130
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/175130

Teerasoponpong, S., e Sopadang, A. (2021). A simulation-optimization approach for adaptive manufacturing capacity planning in small and medium-sized enterprises. *Expert Systems with Applications*, 168, 114451. http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2020.114451.

DOI: 10.59254/sbpo-2023-175130
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/175130