

Ambiente de Gestão Simulada como Recurso de Metodologias Ativas: Um Estudo de Requisitos e Modelagem de Sistema

Pio Marinho de Souza Neto (UFRN) - pio.marinheiro.neto@ufrn.br

Rafael Silva Marinho de Souza (ANHANGUERA) - rafasilvamarinho@gmail.com

Resumo

O uso de jogos empresariais no ensino superior tem se consolidado como estratégia relevante das metodologias ativas, permitindo que estudantes vivenciem a dinâmica organizacional por meio de processos decisórios complexos. Entretanto, persiste uma lacuna na literatura quanto à descrição sistemática das etapas de concepção técnica desses recursos educacionais, especialmente no que se refere ao levantamento de requisitos e à modelagem computacional. Este artigo apresenta o desenvolvimento de um ambiente de gestão simulada voltado ao ensino de Administração e Engenharia de Produção, detalhando as etapas de definição de requisitos e da estruturação do sistema. A pesquisa caracteriza-se como aplicada, qualitativa, descritiva e exploratória. O percurso metodológico foi organizado em duas etapas: (i) levantamento de requisitos e (ii) modelagem do sistema. Na primeira etapa, foram identificados requisitos funcionais, não funcionais, pedagógicos e de contexto organizacional. Na segunda etapa, foram modeladas a estrutura de dados, os fluxos de processo e as regras de negócio que sustentam a simulação. Os resultados mostram que o ambiente integra variáveis produtivas, logísticas, financeiras e mercadológicas, reproduzindo cenários realistas de tomada de decisão. A modelagem assegura coerência entre objetivos pedagógicos, arquitetura técnica e dinâmica competitiva da simulação. Conclui-se que a ferramenta contribui para o campo dos simuladores educacionais ao oferecer metodologia sistematizada de desenvolvimento e estrutura escalável para aplicações futuras no ensino de gestão.

Palavras-Chaves: Simulação. Jogos Empresariais, Metodologias Ativas, Software Educacional, Aprendizagem Experiencial.

Abstract

The use of business games in higher education has become consolidated as a relevant active learning strategy, enabling students to experience organizational dynamics through complex decision-making processes. However, a gap remains in the literature concerning the systematic description of the technical design stages of such educational resources, particularly regarding requirements elicitation and computational modeling. This article presents the development of a simulated management environment intended for teaching Administration and Production Engineering, detailing the stages of requirements definition and system structuring. The research is characterized as applied, qualitative, descriptive, and exploratory. The methodological process was organized into two stages: (i) requirements elicitation and (ii) system modeling. In the first stage, functional, non-functional, pedagogical, and organizational context requirements were identified. In the second stage, the data structure, process flows, and business rules supporting the simulation were modeled. The results indicate that the environment integrates production, logistics, financial, and market variables, reproducing realistic decision-making scenarios. Modelling ensures coherence between pedagogical objectives, technical architecture, and the competitive dynamics of the simulation. The study concludes that the tool contributes to the field of educational simulators by offering a systematized development methodology and a scalable structure for future applications in management education.

Keywords: Simulation, Business Games, Active Learning. Educational Software, Experiential Learning.

1. Introdução

O avanço das tecnologias digitais e a crescente complexidade dos ambientes organizacionais têm impulsionado mudanças profundas nos processos de ensino-aprendizagem em gestão. Instituições de ensino superior vêm sendo desafiadas a substituir práticas centradas na transmissão passiva de conteúdos por metodologias que promovam protagonismo estudantil, experimentação e integração entre teoria e prática. Nesse contexto, simuladores empresariais e jogos computacionais emergem como ferramentas estratégicas das metodologias ativas, favorecendo o desenvolvimento de competências analíticas, colaborativas e decisórias necessárias à atuação profissional contemporânea (KEYS; WOLFE, 1990; FARIA *et al.*, 2009).

A literatura indica que simuladores contribuem para a compreensão sistêmica da organização ao permitir que estudantes vivenciem decisões típicas do ambiente empresarial, observem seus efeitos e reflitam sobre os resultados, aproximando teoria e prática (WOLFE; CROOKALL, 1998). No Brasil, Sauaia (2013) destaca o uso consolidado dos jogos de empresas em cursos de Administração, apontando o Laboratório de Gestão como ambiente privilegiado para a aprendizagem experiencial. A combinação entre tomada de decisão, indicadores de desempenho e feedback instrucional cria condições para a construção ativa do conhecimento, alinhando-se às premissas das metodologias ativas (BERBEL, 2011; MORAN, 2015).

Apesar da evolução dos jogos empresariais, ainda existe uma lacuna relevante nas pesquisas: poucos estudos descrevem sistematicamente o processo de concepção técnica de simuladores educacionais, especialmente as etapas de levantamento de requisitos e modelagem de sistemas, essenciais para a coerência entre objetivos pedagógicos e funcionalidades computacionais. A maioria dos trabalhos foca nos impactos pedagógicos, relegando a segundo plano a estrutura lógica que sustenta a simulação, como regras de negócio, fluxos de processo, modelagem de dados e integrações funcionais (ARNAB *et al.*, 2015; ALEEM; CAPRETZ; AHMED, 2017).

Nesse cenário, torna-se relevante investigar como a engenharia de software educacional, aliada ao design instrucional, pode orientar o desenvolvimento de simuladores robustos, consistentes e pedagogicamente alinhados. Sommerville (2011) e Pressman e Maxim (2016) afirmam que o levantamento de requisitos é uma das fases mais críticas de qualquer sistema, pois impacta sua qualidade, confiabilidade e aderência aos objetivos. No contexto educacional, isso significa assegurar que as funcionalidades da ferramenta apoiem efetivamente a aprendizagem, evitando distorções que comprometam sua finalidade.

Com base nessa lacuna, este artigo tem como objetivo apresentar o processo de definição de requisitos e a modelagem do ambiente simulado, desenvolvido para apoiar o ensino de gestão em cursos superiores. O jogo computacional integra variáveis produtivas, logísticas, financeiras e mercadológicas, permitindo que estudantes pratiquem decisões envolvendo planejamento da produção, compras, logística, precificação, análise de resultados e gestão de riscos. Trata-se de um ambiente que busca reproduzir a dinâmica organizacional de forma acessível, interativa e pedagogicamente orientada.

Para alcançar o objetivo proposto, estabelecem-se os seguintes objetivos específicos:

- a) identificar e estruturar os requisitos funcionais e não funcionais do simulador;
- b) definir os requisitos pedagógicos e o contexto organizacional da simulação;
- c) modelar a estrutura de dados, fluxos de processo e regras de negócio que sustentam a dinâmica competitiva do jogo; e
- d) discutir a coerência entre o desenho técnico e os objetivos de aprendizagem.

A relevância deste estudo reside em três dimensões complementares. A primeira é acadêmica, ao oferecer um modelo sistematizado de desenvolvimento de simuladores educacionais, suprimindo a lacuna apontada na literatura. A segunda é pedagógica, ao fortalecer práticas de aprendizagem ativa que ampliam a participação e o engajamento discente. A terceira é tecnológica, ao propor arquitetura modular e escalável capaz de orientar o desenvolvimento de futuros simuladores e recursos educacionais digitais.

Finalmente, o artigo organiza-se da seguinte forma: além desta introdução, a seção 2 apresenta o referencial teórico sobre jogos, metodologias ativas e modelagem de sistemas educacionais; a seção 3 descreve a fundamentação metodológica; as seções 4 e 5 apresentam os resultados do levantamento de requisitos e da modelagem do sistema; e a seção 6 reúne as considerações finais, limitações e sugestões de continuidade.

2. Referencial Teórico

O A construção de simuladores educacionais exige uma base teórica que articule conhecimentos de aprendizagem ativa, jogos e simulações, desenvolvimento de sistemas e serious games. Esta seção apresenta os fundamentos que sustentam o desenvolvimento da aplicação educativa, organizados em três eixos: (i) jogos e simulações no ensino de gestão; (ii) metodologias ativas e aprendizagem experiencial; e (iii) engenharia de software educacional, modelagem de sistemas e regras de negócio aplicadas à educação.

2.1 Jogos e Simulações no Ensino de Gestão

Um dos principais argumentos para a adoção de jogos empresariais é sua capacidade de integrar conhecimentos de modo sistêmico. Wolfe e Crookall (1998) apontam que jogos e simulações reproduzem ambientes decisórios marcados por incerteza, restrições de recursos e interdependência entre áreas. Essa dinâmica permite ao estudante perceber como decisões produtivas afetam finanças, como preços influenciam demanda e como a logística impacta custos e prazos.

Um dos principais argumentos para a adoção de jogos empresariais é sua capacidade de integrar conhecimentos de modo sistêmico. Wolfe e Crookall (1998) apontam que jogos e simulações reproduzem ambientes decisórios marcados por incerteza, restrições de recursos e interdependência entre áreas. Essa dinâmica permite ao estudante perceber como decisões produtivas afetam finanças, como preços influenciam demanda e como a logística impacta custos e prazos.

Faria *et al.* (2009), em um dos estudos mais abrangentes sobre o tema, analisaram cursos de diversos países e constataram que os jogos empresariais são amplamente utilizados em disciplinas como estratégia, finanças, produção, marketing e gestão de operações. A pesquisa mostra que a principal motivação docente é o potencial dos simuladores para promover engajamento e aprendizagem significativa por meio da experimentação.

No Brasil, Sauaia (2013) sistematiza o conceito de Laboratório de Gestão, ambiente em que estudantes vivenciam uma empresa simulada. O autor demonstra que a interação entre indicadores, estoques e estratégia permite compreender na prática os efeitos das decisões.

Crookall (2010) argumenta que a eficácia da simulação depende não apenas da qualidade do modelo, mas também do debriefing — momento de reflexão que permite ao estudante atribuir sentido às escolhas realizadas. Simuladores eficazes não apenas reproduzem cenários, mas estimulam análise crítica, diálogo e construção ativa do conhecimento. Assim, simuladores eficazes não se limitam a reproduzir cenários empresariais; eles estimulam a análise crítica, o diálogo e a construção ativa do conhecimento.

Estudos mais recentes, como Buil, Catalán e Martínez (2019), indicam que simuladores também favorecem a motivação intrínseca e o desenvolvimento socioemocional. A literatura evidencia, portanto, que jogos de gestão ampliam não apenas a aprendizagem cognitiva, mas também habilidades relacionadas à cooperação, comunicação e liderança.

No entanto, apesar de sua relevância, existe uma lacuna importante: a maioria das pesquisas concentra-se nos efeitos pedagógicos dos simuladores, enquanto poucos estudos

descrevem o processo técnico de concepção, o levantamento de requisitos e a modelagem de sistemas. Essa lacuna torna-se ainda mais evidente no Brasil, onde há amplo uso de jogos prontos, mas pouca documentação sobre o desenvolvimento de simuladores próprios das instituições.

2.2 Metodologias Ativas e Aprendizagem Experiencial

As metodologias ativas constituem o fundamento pedagógico que orienta o desenvolvimento da ferramenta educacional. Berbel (2011) as define como estratégias que levam o estudante a participar do processo formativo, favorecendo autonomia e autoria. Essa abordagem rompe com o modelo transmissivo, colocando o aluno como agente da construção do conhecimento. Já Moran (2015) destaca que aprender ativamente implica agir, explorar, resolver problemas, testar hipóteses e colaborar. Simuladores se alinham a essa lógica, pois exigem decisões, análise de informações e aprendizagem pelas consequências.

Entre as metodologias ativas associadas aos simuladores, destacam-se:

a) Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP/PBL) – o estudante enfrenta um problema real ou simulado que exige análise, pesquisa e tomada de decisão. O simulador recria desafios gerenciais, como definir produção, negociar preços, equilibrar estoques e avaliar riscos, favorecendo pensamento crítico e visão sistêmica.

b) Aprendizagem Experiencial (Kolb, 1984) – o ciclo de Kolb inclui experiência concreta, reflexão, conceituação e experimentação. Os simuladores permitem vivenciar continuamente esse ciclo, pois cada rodada gera novos dados para ajuste das decisões.

c) Gamificação – para Deterding *et al.* (2011), consiste no uso de elementos como pontos, rankings e metas. Nos simuladores, esses recursos funcionam como incentivos motivacionais sem prejudicar a colaboração.

Neste sentido, Sena e Catapan (2016) afirmam que simuladores aumentam a participação e a motivação dos estudantes, promovendo aprendizagem colaborativa e interdisciplinar. Ao atuar em grupos, os participantes assumem papéis gerenciais, negociam decisões e lidam com conflitos, fortalecendo competências de comunicação e liderança.

2.3 Engenharia de Software Educacional e Modelagem de Sistemas

A terceira base teórica para o desenvolvimento de simuladores envolve a engenharia de software aplicada à educação. Sommerville (2011) e Pressman e Maxim (2016) afirmam que identificar as necessidades é uma das etapas mais críticas, pois define funcionalidades, restrições e critérios de qualidade.

A engenharia de software educacional exige atenção à relação entre objetivos pedagógicos e funcionalidades técnicas. Arnab *et al.* (2015) e Aleem, Capretz e Ahmed (2017) destacam que os *serious games* só atingem seu potencial quando há coerência entre design instrucional, regras de negócio e arquitetura tecnológica.

A modelagem de sistemas inclui:

a) Modelagem de dados – o modelo conceitual representa entidades essenciais, como usuários, grupos, produtos, matérias-primas, rodadas e estoques, permitindo rastrear ações e garantir consistência dos resultados.

b) Modelagem de processos – define a navegação do usuário, o registro das decisões e o processamento dos resultados, assegurando usabilidade e fluidez.

c) Regras de negócio – determinam a interação das variáveis, o cálculo de custos, os efeitos de ocorrências inesperadas e a geração de indicadores, evitando distorções pedagógicas.

d) Arquitetura modular – permite evolução futura, inclusão de novos produtos, eventos e mercados, além de integrações com outras ferramentas educacionais.

Ao integrar essas três dimensões — modelagem de dados, processos e regras — o simulador torna-se capaz de representar o ambiente empresarial de forma realista, apoiando as escolhas e promovendo aprendizagem experiencial.

3. Metodologia

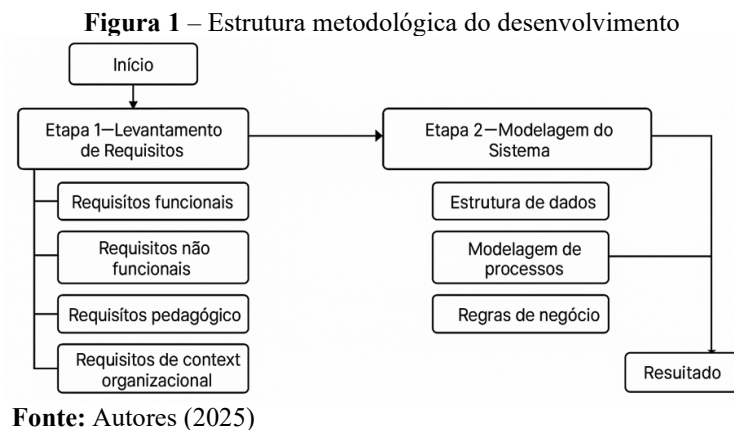
A pesquisa que fundamenta o desenvolvimento do ambiente simulado caracteriza-se como aplicada, por buscar gerar um produto educacional destinado a cursos de Administração e Engenharia de Produção. Sua abordagem é qualitativa, por focar a interpretação de documentos, práticas pedagógicas e estruturas lógicas relacionadas aos jogos empresariais. Quanto aos objetivos, assume natureza descritiva e exploratória (VERGARA, 2013), ao descrever as funcionalidades esperadas do simulador e explorar a literatura que sustenta suas decisões de modelagem pedagógica e técnica.

O processo metodológico foi organizado em duas etapas: (1) levantamento de requisitos e (2) modelagem do sistema. Essa divisão segue referências de engenharia de software educacional, que destacam a definição de requisitos como fase crítica para o sucesso de qualquer sistema (SOMMERVILLE, 2011; PRESSMAN; MAXIM, 2016). Em simuladores educacionais, essa etapa é ainda mais relevante, pois garante coerência entre a proposta pedagógica e as funcionalidades.

A primeira etapa consistiu em identificar requisitos funcionais, não funcionais, pedagógicos e de contexto organizacional. Para isso, foram analisados planos de ensino, relatórios de uso de simuladores, documentos de jogos empresariais e práticas docentes. Essas análises permitiram identificar demandas essenciais, como facilidade de uso, clareza no feedback, integração entre áreas e realismo operacional.

A segunda etapa correspondeu à modelagem do sistema, composta por três dimensões interdependentes: estrutura de dados, processos e regras de negócio. A modelagem de dados representou entidades, atributos e relacionamentos essenciais ao simulador. A modelagem de processos delineou o fluxo operacional — da autenticação à geração dos relatórios. As regras de negócio definiram a lógica de cálculo da capacidade produtiva, custos logísticos, preços, demanda, eventos simulados e resultados das rodadas.

A Figura 1 sintetiza visualmente a metodologia utilizada, apresentando as duas etapas e seus respectivos desdobramentos.



A estrutura metodológica adotada permitiu que o desenvolvimento ocorresse de forma iterativa, com revisões baseadas na literatura e nas exigências pedagógicas, garantindo alinhamento entre objetivos formativos e arquitetura técnica.

Embora o estudo ainda não tenha incluído testes com turmas reais, a metodologia aqui apresentada oferece fundamentação sólida para as próximas fases, como construção do protótipo, avaliação de usabilidade e validação pedagógica. Em síntese, a metodologia adotada assegura rigor na definição das funcionalidades, coerência entre objetivos do processo formativo e soluções tecnológicas, e contribui para o desenvolvimento de um simulador robusto e alinhado às demandas do ensino superior em gestão.

4. Resultados e Discussões

4.1 Requisitos do Sistema

A Etapa 1 consistiu na identificação e organização dos requisitos necessários ao desenvolvimento do simulador. Nessa fase, estruturaram-se os requisitos funcionais, não funcionais, pedagógicos e de contexto organizacional, que formam a base conceitual e técnica da modelagem. A apresentação desses resultados é acompanhada de discussão articulada ao referencial teórico, mostrando como cada conjunto de requisitos se relaciona com as recomendações da literatura sobre jogos de gestão, metodologias ativas e engenharia de software educacional.

4.1.1 Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais descrevem as operações que o sistema deve executar para cumprir seus objetivos educacionais. No simulador, essas funcionalidades foram definidas considerando três perfis: professor, aluno CEO e aluno membro.

O professor configura partidas, define parâmetros, cadastra equipes, libera rodadas e gera relatórios, atuando como facilitador, conforme o modelo de Laboratório de Gestão de Saaia (2013). O aluno CEO toma decisões estratégicas e valida as escolhas do grupo, enquanto os membros contribuem com análises operacionais e financeiras, alinhando-se à aprendizagem experiencial de Kolb (1984).

As funcionalidades incluem registrar decisões de produção, compras, preços, estoques, logística e finanças. Cada rodada representa um ciclo empresarial, com resultados automáticos que reforçam o realismo e o feedback contínuo descritos por Wolfe e Crookall (1998) e fortalecem a análise discutida por Faria *et al.* (2009).

4.1.2 Requisitos Não Funcionais

Os requisitos não funcionais tratam das características de qualidade do sistema, determinando a experiência do usuário. Sommerville (2011) destaca que, embora muitas vezes negligenciados, esses requisitos influenciam a aceitação e a funcionalidade do sistema.

No simulador, os principais requisitos não funcionais foram:

- Usabilidade: interface simples, intuitiva e acessível, reforçando a recomendação de Moran (2015) sobre ambientes que estimulam participação ativa.
- Desempenho: processamento rápido de decisões e rodadas.
- Segurança: integridade dos dados de usuários, decisões e resultados.
- Compatibilidade: funcionamento em navegadores e dispositivos móveis.

Essas características estão alinhadas à visão de Pressman e Maxim (2016), que enfatizam a importância da confiabilidade, escalabilidade e robustez, especialmente em sistemas utilizados em contextos educacionais.

4.1.3 Requisitos Pedagógicos

Os requisitos pedagógicos garantem que o simulador siga princípios das metodologias ativas e promova aprendizagem significativa. Berbel (2011) destaca que a autonomia discente é estimulada quando o estudante participa ativamente do processo, o que o simulador reforça por meio da tomada de decisão.

Os principais requisitos pedagógicos identificados foram:

- Promover aprendizagem experiencial segundo Kolb (1984);
- Estimular análise crítica com feedback imediato;
- Favorecer trabalho em equipe;
- Integrar variáveis de diferentes áreas da gestão;
- Permitir reflexão após cada rodada.

Esses elementos dialogam com Sena e Catapan (2016), que mostram que simuladores ampliam o engajamento e a aprendizagem colaborativa, e com Deterding *et al.* (2011), ao incorporar metas e resultados motivadores. Sauaia (2013) reforça essa lógica ao destacar a importância dos indicadores, contemplados nos relatórios disponibilizados aos estudantes.

4.1.4 Requisitos de Contexto Organizacional

Os requisitos de contexto organizacional definem o ambiente simulado no qual as escolhas ocorrem. No simulador, o cenário envolve empresas que produzem três produtos (A, B e C) utilizando quatro matérias-primas (MP1 a MP4). As operações incluem aquisição de insumos, planejamento da produção, precificação, logística e gestão de estoques. O ambiente busca equilibrar realismo e clareza, conforme Keys e Wolfe (1990), garantindo complexidade suficiente sem excessos.

Os principais elementos do contexto incluem:

- Estrutura produtiva com máquinas e operadores;
- Capacidade limitada pela disponibilidade de trabalhadores (2 por máquina);
- Custos logísticos baseados em distância;
- Custos de armazenagem (2% para matérias-primas e 5% para produtos acabados);
- Perecibilidade dos produtos;
- Demanda variável por mercado;

- Eventos aleatórios que afetam preços, custos e entregas.

A inclusão de eventos aleatórios, como greves, enchentes e variações de preços de insumos, é coerente com a concepção de *serious games* discutida por Arnab *et al.* (2015), que defendem o uso de incerteza controlada para estimular habilidades de adaptação, resiliência e gestão de riscos.

A análise integrada dos requisitos mostra convergência entre o desenho técnico do simulador e a literatura. Os requisitos funcionais atendem à necessidade de decisões estratégicas destacada por Wolfe e Crookall (1998) e estimulam cooperação e divisão de papéis, como apontam Sena e Catapan (2016). Os requisitos não funcionais reforçam a importância de um sistema robusto e acessível, conforme Sommerville (2011) e Pressman e Maxim (2016).

Os requisitos pedagógicos alinham-se às metodologias ativas discutidas por Berbel (2011) e Moran (2015), promovendo protagonismo discente. *Feedbacks* e indicadores dialogam com Sauaia (2013), reforçando o caráter analítico necessários aos ambientes simulados de aprendizagem. O contexto organizacional recria ambiente realista, seguindo o princípio de complexidade adequada proposto por Keys e Wolfe (1990).

Assim, a Etapa 1 evidencia que o simulador foi concebido a partir da articulação entre pedagogia, modelagem de sistemas e práticas de simulação, oferecendo base sólida para a etapa seguinte.

4.2 Modelagem do Sistema

A Etapa 2 corresponde à estruturação do sistema, na qual os requisitos são traduzidos em componentes lógicos e funcionais. Ela envolve a modelagem de dados, a definição dos processos operacionais e das regras de negócio que determinam o comportamento do simulador. Para Sommerville (2011), a modelagem sistematiza e valida o entendimento do funcionamento desejado, servindo como ponte entre a estruturação e a implementação. No simulador, essa etapa é central por garantir coerência entre objetivos pedagógicos e arquitetura técnica.

4.2.1 Modelagem da Estrutura de Dados

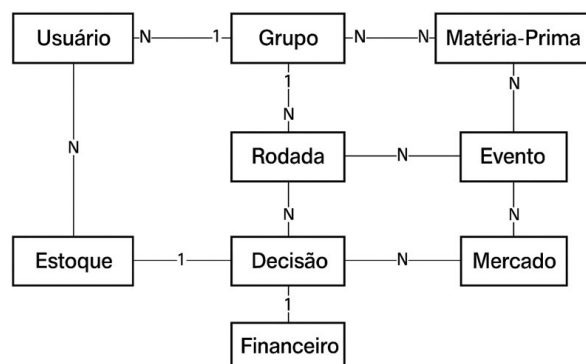
A estrutura de dados representa o alicerce do simulador e organiza as informações essenciais para o funcionamento do jogo. O modelo de dados foi desenvolvido segundo princípios da engenharia de software educacional, contemplando entidades e relacionamentos necessários para dar suporte às decisões dos participantes.

A estrutura de dados é o alicerce do simulador e organiza as informações essenciais ao seu funcionamento. O modelo foi desenvolvido segundo princípios da engenharia de software educacional, contemplando entidades e relacionamentos que sustentam as decisões dos participantes.

As principais entidades incluem Usuário, Grupo, Produto, Matéria-Prima, Rodada, Decisão, Estoque, Mercado, Evento e Financeiro. Usuário reúne os perfis (professor, CEO e membro); Grupo representa as empresas; Produto e Matéria-Prima permitem calcular consumo, custos e capacidade produtiva; Rodada concentra as decisões; Decisão registra os dados dos grupos; Estoque controla entradas e saídas; Mercado reúne as demandas; Evento registra ocorrências; e Financeiro consolida resultados.

A articulação dessas entidades assegura integridade relacional e rastreabilidade, conforme Pressman e Maxim (2016), e permite expansão futura, essencial em ambientes educacionais dinâmicos.

Figura 2 – Estrutura de dados



Fonte: Autores (2025)

Essa modelagem apoia a aprendizagem experiencial (KOLB, 1984), pois fornece dados detalhados para análise crítica dos resultados, essencial para reflexão e tomada de decisões mais embasadas nas rodadas subsequentes.

4.2.2 Modelagem dos Processos

A modelagem de processos descreve o fluxo operacional do simulador, desde o acesso ao sistema até a análise dos resultados. Os processos foram representados por fluxos sequenciais, conforme recomenda Sommerville (2011) para sistemas interativos.

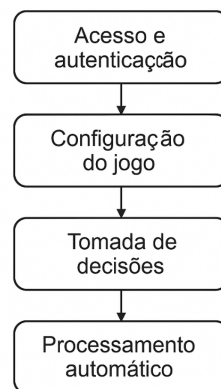
O fluxo geral envolve cinco procedimentos:

- Acesso e autenticação: identificação de professores e estudantes.

- Configuração do jogo: definição de parâmetros iniciais, como rodadas, preços e capacidade produtiva.
- Tomada de decisões: registro das escolhas de produção, compras, logística e preços.
- Processamento automático: aplicação da lógica, cálculo de indicadores e consolidação dos resultados.
- *Feedback* e análise: acesso a relatórios e ajustes de estratégias.

Esse fluxo reflete a dinâmica de ciclos iterativos de simulação, semelhante ao proposto por Sauaia (2013), em que cada rodada representa oportunidade de aprendizagem reflexiva. De acordo com Wolfe e Crookall (1998), simulações eficazes devem proporcionar interações contínuas entre ação e consequências, permitindo que o estudante compreenda os efeitos de suas opções operacionais.

Figura 3 – Fluxo Geral de Processos



Fonte: Autores (2025)

A modelagem destaca também processos complementares, como o cálculo da demanda atendida, a verificação de capacidade produtiva, o controle de estoques e a análise de eventos aleatórios. A clareza desses fluxos é essencial para garantir usabilidade e fluidez pedagógica, articulando-se com o requisito não funcional de usabilidade discutido na Etapa 1.

4.3 Regras de Negócio

Os mecanismos operacionais constituem a lógica central do simulador e asseguram que as decisões tomadas pelos grupos gerem resultados realistas e coerentes. Essa lógica determina como variáveis produtivas, logísticas, financeiras e mercadológicas interagem, compondo o núcleo da simulação.

4.3.1 Estrutura de Produção

O simulador considera que cada grupo dispõe de máquinas e operadores. Cada máquina exige dois operadores para funcionar, e o potencial de produção é calculado com base no número de máquinas operantes e em sua eficiência. Essa regra dialoga com práticas reais de gestão de operações e reforça o pensamento sistêmico dos estudantes.

4.3.2 Consumo de Matérias-Primas

Cada produto (A, B e C) possui composição técnica específica, exigindo quantidades distintas de MP1, MP2, MP3 e MP4. Os custos de produção dependem do consumo de insumos e de sua disponibilidade. Essa estrutura, baseada em listas técnicas (BOM – *Bill of Materials*), aproxima os estudantes de práticas industriais reais.

4.3.3 Capacidade Logística e Custos

O custo logístico é calculado com base na distância entre o ponto de produção e os mercados consumidores, empregando coeficiente fixo por quilômetro. Essa regra permite que os estudantes analisem trade-offs entre preços, demanda e lucratividade, conforme sugerido por Keys e Wolfe (1990).

4.3.4 Armazenagem

O sistema define custos de armazenagem de 2% para matérias-primas e 5% para produtos acabados, refletindo práticas comuns de gestão de estoques. Esses custos incentivam planejamento eficiente, evitando produção excessiva ou compras acima do necessário.

4.3.5 Eventos Aleatórios

A simulação inclui eventos como:

- Greve de caminhoneiros: aumenta custos logísticos em 30% e retém 30% das entregas.
- Enchentes: retém 20% das entregas, afetando disponibilidade nos mercados.
- Crise de insumo: eleva preço de matérias-primas em 25%.

Esses elementos introduzem incerteza controlada, conceito defendido por Arnab *et al.* (2015) como essencial para fomentar tomada de decisão sob risco. Também fortalecem a aprendizagem experiencial, pois obrigam ajustes estratégicos baseados em realidades imprevisíveis.

4.3.6 Indicadores de Desempenho

O sistema calcula indicadores como lucro líquido, margem, eficiência produtiva e evolução de capital. Esses indicadores permitem que o estudante relacione suas opções gerenciais aos resultados, reforçando a reflexão pedagógica.

A modelagem do sistema revela forte alinhamento entre parâmetros, teoria e estrutura pedagógica. O modelo de dados assegura rastreabilidade, coerente com recomendações de Pressman e Maxim (2016). Os processos do simulador seguem lógica sequencial clara, favorecendo aprendizagem ativa, conforme Berbel (2011) e Mora (2015). As regras de negócio proporcionam realismo e complexidade adequada, atendendo às orientações de Keys e Wolfe (1990) e Sauaia (2013). A presença de eventos aleatórios e indicadores amplia a análise crítica, fundamental para aprendizagem experiencial segundo Kolb (1984).

Assim, a Etapa 2 demonstra que o simulador possui arquitetura sólida e pedagogicamente coerente, capaz de apoiar ensino de gestão baseado em simulação, tomada de decisão e análise de resultados.

5. Considerações Finais

O presente estudo apresentou o processo de concepção de um simulador educacional, evidenciando como o levantamento da arquitetura do sistema pode ser conduzido de forma articulada a fundamentos pedagógicos e referências da engenharia de software educacional. A análise realizada permitiu estruturar um simulador coerente e alinhado às demandas formativas de cursos de Administração e Engenharia de Produção.

Os resultados da Etapa 1 indicaram que a definição clara de requisitos funcionais, não funcionais, pedagógicos e de contexto organizacional é determinante para assegurar consistência no desenvolvimento do sistema. Conforme reforçam Sommerville (2011) e Pressman e Maxim (2016), requisitos bem definidos reduzem ambiguidades e orientam a modelagem subsequente. No caso do simulador, a identificação de papéis, processos decisórios e necessidades pedagógicas reforçou o alinhamento com abordagens de aprendizagem ativa, particularmente com a aprendizagem experiencial de Kolb (1984) e com a lógica integradora do Laboratório de Gestão discutida por Sauaia (2013).

A Etapa 2 mostrou que a modelagem da estrutura de dados, dos fluxos de processo e das regras de negócio traduz os requisitos em uma arquitetura que sustenta a experiência pedagógica pretendida. As regras implementadas reproduzem aspectos relevantes da prática gerencial, como restrições de capacidade, composição técnica de produtos, custos logísticos e incertezas de mercado. Esse conjunto oferece aos estudantes um ambiente desafiador, favorável



à análise crítica, à tomada de decisão e à reflexão — aspectos enfatizados por Wolfe e Crookall (1998) como essenciais em simulações educacionais.

Do ponto de vista pedagógico, o simulador dialoga diretamente com as metodologias ativas ao promover protagonismo discente, colaboração e interação entre áreas funcionais da empresa. A estrutura modular do simulador, conforme sugerem Arnab *et al.* (2015) e Aleem, Capretz e Ahmed (2017), permite atualizações futuras, garantindo longevidade e adaptabilidade da ferramenta.

Como limitações, destaca-se que o estudo não realizou a validação empírica do simulador com turmas reais, etapa prevista para pesquisas futuras. Recomenda-se a realização de testes de usabilidade, avaliação de engajamento e análise dos impactos pedagógicos em diferentes contextos formativos.

Conclui-se que a ferramenta educacional, na forma de um aplicativo de gestão simulada representa uma contribuição significativa para o campo dos simuladores educacionais, oferecendo fundamentos sólidos para sua implementação e para o desenvolvimento de versões futuras, alinhadas à inovação pedagógica e às demandas contemporâneas da educação em gestão.

REFERÊNCIAS

- ALEEM, Saiqa; CAPRETZ, Luiz Fernando; AHMED, Faheem. *Game development software engineering process life cycle: a systematic review*. Preprint arXiv, 2017. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/1711.08527>. Acesso em: 16 out. 2025.
- ARNAB, S. *et al.* *Mapping learning and game mechanics for serious games analysis*. *British Journal of Educational Technology*, v. 46, n. 2, p. 391-411, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/bjet.12113>. Acesso em: 20 ago 2025.
- BERBEL, N. A. N. *As metodologias ativas e a promoção da autonomia dos estudantes*. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0383.2011v32n1p25>. Acesso em: 22 ago 2025.
- BUIL, I.; CATALÁN, S.; MARTÍNEZ, E. *Encouraging intrinsic motivation in management training: The use of business simulation games*. *The International Journal of Management Education*, v. 17, n. 2, p. 162-171, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2019.02.002> Acesso em: 22 ago 2025.
- CROOKALL, D. *Serious games, debriefing, and simulation/gaming as a discipline*. *Simulation & Gaming*, v. 41, n. 6, p. 898-920, 2010. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/epdf/10.1177/1046878110390784>. Acesso em: 18 out 2025.
- DETERDING, S. *et al.* *From game design elements to gamefulness: defining "gamification"*. In: *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*. ACM, 2011. p. 9-15. DOI: <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>. Acesso em 20 ago 2025.
- KEYS, B.; WOLFE, J. *The role of management games and simulations in education and research*. *Journal of Management*, v. 16, n. 2, p. 307-336, 1990. DOI: <https://doi.org/10.1177/014920639001600205>. Acesso em 21 ago 2025.
- KOLB, D. A. *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1984. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/235701029_Experiential_Learning_Experience_As_The_Source_Of_Learning_And_Development. Acesso em: 18 out 2025.
- MORAN, J. *Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda*. In: BACICH, L.; MORAN, J. (org.). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso, 2015. p. 25-45.
- PRESSMAN, Roger S.; MAXIM, Bruce R. *Engenharia de software: uma abordagem profissional*. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.
- SAUAIA, A. C. A. *Laboratório de gestão: simulador organizacional, jogo de empresas e pesquisa aplicada*. 3. ed. Barueri: Manole, 2013.
- SENA, Samara de; CATAPAN, Araci Hack. *Metodologias para a criação de jogos educativos: uma revisão sistemática da literatura*. *RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação*, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 1-12, 2016. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/70693/40130>. Acesso em: 17 out. 2025.
- SOMMERVILLE, Ian. *Engenharia de Software*. 9. ed. São Paulo: Pearson, 2011.
- VERGARA, S. C. *Métodos de Pesquisa em Administração*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2013.
- WOLFE, J.; CROOKALL, D. *Developing a scientific knowledge of simulation/gaming*. *Simulation & Gaming*, v. 29, n. 1, p. 7-19, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1177/1046878198291002>. Acesso em: 21 ago 2025.