

Uma ferramenta auxiliar para a análise da Evasão em Cursos de Engenharia utilizando Simulação por Eventos Discretos

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4598

Izualber Ozani Fernandes Muniz - izialber@gmail.com
CEFET RJ

Uilton Cesar Peres Junior - uilton.junior@aluno.cefet-rj.br
CEFET RJ

Igor Leão dos Santos - igor.santos@cefet-rj.br
CEFET RJ

Resumo: A evasão nos cursos de engenharia no Brasil é uma preocupação constante, e compreender suas causas e consequências é fundamental para reduzir essa taxa e promover a formação de profissionais qualificados. Este artigo apresenta uma abordagem baseada em simulação por eventos discretos para analisar o impacto da reprovação nas disciplinas em um curso de engenharia de produção no Rio de Janeiro. A simulação foi implementada utilizando um simulador em Python, considerando o ingresso de novos alunos, as matrículas nas disciplinas, as chances de aprovação e os pré-requisitos. Foram realizadas simulações com diferentes taxas de reprovação, e os resultados mostraram que a taxa de reprovação tem um impacto significativo no número de alunos ativos, formados e jubilados ao longo do curso. Verificou-se que taxas mais altas de reprovação estão associadas a um menor número de formandos e um aumento na taxa de jubramento. Essa abordagem de simulação pode ser útil para gestores e educadores na tomada de decisões para reduzir a evasão e melhorar a formação dos alunos nos cursos de engenharia.

Palavras-chave: Simulação de Eventos Discretos, Evasão, Engenharia, Python.

UMA FERRAMENTA AUXILIAR PARA A ANÁLISE DA EVASÃO EM CURSOS DE ENGENHARIA UTILIZANDO SIMULAÇÃO POR EVENTOS DISCRETOS

1 INTRODUÇÃO

A taxa de evasão nos cursos de engenharia no Brasil tem sido uma preocupação constante tanto para as instituições de ensino quanto para os órgãos responsáveis pela formação profissional no país. A definição de evasão varia de acordo com diferentes estudiosos e pesquisadores. Santos (2014) conceitua evasão como a situação em que um estudante, após ingressar na educação superior, deixa de renovar sua matrícula e interrompe seus estudos em um determinado momento. Essa definição ressalta a ideia de interrupção do percurso acadêmico, indicando a saída prematura do estudante do curso escolhido. Por outro lado, Gaioso (2005) compreende a evasão como um fenômeno social complexo, que vai além da mera interrupção dos estudos. Essa definição destaca que a evasão é influenciada por fatores sociais, abrangendo uma série de aspectos que podem levar os estudantes a interromperem seu ciclo de estudos. Nesse sentido, a evasão é vista como um fenômeno multifacetado, resultante da interação de diferentes elementos individuais, institucionais e sociais. Ambas as definições destacam a importância de compreender a evasão como um fenômeno complexo, que envolve não apenas aspectos individuais dos estudantes, mas também questões relacionadas ao ambiente acadêmico, às políticas educacionais e às demandas sociais.

A formação de engenheiros é de extrema importância para o desenvolvimento socioeconômico do país, uma vez que esses profissionais desempenham um papel fundamental na inovação tecnológica, na infraestrutura e no avanço científico em diversas áreas (CARVALHO; TONINI, 2017). Os resultados de pesquisas mostram que há uma questão significativa de evasão de alunos nos cursos de engenharia. Onde taxas de evasão de estudantes do ensino superior no Brasil ultrapassam 50% a partir do quinto ano (BRAVO, 2022). Um estudo sobre a evasão de estudantes em cursos de engenharia em uma universidade pública brasileira constatou que a taxa de evasão era alta (SILVA *et al.*, 2020). Um estudo sobre cursos de engenharia civil no Brasil constatou que as taxas de egressos eram inferiores a 50%, indicando uma alta taxa de evasão (FARIAS; MARIA DE LOURDES DA SILVA NETA, 2020). De maneira geral, os resultados da pesquisa sugerem que há um alto índice de evasão de alunos nos cursos de engenharia no Brasil.

Diante desse cenário, é fundamental desenvolver estratégias e políticas que possam contribuir para a redução da evasão nos cursos de engenharia, promovendo a permanência e formação de profissionais qualificados. Nesse contexto, a utilização de simulações e modelos preditivos pode desempenhar um papel crucial, permitindo uma análise mais aprofundada dos fatores de risco e fornecendo subsídios para a implementação de ações preventivas.

Este artigo propõe uma simulação do número de discentes e suas situações considerando somente a taxa de reprovação por disciplina em um curso de engenharia de produção da cidade do Rio de Janeiro-RJ, utilizando a simulação por eventos discretos. A partir dos dados obtidos, serão analisados os impactos de diferentes taxas reprovação nas

disciplinas do curso. A simulação proposta visa auxiliar gestores, educadores e demais envolvidos na área a entender como a variação na taxa de aprovação das disciplinas pode afetar o número de estudantes ao longo do curso.

O texto está organizado com os conceitos na seção 2 e a metodologia na seção 3, implementação do código e discussão dos resultados na seção 4, e por fim, as considerações finais na seção 5.

2 CONCEITOS BÁSICOS

Nesta seção discutimos o conceito de simulação por eventos discretos, que foi utilizada para simular a evolução das turmas nos períodos num curso de engenharia de produção.

A técnica de simulação é amplamente utilizada em diferentes áreas para analisar o comportamento e desempenho de sistemas reais ao longo do tempo (TOLOIE-ESHLAGHY; BEHBAHANINEZHAD, 2020). No contexto deste artigo, a simulação será empregada como uma metodologia para investigar a reprovação e a taxa de formação de alunos em um curso de engenharia de produção.

A simulação permite uma visão abrangente do processo em estudo, permitindo observar seu funcionamento como um todo e identificar possíveis desvantagens ou obstáculos para sua implementação eficaz. Além disso, essa técnica oferece a oportunidade de uma análise crítica e aprofundada, possibilitando a identificação de problemas e a formulação de soluções adequadas (GRIKŠTAITE, 2008).

No caso específico deste estudo, a simulação por eventos discretos será utilizada para modelar as operações do sistema de cursos de engenharia. Essa abordagem considera que o sistema é composto por uma sequência de eventos distintos, que ocorrem em momentos específicos e representam mudanças de estado do sistema (ROBINSON, 2004). Entre dois eventos consecutivos, assume-se que o sistema permanece inalterado, permitindo que a simulação avance de um evento para o próximo evento.

3 METODOLOGIA

Neste trabalho, é proposto modelo de simulação baseada em eventos discretos que é uma abordagem de modelagem que se concentra em eventos que ocorrem em momentos específicos no tempo (LÚCIO; MIRANDA, 2022). Esses eventos são modelados como entidades que se movem através de um sistema e interagem com outros objetos e eventos. A simulação é executada em incrementos discretos de tempo, e cada evento é processado em ordem cronológica. A criação de modelos de simulação baseados em eventos discretos envolve a definição de entidades, eventos, recursos e filas, bem como a definição de regras para o processamento de eventos. A simulação é então executada para gerar resultados que podem ser usados para tomar decisões informadas sobre o sistema em questão. O mecanismo básico foi replicado de um modelo básico da disciplina de programação de computadores do Cefet-RJ ministrada no segundo semestre de 2022 no curso de curso de mestrado em engenharia de produção e sistemas como visto no trabalho de (FERREIRA *et al.*, 2020), apenas a parte específica de decisão para esse cenário de aplicação em educação foi adaptado e proposto um modelo de simulação de um curso de um curso de engenharia de produção, considerando todas as disciplinas, seus pré-requisitos, além da

possibilidade de um aluno jubilar (ter sua matrícula cancelada) caso exceda o tempo máximo disponível para se formar no curso. Caso todas as matérias disponíveis sejam cursadas, o aluno conclui o curso, caso contrário, as disciplinas continuam a ser adicionadas, podendo ser no máximo n por períodos a ser imputado na planilha de entrada do programa. Foi construído especificamente para este estudo, um simulador que dará os dados necessários para a análise.

Para implementar esta simulação, foi construído um simulador em python 3.9.7 capaz de reproduzir algumas propriedades relacionadas à evolução do curso no tempo. A primeira classe criada foi a `Evento()`, que tem uma variável instante para guardar o instante em que um evento ocorre, e tem a sobrecarga do método `__lt__()` para comparar qual evento acontece antes de outro, de modo a ordenar, posteriormente, a lista de eventos. A segunda classe criada foi a `Evento_ViradaPeriodo(Evento)`, que herda a classe `Evento()`. Esta classe tem um método `processa()` que marca a virada entre os períodos e faz o processamento considerando a entrada de novos alunos, as matrículas nas disciplinas iniciais, decide se um aluno no curso foi aprovado ou não levando em conta a chance de aprovação em cada disciplina, verifica se um aluno se forma na virada de período atual ou não considerando se todas as disciplinas foram cursadas, e em caso de uma disciplina ter sido repetida x ou mais vezes que é uma entrada do programa, ou o aluno ter excedido a quantidade máxima de períodos, este será jubilado. O método `get_qtd_alunos_situacao(self)`, também desta classe, conta quantos alunos estão em quais situações, podendo esta ser: ativo, jubilado ou formado.

A terceira classe a ser discutida, é a classe `ListaEventos()`, que é criada somente para guardar a lista de eventos e tem um método para verificar se existem eventos. A quarta classe, `Relogio()`, foi criada com o intuito de marcar o tempo decorrido no processamento, em períodos semestrais, e o tempo máximo permitido, além de fazer os processamentos necessários para considerar as viradas de período. O método `continuar(relogio, lista_eventos)` verifica se ainda existem eventos na lista a serem simulados.

A quarta classe, `Aluno()`, tem como suas variáveis a situação, as disciplinas em curso, as disciplinas no histórico, o instante de ingresso e a quantidade de aprovações, de modo a determinar se o aluno se formará ou não. A quantidade de reprovações é verificada pelo histórico do aluno. A quinta classe, `Disciplina()`, tem como seus atributos o código da disciplina, seus pré-requisitos e a chance de aprovação associada. Após isso, temos o método `main()`, que fará todo o processamento da simulação.

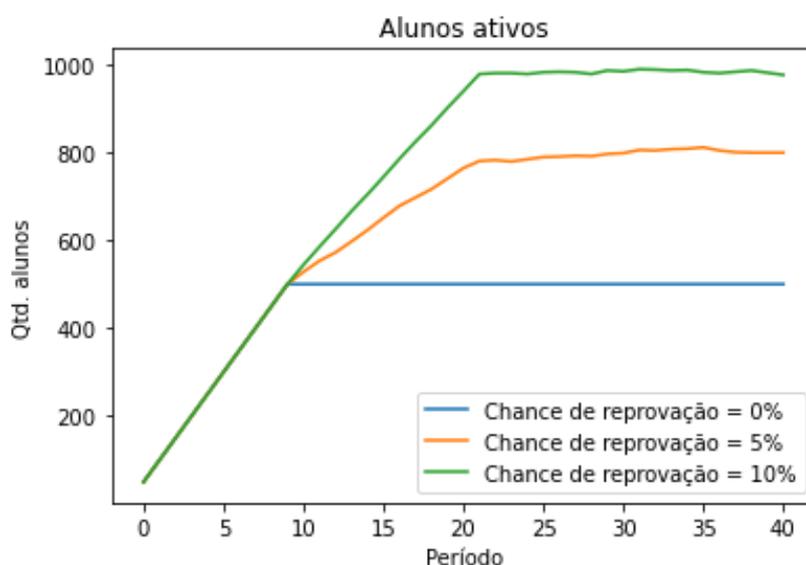
Para a coleta de dados, foi criada uma planilha em formato .csv para registrar informações relevantes sobre os cursos. A planilha deve ser preenchida de acordo com as seguintes orientações: na coluna A, insira o período ao qual a disciplina, listada na coluna B, pertence; na coluna C, preencha a taxa de reprovação no formato decimal, utilizando ponto como separador. As colunas D até M são reservadas para inserir as disciplinas pré-requisito. Na primeira linha das colunas subsequentes, insira as seguintes informações: na coluna N, indique a quantidade de alunos entrantes por período; na coluna O, especifique a quantidade máxima de reprovações permitidas por disciplina; na coluna P, informe o número máximo de disciplinas que podem ser cursadas em um único período; na coluna Q, defina o número máximo de períodos que podem ser cursados antes de ser jubilado; e na coluna R, indique o número de períodos que serão simulados.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para iniciar a análise dos dados, foi feita uma simulação de um curso de 10 períodos, com número máximo de 20 períodos cursados por aluno e quatro reprovações máximas por disciplina antes do aluno ser jubilado, com número máximo de 8 disciplinas por período e entrada de 50 alunos por período.

A primeira análise foi feita com intuito de identificar, baseado no histórico de reprovações, quando o curso terá um número estável de alunos ativos, e para essa simulação foram testadas diferentes chances de reprovação para as disciplinas sendo elas 0%, 5% e 10%. É importante ressaltar que em cada simulação todas as disciplinas têm a mesma chance de reprovação associada, mas a simulação pode ser feita considerando diferentes chances de reprovação para cada disciplina.

Figura 1 – Comparação da quantidade de alunos ativos com diferentes chances de reprovação.

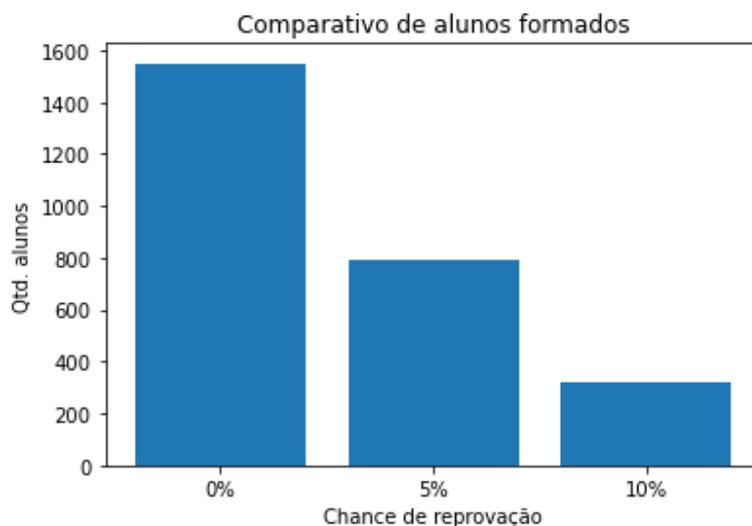


Fonte: Autores

A Figura 1 nos mostra três cenários onde com 0% de reprovação o número de alunos é estabilizado com a formatura da primeira turma com número fixo de 500 alunos matriculados em cada período, já nas simulações de 5% e 10%, este número é estabilizado no 21º período e o número médio de alunos fica próximo de 780 e 980 respectivamente.

Esta simulação é feita para um período de 20 anos. Na Figura 2, podemos comparar a quantidade de formados nos 3 casos, com 0%, 5% e 10% de chance de reprovação.

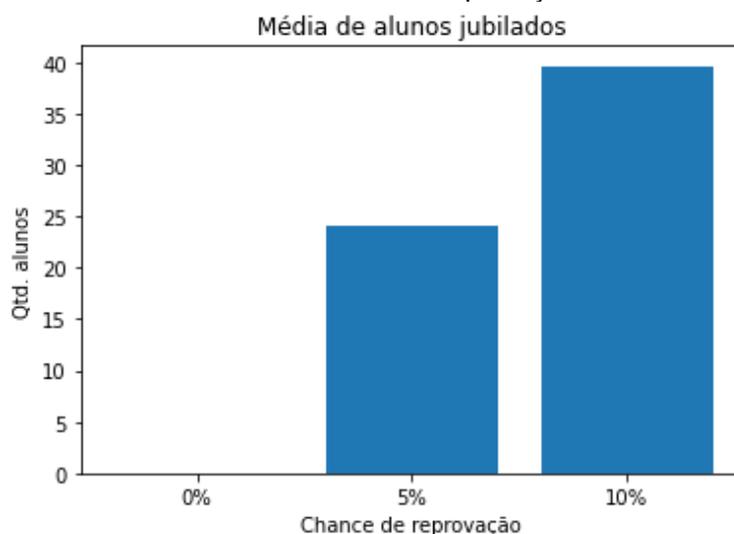
Figura 2 – Quantidade de alunos formados com considerando diferentes chances de reprovação.



Fonte: Autores

Com este gráfico, é fácil ver como a taxa reprovação nas disciplinas é um fator de grande impacto na quantidade de formandos ao fim da simulação. Na Figura 3, vemos a média de alunos jubilados por período, considerando a partir do primeiro aluno jubilado.

Figura 3 – Quantidade de alunos formados com considerando diferentes chances de reprovação.



Fonte: Autores

Em ambos os casos, essa média foi calculada a partir do primeiro aluno jubilado, que foi no 22º período. É interessante observar o impacto da chance reprovação na média de alunos que saem do curso. Com 0% de chance, nenhum aluno sai, mas com 5% já temos quase

metade de uma turma tendo a matrícula cancelada por período, e com 10%, temos quase uma turma completa sendo jubilada por período.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo se propôs a avaliar, por meio de dados obtidos de uma simulação por eventos discretos, a quantidade de alunos ativos, formandos e jubilados em um curso de engenharia de produção, levando em conta a taxa de reprovação. Foi escolhida a quantidade de alunos ingressantes por período fixa em 50 alunos, e foram analisados os dados obtidos variando as chances de reprovação. Esta análise possibilita conhecer o impacto causado por essa variável no curso. A principal contribuição deste trabalho é a criação de uma ferramenta que pode auxiliar os coordenadores de curso a planejarem a quantidade futura de alunos baseado no histórico da taxa de reprovação das disciplinas, além de auxiliar na avaliação do impacto na taxa de evasão. Vale ressaltar que esta ferramenta pode ser aplicada em qualquer curso de graduação.

É fundamental ressaltar que este estudo pode fornecer suporte na tomada de decisões, mas isoladamente pode não ter um impacto significativo. A evasão é um fenômeno complexo, influenciado por uma variedade de fatores individuais, institucionais e sociais. Nesse contexto, a utilização de simulações e modelos preditivos pode desempenhar um papel auxiliar, permitindo uma análise aprofundada dos fatores de risco e fornecendo informações para a implementação de medidas preventivas. No entanto, é importante reconhecer que a abordagem abrangente e multifacetada é necessária para lidar efetivamente com a evasão nos cursos de engenharia

Sugere-se que trabalhos futuros aprofundem a investigação sobre a eficácia das simulações e modelos preditivos na prevenção da evasão nos cursos de engenharia, considerando diferentes contextos institucionais e características dos estudantes. Além disso, seria relevante explorar abordagens integradas, que combinem estratégias de suporte acadêmico e melhoria do ambiente educacional, a fim de desenvolver um plano abrangente de combate à evasão. Adicionalmente, estudos que avaliem o impacto a longo prazo dessas ações preventivas seriam valiosos para avaliar sua sustentabilidade e identificar possíveis ajustes ou aprimoramentos necessários.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

GAIOSO, N. P. de L. **O fenômeno da evasão escolar na educação superior no Brasil**. 2005. 75 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2005.

SANTOS, Priscila K. **Abandono na Educação Superior: um estudo do tipo Estado do Conhecimento**. Educação Por Escrito. Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 240-255, julho/dezembro, 2014.

TOLOIE-ESHLAGHY, A.; Behbahaninezhad, S. **Modeling and Optimization of Banking Processes for Human Re-source Planning Utilizing Queuing Petri Nets**. 2020 IEEE

2nd International Conference on Electronics, Control, Opti-mization and Computer Science (ICECOCS), pp. 1-8, doi: 10.1109/ICECOCS50124.2020.9314461. 2020.

GRIKŠTAITE, J. **Business Process Modelling and Simulation: Advantages and Disadvantages**. Global Academic Society Journal: Social Science Insight, vol. 1, no. 3, pp. 4-14, ISSN 2029-0365, 2008.

ROBINSON, S. **Simulation: The Practice of Model Development and Use**. Wiley, 2004.

BRAVO, D. P. **Evaluating Strategies to Predict the Evasion of Students in Higher Education**. 2022.

CARVALHO, T. A. G. D.; TONINI, A. M. **TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT AND SKILLS TRAINING IN EDUCATION IN ENGINEERING**. Revista de Ensino de Engenharia, [s. l.], v. 36, n. 1, 2017. Disponível em: <http://www.gnresearch.org/doi/10.5935/2236-0158.20170008>. Acesso em: 31 maio 2023.

FARIAS, G.; MARIA DE LOURDES DA SILVA NETA. **Um estudo sobre evasão no curso de engenharia civil**. Revista do Instituto de Políticas Públicas de Marília, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 47–62, 2020.

FERREIRA, L. A. F.; SANTOS, I. L. dos; SANTOS, A. C. de S. G. dos; REIS, A. da C. **Discrete event simulation for problem solving in the context of an emergency department**. Independent Journal of Management & Production, [s. l.], v. 11, n. 5, p. 1515–1531, 2020.

LÚCIO, J. S.; MIRANDA, R. D. C. **ANÁLISE DE FRAMEWORKS QUE INTEGRAM AS METODOLOGIAS LEAN SIX SIGMA E SIMULAÇÃO A EVENTOS DISCRETOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA** Em: 2022, FOZ DO IGUACU/SP - BRASIL. Anais [...]. FOZ DO IGUACU/SP - BRASIL: [s. n.], 2022. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/publicacoes/artigo.asp?e=enegep&a=2022&c=43613>. Acesso em: 1 jun. 2023.

SILVA, M. L. D.; OLIVEIRA, S. C. D.; SANTOS, M. M. D.; SCALCO, A. R. **Uma análise da evasão discente em cursos de Engenharia de uma Universidade Pública Brasileira**. Research, Society and Development, [s. l.], v. 9, n. 8, p. e70985159, 2020.

AN AUXILIARY TOOL FOR THE ANALYSIS OF DROPOUT IN ENGINEERING COURSES USING DISCRETE EVENT SIMULATION

Abstract: *Dropping out of engineering courses in Brazil is a constant concern, and understanding its causes and consequences is essential to reduce this rate and promote the training of qualified professionals. This article presents an approach based on discrete event simulation to analyze the impact of failure in disciplines in a production engineering course in Rio de Janeiro. The simulation was implemented using a simulator in Python, considering the entry of new students, enrollment in disciplines, chances of approval and*

prerequisites. Simulations were carried out with different failure rates, and the results showed that the failure rate has a significant impact on the number of active, graduated and retired students throughout the course. It was found that higher failure rates are associated with a lower number of graduates and an increase in the retirement rate. This simulation approach can be useful for managers and educators in making decisions to reduce dropout and improve student training in engineering courses.

Keywords: *Discrete Event Simulation, Evasion, Engineering, Python.*