

Quantificando o Impacto do Projeto SUPER nos Cursos de Ciência da Computação e Engenharia de Software da Universidade Federal do Amazonas

André Y. S. Okimoto¹, Yago de J. B. Lobato¹, Sofia de C. Sato¹, Guilherme L. de S. e Souza¹, João C. N. Nogueira¹, Ana L. M. dos Santos¹, Leandro S. G. de Carvalho¹, Tanara Lauschner¹, Fabíola G. Nakamura¹, Eduardo F. Nakamura¹

¹Instituto de Computação (IComp) – Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Av. Gen. Rodrigo Octávio, 6200, Coroado I, 69080-900 – Manaus – AM

{andre.okimoto, yagobrllobato, sofia.sato, guilherme.louro,
joao.nogueira, analuciamachado, galvao, tanara, fabiola,
nakamura}@icomp.ufam.edu.br

Abstract. *The dropout rate in Computing courses has been a recurring challenge. The support for scientific research plays a crucial role in improving academic quality and mitigating this issue. In this context, this study evaluates the impact of the SUPER project, developed through a partnership between a private company and the Institute of Computing of the Federal University of Amazonas. The research was based on the collection of quantitative indicators and statistical tests, considering the dropout rate, the approval rate, and academic performance. The results show a significant improvement in students' academic performance, with p-values of 0.008 and 0.004 in tests for Computer Science and Software Engineering, respectively.*

Resumo. *A evasão nos cursos de Computação tem sido um desafio recorrente. O fomento científico desempenha um papel essencial na melhoria da qualidade acadêmica e na redução desse problema. Diante disso, este estudo avalia o impacto do projeto SUPER, desenvolvido em parceria entre uma empresa privada e o Instituto de Computação da Universidade Federal do Amazonas. A pesquisa se baseou na coleta de indicadores quantitativos e testes estatísticos, considerando a taxa de evasão, de aprovação e o desempenho acadêmico. Os resultados demonstram uma melhora significativa no desempenho acadêmico dos estudantes, com valores-p de 0,008 e 0,004 nos testes para Ciência da Computação e Engenharia de Software, respectivamente.*

1. Introdução

Os cursos de computação das Instituições de Ensino Superior têm demonstrado um histórico desafiador em relação aos índices de evasão ao longo do tempo. Os fatores que contribuem para isso podem variar de acordo com o perfil de cada estudante e de sua respectiva instituição de ensino. Isso inclui aspectos como problemas de ordem psicológica, dificuldade para acompanhar as matérias e falta de auxílio financeiro [Sousa et al. 2022]. Rocha et al. [2019] mostra que dificuldades com disciplinas iniciais são um dos motivos principais no perfil de alunos evadidos. Essa importância do aspecto inicial dos cursos foi discutida em trabalhos anteriores, nos quais evidenciaram o impacto do desempenho no 1º período letivo para a formação dos alunos [Carvalho et al. 2019].

Como dito no relato da Dra. Flávia Barreira em Sueste de Oliveira [2023], a iniciação científica desempenha um importante papel na formação dos discentes como pesquisadores, agregando tanto na vida acadêmica dos alunos quanto no ambiente universitário como um produtor de conhecimento. O fomento científico, viabilizado por investimentos públicos e privados, garante recursos para a realização de projetos de extensão, a manutenção de laboratórios, a concessão de bolsas e o desenvolvimento de iniciativas científicas. Essa contribuição pode melhorar a qualidade dos ambientes acadêmicos e das instituições de ensino, fatores positivos que podem mitigar os altos índices de evasão dos cursos [Dantas et al. 2023]. Em especial, o impacto de bolsas de estudos no desempenho dos estudantes, principalmente para alunos em situação de maior vulnerabilidade, são evidenciadas por Nasu & Sassu [2021] e Brandt et al. [2020].

Este trabalho retrata e avalia o impacto do projeto SUPER nos cursos do Instituto de Computação (IComp). O projeto SUPER foi desenvolvido em parceria com uma empresa privada e a Universidade Federal do Amazonas (UFAM), e o IComp foi um dos institutos beneficiados, com cerca de 495 bolsistas de 2020 a 2024. Dentre as atividades proporcionadas, serão abordadas neste trabalho principalmente a iniciação científica júnior e as monitorias das disciplinas ofertadas para os alunos, pois visavam auxiliar no desempenho das matérias, incentivar os estudos e diminuir a evasão nos primeiros anos. Os resultados foram obtidos por meio da coleta de indicadores quantitativos que avaliam a taxa de evasão, a taxa de aprovação e o Coeficiente de Rendimento (CR) dos estudantes. No caso do CR, houve uma melhora estatisticamente significativa das turmas ingressantes após o início do projeto, com valores- p iguais a 0,008 e 0,004 nos testes de hipótese para Ciência da Computação e Engenharia de Software, respectivamente.

As seções subsequentes deste artigo estão organizadas da seguinte forma: a seção 2 apresenta trabalhos relacionados; a seção 3 apresenta a proposta, as etapas e os indicadores utilizados no artigo; a seção 4 apresenta a metodologia utilizada no trabalho e os resultados obtidos ao longo da pesquisa; e, por fim, a seção 5 apresenta as considerações finais e trabalhos futuros.

2. Trabalhos Relacionados

Cavalcanti et al. [2024] compararam a evasão em cursos de computação antes e depois da mudança no Projeto Pedagógico de Cursos. Por meio da análise de sobrevivência, foi possível concluir que a mudança nas metodologias ativas e na grade curricular dos cursos diminui a probabilidade de evasão ao longo da duração do vínculo com a instituição. O trabalho evidenciou a importância de não considerar apenas o fator proposto, já que outros fatores podem impactar a permanência estudantil. Entretanto, o estudo de alunos com maiores chances de evasão auxiliaria na investigação de perfis propensos à desistência.

Santos et al. [2024] verificaram a importância de projetos para mulheres a fim de incentivar a participação feminina. Com a análise de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), entrevistas com docentes integrantes de projetos e questionários realizados com estudantes, foi evidenciado que a participação nos projetos aprimorou o rendimento acadêmico e incentivou características pessoais das alunas. Isso apresentou impactos positivos na retenção de estudantes e promoveu um ambiente mais saudável dentro da universidade. No entanto, é importante mencionar que os resultados quantitativos poderiam ser analisados na forma percentual

para melhor comparação de alunas em atividades extracurriculares.

A análise presente no estudo de Duran et al. [2023], realizada por meio da coleta de indicadores qualitativos e avaliações estatísticas, demonstra que a dificuldade em disciplinas matemáticas e de programação é um dos principais fatores que levam os estudantes a abandonarem a graduação. Por serem disciplinas presentes nos cursos desde os primeiros anos, destaca-se a importância de um bom rendimento dos alunos nelas. A falta de medidas de apoio para auxiliar os discentes na melhoria de seu desempenho acadêmico contribui diretamente para o problema da alta taxa de evasão. Levando tais fatos em consideração, esses resultados evidenciam a importância de monitorias para a melhoria do desempenho nas disciplinas, como as ofertadas pelo projeto SUPER.

O estudo de Chowdhury et al. [2024] analisou o impacto de bolsas de estudo para estudantes talentosos com baixa renda nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática. As bolsas concedidas para esses alunos por meio do *National Science Foundation* mostraram-se eficazes para melhorar o desempenho acadêmico, aumentar as taxas de retenção e garantir a formação dos discentes. É válido pensar que os bolsistas selecionados já possuíam melhores resultados por serem considerados talentosos. Ainda assim, é evidente o impacto positivo desse programa para auxiliar na qualidade da formação e desempenho desses alunos. Além das bolsas, o programa contava com mentorias aos discentes, o que há certa semelhança com a iniciação científica júnior do projeto SUPER, pois os orientadores tinham como um dos objetivos servirem de mentores aos bolsistas.

Lisboa et al. [2023] utilizaram análise de sobrevivência e modelo Log-Normal para identificar fatores que influenciam a evasão no curso de Ciência da Computação na Universidade de Brasília. O estudo mostrou a possibilidade de alunos com melhores desempenhos acadêmicos possuírem menos chances de evadir. Ademais, os alunos ingressantes de cotas haviam maiores chances de continuar no curso quando seu desempenho acadêmico é maior. Assim, foi possível concluir a necessidade dos departamentos responsáveis tomarem medidas para auxiliar no desempenho dos alunos, como por exemplo, a criação de tutorias dentro da instituição.

3. Proposta

3.1. Etapas do Processo de Análise

A base de dados utilizada foi proporcionada pela coordenação do IComp e anonimizada no começo do processo para manter o sigilo dos estudantes. Conforme a figura 1, após essa etapa a base passa por um processo de tratamento para melhor manipulação dos dados durante a coleta dos indicadores educacionais. Para avaliar os impactos, foram coletados dados anteriores e posteriores ao início do projeto. Os gráficos para apurar os indicadores são obtidos ao término desses passos.



Figura 1. Etapas do processo de análise dos dados educacionais.

3.2. Indicadores educacionais

O primeiro indicador utilizado para este trabalho foi a taxa de evasão, que consiste na porcentagem de estudantes que saíram do curso não formados em relação ao total de alunos. Esse índice foi utilizado de forma cumulativa, ou seja, acumulando a porcentagem de estudantes evadidos nas turmas até um período específico. Além dessa taxa, a aprovação em disciplinas também foi considerada para avaliar o impacto de monitorias do projeto. Essa métrica consistiu na porcentagem de discentes aprovados pela quantidade total dos matriculados em determinada matéria. E por fim, o desempenho acadêmico dos alunos foi analisado pelo CR, medida utilizada na UFAM, que calcula-se pela fórmula

$$CR = \frac{\sum_{i=1}^n (N_i \times CH_i)}{\sum_{i=1}^n CH_i}, \quad (1)$$

em que o CR é o Coeficiente de Rendimento do aluno, N_i é a nota obtida do aluno na disciplina i , CH_i é a carga horária da disciplina i , e n são todas as disciplinas cursadas pelo estudante. Além da distribuição do CR, é analisada a porcentagem de alunos com coeficiente superior a 5,0, pois esta é a nota mínima para aprovação em disciplinas na UFAM.

4. Avaliação

4.1. Metodologia

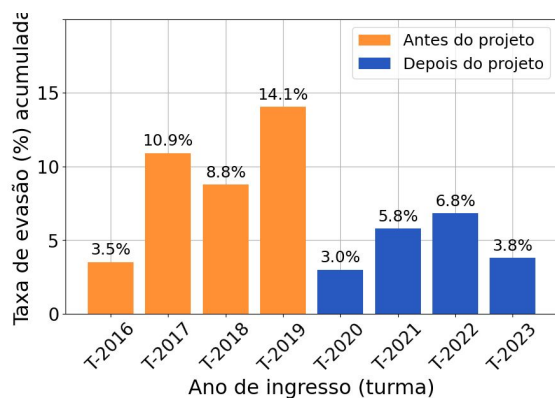
Primeiramente, foram utilizadas duas bases de dados, uma referente às informações dos alunos e outra à de disciplinas. Para o processo de uma anonimização de acordo com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD)¹, todos os estudantes tiveram os dados sensíveis retirados e uma nova identificação aleatória gerada, de forma que pudesse ser feita a associação entre as duas bases. Ademais, introduziu-se ruídos nas médias finais respeitando o limite das notas e o indicativo de aprovação e reprovação. A seguir, foi feita a limpeza das bases para facilitar o trabalho com os dados. Os indicadores educacionais foram implementados e visualizados em intervalos de tempo iguais, tanto antes quanto depois do projeto. Todas as manipulações durante o processo utilizaram a linguagem de programação Python com as bibliotecas Pandas e Matplotlib.

Os comportamentos dos gráficos foram discutidos ao longo da coleta de indicadores. Para comparar os números que haviam antes e depois do projeto, foi feito o Teste de Wilcoxon para amostras independentes, com nível de significância 90%. A obtenção dos valores- p de cada teste permitiu conclusões de possíveis comportamentos das figuras. Os resultados que serão apresentados não são necessariamente frutos diretos dessa parceria, porém é importante frisar a contribuição do projeto nessas métricas.

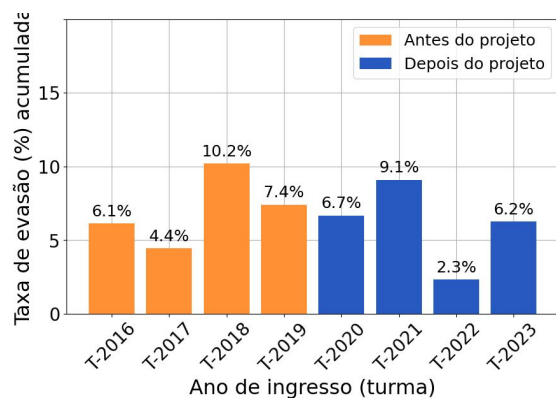
4.2. Resultados e discussão

Para analisar a evasão durante o projeto, na figura 2 foi computada a evasão acumulada de quatro períodos cursados das turmas. Este intervalo foi escolhido porque a iniciação científica júnior ofereceu bolsas depois do 2º período e com duração de dois semestres. Um dos objetivos dessa atividade era diminuir a evasão nos anos iniciais. Apesar do curso

¹Lei 13.709/2018, disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/113709.htm.



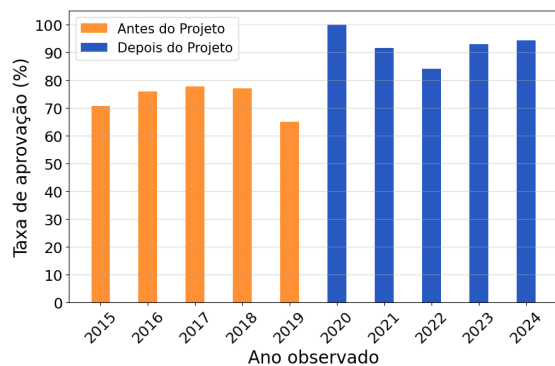
(a) Ciência da Computação.



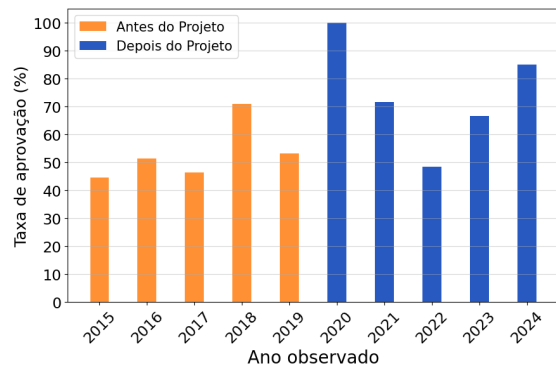
(b) Engenharia de Software.

Figura 2. Taxa de evasão acumulada após quatro períodos das turmas.

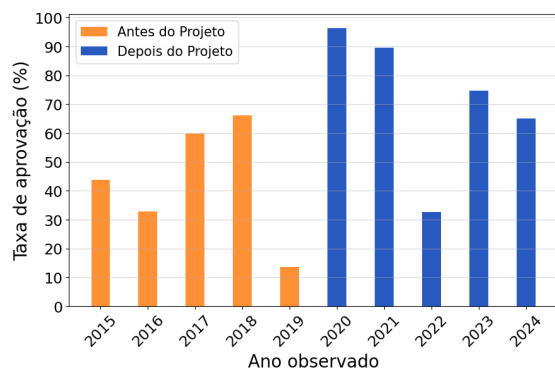
de Ciência da Computação apresentar uma diminuição visual, não há evidência estatística suficiente para sustentar a hipótese (valor- p de 0,242). Para Engenharia de Software, tanto visualmente quanto estatisticamente, o resultado mostrou que não houve diferenças evidentes (valor- p de 0,443). Um dos possíveis motivos para um valor maior deve-se ao fato de a atividade disponibilizar menos vagas para os alunos desse grupo.



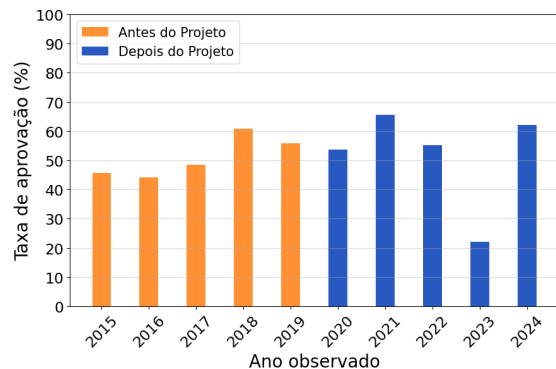
(a) Introdução à Computação.



(b) Matemática Discreta.



(c) Cálculo I.



(d) Álgebra Linear I.

Figura 3. Avaliação das aprovações nas disciplinas em Ciência da Computação.

O projeto também contou com ofertas de monitorias de algumas disciplinas. Entre elas, as matérias de Introdução à Computação (IC), Matemática Discreta (MD), Cálculo Diferencial e Integral I e Álgebra Linear I foram algumas das matérias oferecidas com regularidade durante os cinco anos de duração do projeto. Essas disciplinas são realizadas nos dois primeiros períodos dos cursos. Na figura 3, as disciplinas com melhores resultados em Ciência da Computação após 2020 foram IC, MD e Cálculo. Com a aplicação do teste de hipótese, observou-se o aumento significativo das taxas de aprovação, com valores- p de 0,004, 0,048, e 0,095, respectivamente. Entretanto, em Álgebra Linear não há evidências estatísticas de diferença (valor- p de 0,274).

A análise para Engenharia de Software pela figura 4 se assemelha à de Ciência da Computação. As disciplinas de IC e MD, com valor- p de 0,004 e 0,048 respectivamente, evidenciaram um aumento significativo nas taxas de aprovação, enquanto que para Cálculo, com valor- p de 0,286, não houve diferença estatística. Para Álgebra, o valor- p de 0,016 mostrou aumento significativo das taxas de aprovação.

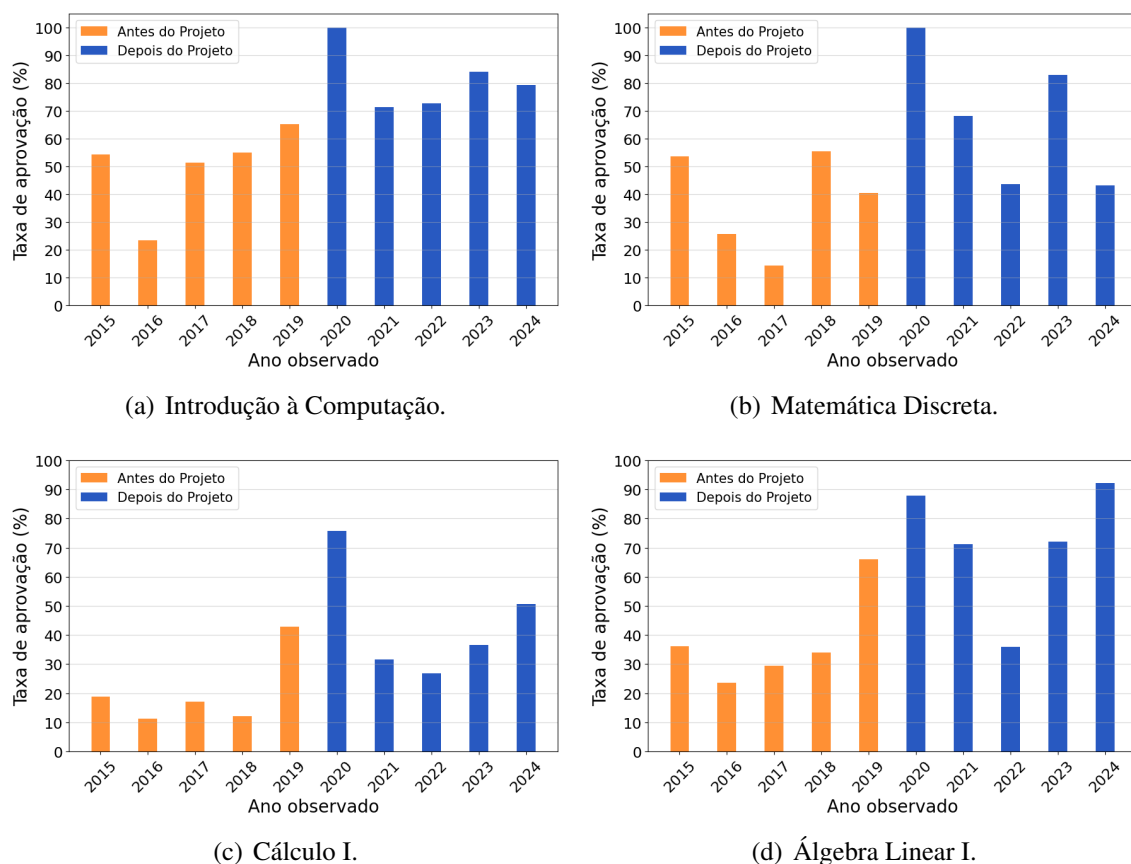


Figura 4. Avaliação das aprovações nas disciplinas em Engenharia de Software.

A diferença no impacto dessas quatro disciplinas pode ter sido causada pela forma como os professores incentivaram o uso da monitoria. No geral, essas atividades voltadas para Cálculo e Álgebra foram pouco enfatizadas, principalmente porque os docentes que ministravam as aulas não eram do próprio IComp ou não possuíam vínculos com o projeto. Os professores das disciplinas de IC e MD são próprios da instituição e receberam apoio das monitorias. Além das monitorias, é possível perceber um impacto da pandemia

durante os primeiros anos do projeto. Isso também deve ser considerado como fator de impacto no desempenho das matérias, já que houve picos de aprovação em 2020, com exceção de Álgebra em Ciência da Computação.

Em relação ao desempenho dos alunos de acordo com o CR, a figura 5 mostra um aumento na quantidade de alunos das turmas no primeiro ano de curso com coeficiente superior à média 5,0 da UFAM para aprovação em matérias. Os testes de Wilcoxon realizados para a porcentagem de alunos acima da média institucional de cada turma (veja acima dos boxplots) resultaram em um aumento significativo após o projeto, com valores- p iguais a 0,008 e 0,004 para Ciência da Computação e Engenharia de Software, respectivamente. É importante salientar que esse aumento pode não ter sido causado exclusivamente pelo projeto, pois outros fatores podem ter impactado, como o modelo de Ensino à Distância durante a pandemia. Ainda assim, é possível dizer que o projeto incentivou o aprendizado por meio das monitorias e da iniciação científica, as quais melhoraram o desempenho desses estudantes.

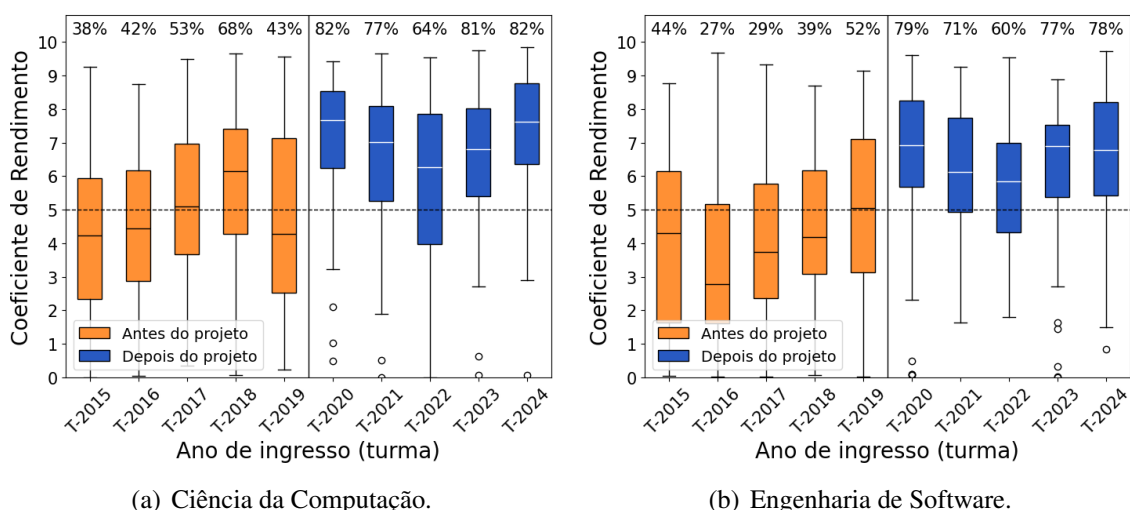


Figura 5. CR das turmas antes e depois do projeto após um ano cursado.

O impacto após dois anos de curso é analisado na figura 6. Neste caso, apenas Engenharia de Software teve um aumento significativo de acordo com os testes de hipótese, nos quais o curso obteve valor- p igual a 0,035. Para Ciência da Computação, o valor- p obtido foi 0,196, embora todas as turmas após o projeto tenham tido mais da metade dos estudantes da turma com coeficiente superior à média institucional.

Na sequência de desempenho pelo CR, os alunos ingressantes por cotas no IComp apresentaram rendimentos melhores após o projeto. Existem duas modalidades de cotas para o ingresso na UFAM: uma independente de renda e outra dependente de renda, até 1,5 salários mínimos, para alunos do ensino médio da rede pública. Na figura 7, é ilustrado o aumento significativo da porcentagem de alunos em Ciência da Computação que possuem rendimento superior a 5,0. Isso foi demonstrado com os testes de Wilcoxon para o grupo independente e dependente de renda, alcançando valores- p de 0,016 e 0,004, respectivamente. Porém, percebe-se a proximidade das medianas dos boxplots em torno da nota mínima de aprovação em disciplinas para o grupo dependente. Além disso, a figura 8 ilustra a mesma análise, porém para Engenharia de Software. Os testes resultaram em um

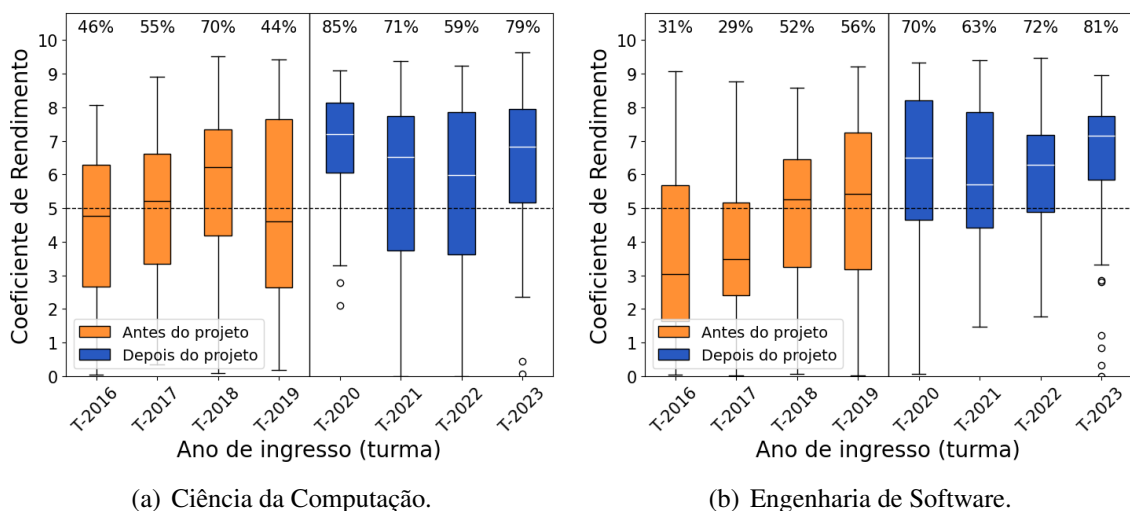


Figura 6. CR das turmas antes e depois do projeto após dois anos cursados.

valor- p de 0,004 para ambas as modalidades, ou seja, houve aumento significativo. No entanto, mais de 50% dos ingressantes por cota dependente de renda em engenharia ainda permanecem abaixo da média de aprovação em todos os anos observados.

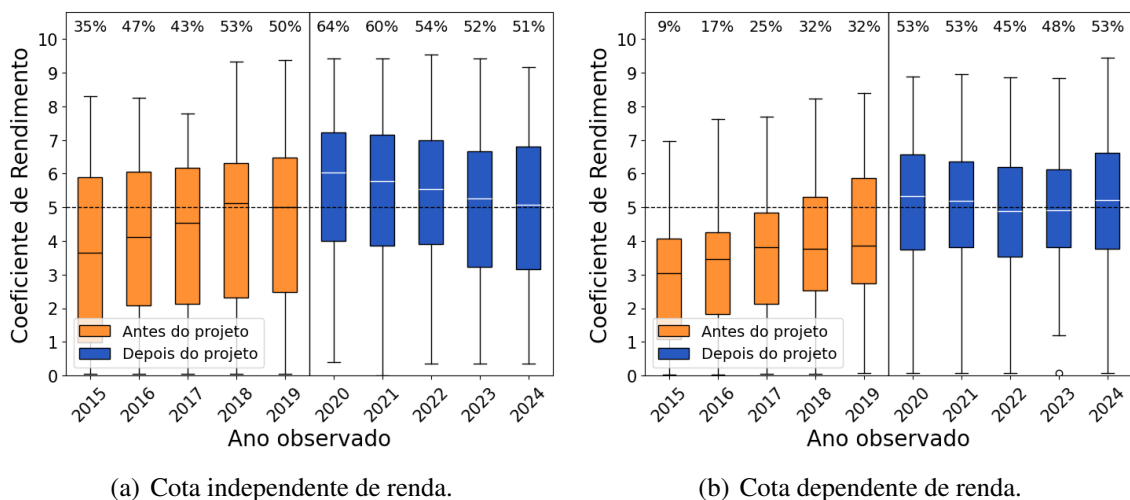


Figura 7. Coeficientes dos ingressantes de cotas em Ciência da Computação.

A melhora no desempenho dos alunos pode ter sido causada pela atividade de iniciação científica júnior, pois a prioridade nos editais eram os estudantes em maior vulnerabilidade sócio-econômica. O incentivo financeiro é um dos fatores importantes para o desempenho de estudantes. Como mencionado, algumas disciplinas iniciais foram impactadas pelo projeto com as monitorias, o que também pode ter resultado em CR maiores. Outro impacto observado foi o aumento do coeficiente das alunas nos cursos de computação. Os testes de Wilcoxon realizados para as porcentagens na figura 9 mostraram que as mulheres tiveram aumento com valor- p de 0,004 para as duas graduações. Após o projeto, mais de 50% das mulheres nos anos observados estiveram acima do coeficiente 5,0 em ambos os cursos. Um dos possíveis motivos pode ter sido o aumento de

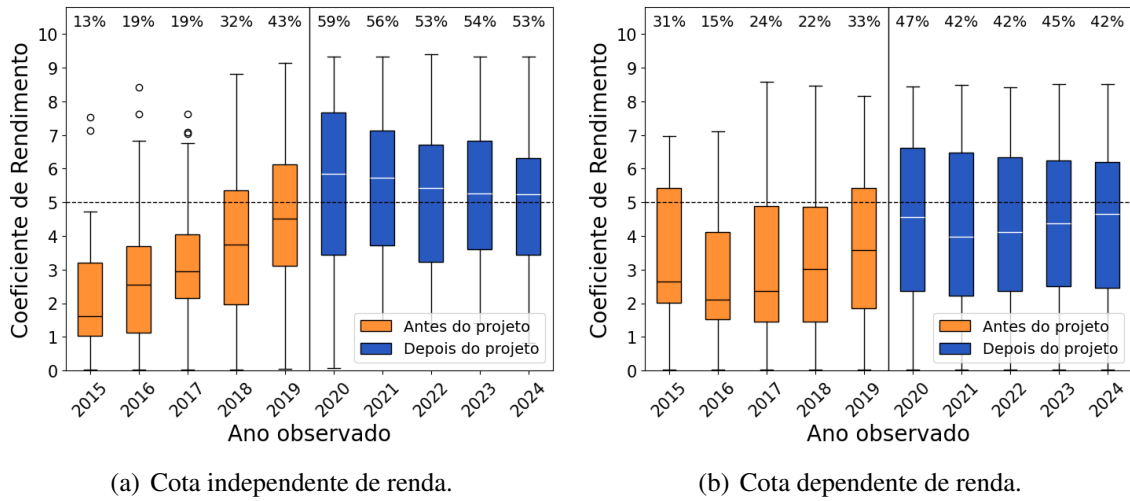


Figura 8. Coeficientes dos ingressantes de cotas em Engenharia de Software.

estudantes em atividades extracurriculares durante o projeto, as quais apresentam desempenhos melhores, de acordo com Santos et al. [2024].

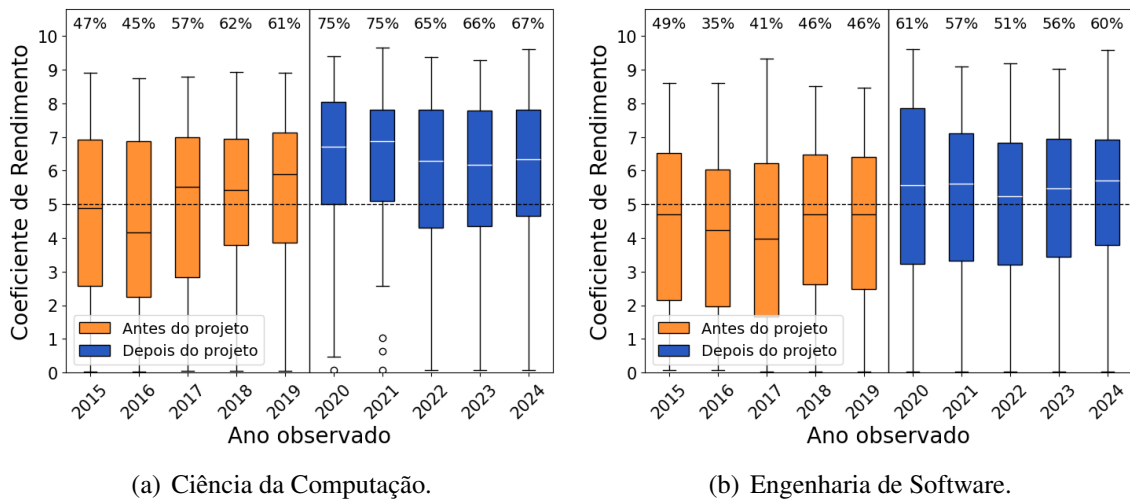


Figura 9. Coeficiente de rendimento das mulheres nos cursos do ICComp.

5. Conclusão e trabalhos futuros

Este trabalho consistiu na avaliação quantitativa de uma parceria firmada com a UFAM, o projeto SUPER, nos cursos do ICComp, utilizando as métricas de evasão, aprovação e desempenho acadêmico. O uso dessas métricas serviram para avaliar principalmente as atividades oferecidas de iniciação científica júnior e monitorias. Após as etapas de anonimização, tratamento e limpeza das bases de dados, foi possível coletar e analisar os indicadores. Para investigar as hipóteses formuladas, foram realizados testes de Wilcoxon para amostras independentes. A evasão não apresentou diferenças estatísticas, embora visualmente para Ciência da Computação tenha diminuído. Além disso, foi possível concluir que certas disciplinas iniciais das graduações apresentaram diferença

significativa, todavia, matérias com professores não participantes do projeto não sofreram grande impacto no aumento das aprovações, como Cálculo e Álgebra. Também foi possível perceber a melhora no desempenho acadêmico medido pelo CR. De modo geral, as duas graduações tiveram aumento significativo na porcentagem de alunos acima de 5,0, nota mínima de aprovação da universidade. No caso dos ingressantes das cotas independente e dependente de renda, também houve o mesmo aumento significativo. Entretanto, os dependentes de renda se mostraram ainda em situação preocupante no desempenho acadêmico. Ademais, nos anos observados após o projeto, mais de 50% das mulheres ficaram com CR acima de 5,0 para os cursos do IComp.

Como trabalhos futuros, há a investigação do desempenho dos bolsistas do projeto. O intuito desse estudo seria comparar o rendimento dos estudantes com e sem bolsas, analisando também se a quantidade de bolsistas na instituição traz impactos positivos. Além disso, a análise do impacto científico gerado pelas atividades de iniciação científica júnior e sênior desse projeto é uma outra pesquisa pretendida.

Agradecimentos

Esta pesquisa foi financiada, conforme previsto nos Arts. 21 e 22 do decreto no. 10.521/2020, nos termos da Lei Federal no. 8.387/1991, através do convênio no. 003/2021, firmado entre ICOMP/UFAM, Flextronics da Amazônia Ltda. e Motorola Mobility Comércio de Produtos Eletrônicos Ltda.

Referências

- Brandt, J. Z., Tejedo-Romero, F., and Araujo, J. F. F. E. (2020). Fatores influenciadores do desempenho acadêmico na graduação em administração pública. *Educação e Pesquisa*, 46:e202500.
- Carvalho, L., Santos, A., Nakamura, F., and Oliveira, E. (2019). Detecção precoce de evasão em cursos de graduação presencial em computação: um estudo preliminar. In *Anais do XXVII Workshop sobre Educação em Computação*, pages 233–243, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Cavalcanti, L., Barros, A., Falcão, T., da Conceicao Batista, M., Cristino, C., and Alves, G. (2024). Avaliando o impacto da mudança do projeto pedagógico de cursos sobre a evasão através da análise de sobrevivência. In *Anais do XXXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 2617–2626, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Chowdhury, S. J., Zhao, X., and Chowdhury, T. (2024). Scholarships and academic support for minority student success. In *2024 South East Section Meeting*, number 10.18260/1-2-45558, Marietta, Georgia. ASEE Conferences. <https://peer.asee.org/45558>.
- Dantas, A., Rebouças, A., and Lopes, R. (2023). Compreendendo os fatores que influenciam positivamente na conclusão de cursos presenciais de computação: Um levantamento de dados com egressos formados. In *Anais do XXXI Workshop sobre Educação em Computação*, pages 350–360, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Duran, R., Bim, S. A., Gimenes, I., Ribeiro, L., and Correia, R. C. M. (2023). Potential factors for retention and intent to drop-out in brazilian computing programs. *ACM Trans. Comput. Educ.*, 23(3).

- Lisboa, M. d. N. S., Gomes, J. B. F., Holanda, M., Koike, C. C., and Costa, M. T. L. (2023). Study on computer science undergraduate students dropout at the university of brasilia. *2023 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pages 1–7.
- Nasu, V. H. and Sasso, M. (2021). Does the scholarship make a difference? an analysis of the academic performance of undergraduate students in the business area. *Education Policy Analysis Archives*, 29:99.
- Rocha, T., Santos, E., Júnior, V., and Souza, C. (2019). Comparação entre o perfil dos evadidos e dos egressos de um curso de tecnologia. In *Anais do XXVII Workshop sobre Educação em Computação*, pages 404–413, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Santos, M. T., Gasparini, I., and Frigo, L. (2024). Análise da participação feminina nos cursos da Área de computação: Um olhar sobre os projetos do programa meninas digitais. In *Anais do XXXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 2259–2272, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Sousa, M., Albuquerque, D., Leal, R., Maia, M., Gomes, A., and Perkusich, M. (2022). Análise dos fatores de evasão dos alunos dos cursos técnicos da Área de informática no ifpb campus campina grande. In *Anais do XXX Workshop sobre Educação em Computação*, pages 369–380, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Sueste de Oliveira, C. (2023). Da iniciação científica ao doutorado e à diretoria de fomento à iniciação científica da unitins: Dra. flávia barreira gonçalves. *AGRI-ENVIRONMENTAL SCIENCES*, 9(2):3.