



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

IELE FACUNDO PASSOS

**MENSURAÇÃO DO CUSTO DA ALOCAÇÃO DE DOCENTES AOS
CURSOS DE GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CAMPINA GRANDE**

CAMPINA GRANDE - PB

2024

IELE FACUNDO PASSOS

**MENSURAÇÃO DO CUSTO ALOCAÇÃO DE DOCENTES AOS
CURSOS DE GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CAMPINA GRANDE**

**Trabalho de Conclusão Curso
apresentado ao Curso Bacharelado em
Ciência da Computação do Centro de
Engenharia Elétrica e Informática da
Universidade Federal de Campina
Grande, como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em
Ciência da Computação.**

Orientador : Francisco Vilar Brasileiro

CAMPINA GRANDE - PB

2024

IELE FACUNDO PASSOS

**MENSURAÇÃO DO CUSTO DA ALOCAÇÃO DE DOCENTES AOS
CURSOS DE GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CAMPINA GRANDE**

**Trabalho de Conclusão Curso
apresentado ao Curso Bacharelado em
Ciência da Computação do Centro de
Engenharia Elétrica e Informática da
Universidade Federal de Campina
Grande, como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em
Ciência da Computação.**

BANCA EXAMINADORA:

Francisco Vilar Brasileiro

Orientador – UASC/CEEI/UFCG

Lívia Maria Rodrigues Sampaio Campos

Examinador – UASC/CEEI/UFCG

Eliane Cristina de Araújo

Examinador – UASC/CEEI/UFCG

Francisco Vilar Brasileiro

Professor da Disciplina TCC – UASC/CEEI/UFCG

Trabalho aprovado em: 17 de Maio de 2024.

CAMPINA GRANDE - PB

RESUMO

As Instituições de Ensino Superior (IES) desempenham um papel fundamental na formação de profissionais qualificados, contribuindo significativamente para o desenvolvimento do país. No entanto, elas enfrentam desafios que afetam sua capacidade de cumprir esse papel de forma adequada. A gestão eficiente de seus recursos é uma das preocupações mais persistentes. Muitos estudos avaliam a eficiência de vários aspectos da gestão através de uma avaliação do custo monetário associado a diferentes atividades. Embora seja crucial ter uma visão clara desses aspectos, é igualmente importante considerar fatores específicos, como, por exemplo, a carga horária de docentes dedicada diretamente à formação dos discentes. Apesar de existir um empenho significativo no sentido de otimizar esse custo, é notável a falta de estudos que detalhem como a trajetória acadêmica do discente afeta seu custo na IES. Compreender como esse custo interfere na eficiência da instituição é crucial para tomar medidas direcionadas à melhoria da gestão e otimização dos recursos disponíveis. Neste trabalho foram propostas métricas para medir a eficiência de 48 cursos de graduação da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), durante um período de 8 anos, no que diz respeito à alocação de docentes às atividades de ensino. Como resultado da mensuração realizada, pode-se observar que cursos com um número de ingressantes baixo, assim como cursos com altas taxas de evasão e de retenção, têm um custo alto, enfatizando a necessidade de tratar cuidadosamente cada um dos aspectos relacionados ao cálculo da eficiência dos cursos analisados.

MEASUREMENT OF FACULTY ALLOCATION COST TO UNDERGRADUATE COURSES AT THE FEDERAL UNIVERSITY OF CAMPINA GRANDE

ABSTRACT

Institutions of Higher Education (IHEs) play a crucial role in shaping qualified professionals, significantly contributing to the country's development. However, they face challenges that affect their ability to fulfill this role adequately. Efficient management of their resources is one of the most persistent concerns. Many studies evaluate the efficiency of various management aspects through an assessment of the monetary cost associated with different activities. Although having a clear view of these aspects is crucial, it is equally important to consider specific factors, such as the teaching workload of faculty dedicated directly to student formation. Despite significant efforts to optimize this cost, there is a notable lack of studies detailing how the academic trajectory of students affects their cost in the IHE. Understanding how this cost interferes with the institution's efficiency is crucial for taking targeted measures to improve management and optimize available resources. In this work, metrics were proposed to measure the efficiency of 48 undergraduate courses at the Federal University of Campina Grande (UFCG) over an 8-year period regarding the allocation of faculty to teaching activities. As a result of the metrics applied, it can be observed that courses with a low number of entrants, as well as courses with high dropout and retention rates, have a high cost, emphasizing the need to carefully address each of the aspects related to the calculation of the efficiency of the courses analyzed.

Mensuração do Custo da Alocação de Docentes aos Cursos de Graduação da Universidade Federal de Campina Grande

Iele Facundo Passos*
iele.passos@ccc.ufcg.edu.br
Universidade Federal de Campina Grande
Campina Grande, Paraíba, Brasil

Francisco Vilar Brasileiro
fubica@computacao.ufcg.edu.br
Universidade Federal de Campina Grande
Campina Grande, Paraíba, Brasil

Resumo

As Instituições de Ensino Superior (IES) desempenham um papel fundamental na formação de profissionais qualificados, contribuindo significativamente para o desenvolvimento do país. No entanto, elas enfrentam desafios que afetam sua capacidade de cumprir esse papel de forma adequada. A gestão eficiente de seus recursos é uma das preocupações mais persistentes. Muitos estudos avaliam a eficiência de vários aspectos da gestão através de uma avaliação do custo monetário associado a diferentes atividades. Embora seja crucial ter uma visão clara desses aspectos, é igualmente importante considerar fatores específicos, como, por exemplo, a carga horária de docentes dedicada diretamente à formação dos discentes. Apesar de existir um empenho significativo no sentido de otimizar esse custo, é notável a falta de estudos que detalhem como a trajetória acadêmica do discente afeta seu custo na IES. Compreender como esse custo interfere na eficiência da instituição é crucial para tomar medidas direcionadas à melhoria da gestão e otimização dos recursos disponíveis. Neste trabalho, foram propostas métricas para medir a eficiência de 48 cursos de graduação da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), durante um período de 8 anos, no que diz respeito à alocação de docentes às atividades de ensino. Como resultado da mensuração realizada, pode-se observar que cursos com um número de ingressantes baixo, assim como cursos com altas taxas de evasão e de retenção, têm um custo alto, enfatizando a necessidade de tratar cuidadosamente cada um dos aspectos relacionados ao cálculo da eficiência dos cursos analisados.

Keywords

Custo Aluno, Eficiência Acadêmica, Gestão de Recursos, Métricas, Mensuração, Análise de Dados.

1 Introdução

As Instituições de Ensino Superior (IES) desempenham um papel multifacetado na sociedade, contribuindo não somente com a formação de recursos humanos qualificados, mas também com a geração de novos conhecimentos e, em última instância, com o desenvolvimento socioeconômico da sociedade, transcendendo as fronteiras da instituição.

Contudo, são diversos os desafios que afetam sua eficiência no atendimento dessas expectativas. Um dos principais é a gestão adequada dos recursos disponíveis, uma preocupação central em um contexto de recursos limitados e demandas crescentes por educação pública de qualidade.

De acordo com Alonso [3], ter uma compreensão dos custos é crucial como um indicador de desempenho nas organizações, exercendo um papel fundamental na alocação eficaz de recursos. O autor ressalta a importância de responder a perguntas essenciais ainda sem respostas na administração pública, como por exemplo, o custo de uma aula. Nessa perspectiva, Broietti e Chiarelli [5] afirmam que identificar o custo por aluno permite verificar quais cursos oferecem maior aproveitamento do recurso público.

Embora seja reconhecida a importância da quantificação dos aspectos financeiros envolvidos, é igualmente crucial que sejam considerados outros fatores que afetam diretamente o desempenho e a eficiência das IES. Entre esses fatores, a carga horária de recursos humanos dedicada à formação dos alunos através de atividades executadas por docentes em salas de aula, principal mecanismo de ensino-aprendizagem atualmente em uso, emerge como um componente crítico, cujo impacto sobre os custos operacionais das instituições ainda não foi completamente compreendido.

A compreensão de como esses fatores interagem e influenciam os custos associados à educação superior é fundamental para garantir uma alocação eficiente de recursos e para identificar áreas de melhoria que possam impulsionar o desempenho acadêmico e a eficiência institucional. Diante desse contexto, o objetivo principal deste trabalho foi a proposição de métricas de modo a mensurar os custos associados às aulas oferecidas aos discentes, possibilitando a análise da eficiência dos cursos superiores da UFCG, sob esse aspecto.

2 Trabalhos Relacionados

Por muitos anos, o custo por aluno em instituições de ensino vem sendo objeto de estudo em diversas áreas do conhecimento. Essas pesquisas têm explorado diferentes aspectos relacionados aos custos educacionais, buscando compreender tanto os fatores que influenciam esses custos, quanto as melhores práticas para otimizar sua alocação. A partir de abordagens variadas e utilizando métodos específicos de cada disciplina, esses estudos têm contribuído para uma compreensão mais abrangente dos desafios e oportunidades associados à gestão dos recursos educacionais.

Esses estudos não somente analisam o custo por aluno, como também contribuem significativamente no debate sobre financiamento da educação [10]. Um exemplo importante é a proposta de Custo-Aluno-Qualidade Inicial (CAQi) [6], apresentada durante a Campanha Nacional pelo Direito à Educação, que representou uma ruptura com paradigmas educacionais anteriores ao colocar a qualidade da educação no centro do debate sobre financiamento educacional, considerando as condições estruturais e humanas mínimas necessárias para a garantia de uma educação de qualidade, como o

tamanho das turmas, instalações físicas adequadas, equipamentos educacionais e materiais didáticos.

Na investigação do custo por aluno, uma gama de estudos de caso foi empreendida e exemplificada por alguns trabalhos importantes. Luiz Oliveira [8] desenvolveu um sistema de custeio baseado no Modelo de Custeio Espanhol (MCE) [9] para calcular o custo-aluno em uma IES pública em São Paulo. Patricia Barreto e Ariel Behr [4], por sua vez, empregaram a fórmula proposta por Morgan [11] para calcular o custo por aluno em uma instituição de ensino superior privada no Rio Grande do Sul, considerando o Custo do Ensino. Já Magalhães e colegas [7] apuraram o custo médio por aluno de graduação na Universidade Federal de Viçosa utilizando os relatórios contábeis da instituição. Evandro Rolin [15] realizou uma análise comparativa das metodologias de cálculo do custo por aluno utilizadas pelo Tribunal de Contas da União (TCU) e pelo Ministério da Educação (MEC). Esses são apenas alguns exemplos de uma vasta literatura que explora diferentes abordagens e contextos na análise do custo por aluno.

É pertinente ressaltar que, nos exemplos supracitados, os cálculos são baseados primordialmente em valores monetários, não atribuindo destaque à alocação de horas-aula dos recursos humanos dedicados à formação dos alunos. No sentido de complementar esses estudos, este artigo propõe uma abordagem distinta, centrada na mensuração das horas dedicadas por docentes aos discentes da instituição, considerando diferentes cursos de graduação.

3 Contexto

No contexto acadêmico, existe uma variedade de termos específicos que são frequentemente utilizados para descrever diferentes grupos de alunos e suas características. Compreender esses termos é fundamental para a compreensão deste estudo. Esta seção apresenta uma breve definição dos principais conceitos utilizados durante o trabalho:

- **Ativos:** Os alunos ativos são aqueles que estão atualmente associados a um curso específico.
- **Evadidos:** Os alunos evadidos são aqueles que interromperam seus estudos antes de concluírem o curso.
- **Graduados:** Os graduados são os alunos que finalizaram seus estudos e receberam seus diplomas ou certificados de conclusão.
- **Reingressantes:** Os alunos reingressantes são aqueles que evadem do curso para ingressar novamente na mesma instituição, quer seja no mesmo curso (normalmente com o objetivo de evitar o jubileamento) ou em outro curso.
- **Currículo:** Conjunto de disciplinas e atividades que compõem um determinado programa de estudo ou curso oferecido pela instituição de ensino.

4 Materiais e Métodos

4.1 Fonte de Dados

A coleta de dados para a pesquisa foi conduzida por meio da utilização da base de dados disponibilizada pela Pró-Reitoria de Ensino da UFCG, acessada por meio do Sistema de Controle Acadêmico Online (SCAO). Essa base de dados contém informações detalhadas sobre os cursos oferecidos pela universidade, incluindo

suas disciplinas, cargas horárias, estrutura curricular e os registros dos discentes matriculados.

Para estabelecer uma base sólida para esta pesquisa, foram identificados os cursos que apresentaram uma longevidade significativa, sendo considerados apenas aqueles com pelo menos 15 anos de existência. Esta abordagem foi adotada para assegurar que os dados selecionados refletissem adequadamente as tendências de custos ao longo de um período substancial de tempo, permitindo uma análise mais precisa. Nesse contexto, foram escolhidos os 48 cursos mais longevos, considerando todos os campi da UFCG, que são apresentados na Tabela 1¹.

4.2 Métricas

4.2.1 Custo Médio do Graduado de um Curso

Para calcular o custo de um aluno, do ponto de vista da alocação de docentes, consideramos o conjunto T_a com todas as turmas t em que o aluno a se matriculou. Cada turma t é representada por uma tupla $\langle h, n \rangle$, onde h é a carga horária da turma e n é o número de alunos que cursaram a turma. O custo por aluno C_a é obtido pela seguinte fórmula:

$$C_a = \sum_{t \in T_a} \frac{t.h}{t.n}$$

Seja $I_{p,c}$ o conjunto de todos os alunos que ingressaram no curso c no período letivo p e P o intervalo de períodos letivos selecionados para análise. Então, o conjunto de alunos ingressantes no curso c durante o intervalo de tempo em análise, $I_{p,c}$, é dado por:

$$I_{p,c} = \bigcup_{p \in P} I_{p,c}$$

Em relação ao percurso formativo de um aluno, há duas possibilidades: i) o aluno pode concluir o curso com sucesso, ou seja, graduar; ou, ii) o aluno pode evadir do curso antes de concluí-lo. Seja $g_c(a)$ uma função booleana para cada curso c , tal que $g_c(a)$ é verdadeira quando a graduou no curso c . De forma similar, $e_c(a)$ é uma função booleana que é verdadeira quando a evadiu do curso c . Seja $G_{p,c}$ (respectivamente, $E_{p,c}$) o conjunto de alunos que ingressaram no curso c em algum período letivo p , $p \in P$ e graduaram no (respectivamente, evadiram do) curso c . Mais formalmente:

$$G_{p,c} = \{a | a \in I_{p,c} \wedge g(a) = \text{verdadeiro}\}$$

$$E_{p,c} = \{a | a \in I_{p,c} \wedge e(a) = \text{verdadeiro}\}$$

O custo médio de um graduado do curso c no intervalo de tempo representado pelos períodos letivos contidos em P , $\overline{C}_{p,c}^g$ é dado por:

$$\overline{C}_{p,c}^g = \frac{\sum_{a \in G_{p,c}} C_a + \sum_{a \in E_{p,c}} C_a}{|G_{p,c}|}$$

onde:

- $\sum_{a \in G_{p,c}} C_a$ representa o custo agregado de todos os alunos que ingressaram no curso c nos períodos letivos contidos em P e se graduaram;

¹As indicações M, N e D destacadas nos nomes dos cursos indicam o turno em que o curso é oferecido: Matutino, Noturno ou Diurno (manhã e tarde).

Código	Curso	Campus
11104120	DESIGN - D	C. Grande
11105150	FÍSICA (BAC) - D	C. Grande
11107110	MATEMÁTICA (LIC) - D	C. Grande
11107150	MATEMÁTICA (BAC) - D	C. Grande
11107210	MATEMÁTICA (LIC) - N	C. Grande
11124100	ENGENHARIA MECÂNICA - D	C. Grande
11126100	ENGENHARIA DE MATERIAIS - D	C. Grande
11128100	ENGENHARIA QUÍMICA - D	C. Grande
12205100	MEDICINA	C. Grande
13301100	ADMINISTRAÇÃO - D	C. Grande
13301200	ADMINISTRAÇÃO - N	C. Grande
13304100	CIÊNCIAS ECONÔMICAS - M	C. Grande
13304200	CIÊNCIAS ECONÔMICAS - N	C. Grande
13305150	CIÊNCIAS SOCIAIS (BAC) - D	C. Grande
13305210	CIÊNCIAS SOCIAIS (LIC) - N	C. Grande
13309110	HISTÓRIA (LIC) - D	C. Grande
13309210	HISTÓRIA (LIC) - N	C. Grande
13312110	PEDAGOGIA (LIC) - M	C. Grande
13312110	PEDAGOGIA (LIC) - N	C. Grande
13317100	ARTE E MÍDIA - D	C. Grande
14102100	CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO - D	C. Grande
14123100	ENGENHARIA ELÉTRICA	C. Grande
15108100	METEOROLOGIA - D	C. Grande
15121100	ENGENHARIA AGRÍCOLA - D	C. Grande
15122100	ENGENHARIA CIVIL - D	C. Grande
15127100	ENGENHARIA DE MINAS - D	C. Grande
21309110	MEDICINA	Cajazeiras
21309110	HISTÓRIA (LIC) - M	Cajazeiras
21309210	HISTÓRIA (LIC) - N	Cajazeiras
21312110	PEDAGOGIA (LIC) - M	Cajazeiras
21312210	PEDAGOGIA (LIC) - N	Cajazeiras
21316110	GEOGRAFIA (LIC) - M	Cajazeiras
21316210	GEOGRAFIA (LIC) - N	Cajazeiras
31350100	DIREITO - M	Sousa
31350200	DIREITO - N	Sousa
31350300	DIREITO - V	Sousa
41403100	ENGENHARIA FLORESTAL - D	Patos
41410100	MEDICINA VETERINÁRIA - D	Patos
51105110	FÍSICA (LIC) - D	Cuité
51107110	MATEMÁTICA (LIC) - D	Cuité
51109110	QUÍMICA (LIC) - D	Cuité
51201110	CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (LIC) - D	Cuité
71131100	ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS - D	Sumé
71132100	ENG. DE BIOTEC. E BIOPROCESSOS - D	Sumé
71133100	ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - D	Sumé
71305210	CIÊNCIAS SOCIAIS (LIC) - N	Sumé
71315110	INTERD. EM EDUC. DO CAMPO(LIC) - D	Sumé
91125100	ENGENHARIA DE ALIMENTOS - D	Pombal
91130100	ENGENHARIA AMBIENTAL - D	Pombal

Tabela 1: Relação dos Cursos Analisados

- $\sum_{a \in E_{P,c}} C_a$ representa o custo agregado de todos os alunos que ingressaram no curso c nos períodos letivos contidos em P e evadiram;

- $|G_{P,c}|$ é o número total de alunos que ingressaram no curso c durante o período de análise e concluíram o curso.

4.2.2 Custo Médio Mínimo de um Graduado para Cursos com Uma Entrada Anual

O custo médio mínimo de um graduado de um curso é uma estimativa de um limite inferior para o custo de formar um aluno do curso. Ele é calculado levando em consideração a carga horária mínima que precisa ser integralizada para que um aluno gradue, bem como o número de vagas que são efetivamente preenchidas com ingressantes. O custo mínimo é obtido quando apenas uma turma é ofertada para cada disciplina a cada período, o número mínimo de disciplinas optativas é oferecido, e todos os alunos alcançam aprovação em todas as disciplinas.

Neste trabalho nós fazemos a suposição de que os cursos que só têm uma entrada por ano operam de tal forma que, em média, apenas metade da carga horária de disciplinas do curso precisa ser oferecida em cada semestre. Ou seja, assumindo um curso que só tem entrada no primeiro período letivo de um ano, apenas as disciplinas dos períodos letivos ímpares são oferecidas no primeiro período letivo do ano, enquanto que só as disciplinas dos períodos pares são oferecidas no segundo período do ano. Desse modo, para calcular a média do custo mínimo por período para um curso c com apenas uma entrada anual, para os períodos letivos contidos em P , utilizamos a seguinte fórmula:

$$\overline{M}_{P,c}^1 = \frac{\overline{H}_{P,c}}{2 \cdot \overline{V}_{P,c}}$$

onde:

- $\overline{H}_{P,c}$ representa a média da carga horária mínima total do curso c , para o intervalo representado por P ;
- $\overline{V}_{P,c}$ é a média das vagas efetivamente ocupadas por alunos do curso c no intervalo de estudo, considerando os alunos que efetivamente ingressaram e excluindo os alunos que evadiram para reingresso no mesmo curso ou em outro curso ao longo do intervalo representado por P , haja vista que esses alunos não ocuparam vagas ofertadas para ingresso no período em que evadiram.

4.2.3 Custo Médio Mínimo de um Graduado para Cursos com Duas Entradas Anuais

Para os cursos com duas entradas, toda a carga horária mínima precisa ser oferecida. Desse modo, para esses cursos, a média do custo mínimo, $\overline{M}_{P,c}^2$, é dada por:

$$\overline{M}_{P,c}^2 = \frac{\overline{H}_{P,c}}{\overline{V}_{P,c}}$$

4.2.4 Taxas de Evasão e Retenção

A evasão e a retenção são as principais fontes do mal aproveitamento do tempo de docentes, de modo que é importante quantificá-las. A taxa de evasão de um curso c no intervalo representado por P é calculado pela seguinte fórmula:

$$\mathcal{E}_{P,c} = \frac{|E_{P,c}|}{|I_{P,c}|}$$

Para o cálculo da taxa de retenção, é preciso considerar o número de matrículas que resultaram em reprovação e em aprovação do aluno. Seja A_a o total de créditos das matrículas em disciplinas que resultaram em aprovações do aluno a e R_a o total de créditos das matrículas em disciplinas nas quais o aluno a foi reprovado. Assim, a taxa de retenção de um curso c para os alunos ingressantes em P é dada por:

$$\mathcal{R}_{P,c} = \frac{\sum_{a \in I_{P,c}} R_a + \sum_{a \in I_{P,c}} A_a}{\sum_{a \in I_{P,c}} A_a}$$

4.2.5 Tempo Médio de Permanência

Seja Ψ_P a sequência ordenada de períodos letivos contidos no conjunto P , e $\sigma_a = \langle i, e \rangle, \forall a \in E_{P,c}$ a tupla que indica o índice dos períodos de ingresso e evasão do aluno a do curso c em Ψ_P . O tempo médio de permanência no intervalo de análise dos alunos evadidos de um curso c , $\overline{\mathcal{P}}_{P,c}$ é dado por:

$$\overline{\mathcal{P}}_{P,c} = \frac{\sum_{a \in E_{P,c}} \sigma_a.e - \sigma_a.i}{|E_{P,c}|}$$

4.2.6 Tamanho Médio de Turmas

Para calcular o tamanho médio de turmas de um curso, considera-se o conjunto $T_{P,c}$ com todas as turmas t que um curso c oferece no intervalo de análise P . O tamanho médio das turmas de um curso, importante para a determinação do custo do aluno, é obtido pela fórmula:

$$\overline{\mathcal{T}}_{P,c} = \frac{\sum_{t \in T_{P,c}} t.n}{|T_{P,c}|}$$

4.2.7 Sobrecusto

O sobrecusto médio de um curso c durante o intervalo de estudo P , $\omega_{P,c}$, é a relação do custo médio com o custo mínimo, sendo um importante indicador da eficiência de um curso. O sobrecusto pode ser calculado da seguinte forma:

$$S_{P,c}^1 = \frac{\overline{C}_{P,c}^g}{\overline{M}_{P,c}^1},$$

para cursos com uma entrada por ano; e

$$S_{P,c}^2 = \frac{\overline{C}_{P,c}^g}{\overline{M}_{P,c}^2},$$

para cursos com duas entradas por ano.

4.3 Tratamento dos Dados

4.3.1 Escopo da Análise

Para determinar o escopo temporal da análise, optou-se por considerar o intervalo que compreende os períodos letivos de 2009.1 a 2016.2. A escolha do período letivo 2009.1 foi baseada na implementação do Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) [1, 2], que teve impacto significativo no número de ingressantes de alguns cursos da UFCG.

Por outro lado, a seleção do período 2016.2 foi fundamentada na consideração de que, nesse ponto, a quantidade de alunos ativos tornou-se pouco significativa em relação à quantidade de alunos ingressantes. Isso é especialmente relevante pois em períodos com um grande número de alunos ativos, a determinação da trajetória futura desses alunos é incerta.

4.3.2 Extração dos Dados

Antes da análise, os dados foram submetidos a um processo de pré-processamento, no qual foram filtradas e transformadas apenas as informações pertinentes para cálculo das métricas e análise de custo descritas no trabalho. Essa etapa de tratamento dos dados foi conduzida utilizando técnicas de programação para análise de dados em Python [14], com o suporte das bibliotecas Pandas [13], NumPy [12] e Seaborn [16].

4.3.2.1 Custo do Aluno

No processo de extração de dados para análise, foram identificadas múltiplas tabelas separadas contendo informações relevantes para o estudo. Inicialmente, na tabela CURSOS_TURMA, foram identificados os campos CUT_VAGAS_DISPONIVEIS e CUT_NUM_VAGAS, que representam, respectivamente, o número de vagas disponíveis e o número total de vagas em uma disciplina. Considerando que a quantidade total de matrículas em uma disciplina pode ser calculada pela diferença entre o número total de vagas e as vagas disponíveis, foi possível obter um dos componentes essenciais da fórmula do custo do aluno.

Logo após, foi feita a união das tabelas CURSOS_TURMA, MATRICULAS e DISCIPLINAS. A integração dessas tabelas permitiu a consolidação das informações das matrículas de cada aluno, juntamente com os detalhes das turmas e disciplinas em que estavam matriculados. Assim, foi possível calcular e gerar uma nova tabela contendo o custo de cada aluno ao longo do tempo.

4.3.2.2 Custo dos Graduados e Evadidos

A partir da tabela de custo por aluno gerada inicialmente, o cálculo dos custos de alunos evadidos e graduados puderam ser feitos. Na tabela, informações sobre o período e a forma de evasão foram herdadas da tabela original. Por meio da análise dos códigos que identificam as formas de evasão, foi possível identificar o tipo de aluno, distinguindo entre os alunos graduados e os evadidos.

Os códigos 1, 10 e 20 identificavam alunos graduados, representando diferentes formas de conclusão do curso, como a graduação regular, a graduação sem colação de grau e a graduação por decisão judicial, respectivamente.

Já os códigos 22, 21, 14, 12, 11, 8, 7, 6, 5, 4, 3 e 2 foram atribuídos aos alunos evadidos, representando diversas circunstâncias que levaram à interrupção do curso. Entre essas circunstâncias estão: reprovação três vezes na mesma disciplina, reprovação em todas as disciplinas por falta, reingresso em outro curso, reingresso no mesmo curso, não cumprimento PEC, cancelamento solicitado pelo aluno, cancelamento por decisão judicial, cancelamento para mudança de curso, cancelamento de matrícula, cancelamento por abandono e transferência.

Dessa forma, a partir dos novos dados gerados, foi possível calcular o custo médio de cada curso, além de recuperar informações relevantes para o cálculo da taxa de evasão.

4.3.2.3 Custo Mínimo

Inicialmente, a partir da tabela ALUNOS, foi gerada uma tabela contendo a quantidade de evadidos, graduados, ativos, ingressantes e vagas de um curso, por período. A quantidade de vagas é calculada a partir da quantidade de ingressantes menos a quantidade dos alunos que evadem para reingressar no mesmo curso ou em outro curso da UFCG.

A junção dessa tabela com a tabela CURRICULOS_CURSOS possibilitou a junção das informações necessárias para o cálculo do custo mínimo: a carga horária mínima e a quantidade de vagas por período.

4.3.2.4 Demais Métricas

A partir das novas tabelas geradas ao longo da análise, foi possível calcular e analisar as métricas restantes, como a taxa de retenção e o sobrecusto.

5 Resultados e Discussões

5.1 Análise do Custo Mínimo

Para viabilizar a análise do custo mínimo em função de suas características e particularidades, inicialmente, organizou-se os cursos em dois tipos: aqueles com uma única entrada anual e os com duas entradas anuais, apresentados na Tabela 2 e Tabela 3, respectivamente. Em ambos os casos, os valores referentes ao custo mínimo foram classificados em alto, moderado e baixo, por meio da divisão do intervalo dos resultados obtidos em três partes distintas.

Na Tabela 2, a maioria dos cursos apresentou um custo mínimo baixo, uma vez que possuem características semelhantes, observando-se uma proporcionalidade entre suas cargas horárias e o número de alunos ingressantes.

Alguns cursos, todavia, tiveram seu custo mínimo classificado como moderado. Essa classificação se deve ao fato de que todos esses cursos, exceto o curso de Bacharelado em Ciências Sociais diurno do Campus Campina Grande(13305150), têm uma entrada média anual muito baixa. No caso específico do curso de Ciências Sociais, as entradas nos primeiros anos da análise foram muito baixas, causando um impacto significativo na média de entradas por ano, influenciando, conseqüentemente, seu custo mínimo.

Já o curso de Bacharelado em Matemática diurno do Campus Campina Grande(11107150) é o único com custo mínimo alto. Isso se dá graças ao número extremamente baixo de vagas efetivamente ocupadas para esse curso (uma média de cerca de 10 vagas por ano).

Código	Moda da da CH	Média de Vagas	Custo	Classe
11107150	2400	10,3	138,91	Alto
11107110	2835	15,6	101,23	Moderado
51105110	2925	10,1	76,82	Moderado
51107110	3015	21,0	85,27	Moderado
11105150	2880	22,0	74,78	Moderado
13305150	2685	25,6	64,98	Moderado
51109110	2880	25,6	57,75	Baixo
13312210	3240	27,5	61,67	Baixo
11107210	2835	28,8	50,10	Baixo
15108100	3225	28,9	60,77	Baixo
71131100	3690	32,1	59,58	Baixo
71132100	3615	32,5	61,85	Baixo
13305210	2561	33,9	48,49	Baixo
13309110	2850	34,6	49,77	Baixo
41403100	3600	34,8	53,56	Baixo
13312110	3240	34,8	46,86	Baixo
13317100	2400	34,8	34,54	Baixo
71315110	3555	35,4	58,44	Baixo
15127100	3600	37,3	50,24	Baixo
13309210	2850	38,3	38,34	Baixo
51201110	3105	38,9	40,19	Baixo
21316110	3060	39,3	41,19	Baixo
21316210	3060	39,3	39,25	Baixo
15121100	3675	40,3	47,03	Baixo
21312110	3210	42,0	39,9	Baixo
13301200	3000	42,8	37,02	Baixo
71133100	3690	43,9	42,57	Baixo
13304100	3000	45,1	33,74	Baixo
21312210	3210	45,5	35,33	Baixo
13304200	3000	45,5	34,49	Baixo
71305210	2805	46,0	31,38	Baixo
21309110	2985	46,8	32,15	Baixo
21309210	2985	48,9	30,88	Baixo
11128100	3600	49,3	36,92	Baixo
11126100	3600	55,5	32,91	Baixo
31350300	3810	65,4	28,95	Baixo
31350100	3810	68,4	27,68	Baixo
31350200	3810	70,3	26,91	Baixo

Tabela 2: Classificação dos custos mínimos - Cursos com 1 entrada

Na Tabela 3, apenas dois cursos tiveram seus custos mínimos classificados como altos. Medicina(12205100) do Campus Campina Grande, por ter uma carga horária muito alta, e Bacharelado em Engenharia de Alimentos do Campus Pombal(91125100), por ter um número médio de alunos ingressantes muito baixo.

Os cursos de Bacharelado em Engenharia Elétrica(14123100), Engenharia Civil(14123100) e Ciência da Computação(14102100), do Campus Campina Grande, todavia, apresentaram seu custo mínimo baixo, uma vez que o número de alunos ingressantes por ano é muito alto.

Código	Moda da da CH	Média de Vagas	Custo	Classe
12205100	7275	95,1	154,46	Alto
91125100	3645	58,0	136,07	Alto
13301100	3000	83,3	74,49	Moderado
41410100	4395	95,3	89,04	Moderado
11104120	2640	59,2	102,65	Moderado
11124100	3900	73,4	108,72	Moderado
91130100	3615	65,1	117,43	Moderado
15122100	3660	116,4	63,59	Baixo
14123100	3765	146,1	53,8	Baixo
14102100	2370	149,8	43,99	Baixo

Tabela 3: Classificação dos custos mínimos - Cursos com 2 entradas

Os demais cursos, cujos custos mínimos foram classificados como moderados, apresentam uma proporcionalidade entre o número de ingressantes médio e sua carga horária.

5.2 Análise do Sobrecusto

Utilizando a mesma técnica da análise anterior, o sobrecusto foi classificado em elevado, baixo e médio, conforme ilustrado na Tabela 4 Sendo o sobrecusto a métrica calculada a partir da razão entre o custo médio real dos alunos que o frequentam e o custo mínimo de um curso, se o sobrecusto for baixo, isso indica que o curso está operando de maneira eficiente, com um custo médio próximo ao custo mínimo esperado. Por outro lado, um sobrecusto alto sugere que o curso está tendo custos adicionais além do necessário, o que pode indicar ineficiências na sua gestão.

A maioria dos cursos cujos sobrecusto foram classificados como altos exibiram padrões semelhantes. Eles apresentaram uma taxa de evasão que variou de alta a muito alta, juntamente com uma taxa de permanência moderada. No entanto, houve exceções relevantes, como os cursos de Bacharelado em Arte e Mídia(13317100) do Campus Campina Grande e em Engenharia Florestal(41403100) do Campus Patos que, apesar de terem uma taxa de evasão moderada, se destacaram por possuírem uma taxa de permanência alta. Isso implica que os alunos desses cursos permanecem por um período mais longo antes de desistirem, resultando em um aumento no custo dos evadidos. Além disso, é importante ressaltar que a média de vagas ofertadas semestralmente para esses cursos é baixa. Esse fator contribui para aumentar o custo geral do aluno, considerando a forma como o cálculo é realizado.

Os cursos identificados como tendo um sobrecusto moderado revelam, mesmo diante de uma evasão que oscila de moderada a alta, uma taxa de permanência moderada. Nesse contexto, apresentam uma média de vagas no semestre que é igualmente moderada, fatores esses que convergem para uma redução geral nos custos dos alunos. Inicialmente, a alocação dos cursos de Bacharelado e Licenciatura diurnos em Matemática, dos Campus Campina Grande(11107150 e 11107110) e Cuité(51107110), causou surpresa devido às suas taxas elevadas de evasão, retenção e permanência. Contudo, isso é explicado pelo fato de que seus custos mínimos, conforme discutido anteriormente, são consideravelmente altos. Embora as taxas relacionadas à evasão e retenção normalmente

Código	Taxa de Evasão	Taxa de Retenção	Média de Permanência	Custo	Classe
15121100	0,77	1,42	3,56	10,3	Elevado
11105150	0,87	1,87	2,49	10,2	Elevado
13304200	0,80	1,44	3,87	8,2	Elevado
13305150	0,78	1,43	2,99	7,8	Elevado
71315110	0,58	1,17	3,47	7,4	Elevado
15108100	0,77	2,07	2,18	7,2	Elevado
13304100	0,69	1,32	3,96	7,1	Elevado
11107210	0,74	1,56	3,69	6,8	Elevado
13317100	0,54	1,21	5,11	6,5	Elevado
41403100	0,54	1,18	3,68	6,4	Elevado
11126100	0,64	1,42	3,92	6,3	Elevado
13305210	0,66	1,26	3,77	5,9	Elevado
71305210	0,58	1,17	3,52	5,9	Elevado
21309210	0,69	1,25	5,27	5,8	Elevado
51105110	0,74	1,44	3,24	5,6	Elevado
11128100	0,47	1,17	4,33	5,3	Elevado
71131100	0,75	1,35	3,86	5,2	Elevado
13312210	0,62	1,20	3,86	5,0	Elevado
13301200	0,62	1,27	5,50	4,9	Médio
21309110	0,59	1,23	3,95	4,8	Médio
13309210	0,50	1,15	4,15	4,7	Médio
71133100	0,55	1,19	3,92	4,4	Médio
21316210	0,57	1,17	4,37	4,4	Médio
15127100	0,50	1,32	4,35	4,4	Médio
11104120	0,50	1,21	5,48	4,2	Médio
13312110	0,38	1,11	3,69	4,2	Médio
21316110	0,51	1,16	4,11	4,0	Médio
14123100	0,56	1,28	4,72	4,0	Médio
13309110	0,47	1,14	3,95	3,9	Médio
71132100	0,65	1,28	4,32	3,8	Médio
21312210	0,43	1,08	3,52	3,8	Médio
51107110	0,70	1,40	2,55	3,6	Médio
51201110	0,48	1,14	3,69	3,5	Médio
21312110	0,32	1,06	2,55	3,4	Médio
51109110	0,59	1,32	4,08	3,3	Médio
31350200	0,29	1,03	3,64	3,3	Médio
31350100	0,22	1,02	3,00	3,2	Médio
11107110	0,69	1,43	3,59	3,1	Médio
11107150	0,73	1,50	3,51	3,1	Médio
31350300	0,19	1,02	4,71	3,0	Baixo
12205100	0,13	1,02	2,77	2,9	Baixo
14102100	0,56	1,34	4,08	2,7	Baixo
11124100	0,53	1,29	4,94	2,3	Baixo
13301100	0,50	1,18	4,10	2,2	Baixo
15122100	0,38	1,16	4,93	2,1	Baixo
41410100	0,30	1,12	4,38	1,9	Baixo
91130100	0,63	1,30	3,59	1,7	Baixo
91125100	0,66	1,32	3,52	1,5	Baixo

Tabela 4: Classificação do sobrecusto dos cursos

sugiram custos elevados, os cursos de matemática apresentam um

custo mínimo significativo, o que influenciou diretamente sua classificação, uma vez que o sobrecurso é calculado como o custo médio dividido pelo custo mínimo.

Os cursos classificados com baixo sobrecurso apresentam taxas de evasão e retenção variando de baixas a muito baixas, sugerindo uma eficiência elevada na gestão de recursos. No entanto, algumas exceções a esse padrão são os cursos de Bacharelado em Engenharia Ambiental(91130100) e em Engenharia de Alimentos(91125100) do Campus Pombal, e Bacharelado em Engenharia Mecânica(11124100). Apesar de exibirem taxas de evasão altas e taxas de permanência moderadas, esses cursos também têm seus custos mínimos classificados de moderados a altos. Além disso, o curso de Bacharelado em Ciência da Computação(14102100) do Campus Campina Grande, apesar de suas taxas de evasão e permanência moderadas, destaca-se por sua média de vagas por período alta, o que pode contribuir para a redução do custo por aluno de forma geral.

Dessa forma, essas observações ressaltam a complexidade na análise da eficiência dos cursos e a necessidade de considerar uma variedade de fatores além das taxas de evasão e permanência.

6 Conclusões e Trabalhos Futuros

A partir das métricas desenvolvidas para o cálculo do sobrecurso, a eficiência de um curso pode ser mensurada em três categorias: alta, baixa e moderada. Considerando os cursos analisados, 21 foram classificados com eficiência moderada, 9 com eficiência alta e 18 com eficiência baixa. Esses resultados destacam a complexidade da análise de desempenho dos cursos e ressaltam a importância de uma avaliação minuciosa dos fatores envolvidos nos custos e na eficiência da alocação de recursos. Essa abordagem detalhada é essencial para identificar áreas de melhoria e implementar estratégias direcionadas para otimizar a gestão de recursos nas instituições de ensino superior.

Um desafio significativo na análise do custo de um aluno em uma IES é a falta de um acompanhamento eficaz da trajetória de estudantes que reingressam na mesma instituição, seja no mesmo curso ou não. A cada reentrada, esses alunos recebem um novo número de matrícula, o que dificulta a continuidade do registro de sua trajetória acadêmica e, conseqüentemente, a avaliação precisa de seus custos e de seus impactos nos custos dos cursos em que eles frequentaram.

Para sanar essa lacuna na pesquisa, propõe-se um trabalho futuro focado no desenvolvimento de métodos para acompanhar e analisar a trajetória desses alunos reingressantes. Uma solução potencial para esse problema é explorar a possibilidade de utilizar identificadores alternativos que permitam a vinculação dos registros acadêmicos sem comprometer a privacidade dos alunos.

Além disso, sugere-se a criação de um site ou *dashboard* acessível a gestores públicos, onde eles possam ter acesso a esses dados em tempo real. Esse recurso não apenas permitiria uma análise mais abrangente da trajetória dos alunos, mas também ofereceria aos gestores ferramentas de filtragem e análise para identificar padrões, tendências e áreas de melhoria. Isso poderia contribuir para a tomada de decisões informadas e para a implementação de políticas educacionais mais eficazes e direcionadas.

7 Agradecimentos

Agradeço imensamente aos meus pais, Iana Daya e Paulo Márcio, e ao meu irmão Kleber César, pelo apoio incondicional não apenas ao longo de toda a minha jornada acadêmica, mas em todos os aspectos da minha vida. Sem a presença de vocês ao meu lado, nada disso seria possível.

Agradeço também ao meu namorado, Marcos Sales, por estar sempre presente, me apoiando nos momentos difíceis e celebrando cada conquista.

Expresso minha gratidão aos docentes, colegas e amigos que cruzaram meu caminho durante esses anos de estudo. Em particular, gostaria de destacar a importância de Antonio Neto, Brenda Alves, Natalia Salvino, Ricardo Adley e Ekarani Teles, bem como daqueles com quem tive o privilégio de trabalhar no Laboratório de Sistemas Distribuídos. Além disso, não poderia deixar de mencionar a equipe do projeto "O Povo Requer". Nossas trocas de experiências foram inestimáveis para o meu crescimento acadêmico e pessoal.

Aos amigos que, em algum momento, também atuaram como mentores, especialmente a Matheus Araújo, por me introduzir ao mundo do desenvolvimento, e a Ricardo Adley, por abrir as portas para o universo dos dados, meu sincero agradecimento.

E, por fim, um agradecimento especial ao meu orientador, o Prof. Fubica Brasileiro, por sua dedicação, paciência e orientação ao longo de todo o processo. Sem seu empenho, este trabalho não teria alcançado os resultados que obtive. Sou imensamente grata por sua sabedoria e apoio constante.

Referências

- [1] Proposta da ufcg ao reuni. <http://www.ufcg.edu.br/prtufcg/reuni/propostareuni.pdf>, 2007. Acessado em 20 de Abril de 2024.
- [2] Reestruturação e expansão das universidades federais. <https://reuni.mec.gov.br/>, 2007. Acessado em 20 de Abril de 2024.
- [3] ALONSO, M. Custos no serviço público. *Revista do Serviço Público* 50, 1 (1999), 37–63.
- [4] BARRETO, P. M., AND BEHR, A. Custo-aluno na educação a distância : uma análise a partir de um projeto de implantação em uma ies privada do rs. *Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Curso de Ciências Contábeis.*, 1 (2018).
- [5] BROITETTI, C., AND CHIARELLI, L. Investimento público por aluno no nível superior em ciências contábeis em um dos campi da unespar-pr. *Revista Mineira de Contabilidade* 17, 3 (2016), 59–69.
- [6] CARREIRA, D., AND PINTO, J. M. R. Custo aluno qualidade inicial: rumo à educação pública de qualidade no brasil. *Campanha Nacional pelo direito à Educação* (2007).
- [7] DE MAGALHÃES, E. A., DE FÁTIMA RAMOS SILVEIRA, S., ABRANTES, L. A., FERREIRA, M. A. M., AND WAKIM, V. R. Custo do ensino de graduação em instituições federais de ensino superior: o caso da universidade federal de viçosa. *Revista de Administração Pública* 44, 3 (2010), 637 – 666.
- [8] DE OLIVEIRA, L. A. Análise do custo-aluno como ferramenta para decisão gerencial em uma instituição de ensino superior pública. Master's thesis, Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2018.
- [9] DIAZ, D. Livro branco dos custos em universidades. *Madri: Oficina de CooperaciónUniversitaria, S.A* (2013).
- [10] GALVÃO, F. V. Pesquisa sobre custo-aluno no brasil: caminhos percorridos e possibilidades. *FINEDUCA - Revista de Financiamento da Educação* 11, 3 (2021).
- [11] MORGAN, B. F. A determinação do custo do ensino na educação superior: o caso da universidade de Brasília. Master's thesis, Dissertação (mestrado)—Universidade de Brasília, Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa Multi-Institucional e Inter-Regional de Pós-Graduação em Ciências Contábeis., 2004.
- [12] NUMPY DEVELOPERS. Numpy documentation. <https://numpy.org/devdocs/user/>, 2024. Acessado em 5 de maio de 2024.
- [13] PANDAS DEVELOPMENT TEAM. Pandas documentation. <https://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable/>, 2024. Acessado em 5 de maio de 2024.
- [14] PYTHON SOFTWARE FOUNDATION. Python 3 documentation. <https://docs.python.org/3/>, 2024. Acessado em 5 de maio de 2024.
- [15] ROLIN, E. C. Custo da educação pública federal no Brasil: As metodologias utilizadas pelo tcu e pelo mec. *Educação Contemporânea* 22, 1 (2021).

- [16] SEABORN DEVELOPMENT TEAM. Seaborn documentation. <https://seaborn.pydata.org/>, 2024. Acessado em 5 de maio de 2024.