

Insucesso Acadêmico no Eixo de Matemática em Engenharia de Computação: Análise Pré e Pós-Curricularização da Extensão

João Victor D. e Souza¹, Lorezo J. B. Luz, Luís Augusto M. Mendes¹,
Gabriella C. B. Costa¹, Luan S. Oliveira¹, Alex S. Temóteo¹, Michele R. Fidelis¹

¹Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG)
Campus Leopoldina – Leopoldina, MG, Brasil

{joao.souza,lorenzo.luz}@aluno.cefetmg.br,

{luisaugusto,gabriella,luan,alextemoteo,michelefidelis}@cefetmg.br

Abstract. *This paper analyzes academic failure in the mathematics axis of a Computer Engineering program from 2018.1 to 2025.2, considering the curricular reorganization resulting from the curricularization of extension activities from 2023.1 onward. The study uses institutional reports by course and semester, organizing the components by macrotheme, such as Calculus, Analytical Geometry/Linear Algebra, and Discrete Mathematics, and by equivalences between courses from the old and current curricula. In the mathematics axis as a whole, the failure rate increased from 57.8% before 2023.1 to 63.5% after 2023.1. However, the robustness analysis excluding 2020 and 2021 shows that this difference depends on the composition of the baseline. The results indicate persistent high failure in single-variable Calculus, an increased failure rate in Discrete Mathematics, and a high volume of failures in Analytical Geometry and Linear Algebra.*

Resumo. *Este artigo analisa o insucesso acadêmico no eixo de matemática de um curso de Engenharia de Computação entre 2018.1 e 2025.2, considerando a reorganização curricular decorrente da curricularização da extensão a partir de 2023.1. O estudo utiliza relatórios institucionais por disciplina e semestre, organizando os componentes por macrotema, como Cálculo, Geometria Analítica/Álgebra Linear e Matemática Discreta, e por equivalências entre disciplinas das matrizes antiga e atual. No conjunto do eixo de matemática, a taxa de insucesso passou de 57,8% antes de 2023.1 para 63,5% após 2023.1. Porém, a análise de robustez sem 2020 e 2021 mostra que essa diferença depende da composição da linha de base. Os resultados apontam persistência de alto insucesso em Cálculo univariável, aumento da taxa em Matemática Discreta e elevado volume de insucessos em Geometria Analítica e Álgebra Linear.*

1. Introdução

A permanência discente em cursos de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM) permanece como tema relevante para instituições de ensino superior, especialmente em áreas que dependem de forte formação quantitativa. No contexto brasileiro, o Censo da Educação Superior 2024, produzido pelo INEP/MEC, permite acompanhar a trajetória dos estudantes por meio de medidas como evasão, conclusão, retenção e permanência. Esses indicadores evidenciam a necessidade de monitoramento sistemático da

progressão acadêmica, uma vez que a evasão no sistema de educação superior brasileiro alcançou 17,5% no período de 2023 a 2024 [INEP 2025a, p. 70]. No caso das engenharias e da computação, esse acompanhamento é particularmente importante porque a progressão curricular costuma depender de disciplinas iniciais de matemática, física e computação.

Estudos recentes reforçam que o desempenho matemático permanece associado à trajetória acadêmica em engenharia. [Wick et al. 2022] analisam iniciativas de retenção para estudantes de engenharia e incluem, entre as intervenções avaliadas, o desacoplamento entre Física e Cálculo no primeiro ano, o apoio em Cálculo introdutório e o treinamento em visualização espacial. [Varol and Ridder 2024] investigam a retenção em engenharia a partir do posicionamento matemático e do desempenho em disciplinas de matemática, enquanto [Ryan et al. 2025] discutem como exames de posicionamento podem influenciar a matrícula em Cálculo 1 e a persistência no curso. Na mesma direção, [Ibrahim et al. 2025] discutem o papel de disciplinas iniciais de matemática, especialmente Cálculo, como cursos-gateway em STEM, destacando intervenções colaborativas voltadas à permanência e ao desempenho discente. Esses trabalhos indicam que disciplinas matemáticas não devem ser tratadas apenas como componentes isolados, mas como pontos sensíveis da formação.

No curso de Engenharia de Computação do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), Campus Leopoldina, a reorganização curricular registrada a partir de 2023.1 alterou a composição do eixo de matemática. O Plano Pedagógico de Curso (PPC) anterior distribuía esse eixo em componentes como Cálculo I, II e III, Geometria Analítica e Álgebra Vetorial, Álgebra Linear, Matemática Discreta e Estatística. Na matriz atual, esses conteúdos aparecem reorganizados em componentes como Cálculo com Funções de uma Variável Real, Cálculo com Funções de Várias Variáveis, Integração e Séries, Geometria Analítica e Álgebra Linear, Matemática Discreta, Equações Diferenciais Ordinárias e Estatística. Essa alteração dificulta comparações diretas baseadas apenas em código ou nome de disciplina, exigindo agrupamentos por macrotemas, famílias analíticas e equivalências curriculares.

Diante desse cenário, este artigo analisa o insucesso acadêmico no eixo de matemática entre 2018.1 e 2025.2, com base em relatórios institucionais agregados por disciplina e semestre. A pergunta que orienta o estudo é: como evoluiu o insucesso nas disciplinas do eixo de matemática da Engenharia de Computação, e quais componentes, macrotemas e famílias analíticas concentram os maiores riscos após a mudança curricular de 2023.1? O objetivo é comparar os períodos pré e pós-mudança curricular e identificar pontos do eixo matemático que demandam maior atenção pedagógica e institucional. Assim, a contribuição deste trabalho reside em oferecer um diagnóstico quantitativo e reproduzível, baseado em dados institucionais agregados e alinhado ao contexto curricular descrito nos PPCs do curso.

Além desta Introdução, o artigo está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 aborda a fundamentação teórica do estudo; a Seção 3 detalha a metodologia de coleta e análise de dados; e a Seção 4 expõe os resultados obtidos. Na sequência, a Seção 5 traça uma comparação do cenário pré e pós-mudança curricular e aprofunda a discussão com a análise por macrotema e equivalências críticas; a Seção 6 apresenta as discussões gerais a partir das análises realizadas. Por fim, a Seção 7 traz as considerações finais, seguida pelos agradecimentos e pelas referências bibliográficas.

2. Fundamentação Teórica

A análise do insucesso em disciplinas de matemática insere-se na discussão sobre permanência e sucesso acadêmico em cursos de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM), marcados por forte encadeamento de pré-requisitos e por componentes iniciais de alta exigência. No contexto brasileiro, os Indicadores de Fluxo da Educação Superior, produzidos pelo INEP/MEC a partir do Censo da Educação Superior, permitem acompanhar evasão, permanência, retenção e conclusão efetiva. No fluxo 2023-2024, o sistema de educação superior brasileiro registrou taxa de evasão de 17,5%, permanência de 75,3%, retenção de 32,6% e conclusão efetiva de 64,9% [INEP 2025b]. Esses dados reforçam a importância de monitorar trajetórias formativas e pontos de fragilidade na progressão acadêmica.

Na literatura sobre permanência no ensino superior, [Tinto 2025] destaca percepções, motivação, engajamento acadêmico e redes de interação nas decisões de permanecer ou sair. Em STEM, [Seymour and Hunter 2019] mostram que a saída ou deslocamento de estudantes resulta de múltiplos fatores, como preparação prévia, experiências pedagógicas, organização curricular e pertencimento. Essa perspectiva evita interpretar o insucesso em matemática apenas como dificuldade individual, situando-o também como evidência de pontos sensíveis da estrutura curricular.

Nos cursos de engenharia e computação, as disciplinas matemáticas cumprem papel formativo central, pois sustentam conteúdos posteriores de modelagem, algoritmos, análise de sistemas, estatística, métodos numéricos, otimização e componentes profissionalizantes [Pepin et al. 2021]. Por estarem frequentemente nos períodos iniciais e articuladas a pré-requisitos, podem se tornar pontos de estrangulamento curricular ao concentrar reprovações, cancelamentos ou trancamentos. Assim, o insucesso no eixo de matemática pode afetar a progressão, a permanência e a relação do estudante com o curso, como indicam estudos sobre trajetórias de estudantes de engenharia após reprovação em Cálculo Diferencial e Integral [Martens et al. 2025].

O Cálculo ocupa posição de destaque por ser recorrente nos primeiros períodos de cursos STEM e por estruturar conhecimentos usados em componentes posteriores. [Ibrahim et al. 2025] discutem disciplinas iniciais de matemática, especialmente Cálculo, como *cursos-gateway* em STEM, destacando intervenções colaborativas voltadas à permanência e ao desempenho discente. Para este artigo, essa literatura sustenta a leitura do eixo matemático como região curricular crítica: altas taxas de insucesso nesse bloco podem indicar risco à progressão acadêmica, ainda que os dados agregados não permitam inferir trajetórias individuais.

Embora essa literatura descreva fatores associados à permanência e intervenções em componentes iniciais, predominam análises centradas em trajetórias individuais, posicionamento matemático ou experiências pedagógicas específicas. Há menos atenção a procedimentos institucionais que permitam comparar, com dados agregados rotineiramente disponíveis, componentes renomeados ou redistribuídos após uma reorganização curricular. Este artigo não propõe um novo método estatístico; sua contribuição está em combinar uma classificação documental das duas matrizes, indicadores longitudinais e análises de robustez para produzir um diagnóstico curricular reproduzível e acionável.

Mudanças curriculares podem alterar nomes, cargas horárias, pré-requisitos, distri-

buição de conteúdos e posição das disciplinas na matriz. Por isso, a comparação histórica do insucesso não deve depender apenas de códigos ou nomes de componentes curriculares. Neste estudo, essa necessidade decorre da reorganização do eixo matemático a partir de 2023.1. O recorte por macrotemas agrupa áreas como Cálculo, Geometria Analítica, Álgebra Linear, Matemática Discreta, Estatística e Equações Diferenciais, enquanto as famílias analíticas aproximam disciplinas com função curricular semelhante entre matrizes. Essa estratégia torna a comparação pré e pós-mudança curricular mais coerente com os PPCs, embora exija cautela interpretativa.

Os indicadores agregados por disciplina e semestre permitem acompanhar padrões longitudinais de insucesso e identificar componentes com maior concentração de eventos. Contudo, a taxa de insucesso utilizada expressa a razão entre eventos de insucesso e discentes registrados em uma disciplina ofertada, não uma medida individual de evasão ou retenção no curso. Assim, diferenças entre períodos, macrotemas ou famílias analíticas são tratadas como associações empíricas, úteis para indicar pontos do currículo que demandam atenção pedagógica, revisão de pré-requisitos, apoio acadêmico ou estudos posteriores com microdados.

3. Metodologia

Este estudo adota uma abordagem quantitativa, documental e longitudinal, alinhada à lógica de desenhos quantitativos orientados por variáveis, mensuração de indicadores e comparação entre grupos ou períodos [Creswell and Creswell 2018]. O objetivo metodológico é analisar a evolução do insucesso acadêmico em disciplinas associadas ao eixo de matemática do curso de Engenharia de Computação, considerando a reorganização curricular registrada a partir de 2023.1. A análise utiliza dados agregados por disciplina e semestre, de modo que os resultados descrevem eventos de insucesso em componentes curriculares ofertados, e não trajetórias individuais de estudantes.

O período compreende 16 semestres (2018.1–2025.2), agrupados em pré-mudança (2018.1–2022.2) e pós-mudança (2023.1–2025.2), conforme os Projetos Pedagógicos do Curso (PPCs)¹. As fontes primárias foram relatórios sintéticos de insucesso acadêmico emitidos por semestre em formato PDF. Esses relatórios informam, para cada disciplina, o número de turmas, discentes, cancelamentos, reprovações (por média; falta; média e falta; nota e falta), trancamentos e total de insucessos, complementados pelos PPCs para interpretação curricular.

A unidade de análise é a disciplina ofertada em um semestre. Cada observação corresponde a uma combinação entre semestre, código da disciplina, nome da disciplina, macrotema, família analítica, número de turmas, número de discentes e eventos de insucesso. A base final contém 154 registros de disciplina-semester, dos quais 139 compõem o eixo matemático principal e 15 integram a subanálise de matemática aplicada/computacional.

O eixo matemático principal inclui disciplinas estruturantes de formação matemática, como Cálculo, Geometria Analítica, Álgebra Linear, Matemática Discreta, Estatística, Integração e Séries, Equações Diferenciais Ordinárias, Equações Diferenciais Parciais, Variáveis Complexas e Fundamentos Matemáticos. Por decisão metodológica, Equações

¹Disponíveis em: <https://www.eng-computacao.leopoldina.cefetmg.br/grade-e-corpo-docente/informacoes-do-curso>

Diferenciais Parciais foi mantida no eixo matemático principal, em razão de sua função formativa associada à sequência de cálculo e equações diferenciais.

Pesquisa Operacional e Métodos Numéricos foram analisados separadamente como matemática aplicada/computacional. Essa separação busca evitar que componentes com orientação mais explícita para otimização, modelagem computacional e métodos numéricos distorçam a leitura do eixo matemático principal. Ainda assim, esses componentes foram preservados em subanálise, por sua relevância para a formação quantitativa do curso.

Como a mudança curricular alterou nomes, códigos e organização de componentes, as disciplinas foram classificadas também por macrotema e família analítica. O macrotema agrupa áreas amplas, como Cálculo, Geometria Analítica, Álgebra Linear, Matemática Discreta, Estatística e Equações Diferenciais. A definição das famílias analíticas considerou conjuntamente: (i) a sobreposição de conteúdos descritos nas ementas; (ii) a posição do componente na sequência formativa; (iii) seus pré-requisitos e componentes subsequentes; e (iv) sua função no eixo de matemática. A classificação não representa equivalência administrativa integral entre disciplinas, mas continuidade analítica suficiente para comparação histórica. Casos em que a reorganização distribuiu conteúdos entre mais de um componente foram mantidos em macrotemas amplos ou analisados separadamente.

O indicador central do estudo é a taxa de insucesso, definida como:

$$\text{taxa de insucesso} = \frac{\text{total de insucessos}}{\text{discentes matriculados na disciplina}}.$$

O total de insucessos agrega cancelamentos, reprovações por média, reprovações por nota, reprovações por falta, reprovações por média e falta, ocorrências de nota e falta e trancamentos. Também foram analisadas a composição dos tipos de insucesso e a participação de cada disciplina no total de insucessos do período pós-2023.1.

Inicialmente, foram calculadas estatísticas descritivas por semestre, incluindo número de disciplinas ofertadas, turmas, discentes, total de insucessos e taxa agregada de insucesso. Em seguida, comparou-se a proporção de insucessos nos períodos pré e pós-2023.1 por meio de teste z para duas proporções. Para essa comparação, os totais de insucessos e sucessos foram tratados como contagens binomiais agregadas, seguindo a abordagem de análise de dados categóricos descrita por [Agresti 2019]. Foram reportados diferença em pontos percentuais, intervalo de confiança de 95%, valor-p, razão de risco, intervalo de confiança da razão de risco (RR), odds ratio e tamanho de efeito de Cohen h [Cohen 1988].

Para avaliar tendência temporal, utilizou-se regressão logística binomial agrupada, tendo como numerador o total de insucessos, como denominador o número de discentes registrados e como variável explicativa a ordem temporal do semestre, também em consonância com modelos para respostas binárias agregadas [Agresti 2019]. A análise foi estratificada por macrotema, família analítica e grupos de equivalência considerados críticos para o artigo. Adicionalmente, foram identificadas as disciplinas que mais contribuíram para o volume de insucessos no período pós-2023.1 e as maiores taxas entre disciplinas com pelo menos 30 discentes.

Não foi aplicada correção para múltiplas comparações às análises estratificadas. A

comparação agregada pré/pós foi definida como análise principal, enquanto as comparações por macrotema e família tiveram finalidade diagnóstica e exploratória. Por isso, os valores-p estratificados são interpretados como sinais que orientam investigação posterior, em conjunto com magnitude, intervalo de confiança, volume de registros e coerência curricular, e não como confirmações independentes de efeitos causais.

Como os anos de 2020 e 2021 refletem condições excepcionais de oferta e acompanhamento acadêmico (período da pandemia), realizou-se uma análise de robustez excluindo esses semestres. O objetivo foi verificar se a diferença entre os períodos pré e pós-2023.1 se mantinha quando os anos potencialmente atípicos eram retirados da linha de base. Também foi realizada uma comparação interna do período pós-mudança curricular, separando o pós inicial, de 2023.1 a 2024.1, do pós recente, de 2024.2 a 2025.2. Os resultados foram interpretados de forma observacional. A base utilizada é agregada por disciplina-semester e não contém microdados individuais, como histórico acadêmico, perfil de ingresso, docente, turma, turno ou repetência discente. Além disso, um mesmo estudante pode estar registrado em mais de uma disciplina ou semestre, o que limita a interpretação das observações como unidades independentes. Portanto, as diferenças pré e pós-2023.1 não são tratadas como efeitos causais da mudança curricular, mas como associações empíricas úteis para diagnóstico institucional, priorização de componentes críticos e formulação de estudos posteriores com dados mais detalhados.

4. Resultados

Esta seção apresenta uma visão descritiva do insucesso no eixo matemático principal entre 2018.1 e 2025.2. O objetivo é caracterizar a série temporal, a composição dos tipos de insucesso e as disciplinas que mais contribuíram para o volume observado no período posterior à mudança curricular. A comparação estatística entre os períodos pré e pós-2023.1 é aprofundada na Seção 5. Os scripts e arquivos de apoio utilizados na análise estão disponíveis em repositório público de artefatos², garantindo reprodutibilidade.

Ao longo dos 16 semestres analisados, foram registrados 2.418 registros de discentes nas disciplinas do eixo matemático principal e 1.463 eventos de insucesso. No período pré-2023.1, foram contabilizados 1.288 registros de discentes e 745 insucessos, com taxa agregada de 57,8%. No período pós-2023.1, foram contabilizados 1.130 registros de discentes e 718 insucessos, com taxa agregada de 63,5%.

A Figura 1 apresenta a evolução semestral da taxa de insucesso. No pré-2023.1, observa-se maior oscilação, com taxas entre 27,5% em 2020.1 e 78,7% em 2018.2. No pós-2023.1, as taxas permanecem elevadas, mas com menor amplitude, variando de 57,4% em 2025.1 a 70,8% em 2023.2. Assim, o eixo matemático manteve níveis altos de insucesso ao longo de todo o período, com taxas sempre acima de 57% após a reorganização curricular.

A composição dos eventos de insucesso indica mudança importante no perfil dos registros. No período pré-2023.1, a reprovação por média corresponde a 51,7% dos insucessos, seguida pelos trancamentos, com 25,1%, pelas reprovações por média e falta, com 13,7%, e pelos cancelamentos, com 9,5%. No período pós-2023.1, a reprovação por média passa a representar 68,9% dos eventos, enquanto as reprovações por média e falta

²Disponível em: <https://github.com/petcomp-cefetmg/analiseInsucessosMatematica>

<https://github.com/petcomp-cefetmg/analiseInsucessosMatematica>

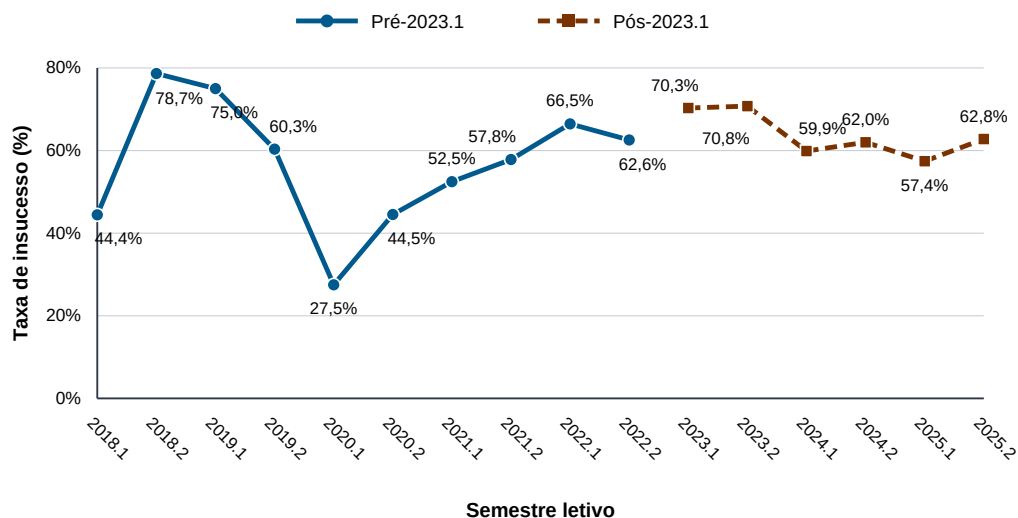


Figura 1. Taxa de insucesso por semestre no eixo de matemática principal.

correspondem a 16,4%, os trancamentos caem para 8,1% e os cancelamentos representam 6,5%.

A Figura 2 evidencia que, no pós-2023.1, o insucesso está mais concentrado em reprovações do que em trancamentos. Esse resultado é relevante para a interpretação pedagógica dos achados, pois desloca a atenção para domínio de conteúdo, avaliação, frequência, pré-requisitos e acompanhamento da aprendizagem, mais do que para afastamento formal da disciplina.

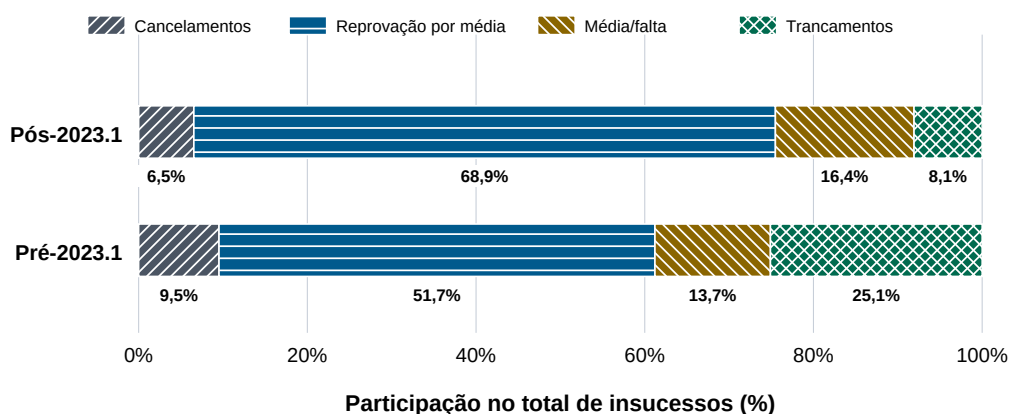


Figura 2. Composição dos tipos de insucesso por período.

No período posterior à mudança curricular, quatro disciplinas concentram 543 insucessos, equivalentes a 75,6% dos eventos do eixo matemático principal. Cálculo com Funções de uma Variável Real apresenta o maior volume, com 217 insucessos em 295 registros de discentes, taxa de 73,6% e participação de 30,2% no total do período. Em seguida, Geometria Analítica e Álgebra Linear registra 169 insucessos em 255 registros, taxa de 66,3% e participação de 23,5%. Matemática Discreta soma 84 insucessos em 129

registros, com taxa de 65,1%, enquanto Cálculo com Funções de Várias Variáveis I soma 73 insucessos em 108 registros, com taxa de 67,6%. Na Tabela 1 são apresentadas as disciplinas com maior contribuição para os insucessos no novo PPC.

Tabela 1. Disciplinas com maior contribuição para os insucessos no pós-2023.1

Código	Disciplina	Matrículas	Insuc.	Taxa	Part.
G03CFVR0.01	Cálculo com Funções de uma Variável Real	295	217	73,6%	30,2%
G03GAAL0.01	Geometria Analítica e Álgebra Linear	255	169	66,3%	23,5%
G03MDIS0.02	Matemática Discreta	129	84	65,1%	11,7%
G03CFVV1.01	Cálculo com Funções de Várias Variáveis I	108	73	67,6%	10,2%
G03ISER0.01	Integração e Séries	95	46	48,4%	6,4%
G03ALIN0.01	Álgebra Linear	41	23	56,1%	3,2%
G03EDOR0.01	Equações Diferenciais Ordinárias	38	17	44,7%	2,4%
G03MDIS0.01	Matemática Discreta	24	16	66,7%	2,2%
MAT05610	Álgebra Linear	31	15	48,4%	2,1%
MAT04	Cálculo III	28	14	50,0%	1,9%

Esses resultados indicam forte concentração do insucesso em poucos componentes. As duas disciplinas com maior volume, Cálculo com Funções de uma Variável Real e Geometria Analítica e Álgebra Linear, somam 386 insucessos, equivalentes a 53,8% dos eventos do período pós-2023.1. Portanto, ações de monitoramento e apoio nessas disciplinas tendem a alcançar parcela expressiva dos casos observados.

5. Comparação Pré/Pós Mudança Curricular e Análise por Macrotema

Esta seção compara o comportamento do insucesso antes e depois da reorganização curricular registrada a partir de 2023.1 e a análise das disciplinas por macrotema. A comparação considera o eixo matemático principal e utiliza como numerador o total de insucessos e como denominador o total de discentes registrados nas disciplinas do recorte. Os resultados devem ser interpretados como associações em dados agregados por disciplina-semester, e não como efeito causal direto da mudança curricular.

5.1. Comparação agregada

No período pré-2023.1, foram registrados 745 insucessos em 1.288 discentes matriculados, resultando em taxa agregada de 57,8%. No período pós-2023.1, foram registrados 718 insucessos em 1.130 discentes matriculados, com taxa de 63,5%. A diferença estimada foi de +5,7 pontos percentuais, com intervalo de confiança de 95% entre +1,8 e +9,6 pontos percentuais. O teste z para duas proporções indicou diferença estatisticamente detectável entre os períodos ($z = 2,86$, $p = 0,004$). A Tabela 2 apresenta os dados obtidos na comparação agregada.

Tabela 2. Comparações agregadas do eixo matemático principal

Comparação	$n_{ref.}$	Taxa ref.	$n_{comp.}$	Taxa comp.	Dif.	RR	p
Pré vs. pós, base completa	1288	57,8%	1130	63,5%	+5,7 p.p.	1,10	0,004
Pré vs. pós, sem 2020–2021	694	67,1%	1130	63,5%	-3,6 p.p.	0,95	0,117
Pós inicial vs. pós recente	513	66,9%	617	60,8%	-6,1 p.p.	0,91	0,034

A razão de risco (RR) da comparação completa foi 1,10, com intervalo de confiança de 95% entre 1,03 e 1,17. Isso indica que, na base completa, a taxa de insucesso agregada

do pós-2023.1 foi aproximadamente 10% maior que a taxa observada no período anterior. O odds ratio foi 1,27, enquanto o tamanho de efeito de Cohen h foi 0,12, magnitude pequena. Assim, embora a diferença seja estatisticamente detectável, sua interpretação substantiva deve considerar o contexto curricular e a distribuição dos semestres que compõem a linha de base.

A regressão logística binomial agrupada estimou razão de chances de 1,015 por semestre, equivalente a 1,029 por ano, mas sem evidência estatística suficiente para afirmar tendência temporal monotônica no período completo ($p = 0,145$). Esse resultado é coerente com a série semestral apresentada na Figura 1, na qual há oscilações relevantes entre semestres, especialmente no período pré-2023.1.

A análise de robustez altera a leitura da comparação principal. Ao excluir os anos de 2020 e 2021, a taxa pré-2023.1 passa a 67,1%, superior à taxa pós-2023.1 de 63,5%. A diferença torna-se -3,6 pontos percentuais e deixa de ser estatisticamente significativa ($p = 0,117$). Isso mostra que os semestres de 2020 e 2021 reduzem a linha de base pré-2023.1 na análise completa, influenciando a diferença agregada observada entre os períodos.

Também foi comparado o pós inicial, de 2023.1 a 2024.1, com o pós recente, de 2024.2 a 2025.2. A taxa caiu de 66,9% para 60,8%, diferença de -6,1 pontos percentuais ($p = 0,034$). Esse resultado sugere redução dentro do próprio período pós-mudança curricular, ainda que as taxas recentes permaneçam elevadas em termos absolutos.

A diferença agregada entre os períodos não se distribui de maneira homogênea entre os macrotemas. A Tabela 3 apresenta a comparação pré e pós-2023.1 por área do eixo matemático. Matemática Discreta apresenta aumento de 45,6% para 65,4%, diferença de +19,7 pontos percentuais ($p < 0,001$). Geometria Analítica também apresenta aumento, de 58,0% para 66,3%, diferença de +8,3 pontos percentuais ($p = 0,047$). Em Cálculo, por outro lado, a taxa permanece praticamente estável, passando de 65,3% para 65,0%.

Tabela 3. Comparação pré e pós-2023.1 por macrotema

Macrotema	n_{pre}	Taxa pre	n_{pos}	Taxa pos	Dif.	RR	p
Matemática Discreta	171	45.6%	153	65.4%	+19.7 p.p.	1.43	0.000
Geometria Analítica	288	58.0%	255	66.3%	+8.3 p.p.	1.14	0.047
Fundamentos Matemáticos	28	57.1%	6	83.3%	+26.2 p.p.	1.46	0.231
Variáveis Complexas	11	54.5%	1	100.0%	+45.5 p.p.	1.83	0.377
Álgebra Linear	76	46.1%	72	52.8%	+6.7 p.p.	1.15	0.413
Estatística	119	45.4%	34	47.1%	+1.7 p.p.	1.04	0.862
Cálculo	591	65.3%	569	65.0%	-0.3 p.p.	1.00	0.918
Equações Diferenciais	0	–	40	47.5%	–	–	–
Tópicos de Matemática	4	75.0%	0	–	–	–	–

A Figura 3 evidencia que os maiores aumentos relativos ocorrem em macrotemas com comportamentos distintos em termos de volume. Algumas diferenças expressivas, como em Variáveis Complexas e Fundamentos Matemáticos, devem ser lidas com cautela por envolverem poucos discentes no período pós-2023.1. Já Matemática Discreta e Geometria Analítica combinam aumento de taxa com volume mais consistente de discentes, tornando-se pontos prioritários para análise curricular e pedagógica nas seções seguintes.

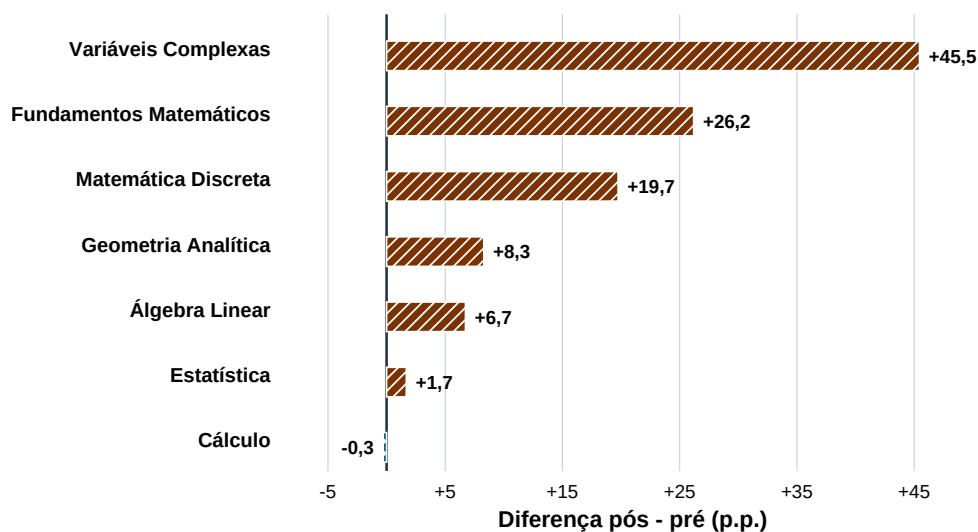


Figura 3. Diferença pós–pré por macrotema, em pontos percentuais.

Em síntese, a comparação completa aponta aumento agregado do insucesso após 2023.1, mas a análise de robustez mostra que esse resultado é sensível à presença dos semestres de 2020 e 2021. Portanto, a evidência mais defensável não é a de uma piora causal simples após a mudança curricular, mas a de persistência de taxas elevadas no eixo matemático, com concentração de aumentos em macrotemas específicos.

5.2. Análise por Macrotema

A análise por macrotema permite verificar que a variação do insucesso não se distribui de forma homogênea. Matemática Discreta apresenta o maior agravamento, passando de 45,6% para 65,4% ($p < 0,001$) e razão de risco de 1,43e razão de risco de 1,43, enquanto Geometria Analítica também apresenta aumento estatisticamente detectável, de 58,0% para 66,3% ($p = 0,047$), além de volume elevado no pós-2023.1: 169 insucessos em 255 registros de discentes, equivalentes a 23,5% dos insucessos do período.

Tabela 4. Famílias equivalentes críticas do eixo matemático

Grupo	$n_{\text{pré}}$	Taxa pré	$n_{\text{pós}}$	Taxa pós	Dif.	p
Matemática Discreta	171	45,6%	153	65,4%	+19,7 p.p.	< 0,001
Geometria Analítica	288	58,0%	255	66,3%	+8,3 p.p.	0,047
Álgebra Linear	76	46,1%	72	52,8%	+6,7 p.p.	0,413
Estatística	119	45,4%	34	47,1%	+1,7 p.p.	0,862
Cálculo univariável	362	74,0%	295	73,6%	-0,5 p.p.	0,891

O comportamento de Cálculo exige leitura distinta. Como macrotema amplo, permanece praticamente estável, passando de 65,3% para 65,0%. Na família equivalente de Cálculo univariável, porém, a taxa já era elevada antes da mudança curricular e se mantém nesse patamar: 74,0% no pré e 73,6% no pós. Portanto, a estabilidade não indica ausência de problema, mas persistência de um componente crítico.

No período pós-2023.1, o insucesso não se distribui de forma uniforme. Cálculo com Funções de uma Variável Real e Geometria Analítica e Álgebra Linear somam

386 insucessos, ou 53,8% do total do eixo matemático principal. Ao incluir Matemática Discreta, o conjunto alcança 470 insucessos, equivalentes a 65,5% do total. Esses resultados indicam três prioridades distintas: Cálculo univariável, pela persistência de taxas muito elevadas; Matemática Discreta, pelo agravamento após a mudança curricular; e Geometria Analítica, por combinar aumento de taxa com grande peso absoluto no total de insucessos.

Alguns macrotemas apresentam diferenças aparentes elevadas, mas com baixo número de registros ou presença assimétrica entre os períodos, como Fundamentos Matemáticos, Variáveis Complexas e Equações Diferenciais. Por isso, seus percentuais devem ser tratados como indícios exploratórios, não como evidência central sobre a mudança curricular.

Álgebra Linear e Estatística apresentam alterações pequenas e não estatisticamente detectáveis. Em Álgebra Linear, a taxa passa de 46,1% para 52,8% (+6,7 p.p.; $p = 0,413$); em Estatística, de 45,4% para 47,1% (+1,7 p.p.; $p = 0,862$). Assim, os maiores sinais de mudança concentram-se em Matemática Discreta e Geometria Analítica, enquanto Cálculo permanece como eixo estruturalmente crítico.

5.3. Matemática aplicada e computacional

No recorte de matemática aplicada e computacional, os resultados diferem do eixo principal: A Tabela 5 mostra que Métodos Numéricos reduziu sua taxa de insucesso, enquanto Pesquisa Operacional aparece apenas no período pós-2023.1, com valores baixos. Esse bloco apresenta menor volume e não reproduz o padrão crítico observado no eixo matemático, devendo ser interpretado como análise complementar.

Tabela 5. Subanálise de matemática aplicada/computacional

Macrotema	$n_{\text{pré}}$	Taxa pré	$n_{\text{pós}}$	Taxa pós	Dif.	p
Métodos Numéricos	48	22,9%	42	11,9%	-11,0 p.p.	0,173
Pesquisa Operacional	0	–	15	6,7%	–	–

Em síntese, a análise indica que a mudança curricular não produziu deslocamento homogêneo do insucesso. O núcleo empírico mais relevante combina persistência e deslocamento: Cálculo univariável permanece historicamente crítico, Matemática Discreta apresenta agravamento expressivo e Geometria Analítica reúne aumento de taxa e grande participação no total de eventos.

6. Discussão

Os resultados não sustentam atribuir à mudança curricular o aumento agregado do insucesso, pois a análise de robustez mostra sensibilidade aos semestres de 2020 e 2021. A contribuição empírica está em evidenciar taxas persistentemente elevadas e sua concentração em componentes específicos, leitura coerente com a literatura que relaciona disciplinas iniciais de STEM a fatores institucionais, curriculares e pedagógicos [Tinto 2025, Seymour and Hunter 2019].

Cálculo univariável permanece próximo de 74% nos dois períodos, confirmando uma barreira histórica de progressão [Hagman et al. 2017, Ibrahim et al. 2025]. Matemática Discreta aumenta de 45,6% para 65,4%, enquanto Geometria Analítica e Álgebra

Linear combina aumento moderado e elevado volume de insucessos. Esses padrões sugerem investigar, respectivamente, dificuldades persistentes, o agravamento após a mudança e a integração de conteúdos, carga, ritmo, pré-requisitos e critérios avaliativos.

O aumento das reprovações por média e a redução dos trancamentos direcionam possíveis ações para diagnóstico inicial, monitoria por conteúdos críticos, avaliações formativas, revisão de pré-requisitos e identificação precoce de estudantes em risco. Essas ações devem ser avaliadas em estudos próprios, pois o desenho observacional não estima sua eficácia. Em outras instituições, o protocolo pode ser reproduzido com relatórios agregados e documentação curricular: classificam-se macrotemas e correspondências, acompanham-se taxas e volumes e testam-se períodos atípicos.

6.1. Ameaças à Validade

Quanto à validade interna, o desenho observacional não controla preparação prévia, perfil de ingresso, docente, turma, turno, práticas avaliativas ou mudanças simultâneas. A pandemia altera a linha de base, e um estudante pode aparecer em diferentes disciplinas ou semestres, sem independência individual dos registros. Quanto à validade conceitual, o indicador combina cancelamentos, reprovações e trancamentos; ele mede eventos em componentes, não evasão, retenção acumulada ou trajetórias. As famílias analíticas reduzem incompatibilidades, mas não tornam idênticas disciplinas com ementas, cargas e posições distintas.

Quanto à validade externa, os dados provêm de um único curso. Não se devem generalizar as taxas nem estabelecer relação causal entre curricularização da extensão e desempenho. Ainda assim, a concentração de mais da metade dos insucessos pós-2023.1 em dois componentes oferece base objetiva para priorizar Cálculo, Matemática Discreta e Geometria Analítica e Álgebra Linear no acompanhamento acadêmico.

7. Considerações Finais

Este artigo analisou o insucesso no eixo de matemática entre 2018.1 e 2025.2. A taxa agregada passou de 57,8% para 63,5%, mas a análise sem 2020 e 2021 mostra que a diferença depende da linha de base e não demonstra efeito causal da mudança curricular. Cálculo com Funções de uma Variável Real mantém o maior impacto, com 217 insucessos e taxa de 73,6%; Matemática Discreta apresenta o maior aumento, de 45,6% para 65,4%; e Geometria Analítica e Álgebra Linear registra 169 insucessos e taxa de 66,3%.

Os resultados constituem diagnóstico institucional, limitado por dados agregados, e orientam acompanhamento da aprendizagem durante o semestre. Trabalhos futuros devem integrar microdados e avaliar intervenções nos componentes críticos. Outras instituições podem adaptar a classificação documental, o monitoramento longitudinal e as análises de sensibilidade a suas matrizes, usando indicadores por macrotema e equivalências para orientar decisões curriculares e políticas de permanência.

Agradecimentos

Nossos agradecimentos ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) e ao Laboratório de Iniciação Científica e Extensão da Computação (LINCE) pelo apoio à realização deste trabalho.

Declaração sobre uso de Inteligência Artificial

Ferramentas de IA generativa foram utilizadas como apoio à revisão textual, padronização terminológica e geração do *abstract*. A coleta, o tratamento, a análise estatística, a interpretação dos dados e a responsabilidade pelo conteúdo final são integralmente dos autores.

Referências

- Agresti, A. (2019). *An Introduction to Categorical Data Analysis*. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, 3 edition.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Lawrence Erlbaum Associates, 2 edition.
- Creswell, J. W. and Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Hagman, J. E., Johnson, E., and Fosdick, B. K. (2017). Factors contributing to students and instructors experiencing a lack of time in college calculus. *International Journal of STEM Education*, 4(12).
- Ibrahim, A. F. A., McKellar, S. E., Yates, J. F., and Shah, P. (2025). Oh, the places you can go ... if you ace calculus: helping minoritized students succeed in undergraduate mathematics. *Frontiers in Education*, Volume 10 - 2025.
- INEP (2025a). Apresentação do censo da educação superior 2024. <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-da-educacao-superior/resultados>. Acesso em: 24 mar. 2026.
- INEP (2025b). Indicadores de fluxo da educação superior. <https://www.gov.br/inep/pt-br/area-de-atuacao/dados-abertos/indicadores-educacionais/indicadores-de-fluxo-da-educacao-superior>. Acesso em: 24 mar. 2026.
- Martens, A. S., Trevisan, A. L., Campos, A. d., and Pilatti, L. A. (2025). Uma análise sobre a trajetória dos estudantes de engenharias após reprovarem no componente curricular de cálculo diferencial e integral. *PARADIGMA*, 46(2):e2025040. Acesso em: 30 abr. 2026.
- Pepin, B., Biehler, R., and Gueudet, G. (2021). Mathematics in engineering education: A review of the recent literature with a view towards innovative practices. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 7(2):163–188. Acesso em: 30 abr. 2026.
- Ryan, O., Sajadi, S., Barrera, S., and Jaghargh, R. T. (2025). Understanding the effects of a math placement exam on calculus 1 enrollment and engineering persistence. *Education Sciences*, 15(2). Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-7102/15/2/154> Acesso em: 30 mar 2026.
- Seymour, E. and Hunter, A.-B., editors (2019). *Talking about Leaving Revisited: Persistence, Relocation, and Loss in Undergraduate STEM Education*. Springer, Cham.
- Tinto, V. (2025). Student persistence through a different lens*. *Journal of College Student Retention: Research, Theory & Practice*, 26(4):959–969. Acesso em: 30 abr. 2026.

- Varol, S. and Ridder, Z. (2024). Analysis of engineering student retention based on math placement and performance. *Journal of College Orientation, Transition, and Retention*, 31(2). Disponível em: <https://pubs.lib.umn.edu/index.php/jcotr/article/view/5978>. Acesso em: 30 mar 2026.
- Wick, D. P., Atindama, E., Athavale, P., Mondal, S., Ramsdell, M. W., Jaspersohn, R. P., and Moosbrugger, J. C. (2022). Measuring the impact of student success retention initiatives for engineering students at a private research university. *Frontiers in Education*. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/education/articles/10.3389/feduc.2022.1087064>. Acesso em: 30 mar 2026.