

**ARTIGO****doi** <https://doi.org/10.47207/rbem.v5i1.20197>**A faceta integralizadora da disciplina Resolução de Problemas do PROFMAT na Universidade Federal do Oeste da Bahia: Uma análise quantitativa****PAULA, Marcelo de**Professor da Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB). Doutor em Estatística (UFSCar). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0234-7270>. E-mail: [marcelop@ufob.edu.br](mailto:marcelop@ufob.edu.br)**FERREIRA, Joubert Lima**Professor da Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB). Doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências (UFBA/UEFS). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4610-4740>. E-mail: [joubert.ferreira@ufob.edu.br](mailto:joubert.ferreira@ufob.edu.br)

**Resumo:** Este artigo apresenta a faceta integralizadora do componente curricular Resolução de Problemas do mestrado PROFMAT da Universidade Federal do Oeste da Bahia em relação aos demais componentes curriculares. Por meio de um estudo do rendimento acadêmico dos estudantes, mensuramos qual a sua relação com os demais componentes, e se há causalidade. Fazemos uma análise descritiva, seguida de uma análise inferencial para comparação dos rendimentos médios e apresentamos uma modelagem estatística por regressão assumindo o componente Resolução de Problemas como variável resposta e os demais componentes como variáveis explicativas, para detectar quais componentes explicam de fato o seu rendimento e o seu caráter integralizador no contexto da matriz curricular. O banco de dados foi obtido via solicitação à PROTIC-UFOB sem a identificação nominal dos estudantes. Em relação aos resultados, a análise descritiva mostrou que o componente curricular Avaliação Educacional apresentou o maior rendimento médio e a menor variabilidade (Coeficiente de Variação: CV=3,2%) e o componente curricular Probabilidade e Estatística apresentou o menor rendimento médio e a maior variabilidade (Coeficiente de Variação: CV=26,3%). Em relação à análise inferencial por meio da análise de variância (ANOVA) constatamos que há diferença significativa entre os rendimentos médios dos componentes curriculares ministrados no PROFMAT-UFOB (Valor- $p < 0,05$ ). No âmbito da modelagem estatística por regressão, os componentes curriculares que, de fato, contribuem ou influenciam no rendimento acadêmico do componente Resolução de Problemas são dois (i) Matemática Discreta e (ii) Números e Funções Reais, caracterizando a atual faceta integralizadora do componente.

**Palavras-chave:** Resolução. Problemas. Formação. PROFMAT.

**Integrative facet of the PROFMAT Problem Solving curricular component at the Federal University of Western Bahia: A quantitative analysis**

**Abstract:** This article presents the integrative facet of the Problem Solving curricular component of the PROFMAT master's degree at the Federal University of Western Bahia in relation to the other curricular components. Through a study of students' academic performance, we measure its relationship with the other components, and whether there is causality. We carry out a descriptive analysis, followed by an inferential analysis to compare average earnings and present statistical regression modeling assuming the Problem Solving component as the response variable and the other components as explanatory variables, to detect which components actually explain your performance and its integrative character in the context of the curricular matrix. The database was obtained via request to PROTIC-UFOB without the students' nominal

identification. Regarding the results, the descriptive analysis showed that the Educational Assessment curricular component presented the highest average performance and the lowest variability (Coefficient of Variation:  $CV=3.2\%$ ) and the Probability and Statistics curricular component presented the lowest average performance and the greater variability (Coefficient of Variation:  $CV=26.3\%$ ). Regarding inferential analysis through analysis of variance (ANOVA), we found that there is a significant difference between the average yields of the curricular components taught in PROFMAT-UFOB ( $p\text{-value} < 0.05$ ). Within the scope of statistical regression modeling, the curricular components that, in fact, contribute or influence the academic performance of the Problem Solving component are two (i) Discrete Mathematics and (ii) Real Numbers and Functions, characterizing the current integrating facet of the component.

**Keywords:** Resolution. Problems. Formation. PROFMAT.

## La faceta integradora de la disciplina PROFMAT Resolución de Problemas en la Universidad Federal del Oeste de Bahía: Un análisis cuantitativo

**Resumen:** Este artículo presenta la faceta integradora del componente curricular de Resolución de Problemas de la maestría PROFMAT de la Universidad Federal del Oeste de Bahía en relación con los demás componentes curriculares. A través de un estudio del rendimiento académico de los estudiantes medimos su relación con los demás componentes y si existe causalidad. Realizamos un análisis descriptivo, seguido de un análisis inferencial para comparar los ingresos promedio y presentamos modelos de regresión estadística asumiendo el componente de Resolución de Problemas como variable respuesta y los demás componentes como variables explicativas, para detectar qué componentes realmente explican su desempeño y su carácter integrador en el contexto de la matriz curricular. La base de datos se obtuvo mediante solicitud al PROTIC-UFOB sin identificación nominal de los estudiantes. Los resultados, el análisis descriptivo mostró que el componente curricular Evaluación Educativa presentó el mayor desempeño promedio y la menor variabilidad (Coeficiente de Variación:  $CV=3.2\%$ ) y el componente curricular Probabilidad y Estadística presentó el menor desempeño promedio y la mayor variabilidad (Coeficiente de variación:  $CV=26,3\%$ ). En cuanto al análisis inferencial mediante análisis de varianza (ANOVA), encontramos que existe una diferencia significativa entre los rendimientos promedio de los componentes curriculares impartidos en el PROFMAT-UFOB (valor  $p < 0,05$ ). Dentro del alcance del modelado de regresión estadística, los componentes curriculares que, de hecho, contribuyen o influyen en el rendimiento académico del componente de Resolución de Problemas son dos (i) Matemáticas Discretas y (ii) Números y Funciones Reales, caracterizando la actual faceta integradora de la carrera.

**Palavras-Clave:** Resolución. Problemas. Capacitación. PROFMAT.

### Introdução

A formação de professores é um processo deveras complexo que abrange diversos aspectos como auto avaliação, reflexão, socialização das vivências e experiências, além de uma interpretação crítica diante dos problemas (Imbernón, 2010, 2011). Ademais, trata-se de um processo ativo que demanda uma constante análise das práticas profissionais e sociais e atenção às necessidades coletivas (Zeichner, 1993, 2008), além da tríplice planejamento-reflexão-ação (Serrazina, 2012). Atualmente há uma extensa literatura naquilo que concerne à formação de

professores que ensinam especificamente a matemática, abordando tal tópico sob diversos prismas. Para citar alguns trabalhos relevantes podemos elencar Ball (2000, 2002), Nacarato (2006), Passos et al. (2006), Serrazina (2012), Godino (2009), dentre inúmeros.

Todavia, apesar da formação inicial do professor ser muito importante, ela não é, por si só, suficiente para aprovisionar todas as demandas e necessidades formativas daqueles sujeitos que passam pela Universidade. Nesse cenário, é fácil concluir que a formação dos profissionais da educação, como os professores de matemática, é um processo contínuo e complexo de reflexão crítica e aprendizagem, transcorrendo por toda a vida profissional.

No âmbito da formação matemática, o programa PROFMAT, Programa de Mestrado Profissional em Matemática da Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB), sediado no campus Reitor Edgard Santos, na cidade de Barreiras, iniciou-se em 2018 sendo um programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, no nível de Mestrado, em adesão ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) coordenado pela Sociedade Brasileira de Matemática (SBM), cujo objetivo a formação matemática aprofundada e relevante ao exercício da docência na Educação Básica, visando a qualificação certificada para a profissão do professor de Matemática. É um curso semipresencial e gratuito que confere aos concluintes o título de Mestre em Matemática (Fonte: <https://profmatt-sbm.org.br/>).

Quanto à formação de professores de matemática, o PROFMAT visa atender prioritariamente professores de Matemática em exercício na Educação Básica, especialmente de escolas públicas, que busquem aprimoramento em sua formação profissional, com ênfase no domínio aprofundado de conteúdo matemático relevante para sua docência. A forma de ingresso deste programa *stricto sensu* se dá por meio da realização de seleções anuais, regulamentadas em edital que descrevem orientações e informações necessárias para a realização do Exame Nacional de Acesso (ENA) ao programa. Atualmente o PROFMAT foi recomendado pela CAPES, reconhecido pelo Conselho Nacional de Educação – CNE e validado pelo Ministério da Educação com nota 5 (nota máxima para programas de mestrado).

O PROFMAT vai ao encontro do Plano Nacional de Educação – PNE, Lei N° 13.005, de 25 junho de 2014, que coloca em sua Meta 16: formar, em nível de pós-graduação, 50% (cinquenta por cento) dos professores da Educação Básica, até o último ano de vigência deste PNE, e garantir a todos (as) os (as) profissionais da Educação Básica formação continuada em

sua área de atuação, considerando as necessidades, demandas e contextualizações dos sistemas de ensino. Além disso, o PROFMAT também atende as metas 14, 17 e 18, que tratam respectivamente, elevar o número de matrículas na pós-graduação stricto sensu; valorização do professor; e plano de carreira (Fonte: <https://profmatt-sbm.org.br/apresentacao/>).

Sendo um Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional, o PROFMAT possui o Exame Nacional de Qualificação (ENQ) que consiste em uma única avaliação escrita, ofertada duas vezes por ano, com questões discursivas, envolvendo os conteúdos das quatro primeiras disciplinas obrigatórias e elaborado pela Comissão Nacional de Avaliação dos Discentes. As provas do ENQ são digitalmente despersonalizadas e corrigidas no módulo de correção online da plataforma de informática do PROFMAT.

Dentre inúmeros componentes curriculares previstos no Programa, há o componente “Resolução de Problemas” que, segundo o catálogo de ementas, tem como objetivos: (i) estabelecer estratégias para resolução de problemas envolvendo números e funções reais, matemática discreta, geometria e aritmética; (ii) Analisar exames, concursos e testes tais como: Qualificação do Mestrado Profissional em Matemática (ENQ), *Program for International Student Assessment* (PISA), Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), Olimpíada Brasileira de Matemática (OBM), Olimpíada de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP), *International Mathematical Olympiad* (IMO), Olimpíada do Cone Sul, Olimpíada Iberoamericana de Matemática (OIM), Concurso Canguru Matemático sem Fronteiras, além de outros exames, concursos e testes relacionados com a Educação Básica (Fonte: [https://sbm.org.br/profmatt/wp-content/uploads/sites/4/sites/4/2021/10/Catalogo-de-Disciplinas\\_2017.pdf](https://sbm.org.br/profmatt/wp-content/uploads/sites/4/sites/4/2021/10/Catalogo-de-Disciplinas_2017.pdf)).

Neste sentido, a questão norteadora clara deste trabalho é detectar indícios se tal componente curricular está cumprindo seus objetivos descritos em sua ementa, isto é, verificar se o componente curricular MA21-Resolução de Problemas do mestrado PROFMAT da Universidade Federal do Oeste da Bahia possui de fato um caráter integralizador quanto aos demais componentes curriculares ministrados, por meio de um estudo do rendimento acadêmico de seus estudantes, a fim de verificar e mensurar qual a sua posição e relação com os demais, e se existe alguma relação de causalidade. Fazemos uma breve análise descritiva, seguida de uma análise inferencial para comparação de rendimentos médios e, por fim,

apresentamos uma modelagem estatística por regressão assumindo o componente Resolução de Problemas como variável resposta (modelável) e os demais componentes como variáveis explicativas (de entrada), afim de detectar quais componentes explicam de fato o rendimento acadêmico de tal componente, verificando então qual a sua situação atual no âmbito integralizador no contexto da matriz curricular. Embora a formação dos professores credenciados no Mestrado PROFMAT-UFOB possa, em verdade, definir paradigmas diferentes sobre o conceito de conhecimento no processo formativo de aprendizagem dos estudantes, neste trabalho consideramos apenas o aspecto quantitativo mensurável das notas semestrais finais dos estudantes. Por motivos institucionais de acesso limitado à base de dados disponibilizada pela PROTIC-UFOB (Pró Reitoria de Tecnologia, Informação e Comunicação), os dados não possuem qualquer identificação nominal de estudantes e professores afim de não ferir a LGPD (Lei Geral de Proteção aos Dados). Dessa maneira, este artigo se limita às análises quantitativas.

## Metodologia

Neste trabalho utilizamos procedimentos sistemáticos para a descrição e explicação do objeto em questão enfatizando, assim, a abordagem quantitativa do método adotado uma vez que as variáveis observadas são expressas sob a forma de dados numéricos. Trata-se de uma pesquisa estruturada, de natureza aplicada, com a utilização de métodos estatísticos para quantificar os dados e generalizar os resultados do processo de amostragem para toda a população-alvo.

Quanto aos procedimentos (meios), este trabalho se caracteriza como pesquisa de campo, pois o levantamento e coleta dos dados foram realizados no local onde ocorre o fenômeno estudado. Quanto aos objetivos destacamos a característica exploratória da pesquisa no que tange a visão geral acerca do tema (Vergara, 2016).

Além disso, também destacamos sua finalidade descritiva no que tange ao arcabouço matemático e estatístico já conhecido em outras aplicações, o que permitiu que houvesse toda uma estrutura pré-planejada e, sob a perspectiva da temática da estimação de parâmetros, também apontamos sua finalidade analítica, já que, para este trabalho, generalizar significa estimar os parâmetros da população em voga (Gil, 2008).

Dessa maneira, diante destas especificações elencadas (Silva, 2004), atribuímos a esta pesquisa uma abordagem quantitativa de natureza aplicada. Todo o processo de coleta e obtenção dos dados ocorreu via solicitação à PROTIC-UFOB (Pró Reitoria de Tecnologia, Informação e Comunicação) que forneceu o banco de dados sem a identificação dos estudantes e sem quaisquer dados pessoais como por exemplo, data de nascimento, sexo, endereço, e-mail, número de matrícula, etc, respeitando a LGPD (Lei Geral de Proteção de Dados). As informações cedidas foram as associadas ao histórico acadêmico como notas finais, disciplinas cursadas, etc.

O Quadro 01 apresenta a matriz curricular do Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional – PROFMAT.

Quadro 1: Matriz curricular do PROFMAT

Ano	Período	Componente Curricular
1º Ano	1º Período	MA 11 – Números e Funções Reais
		MA 12 – Matemática Discreta
	2º Período	MA 13 – Geometria
		MA 14 – Aritmética
2º Ano	Verão	MA 21 – Resolução de Problemas
	1º e 2º Períodos	MA 22 – Fundamentos de Cálculo
		MA 23 – Geometria Analítica
		Eletiva I
		Eletiva II
3º Ano	Período de Verão /	MA 31 – Tópicos de História da Matemática
		MA 32 – Tópicos de Teoria dos Números
		MA 33 – Introdução à Álgebra Linear
		MA 34 – Tópicos de Cálculo Diferencial e Integral
	Finalização e Defesa da Dissertação de Mestrado/	MA 35 – Matemática e Atualidade I
		MA 36 – Recursos Computacionais no Ensino de Matemática
	Componentes Curriculares Eletivos	MA 37 – Modelagem Matemática
		MA 38 – Polinômios e Equações Algébricas
		MA 39 – Geometria Espacial

	MA 40 – Tópicos de Matemática
	MA 41 – Probabilidade e Estatística
	MA 42 – Avaliação Educacional
	MA 43 – Cálculo Numérico
	MA 44 – Matemática e Atualidade II
	MA 24 – Trabalho de Conclusão de Curso

Fonte: <https://profmat-sbm.org.br/matriz-curricular/>

Os componentes curriculares ofertados no PROFMAT-UFOB, desde a sua implantação em 2018 até o semestre 2023.2 foram: Aritmética, Avaliação Educacional, Fundamentos de Cálculo, Geometria, Geometria Analítica, Matemática Discreta, Números e Funções Reais, Probabilidade Estatística, Resolução de Problemas, Tópicos de Matemática.

No que tange a análise descritiva, apresentamos o rendimento médio, o desvio-padrão e o coeficiente de variação (em porcentagem) de cada componente curricular ministrado. Com relação a análise inferencial, isto é, a partir da intenção de extrapolação para toda a população de estudantes do mestrado PROFMAT-UFOB, adotamos o intervalo de confiança de 95% para o rendimento médio de cada componente curricular ministrado e, com o intuito de compará-los, apresentamos os diagnósticos por meio da Análise de Variância Fator Único (ANOVA – One Way).

Para finalizar, realizamos uma modelagem estatística por regressão linear múltipla (Larson & Faber, 2010) assumindo o componente Resolução de Problemas como variável resposta (modelável), verificada a sua normalidade via teste de Kolmogorov-Smirnov (KS), e assumindo os demais componentes curriculares como variáveis explicativas (de entrada), afim de detectar quais componentes explicam de fato o rendimento acadêmico de tal componente, verificando então qual a sua situação atual no âmbito integralizador no contexto da matriz curricular.

Ainda com relação a modelagem, após ajustar o modelo de regressão linear obtemos o conjunto de valores preditos pelo modelo, denotados por  $\hat{Y}_1, \hat{Y}_2, \dots, \hat{Y}_n$ . O  $i$ -ésimo resíduo é definido como a diferença entre  $Y_i$  e a  $i$ -ésima observação predita  $\hat{Y}_i$  pelo modelo, isto é,

$$e_i = Y_i - \hat{Y}_i, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Os resíduos fornecem informações sobre as causas de o modelo não ter se ajustado bem aos dados, o que acontece, em geral, quando uma ou mais suposições sobre o modelo ou sobre os erros não são verdadeiras.

Para a análise de resíduos neste artigo adotamos dois procedimentos gráficos: (i) resíduos padronizados *versus* ordem de entrada e (ii) resíduos padronizados *versus* valores ajustados ou preditos pelo modelo.

## Resultados e discussão

Nesta Seção apresentamos os resultados obtidos. A Tabela (1) apresenta as estatísticas descritivas e estimação intervalar do rendimento acadêmico dos componentes curriculares ministrados no PROFMAT-UFOB.

Tabela 1 : Estatísticas descritivas e estimação intervalar do rendimento acadêmico dos componentes curriculares ministrados no PROFMAT-UFOB

Componente Curricular	Rendimento Médio	Desvio Padrão Amostral	Coefficiente de Variação	Intervalo de Confiança (95%)
Aritmética	8,3	1,18	14,3%	[7,8 ; 8,7]
Avaliação Educacional	9,2	0,29	3,2%	[9,0 ; 9,4]
Fundamentos de Cálculo	7,3	1,10	15,1%	[6,9 ; 7,7]
Geometria	7,8	1,38	17,7%	[7,3 ; 8,3]
Geometria Analítica	7,6	1,81	23,8%	[7,0 ; 8,3]
Matemática Discreta	7,4	1,29	17,3%	[7,0 ; 7,9]
Números e Funções Reais	7,5	1,46	19,5%	[7,0 ; 8,0]
Probabilidade Estatística	6,9	1,82	26,3%	[6,1 ; 7,7]
Resolução de Problemas	7,7	1,44	18,7%	[7,2 ; 8,2]
Tópicos de Matemática	8,8	1,22	14,0%	[8,2 ; 9,3]

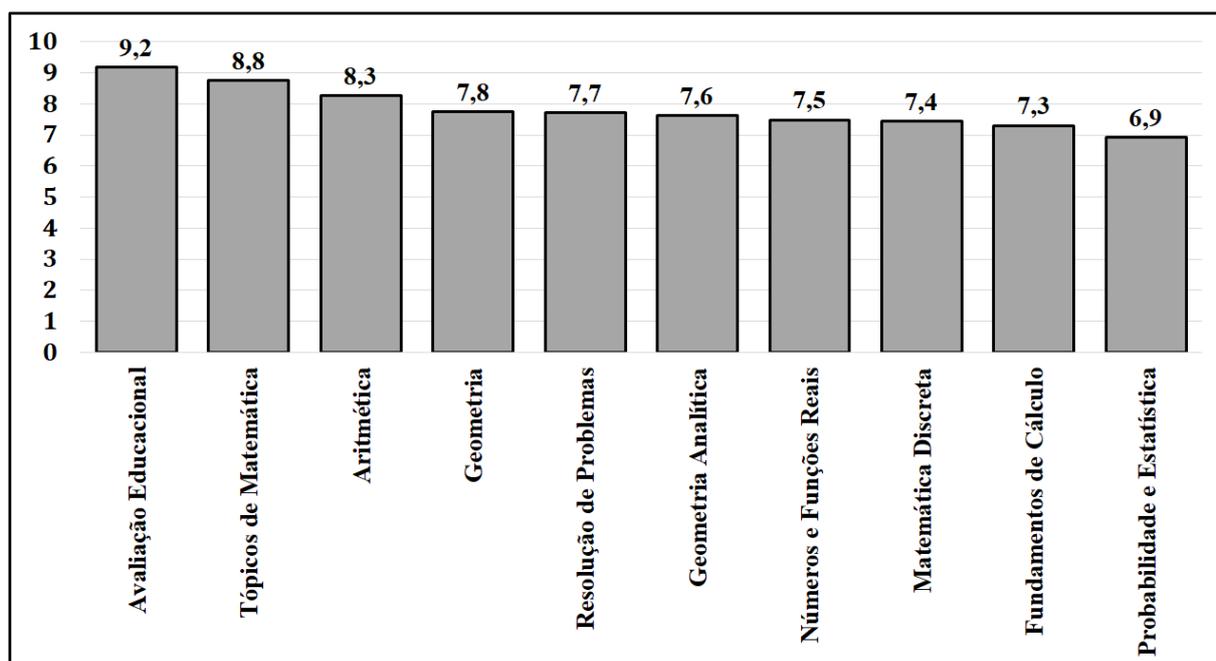
Fonte: Resultados obtidos pelos autores

A luz dos resultados apresentados na Tabela 01 notamos que o componente curricular Avaliação Educacional apresentou o maior rendimento médio e o componente curricular Probabilidade e Estatística o menor rendimento médio. Em contrapartida, ao compararmos a

variabilidade do rendimento acadêmico, o componente Avaliação Educacional apresentou a menor variabilidade (menor coeficiente de variação:  $CV=3,2\%$ ) e o componente Probabilidade e Estatística apresentou a maior variabilidade (maior coeficiente de variação:  $CV=26,3\%$ ). Em análise descritiva, quando temos a intenção de comparar a variabilidade de vários grupos com valores médios distintos, não podemos considerar medidas de dispersão absolutas, como o desvio-padrão ou variância. É necessário adotarmos uma medida de dispersão relativa (adimensional) como, por exemplo, o coeficiente de variação que é o quociente percentual entre o desvio-padrão amostral pela média amostral (Morettin & Bussab, 2024), tornando possível a comparação da variabilidade de vários conjuntos de dados. Dessa maneira, podemos afirmar que o componente curricular Avaliação Educacional foi mais homogêneo em seu rendimento enquanto que o componente Probabilidade e Estatística foi mais heterogêneo.

A Figura (1) apresenta Gráfico do rendimento médio acadêmico, em ordem decrescente, dos componentes curriculares ministrados no PROFMAT-UFOB.

Figura 01 : Gráfico do rendimento médio acadêmico, em ordem decrescente, dos componentes curriculares ministrados no PROFMAT-UFOB.



Fonte: Gráfico elaborado a partir dos resultados obtidos pelos autores

No que tange a análise inferencial, apresentamos na Tabela 02 os diagnósticos obtidos por meio da Análise de Variância Fator Único (ANOVA – One Way) para comparação entre os rendimentos médios dos componentes curriculares ministrados no PROFMAT-UFOB. Para o seu diagnóstico e interpretação, o valor-p (ou *p-value*) menores do que o nível de significância adotado de 0,05 (ou 5%) significa que há pelo menos um componente curricular com rendimento médio diferente dos demais.

Tabela 2: Tabela de análise de variância (ANOVA fator único) do rendimento médio dos componentes curriculares ministrados no PROFMAT-UFOB

Fonte da Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Média dos Quadrados	Estatística F-observado	Valor-P	Estatística F-crítico
Entre Grupos	9	77,2284	8,5809	4,3899	0,00002357*	1,9160
Dentro dos Grupos	260	508,2242	1,9547			
Total	269	585,4526				

Fonte: Resultados obtidos pelos autores. \*Valores do P-valor menores do que o nível de significância adotado de 5% (0,05) conclui-se que há ao menos um componente curricular com rendimento médio diferente dos demais.

À luz dos resultados da ANOVA apresentados na Tabela 2 constatamos que há diferença significativa entre os rendimentos médios dos componentes curriculares ministrados no PROFMAT-UFOB (Valor-p < 0,05). A partir do teste de Tukey a 5% de significância detectamos três grupos distintos quanto ao rendimento médio:

(a) Grupo I: Em 1º lugar estão os componentes curriculares: Avaliação Educacional e Tópicos de Matemática possuem os maiores rendimentos médios, não havendo diferença estatística significativa entre as duas;

(b) Grupo II: Em 2º lugar está o componente curricular Aritmética possuindo o segundo maior rendimento médio;

(c) Grupo III: Em terceiro lugar estão os componentes curriculares: Geometria, Resolução de Problemas, Geometria Analítica, Números e Funções Reais, Matemática Discreta,

Fundamentos de Cálculo e Probabilidade e Estatística estão em terceiro lugar no que tange o rendimento médio, não havendo diferença estatística significativa entre eles.

Para a modelagem estatística por regressão, assumindo o intuito de detectar quais componentes curriculares contribuem ou influenciam o rendimento acadêmico do componente Resolução de Problemas, definimos:

Y: Resolução de Problemas (Variável resposta ou de interesse, modelável);

X1: Aritmética (Variável explicativa ou de entrada);

X2: Geometria (Variável explicativa ou de entrada);

X3: Matemática Discreta (Variável explicativa ou de entrada);

X4: Números e Funções Reais (Variável explicativa ou de entrada).

A escolha destas quatro variáveis explicativas se deve ao fato de que os estudantes já as cursaram antes do período do componente Resolução de Problemas, ministrado como disciplina verão. A Tabela (3) apresenta Estimativas dos coeficientes de regressão dos componentes curriculares que explicam a variável resposta Resolução de Problemas, antes da técnica de seleção de variáveis via *stepwise*.

Tabela 3: Estimativas dos coeficientes de regressão dos componentes curriculares que explicam a variável resposta Resolução de Problemas (Antes da seleção de variáveis)

Variáveis	Estimativa	Erro-Padrão	T-valor	P-valor
(Intercepto)	3,5438	1,6749	2,116	0,04410*
Aritmética	0,2649	0,2621	1,010	0,32157
Geometria	-0,1151	0,1882	-0,612	0,54615
Matemática Discreta	0,7145	0,2113	3,381	0,00229**
Números e Funções Reais	-0,3257	0,1721	-1,893	0,06955.

Fonte: Resultados obtidos pelos autores. Legenda das significâncias: ‘\*\*\*\*’ representa um p-valor aproximadamente igual a 0; ‘\*\*\*’ representa uma significância de 0,001 (ou 0,1%); ‘\*\*’ representa uma significância de 0,01 (ou 1%); ‘.’ representa uma significância de 0,05 (ou 5%); ‘ ’ representa uma significância de 0,1 (ou 10%)

Os resultados apresentados na Tabela (3) mostram que, no grupo de componentes, apenas o componente curricular Matemática Discreta é significativo ( $p$ -valor  $< 0,05$  ou  $< 5\%$ ) para explicar o rendimento acadêmico do componente Resolução de Problemas. Podemos notar

que, se consideramos 10% de significância, o componente curricular Números e Funções Reais também seria significativo para explicar o desempenho em Resolução de Problemas. Em análise de regressão, no conjunto de variáveis explicativas pode haver variáveis que pouco influenciam a variável resposta (variável dependente ou de saída). O método *stepwise* é usado para selecionar quais variáveis mais influenciam o conjunto de saída podendo, assim, diminuir o número de variáveis a compor a equação de regressão, feito de forma iterativa, adicionando (passo forward) e removendo variáveis (passo backward), a partir de um critério de seleção. Um dos critérios de seleção mais usados é o teste F, mas também pode ser feito com o coeficiente correlação linear múltipla, erro quadrático total, critério de informação de Akaike (Hoking, 1976). Neste artigo adotamos o método do *Stepwise* para identificar um subconjunto útil de variáveis explicativas. O processo consiste na adição da variável mais significativa e remoção da variável menos significativa, durante cada etapa do processo (Hosmer, et. al., 2000). O critério de seleção pela técnica *stepwise* usando a regressão linear com o auxílio do método dos mínimos quadrados é um processo relativamente simples e com baixo custo computacional agilizando a seleção de variáveis, em especial no software R Development Core Team (2018).

Tabela 4: Estimativas dos coeficientes de regressão dos componentes curriculares que explicam a variável resposta Resolução de Problemas (Após a seleção de variáveis)

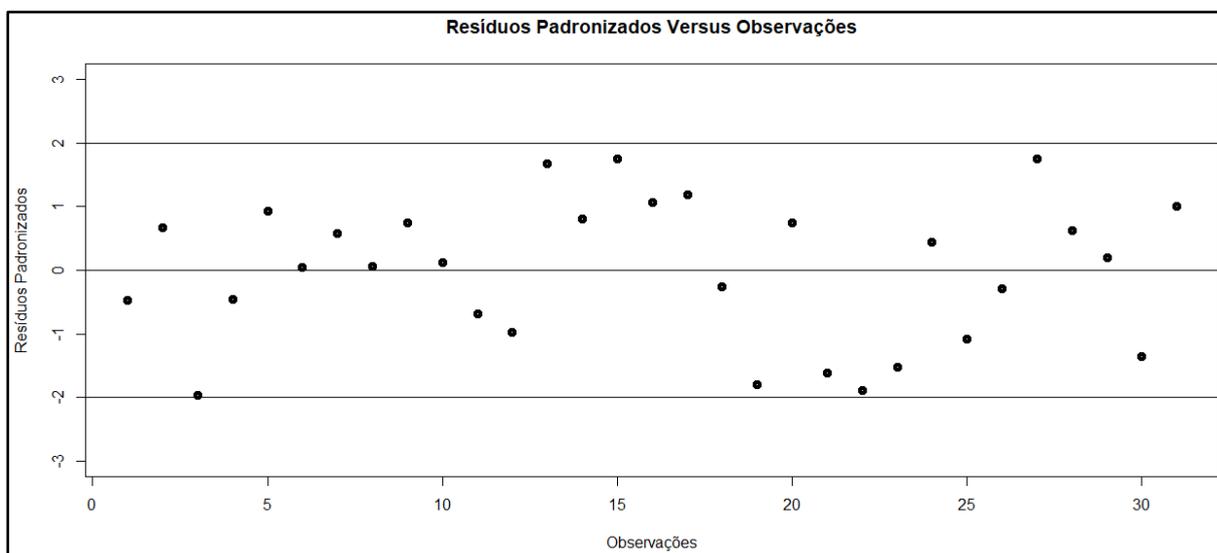
Variáveis	Estimativa	Erro-Padrão	T-valor	P-valor
(Intercepto)	3,9599	1,3628	1,3628	0,00708**
Matemática Discreta	0,7974	0,1840	0,1840	0,00017****
Números e Funções Reais	-0,2903	0,1626	0,1626	0,00851**

Fonte: Resultados obtidos pelos autores. Legenda das significâncias: ‘\*\*\*\*’ representa um p-valor aproximadamente igual a 0; ‘\*\*\*’ representa uma significância de 0,001 (ou 0,1%); ‘\*’ representa uma significância de 0,01 (ou 1%); ‘.’ representa uma significância de 0,05 (ou 5%); ‘ ’ representa uma significância de 0,1 (ou 10%)

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 04, os componentes curriculares que, de fato, explicam, contribuem ou influenciam no rendimento acadêmico do componente Resolução de Problemas (Variável Resposta) são Matemática Discreta e Números e Funções Reais. A figura 2 apresenta o gráfico dos resíduos padronizados versus ordem de entrada (observações). Notamos que as distribuições dos resíduos se apresentam de maneira aleatória

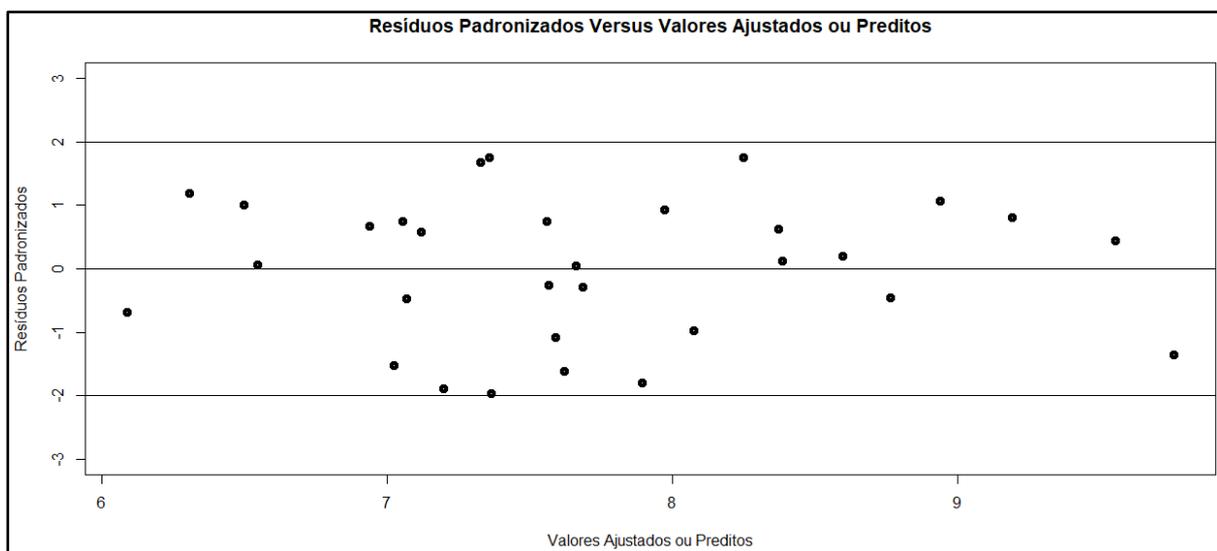
em torno da linha central horizontal, ou seja, dizemos que os resíduos obtidos são independentes entre si. A figura 3 apresenta o gráfico dos resíduos padronizados versus valores ajustados ou preditos pelo modelo e, assim como na figura anterior, a distribuição aleatória em torno da linha central horizontal sugere independência entre os resíduos.

Figura 02 : Gráfico dos resíduos padronizados versus ordem de entrada (observações)



Fonte: Gráfico gerado por meio dos resultados obtidos pelos autores via software estatístico R-gui.

Figura 03 : Gráfico dos resíduos padronizados versus valores ajustados ou preditos pelo modelo



Fonte: Gráfico gerado por meio dos resultados obtidos pelos autores via software estatístico R-gui.

## Considerações finais

Este artigo apresentou uma análise do aspecto integralizador do componente curricular Resolução de Problemas do mestrado PROFMAT da Universidade Federal do Oeste da Bahia no que diz respeito aos componentes curriculares ministrados, em especial ao componente Resolução de Problemas. Verificamos e mensuramos qual a sua posição em relação aos demais, e identificamos uma relação de causalidade para tal componente. Fizemos uma breve análise descritiva, seguida de uma análise inferencial para comparação de rendimentos médios e, por fim, realizamos uma modelagem estatística por regressão assumindo o componente Resolução de Problemas como variável resposta (modelável) e os demais componentes como variáveis explicativas (de entrada), e detectamos quais componentes explicam de fato o seu rendimento, verificando então a sua situação atual no âmbito integralizador no contexto da matriz curricular.

Quanto à análise descritiva, o componente curricular Avaliação Educacional apresentou o maior rendimento médio e o componente Probabilidade e Estatística o menor rendimento médio. Ao compararmos a variabilidade do rendimento, o componente Avaliação Educacional apresentou a menor variabilidade (menor coeficiente de variação:  $CV=3,2\%$ ) e o componente Probabilidade e Estatística apresentou a maior variabilidade (maior coeficiente de variação:  $CV=26,3\%$ ). Assim, o componente curricular Avaliação Educacional foi mais homogêneo em seu rendimento e o componente Probabilidade e Estatística foi o mais heterogêneo.

Em relação à análise inferencial por meio da análise de variância constatamos que há diferença significativa entre os rendimentos médios dos componentes curriculares ministrados no PROFMAT-UFOB (Valor- $p < 0,05$ ) e, por meio do teste de Tukey a 5% de significância detectamos três grupos distintos quanto ao rendimento médio: (a) Grupo I: Em 1º lugar estão os componentes curriculares: Avaliação Educacional e Tópicos de Matemática possuem os maiores rendimentos médios, não havendo diferença estatística significativa entre as duas; (b) Grupo II: Em 2º lugar está o componente curricular Aritmética possuindo o segundo maior rendimento médio; (c) Grupo III: Em terceiro lugar estão os componentes curriculares: Geometria, Resolução de Problemas, Geometria Analítica, Números e Funções Reais, Matemática Discreta, Fundamentos de Cálculo e Probabilidade e Estatística estão em terceiro

lugar no que tange o rendimento médio, não havendo diferença estatística significativa entre eles. Em relação a modelagem estatística por regressão, os componentes curriculares que, de fato, contribuem ou influenciam no rendimento acadêmico do componente Resolução de Problemas (Variável Resposta) são duas: (i) Matemática Discreta e (ii) Números e Funções Reais, caracterizando a atual relação causa e efeito na faceta integralizadora de tal componente.

### Referências

BALL, D. L. Bridging practices: Intertwining content and pedagogy in teaching and learning to teach. **Journal of Teacher Education**, Michigan, v. 51, [s.n.], p. 241-247, 2000.

BALL, D. L. Knowing Mathematics for Teaching: Relations between Research and Practice. **Mathematics and Education Reform Newsletter**, v. 14, n. 3, p. 1-5, 2002.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GODINO, J. D. Categorías de análisis de los conocimientos del profesor de matemáticas. **Unión, Revista Iberoamericana de Educación Matemática**, [S.l.], [s.v.], n. 20, p. 13-31, 2009.

Disponível em: <https://union.fespm.es/index.php/UNION/article/view/1063/752>

Acesso em: 04 de março de 2024.

HOCKING, R. The Analysis and Selection of Variables in Linear Regression. **Biometrics**, v. 32, n. 1, p. 1-49, Washington, 1976.

HOSMER, D. W., LEMESHOW, S. **Applied Logistic Regression**. John Wiley, New York, 2000.

IMBERNÓN, F. **Formação continuada de professores**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e incerteza**. 6ª ed. São Paulo: Cortez, 2011.

LARSON, R., FABER, B. **Estatística Aplicada**. Editora Pearson Hall, 4ª Edição, São Paulo, 2010.

MORETTIN, P. A., BUSSAB, W. O. **Estatística Básica**. São Paulo. Editora Saraiva, 10ª Edição, 2024.

NACARATO, A. M. A Formação do Professor de Matemática: pesquisa x políticas públicas. **Contexto e Educação**, Ijuí, Ano 21, [s.v.], n. 75, p. 131-153, jan./jun, 2006.

Disponível em:



<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/1114>

Acesso em: 04 de março de 2024.

PASSOS, C. L., NACARATO, A., FIORENTINI, D., MISKULIN, R. G., GRANDO, R. C., GAMA, R., MEGID, M. A., FREITAS, M. T., VIEIRA DE MELO, M. Desenvolvimento profissional do professor que ensina matemática: uma metaanálise de estudos brasileiros.

**Revista Quadrante**, Lisboa, v. 15, n. 1-2, p. 193-219, 2006. Disponível em: <https://quadrante.apm.pt/article/view/22800/16866>

Acesso em: 04 de março de 2024.

R Development Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2018. ISBN 3-900051-07-0.

URL <http://www.R-project.org/>

SERRAZINA, M. L. M. Conhecimento matemático para ensinar: papel da planificação e da reflexão na formação de professores. **Revista Eletrônica de Educação**, São Carlos, v. 6, n. 1, p. 266-283, maio 2012.

SILVA, C. R. O. **Metodologia e organização do projeto de pesquisa: guia prático**. Editora CEFET, Universidade Federal do Ceará, 2004.

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 16. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

ZEICHNER, K. M. **A formação reflexiva de professores: Ideias e práticas**. Lisboa: EDUCA, 1993.

ZEICHNER, K. M. Uma análise crítica sobre a “reflexão” como conceito estruturante na formação docente. **Educação e Sociedade**, Campinas, vol. 29, n. 103, p. 535-554, maio/ago. 2008.