

Temáticas Proeminentes no Profmat: uma abordagem via rede semântica de cliques

Marcos Grilo^{a,c} 

Inácio de Sousa Fadigas^a 

Jaqueline de Souza Pereira Grilo^{a,b,d} 

^a Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Feira de Santana, BA, Brasil

^b Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Educação, Feira de Santana, BA, Brasil

^c Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Exatas, Feira de Santana, BA, Brasil

^d Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Educação, Feira de Santana, BA, Brasil

RESUMO

Contexto: O Profmat é um programa de mestrado profissional em Matemática na modalidade semipresencial, coordenado pela SBM com apoio do IMPA. Existe uma lacuna na literatura quanto à identificação de temáticas proeminentes no Profmat. **Objetivos:** Identificar as temáticas proeminentes presentes nas dissertações do Profmat. **Design:** A pesquisa utiliza métodos da Ciência das Redes para tratar e analisar os dados. **Coleta e análise de dados:** Coletamos os títulos de dissertações que correspondem aos dez primeiros anos de defesas realizadas no Profmat. Uma rede semântica de cliques ponderada conectada denominada de rede Profmat foi construída, onde os vértices representam as palavras com significado intrínseco dos títulos das dissertações. Duas palavras são adjacentes se ambas pertencem a um mesmo título. As temáticas proeminentes foram identificadas a partir da avaliação da importância das palavras sob a perspectiva de centralidades e de suas relações por meio de arestas ponderadas. **Resultados:** A pesquisa identificou 19 temáticas proeminentes, das quais 4 possuem uma aproximação direta com a prática do professor de Matemática na sala de aula. **Conclusões:** Quanto aos objetivos do programa, os resultados revelaram alta aderência do conjunto de dissertações do Profmat, com foco no ensino de Matemática no Ensino Médio e em uma formação matemática aprofundada. Por outro lado, a pesquisa identificou uma menor predominância de temas relacionados à prática do professor na sala de aula, sugerindo uma aderência reduzida do conjunto de dissertações às diretrizes do Profmat.

Palavras-chave: Ensino de Matemática; redes semânticas de cliques; cliques aleatórios; centralidades.

Corresponding author: Marcos Grilo. Email: grilo@uefs.br

Proeminentes Thematics in Profmat: a approach based semantic network of cliques

ABSTRACT

Background: Profmat is a professional master' program in Mathematics in the semi-presential modality, coordinated by the SBM with support from IMPA. There is gap in the literature regarding the identification of proeminent thematic in Profmat. **Objectives:** Identify the proeminent thematic present in Profmat's dissertations. **Design:** The research uses Network Science methods to treat and analyze the data. **Data collection and analysis:** We collect the titles of dissertations corresponding to the first ten years of defenses held in Profmat. A weighted connected semantic network of cliques nominated the Profmat network was constructed, where vertices represent words with intrinsic meaning from dissertation titles. Two words are adjacent if both belong to the same title. The proeminent thematic were identified through evaluation of the word importance from the perspective of centralities and their relationships from the weighted edges. **Results:** The research identified 19 proeminent thematic, of wich 4 have a direct approximation with Mathematics teachers' classroom practice. **Conclusions:** Regarding the program's objectives, the results revealed high adherence of Profmat's dissertations set, focusing on High School Mathematic teaching and in an thorough mathematical background. On the other hand, the research identified a lower predominance of themes related to the teachers' classroom practice, suggesting reduced adherence of the dissertations set with Profmat's guidelines.

Keywords: Mathematic teaching; semantic network of cliques; random cliques; centralities.

INTRODUÇÃO

O Mestrado Profissional em Rede Nacional em Matemática (Profmat) é um programa semipresencial coordenado pela Sociedade Brasileira de Matemática (SBM) com apoio do Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA). Fruto de uma ação da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e coordenada pela SBM junto à comunidade científica da área de Matemática, o Profmat tem como público-alvo professores de Matemática em exercício na Educação Básica. O Profmat concorre para o cumprimento da Meta 16 do Plano Nacional de Educação (PNE) (Brasil, 2014): formar até 2024, em nível de pós-graduação, cinquenta por cento dos professores da Educação Básica em sua área de atuação. Conforme artigo 3º de seu Regimento, o Profmat tem como objetivo proporcionar formação matemática aprofundada e relevante ao exercício da docência na Educação Básica, visando dar ao egresso a qualificação certificada para o exercício da profissão de professor de Matemática (Profmat, 2024).

Desde a oferta da primeira turma em 2011, o Profmat tem obtido nota 5, a máxima para programas de mestrado. A SBM encomendou relatórios técnicos (Profmat, 2013a; Profmat, 2013b; Profmat, 2017; Profmat, 2020; Profmat, 2024) a empresas de consultoria para obter avaliações externas do Profmat. Estes relatórios apresentam análises quantitativas do programa, visando identificar as contribuições do Profmat para a melhoria do ensino de Matemática. As avaliações constantes nos relatórios apresentam expectativas sobre as possibilidades de intervenções positivas na sala de aula advindas das contribuições do Profmat na formação de seus discentes. Em Profmat (2013b, p. 63), fica evidenciado a expectativa de discentes e docentes quanto à “mudança para melhor na prática docente no ensino de Matemática na Educação Básica em decorrência dos ensinamentos do Profmat”. Conforme Profmat (2017, p. 53), “o Profmat contribui para o aperfeiçoamento da postura de seus egressos, para avanços em sua carreira, na sua atuação profissional, no aprendizado de novas técnicas e ferramentas, gerando impacto em sala de aula”. Segundo Profmat (2020, p. 27), “a eficácia do programa não se restringe somente à abrangência e ao número de vagas, pois também se evidencia na capacitação do aluno egresso e no progresso que este pode trazer dentro e fora da sala de aula”. Os resultados do relatório do Profmat (2024, p. 28) sinalizam índices elevado de satisfação com o programa entre discentes (91%), egressos (96%), professores (88,2%) e coordenadores (93,5%).

Na literatura, encontramos diversos estudos que analisaram as contribuições do Profmat para a Educação Básica. A literatura tem apontado que apesar do programa propiciar um aprofundamento dos conteúdos matemáticos, há uma distância entre a prática do professor na sala de aula e as discussões teóricas do Profmat (Caldatto, Pavanello & Fiorentini, 2016; Breda et al., 2017; Farias & Vilela, 2017; Caldatto, Fiorentini & Pavanello, 2018; Santana, Grilo & Barbosa, 2020; Caldatto, Martins & Yanez, 2023). Além disso, o Profmat possui índices de evasão e retenção que parecem contraditórios para um programa de pós-graduação que se propõe a melhorar o ensino de Matemática. Desde a sua criação, o Profmat formou 7.842 mestres, o que equivale a 36,1% do total de 21.733 vagas ofertadas (Profmat, 2024). Dados disponibilizados na Plataforma Sucupira mostram que no quadriênio 2021-2024, o Profmat teve um total de 2147 titulados, o que equivale a aproximadamente 18% do total de 3996 alunos matriculados. Se considerarmos apenas os dados do biênio 2021-2022, vemos que o Profmat formou apenas 20% dos 5167 alunos matriculados.

Uma pesquisa quanti-qualitativa foi desenvolvida por Giacomazzo (2015a) com o objetivo de avaliar a presença de dispositivos de Educação a

Distância (EaD) no Profmat. Os princípios organizacionais do Profmat foram investigados por Giacomazzo (2015b) por meio de uma análise de documentos (e.g. regimento, editais, ofícios, ementário) presentes no site do programa. Caldatto, Pavanello e Fiorentini (2016) e Caldatto, Fiorentini e Pavanello (2018) analisaram o currículo do Profmat. Uma pesquisa qualitativa foi realizada por Vicente e Resende (2016) para investigar a coerência entre o Profmat e as políticas de formação de professores. Os autores aplicaram questionários e realizaram entrevistas com cursistas do polo do Profmat em Uberaba, Minas Gerais. Breda e Rosário (2016) realizaram um estudo de caso para investigar as características da análise didática efetivada por docentes do Profmat. Breda et al. (2017) analisaram o uso de contextos científicos nas dissertações do Profmat.

A matriz curricular do Profmat foi analisada por Farias e Vilela (2017) à luz da teoria de Pierre Bourdieu. Szewczyk e Loguercio (2018) mapearam as dissertações do Profmat com temática voltada para o campo da Estatística Descritiva. Utilizando o descritor “Estatística” e, a partir de critérios de inclusão/exclusão, as autoras analisaram 19 resumos de dissertações. Sob a perspectiva dos conceitos de discurso e governamentalidade de Michel Foucault, Szewczyk e Loguercio (2019) analisaram o saber estatístico presente nas dissertações do Profmat. Por meio de levantamentos quantitativos, Arvelos e Brighenti (2019) fizeram uma análise estatística descritiva para avaliar o tempo médio de conclusão de curso dos discentes do Profmat na Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) que ingressaram no período de 2011 a 2016.

Oliveira (2019) realizou uma pesquisa qualitativa apoiada na concepção de campos semânticos apresentados por Rômulo Campos Lins para investigar o conceito de derivada presente nas dissertações do Profmat. A influência do polo do Profmat da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) na prática pedagógica de seus egressos foi investigada por Farias e Cândido (2019) que avaliaram o uso de materiais didático-pedagógicos lúdicos em suas aulas. Gaspar et al. (2019) avaliaram as relações entre o EaD e o Profmat, por meio de análise documental e entrevistas, sob a perspectiva da teoria de Agnes Heller. Os conceitos de Pierre Bourdieu foram aplicados por Farias e Vilela (2019) para delinear o campo da Matemática, analisando as relações entre os matemáticos que priorizam a pesquisa, integrantes do IMPA, e os que se dedicam à formação de professores, atuantes no Profmat.

Carvalho e Carvalho (2021) realizaram uma pesquisa qualitativa, de natureza investigativa, para identificar as concepções do professor-aluno do Profmat acerca de demonstrações matemáticas. Os autores coletaram dados a

partir de uma atividade aplicada a 10 professores que tinham cursado a disciplina História da Matemática do Profmat na Universidade Estadual de Londrina (UEL). Dados de aulas foram coletados por Santana, Grilo e Barbosa (2020) para analisar como o docente formador integrante do Profmat trata as tensões entre o discurso pedagógico do programa de mestrado e os textos mobilizados da Matemática Escolar pelos professores da Educação Básica. Usando métodos quantitativos e qualitativos, Almeida, Musmanno e Sousa (2020) mapearam dissertações do Profmat que abordaram a Modelagem Matemática.

Aparecida e Leivas (2021) mapearam dissertações de mestrados focadas na Geometria Esférica, nas áreas da Educação, da Educação Matemática, do ensino de Matemática e do ensino de Ciências e Matemática. Uma revisão sistemática de literatura foi realizada por Oinhas e Zanon (2021) para compreender como dissertações do Profmat no período de 2016 a 2020 contribuíram para a resolução de problemas de Análise Combinatória mediada pelas tecnologias digitais na Educação Básica. Nunes e Pagani (2021) fizeram uma pesquisa qualitativa para mapear dissertações do Profmat sobre Educação Financeira na Educação Básica, por meio da leitura de resumos, introduções e considerações finais. As questões que compuseram o Exame Nacional de Qualificação do Profmat, no período de 2012 a 2019, foram analisadas por Caldatto, Martins e Yanez (2023), sob a perspectiva teórica do Mathematics Teachers' Specialized Knowledge (MTSK). Silva e Sousa (2024) investigaram dissertações do Profmat que tratavam do tema “Modelagem Matemática”. Paula e Ferreira (2024) identificaram a influência dos componentes curriculares “Matemática Discreta” e “Números e Funções Reais” no rendimento acadêmico dos discentes do Profmat (pólo UFOB) na disciplina “Resolução de Problemas”.

Os estudos apresentados indicam a existência de uma lacuna quanto à identificação de temáticas proeminentes no Profmat. Os estudos possuem fontes de dados diversas, a exemplo de documentos oficiais do Profmat, entrevistas com egressos, resumos, introduções e considerações finais de dissertações. O objetivo desta pesquisa é identificar as temáticas proeminentes presentes nas dissertações do Profmat. Construímos uma rede semântica de cliques ponderada baseada nos títulos das dissertações, denominada de rede Profmat. Aplicamos métodos de Ciência das Redes para analisar os dados. A identificação de temáticas combina a avaliação da importância: 1) das palavras com maiores centralidades de grau, de grau ponderado, de intermediação, laplaciana e de proximidade; 2) das relações entre as palavras a partir do peso de suas arestas. Para determinar a quantidade de palavras com maiores

centralidades a serem analisadas, utilizamos um critério baseado em redes de cliques aleatórias. Na próxima seção, descrevemos os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa para análise da rede Profmat. Em seguida, identificamos as temáticas proeminentes presentes nos títulos das dissertações do Profmat. Por fim, tecemos algumas considerações.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa utiliza métodos de Ciência de Redes para a análise da rede semântica de cliques Profmat construída a partir dos títulos das dissertações. Nesta seção, relatamos o procedimento de coleta e tratamento dos dados e explicamos o processo de construção da rede semântica de cliques Profmat. Tratamos dos significados das centralidades utilizadas nesta pesquisa e do critério para determinação da quantidade de vértices com maiores centralidades a serem avaliados baseado em redes de cliques aleatórias. Em seguida, discorremos sobre o procedimento para identificação de temáticas proeminentes.

Construção da Rede Profmat

Os títulos das dissertações de mestrado do Profmat foram coletados do catálogo disponível no endereço www.profmatsbm.org.br/dissertacoes, no mês de janeiro de 2023. Coletamos os títulos de dissertações do período de 2013 a 2022, o que corresponde aos dez primeiros anos de defesas realizadas no Profmat. Seguindo as técnicas de Caldeira et al. (2006) e de Fadigas et al. (2009), aplicamos um tratamento manual que consistiu em: 1) corrigir erros de digitação; 2) eliminar sinais de pontuação; 3) escrever siglas por extenso; 4) traduzir palavras em idioma estrangeiro para o português; 5) inspecionar o primeiro caractere de cada título de forma a garantir que cada título comece com letra maiúscula; 6) substituir símbolos e termos matemáticos por palavras reconhecidas pela ferramenta computacional de geração de redes semânticas de cliques. Os títulos tratados foram organizados em um arquivo de texto. Utilizamos a ferramenta computacional NetPal, desenvolvida por Caldeira et al. (2006), para construir a rede semântica de cliques Profmat.

Segundo a definição de Grilo et al. (2017), uma rede semântica é um sistema de representação de conhecimento baseado em grafos,

composto por vértices que representam palavras, conceitos ou entidades com significado semântico, por arestas que correspondem aos seus relacionamentos e imbuído de intenção de funcionalidade estabelecida pelo contexto. Neste sentido, a rede Profmat foi construída tomando-se as palavras com significado intrínseco presentes nos títulos das dissertações para serem representadas por vértices. Todas as palavras com significado intrínseco presentes em um mesmo título conectam-se mutuamente, formando uma clique. A quantidade de títulos em que duas palavras estão presentes simultaneamente é sinalizada na rede pelo peso da aresta entre ambas. Aplicamos a ferramenta computacional NetPal no arquivo de texto com os títulos tratados manualmente para excluir as palavras sem significado intrínseco e transformar as palavras com significado intrínseco para uma forma canônica. Ao fim do processo, obtemos a rede Profmat, uma rede semântica de cliques ponderada.

Centralidades

Para capturar a importância de palavras no processo de identificação de temáticas proeminentes, utilizamos cinco centralidades: grau ($C_G(v)$), grau ponderado ($C_{GP}(v)$), intermediação ($C_I(v)$), laplaciana ($C_L(v)$) e proximidade ($C_P(v)$). A centralidade de grau (Freeman, 1979; Wasserman; Faust, 1997) de uma palavra mede a quantidade de palavras vizinhas, capturando a diversidade de relações estabelecidas por uma palavra. Portanto, quanto maior a centralidade de grau de uma palavra, maior a diversidade de temas na qual a palavra está envolvida. A centralidade de grau ponderado (Wasserman & Faust, 1997) de uma palavra mede a soma dos pesos das arestas que incidem sobre a palavra. Quanto maior a centralidade de grau ponderado de uma palavra, maior a intensidade da presença das relações estabelecidas por uma palavra nos títulos das dissertações, indicando o quão uma palavra está envolvida em temas que são (re)discutidos. A centralidade de intermediação (Freeman, 1979; Wasserman & Faust, 1997) de uma palavra no contexto da rede Profmat mede a quantidade de caminhos mínimos que passam pela palavra. Quanto maior a centralidade de intermediação de uma palavra, maior a presença desta em caminhos mínimos entre pares de palavras que não aparecem em um mesmo título,

indicando o quão uma palavra está envolvida em temas que contém palavras não presentes em um mesmo título.

A centralidade laplaciana mede a importância de uma palavra a partir de sua remoção da rede (Qi et al., 2013). Quanto maior a centralidade laplaciana de uma palavra, maior a sua importância sob a perspectiva do impacto de sua remoção perante as palavras vizinhas e à rede. A centralidade laplaciana indica o quão a ausência de uma palavra afeta decisivamente os temas no qual está presente. A centralidade de proximidade (Freeman, 1979; Wasserman & Faust, 1997) de uma palavra, como o próprio nome sugere, mede a proximidade desta com as demais palavras da rede. Quanto maior a centralidade de proximidade de uma palavra, menor é a distância desta às demais palavras da rede, indicando o quão uma palavra está envolvida em temas constituídos por palavras próximas a ela.

Quantidade de palavras com maiores centralidades

Na literatura, encontramos trabalhos (Quintella et al., 2009; Rodrigues et al., 2017; Nascimento, Pereira & Moret, 2018; Santos & Grilo, 2020; Andrade et al., 2022) que analisaram quantidades diversas de maiores centralidades para investigar a importância de vértices em uma rede. A percentagem de maiores centralidades avaliadas varia de 0,5% a 76,9%, não indicando alguma relação com o tamanho da rede. Desta forma, qual seria a percentagem de vértices a ser considerada para avaliar as maiores centralidades em uma rede? Nesta pesquisa, definimos que a quantidade de vértices com maiores centralidades a serem analisadas seja definida a partir da comparação com uma rede semântica de cliques aleatórias (Grilo & Fadigas, 2024) equivalente à rede semântica de cliques original. Para determinar a quantidade de vértices v com maiores centralidades a serem analisados em uma rede de cliques, utilizamos o critério estabelecido na Expressão 1:

$$C_G(v)^{Profmat} \geq \langle k \rangle^{ProfmatCIA} + 2\sigma^{ProfmatCIA} \quad (1)$$

Na Expressão 1, $\langle k \rangle^{ProfmatCIA}$ denota o grau médio, ou seja, a média aritmética das centralidades de grau dos vértices da rede *ProfmatCIA*; σ denota o desvio-padrão do grau médio da rede *ProfmatCIA*. A Expressão 1 difere do critério estabelecido por (Cunha et

al., 2020) para *hubs* (vértices de graus muito altos), pois os autores utilizaram o grau médio da rede original para efeitos de comparação. A comparação estabelecida pela Expressão 1 tem a vantagem de ser feita com uma estrutura neutra (a rede aleatória) e não com a própria rede.

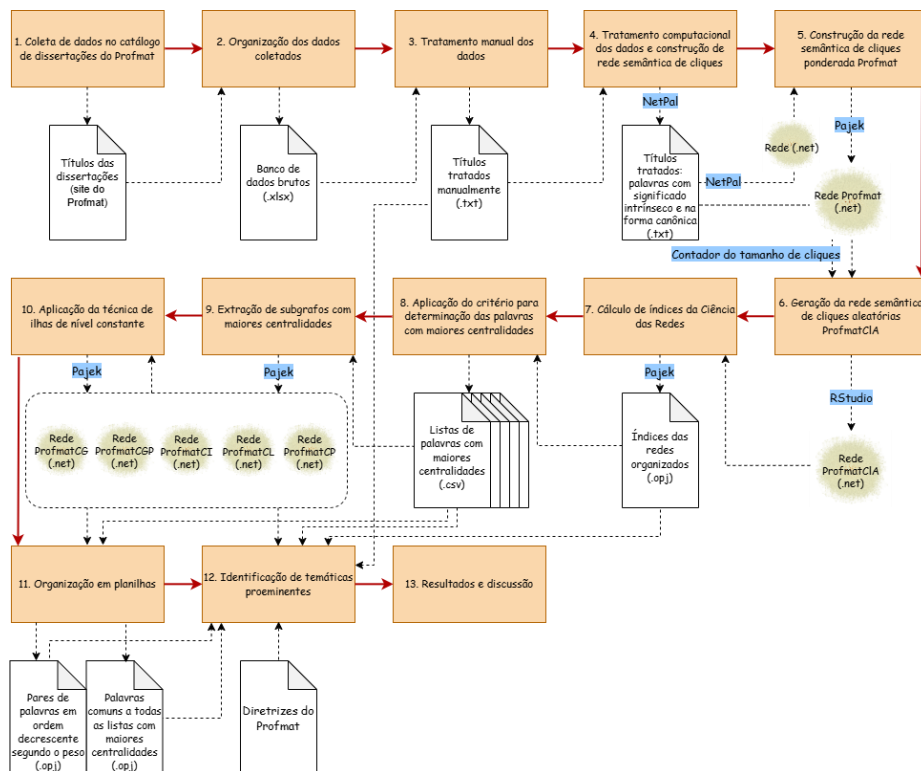
Identificação de temáticas proeminentes

O processo de identificação de temáticas proeminentes considerou a importância dos vértices sob a perspectiva de centralidades e das arestas sob a perspectiva de seus pesos. Logo, a identificação de temáticas proeminentes considera a importância de palavras sob a perspectiva de centralidades e a intensidade de suas relações sob a perspectiva de sua presença nos títulos das dissertações. Apresentamos na Figura 1 uma visualização do método de identificação de temáticas proeminentes.

As etapas de 1 a 4 foram descritas na Seção “Construção da Rede Profmat”. A rede gerada na etapa 5 foi obtida a partir de 6720 títulos, possuindo 3609 vértices. Utilizamos o Pajek (Batagelj & Mrvar, 1998) para computar o peso das arestas a partir das arestas múltiplas geradas. O valor computado para cada aresta sinaliza a quantidade de vezes que um par de palavras ocorreu simultaneamente em um título. A maior componente da rede desconectada, extraída com o Pajek, possui 3605 (99,89% da rede), a qual intitulamos de rede Profmat. Para realizar a etapa 6, usamos o arquivo .dlf da rede conectada Profmat, gerado pelo Netpal, que separa as palavras com significado intrínseco e na forma canônica para cada título. O arquivo .dlf permite obter a sequência de tamanhos das cliques da rede Profmat em sua configuração inicial. Em seguida, utilizamos um script escrito em R para gerar redes de cliques aleatórias.

Figura 1

Processo de identificação de temáticas proeminentes



Na etapa 7, calculamos os índices da Ciência das Redes descritos na Seção “Centralidades”. Em seguida, organizamos os índices em planilhas. Na etapa 8, aplicamos o critério para determinação das palavras com maiores centralidades (Seção “Quantidade de Palavras com Maiores Centralidades”) e encontramos 192 vértices. Com esta quantidade, elaboramos 5 listas com os 192 vértices que possuem maiores centralidades de grau, de grau ponderado, de intermediação, laplaciana e de proximidade.

Na etapa 9, por meio do Pajek, usamos as listas para extrair da rede Profmat, subgrafos contendo os 192 vértices com as maiores

centralidades, o que resultou em 5 subgrafos. Na etapa 10, aplicamos o método de ilhas em redes de nível constante (Batagelj; Zaveršnik, 2004) a fim de eliminar pesos de arestas baixos, desde que o subgrafo não fique desconectado. O peso de uma aresta entre duas palavras reflete a presença de ambas nos títulos das dissertações do Profmat. Quanto maior o peso de uma aresta, maior a presença de duas palavras simultaneamente nos títulos, contribuindo para a emergência de temáticas proeminentes. Portanto, a aplicação do método de ilhas em redes de nível constante permite uma limpeza de relações entre palavras menos relevantes, melhorando a sua visualização e favorecendo a identificação da proeminência de temáticas.

Sendo assim, obtemos cinco redes: rede *ProfmatCG*, com as 192 palavras com maiores centralidades de grau; rede *ProfmatCGP*, com as 192 palavras maiores centralidades de grau ponderado; rede *ProfmatCI*, com as 192 palavras com maiores centralidades de intermediação; rede *ProfmatCL*, com as 192 palavras com maiores centralidades laplaciana; rede *ProfmatCP*, com as 192 palavras com maiores centralidades de proximidade. Na etapa 11, identificamos as palavras comuns nas 5 listas com maiores centralidades e organizamos as arestas com seus respectivos pesos em planilhas.

Na etapa 12, o processo de identificação de temáticas proeminentes envolveu a análise das palavras comuns às cinco redes com maiores centralidades, os pesos das arestas e as diretrizes do Profmat. Comparamos as 5 listas com maiores centralidades e encontramos 149 palavras comuns a todas as listas. A nossa análise concentrou-se nestas 149 palavras e nas arestas com maiores pesos entre elas. Especificamente, a identificação de temáticas proeminentes considerou: as cinco listas de maiores centralidades e junções destas para facilitar comparações; as planilhas contendo as palavras comuns às cinco listas com maiores centralidades e o peso das arestas da rede Profmat; a visualização das redes *ProfmatCG*, *ProfmatCGP*, *ProfmatCI*, *ProfmatCL* e *ProfmatCP*; os índices da rede *Profmat*; os títulos das dissertações do Profmat; o regimento do Profmat.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

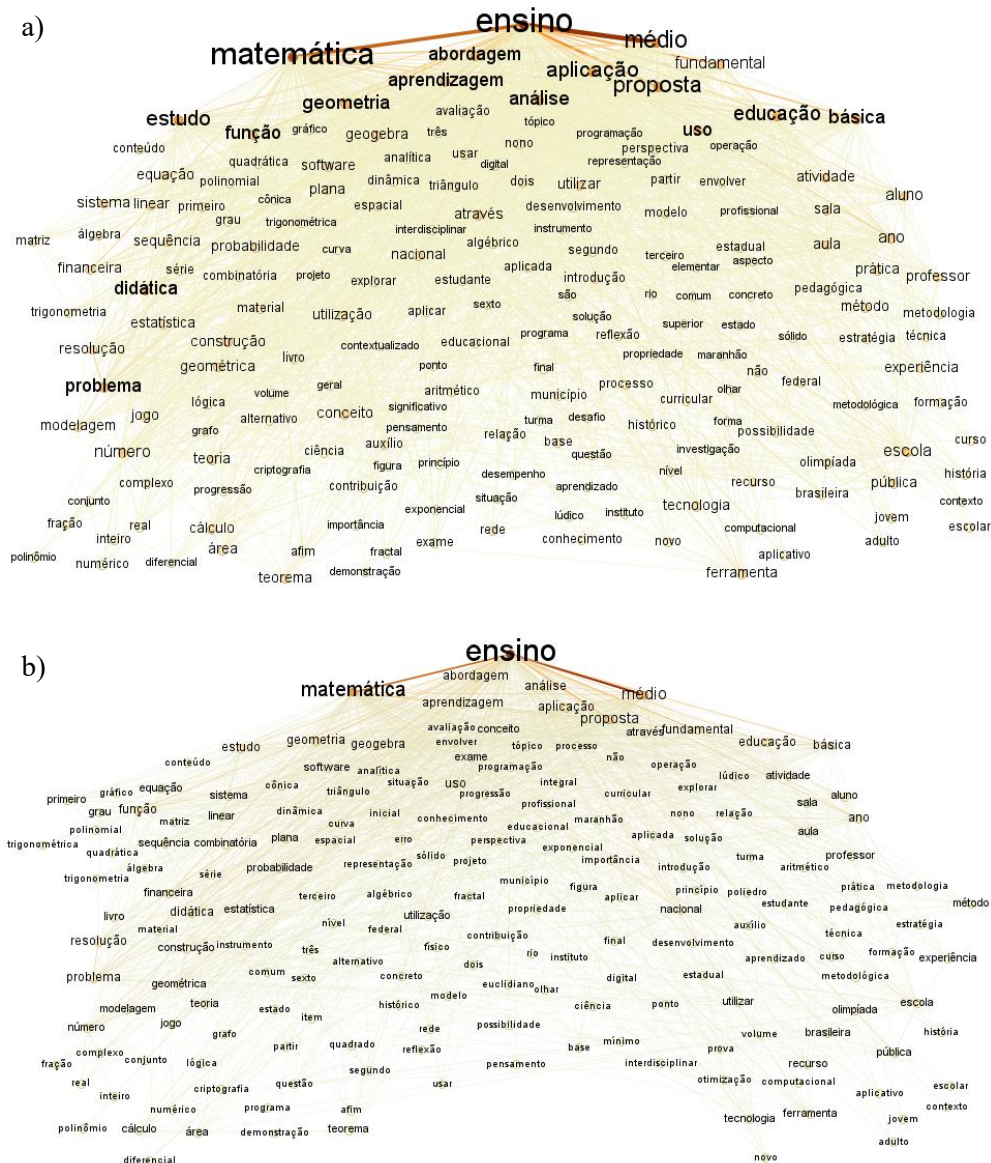
Apresentamos nesta seção, uma caracterização topológica da rede Profmat e as temáticas proeminentes identificadas. Para a análise dos dados, à luz da definição de rede semântica de Grilo et al. (2017), assumimos que a escolha das palavras dos títulos é influenciada pela intenção do autor de: apresentar no título o tema de sua dissertação; explicitar a aderência do tema da dissertação às diretrizes do Profmat. Logo, a escolha das palavras dos títulos não é aleatória, implicando que determinados grupos de palavras sejam mais requisitados que outros por conta da temática que abrange o tema da dissertação. A Figura 2 mostra as visualizações das redes ProfmatCG (Figura 2a), ProfmatCGP (Figura 2b), ProfmatCI (Figura 2c), ProfmatCL (Figura 2d) e ProfmatCP (Figura 2e).

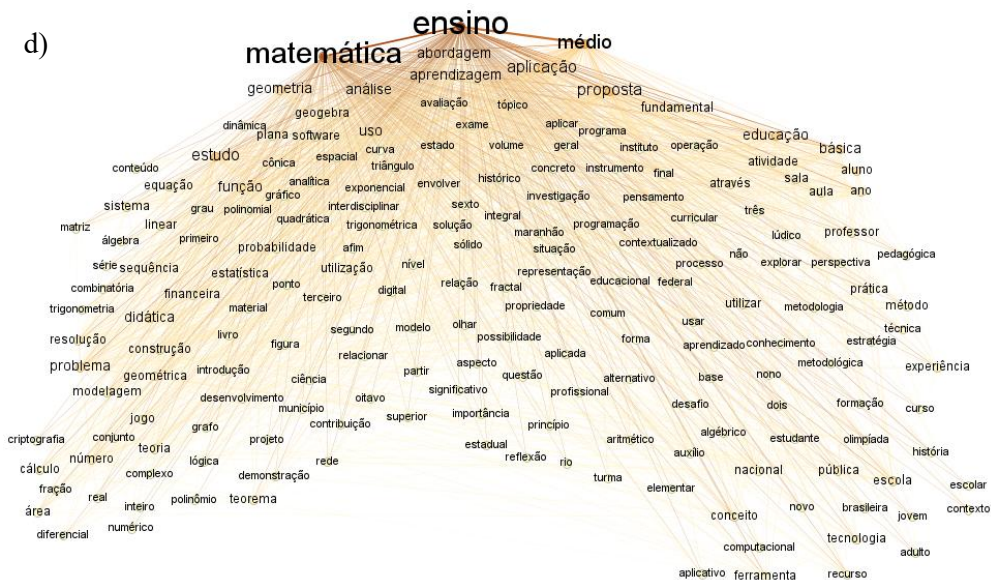
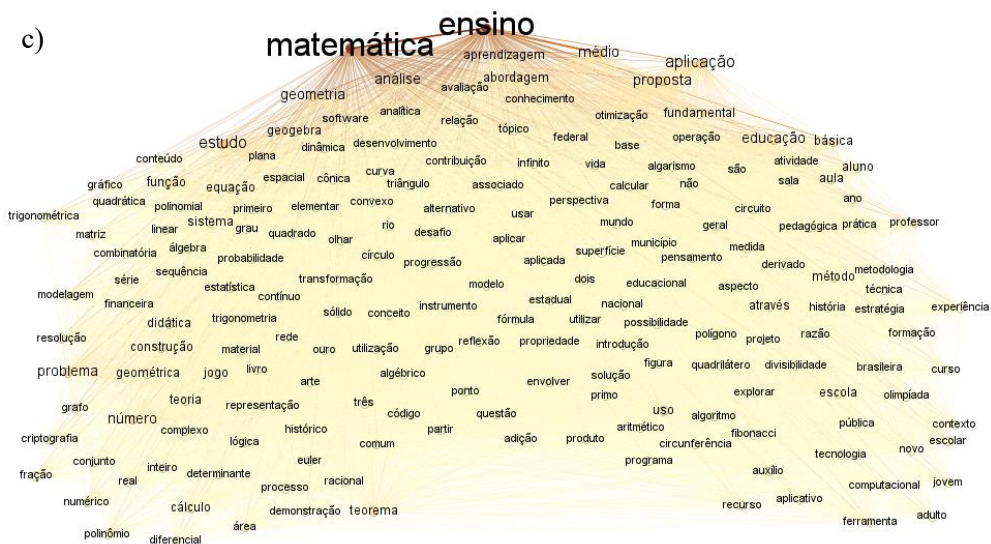
As palavras ENSINO e MATEMÁTICA ocupam, respectivamente, a primeira e segunda posição de maiores centralidades, exceto sob a perspectiva da centralidade de intermediação, na qual as posições se invertem. Considerando que a aresta entre ambas possui o segundo maior peso na rede, podemos afirmar que ENSINO de MATEMÁTICA possui proeminência nos títulos, indicando uma aderência do conjunto de dissertações ao objetivo geral do Profmat. A palavra MÉDIO ocupa a terceira posição de maior centralidade exceto, sob a perspectiva da centralidade de intermediação, onde ocupa a quinta posição. Considerando a aresta com maior peso, os dados indicam uma concentração de temas das dissertações do Profmat voltados para o ENSINO MÉDIO.

A análise das palavras com maiores centralidades combinada com as relações de maior peso indicaram que a temática com maior proeminência no Profmat engloba dissertações que apresentaram PROPOSTAS para o ENSINO de MATEMÁTICA na EDUCAÇÃO BÁSICA com ênfase no ENSINO MÉDIO. Percebemos um foco maior em temas que tratam de APLICAÇÕES para o ENSINO MÉDIO do que para o ENSINO FUNDAMENTAL, além de uma predominância de dissertações voltadas para o ENSINO de GEOMETRIA.

Figura 2

Visualização das redes ProfmatCG, ProfmatCGP, ProfmatCI, ProfmatCL e ProfmatCP





GEOMETRIA, evidenciou-se um destaque para as que abordam ENSINO de TRIÂNGULOS.

Os resultados sugerem que há uma segunda temática proeminente no Profmat, que denominamos de ESTUDO de CONTEÚDOS MATEMÁTICOS com ênfase para o ENSINO MÉDIO. Neste sentido, temos dissertações voltadas para o aprofundamento do conhecimento matemático do mestrando que focalizam o ESTUDO dos seguintes CONTEÚDOS MATEMÁTICOS: FUNÇÃO QUADRÁTICA, MÉTODOS DE RESOLUÇÃO DE EQUAÇÕES POLINOMIAIS, CONJUNTOS NUMÉRICOS (NÚMEROS COMPLEXOS, REAIS e INTEIROS), SISTEMAS de EQUAÇÕES LINEARES, GEOMETRIA PLANA com foco em TRIÂNGULOS, SEQUÊNCIAS, CÔNICAS, PROBABILIDADE, GEOMETRIA ANALÍTICA, ANÁLISE COMBINATÓRIA e MATRIZES. A terceira temática proeminente identificada foi denominada de PROPOSTAS de ABORDAGENS para o ENSINO e APRENDIZAGEM de CONTEÚDOS MATEMÁTICOS. Esse grupo consiste de dissertações que tratam de RESOLUÇÃO de PROBLEMAS, MODELAGEM MATEMÁTICA, CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS, SEQUÊNCIA DIDÁTICA, GEOMETRIA DINÂMICA e JOGOS MATEMÁTICOS.

Identificamos uma quarta temática proeminente que nomeamos de PROPOSTAS de ATIVIDADES em SALA de AULA. Nesse grupo, percebemos um destaque em ATIVIDADES voltadas para ALUNOS do PRIMEIRO ANO do ENSINO MÉDIO. As PROPOSTAS englobam ATIVIDADES voltadas para o ENSINO e ESTUDO: de GEOMETRIA, com USO do GEOGEBRA; de FUNÇÕES; e de MATEMÁTICA FINANCEIRA. A quinta temática proeminente foi denominada de PRÁTICA PEDAGÓGICA do PROFESSOR, tratando de: METODOLOGIAS; ESTRATÉGIAS; MÉTODOS; e TÉCNICAS de ENSINO. Nominamos a sexta temática proeminente identificada de ANÁLISE da FORMAÇÃO do PROFESSOR de MATEMÁTICA da EDUCAÇÃO BÁSICA. Os resultados sugerem que, nas dissertações do Profmat, há uma ênfase em ANÁLISES voltadas para o ENSINO de MATEMÁTICA; não percebemos uma proeminência em discussões voltadas para a APRENDIZAGEM do ALUNO na SALA de AULA.

A palavra ESCOLA está entre as 22 maiores centralidades, dentre as cinco analisadas e a sua importância está relacionada à proeminência da sétima temática identificada: ANÁLISE de QUESTÕES da OLIMPÍADA BRASILEIRA de MATEMÁTICA das ESCOLAS PÚBLICAS (OBMEP). Podemos perceber também dissertações associadas a uma oitava temática proeminente denominada de EXPERIÊNCIAS de ENSINO com ALUNOS de ESCOLAS PÚBLICAS. Por outro lado, a palavra AVALIAÇÃO aparece entre as 83 maiores centralidades, dentre as cinco consideradas nesta pesquisa. Isto permitiu identificar uma nona temática proeminente denominada de SISTEMAS de AVALIAÇÃO da EDUCAÇÃO BÁSICA e uma décima, nominada de AVALIAÇÃO da APRENDIZAGEM em MATEMÁTICA. Os resultados sugerem que a quinta, a oitava, a nona e a décima temáticas proeminentes são as apresentam uma aproximação mais direta com a PRÁTICA do PROFESSOR na SALA de AULA. Os demais grupos, focalizam em apresentação de: PROPOSTAS teóricas de ENSINO e de APRENDIZAGEM; CONTRIBUIÇÕES para a FORMAÇÃO do PROFESSOR de MATEMÁTICA.

Identificamos um grupo de áreas de conhecimento da Matemática proeminentes nos títulos de dissertações do Profmat que não integram explicitamente o currículo de Matemática da Educação Básica: CÁLCULO DIFERENCIAL, LÓGICA MATEMÁTICA, TEORIA dos NÚMEROS, TEORIA dos GRAFOS, EQUAÇÕES DIFERENCIAIS, TEORIA dos JOGOS, SEQUÊNCIAS e SÉRIES, CURVAS PLANAS, ÁLGEBRA LINEAR, CRIPTOGRAFIA. Os resultados sugerem dissertações associadas à uma décima primeira temática: APLICAÇÕES na EDUCAÇÃO BÁSICA de TÓPICOS MATEMÁTICOS de CURSOS de FORMAÇÃO de PROFESSORES. Trata-se de tópicos matemáticos que integram ementas de disciplinas obrigatórias ou optativas da matriz curricular de cursos de Licenciatura em Matemática, mas que não fazem parte de currículos de Matemática da Educação Básica.

Os resultados sugerem que existem outros conjuntos de dissertações que podem ser englobadas nas temáticas proeminentes apresentadas a seguir: DEMONSTRAÇÃO de TEOREMAS; PROPOSTAS de USO de NOVAS TECNOLOGIAS no ENSINO,

ENSINO MÉDIO (ENEM) e da BASE NACIONAL COMUM “curricular” (BNCC). As palavras “curricular” e “exame” constam dentre as palavras com maiores centralidades em quatro listas: grau, grau ponderado, laplaciana e proximidade. As palavras “exame” e “curricular” ocupam respectivamente as posições 197 e 198 na lista de maiores centralidades de intermediação. Apesar das palavras não terem sido incluídas pelos critérios estabelecidos nesta pesquisa, o contexto atual que envolve as políticas públicas para o ensino de Matemática no Brasil pode favorecer para que a ANÁLISE de QUESTÕES da OLIMPÍADA BRASILEIRA de MATEMÁTICA das ESCOLAS PÚBLICAS, ANÁLISE de QUESTÕES do EXAME NACIONAL do ENSINO MÉDIO e o ENSINO de MATEMÁTICA sob a PERSPECTIVA da BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR desperte o interesse de pesquisas sobre estas temáticas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa, identificamos 19 temáticas proeminentes a partir da análise dos títulos das dissertações do Profmat. Construímos a rede semântica de cliques ponderada e conectada Profmat e, a partir da sequência de tamanhos das cliques em sua configuração inicial, geramos redes de cliques aleatórias equivalentes para estabelecer a quantidade de vértices com maiores centralidades a serem analisados. A vantagem deste método é que temos um critério que considera o tamanho da rede e não depende de outros aspectos como a determinação de um ponto crítico. Neste artigo, o processo de identificação de temáticas considerou a proeminência de palavras sob a perspectiva de centralidades e o peso de suas relações.

Os resultados sugerem que o conjunto de dissertações do Profmat possuem alta aderência às diretrizes do programa sob a perspectiva da proeminência das temáticas PROPOSTAS para o ENSINO de MATEMÁTICA na EDUCAÇÃO BÁSICA e do ESTUDO de CONTEÚDOS MATEMÁTICOS, com um protagonismo do ENSINO MÉDIO. Juntamente com as demais temáticas proeminentes identificadas, podemos considerar que neste trabalho, apresentamos uma caracterização do Profmat em sua primeira década de defesas de dissertações. Os resultados mostraram que o principal foco do Profmat

é, de fato, o ENSINO de MATEMÁTICA. Por outro lado, quatro temáticas proeminentes explicitando uma aproximação direta com a PRÁTICA do PROFESSOR na SALA de AULA foram identificadas de um total de 19. Sob a perspectiva da PRÁTICA PEDAGÓGICA do PROFESSOR, percebemos uma menor aderência do conjunto de dissertações aos objetivos do Profmat, quando comparamos com as demais que foram identificadas.

Outros trabalhos futuros são a identificação de temáticas proeminentes por região geográfica, por polos e a comparação entre quadriênios. Esperamos que este trabalho possa contribuir para que outras investigações sobre o Profmat possam ser realizadas, uma vez que as temáticas proeminentes identificadas contêm descritores que podem ser usados para a coleta de dados. No campo da Ciência das Redes, acreditamos que este trabalho possa contribuir para pesquisas que tem como objeto de estudo, redes de cliques.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é apoiado pela Universidade Estadual de Feira de Santana através de financiamento via FINAPESQ (Termo de Outorga nº 22/2022).

DECLARAÇÃO DE CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

M.G. coletou os dados, fez uma primeira análise e escreveu a primeira versão do artigo. I.S.F. e J.S.P.G. participaram ativamente na discussão dos resultados, revendo e aprovando a versão final do trabalho.

DECLARAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DOS DADOS

Os dados que suportam os resultados serão disponibilizados pelo autor correspondente, MG, mediante solicitação adequadamente justificada.

REFERÊNCIAS

- Almeida, M. C. d., Musmanno, L. M., & Sousa, S. G. d. (2020). Mapeamento das Dissertações sobre Modelagem Matemática Produzidas no Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional. *Educação Matemática Debate*, Universidade Estadual de Montes Claros-Unimontes, 4(10), 1–23.

- Andrade, J. C. et al. (2022). Ac-redes Semânticas de Hashtags: modelo de estudo métrico de informações em saúde em mídias sociais. *Revista Eletrônica de Comunicação, Informação & Inovação em Saúde*, v. 16, n. 2.
- Aparecida, J. & Leivas, J. C. P. (2021). A Abordagem da Geometria Esférica no Ensino e na Aprendizagem Matemática: o que apontam as pesquisas realizadas entre 2000 e 2018. *Tangram–Revista de Educação Matemática*, Dourados-MS, v. 4, n. 2, p. 59–82.
- Arvelos, R. C. F. & Brighenti, C. R. G. (2019). Estimador de Kaplan-Meier na Avaliação do Tempo de Conclusão do Profmat/UFSJ. *REMAT: Revista Eletrônica da Matemática*, v. 5, n. 2, p. 209–224.
- Batagelj, V. & Mrvar, A. (1998). Pajek - Program for Large Network Analysis. *Connections*. v.21, n.2, p. 47-57.
- Batagelj, V. & Zaveršnik, M. (2004). Islands. In: *Sunbelt XXIV Conference*. [S.l.: s.n.].
- Brasil. *Plano Nacional de Educação*. (2014). Plano Nacional de Educação. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/113005.htm>. Acesso em: 13 abr. 2025.
- Breda, A. et al. (2017). O Uso de Contextos Científicos nos Trabalhos Finais de Curso de um Mestrado Profissional em Matemática. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, n. Extra, p. 2453–2458.
- Breda, A. & Rosário, V. do. (2016). Estudio de Caso sobre el Análisis Didáctico Realizado en un Trabajo Final de un Máster para Profesores de Matemáticas en Servicio. *Redimat*, Hipatia Press, v. 5, n. 1, p. 74–103.
- Caldatto, M. E., Fiorentini, D. & Pavanello, R. M. (2018). Uma Análise do Projeto de Formação Profissional de Professores Privilegiada pelo Profmat. *ZETETIKÉ. Revista de Educação Matemática*, Universidade Estadual de Campinas, v. 26, n. 2, p. 260–281.

- Caldatto, M. E., Martins, C. A. R. & Yanez, J. C. (2023). Os Exames de Qualificação Realizados no Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional. *Educação e Pesquisa*, v. 49, n. contínuo, p. e249650.
- Caldatto, M. E., Pavanello, R. M. & Fiorentini, D. (2016). O Profmat e a Formação do Professor de Matemática: uma análise curricular a partir de uma perspectiva processual e descentralizadora. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, SciELO Brasil, v. 30, p. 906–925.
- Caldeira, S. M. G. et al. (2006). The Network of Concepts in Written Texts. *The European Physical Journal B*, v. 49, p. 523–529.
- Carvalho, A. M. F. T. & Carvalho, T. O. (2021). A História da Matemática e a Prática de Demonstrações na Formação de Professores: traços do Profmat. *Em Teia*, v. 11, n. 1, p. 1–20.
- Cunha, M. d. V. et al. (2020). Shannon Entropy in Time-varying Semantic Networks of Titles of Scientific Paper. *Applied Network Science*, v. 5, n. 1, p. 53.
- Fadigas, I. S. et al. (2009). Análise de Redes Semânticas Baseada em Títulos de Artigos de Periódicos Científicos: o caso dos periódicos em Educação Matemática. *Educação Matemática Pesquisa*, v. 11, n. 1, p. 142–164.
- Farias, J. V. d.; Vilela, D. S. (2017). O Curso de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional à Luz da Teoria de Bourdieu: tensões entre Matemática Acadêmica e Matemática Escolar. *Revista de Educação PUC-Campinas*, v. 22, n. 1, p. 109–129.
- Farias, J. V. d.; Vilela, D. S. (2019). Desenhando o Campo da Matemática: aplicação dos conceitos de Pierre Bourdieu na Educação Matemática. *Estudos de Sociologia*, v. 24, n. 47.
- Farias, M. & Cândido, L. (2019). Uso de Materiais Didático-pedagógicos Lúdicos por Egressos do Profmat e sua Influência no Aprendizado em Matemática em Alagoas. *RENCIMA: Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 10, n. 6, p. 350–359.

- Freeman, L. C. (1979). Centrality in Social Networks: i conceitual clarification. *Social Networks*, v. 1, p. 215–239.
- Gaspar, S. D. et al. (2019). Uma Visão Helleriana da Inserção Social na EAD: análise do cotidiano e da cotidianidade na formação de professores de Matemática em rede nacional (Profmat). *Espaço e Economia. Revista brasileira de geografia econômica*, Núcleo de Pesquisa Espaço & Economia, n. 15.
- Giacomazzo, G. F. (2015a). Educação a Distância e Mestrado Profissional: uma análise a partir do Profmat. *Revista Intersaberes*, v. 10, n. 21, p. 527–540.
- Giacomazzo, G. F. (2015b). Rede de Formação de Professores da Educação Básica: análise dos princípios organizacionais em cursos de pós-graduação *stricto sensu*. *EccoS–Revista Científica*, n. 37, p. 93–109.
- Grilo, M. et al. (2017). Robustness in semantic networks based on cliques. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, v. 472, p. 94 – 102.
- Grilo, M. & Fadigas, I. S. (2024). Redes de Cliques Aleatórias: uma aplicação a títulos de dissertações do Profmat. In: *III Simpósio Brasileiro de Teoria e Ciência de Redes SimBraRedes*, Salvador, BA.
- Nascimento, J. O.; Pereira, H. B. B.; Moret, M. A. (2018). Grafos e teoria de redes: uma análise do ensino de física brasileiro no período 1972-2006 por meio de cliques de palavras-chave. *Revista Cereus*, v. 10, n. 2.
- Nunes, L. M. d. A. & Pagani, E. M. L. (2021). Educação Financeira na Educação Básica: um mapeamento das pesquisas que abordam conceitos em investimentos financeiros desenvolvidas no âmbito do Profmat. *Em Teia*, v. 12, n. 2, p. 1–20.
- Oinhas, M. A. S. & Zanon, T. X. D.-C. (2021). Revisão Sistemática de Dissertações do Profmat: um diálogo entre combinatória e tecnologias digitais. *REVEMAT: Revista Eletrônica de*

Matemática, Universidade do Extremo Sul Catarinense, v. 16, p. 1–21.

Oliveira, R. A. de. (2019). Modos de Produção de Significados no Ensino da Derivada: um olhar para as dissertações do Profmat. *Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo*, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, v. 8, n. 2, p. 3–25.

Paula, M., & Ferreira, J. L. (2024). A Faceta Integralizadora da Disciplina Resolução de Problemas do PROFMAT na Universidade Federal do Oeste da Bahia: uma análise quantitativa. *Revista Baiana de Educação Matemática*, 5(1), e202413.

Profmat. (2013). *Avaliação Suplementar Externa do Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT)*. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://sbm.org.br/profmat/wp-content/uploads/sites/4/sites/4/2021/10/PROFMAT_Av_Suplementar.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.

Profmat. (2013). *Uma análise quali-quantitativa de perfis de candidatos ao Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT)*. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://sbm.org.br/profmat/wp-content/uploads/sites/4/sites/4/2021/10/SBM_PROFMAT_Quem_e_o_professor_DIGITAL_completo_com_anexos-1.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.

Profmat. (2017). *PROFMAT: uma reflexão e alguns resultados*. Disponível em: <https://sbm.org.br/profmat/wp-content/uploads/sites/4/sites/4/2021/10/PROFMAT-relatorio_DIGITAL-1.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.

Profmat. (2020). *PROFMAT: Avaliação de possíveis impactos*. Disponível em: <<https://sbm.org.br/profmat/wp-content/uploads/sites/4/sites/4/2021/10/PROFMAT-Avaliacao-de-possiveis-impactos-1.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2024.

- Profmat. (2024). *Regimento do Profmat*. Disponível em: <<https://profmat-sbm.org.br/regimento/>>. Acesso em: 13 abr. 2025.
- Profmat. (2024). *Panorama do Profmat em 2024: perfil e percepções da comunidade acadêmica*. Disponível em: <https://profmat-sbm.org.br/wp-content/uploads/sites/4/sites/4/2025/03/Doc_Profmat.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2025.
- Qi, X. et al. (2013). Terrorist Networks, Network Energy and Node Removal: a new measure of centrality based on laplacian energy. *Social Networking*, v. 2, n. 1.
- Quintella, R. H. et al. (2009). Network Dynamics in Scientific Knowledge Acquisition: an analysis in three public universities in the state of Bahia. *Revista de Administração Pública*, Fundação Getulio Vargas, v. 43, n. 6, p. 1279–1314.
- Rodrigues, A. Á. A. d. O. et al. (2017). Um Método para Analisar a Temática de Periódicos na Saúde Coletiva. *Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde*, v. 11.
- Santana, F. C. d. M.; Grilo, J. d. S. P.; Barbosa, J. C. (2020). O Formador e as Tensões entre os Textos Movidos da Matemática Escolar e o Discurso Pedagógico do Profmat. *Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática*, v. 13, n. 2, p. 222–229.
- Santos, V. C. & Grilo, M. (2020). Identificação de Temáticas de Trabalhos de Conclusão de Curso por meio de Redes Semânticas. *Revista Paranaense de Educação Matemática*, v. 9, n. 20, p. 219–235.
- Silva, A. C. da, & Sousa, E. S. de. (2024). Abordagens da Modelagem Matemática nas Dissertações do PROFMAT da Região Norte. *TANGRAM - Revista de Educação Matemática*, 7(3), 78–98.
- Szewczyk, S. B. O. & Loguercio, R. d. Q. (2018). Análise das Produções Acadêmicas do Profmat: a Estatística presente. *Revista Thema*, v. 15, n. 4, p. 1302–1317.

- Szewczyk, S. B. O. & Loguercio, R. d. Q. (2019). Saber Estatístico: uma forma de olhar para as produções acadêmicas do Profmat. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, SciELO Brasil, v. 33, p. 309–326.
- Vicente, J. P. A. & Resende, M. R. (2016). Profmat: um curso de formação de professores da Educação Básica? *Revista de Educação Pública*, v. 25, n. 58, p. 201–220.
- Wasserman, S.; Faust, K. (1997). *Social network analysis: methods and applications*. Cambridge: Cambridge University Press.