

Teoria dos Grafos nas áreas temáticas de pesquisa do Scielo: em busca de interlocuções com o ensino de matemática

On Graph Theory in the thematic areas of Scielo research: in search of dialogues with the teaching of mathematics

Kyvia Arruda¹

Luiz Lopes²

Lenina Silva³

Emanuel Dantas⁴

Cristiano Gobbi⁵

RESUMO

A Teoria dos Grafos estuda as relações existentes entre objetos de um determinado conjunto e pode ser considerada como um dos ramos de ensino e pesquisas em matemática. O objetivo deste artigo é refletir sobre as interlocuções com o ensino de matemática presentes na produção acadêmica e científica sobre Teoria dos Grafos nas diferentes áreas temáticas constantes no Scielo. Problematisa-se a não inserção dessa teoria como disciplina na formação docente em matemática no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – Brasil e propõe-se que a teoria vá além de um conteúdo inserido na disciplina de Matemática Aplicada, visto que é fundamental para a compreensão das inter-relações que ocorrem entre elementos de um determinado conjunto e tem ampla aplicação em pesquisas em áreas diversas do conhecimento científico. Como metodologia, adotam-se procedimentos investigativos de caráter quali-quantitativos, com locus na internet, tendo como fonte o Scielo, e a pesquisa é caracterizada como de estado do conhecimento, por buscar no portal: identificar, registrar e categorizar os resultados da busca com o descritor “Teoria dos Grafos”. Os resultados mostram 25 trabalhos, de 1993 a 2022, distribuídos em 6 áreas temáticas. Conclui-se que nenhuma produção encontrada faz interlocução direta com o ensino de matemática e propõe-se que a Teoria dos Grafos seja inserida na formação docente em matemática para que seja ensinada a partir do ensino médio no Brasil.

Palavras-chave: *Ensino de Matemática; Pesquisa na Internet; Estado do Conhecimento; Teoria dos Grafos.*

ABSTRACT

Graph theory studies the existing relationships between objects of a given set, and can be considered as one of the branches of teaching and research in mathematics. This paper aims to think about the interlocutions with the

¹. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. E-mail: kyviaarruda@gmail.com.

². Discente em Licenciatura em Matemática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Campus Santa Cruz, Rio Grande do Norte, Brasil. E-mail: luisanton232@gmail.com.

³. Doutora em Ciências Sociais pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Professora EBTT do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Campus Santa Cruz, Rio Grande do Norte, Brasil. E-mail: leninasilva@hotmail.com.

⁴. Mestre em Matemática pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Professor de Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Campus Santa Cruz, Rio Grande do Norte, Brasil. E-mail: emmanuel.dantas@ifrn.edu.br

⁵. Mestre em Ciências da Educação pela Universidade do Minho e Bacharel em Matemática Aplicada a Negócios, Professor de Matemática no Instituto Federal do Rio Grande do Norte - Campus Santa Cruz.. E-mail: cristiano.gobbi@ifrn.edu.br.

teaching of mathematics present in the academic and scientific production on graph theory in the different thematic areas contained in Scielo. The non-inclusion of this theory as a discipline in teacher education in mathematics at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande do Norte - Brazil is problematized, and it is proposed that this theory goes beyond content that is part of the Applied Mathematics discipline, since it is fundamental for understanding the relationships that occur between elements of a given set and has wide application in research in different areas of scientific knowledge. Quali-quantitative procedures are adopted as a methodology, with a locus on the internet, having Scielo as a source, and it is characterized as a state of knowledge it identifies, register and categorize the search results with the descriptor "theory of graphs" at the portal. The results show 25 papers from 1993 to 2022, distributed in 6 thematic areas. It is concluded that none of them establishes a direct dialogue with the teaching of mathematics, and it is suggested that graph theory should be inserted in teacher education in mathematics so that it can be taught from the high school level in Brazil.

Keywords: *Mathematics Teaching; Internet Research; State of Knowledge; Graph Theory.*

Introdução

A Teoria dos Grafos é considerada um dos ramos da matemática que tem como escopo de análise o estudo das relações entre os objetos de um determinado conjunto. Pode-se considerar, conforme a literatura da área, que os grafos são estruturas abstratas representativas de um dado conjunto de elementos denominados vértices, que mantêm relações de interdependência chamadas de arestas. Diante de tal concepção, pondera-se que essa teoria deve ser ensinada na etapa final da educação básica no Brasil, isto é, o ensino médio, mas para isso é necessário que ela esteja presente como disciplina na formação docente em matemática.

Nesta pesquisa, parte-se da proposição da inserção da Teoria dos Grafos como disciplina na Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), posto que a teoria aparece no projeto pedagógico do curso citado (IFRN, 2018) como um dos conteúdos de Matemática Aplicada. Assim, considerando-se que essa teoria é fundamental para a compreensão das inter-relações que ocorrem entre elementos de um determinado conjunto, conclui-se que ela pode colaborar para explicar fenômenos que mantêm conexões entre si e podem ser representados pela linguagem matemática, sejam essas em conteúdos específicos ou para explicação de resultados de pesquisas científicas por exemplo.

Observa-se que as orientações curriculares nacionais para o Ensino Médio sugerem, de forma explícita, a aplicação da Teoria dos Grafos como recurso potencializador do ensino de Análise Combinatória nessa etapa:

No Ensino Médio, o termo "combinatória" está usualmente restrito ao estudo dos problemas de contagem, mas esse é apenas um de seus aspectos. Outros tipos de problemas poderiam ser trabalhados na escola - são aqueles relativos a conjuntos finitos e com enunciados de simples entendimento relativo, mas não necessariamente fáceis de resolver. Um exemplo clássico é o problema das pontes de Königsberg, tratado por Euler (BRASIL, 2006, p. 94).

Para além da Combinatória, conforme Rabuske (1992), a Teoria dos Grafos encontra-se presente em muitas outras áreas da Matemática como a Topologia, Probabilidade, Análise Numérica, Teoria de Matrizes e Teoria dos Grupos.

O estudo desenvolvido por Aguiar e Araújo (2021) aplica a Teoria dos Grafos no Ensino Médio através de um clássico problema, no qual um homem tem que atravessar uma cabra, um lobo e um repolho por um rio sob algumas condições. Assim, por meio de uma abordagem interativa e lúdica desse problema, utilizando como suporte o software educativo GeoGebra, os autores relatam que essa teoria pode contribuir para o processo de ensino-aprendizagem da Combinatória, auxiliando na resolução de problemas.

Diante disso, questiona-se: como a produção acadêmica e científica disponível no Scielo tem contribuído para a compreensão da necessidade da Teoria dos Grafos como conteúdo de ensino na educação básica a partir da formação docente em matemática?

Tem-se como objetivo deste trabalho refletir sobre as interlocuções com o ensino de matemática presentes em estudos sobre a Teoria dos Grafos nas diferentes áreas temáticas constantes no Scielo, visando contribuir para a compreensão da necessidade de estudos e pesquisas sobre o ensino de Teoria dos Grafos na educação básica.

Sabe-se que a sistematização de trabalhos que agregam a produção do conhecimento sobre determinados temas na área de matemática em portais disponíveis na internet tem contribuído para estudos e pesquisas na área de ensino de matemática. Por esse motivo, optou-se pelo Scientific Electronic Library Online - Scielo - como fonte de busca. O portal foi escolhido porque reúne, organiza e publica artigos científicos de revistas brasileiras e, ao mesmo tempo, publica e divulga indicadores de uso e impacto de tais publicações como divulgação científica aberta (SEVERINO, 2013).

Fundamentação teórica: origem e definição de grafos

A primeira publicação acerca da Teoria dos Grafos aconteceu em 1736 e foi produzida pelo matemático Leonhard Euler (1707-1783), para solucionar o Problema das Pontes de Königsberg. Tal enigma originou-se na cidade de mesmo nome, cortada por um rio, onde há duas ilhas que, juntas, formam um complexo. Nesse período, as duas ilhas se conectavam por meio de sete pontes. Os moradores da cidade se questionavam se era possível atravessar todas as pontes uma única vez (MELO, 2014), conforme apresenta a Figura 1.

A resolução de Euler utilizando a notação dos grafos demonstrou a impossibilidade da existência desse caminho, pois os vértices devem ter grau par, com exceção do nó inicial e final, para atender as restrições do problema (MELO, 2014).

Figura 1 – As Pontes de Königsberg e sua representação em grafo.

Fonte: Melo, 2014, p. 10.

De acordo com Burguetti (2022), os grafos são representações matemáticas constituídas por um conjunto finito não vazio de vértices ou nós, denotado por $V(G)$, e por um conjunto de arestas ou elos, denotado por $A(G)$, os quais são subconjuntos de pares não ordenados de $V(G)$. Então, o grafo G é um par $G = (V, A)$, onde $V = V(G)$ e $A = A(G)$.

Para Cardoso, Szymański e Rostami (2009, p. 345), “dado um grafo G e um vértice $v \in V(G)$, designa-se por grau (ou valência) de v e denota-se por $d_G(v)$ ou, simplesmente, por $d(v)$, o número de arestas incidentes no vértice v .” Na equação, $\Delta(G)$ representa o maior grau dos vértices de G e $\delta(G)$, o menor grau.

$$\Delta(G) = \max_{v \in V(G)} d_G(v) \quad e \quad \delta(G) = \min_{v \in V(G)} d_G(v).$$

A seguir, explanamos algumas definições e classificações básicas sobre a Teoria dos Grafos. Seguimos aqui as referências de Cardoso, Szymański e Rostami (2009) e Jurkiewicz (2009):

- a) Teorema: a soma dos graus dos vértices de um grafo G é o dobro do número de arestas. Demonstração: na contagem dos graus dos vértices de um grafo, como cada aresta possui duas extremidades, para cada vértice incidente nela, conta-se essa mesma aresta duas vezes.
- b) Corolário: todo grafo G possui um número par de vértices de grau ímpar. Demonstração: como a soma dos graus dos vértices de um grafo é o dobro do número de arestas, ou seja, é um número da forma $2k$, para todo $k \in \mathbb{R}$, se considerássemos um número ímpar de vértices de grau ímpar, a soma dos graus seria um número da forma $2k + 1$, o que seria um impossível.

Diz-se que G é um grafo completo quando todo par de vértices é ligado por um elo, ou seja, quando todos os pares de vértices são adjacentes. Um grafo completo com n vértices é denotado por K_n . Na Figura 2, por exemplo, temos o grafo completo K_6 .

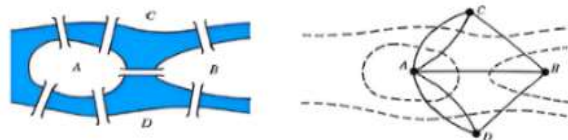


Figura 2 – O grafo completo K_6 .

Fonte: Jurkiewicz, 2009, p.

26.



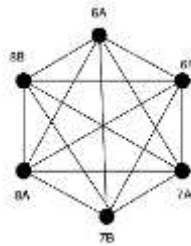
Dado um grafo G , diz-se que o grafo complementar de G (denotado por G^c) é um grafo cujo conjunto de vértices é igual ao grafo G e no qual dois vértices são adjacentes se e somente se não são adjacentes em G . Na Figura 3, temos um grafo e seu complemento.

Figura 3 – Par de grafos complementares G e G^c .

Fonte: Cardoso, Szymański, Rostami, 2009, p. 346.

Designa-se por grafo nulo ou vazio um grafo cujo conjunto de arestas $A(G)$ é vazio. Consequentemente, todo grafo nulo é o complementar de um grafo completo. Um grafo é classificado como regular (de grau k , ou ainda k -regular) quando todos os seus vértices têm grau k . Diz-se que um grafo é conexo se, entre qualquer par de vértices, existir ao menos um caminho que os une. Caso contrário, o grafo é classificado como não conexo.

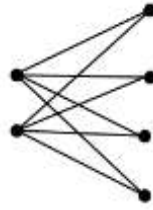
Um ciclo é um grafo conexo regular de grau 2 (denotado por C_n). Um caminho P_n é gerado retirando-se um comprimento do ciclo é dado pelo



Um grafo conexo com o menor número possível de arestas é uma árvore. Na Figura 4, por exemplo, temos um ciclo C_6 , um caminho P_4 e uma árvore.

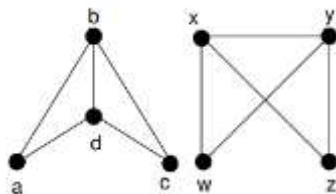
Figura 4 – Exemplo de ciclo C_6 , caminho P_4 e de uma árvore, respectivamente.

Fonte: Jurkiewicz, 2009, p. 28, 29.



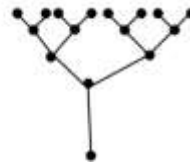
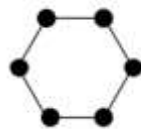
Um grafo G é dito bipartido quando o seu conjunto V de vértices pode ser dividido em dois subconjuntos disjuntos X e Y , onde toda aresta de G tem uma extremidade em X e outra em Y . Além disso, os subconjuntos X e Y são classificados como subconjuntos independentes de vértices do grafo G , já que não existem arestas conectando dois de seus vértices. Os grafos bipartidos são classificados como completos quando todos os vértices de X são conectados a todos os vértices de Y e a sua notação é dada por $K_{m,n}$. Na Figura 5, temos um grafo bipartido completo $K_{2,4}$.

Figura 5 – Grafo bipartido



completo $K_{2,4}$.

Fonte: Jurkiewicz, 2009,



p. 30.

Um

isomorfismo entre

dois grafos G e H consiste em uma bijeção $\varphi : V(G) \rightarrow V(H)$ tal que dois vértices u e v são adjacentes em G se e somente se $\varphi(u)$ e $\varphi(v)$ são adjacentes em H , isto é:

$$uv \in E(G) \quad \text{se e só se} \quad \varphi(u)\varphi(v) \in E(H).$$

Figura 6 – Grafo G , à esquerda, isomorfo ao Grafo H , à direita.

Fonte: Jurkiewicz, 2009, p. 22.

Na figura acima, temos um par de grafos isomorfos (Figura 6). O isomorfismo estabelece uma correspondência 1-a-1 entre os conjuntos de vértices de G e H que preservam as relações de

adjacência e de incidência, já que as características dos dois grafos são as mesmas, incluindo o número de arestas e o grau dos vértices.

Metodologia

A metodologia adotada tem características de caráter quali-quantitativo, as quais interpretam os fenômenos sociais na sua totalidade, considerando a interdependência dos dados quantitativos, expressos através dos símbolos numéricos, e os dados qualitativos, que trazem a subjetividade dos atores sociais, a interação social e as práticas culturais (MINAYO, 2004).

Assim, tendo como fonte o Scielo, cujo *locus* de busca é a internet, a pesquisa é categorizada procedimentalmente como estado do conhecimento por buscar, no portal, identificar, registrar e categorizar os resultados da busca que foi realizada no dia 28 de outubro de 2022, usando o descritor “Teoria dos Grafos”.

As pesquisas do tipo estado do conhecimento, conforme Morosini e Fernandes (2014), caracterizam-se como um estudo de abordagem mista que busca refletir e sintetizar a produção intelectual de um determinado objeto em um espaço de tempo, por meio de livros, teses, artigos, periódicos e dissertações sobre um tema.

Segundo Morosini, Nascimento e Nez (2021), a estrutura metodológica do estado do conhecimento de um objeto de investigação baseia-se nas seguintes etapas:

[..] escolha das fontes de produção científica (nacional e/ou internacional); seleção dos descritores de busca; organização do corpus de análise: leitura flutuante dos resumos apresentados nos bancos de dados; seleção dos primeiros achados na bibliografia anotada; identificação e seleção de fontes que constituirão a bibliografia sistematizada, ou seja, o corpus de análise; construção das categorias analíticas do corpus: análise das fontes selecionadas, e organização da bibliografia categorizada, a partir da elaboração das categorias; considerações acerca do campo e do tema de pesquisa, com contribuições do estado de conhecimento para a delimitação e escolha de caminhos que serão utilizados na tese/dissertação (p. 72).

Nessa perspectiva, percebe-se que esse tipo de pesquisa possibilita uma visão global do corpo de trabalhos produzidos sobre uma determinada temática e abre novas possibilidades para os pesquisadores. Isso acontece porque, a partir dessa investigação, novas lacunas são descobertas ou percebe-se a necessidade do reforço de subtemas encontrados. Por isso, o estado do conhecimento direciona os possíveis caminhos a serem trilhados na pesquisa.

Resultados e discussões

Da busca no Scielo, resultaram 25 trabalhos de 1993 a 2022 relacionados a Teoria dos Grafos, cujos tipos de literatura são: artigo (23), resenha de livro (1) e editorial (1), distribuídos em 6 áreas temáticas conforme apresentados no Quadro 1, respectivamente.

Quadro 1 – Quantidade de pesquisas encontradas em cada área de conhecimento.

ÁREAS TEMÁTICAS	TOTAL
Engenharias	9
Ciências Sociais Aplicadas	5
Ciências da Saúde	4
Ciências Humanas	4
Ciências Exatas e da Terra	3
Multidisciplinar	1

Fonte: Elaboração própria.

No Quadro 1, podemos observar que os grafos estão presentes em seis áreas temáticas do Scielo, sendo sua maior participação nas engenharias (9 trabalhos) e sua menor participação na área multidisciplinar (1 trabalho). É possível verificar, portanto, a multiplicidade de aplicações dessa teoria nos mais diversos setores de pesquisa, bem como a baixa produção de trabalhos nas ciências humanas e multidisciplinar, denotando a falta de estudos e pesquisas sobre Teoria dos Grafos na área de educação e de ensino em matemática no Scielo.

No que diz respeito à variável temporal, a maior produção científica sobre a Teoria dos Grafos, de acordo com a plataforma, aconteceu em 2014, com quatro pesquisas e em 2008 e 1993, com 3 produções. Nesse sentido, percebe-se a recente introdução desse objeto de estudo na pesquisa científica, que teve seu início no I Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, o qual demarcou a chegada da Teoria dos Grafos no Brasil em 1968 (NETTO, 2011).

Esses 25 trabalhos foram publicados em 20 revistas indexadas ao Scielo, conforme mostra o Quadro 2. Dentre os trabalhos, 17 estão em Língua Portuguesa e 8 estão em Língua Inglesa.

Quadro 2 – Quantidade de pesquisas e seus respectivos títulos encontrados em cada periódico.

PERIÓDICOS	TRABALHOS	TOTAL
Cadernos de Saúde Pública	As Regiões de Saúde no Brasil segundo internações: método para apoio na regionalização de saúde (XAVIER <i>et al.</i> , 2019); Caracterização do acesso à assistência ao parto normal na Bahia, Brasil, a partir da teoria dos grafos (SOUSA; ARAÚJO; MIRANDA, 2017).	2
Gestão & Produção	Métodos simplificados para o problema de minimização de pilhas abertas (CARVALHO; SOMA, 2011); Programação de operações com restrições disjuntivas (NORONHA; RIBEIRO; RIBEIRO, 1996).	2

Pesquisa Operacional	O problema de caminho mínimo com incertezas e restrições de tempo (HERNANDES; BERTON; CASTANHO, 2009); <i>Ranking graph edges by the weight of their spanning arborescences or trees</i> (BOAVENTURA-NETTO, 2008).	2
Production	Um sistema para programação de uma estação FM (OLIVEIRA; NETTO; TEIXEIRA, 1993); Geração de sequências viáveis para montagem automatizada (GUIMARÃES; NETTO; NAVEIRO, 1993).	2
TEMA (São Carlos)	<i>An Experimental Analysis of Three Pseudo-peripheral Vertex Finders in conjunction with the Reverse Cuthill-McKee Method for Bandwidth Reduction</i> (OLIVEIRA; ABREU, 2019); Produtos de grafos Zm-bem-cobertos (SANTANA; BARBOSA, 2012).	2
Anais da Academia Brasileira de Ciências	<i>Systems with the integer rounding property in normal monomial subrings</i> (DUPONT; RENTERÍA-MÁRQUEZ; VILLARREAL, 2010).	1
Galáxia (São Paulo)	Grafos, algoritmos e métricas. Como seguir rastros nas mídias sociais? (GOMES, 2018)	1
Journal of Transport Literature	Indicadores do desenho urbano e sua relação com a propensão a caminhada (RODRIGUES et al., 2014)	1
Perspectivas em Ciência da Informação	Inferência estatística clássica para a confiabilidade de rede de coautoria com enfoque nos vértices (OLIVEIRA et al., 2014)	1
Psico-USF	<i>Network analysis of the variables involved in Career Development</i> (FROELICH; OLIVEIRA; MACHADO, 2021)	1
Psicologia: Ciência e Profissão	Interações entre pré-escolares: possibilidades de análises (LOPES; MAGALHÃES; MAURO, 2003)	1
Psicologia: Reflexão e Crítica	<i>Graph analysis of semantic word association among children, adults, and the elderly</i> (ZORTEA et al., 2014)	1
RBRH	<i>Improvements on the Pfafstetter basin coding system proposal</i> (TEIXEIRA et al., 2022)	1
Rem: Revista Escola de Minas	<i>A proposal to find the ultimate pit using Ford Fulkerson algorithm</i> (SOUZA; MELO; PINTO, 2014)	1
Revista Brasileira de Ciências do Esporte	<i>Analysis of the goals scored in the 2016 and 2017 CONMEBOL Libertadores Cups</i> (GONZÁLEZ-RAMÍREZ; PABLO, 2021)	1
Revista Brasileira de Estudos de População	Emigração internacional de brasileiros para os Estados Unidos: as redes sociais e o papel de intermediação nos deslocamentos exercido pelas agências de turismo (FAZITO; RIOS-NETO, 2008)	1
Revista da Escola de Enfermagem da USP	Um método de análise do raciocínio aplicado em enfermagem em neurociência (KOIZUMI et al., 1993)	1
Revista de Administração Pública	Mundos pequenos, produção acadêmica e grafos de colaboração: um estudo de caso dos Enanpads (BRAGA; GOMES; RUEDIGER, 2008)	1

Revista de Economia e Sociologia Rural	A incorporação de corredores de conectividade no manejo de florestas industriais utilizando a heurística da RazãoR (MOREIRA; RODRIGUEZ, 2010)	1
Sba: Controle & Automação Sociedade Brasileira de Automática	Restabelecimento de sistemas de distribuição utilizando fluxo de potência ótimo (BORGES et al., 2012)	1

Fonte: Elaboração própria.

O Quadro 2 apresenta a maior frequência de trabalhos sobre Teoria dos Grafos nos periódicos que visam a divulgação de estudos na área de saúde pública, pesquisas da área de engenharia de produção, Pesquisa Operacional (PO) e gestão de operações. Salienta-se que, dessas 20 revistas, a revista TEMA (São Carlos/SP) traz em seu escopo a perspectiva de publicação de trabalhos originais em matemática aplicada e computacional, mas apenas 2 artigos foram publicados nela. No entanto, desses 20 periódicos, não há nenhum vinculado ao ensino ou, especificamente, ao ensino de matemática.

Ao buscar interlocuções com o ensino de matemática em estudos sobre Teoria dos Grafos nas áreas temáticas de pesquisa do Scielo, foi realizada a leitura dos títulos “Produtos de grafos Z_m -bem-cobertos” (SANTANA; BARBOSA, 2012); “*An Experimental Analysis of Three Pseudo-peripheral Vertex Finders in conjunction with the Reverse Cuthill-McKee Method for Bandwidth Reduction*” (OLIVEIRA; ABREU, 2019); “*Systems with the integer rounding property in normal monomial subrings*” (DUPONT; RENTERÍA-MÁRQUEZ; VILLARREAL, 2010); “O problema de caminho mínimo com incertezas e restrições de tempo” (HERNANDES; BERTON; CASTANHO, 2009) e “*Ranking graph edges by the weight of their spanning arborescences or trees*” (BOAVENTURA-NETTO, 2008). Após a leitura temática dos resumos desses 5 trabalhos, observou-se que nenhum deles visava o ensino de matemática por meio da abordagem da Teoria dos Grafos.

Após a análise dos resumos, houve a leitura dos mesmos artigos na íntegra, a fim de estudá-los com maior minúncia. No trabalho “O problema de caminho mínimo com incertezas e restrições de tempo”, os autores Hernandes, Berton e Castanho (2009) apresentam um algoritmo inovador, pois ele possui o conjunto solução ordenado, o qual toma como base o algoritmo de Okada e Soper (2000). O tema abordado é o Problema de Caminho Mínimo *Fuzzy* (PCM-*fuzzy*), visto que, neste problema, as limitações de tempo e custo não possuem uma rigidez elevada, proporcionando a utilização da teoria dos conjuntos *fuzzy*. Os parâmetros incertos estão nos arcos e nas limitações de tempo nos nós, onde as incertezas dos arcos estão associadas aos custos e ao tempo para que o fluxo percorra o referido arco. Já as restrições de tempo estão presentes nos nós, sendo que, entre o nó 1 e i , a soma dos tempos dos arcos não pode exceder a limitação de tempo no nó i .

Logo em seguida, os autores expõem uma breve explicação da teoria dos conjuntos *fuzzy*. O seu início ocorreu nas décadas de 1960 e 1970 pelo matemático Lotfi Asker Zadeh, que aplicou essa

teoria a conceitos vagos com o objetivo de transpor os termos linguísticos subjetivos para uma linguagem matemática. Além disso, os autores esclareceram a principal vantagem dessa teoria matemática, que proporciona a representação e a manipulação de conhecimentos e informações numa linguagem natural, por exemplo, “em torno de” e “aproximadamente”.

O algoritmo elaborado naquele artigo possui incertezas nos arcos, como também limitações de tempo nos nós. No primeiro momento, é feita uma adaptação do algoritmo de Okada e Soper (2000) com o objetivo de obter o conjunto solução de caminhos não-dominados. Já no segundo momento, a partir dos arcos dos caminhos não-dominados, é realizada a distribuição do fluxo. Dessa forma, este trabalho tem como resultado um conjunto ordenado de caminhos não-dominados, contribuindo para uma maior ampliação do Problema de Caminho Mínimo *Fuzzy*, em que, além de obter o conjunto solução, esse trabalho também direciona o usuário para a escolha de um dos caminhos encontrados.

No trabalho “Produtos de Grafos Z_m -bem-cobertos”, os autores Barbosa e Santana (2012) demonstraram que alguns resultados sobre grafos bem-cobertos podem ser também aplicados para os grafos Z_m -bem-cobertos, os quais incluem todos os grafos bem-cobertos, visto que estes últimos possuem a mesma cardinalidade nos conjuntos independentes maximais.

Além disso, os autores enfatizaram que somente existia, conforme a literatura, 4 grafos fortemente bem-cobertos que são planares. Entretanto, Santana e Barbosa (2012) provaram que é possível construir um número infinito de grafos planares fortemente Z_m -bem-cobertos com cintura 4, para l e m inteiros naturais, $m \geq 2$, através do produto $(K_{1,ml+1}) \circ 2K_1$.

No trabalho “*An Experimental Analysis of Three Pseudo-peripheral Vertex Finders in conjunction with the Reverse Cuthill-McKee Method for Bandwidth Reduction*”, os autores Oliveira e Abreu (2019) compararam experimentalmente o desempenho dos algoritmos de George-Liu, Kaveh-Bondarabady e uma variante do algoritmo de Kaveh-Bondarabady com a finalidade de encontrar vértices pseudoperiféricos utilizando o método Reverse Cuthill-McKee para a diminuição de largura de banda de matrizes.

No artigo, os autores utilizam o método Reverse Cuthill-McKee (RCM) para diminuir a largura de banda de matrizes, já que ele consegue aproximações com precisão da solução em menores tempos de execução. Todavia, este método gera problemas em virtude da escolha de um vértice pseudoperiférico inicial v que interfere na qualidade do método. Além disso, o algoritmo de George-Liu tem como objetivo encontrar vértices pseudoperiféricos para o método RCM. Dessa forma, a combinação do algoritmo com o método descrito é uma das heurísticas mais conhecidas e úteis para reduções de largura de banda de matrizes.

Os resultados do trabalho apontaram que o RCM-GL alcançou excelentes resultados de largura de banda em tempos menores de execução em comparação com os outros dois algoritmos

analisados em um experimento computacional aplicado a 26 matrizes simétricas. Assim, o algoritmo de George-Liu obteve melhor desempenho e, por isso, tornou-se o algoritmo indicado para encontrar vértices pseudoperiféricos utilizando o método Reverse Cuthill-McKee.

No trabalho “*Ranking graph edges by the weight of their spanning arborescences or trees*”, Boaventura-Netto (2008) cria um parâmetro com o objetivo de classificar as arestas por importância relativa de um grafo direcionado, com base no valor das arborescências geradoras (árvores geradoras) às quais ele pertence. Nesse sentido, foi elaborado um método utilizando a abordagem de Boaventura-Netto (1984) e Colbourn, Myrvold e Neufeld (1996) para trabalhar com grafos que possuem pesos nas suas arestas, em que o peso da subestrutura é calculado pela soma dos valores das arestas.

Desse modo, o autor defende a eficácia deste parâmetro para ordenar tanto arestas existentes no grafo com relação à análise de uma possível falha em uma rede, quanto arestas inexistentes no que se refere à sua interferência positiva no planejamento de melhorias na rede. Logo, ao aplicar essa teoria, levou-se em consideração as necessidades presentes nos campos de comunicação e transporte, exemplificando-as na rede de comutação francesa TRANSPAC, em que analisou-se a consequência de uma eventual falha de borda na vantagem de construir uma nova conexão, como também em um subconjunto da região central da cidade do Rio de Janeiro, onde foi estudado o impacto do bloqueio de uma determinada via no trânsito, seja por obras públicas, seja por acidentes.

No trabalho “*Systems with the integer rounding property in normal monomial subrings*”, Dupont, Rentería-Márquez e Villarreal (2010) demonstraram o módulo canônico e do a -invariante de determinados subaneis monomiais associados a uma desordem C , caso o sistema linear $x \geq 0$; $xA \leq 1$ da matriz de incidência A da desordem possua a propriedade do arredondamento inteiro. Além disso, provaram que se C é um grafo conexo, é possível aplicar a Teoria dos Grafos e a teoria das álgebras de Rees para descrever o seu sistema linear. Consequentemente, comprovaram que se C é bipartido e $I = I(G)$ é seu ideal de aresta, então a álgebra de Rees estendida de I é um anel de Gorenstein se e somente se C não é misturado.

Em uma nova tentativa de encontrar aplicação da Teoria dos Grafos ao ensino de matemática, o trabalho “*Produtos de grafos Z_m -bem-cobertos*” (SANTANA; BARBOSA, 2012) foi selecionado. Por meio de uma ferramenta de localização de palavras dentro do arquivo, buscou-se o termo “ensino de matemática”, porém nenhum resultado foi obtido. O mesmo procedimento foi realizado com os dois trabalhos em Língua Inglesa (BOAVENTURA-NETTO, 2008; DUPONT; RENTERÍA-MÁRQUEZ; VILLARREAL, 2010), utilizando o termo “*math teaching*” e, novamente, nenhum resultado foi retornado.

Por fim, buscou-se sistematizar as palavras-chave dos 25 trabalhos por meio de uma representação visual de nuvem de palavras. Observou-se que os termos mais frequentes foram:

Agradecimentos

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001."

Recebido em: 21/06/2023

Aprovado em: 20/12/2023

Referências

AGUIAR, Jonathan Haryson Araújo; ARAÚJO, Francisco Cleuton de. Teoria dos Grafos no Ensino Médio: um estudo introdutório. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**, vol. 8, n. 23, p. 242–57, jun. 2021. <https://doi.org/10.30938/bocehm.v8i23.5109>. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/BOCEHM/article/view/5109/4346>. Acesso em: 07 mar. 2023.

BOAVENTURA-NETTO, Paulo Oswaldo. Ranking graph edges by the weight of their spanning arborescences or trees. **Pesquisa Operacional**, [S.L.], v. 28, n. 1, p. 59-73, abr. 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-74382008000100004>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pope/a/7wb7wr8ZqKJTrGSWL8RNbGN/?lang=en>. Acesso em: 07 jan. 2023.

BORGES, Thiago T.; GARCIA, Paulo A. N.; CARNEIRO JUNIOR, Sandoval; PEREIRA, José L. R. Restabelecimento de sistemas de distribuição utilizando fluxo de potência ótimo. **Sba: Controle & Automação Sociedade Brasileira de Automatica**, [S.L.], v. 23, n. 6, p. 737-748, dez. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-17592012000600007>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ca/a/ZVrLqY3T6dChcGHQXcwLnHz/?lang=pt>. Acesso em: 23 jan. 2023.

BRAGA, Mauro Joaquim da Costa; GOMES, Luiz Flavio Autran Monteiro; RUEDIGER, Marco Aurélio. Mundos pequenos, produção acadêmica e grafos de colaboração: um estudo de caso dos enanpads. **Revista de Administração Pública**, [S.L.], v. 42, n. 1, p. 133-154, fev. 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-76122008000100007>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rap/a/yytxwHCQ33xR9jZhbsKzQyH/?lang=pt>. Acesso em: 13 jan. 2023.

BRASIL. **Orientações curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. Acesso em: 05 de mar. 2023.

BOAVENTURA NETTO, Paulo Oswaldo. La Différence d'un Arc et le Nombre d'Arborescences Partielles d'un Graphe. **Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, v. 4, n.2, p. 12-20, 1984.

BURGUETTI, Renata. **Alguns tipos de grafos e aplicações**. 2022. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Matemática, Departamento de Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2022. Disponível em: http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/6601/1/Renata%20Burgueti_2022.pdf. Acesso em: 05 set. 2022.

CARDOSO, Domingos Moreira; SZYMAŃSKI, Jerzy; ROSTAMI, Mohammad. **Matemática Discreta: combinatória, teoria dos grafos e algoritmos**. 13. ed. Lisboa: Escolar, 2009. 652 p. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/15564607.pdf>. Acesso em: 20 set. 2022.

CARVALHO, Marco Antonio Moreira de; SOMA, Nei Yoshihiro. Métodos simplificados para o problema de minimização de pilhas abertas. **Gestão & Produção**, [S.L.], v. 18, n. 2, p. 299-310, 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-530x2011000200006>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/vGSQsv9vJYcyHhNhrdP8Lrg/?lang=pt>. Acesso em: 05 jan. 2023.

COLBOURN, Charles J.; MYRVOLD, Wendy J.; NEUFELD, Eugene. Two Algorithms for Unranking Arborescences. **Journal Of Algorithms**, [S.L.], v. 20, n. 2, p. 268-281, mar. 1996. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1006/jagm.1996.0014>.

DUPONT, Luis A.; RENTERÍA-MÁRQUEZ, Carlos; VILLARREAL, Rafael H. Systems with the integer rounding property in normal monomial subrings. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [S.L.], v. 82, n. 4, p. 801-811, dez. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0001-37652010000400002>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aabc/a/dtKJBrcN9mySJkf4dQ5Hwsx/?lang=en>. Acesso em: 12 jan. 2023.

FAZITO, Dimitri; RIOS-NETO, Eduardo Luiz Gonçalves. Emigração internacional de brasileiros para os Estados Unidos: as redes sociais e o papel de intermediação nos deslocamentos exercido pelas agências de turismo. **Revista Brasileira de Estudos de População**, [S.L.], v. 25, n. 2, p. 305-323, dez. 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-30982008000200007>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbepop/a/V9JQZrdMSMJPP5BntfJ4QJq/?lang=pt>. Acesso em: 07 jan. 2023.

FROELICH, Tatiane Cristine; OLIVEIRA, Manoela Ziebell de; MACHADO, Wagner de Lara. Network analysis of the variables involved in Career Development. **Psico-USF**, [S.L.], v. 26, n. 2, p. 265-277, jun. 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1413-82712021260206>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pusf/a/ncMkLfjRr8TwcQQY57Xzfby/?lang=en>. Acesso em: 12 jan. 2023.

GOMES, Romulo Fernando Lemos. Grafos, algoritmos e métricas. Como seguir rastros nas mídias sociais? **Galáxia (São Paulo)**, [S.L.], n. 38, p. 220-223, ago. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1982-2554236403>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gal/a/6BL8mpYwDLzGdWLDT7YL8YF/?lang=pt>. Acesso em: 13 jan. 2023.

GONZÁLEZ-RAMÍREZ, Andrés; PABLO, Matías de. Analysis of the goals scored in the 2016 and 2017 CONMEBOL Libertadores Cups. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, [S.L.], n. 43, p. 1-8, 09 abr. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbce/a/SwmMMSBhq7W7mFDfqrt6Wck/?lang=en>. Acesso em: 05 jan. 2023.

GUIMARÃES, Gilcina; NETTO, P.O Boaventura; NAVEIRO, Ricardo M. Geração de seqüências viáveis para montagem automatizada. **Production**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 33-44, jun. 1993. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-65131993000100004>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/vKpxjvsyZYyyXm9DGjtCtVh/?lang=pt>. Acesso em: 08 jan. 2023.

HERNANDES, Fábio; BERTON, Lilian; CASTANHO, Maria José de Paula. O problema de caminho mínimo com incertezas e restrições de tempo. **Pesquisa Operacional**, [S.L.], v. 29, n. 2, p. 471-488, ago. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-74382009000200012>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pope/a/fMCxR9hKhDbpvYktX3CVF7x/?lang=pt>. Acesso em: 06 jan. 2023.

IFRN. **Projeto Pedagógico do Curso Superior de Licenciatura em Matemática**: presencial. Santa Cruz: 2018. 138 p. Acesso em: 20 fev. 2023.

JURKIEWICZ, Samuel. **Grafos: uma introdução**. São Paulo: OBMEP, 2009. 119 p. Disponível em: <http://www.obmep.org.br/docs/apostila5.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2023.

KOIZUMI, Maria Sumie; ROCHA, Marly Theoto; OSAWA, Catarina; OKAMURA, Mirna Namie. Um método de análise do raciocínio aplicado em enfermagem em neurociência. **Revista da Escola de Enfermagem da Usp**, [S.L.], v. 27, n. 1, p. 161-173, abr. 1993. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0080-6234199302700100161>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/reeusp/a/mbMhrF3HQkCPRJFqvNmPn4R/?lang=pt>. Acesso em: 09 jan. 2023.

LOPES, Lene Wilma Rodrigues; MAGALHÃES, Celina Maria Colina; MAURO, Patrícia Izar. Interações entre pré-escolares: possibilidades de análises. **Psicologia: Ciência e Profissão**, [S.L.], v. 23, n. 4, p. 88-97, dez. 2003. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1414-98932003000400013>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pcp/a/KmympxgKSqCfX9gRLX4TckC/?lang=pt>. Acesso em: 21 jan. 2023.

MELO, Gildson Soares de. **Introdução à Teoria dos Grafos**. 2014. 35 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Matemática, Departamento de Matemática, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/7549/5/arquivototal.pdf>. Acesso em: 13 out. 2022.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 8. ed. São Paulo: Hucitec, 2004.

MOREIRA, José Mauro Magalhães Ávila Paz; RODRIGUEZ, Luiz Carlos Estraviz. A incorporação de corredores de conectividade no manejo de florestas industriais utilizando a heurística da RazãoR. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, [S.L.], v. 48, n. 2, p. 255-282, jun. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-20032010000200001>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/g8YnhTBXPRK94zwQfPFh7PJ/?lang=pt>. Acesso em: 22 jan. 2023.

MOROSINI, M.; FERNANDES, C. **Estado do conhecimento: conceitos, finalidades e interlocuções**. Educação por escrito, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 154-164, jul./dez. 2014.

MOROSINI, Marília Costa; NASCIMENTO, Lorena Machado do; NEZ, Egeslaine de. Estado de conhecimento: a metodologia na prática. **Humanidades e Inovação**, [s. l.], v. 8, n. 55, p. 69-81, 18 ago. 2021.

NETTO, Paulo Oswaldo Boaventura. **Grafos: teoria, modelos, algoritmos**. 5. ed. São Paulo: Blucher, 2011. 314 p. Disponível em: <https://www.google.com.br/books/edition/Grafos/ribTDwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=1&printsec=frontcover>. Acesso em: 18 out. 2022.

NORONHA, Adriana Backx; RIBEIRO, José Francisco Ferreira; RIBEIRO, Cassilda Maria. Programação de operações com restrições disjuntivas. **Gestão & Produção**, [S.L.], v. 3, n. 2, p. 204-220, ago. 1996. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-530x1996000200006>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/drYKp6mw78ksqycymqzFwX9K/?lang=pt>. Acesso em: 11 jan. 2023.

OKADA, Shinkoh; SOPER, Timothy. A shortest path problem on a network with fuzzy arc lengths. **Fuzzy Sets And Systems**, [S.L.], v. 109, n. 1, p. 129-140, jan. 2000. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0165-0114\(98\)00054-2](http://dx.doi.org/10.1016/s0165-0114(98)00054-2).

OLIVEIRA, Márcio Samamede de; NETTO, Paulo Oswaldo Boaventura; TEIXEIRA, Rogério de Campos. Um sistema para programação de uma estação FM. **Production**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 27-32,

jun. 1993. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-65131993000100003>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/SDpY6NQcpzVWvnBbF7pXfXv/?lang=pt>. Acesso em: 20 jan. 2023.

OLIVEIRA, S. L. Gonzaga de; ABREU, A. A. A. M. An Experimental Analysis of Three Pseudo-peripheral Vertex Finders in conjunction with the Reverse Cuthill-McKee Method for Bandwidth Reduction. **Tendências em Matemática Aplicada e Computacional**, [S.L.], v. 20, n. 3, p. 497-507, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/tema/a/RQcWD8JvYq89b9HKqRgXbhj/?lang=en>. Acesso em: 08 jan. 2023.

OLIVEIRA, Sandra Cristina de; FERREIRA, Taiane de Paula; BRIGANTINI, Beatriz Barbero; UEHARA, Jéssica Katty. Inferência estatística clássica para a confiabilidade de rede de coautoria com enfoque nos vértices. **Perspectivas em Ciência da Informação**, [S.L.], v. 19, n. 4, p. 202-225, dez. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1981-5344/1928>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pci/a/Y6b77MpczbvPmnhwN6y8gWc/?lang=pt>. Acesso em: 15 jan. 2023.

RABUSKE, Márcia Aguiar. **Introdução à Teoria dos Grafos**. 1 ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1992.

RODRIGUES, André Ricardo Prazeres; FLÓREZ, Josefina; FRENKEL, Denise Beer; PORTUGAL, Licínio da Silva. Indicadores do desenho urbano e sua relação com a propensão a caminhada. **Journal Of Transport Literature**. [S.L.], p. 62-88. jul. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jtl/a/PCq6NHsCJCdwmspvknLQtJ/?lang=pt>. Acesso em: 14 jan. 2023.

SANTANA, Márcia Rodrigues Cappelle; BARBOSA, Rommel Melgaço. Produtos de Grafos Zm-bem-cobertos. **Trends In Computational And Applied Mathematics**, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 75-83, 17 mar. 2012. Brazilian Society for Computational and Applied Mathematics (SBMAC). <http://dx.doi.org/10.5540/tema.2012.013.01.0075>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/tema/a/P9FWMm7qXB5HQCyjPpmMjJz/?lang=pt>. Acesso em: 11 jan. 2023.

SCIELO, Scientific Electronic Library Online, 2022. Disponível em: <https://search.scielo.org/?q=teoria+dos+grafos&lang=pt&filter%5Bin%5D%5B%5D=scl>. Acesso em: 28 out. 2022.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

SOUZA, Felipe Ribeiro; MELO, Michel; PINTO, Cláudio Lúcio Lopes. A proposal to find the ultimate pit using Ford Fulkerson algorithm. **Rem: Revista Escola de Minas**, [S.L.], v. 67, n. 4, p. 389-395, dez. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0370-44672014670166>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rem/a/FD9pwRJWZsL54TPqsBSJWkK/?lang=en>. Acesso em: 14 jan. 2023.

SOUSA, Ludmilla Monfort Oliveira; ARAÚJO, Edna Maria de; MIRANDA, José Garcia Vivas. Caracterização do acesso à assistência ao parto normal na Bahia, Brasil, a partir da Teoria dos Grafos. **Cadernos de Saúde Pública**, [S.L.], v. 33, n. 12, p. 1-12, 18 dez. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311x00101616>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/PHkpL4Q4X6MCnW4v7xLJN5L/?lang=pt>. Acesso em: 01 dez. 2022.

TEIXEIRA, Alexandre de Amorim; SILVA, Adalene Moreira; PRUSKI, Fernando Falco; DAVIS JR, Clodoveu; ROIG, Henrique Llacer; DINIZ, Noris Costa. Improvements on the Pfafstetter basin coding system proposal. **Rbrh**, Porto Alegre, v. 27, n. 6, p. 1-15, 2022. FapUNIFESP (SciELO).

<http://dx.doi.org/10.1590/2318-0331.272220210120>. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/rbrh/a/q573vgGK9dw7btfLQSQ7gCd/?lang=en>. Acesso em: 13 jan. 2023.

XAVIER, Diego Ricardo; OLIVEIRA, Ricardo Antunes Dantas de; BARCELLOS, Christovam; SALDANHA, Raphael de Freitas; RAMALHO, Walter Massa; LAGUARDIA, Josué; VIACAVA, Francisco. As Regiões de Saúde no Brasil segundo interações: método para apoio na regionalização de saúde. **Cadernos de Saúde Pública**, [S.L.], v. 35, n. 2, p. 1-15, 13 jun. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311x00076118>. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/csp/a/WrQKVdTbbJ8NfBvvYhkfn6d/?lang=pt>. Acesso em: 30 nov. 2022.

ZORTEA, Maxciel; MENEGOLA, Bruno; VILLAVICENCIO, Aline; SALLES, Jerusa Fumagalli de. Graph analysis of semantic word association among children, adults, and the elderly. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, [S.L.], v. 27, n. 1, p. 90-99, mar. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-79722014000100011>. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/prc/a/8Zffpkn8P6x5mPZnDy9Dfvd/?lang=en>. Acesso em: 10 jan. 2023.