

MAPEAMENTO DA REDE DE DRENAGEM COMO SUPORTE A PESQUISA CIENTÍFICA – UMA ANÁLISE A PARTIR DA PRODUÇÃO QUALIFICADA

Fabiano André Marion¹; Tony Vinicius Moreira Sampaio²

Resumo: O mapeamento da rede de drenagem apresenta limitações metodológicas que restringem seu uso. Dessa forma, o trabalho visa analisar as características e usos fornecidos a representação cartográfica da rede de drenagem, enquanto suporte a construção do conhecimento científico. Foram avaliados os materiais cartográficos utilizados em publicações nacionais “Qualis A” na área de Geografia no período de 2014 a 2016: o material de apoio, escala de trabalho, área territorial e delimitação, localização, temática de aplicação, trabalho de campo, validação e a área de formação do autor principal. Foram encontrados 34 artigos que dependiam do mapeamento da rede de drenagem em suas análises, sendo 9 em revistas Qualis “A1” e 25 em revistas Qualis “A2”. As bases cartográficas utilizadas pelos artigos, em sua maioria, possuem pequena escala e não são compatíveis com a escala de trabalho citada. Somente metade dos trabalhos citaram a realização de verificações a campo nos mais variados temas e desses, apenas 4 artigos validaram o mapeamento da drenagem, comprometendo os resultados alicerçados sobre os mesmos. Percebeu-se nos artigos analisados, uma recorrente falta de preocupação com a qualidade dos dados utilizados.

Palavras-Chave: Cartografia; Qualidade dos dados; Periódicos Geografia.

INTRODUÇÃO

A rede de drenagem é um elemento fundamental para os estudos geográficos, sobretudo nas análises geomorfológicas, hidrológicas e no planejamento e gestão dos recursos naturais. Entretanto, poucos trabalhos científicos questionam ou avaliam sua capacidade em descrever corretamente a realidade de campo. Sampaio e Augustin (2014) alertam que a rede de drenagem é, em geral, o elemento que apresenta as mais significativas imprecisões em uma base cartográfica em função de fatores diversos que interferem em seu processo de produção.

O mapeamento da rede de drenagem é tradicionalmente realizado pela vetorização manual dos canais a partir de mapas ou fotografias aéreas, apresentando processos subjetivos, onde questões teoricamente simples como a determinação da quantidade e extensão dos rios de primeira ordem (da nascente à primeira bifurcação) apontam grande interferência pessoal em sua representação cartográfica devido, principalmente, à dificuldade na identificação e localização das nascentes (SAMPAIO, 2008). Loch (2001) cita a influência dos fatores humanos como acuidade visual, experiência e nível de preparação do restituidor.

A extração automática da drenagem a partir de Modelos Digitais de Elevação (MDEs), amenizam a demanda de trabalho manual e a subjetividade dessas atividades (VALERIANO, 2008). Entretanto, os MDEs podem apresentar diversos tipos de erros e incertezas, os quais se refletem nos dados obtidos (ZHOU; WANG; PILESJO, 1998). Os algoritmos utilizados na extração automática também influenciam

¹ Doutorando em Geografia/UFPR, Prof. Me. Curso de Geografia, Unioeste/Fco Beltrão, fabiano.marion@unioeste.br

² Prof. Dr. Depto de Geografia, UFPR, tonsampaio@gmail.com

nos erros, uma vez que cada algoritmo irá apresentar imprecisões específicas (POGGIO; SOILLE, 2011), conforme apontam pesquisas realizadas por Lin et al (2006) ao avaliarem os efeitos dos algoritmos em função da morfologia do terreno e da escala no mapeamento da drenagem.

Lima e Cunha (2014) realizaram a comparação entre a drenagem da carta topográfica e a drenagem resultante da extração automática a partir do MDE (Modelo Digital de Elevação) numa bacia de 465 km² e de 5ª ordem fluvial e observaram uma divergência de 252 canais (246 km de extensão) a mais na drenagem derivada do MDE em comparação à Carta topográfica. Em verificações de campo, constataram uma omissão da Carta topográfica de 46 canais (o que corresponde à extensão de 66 km). Com relação à drenagem gerada por extração automática, esta apresentou erros de comissão de 206 canais (o que corresponde à 182 km), demonstrando que ambas as bases apresentavam erros.

Sousa e Sampaio (2015) ao mensurarem a acurácia do mapeamento da rede de drenagem de uma Carta topográfica, com vistas a avaliar os efeitos dos erros de omissão e comissão sobre as Áreas de Preservação Permanente (APP), constataram que dos 656 cursos d'água de primeira ordem analisados, 113 (17,23%) apresentaram divergência com a realidade, caracterizando erros de integridade no mapeamento.

Bosquilia et al (2016) ao averiguarem a campo 47 nascentes mapeadas em Carta topográfica na escala 1: 10.000, encontraram 33, mesmo que, às vezes, bem distantes do local mapeado. Com relação aos erros, 14 delas não foram encontradas, nem próximas do local indicado (erro de comissão) e uma nascente encontrada não estava mapeada (erro de omissão). Além da dificuldade na identificação dos cursos d'água, a correta posição das nascentes também afeta na acurácia do mapeamento da rede de drenagem (BOSQUILIA et al, 2016).

Bueno (2016) ao analisar a acurácia do mapeamento da rede de drenagem, verificou que a completude da base cartográfica (erros de omissão e/ou excesso) era de 62,94% e que a acurácia temática (acurácia de atributos, no caso, a correta ordem dos canais) era de 67,72%, visto que 162 trechos foram mapeados de forma errônea e não correspondiam à canais de primeira ordem. Cunha e Lima (2014) constaram, para a sua área de estudo, uma acurácia temática ainda menor, de 48,7%.

Por isso, Fonseca e Augustin (2014) ressaltam a importância da verificação a campo do mapeamento da rede de drenagem, dado os inúmeros erros encontrados nas bases cartográficas. Os autores ressaltam que atualizar redes de drenagem antes da realização dos estudos se tornou um procedimento trivial, uma vez que cartas topográficas, procedimentos de extração automática e o mapeamento por fotointerpretação, apresentam problemas.

Estes erros, influenciam de forma direta os estudos que dependem de dados sobre a rede de drenagem. Para Sousa e Paz (2017) o pesquisador deve ter o controle do quanto ela se aproxima da realidade e reforçam a necessidade de avaliar a qualidade da rede de drenagem antes de utilizá-la, a qual serve de base a diferentes finalidades como a exemplo da delimitação e quantificação de Áreas de Preservação Permanente e da análise morfométrica.

Tais trabalhos são, por vezes, a base do conhecimento científico e empregados em outras pesquisas. Por sua relevância, em geral são publicados em periódicos científicos de importância nacional reconhecida, como aqueles avaliados como sendo A1 e A2 na classificação da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).

Conforme exposto, as imprecisões no mapeamento, quando não corrigidas, afetam os resultados das pesquisas que as utilizam. Dessa forma, o trabalho visa analisar as características e usos fornecidos a representação cartográfica da rede de drenagem enquanto suporte a construção do conhecimento científico.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em periódicos brasileiros que obtiveram classificação Qualis “A” na área de Geografia no último quadriênio (2013 a 2016), o que a caracteriza como pesquisa bibliográfica. No referido período avaliado pela Capes, 5 revistas foram classificadas com Qualis “A1” e 20 classificadas com Qualis “A2”. Em todos os volumes das 25 revistas brasileiras “Qualis A”, publicadas entre 2014 a 2016, verificou-se quais artigos que dependiam do mapeamento da rede de drenagem. Foram escolhidos para análise aqueles em que a base cartográfica utilizada influenciaria diretamente nos resultados.

No Brasil, a classificação dos periódicos é realizada por área de avaliação da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), fundação do Ministério da Educação (MEC), seguindo critérios diversos conforme a área de avaliação. São enquadrados em estratos indicativos da qualidade, de forma decrescente em A1, A2, B1, B2, B3, B4, B5 e C.

Para isso, foi construída uma planilha de dados no programa Excel, com os seguintes itens avaliados para cada artigo: materiais cartográficos utilizados, material de apoio, escala de trabalho, área territorial e delimitação, localização, temática de aplicação, realização de trabalho de campo e validação e a área de formação do autor principal. Posteriormente, foram gerados os gráficos e elaboradas as tabelas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 34 artigos entre as 25 revistas brasileiras classificadas com “Qualis A” pela CAPES que dependiam do mapeamento da rede de drenagem, os quais constam no quadro 1. Na figura 1, observa-se a quantidade de artigos publicados em cada revista e o respectivo Qualis. Na figura 2 apresenta-se a análise por revista e ano.

Entre as 5 (cinco) revistas nacionais “Qualis A1”, 4 (quatro) delas tinham ao menos um trabalho publicado utilizando o mapeamento da rede de drenagem no referido período: 2 no Boletim Goiano de Geografia, 2 na Revista Geosp, 4 na Revista Mercator e 1 na Revista Sociedade & Natureza, totalizando 9 artigos em revistas Qualis “A1”. Já entre as 20 revistas classificadas como Qualis “A2”, 6 tinham pelo

menos 1 trabalho: 1 na Revista Ateliê Geográfico, 5 no Boletim de Geografia, 4 na Revista do Departamento de Geografia da USP, 4 na Revista Ra'ega, 5 na Revista Brasileira de Geomorfologia e 6 na Revista Brasileira de Cartografia, totalizando 26 trabalhos em revistas Qualis "A2". Como era de se esperar, foi encontrado um número bem maior de artigos em revistas A2 do que em revistas A1, chegando próximo ao triplo de publicações, haja visto que são apenas 5 revistas classificadas como A1.

Quadro 1 - Referências utilizadas na pesquisa e respectivo Qualis.

Qualis	Revista	Artigo
A1	Mercator	(BACANI et al., 2015); (FRANCO; DAL SANTO, 2015); (FREITAS; ALMEIDA; BAYER, 2016); (LIMA; CUNHA; FILHO, 2016);
	Geosp	(BACANI; LUCHIARI, 2014); (ARANA; FROIS, 2016);
	Boletim Goiano de Geografia	(ZANCOPE; GONÇALVES; BAYER, 2015); (FERREIRA; PIROLI, 2016);
	Sociedade & Natureza	(BHERING et al., 2014);
A2	Revista Brasileira de Cartografia	(CORRÊA et al., 2014); (THOMAZ et al., 2014); (VIEGAS et al., 2014); (NERY, 2016); (FANTINEL; BENEDETTI, 2016); (DEODORO; FONSECA, 2016);
	Revista Brasileira de Geomorfologia	(CELARINO; LADEIRA, 2014); (FONSECA; AUGUSTIN, 2014); (MATA; RAMOS; RODRÍGUEZ, 2015); (FONSECA; ZEZERE; NEVES, 2015); (SANTOS; CASTRO, 2016);
	Boletim de Geografia	(VITAL; LIMA; SILVEIRA, 2014); (SANTOS; VENTORINI, 2014); (SOUZA; ALMEIDA, 2014); (AZEVEDO; GOMES; MORAES, 2016); (FIRMINO, 2016);
	Revista do Depto de Geografia -USP	(FURRIER; NÓBREGA; SOUZA, 2014); (SOUZA; ARRUDA, 2015); (DIAS; TRENTIN; SCCOTI, 2015); (SOARES et al., 2016);
	Ra'ega	(SILVA NETO, 2014); (PINHEIRO et al., 2015); (VARGAS; FORTES; SALAMUNI, 2015); (LOPES; LOURENÇO; REUSS-STRENZEL, 2016);
	Ateliê Geográfico	(SILVA; FERREIRA, 2014);

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

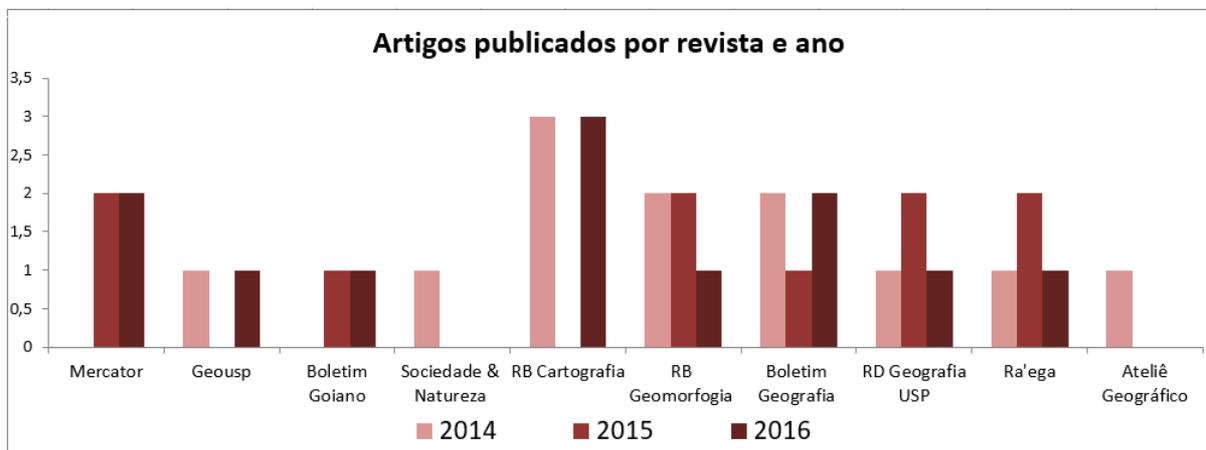
Com relação aos materiais cartográficos mais utilizados nas pesquisas, conforme observa-se na figura 3, destaca-se as Cartas topográficas devido a abrangente cobertura do território brasileiro, elaboradas na sua grande maioria pelo Exército Brasileiro e pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Entretanto, o que preocupa é a escala das mesmas, pois são restritas às áreas mapeadas em escala de detalhe, onde 7 artigos citam o uso de Cartas topográficas na escala 1: 50.000, e 6 citam o uso de Cartas topográficas na escala 1: 100.000. Destaca-se também, os materiais cartográficos resultantes de interferometria (SRTM, Topodata e Aster GDEM), que foram citados em 18 artigos.

Figura 1 - Total de trabalhos publicados em periódicos brasileiros por “Qualis” e revista entre 2014 a 2016.



Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Figura 2 - Trabalhos publicados por revista e ano.



Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

As imagens de satélite de alta resolução: Google Earth, RapidEye, Spot 5, Alos e Quickbird foram citadas o seu uso em 13 artigos. Essas bases cartográficas são muito utilizadas devido à facilidade de acesso das mesmas e por estarem disponíveis para todo o território nacional, embora nem todas de forma gratuita. As imagens pagas utilizadas nas pesquisas analisadas foram adquiridas por meio de projetos e convênios.

Figura 3 – Nuvem de palavras com os materiais cartográficos citados nos artigos analisados.



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

No caso das imagens do satélite *RapidEye*, o Ministério do Meio Ambiente Brasileiro disponibilizou gratuitamente para instituições públicas de pesquisa, mediante solicitação de acesso, o que proporcionou um acréscimo do uso dessas nas pesquisas brasileiras. Cabe ressaltar que o Google Earth é um programa computacional cuja função é apresentar um modelo tridimensional do globo terrestre, construído a partir do mosaico de imagens de satélite obtidas de diversos sensores, onde os artigos citam de maneira errônea o programa, ao invés do satélite responsável por gerar as imagens disponibilizadas já compostas, que ao serem capturadas no programa, acabam perdendo resolução.

Mapeamentos de solos, geologia e geomorfologia também aparecem com frequência e foram utilizados em 10 artigos, devido à sua importância na análise do meio físico. 7 artigos citam o uso de imagens de satélite de resolução espacial inferior a 10 metros. Embora os artigos que utilizaram as imagens de baixa resolução não especificaram qual a fonte da drenagem, cabe destacar que uma resolução maior que 10 metros inviabiliza a identificação dos cursos d'água de baixa ordem. Aparecem também, entre os materiais citados: Aerofotos e Atlas estaduais, que são Sistemas de Informações elaborados por Secretarias de Estado de Goiás e Mato Grosso do Sul, esses últimos, em escala regional.

As bases com escala de detalhe são utilizadas em poucos trabalhos: 4 artigos utilizaram cartas na escala 1: 25.000 e 3 as cartas com escala \geq 1: 10.000. As bases cartográficas que apresentam escala de detalhe e que, teoricamente, são as que apresentam menos erros, foram empregadas em poucos artigos. Esse baixo número de artigos utilizando escalas de detalhe é ainda mais baixo nos trabalhos com área de estudo no Brasil, uma vez que 2 desses foram desenvolvidos fora. No Brasil, a cartografia de detalhe ainda é restrita aos grandes centros e às áreas urbanas.

Silva e Kobiyama (2004) ressaltam que a escala influencia na interpretação da rede de drenagem de uma bacia e sua consequente análise e ordenamento. Com o aumento da escala, mais tributários aparecem e os trechos de primeira ordem aumentam em número, alterando a ordem da bacia. Dessa forma, a rede de drenagem obtida de mapeamentos de pequena escala e sem verificações à campo, comprometem ainda mais os estudos alicerçados sobre as mesmas.

Sampaio (2008), Lima e Cunha (2014) e Sousa e Sampaio (2015) ao averiguarem o mapeamento em campo das cartas topográficas na escala 1: 50.000, encontraram diversos erros relacionados a rede de drenagem. Dois artigos avaliados que utilizaram a escala 1: 50.000, tentaram justificar os erros ao trabalhar com a definição de Áreas de Preservação Permanente, onde um cita que “pretendia atender apenas de maneira simplificada a legislação ambiental vigente” e o outro, justificava “como nessa escala não é possível identificar locais de nascentes, com exatidão, as APPs das mesmas não foram aqui delimitadas”.

Embora muitos artigos citem os dados utilizados, outro problema bastante recorrente é que poucos informam de qual das bases foi extraída a drenagem: dos 34 artigos analisados, apenas 7 especificam de qual delas foi extraída a drenagem.

Com relação à extensão da área de estudo, 3 trabalhos não a citaram. A área média foi de 2.656 ha, sendo que a menor área foi de 2,9 ha e a maior de 17.860 ha. A escala de trabalho foi citada em 17

dos 34 artigos. Desses 17, 2 não citaram a extensão da área de estudo. Abaixo, segue a relação dos trabalhos que citaram a escala de trabalho e a respectiva extensão da área.

Quadro 2 - Escala de trabalho citada pelos artigos e respectiva área total de estudo.

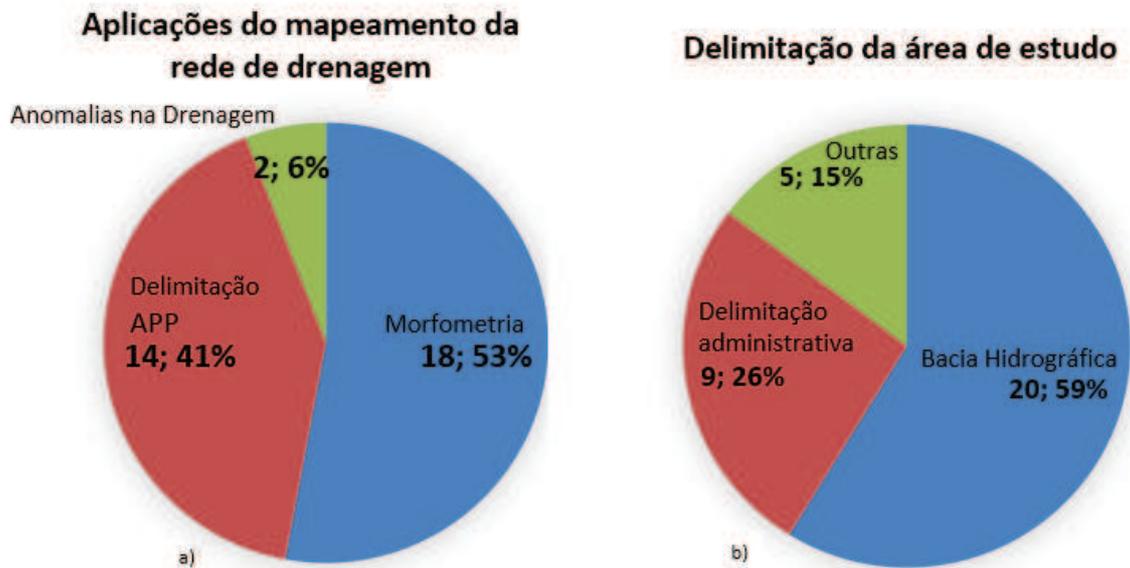
Escala	Área (em km ²)
1: 5.000	422
	6670
1: 10.000	20
	120
1: 25.000	2,2
	43
	NC
1: 50.000	85
	315
	582
	17850
1: 100.000	NC
	468
	2505
	4083
1: 330.000	8272
	1597

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Ao observar o quadro 2, percebe-se que entre os artigos que citaram a escala de trabalho, predomina a escala 1: 100.000, citada 5 vezes, seguida pela escala 1: 50.000. De modo geral, áreas menores devem ter um maior grau de detalhamento da escala, entretanto, observa-se num artigo, que devido a pequena extensão de sua área (2,2 ha), o mesmo deveria utilizar uma escala de trabalho com maior detalhe para seu estudo e não 1: 25.000 como foi apresentada. Outro problema verificado foi que em 23,5 % dos artigos, as escalas citadas como de trabalho não são compatíveis com as fontes apresentadas. Entre muitos, menciona-se como exemplo, um artigo que citou como escala de trabalho 1: 10.000, sendo que a única base cartográfica utilizada foi a imagem do satélite *RapidEye*, com resolução espacial de 5 metros e, portanto, não compatível com a escala citada. Outros, utilizam várias bases e citam como escala de trabalho a escala de maior detalhe utilizada.

Com relação ao tema de aplicação, dos 34 artigos analisados, conforme podemos observar na figura 4, 18 trabalhos utilizaram o mapeamento da rede de drenagem para identificação de índices morfométricos, entre os quais cita-se: densidade de drenagem, densidade hidrográfica, relação de bifurcação, textura de primeira ordem, hierarquia fluvial, frequência de canais e comprimento médio dos canais entre outros. Em 14 trabalhos, o mapeamento da rede de drenagem foi utilizado na definição das Áreas de Preservação Permanente, enquanto que em 2 artigos foi utilizado na verificação de anomalias da rede de drenagem para identificação de eventos neotectônicos.

Figura 4 - a) Aplicações do mapeamento da rede de drenagem. b) Tipos de delimitação da área de estudo utilizadas nas pesquisas.



Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Com relação à delimitação da área de estudo, 20 artigos utilizaram a bacia hidrográfica e/ ou sub-bacias como unidade de estudo, 9 utilizaram delimitações administrativas (municípios ou parques) e 5, outras delimitações, onde 2 artigos utilizaram coordenadas geográficas, pois os limites da carta topográfica eram os mesmos da área de estudo, e o restante utilizaram outros elementos para a sua definição (Sistema lacustre, Serra e ao longo de uma rodovia).

Percebe-se a importância do uso da bacia hidrográfica na definição da área de estudo em quase 60% dos artigos analisados, uma vez que se trata de um sistema natural bem delimitado geograficamente, onde os recursos naturais se integram, constituindo-se numa unidade espacial de fácil reconhecimento e caracterização.

A citação do trabalho de campo foi recorrente em apenas 17 trabalhos, sendo que desses, apenas 13 descreveram o que foi verificado. Entre os temas citados como verificados em campo estão: uso da terra, geologia, solos, concentração de sólidos, geometria fluvial, fitofisionomia e realização de entrevistas. Apenas 5 trabalhos realizaram a verificação do mapeamento da rede de drenagem, sendo que 4 desses foi realizada em campo e um pelo programa Google Earth.

Com relação ao local, o estado brasileiro que mais apresenta áreas de estudo é São Paulo (SP), com 6 artigos, seguido do Mato Grosso do Sul (MS) e da Bahia (BA), com 5 cada. Após, vêm os Estados de Minas Gerais (MG) e Rio Grande do Sul (RS) com 3 artigos cada. Paraíba (PB), Paraná (PR) e Tocantins (TO) são os Estados brasileiros com 2 trabalhos. Ressalta-se que dois trabalhos têm como

áreas de estudo fora do Brasil (Portugal e Venezuela), uma vez que os autores desses 2 artigos são de instituições ligadas a esses países.

Figura 5 - Localização das áreas de estudo por estado brasileiro.

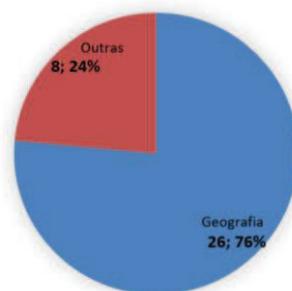


Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Percebe-se a ausência de trabalhos desenvolvidos na região Norte do Brasil, justamente a de maior extensão geográfica, uma vez que apenas 2 trabalhos foram realizados e num único Estado (Tocantins). Santos, Bueno e Sampaio (2015) alertam para o fato da disponibilidade de dados geoespaciais no Brasil ser heterogênea em quantidade, variedade e qualidade. Na Amazônia Legal, situada na região norte do Brasil, as bases de dados ainda são pouco difundidas. Os autores identificaram também fragilidades na disponibilização dos dados e carência de atualização dos existentes, prejudicando o desenvolvimento de pesquisas que dependem dessas fontes.

Figura 6 - Área de formação do autor principal.

Áreas de formação do autor principal



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

A área de formação do autor principal mais recorrente é a Geografia com 26 trabalhos, o que já era esperado por tratar-se de revistas bem-conceituadas na área de Geografia. Conforme pode ser

observado na figura 6, autores principais de outras áreas também foram encontrados, sendo 2 artigos onde o autor principal é graduado em Engenharia Ambiental. As demais áreas que aparecem como autor principal uma única vez são: Engenharia Florestal, Agronomia, Tecnólogo em Geoprocessamento, Ciências Aquáticas e Biologia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As bases cartográficas utilizadas, em sua maioria, são de pequenas escalas e não são compatíveis com a escala de trabalho citada em 23,5 % dos artigos. Sampaio (2008), Sampaio e Augustin (2014), Lima e Cunha (2014), Fonseca e Augustin (2015), Sousa e Sampaio (2015), Bueno (2016) e Bosquilia et al. (2016) analisaram previamente a qualidade das bases cartográficas em suas pesquisas, as quais apresentam erros de representação, que se não corrigidas, comprometeriam os trabalhos alicerçados sobre os mesmos. Dessa forma, os referidos autores alertam para a necessidade da correção da base cartográfica antes de produzir novas informações.

Analisando os artigos no referido período, conclui-se que metade dos trabalhos não citam idas à campo e quando citam, não identificam o que é verificado. Dos poucos trabalhos que citam o que foi verificado em campo, a grande maioria preocupa-se com outras verificações que não a acurácia da rede de drenagem. Cita-se o caso de um trabalho que realizou a verificação e correção pela sobreposição da drenagem utilizando o programa Google Earth. O ideal é realizar a verificação em campo, o que não foi constatado na análise, pois a porcentagem de artigos que citaram a verificação em campo foi de apenas 11,76%. Dessa forma, percebe-se uma falta de preocupação em realizar trabalhos de campo e validar os dados da drenagem.

Alguns artigos apresentam a drenagem visivelmente com erros de omissão. Cita-se como exemplo o caso de um artigo onde a drenagem nos mapas elaborados pelos autores apresenta-se subdimensionada por tratar-se de uma área com pluviosidade média anual de 2109 mm.

Dessa forma, faz-necessário realizar a validação dos dados de mapeamento da rede de drenagem para não comprometer os trabalhos alicerçados sobre a mesma. A pesquisa realizada constatou a falta de preocupação com os dados utilizados, mesmo com o crescente número de publicações divulgando os erros encontrados nas bases cartográficas. Dessa forma, esse trabalho realiza o importante papel de alerta e divulgação no meio técnico e científico sobre os problemas presentes no mapeamento da rede de drenagem, concluindo, a partir dos trabalhos analisados, que essa preocupação ainda é incipiente entre os pesquisadores que publicam na área de Geografia.

REFERÊNCIAS

- ARANA, A. R. A.; FROIS, M. R. Planejamento urbano ambiental : diretrizes para o zoneamento na bacia do córrego do Limoeiro em Presidente Prudente-SP. *GEOUSP: espaço e tempo*, v. 20, n. 3, p. 619–635, 2016.
- AZEVEDO, D. G. DE; GOMES, R. L.; MORAES, M. E. B. DE. Estudos da fragmentação da paisagem na definição de áreas prioritárias para recuperação ambiental da bacia hidrográfica do rio Buranhém. *Boletim de Geografia*, v. 34, n. 2, p. 127–144, 2016.
- BACANI, V. M. et al. Sensoriamento Remoto e SIG aplicados à avaliação da fragilidade ambiental de bacia hidrográfica. *Revista Mercator*, v. 14, n. 2, p. 119–135, 2015.
- BACANI, V. M.; LUCHIARI, A. Geoprocessamento aplicado ao zoneamento ambiental da bacia do alto rio Coxim-MS. *GEOUSP: espaço e tempo*, v. 18, n. 1, p. 184–197, 2014.
- BHERING, S. B. et al. Geotecnologias aplicadas ao zoneamento agroecológico do Estado do Mato Grosso do Sul. *Sociedade & Natureza*, v. 26, n. 1, p. 171–187, 2014.
- BOSQUILIA, R. W. D.; FIORIO, P. R. ; DUARTE, S. N. ; MINGOTI, R. ; ZOCCHI, S. S. Diferentes produtos de Sensoriamento Remoto no mapeamento visual de drenagens e nascentes na microbacia hidrográfica do Ceveiro. *Revista de Agricultura*, v. 91, n. 1, p. 1–16, 2016.
- BUENO, L. F. Inteligência artificial aplicada à melhoria da acurácia do mapeamento de redes de drenagem. 2016. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Paraná, 2016. 148 f.
- CAPES - COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DO ENSINO SUPERIOR. Plataforma Sucupira. Disponível em: <<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf>> Acesso em: 15 ago 2017.
- CELARINO, A. L. DE S.; LADEIRA, F. Análise morfométrica da bacia do rio Pardo (MG e SP). *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 15, n. 3, p. 471–491, 2014.
- CORRÊA, C. V. D. S. et al. Emprego de técnicas de sensoriamento remoto na compartimentação fisiográfica da região abrangida pelas folhas topográficas São José dos Campos e Jacareí (SP). *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 66, n. 6, p. 1281–1294, 2014.
- DEODORO, S. C.; FONSECA, B. M. Análise morfométrica e multicriterial da bacia hidrográfica do rio Santa Bárbara, nordeste do Quadrilátero Ferrífero (MG). *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 1, n. 68, p. 1837–1852, 2016.
- DIAS, D. F.; TRENTIN, R.; SCCOTI, A. A. V. Zoneamento Geoambiental para o município de Mata/RS: síntese das potencialidades e fragilidades. *Revista do Departamento de Geografia-USP*, v. 30, p. 132–148, 2015.
- FANTINEL, R. A.; BENEDETTI, A. C. P. Análise ambiental para identificação de áreas com potencial de exploração agrosilvopastoris no município de Piratini, RS. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 2, n. 68, p. 407–420, 2016.
- FERREIRA, C. C.; PIROLI, E. L. Zoneamento ambiental das paisagens: estudo de caso do alto curso da bacia hidrográfica do rio Sucuriú, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Boletim Goiânio de Geografia*, v. 36, n. 2, p. 341–358, 2016.

- FIRMINO, I. G. Identificação de Anomalias de drenagem na bacia do rio do Sabão (PR) por meio do Índice RDE e do Fator de Simetria Topográfica Transversal (FSTT). *Boletim de Geografia*, v. 33, p. 61–73, 2016.
- FONSECA, A. F.; ZEZEZE, J. L.; NEVES, M. Contribuição para o conhecimento da geomorfologia da cadeia da arrábida (Portugal): cartografia geomorfológica e geomorfometria. *Revista Brasileira De Geomorfologia*, v. 16, n. 1, p. 137–163, 2015.
- FONSECA, B. M.; AUGUSTIN, C. H. R. R. Análise morfométrica de bacias de drenagem e sua relação com a estrutura geológica, Serra do Espinhaço Meridional-MG. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 15, n. 2, p. 153–172, 2014.
- FRANCO, A. C. V.; DAL SANTO, M. A. Contribuições da morfometria para o estudo das inundações na sub-bacia do rio Luís Alves/SC. *Mercator*, v. 14, n. 3, p. 151–167, 2015.
- FREITAS, R.; ALMEIDA, B.; BAYER, M. Compartimentação morfométrica da bacia do rio Coco como subsídio a análise de fragilidade ambiental. *Mercator*, v. 15, n. 4, p. 83–94, 2016.
- FURRIER, M. F.; NÓBREGA, W. R.; SOUZA, A. DOS S. Análise morfométrica e morfotectônica do Gráben do rio Mamanguape e adjacências, borda oriental do Estado da Paraíba, Brasil. *Revista do Departamento de Geografia - USP*, v. 28, p. 25–38, 2014.
- LIMA, K. C.; CUNHA, C. M. L. Atualização cartográfica da rede de drenagem para estudo geomorfológico de rios intermitentes e efêmeros do semiárido. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 66, n. 1, p. 127–136, 2014.
- LIMA, K. C.; CUNHA, C. M. L.; FILHO, A. P. Relações entre rede de drenagem e superfícies de aplainamento semiáridas. *Mercator*, v. 15, n. 2, p. 91–104, 2016.
- LIN, W.; CHOU, W.; LIN, C.; HUANG, P.; TSAI, J. Automated suitable drainage network extraction from digital elevation models in Taiwan's upstream watersheds. *Hydrological Processes*. v. 20, p. 289–306, 2006.
- LOCH, C. A interpretação de imagens aéreas: noções básicas de algumas aplicações nos campos profissionais. Florianópolis: Ed. UFSC. 5ª ed. 2001.
- LOPES, E. R. DO N.; LOURENÇO, R. W.; REUSS-STRENGEL, G. M. Análise Multicriterial aplicada a elaboração de zoneamento de Unidade de Conservação na Zona Costeira da Bahia, Brasil. *RA'EGA - O Espaço Geografico em Analise*, v. 37, p. 65–90, 2016.
- MATA, W. J. M.; RAMOS, J. C.; RODRÍGUEZ, L. J. Geomorfometría de cuencas de drenaje de la vertiente norte del macizo “El Ávila” (Estado Vargas, Venezuela): implicaciones hidromorfodinámicas. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 16, n. 3, p. 501–530, 2015.
- NERY, T. D. O uso de parâmetros morfométricos na avaliação do potencial a geração de corridas de detritos na bacia do rio Santo Antônio. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 68, n. 9, p. 1819–1935, 2016.
- POGGIO, L.; SOILLE, P. A probabilistic approach to river network detection in digital elevation models. *Catena*, v. 87, p. 341–350, 2011.
- PINHEIRO, L. C. DA S. J. et al. Mudanças do uso da terra e fragmentação da paisagem no município de Correntina (BA) durante 1988-2008. *RA'EGA - O Espaço Geografico em Analise*, v. 35, p. 169–198, 2015.

- SAMPAIO, T. V. M. Parâmetros morfométricos para melhoria da acurácia do mapeamento da rede de drenagem – uma proposta baseada na análise da Bacia Hidrográfica do Rio Benevente – ES. 2008. 145 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2008.
- SAMPAIO, T. V. M.; AUGUSTIN, T. H. R. R. Variáveis auxiliares para o mapeamento da rede de drenagem: correlação espacial entre nascentes, unidades de relevo e litotipos na bacia hidrográfica do rio Benevente - ES. GEOUSP – Espaço e Tempo, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 624-634, 2014.
- SANTOS, T. G.; VENTORINI, S. E. Mapeamento Digital da Bacia do Corrego do Lenheiro - São João Del-Rei - MG como suporte ao diagnóstico geoambiental. Boletim de Geografia, v. 33, n. 1, p. 64–80, 2014.
- SANTOS, G. B. DOS; CASTRO, P. D. T. A. Caracterização da rede de drenagem e do sistema lacustre da bacia do Rio Grande: Oeste da Bahia - região do médio São Francisco. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 17, n. 4, p. 801–818, 2016.
- SANTOS, A. M. DOS; BUENO, L. F.; SAMPAIO, T. V. M. Dados e informações geoespaciais para análise territorial e ambiental na Amazônia Legal no Brasil. Revista Geográfica Venezolana, 56 (2): 249-267, 2015.
- SILVA, M. V. A. DA; FERREIRA, N. C. Avaliação da ocupação e uso da terra nas bacias hidrográficas da Região Metropolitana de Goiânia. Ateliê Geográfico, v. 8, n. 2, p. 150–167, 2014.
- SILVA NETO, J. C. A. Zoneamento ambiental como subsídio para o ordenamento do território da bacia hidrográfica do rio Salobra, Serra Da Bodoquena – MS. RA’E GA - O Espaço Geografico em Analise, v. 31, p. 119–142, 2014.
- SILVA, R. V. da; KOBAYAMA, M. Delineamento automático da rede de drenagem em bacias hidrográficas com ênfase em trechos de zero ordem. In: XXI CONGRESSO LATINOAMERICANO DE HIDRÁULICA, 2004, IAHR, 21, 2004, São Pedro, SP. Anais... Campinas: IAHR/UNICAMP, 2004, p. 1-10.
- SOARES, L. S. et al. Análise morfométrica e priorização de bacias hidrográficas como instrumento de planejamento ambiental integrado. Revista do Departamento de Geografia - USP, v. 31, p. 82–100, 2016.
- SOUSA, T. M. I.; PAZ, A. R. How to evaluate the quality of coarse-resolution DEM-derived drainage networks. Hydrological Processes, v. 31, p. 3379-3395, 2017.
- SOUSA, M. S.; SAMPAIO, T. V. M. Avaliação da acurácia de bases cartográficas: um estudo de caso da rede de drenagem do estado do Paraná na escala 1:50.000 para a carta MI 2818-4. In: XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2015, João Pessoa. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2015.
- SOUZA, A. DE O.; ARRUDA, E. M. Anomalias de drenagem no Ribeirão dos Rodrigues: contribuições sobre a geomorfologia da região de Sorocaba-SP. Revista do Departamento de Geografia - USP, v. 29, p. 191–211, 2015.
- SOUZA, J. O. P. DE; ALMEIDA, J. D. M. DE. Modelo Digital de Elevação e extração automática de drenagem: dados, métodos e precisão para estudos hidrológicos e geomorfológicos. Boletim de Geografia, v. 32, n. 2, p. 134–149, 2014.
- THOMAZ, P. et al. Carta da sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo em rodovias: aplicação piloto na estrada dos Tamoios (SP-099), Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Cartografia, v. 66, n. 1, p. 59–74, 2014.

VALERIANO, M. M. Dados Topográficos. In: FLORENZANO, T. G. (org) Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo, Oficina de Textos, 2008, p 72 – 104.

VARGAS, K. B.; FORTES, E.; SALAMUNI, E. Análise morfoestrutural da bacia do ribeirão Água das Antas - PR. RA'E GA - O Espaço Geográfico em Análise, v. 34, p. 7–25, 2015.

VIEGAS, D. et al. Caracterização das Áreas de Preservação Permanente no município de Picada Café-RS de acordo com o novo Código Florestal Brasileiro. Revista Brasileira de Cartografia, v. 66, n. 5, p. 1007–1028, 2014.

VITAL, S. R. DE O.; LIMA, E. R. V.; SILVEIRA, T. D. A. Análise multicriterial na adequação do uso das terras do município de Amparo-PB. Boletim de Geografia, v. 32, n. 1, p. 62–74, 2014.

ZANCOPE; GONÇALVES; BAYER. Potencial de transferência de sedimentos e suscetibilidade a assoreamentos da rede hidrográfica do alto rio Araguaia. Boletim Goiânio de Geografia, v. 35, n. 1, p. 115–132, 2015.

ZHOU, Q.; WANG, P.; PILESJO, P. Accuracy Assessment of Hydrological Modelling Algorithms Using Grid-Based Digital Elevation Models. Proceedings of the International Conference on Modelling Geographical and Environmental Systems with GIS, 22-25 June 1998, Hong Kong, p. 257-265.