

## **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.**

Mayara Soares de Sousa<sup>1</sup>  
Tony Vinicius Moreira Sampaio<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Universidade Federal do Paraná – UFPR  
Curitiba, PR, Brasil.  
{mayara.ssousa93@gmail.com, tony2sampaio@gmail.com}

**Abstract.** The mapping of the drainage network features crisp accuracy problems due to the subjectivity of the methods for automated mapping and photo-interpretation. These issues directly impact the application of Brazilian law, in particular the definition of Areas of Permanent Preservation (APPs) of springs and riverbanks. Thus, this study aimed to evaluate the accuracy of the representation of the drainage network in base map of the state of Paraná, at 1:50,000 scale, to the letter MI 2818-4, Sheet SG 22 V-A-V-4, prepared by the Directorate of Geographical Service of the Army and provided by the Water Institute of Paraná - WIP. 656 streams were sampled for analysis of completeness and thematic accuracy, ensuring a less than 3.5% sampling error. The validation has been carried out based on image interpretation process using Quantum GIS version 2.4.0 software - Chugiak, with support in field data. 656 watercourses were analyzed with first order, these 234 rivers were mapped correctly, while 100 incorrectly characterizing completeness errors in mapping. Thus, based on 334 rivers mapped first order, were mapped 1,916,371.52 APP's correctly, and 785,398.16 m<sup>2</sup> incorrectly. To APP's riverbanks 8,464,547.72 m<sup>2</sup> was correctly, and 2,715 .817,76 m<sup>2</sup> incorrectly. Finally, it was found that despite the errors found completeness (commission and omission), the letter MI 2818-4 has a high degree of accuracy (82.67%), because of the 656 streams analyzed, only 113 (17.23%) of the rivers had errors.

**Palavras-chave:** Water resources, mapping, APP's spring, APP's the riverbanks, completeness erros, Recursos hídricos, mapeamento, APP's de nascentes, APP's de margens de rios, erros de completude.

### **1.Introdução**

Bases cartográficas carecem de melhorias em função das limitações impostas pelos processos de mapeamento, sendo a rede de drenagem um bom exemplo devido à subjetividade dos métodos de fotointerpretação e mapeamento automatizado.

Selby (1985), afirma que parâmetros aparentemente simples, como a densidade de drenagem, tornam-se tarefas difíceis em função da baixa acurácia dos mapeamentos existentes, resultando em valores divergentes em função da escala dos mapas empregados. Mesmo considerando os avanços tecnológicos nos instrumentos e técnicas, a rede de drenagem continua a apresentar alto grau de subjetividade, conforme apontado por Dietrich e Dunne (1993), Beven e Kirkby (1993), Leopold *et al.* (1995), Colombo *et al.* (2006) e Sampaio (2008).

Os problemas inerentes ao mapeamento da rede de drenagem podem gerar consequências significativas para a gestão ambiental e territorial, pois a partir dele são delimitadas as bacias hidrográficas, as quais definem as unidades de gestão e, por exemplo, as nascentes, subproduto da rede de drenagem, que são utilizadas para a definição de áreas de proteção permanente. Desta forma, o não mapeamento (erro de omissão) ou inclusão de forma equivocada (erro de comissão) geram problemas para a correta e adequada gestão ambiental e territorial.

No Brasil a rede de drenagem é utilizada na definição de áreas de proteção permanente APP, conforme Lei 12.651/2012, tomando-se por referência seu traçado e as nascentes para a delimitação das áreas marginais e entorno.

De acordo com o novo Código Florestal, considera-se APP as faixas de 30, 50, 100 e 500m ao longo dos cursos d'água, a depender de sua largura e as áreas no entorno das

nascentes e dos olhos d'água perenes, em um raio mínimo de 50 (cinquenta) metros. (BRASIL, 2012. Art. 4, IV).

No Paraná, o mapeamento mais detalhado da rede de drenagem com abrangência para todo Estado apresenta nítidos problemas em relação à sua acurácia. Segundo o Relatório Técnico da Base Hidrográfica do Paraná – 1:50.000 (2011) a rede drenagem foi extraída das cartas topográficas vetorizadas por diferentes instituições: COMEC (Coordenadoria da Região Metropolitana de Curitiba) / ÁGUAS PARANÁ (Instituto das Águas do Paraná), COPEL (Companhia Paranaense de Energia), EMATER (Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural), ITAIPU (ITAIPU Binacional), MINEROPAR (Minerais do Paraná S.A) / IAP (Instituto Ambiental do Paraná) e SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná), ficando explícitas suas divergências e os diferentes padrões de drenagem definidos a partir dos limites das mesmas. Segundo o Relatório Técnico a finalização da base vetorial não contou de processo de conferência em campo para validar o mapeamento unificado.

Neste sentido, o presente trabalho objetivou mensurar a acurácia do mapeamento da rede de drenagem em uma das cartas topográficas 1:50.000 do estado do Paraná, com vistas a avaliar os efeitos dos erros de omissão e comissão sobre áreas de preservação permanente definidas pelo Novo Código Florestal. A pesquisa avaliou os erros observados nos rios de primeira ordem (rios que vão da nascente até a primeira bifurcação), que apresentam largura inferior a 30m, e nascentes, por serem os elementos cartográficos mais susceptíveis aos erros.

## 2. Metodologia de Trabalho

Utilizando a base cartográfica do estado do Paraná na escala 1:50.000, o trabalho analisou a acurácia do mapeamento da rede de drenagem da carta MI 2818-4, Folha SG 22 V-A-V-4, elaborada pelo DSG (Diretoria de Serviço Geográfico do Exército) e vetorizada pela ITAIPU, para unificação as demais cartas do Estado (IAP - Instituto de Águas do Paraná).

O software QGis (versão 2.4.0) foi utilizado para avaliação dos erros de omissão e comissão, via sobreposição do arquivo vetorial da rede de drenagem (*shapefile*), às imagens de satélite disponibilizadas pela ferramenta *Open Layers Plugin*.

Desta forma, foi feita verificação dos rios mapeados adotando-se como padrão de referência e validação os dados levantados em campo (realizado entre os dias 04 e 06/06/2014) como, por exemplo, presença de mata ciliar e de talvegue.

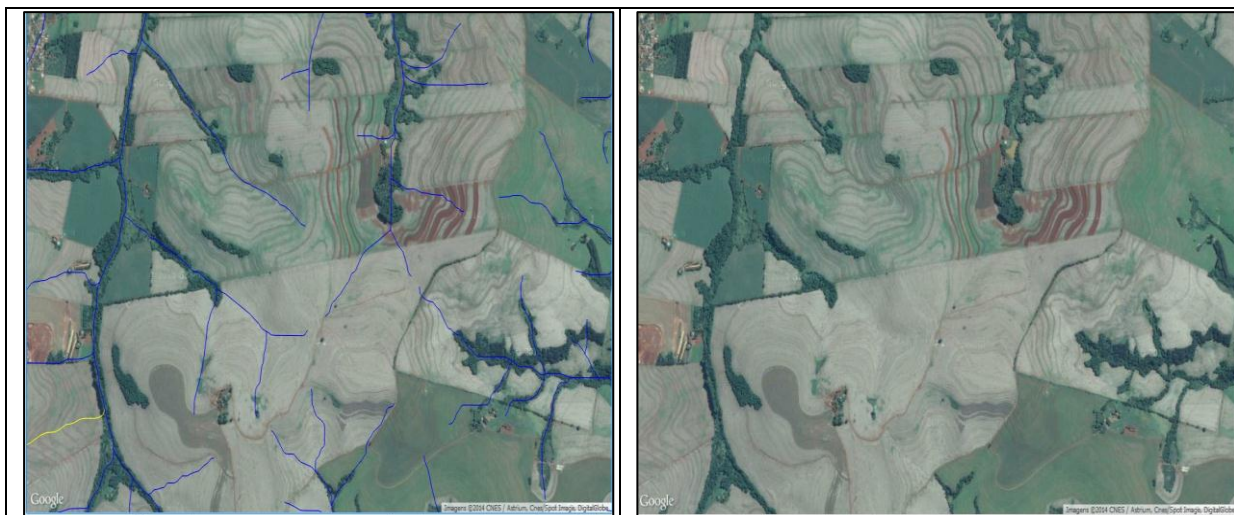


Figura 1. Conferência da base cartográfica da rede de drenagem sobreposta à imagem de satélite. Nesta figura, pode-se perceber que vários rios mapeados não existem (erro de comissão), assim como, vários rios se estendem muito além da mata ciliar.

Considerando a quantidade de cursos d'água presentes na carta, a análise foi realizada a partir de um  $n$  amostral, com dimensão capaz de garantir um erro inferior a 3,5%. Para tanto, foi empregado o cálculo do  $n$  amostral apresentado por Andriotti (2003) (Equação 1).

$$n=(N.n0) / (N+n0) \quad (1)$$

Os pontos amostrais foram distribuídos aleatoriamente sobre a base cartográfica (ferramenta pontos aleatórios - QGis), o que possibilitou identificar as bacias a serem analisadas quanto a representação da cartográfica da rede de drenagem.

A partir dos cursos d'água identificados na base cartográfica foram definidas as áreas de APP das margens dos rios sobre o arquivo de linhas, com faixa de 30m de largura e, as nascentes foram mapeadas para cada curso d'água de primeira ordem, gerando um arquivo de pontos com suas respectivas áreas de APP, empregando a faixa de 50m no entorno das mesmas, via utilização da ferramenta *buffer*.

Apesar de observada a proposta para análise de erros de Completude proposta por Alves (2014), como o objetivo da pesquisa era avaliar o efeito dos erros sobre a delimitação de áreas de APP, estes foram analisados separadamente quanto à Comissão (inclusão equivocada de cursos d'água de primeira ordem e nascentes), Omissão (não inclusão de nascentes e cursos d'água de primeira ordem) e quanto à acurácia temática (classificação errônea do curso d'água em função de erros de comissão ou omissão).

### 3. Resultados e Discussão

Foram quantificados 2534 cursos d'água na referida carta, o que resultou em uma amostragem de 656 canais de drenagem (aproximadamente 25% do total mapeado), para serem verificados. Destes, 309 (47,10%) não correspondiam a rios de primeira ordem, sendo desconsiderados da análise.

Dos 347 canais de drenagem restantes (52,90% - *a priori* de primeira ordem) 234 eram efetivamente de primeira ordem e foram mapeados corretamente. Outros 100 foram incluídos na base cartográfica de forma equivocada, caracterizando erros de comissão (28,82%).

No que se refere à acurácia temática, 13 cursos d'água (3,75%) foram mapeados erroneamente, uma vez que se tratavam de canais de primeira ordem e foram cartografados como rios de outras ordens (2ª e 3ª ordem).

Em decorrência destes erros, 13 nascentes foram omitidas, podendo ser classificadas como erros de comissão e omissão segundo Alves (2014), o que resultou em um total de 247 nascentes existentes e mapeadas (234 corretas + 13 omitidas), totalizando uma área de 1.939.933,46 m<sup>2</sup> de APP de nascente.

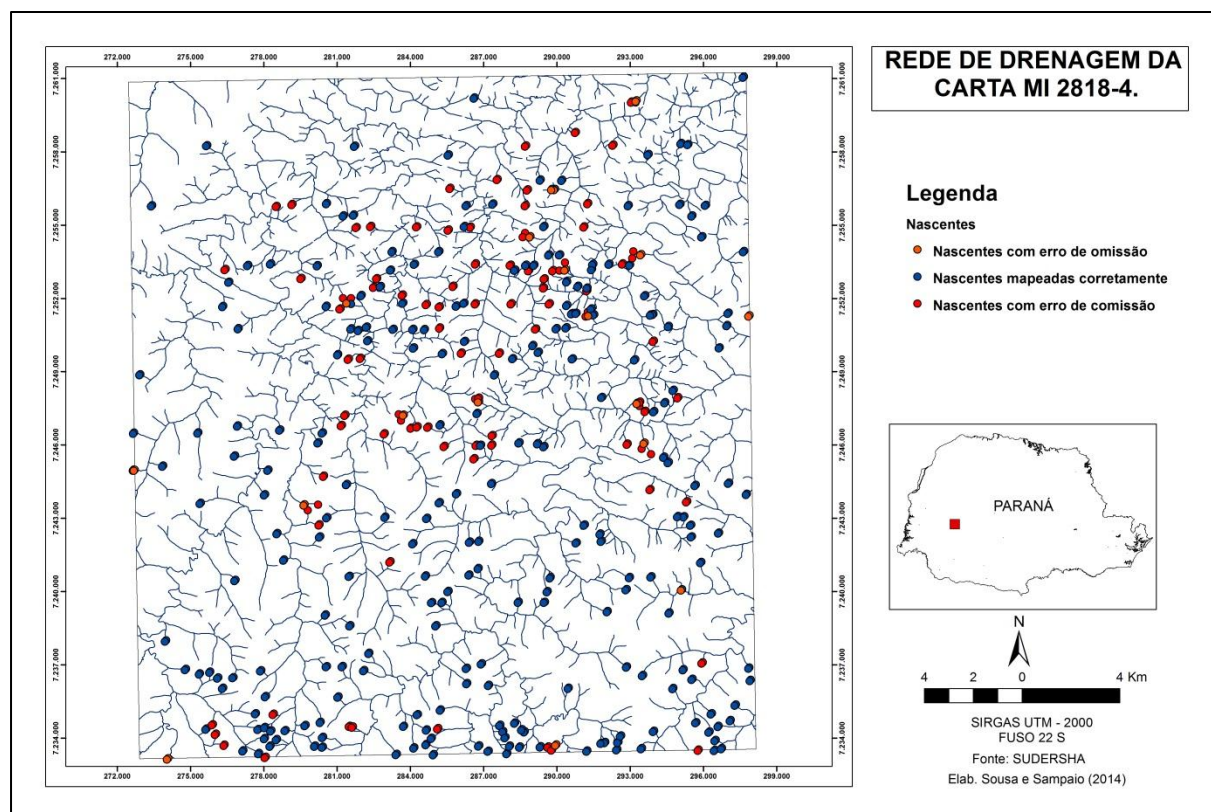


Figura 2. Em azul estão as nascentes mapeadas corretamente e em vermelho e laranja as nascentes mapeadas incorretamente com base nos rios de 1ª ordem identificados.

Contudo, tomando-se por referência a base cartográfica do DSG e considerando o total de 334 canais mapeados como sendo de primeira ordem, a área de APP de nascente seria de 2.701.769,68 m<sup>2</sup>, ou seja, seriam computados 785.398,16 m<sup>2</sup> a mais (29,07%), decorrente de erros de mapeamento da rede de drenagem.

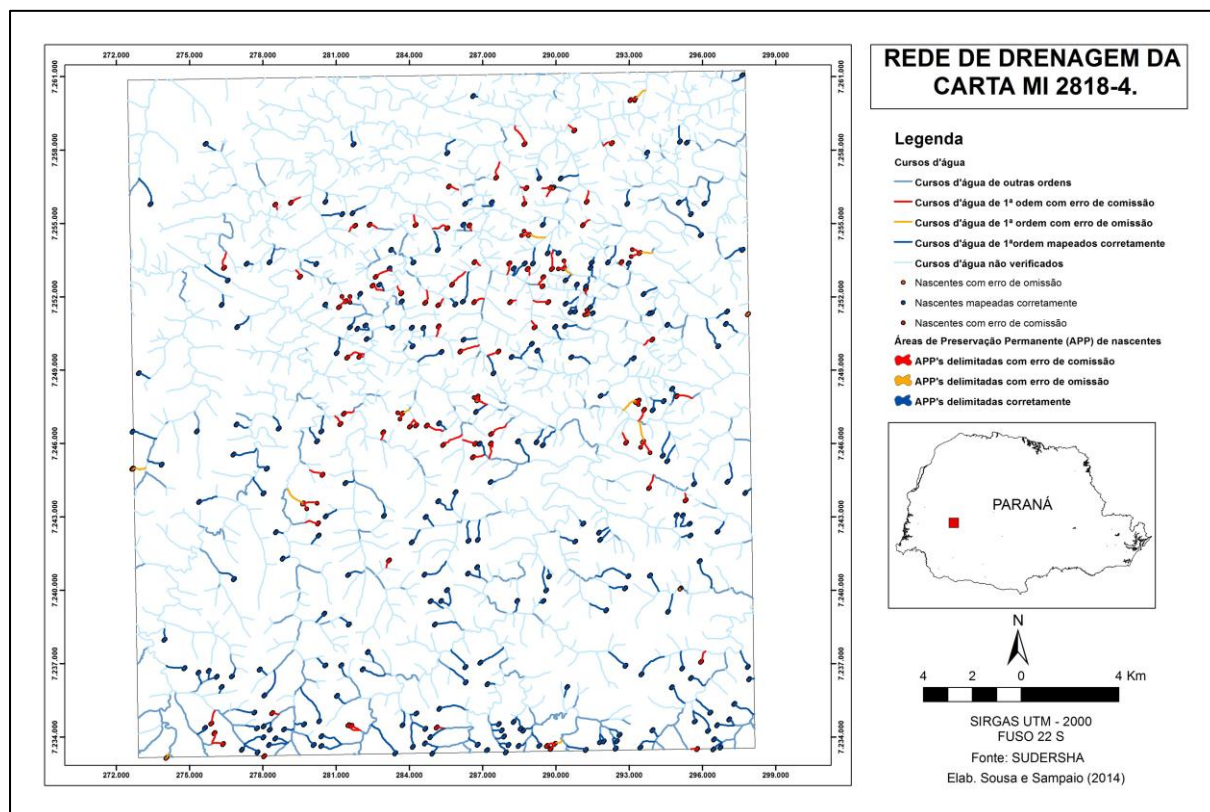


Figura 3. Mapa da carta MI 2818-4, contendo os cursos d'água, nascentes e APP's de nascentes.

Posteriormente, foram delimitadas 334 APP's de margens de rios totalizando 11.180.365,48 m<sup>2</sup>, sendo que 8.464.547,72 m<sup>2</sup> foram mapeados corretamente e 2.715.817,76 m<sup>2</sup> incorretamente (24,29%).

Cabe ressaltar, que assim como na delimitação das APP's de nascentes, em decorrência dos erros de mapeamento dos cursos d'água, 13 margens de rios foram omitidas, podendo ser classificadas como erros de comissão e omissão como citado anteriormente, resultando em 408.782,14m<sup>2</sup> de APP's mapeados erroneamente.

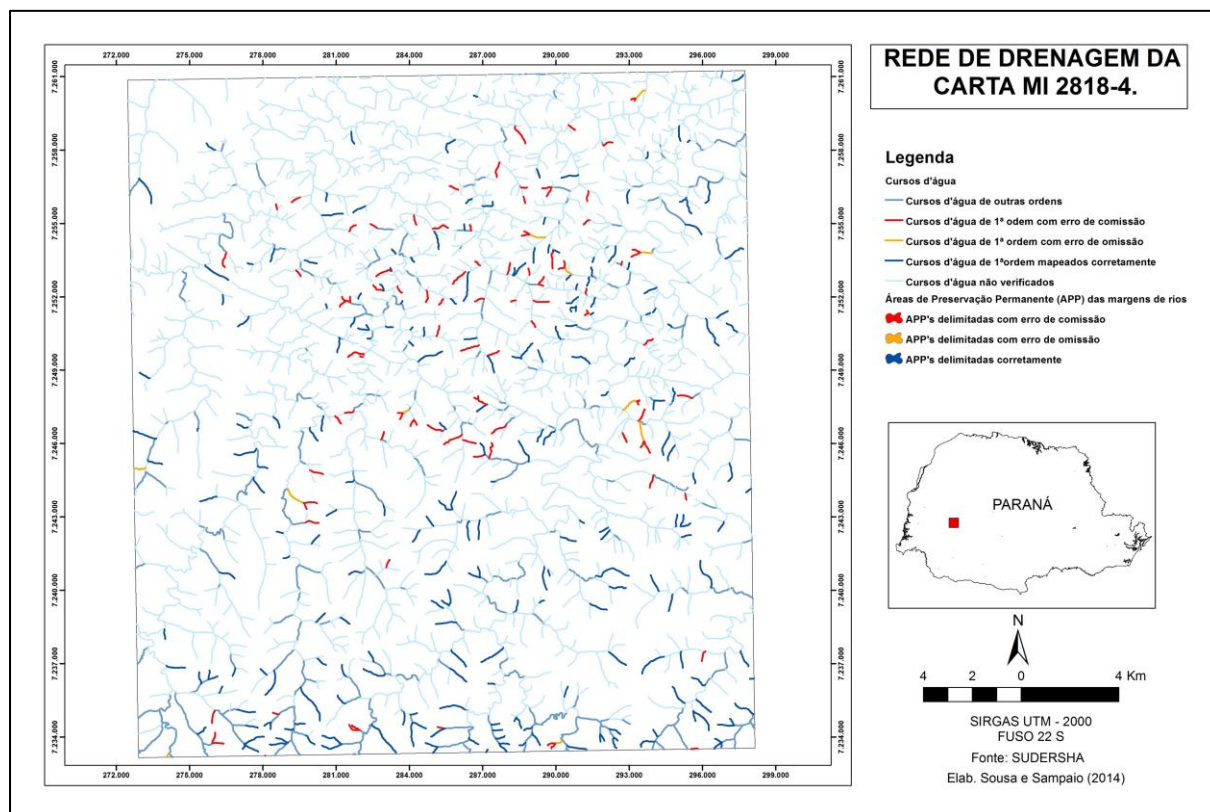


Figura 4. APP's das margens dos rios de 1ª ordem mapeados corretamente, com erros de comissão e omissão.

Deste modo, constatou-se que apesar dos erros de completude encontrados (comissão e omissão), a carta MI 2818-4 apresenta alto grau de acurácia (82,67%), pois, dos 656 cursos d'água analisados, apenas 113 (17,23%) dos rios apresentaram erros, contrapondo os resultados encontrados por Sampaio (2008), Paz (2010) e Marion et al. (2013), que avaliaram outras bases cartográficas na escala 1:50.000, encontrando acurácia de 65%.

#### 4. Conclusões

Adotando como referência a base oficial do estado do Paraná e a amostra analisada, observou-se que os erros provenientes da subjetividade do mapeamento da rede de drenagem promoveriam um acréscimo de área de preservação permanente APPs de nasc de % da área realmente existente e, de % de área de APP de margens de rios

Apesar da acurácia da carta MI 2818-4, ter sido alta (85%), pôde-se notar a importância de realizar-se uma conferência de todo o mapeamento da rede de drenagem do estado do Paraná, pois muitos erros grosseiros ainda existem, em função do processo subjetivo de mapeamento.

Pôde-se perceber que a partir de um erro de mapeamento, uma série de erros podem ser gerados, tais como a delimitação de nascentes e de APP's. Deste modo, a conferência de todo o mapeamento se faz necessária, podendo ser iniciada em ambiente SIG com o auxílio de técnicas de sensoriamento remoto, e, posteriormente, em casos de dúvidas com trabalhos de campo.

## 5. Agradecimentos

Ao CNPq por fornecer aos alunos de graduação da Universidade Federal do Paraná a oportunidade de inserção em pesquisas por meio de Bolsas de Iniciação Científica.

Ao Instituto das Águas do Paraná que forneceu a base cartográfica da rede de drenagem do estado do Paraná na escala 1:50.000.

## 6. Referências Bibliográficas

ÁGUAS PARANÁ. **Base hidrográfica do Estado do Paraná – 1:50.000**. Curitiba, 2011. 103 p.

ALVES, P.D.V. **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PRODUTOS CARTOGRÁFICOS: PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DO COMPONENTE COMPLETUDE**. 2014. Disponível em: <[http://www.cartografia.org.br/cbc/trabalhos/6/277/CT06-31\\_1404319254.pdf](http://www.cartografia.org.br/cbc/trabalhos/6/277/CT06-31_1404319254.pdf)>

ANDRIOTTI, J. L. S. **Fundamentos de Estatística e Geoestatística**. Editora da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2003. 165 p.

BRASIL. Lei nº 12651 de 25 de Maio de 2012

BEVEN, K., KIRKBY, M. J. (ed). **Channel network hydrology**. New York: John Wiley & Sons, 1993. 582 p.

COLOMBO, R. *et al.* **Deriving river networks and catchments at the European scale from medium resolution digital elevation data**. Caetana (2006) 01128, p.10.

DIETRICH, W. E., DUNNE T. **The channel head**. In K. Beven and M. J. Kirkby (Eds.), *Channel Network Hydrology*, J. Wiley and Sons, 1993.

ISO 19138 – **Geographic information – Data Quality measures**. 2006.

LEOPOLD, L. B.; WOLMAN, M. G., MILLER, J. P. **Fluvial process in geomorphology**. New York: Dover Publications, Inc., 1995.

LÓPEZ, F. J. A. **Calidad en la Producción Cartográfica**. Ed Ra-Ma. Espanha-Madri.2002.

M, F. A.; H, E. R.; SAMPAIO, T. M. **PARÂMETROS E INCONGRUÊNCIAS NO PROCESSO DE MAPEAMENTO DA REDE DE DRENAGEM: O CASO DA BACIA DO RIO SANTA ROSA/PR**. Synergismus scyentifica UTFPR, v. 8, n. 1, 2013.

PAZ, C. R. S. **SIG – Metodologia** –Adequação ambiental em propriedades rurais em mananciais de abastecimento público: consequências socioeconômicas. 2010. 155 p. Dissertação (Mestrado em Geomática) – Universidade Federal de Santa Maria, 2010.

SAMPAIO, T. V. M.; AUGUSTIN, C. H. R. R. (Orient.). **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. 147f. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SELBY, M. J.; SELBY, M. J. **Earth's changing surface: an introduction to geomorphology**. Oxford: Clarendon Press, 1985.