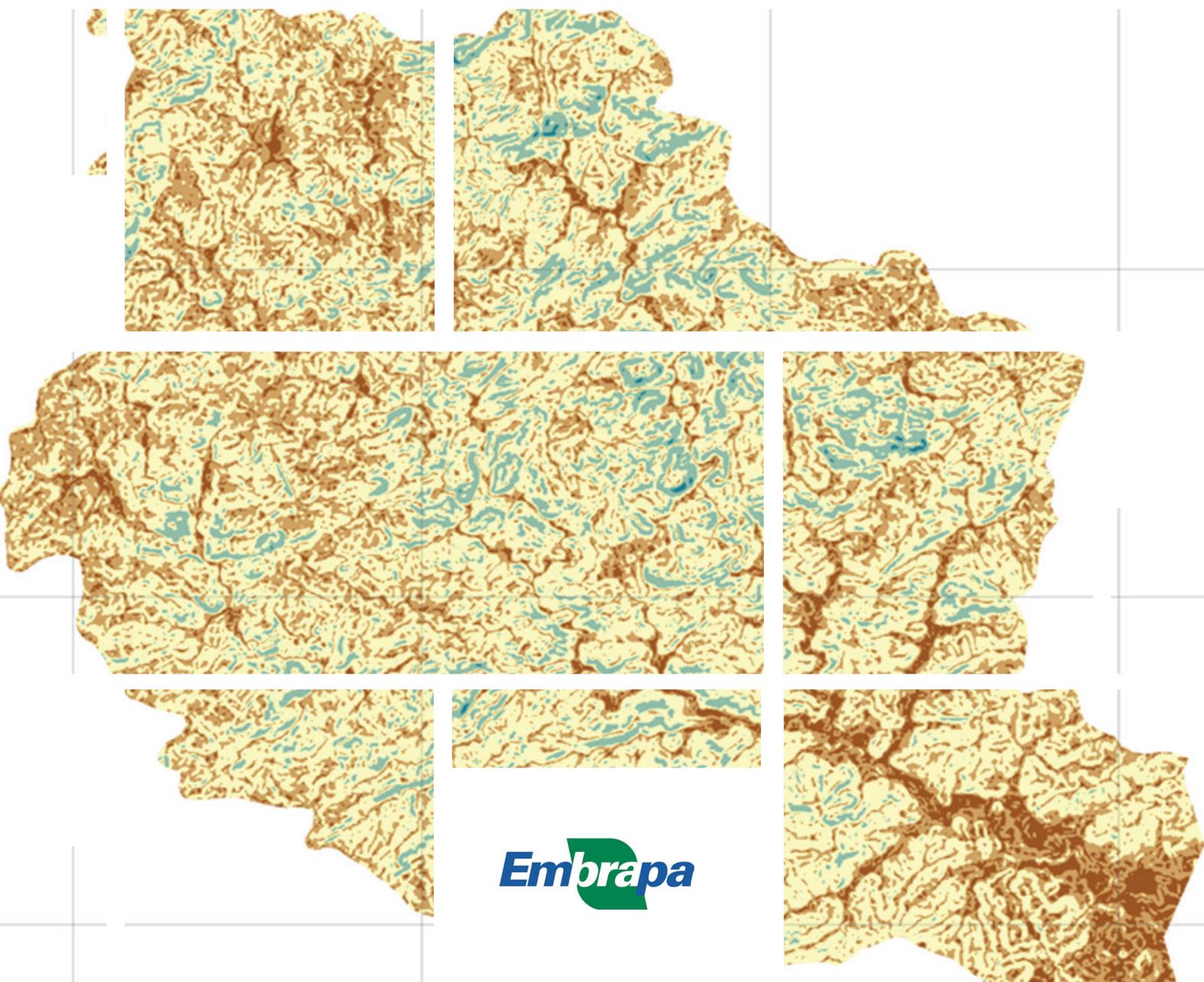


Caracterização Física da Bacia de Contribuição da Estação de Tratamento de Água Sinnott por Meio de Geoprocessamento



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

DOCUMENTOS 460

Caracterização Física da Bacia de Contribuição da Estação de Tratamento de Água Sinnott por Meio de Geoprocessamento

*Daiane Hellnvig Zarnott
José Maria Filippini Alba
Lilian Terezinha Winckler
Vitor Emanuel Quevedo Tavares
Henrique Noguez da Cunha*

Embrapa Clima Temperado
BR 392 km 78 - Caixa Postal 403
CEP 96010-971, Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8100
www.embrapa.br/clima-temperado
www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações

Presidente
Ana Cristina Richter Krolow

Vice-Presidente
Enio Egon Sosinski

Secretária-Executiva
Bárbara Chevallier Cosenza

Membros
*Ana Luiza B. Viegas, Fernando Jackson, Marilaine
Schaun Pelufê, Sônia Desimon*

Revisão de texto
Bárbara Chevallier Cosenza

Normalização bibliográfica
Marilaine Schaun Pelufê

Editoração eletrônica
Nathália Santos Fick (estagiária)

1ª edição
Obra digitalizada (2018)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Clima Temperado

C257 Caracterização física da bacia de contribuição da Estação
de Tratamento de Água Sinnott por meio de
geoprocessamento / Daiane Hellnwig Zarnott... [et al.].
– Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018.
20 p. (Documentos / Embrapa Clima Temperado,
ISSN 1516-8840 ; 460

1. Bacia hidrográfica. 2. Geomorfologia.
3. Geoprocessamento. I. Zarnott, Daiane Hellnwig.
II. Série.

CDD 631.7

Autores

Daiane Hellnvig Zarnott

Tecnóloga em Gestão Ambiental, doutora em Manejo e Conservação de Solo e Água, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

José Maria Filippini Alba

Bacharel em Química, doutor em Geoquímica, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Lilian Terezinha Winckler

Engenheira-agrônoma, doutora em Ecologia, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Vitor Emanuel Quevedo Tavares

Engenheiro-agrícola, doutor em Engenharia Ciência e Tecnologia de Sementes, professor titular da UFPel, Pelotas, RS.

Henrique Noguez da Cunha

Licenciado em Geografia, mestre em Sensoriamento Remoto, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

Apresentação

O País apresenta abundância de águas, porém as diferenças de demandas e disponibilidades fazem com que alguns locais apresentem escassez e conflitos para a manutenção de usos múltiplos. A água, como um bem comum, é indispensável para a manutenção da vida, devendo ter seu uso e cuidados compartilhados.

Para gerenciar o seu uso, as bacias hidrográficas foram definidas como unidades de planejamento e gestão, permitindo uma visão sistêmica desse espaço. O conhecimento acerca das bacias enquanto subsídio à tomada de decisão é um dos papéis das instituições de pesquisa, auxiliando na compreensão da dinâmica dos recursos hídricos e proposição de medidas para sua melhor gestão.

Este trabalho visa trazer informações sobre uma bacia de importância para uma das maiores cidades do Estado do Rio Grande do Sul, a bacia do arroio Sinott, que contribui com 36 milhões de litros por dia, atendendo os bairros Pestano, Sanga Funda, Areal, Jardim Europa, Cohab Tablada, Santa Rita de Cássia, Getúlio Vargas e Balneário Santo Antônio, na cidade de Pelotas. A característica da bacia que forma o reservatório do Sinott pode trazer importantes informações para a gestão dos recursos hídricos que irão compor a água de abastecimento de grande parte da população de Pelotas, auxiliando também com informações a serem utilizadas na construção do plano de bacias da bacia Mirim São Gonçalo. Boa leitura!

Clenio Nailto Pillon
Chefe-Geral

Sumário

Introdução	9
Caracterização da área	9
Geração de planos de informação (PI)	10
Caracterização morfométrica da bacia de contribuição da ETA Sinnott.....	10
Tempo de concentração	11
Densidade de drenagem.....	11
Fator de forma (K_f) e Coeficiente de compacidade (K_c)	11
Solos da bacia de contribuição da ETA Sinnott.....	12
Resultados e Discussão.....	14
Declividade da bacia de contribuição da ETA Sinnott	14
Caracterização morfométrica da bacia.....	18
Considerações finais	19
Referências	19

Introdução

Como unidade integradora dos processos naturais e das ações humanas, em que são efetuadas as interações entre a água e os meios, físico, biótico, social, econômico e cultural (Yassuda, 1993), a bacia hidrográfica é considerada como captadora da água, recurso essencial para a vida (Albuquerque, 2012), e também uma unidade para o uso e exploração dos recursos naturais (VAEZA et al., 2010).

A caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é um dos primeiros e mais comuns procedimentos executados em análises hidrológicas ou ambientais, e tem como objetivo elucidar as várias questões relacionadas com o entendimento da dinâmica ambiental local e regional (TEODORO et al., 2007).

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) são um conjunto de softwares específicos para tratamento, armazenamento, manipulação e processamento de dados geoespaciais (Coutinho et al., 2011). Representam o ambiente ideal para se executar os procedimentos de geoprocessamento e aprimorar os aspectos cartográficos e morfométricos, ou seja, uma alternativa acessível e confiável para se caracterizar as bacias hidrográficas e estudar os processos associados. Dessa maneira, é possível expressar quantitativamente todas as características morfométricas de processos, e as inter-relações para o planejamento dos recursos naturais. Cabe ressaltar que nenhuma dessas características, isoladamente, deve ser entendida como capaz de simplificar a complexa dinâmica da bacia, a qual inclusive tem magnitude temporal (TONELLO et al., 2006).

Este trabalho tem como objetivo a análise física da Bacia de Contribuição da Estação de Tratamento de Água Sinnott (ETA Sinnott) sendo avaliados os parâmetros morfométricos (área, perímetro, declividade média, tempo de concentração, densidade de drenagem, fator de forma e coeficiente de compacidade), considerando-se técnicas de geoprocessamento, na tentativa de se estabelecer um planejamento para reduzir os processos de erosão, o risco de inundação e monitorar as atividades de uso e cobertura da terra.

Caracterização da área

A Estação de Tratamento de Água Sinnott, que abastece vários bairros da cidade de Pelotas, é alimentada pelo Arroio Pelotas e seu afluente Arroio Quilombo, com capacidade de recalque de água de 36 milhões de litros diários (SANEP, 2012). O arroio Pelotas nasce na Serra dos Tapes (Serra do Sudeste, RS) e deságua a 4 km do Porto de Pelotas, no Canal São Gonçalo.

Uma estação pluviométrica da Agência Nacional de Águas (ANA) localiza-se à montante da bacia de contribuição da ETA Sinnott, que possui área de aproximadamente 69.600 hectares, sendo definida como área de estudo deste trabalho (Figura 1). Sua área de drenagem abrange os municípios de Pelotas, Canguçu, Morro Redondo e Arroio do Padre, sendo o Arroio Pelotas seu principal canal fluvial.

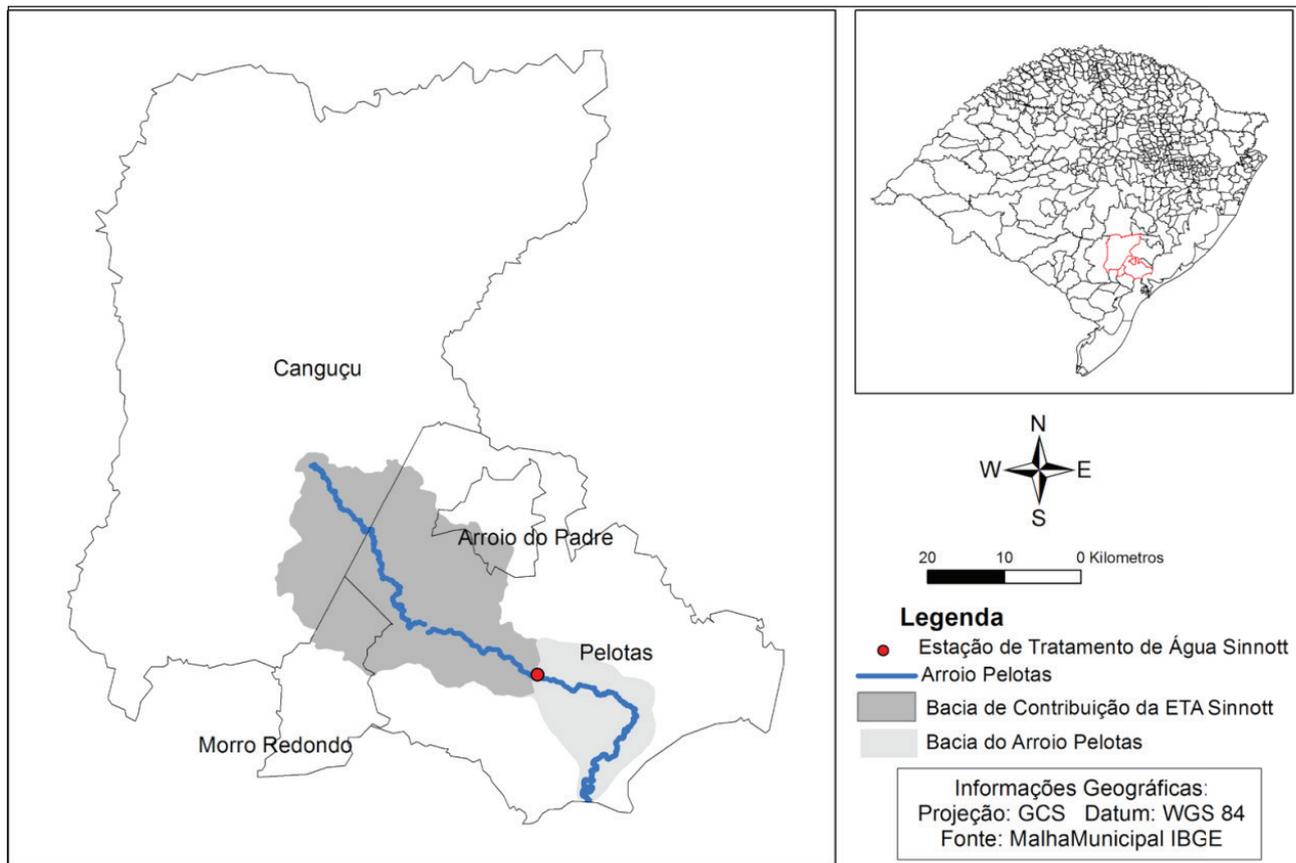


Figura 1. Localização da bacia de contribuição da ETA Sinnott.

Geração de planos de informação (PI)

Os planos de informação (PIs) são conjuntos de dados temáticos relacionados e vinculados a um território específico. Por meio do software ArcGis 9.3 (Esri, 2008), foram construídos ou extraídos de bases de dados específicas, os seguintes PIs:

- 1) Área de estudo considerando-se a delimitação da bacia do Arroio Pelotas (MEGIATO et al., 2007).
- 2) Rede hidrográfica extraída da hidrografia da base cartográfica vetorial contínua da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (HASENACK; WEBER, 2010).
- 3) Mapa de solos para a bacia de contribuição da ETA Sinnott com a base em Flores et al. (2009), disponíveis no Laboratório de Planejamento Ambiental da Embrapa Clima Temperado.
- 4) Declividade a partir do modelo numérico do terreno da Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). A missão SRTM, desenvolvida pela Nasa, disponibilizou imagens com píxel de 90 m, posteriormente ajustadas para 30 m (MIRANDA, 2005).

Caracterização morfométrica da bacia de contribuição da ETA Sinnott

As características morfométricas estudadas foram: área, perímetro, declividade média, tempo de concentração, densidade de drenagem, coeficiente de compacidade e fator forma. Essas variáveis

permitem verificar as principais características da bacia, avaliar a tendência a inundação e simular aspectos relacionados ao uso da terra.

Tempo de concentração

Trata-se do tempo necessário para que toda a área da bacia contribua para o escoamento superficial no ponto de saída. Esse parâmetro utiliza o valor da área de estudo e da declividade média, que é calculada pela média das declividades de cada píxel encontrado na área de estudo. Para seu cálculo, foi utilizada a fórmula de Dodge (Porto, 1995), conforme a seguinte equação:

$$T_c = 21,88 \times A^{0,41} \times S^{(-0,17)}$$

Sendo:

T_c = tempo de concentração (h);

A = área da bacia hidrográfica (km²);

S = declividade média do talvegue (m/m).

Densidade de drenagem

É obtida pela relação entre o comprimento total dos canais da bacia e sua área territorial. Foi utilizada a seguinte equação:

$$D_d = L/A$$

Sendo:

L = Comprimento total dos cursos de água;

A = Área da bacia hidrográfica.

Fator de forma (K_f) e Coeficiente de compacidade (K_c)

A partir da área e do perímetro, podem ser determinadas características relacionadas ao formato superficial da bacia, que exercem influência em seu tempo de concentração e em sua tendência a

cheias. Os atributos utilizados foram o coeficiente de compacidade (K_c), que relaciona a forma da bacia com a de um círculo, e o fator de forma (K_f), que relaciona sua forma com a de um retângulo, conforme as equações de TONELLO (2005).

$$K_f = A/L^2$$

Sendo:

A = área da bacia (Km^2);

L = o comprimento do eixo da bacia (Km).

$$K_c = 0,28 \cdot P/\sqrt{A}$$

Sendo:

P = perímetro da bacia (Km);

A = área da bacia (Km^2).

Solos da bacia de contribuição da ETA Sinnott

Os principais tipos de solos encontrados na bacia de contribuição da ETA Sinnott são Argissolos, Cambissolos, Gleissolos, Neossolos e Planossolos.

Conforme Embrapa (2009), os Argissolos são grupamentos de solos com B textural, com argila de atividade baixa, ou alta conjugada com saturação por bases baixa, ou caráter alítico, sendo predominantes na área de estudo (Figura 2). Os Cambissolos são grupamentos de solos pouco desenvolvidos, com horizonte B incipiente. Os Gleissolos são grupamentos de solos com expressiva gleização, processo de intensa redução de compostos do ferro, em presença de matéria orgânica, com ou sem alternância de oxidação, por efeito de flutuação do nível do lençol freático, em condições de regime de excesso de umidade permanente ou periódico. Os Neossolos são um grupamento de solos pouco evoluídos, sem horizonte B diagnóstico definido. Finalmente, os Planossolos são um grupamento de solos minerais com horizonte B plânico, subjacente a qualquer tipo de horizonte A, podendo ou não apresentar horizonte E (álbico ou não).

O horizonte B plânico é um horizonte B textural, com ou sem caráter sódico, subjacente a horizontes A ou E (de eluvial), apresentando mudança textural abrupta ou transição abrupta com relação textural B/A adequada ao horizonte B textural. Apresenta estrutura prismática ou em blocos angulares e subangulares grande ou média, e às vezes maciça, permeabilidade lenta ou muito lenta, e cores acinzentadas ou escurecidas, podendo ou não possuir cores neutras de redução, com ou sem mosqueados. Pode possuir teores elevados de argila dispersa, assim como formar lençol temporário de água suspensa.

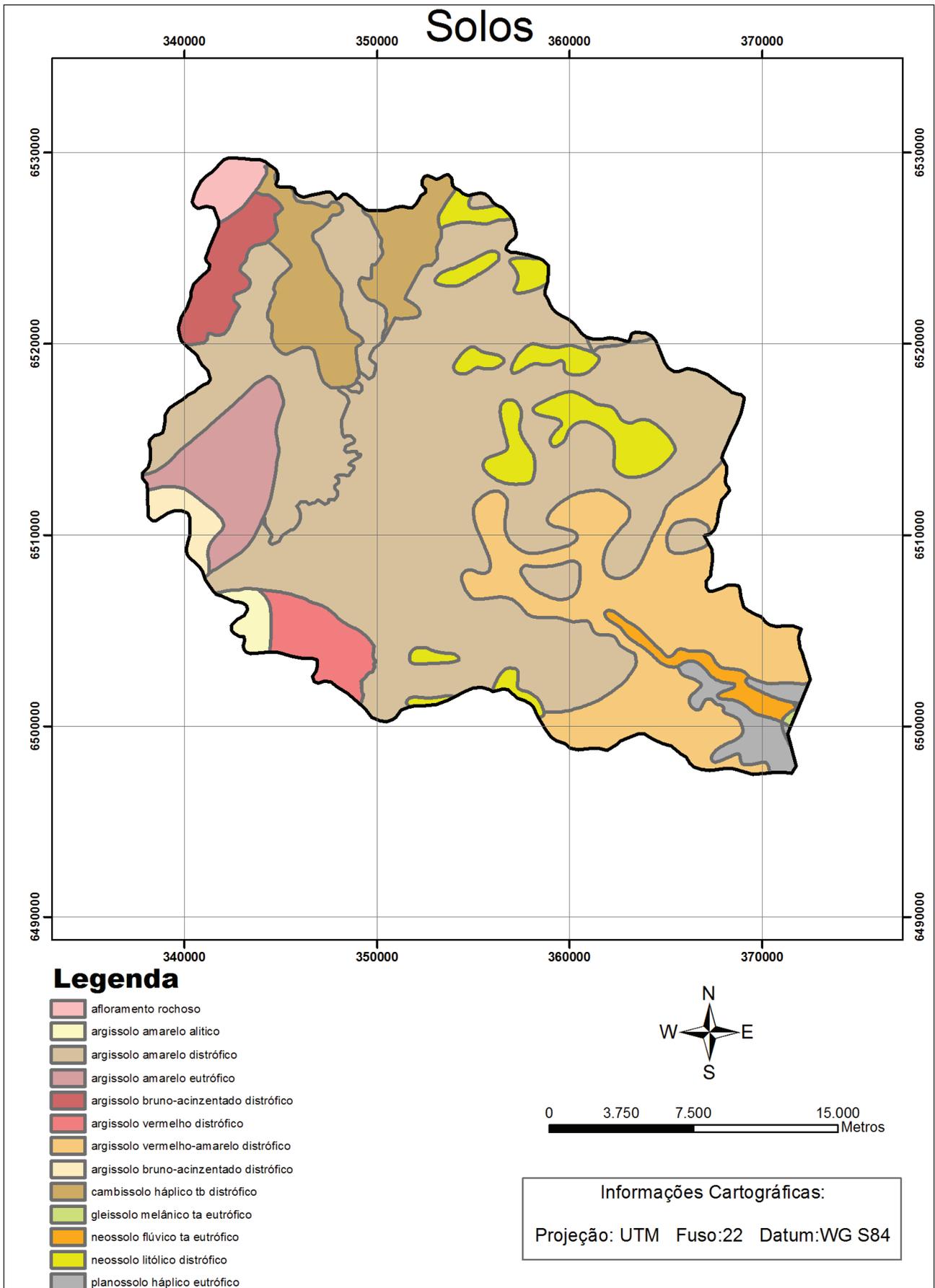


Figura 2. Mapa da distribuição dos solos na área de estudo. Fonte: Laboratório de Planejamento Ambiental, Embrapa Clima Temperado.

Resultados e Discussão

Declividade da bacia de contribuição da ETA Sinnott

Verifica-se que a área da bacia de contribuição da ETA Sinnott apresenta valores de declividade variando, principalmente, de 0 a 20% (Figura 3). Santos et al. (2006) classificam a declividade conforme os seguintes critérios: (a) plano (declividades de 0% - 3%); (b) suave ondulado (declividades de 3% - 8%); (c) ondulado (declividades de 8% - 20%); (d) forte ondulado (20% - 45%); (e) montanhoso (>45%).

Com a análise da declividade e dos solos da área de estudo, é possível uma avaliação dos riscos de erosão, e do potencial de uso dos solos para a agricultura e mecanização. No caso dos Neossolos, o potencial para uso agrícola é restrito, principalmente para setores com declividade superior a 20% (Figura 4). Os Neossolos Litólicos, ocupando 10 km², são solos rasos, com limitações quanto à capacidade de infiltração, apresentam fortes efeitos da erosão laminar, e podem ser cultivados com culturas anuais, desde que a erosão seja controlada (CUNHA, 1996).

No entanto, a maior parte das áreas da bacia de contribuição da ETA Sinnott possui alto potencial de uso na agricultura (563 Km²), devido à condições para cultivos anuais são boas, se controlada a erosão e corrigida a fertilidade.

Avaliando as declividades da bacia dos arroio Pelotas, Megiato e Koester (2009), verificou-se que 60% da área possui relevo plano a suave em média, na parte sul da bacia, onde são plantadas principalmente culturas anuais, como o arroz irrigado e a soja. O restante 40% da área possui declividades de suave ondulado a fortemente ondulado, sendo restritas para certos tipos de cultivos. Essas áreas são indicadas para a fruticultura e florestamento.

A elevada declividade, juntamente com a ausência de cobertura vegetal, classe de solo e intensidade das chuvas, dentre outras características, acarretará maior velocidade de escoamento, menor infiltração, resultando em enchentes e sujeitando a bacia à degradação (Tonello et al., 2006). Assim, a menor infiltração e suscetibilidade à erosão dos solos dependem do escoamento superficial, que está fortemente relacionado com o relevo.

Nesse contexto, Inácio et al. (2007), em análise da microbacia do ribeirão Salomea, BA, em condições de chuva simulada sob diferentes tipos de cobertura do solo, encontraram os valores mais altos de perda de solo entre as classes 25-30% e 35-40%, demonstrando que há aumento das perdas de solo com o aumento da declividade.

Áreas com declividades elevadas, além do elevado risco à erosão, também são locais onde o tráfego de máquinas não é indicado. Höfig e Araújo-Júnior (2014) analisaram declividade de terreno no Estado do Paraná, e o classificaram quanto ao potencial à mecanização; assim, consideraram as declividades acima de 20% como locais em que não se recomenda a mecanização agrícola. Sobre isso, Lepsch et al. (1991) relatam que as faixas de declividade de 10% a 15%, a depender do tipo de solo, são áreas facilmente erodíveis, que necessitam de práticas complexas de conservação para sua utilização. A classe de declividade entre as faixas 15% a 45%, ou seja, em relevo com acentuada declividade, é recomendável somente o uso máquinas agrícolas especiais ou mais leves.

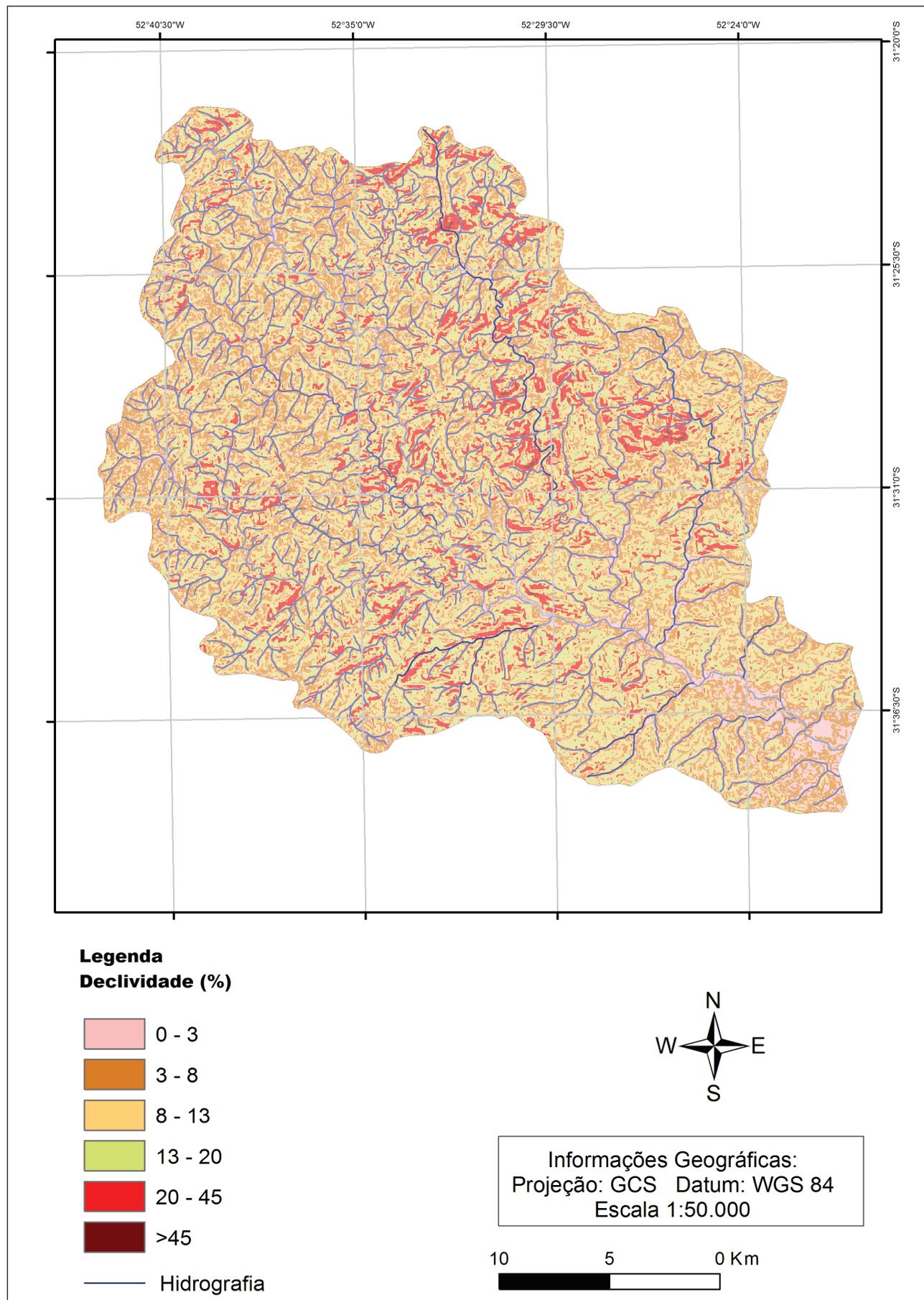


Figura 3. . Mapa de declividade e hidrografia da área de estudo.

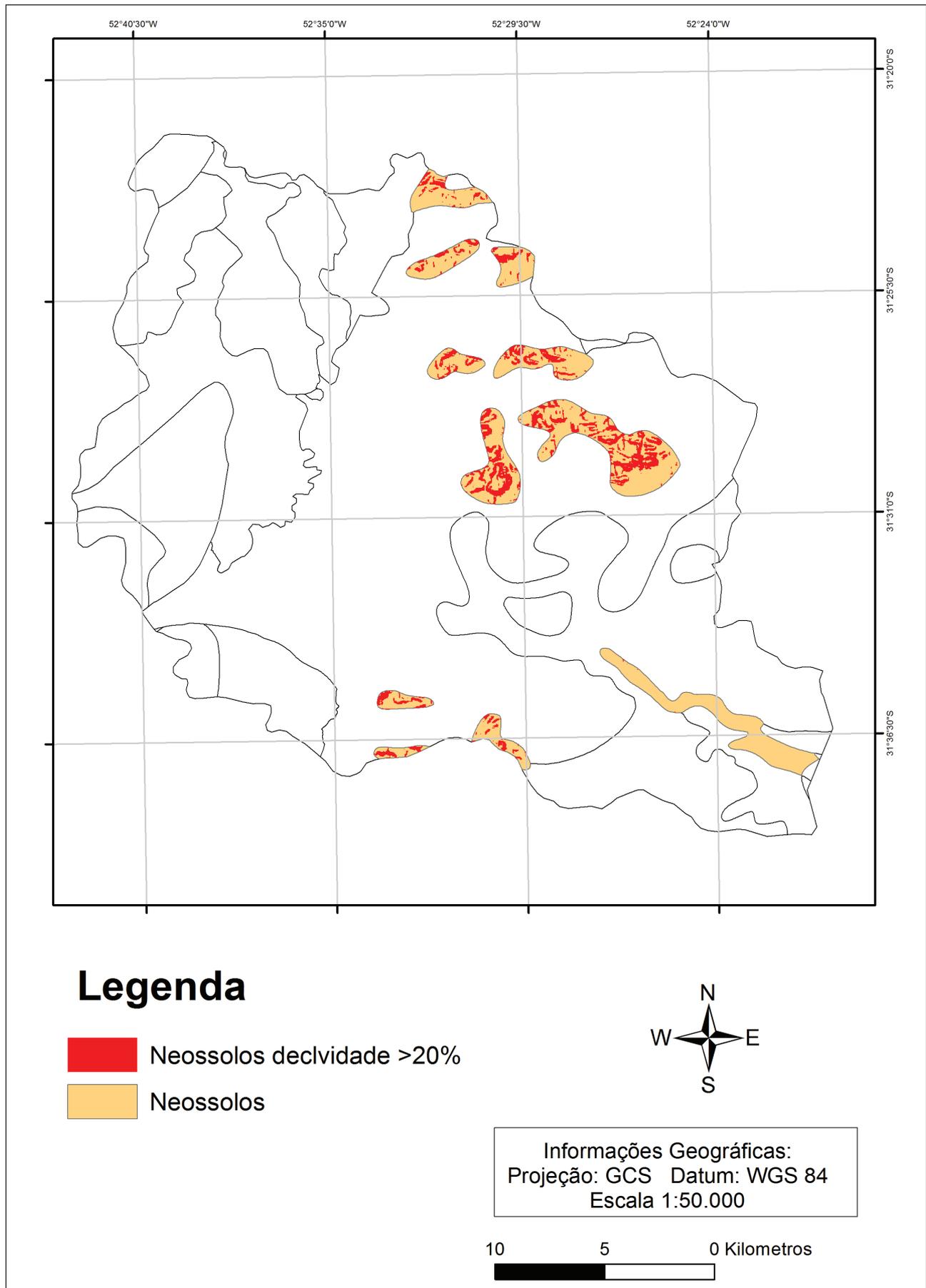


Figura 4. Mapa de áreas com baixo potencial de uso do solo.

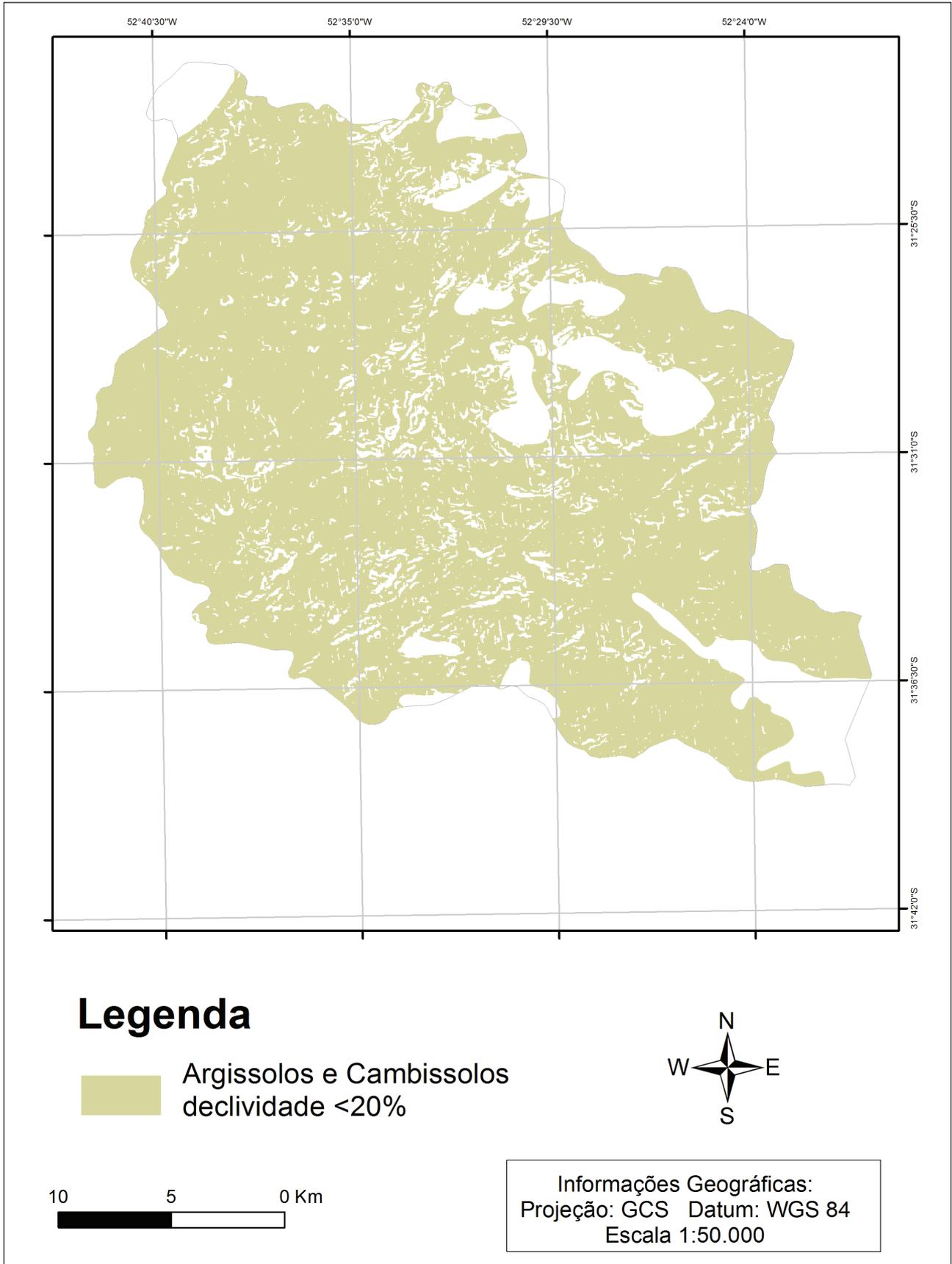


Figura 5. Mapa de solos Argissolos e Cambissolos em declividade inferiores a 20%.

Caracterização morfométrica da bacia

Na Tabela 1, apresentam-se as principais características morfométricas da bacia de contribuição da ETA Sinnott, como resultado dos procedimentos de geoprocessamento aplicados.

Tabela 1. Caracterização morfométrica da bacia da ETA Sinnott.

Característica	Valor
Área (km ²)	696,0
Perímetro (km)	133,1
Declividade média (%)	11,1
Tempo de concentração (min)	719,3
Densidade de drenagem (km/km ²)	0,63
Fator forma	0,36
Coefficiente de compacidade	1,4

Conforme dados apresentados na tabela, a bacia hidrográfica em estudo possui área e perímetro de 696 km² e 133,1 km, respectivamente. Mesmo que não exista um consonância sobre a classificação de bacias hidrográficas quanto a sua área e perímetro, os valores obtidos indicam tratar-se de uma unidade de tamanho médio. Bertoni e Lombardi Neto (2014) definem que, para fins conservacionistas, que envolvam o manejo do solo e da água, a unidade espacial mínima, microbacia hidrográfica, deve ter área de 10 km² a 50 km². Tonello et al. (2006) classificaram a bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas/MG como uma unidade pequena, pois sua área de drenagem e perímetro foram de 6,981km² e 14,864 km, respectivamente.

A declividade média da bacia, 11,1%, condiz com o relevo predominante, ondulado, sendo essa uma característica de grande influência nos processos que ocorrem dentro da bacia.

Na caracterização do formato superficial da bacia, os valores obtidos para o fator de forma da bacia de contribuição da ETA Sinnott é 0,36, e o coeficiente de compacidade é de 1,4. Já o tempo de concentração calculado foi de 719,3 minutos. Como esses indicadores são utilizados para o entendimento sobre o comportamento hidrológico das bacias hidrográficas, mediante tais resultados, e com base em pesquisas já realizadas, foi possível concluir que se trata de uma unidade que apresenta baixa propensão a cheias e inundações, uma vez que sua forma não se aproxima de um círculo, e sim de um formato mais alongado.

Resultados semelhantes são apresentados por Veek et al. (2014) para a bacia do Arroio Pelotas, em que o fator forma foi de 0,26 e o coeficiente de compacidade de 2,19. Da mesma forma, Silva et al. (2014), caracterizando duas bacias hidrográficas no município de Cruzeiro do Sul/AC, obtiveram os valores para o fator de forma e coeficiente de compacidade: 0,40, e 1,82, para bacia do Igarapé Preto, e 0,24 e 2,26, para a bacia do Igarapé Canela Fina. Esses valores demonstram que as bacias possuem formato alongado, sem tendência a inundações e/ou enchentes em eventos normais de precipitação.

Em relação à caracterização do sistema de drenagem da bacia de contribuição da ETA Sinnott, a densidade de drenagem foi de 0,63 km/Km², considerado um valor baixo. Villela e Mattos (1975) afirmam que os valores variam de 0,5 km/km² em bacias com drenagem pobre, a 3,5 km/km², ou mais, em bacias bem drenadas.

No mesmo contexto, Veeck et al. (2014), na caracterização da bacia do Arroio Pelotas, encontraram densidade de drenagem de 1,04 km/km², valor considerado baixo, permitindo inferir, também, que grande parte da chuva que precipita sobre a bacia é infiltrada.

Considerações finais

Técnicas de geoprocessamento permitem indicar que, na bacia de contribuição da ETA Sinnott, os Neossolos com declividades elevadas são os locais mais suscetíveis à erosão. Assim, nessas áreas, são necessárias práticas conservacionistas

A partir dos mapeamentos de solos e declividades das áreas, pode-se conhecer a capacidade de uso desses solos, permitindo uma adequação da agricultura na área de estudo, tanto para proteção ambiental como para otimização das áreas produtivas.

Com o estudo, foi possível averiguar que, teoricamente, a bacia de contribuição da ETA Sinnott não é suscetível à ocorrência de inundações. Essa análise morfométrica por meio de geoprocessamento contribui para a gestão das bacias hidrográficas, permitindo considerações sobre riscos ambientais e ordenamento territorial (cobertura e uso da terra).

Referências

- ALBUQUERQUE, A. R. D. C. Bacia hidrográfica: unidade de planejamento ambiental. **Revista Geonorte**, v. 4, n. 4, p. 201–209, 2012.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990.
- COUTINHO, L. M.; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C.; ZANETTI, S.; GARCIA, G. O. Caracterização Morfométrica da bacia hidrográfica do rio da Prata, Castelo, ES. **Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 4, p. 369-381, 2011.
- CUNHA, N. G. da; SILVEIRA, R. J. da. **Estudo dos solos do município de Pelotas**. Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1996. 54 p. (EMBRAPA-CPACT. Documentos, 12).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2009. 412p.
- ESRI (Environmental Systems Research Institute). **ArcGIS 9.3**. Redlands, 2008.
- FLORES, C. A.; FILIPPINI ALBA, J. M.; WREGE, M. S. **Zoneamento agroclimático do eucalipto para o Estado do Rio Grande do Sul e Edafoclimático na região do Corede Sul - RS**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 87 p.
- HASENACK, H.; WEBER, E. (Org.). **Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul – escala 1:50.000**. Porto Alegre: UFRGS-IB-Centro de Ecologia, 2010. 1 DVD-ROM (Série Geoprocessamento, 3).
- HÖFIG, P.; ARAUJO-JUNIOR, C. F. Classes de declividade do terreno e potencial para mecanização no estado do Paraná. **Coffee Science**, Lavras, v. 10, n. 2, p. 195-203, 2015.
- INÁCIO, E. S. B.; CANTALICE, J. R. B.; NACIF, P. G. S.; ARAUJO, Q. R.; BARRETO, A. C. Quantificação da erosão em pastagem com diferentes declives na microbacia do Ribeirão Salomea. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 4, p. 355-360, 2007.
- MEGIATO, E. I.; GARRASTAZU, M. C.; KOESTER, E.; FILIPPINI-ALBA, J. M. Geoprocessamento para delimitação da bacia hidrográfica do Arroio Pelotas. In: FILIPPINI ALBA, J. M. **Trabalhos acadêmicos de geoprocessamento desenvolvidos no laboratório de Planejamento Ambiental em 2007**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. p. 25-36. (Embrapa Clima Temperado, Documentos, 219).
- MEGIATO, E. I.; KOESTER, E. Geoprocessamento aplicado ao estudo da bacia hidrográfica do Arroio Pelotas. In: ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, 12., 2009, Montevideo. **Anais...** 1 CD-ROM.
- MIRANDA, E. E. de (Coord.). **Brasil em relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 3 ago. 2012.

PORTO, R. L. L. Escoamento superficial direto. In: TUCCI, C.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. **Drenagem urbana**. Porto Alegre: Editora da Universidade UFRGS, 1995. p. 107-165.

SANEP (Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas). **Captação**. Disponível em: <<http://server.pelotas.com.br/sanep/captacao/>>. Acesso em: 21 out. 2012.

SANTOS, H. G. D.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. D.; OLIVEIRA, V. A. D.; OLIVEIRA, J. B. D.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de Classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

SILVA, E. R.; DELGADO, R. C.; SOUZA, L. P.; SILVA, I. S. Caracterização física em duas bacias hidrográficas do Alto Juruá, Acre. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 7, p. 714-719, 2014.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniar**, v. 20, p. 137-156, 2007.

TONELLO, K. C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães, MG**. 2005. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

TONELLO, K. C. T.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. P. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães – MG. **Revista Árvore**, v. 30, n. 5, p. 849-857, 2006.

VAEZA, R. F.; OLIVEIRA FILHO, P.; MAIA, A. G.; DISPERATI, A. A. Uso e ocupação do solo em bacia hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução. **Floresta e Ambiente**, v. 17, n. 1, p. 23-29, 2010.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.

VEECK, S.; GUEDES, H. A. S.; DAM, R. C. F.; TEIXEIRA-GANDRA, C. F. A. Caracterização morfométrica utilizando plataforma SIG a partir de base de dados Aster para a bacia hidrográfica do Arroio Pelotas, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA – CONBEA, 42., 2014.

YASSUDA, E. R. Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aspectos institucionais. **Revista de Administração Pública**, v. 27, n. 2, p. 5-18, 1993.

Literatura recomendada

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial: o canal fluvial**. São Paulo: Edgard Blücher, 1981. 313 p.

DONHA, A. G.; SOUZA, L. C. P.; SUGAMOSTO, M. L. Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte a decisão em SIG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 1, p. 175-181, 2006.

GENOVEZ, A. M.; SARTORI, A.; LOMBBARDI NETO, F. Classificação Hidrológica de Solos Brasileiros para a Estimativa de Chuva excedente com o Método do Serviço de Conservação dos Solos dos Estados Unidos Parte I: Classificação. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 10, n. 4, p. 5-18, 2005.

HARTWIG, M. P. Modelagem da geração de sedimentos, por meio da MEUPS, na microbacia do Ribeirão dos Marins, em Piracicaba, SP. 2009. 127 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

OLIVEIRA, P. T. S. SOBRINHO, T. A. STEFFEN, J. L.; RODRIGUES, D. B. B. Caracterização morfométrica de bacias hidrográficas através de dados SRTM. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 8, p. 819-825, 2010.

ROCHA, J. M. J.; SILVA, E. Estratégias para agricultores familiares em áreas de proteção ambiental. **Desenvolvimento Rural e Preservação da Natureza. Natureza e Desenvolvimento**, v. 1, n. 1, p. 19-28, 2005.

RUTZ, E. C.; MEURER, M. Análise dos parâmetros morfométricos da bacia do Arroio Quilombo (Pelotas - RS) com vistas à compreensão das causas da enxurrada de 28 e 29 de janeiro de 2009. **Revista Geonorte**, Edição Especial 4, v. 10, n. 1, p. 67-71, 2014. ISSN 2237-1419.

VESTENA, L. R.; CHECCHIA, T.; KOBAYAMA, M. Análise morfométrica e geomorfológica da bacia hidrográfica do Caeté, Alfredo Wagner/SC. **Boletim de Geografia Universidade Estadual do Paraná**, v. 29, n. 2, p. 93-106, 2012.



Clima Temperado