

POTENCIAL DE MECANIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAOPEBA, MINAS GERAIS

**PEDRO HENRIQUE SEGATO¹, GABRIEL SILVA NUNES², POLYANA PEREIRA³,
TERESA CRISTINA TARLÉ PISSARRA⁴**

¹Graduando em Engenharia Agrônoma, FCAV/UNESP, Jaboticabal/SP, (16) 99994-7117, p.segato@unesp.br.

²Graduando em Engenharia Agrícola, Depto. de Ciência do Solo, UFLA, Lavras/MG.

³Mestranda em Agronomia (Ciência do Solo), Depto. de Engenharia e Ciências Exatas, FCAV/UNESP, Jaboticabal/SP.

⁴Orientadora-Profa. Dra., Depto. de Engenharia e Ciências Exatas, FCAV/UNESP, Jaboticabal/SP.

Apresentado no

L Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2021

08 a 10 de novembro de 2021 - Congresso On-line

RESUMO: O uso de máquinas agrícolas é um componente básico nas estratégias de desenvolvimento rural e aumento da produtividade na produção agropecuária. A declividade do terreno é uma característica geomorfológica que afeta diretamente a trafegabilidade de máquinas. Objetivou-se, neste estudo, identificar o potencial de mecanização das áreas da bacia hidrográfica do Rio Paraopeba, no Estado de Minas Gerais. Técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento foram utilizadas para calcular a inclinação da superfície do terreno. Estatisticamente, foram definidas as classes de declividade para potencialidade à mecanização. A bacia hidrográfica apresenta em áreas específicas aptidão à mecanização agrícola, sendo a região do Baixo Paraopeba a que apresenta maior potencial. Deve-se levar em consideração que o terreno da bacia apresenta um certo grau de complexidade, portanto, recomenda-se atender às normativas e legislação vigente para o uso de máquinas agrícolas no intuito de evitar acidentes.

PALAVRAS-CHAVE: trafegabilidade de máquinas, mapas clinográficos, declividade.

MECHANIZATION POTENTIAL OF THE PARAOPEBA RIVER HYDROGRAPHIC BASIN, MINAS GERAIS

ABSTRACT: The use of agricultural machinery is a basic component in rural development strategies and increased productivity in agricultural production. The terrain slope is a geomorphological characteristic that directly affects the traffic ability of machines. The objective of this study was to identify the potential of mechanization at the Paraopeba River watershed, State of Minas Gerais, Brazil. Remote sensing and geoprocessing techniques were used to calculate the slope of the terrain surface. Statistically, slope classes were defined for potential mechanization. The hydrographic basin presents, in some regions, aptitude for agricultural mechanization. The “Baixo Paraopeba” is the area with the greatest potential. It

should be taken into account that the terrain of the basin shows a certain degree of complexity, therefore, it is recommended to comply with current regulations and legislation for the use of agricultural machinery in order to avoid accidents.

KEYWORDS: machine traffic ability, clinographic maps, slope.

INTRODUÇÃO: Estudos sobre regiões de bacias hidrográficas se tornaram frequentes ao abordar os temas sustentabilidade e conservação dos recursos naturais. Atualmente, o planejamento do uso e do manejo das terras se constitui num instrumento de fundamental importância na gestão do espaço rural e da atividade agropecuária (PEDRON et al., 2006). Ao realizar a adaptação das terras para a exploração agrícola, o homem modifica as características ambientais podendo acelerar processos erosivos. O uso de máquinas agrícolas é um componente básico na maioria das estratégias de desenvolvimento rural e aumento da produtividade, mas a intensificação e a irracionalidade do uso têm potencializado a degradação das terras (FRANCISCO, 2010; SIQUEIRA, 1999) e causado um grande número de acidentes (RUSSINI et al., 2020). A declividade é uma das características geomorfológicas que mais afeta a trafegabilidade de máquinas, principalmente na estabilidade e velocidade de deslocamento. Além dos aspectos relacionados a mecanização, a declividade do terreno permite um maior detalhamento da aptidão agrícola das terras, possibilitando a avaliação dos níveis de estabilidade dos componentes físico-químicos e biodinâmicos do solo. Os atributos físicos do solo também condicionam a utilização ou não de máquinas agrícolas, uma vez que influenciam na produtividade e também indicam a resistência do solo à compactação (ARAUJO-JUNIOR et al., 2008). O objetivo deste estudo é identificar o potencial de mecanização das áreas da bacia hidrográfica do Rio Paraopeba, no Estado de Minas Gerais, analisando dados de declividade e solo, visando o planejamento e a gestão ambiental.

MATERIAL E MÉTODOS: A região de estudo corresponde a bacia hidrográfica do Rio Paraopeba, na região sudeste do Estado de Minas Gerais, com área de aproximadamente 1.205,46 ha, abrange total ou parcialmente 48 municípios e uma população que ultrapassa os 2,6 milhões de habitantes, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020). Inserida no contexto fisiográfico do alto Rio São Francisco, a Bacia está localizada em área de transição dos biomas Cerrado e Mata Atlântica (correspondendo a 54% e 46% da área, respectivamente), ambos apresentando grau avançado de desmatamento. O clima, segundo Alvares et al. (2013), encontra-se em dois subtipos conforme a classificação de Köppen: Cwa e Cwb. A precipitação média anual possui considerável variabilidade, com valores próximos a 1.700 mm nas cabeceiras e 1.100 mm na sua região de foz. O regime pluviométrico da Bacia tende a obedecer à dinâmica das estações do ano, com os valores mensais máximos concentrados nos meses de verão e os mínimos nos meses de inverno. Considerando características físicas observadas, optou-se pela divisão do território da bacia do Rio Paraopeba em três regiões: Alto Paraopeba, Médio Paraopeba e Baixo Paraopeba (Figura 1).

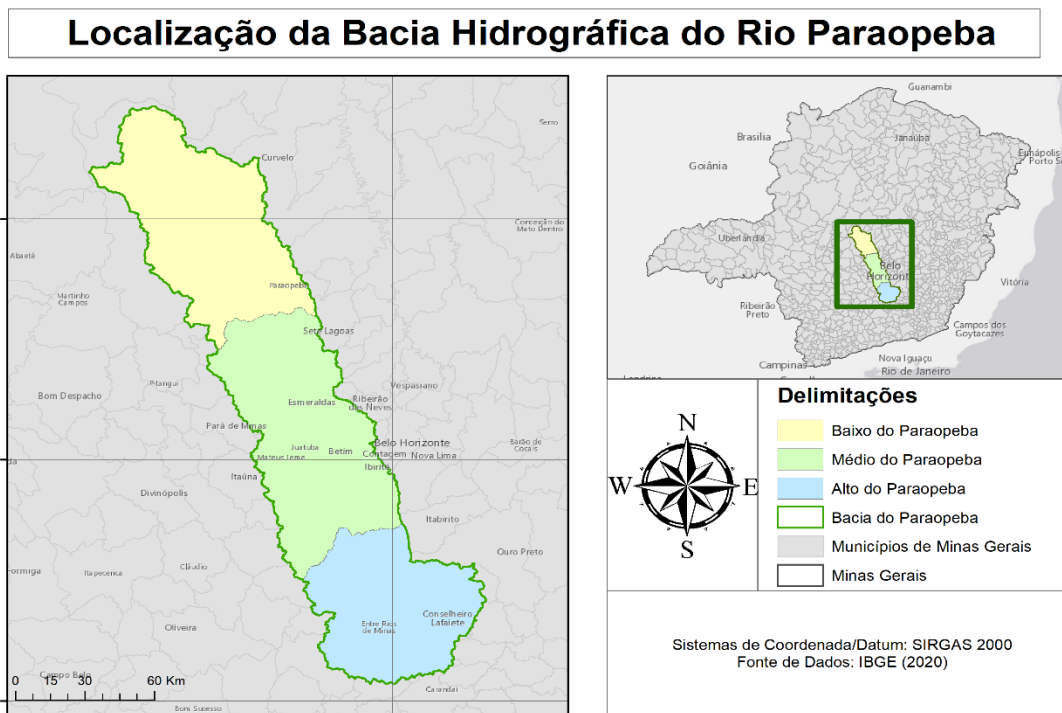


FIGURA 1. Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba, Minas Gerais.

Os mapas de declividade foram gerados pela ferramenta *Slope*, do *software* ArcGIS 10.5 (ESRI), a partir de imagens do modelo digital de elevação (MDE) em formato *raster*, resolução espacial de 90 metros, disponibilizadas pelo projeto Brasil em Relevo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (MIRANDA, 2005), fonte de dados do *Global Land Cover Facility*, <http://www.landcover.org>. As classes de declividade foram classificadas segundo Santos et al. (2018) e posteriormente distribuídas de acordo com sua potencialidade à mecanização segundo Bertoni e Lombardi Neto (1999) (Tabela 1):

TABELA 1. Relação entre os intervalos de declividade e a potencialidade à mecanização conforme Bertoni e Lombardi Neto (1999).

Intervalo de Declividade (%)	Tipo de Máquina
0 - 2,5	Trabalháveis em todas as direções
2,5 - 12	Trabalháveis em nível por tratores com roda
12 - 25	Somente trabalháveis por tratores de esteira
25 - 50	Somente trabalháveis por tração animal
50 - 100	Somente trabalháveis manualmente
> 100	Praticamente impossível de ser trabalhado

Os dados pedológicos obtidos em escala 1:250.000 no portal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019) foram agrupados de acordo com o segundo nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2018) e posteriormente rasterizados. Utilizando a ferramenta *Tabulate Area*, do *software* ArcGIS 10.5

(ESRI), analisou-se a relação existente entre a declividade e o plano de informação pedológica para cada uma das três regiões.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A bacia hidrográfica do Rio Paraopeba apresenta altitude média de 835 metros (amplitude de 560 a 1610 metros) e predominância dos relevos suave ondulado e ondulado, correspondendo a quase 75% da área total. Para análise dos dados de solo e de declividade a área foi dividida nas regiões do Alto, Médio e Baixo Paraopeba. A porção do Alto Paraopeba, região que abrange os domínios geomorfológicos dos Planaltos de Oliveira e Campos das Vertentes, apresenta uma topografia predominantemente acidentada (Figura 2). O Alto Paraopeba é a porção que apresenta maior limitação à mecanização, uma vez que mais de 20% de sua área (77.800 hectares) apresenta declividade superior a 20%. Segundo a classificação de Bertoni e Lombardi Neto (1999), quase 50% desta área (174.526 hectares) é trabalhável somente por tratores de esteira, devido ao forte declive. Os Cambissolos Háplicos são majoritários nesta porção, ocupando mais de 55% da área total, seguido pelos Latossolos Vermelho-Amarelos e os Neossolos Litólicos, com 37 e 3% da área total, respectivamente.

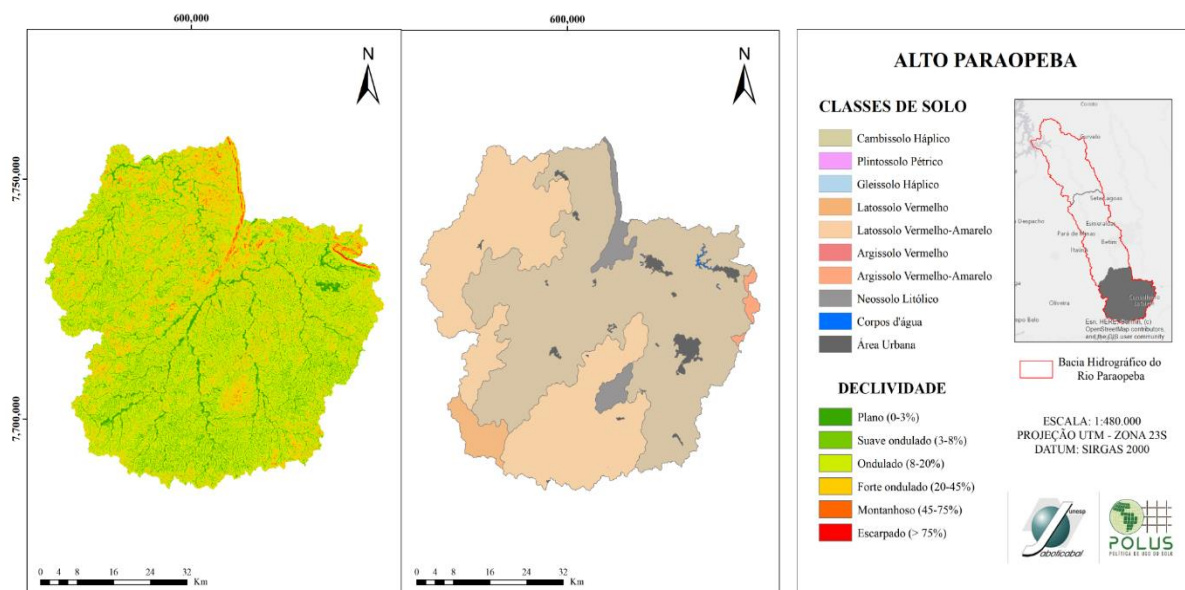


FIGURA 2. Classes de declividade e mapa pedológico da porção do Alto Paraopeba, localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba, Minas Gerais.

A classe dos Cambissolos Háplicos em ambientes de relevo mais declivoso apresenta fortes limitações à mecanização, relacionadas, principalmente, à alta suscetibilidade a processos erosivos, intensificando a necessidade de práticas conservacionistas intensivas nestas áreas. Os Neossolos Litólicos representam 1,6% do total da bacia (21.860 hectares) e estão associados a áreas de relevo forte ondulado e montanhoso, que correspondem as Serras do Quadrilátero Ferrífero na região do Médio Alto Paraopeba. Assim como os Cambissolos Háplicos, os Neossolos Litólicos também apresentam fortes restrições à mecanização em relevos acidentados, em virtude da baixa profundidade efetiva e da alta pedregosidade. Devido ao elevado risco à ocorrência de erosões e desmoronamentos, estas áreas devem ser mantidas sob um manejo que vise a preservação permanente de áreas prioritárias (FRANCISCO et al., 2012).

De maneira geral, o forte declive afeta negativamente o potencial de mecanização de uma região, pois a declividade aumenta a patinação das rodas da máquina, resultando na redução da força de tração do trator devido a inclinação (IORI, 2012). A porção do Médio Paraopeba apresenta predominância dos relevos suave ondulado e ondulado, ocupando, respectivamente, 27 e 49% da área total (Figura 3). Os Latossolos Vermelhos e os Argissolos Vermelho-Amarelos predominam as porções da paisagem de relevo mais suavizado, enquanto os Cambissolos Háplicos prevalecem nos locais mais declivosos. Nesta região, 52% da área (266.275 hectares) é trabalhável em nível com tratores de rodas, enquanto 40% (165.710 hectares) é trabalhável somente por tratores de esteira.

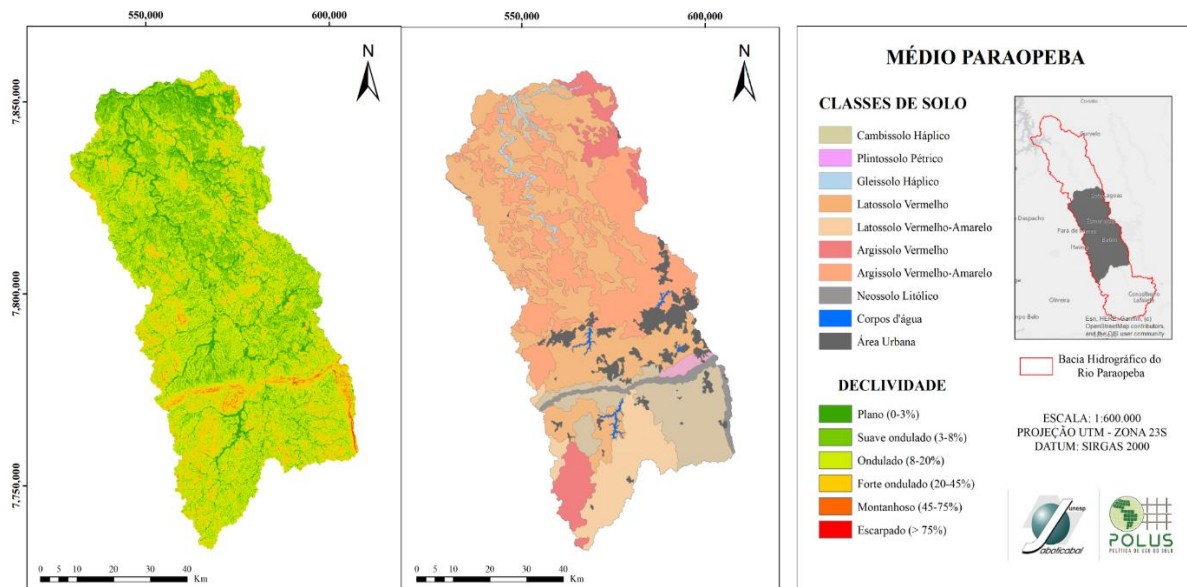


FIGURA 3. Classes de declividade e mapa pedológico da porção do Médio Paraopeba, localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba, Minas Gerais.

A porção do Baixo Paraopeba, localizada no domínio geomorfológico da Depressão do Alto e Médio São Francisco, apresenta uma topografia mais suavizada, com predominância dos relevos suave ondulado e plano (Figura 4). Os Latossolos Vermelhos e Cambissolos Háplicos correspondem a quase 95% da área desta região, predominando nas porções de relevo mais suavizado e acidentado, respectivamente. Os Latossolos Vermelhos são altamente mecanizáveis em baixas declividades e possuem grande importância para a produção nacional (GARCIA et al., 2020). Dentre as áreas analisadas, a região do Baixo Paraopeba é a que apresenta maior potencial à mecanização, pois quase 98% de sua área total possui declividade plano, suave-ondulado ou ondulado, ou seja, tem declividade abaixo de 20%, o que facilita a utilização de máquinas agrícolas. Por outro lado, vale ressaltar o risco às geadas, uma vez que 54% da área está situada em terrenos com declividade de até 5%, possibilitando que o ar frio se acumule.

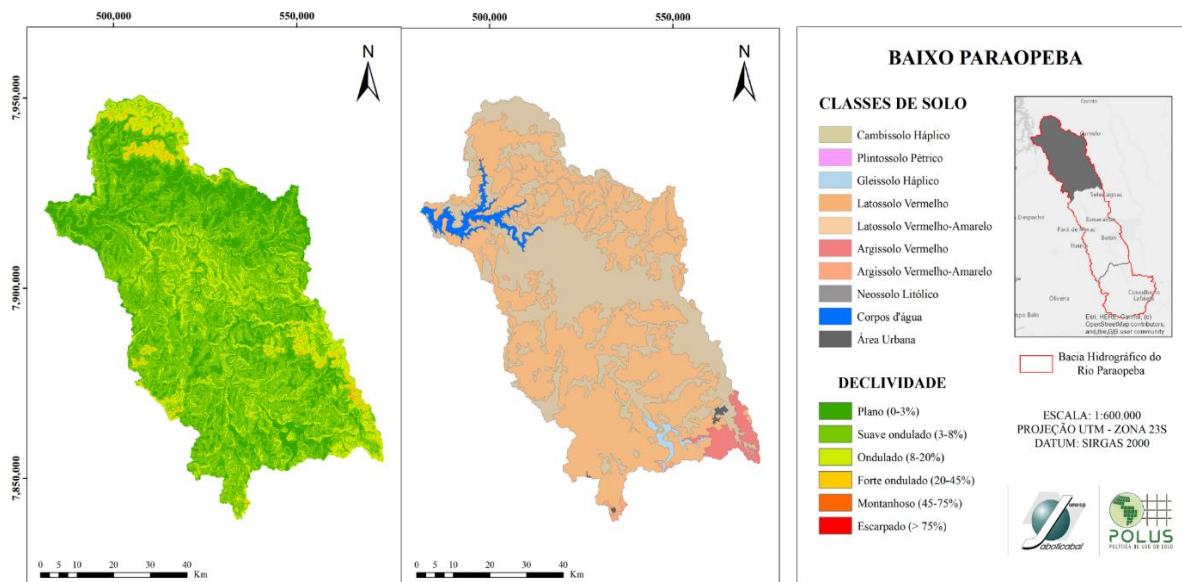


FIGURA 4. Classes de declividade e mapa pedológico da porção do Baixo Paraopeba, localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba, Minas Gerais.

A classificação de terras para mecanização agrícola pode auxiliar no melhor planejamento do uso de máquinas, contribuindo para o manejo e a conservação dos solos. Deve-se levar em consideração que o terreno da bacia apresenta um certo grau de complexidade, portanto, recomenda-se atender às normativas e legislação vigente para o uso de máquinas agrícolas no intuito de evitar acidentes.

CONCLUSÃO: A Bacia hidrográfica do Rio Paraopeba é considerada apta ao processo de mecanização agrícola em regiões específicas. A região do Baixo Paraopeba é a que apresenta maior potencial e a do Alto Paraopeba tem maior limitação ao processo de mecanização agrícola.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas. Ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) na base cartográfica dos planos de informação das regiões.

REFERÊNCIAS:

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ARAÚJO-JUNIOR, C. F.; DIAS JUNIOR, M. S.; GUIMARÃES, P. T. G.; PIRES, B. S. Capacidade de suporte de carga de um Latossolo e umidade crítica para o tráfego de um trator. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 115-131, 2011.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do Solo*. 4. ed. São Paulo: Ícone, 1999. 355 p.

ESRI – ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. **ArcGIS Desktop**: Release 10.5. Redlands, 2018.

FRANCISCO, P. R. M. **Classificação e Mapeamento de mecanização das terras do estado da Paraíba utilizando sistema de informações geográficas**. 2010. 122 p. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solos e Água) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.

FRANCISCO, P. R. M.; DE BRITO CHAVES, I.; DE LIMA, E. R. V. Mapeamento das terras para mecanização agrícola-Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, n. 2, p. 233-249, 2012.

GARCIA, Y. M. et al. Declividade e Potencial para Mecanização Agrícola da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pederneiras-Pederneiras/SP. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 14, n. 1, p. 62-72, 2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Portal de Mapas. **Pedologia em escala de 1:250.000**. 2019. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: <https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/vetores/escala_250_mil/versao_2019/Shapefile/>. Acesso em: 19 abr. 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg.html>>. Acesso em: 20 abr. 2021.

IORI, P. **Efeito do tempo de implantação de lavoura cafeeira e da declividade do terreno em propriedades físico-mecânicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo**. 2012. 96 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: . Acesso em: 19 abr. 2021.

PEDRON, F. de A.; POELKING, E. L.; DALMOLIN, R. S. D.; AZEVEDO, A. C. de; KLANT, E. A aptidão de uso da terra como base para o planejamento da utilização dos recursos naturais no município de São João do Polêsine - RS. **Ciência Rural**, v. 36, n. 1, p. 105-112, 2006.

RUSSINI, A.; SCHLOSSER, J. F.; FARIAS, M. S. ; BERTINATTO, R. . Cuidados na operação para evitar acidentes. **Revista Cultivar Máquinas**, v. 206, p. 32-35, 2020.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; DOS ANJOS, L. H. C.; DE OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. DF: Embrapa, 2018. 356 p.

SIQUEIRA, R. **Sistemas de Preparo em Diferentes Tipos de Coberturas Vegetais do Solo**. 1999. 191 p. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.