

Analysis of laminar erosion susceptibility in the region of Calha Norte, in the state of Pará

Adria Lorena de Moraes Cordeiro, Laila Rover Santana, Addyson Macedo Silva

*Universidade Federal do Pará, e-mail : adrialmc@gmail.com

**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA Campus Breves, e-mail:
laila.santana@ifpa.edu.br (autor correspondente).

***Universidade Federal do Pará e-mail: addysonmacedo@yahoo.com.br

Received 27; July 2023, accepted 27 November 2023

Abstract

Inadequate soil management can accelerate the erosion process, bringing environmental and economic damage to a region. This study seeks to map the laminar erosion susceptibility in the region of Calha Norte, in the State of Pará, using tools GIS, analyzing the degree of erodibility and slope, and the classification of land use. The research methodology was carried out in three stages, the first being the elaboration of the erodibility map. The second step was the generation of the slope map using data from the TOPODATA project and, later, through the association of these two maps, the mapping of the susceptibility to laminar erosion in the region was carried out. The results indicated that the erodibility in 78.4% of the Calha Norte is classified as average, with a predominance of Red-Yellow Argisols and Red-Yellow Latosols. The predominant relief is wavy, covering 38% of the region, followed by smooth wavy, with 26.28%. The anthropic activities identified were livestock and mining. The results of the laminar erosion susceptibility analysis indicated that approximately 60% of the region has an average potential for water erosion and only 2% of the Calha Norte area has a high erosive potential.

Key-words: laminar erosion; susceptibility; slope; Calha Norte

Análise da suscetibilidade à erosão laminar na região da Calha Norte, no estado do Pará

Resumo

O manejo inadequado do solo pode acelerar o processo de erosão, trazendo prejuízos ambientais e econômicos para uma região. Este estudo busca mapear a suscetibilidade à erosão laminar na região da Calha Norte, no Estado do Pará, através do uso de ferramentas de SIG, analisando o grau de erodibilidade e declividade, e a classificação do uso do solo. A metodologia da pesquisa foi realizada em três etapas, sendo a primeira a elaboração do mapa de erodibilidade. A segunda etapa foi a geração do mapa de declividade utilizando dados do projeto TOPODATA e, posteriormente, através da associação desses dois mapas, foi realizado o mapeamento da suscetibilidade à erosão laminar na região. Os resultados indicaram que a erodibilidade em 78,4% da Calha Norte é classificada como média, com predominância de solos do tipo Argissolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Vermelho-Amarelos. O relevo predominante é do tipo ondulado, cobrindo 38% da região, seguido do suave ondulado, com 26,28%. As atividades antrópicas identificadas foram a pecuária e a mineração. Os resultados da análise da suscetibilidade à erosão laminar indicaram que aproximadamente 60% da região possui potencial médio à erosão hídrica e apenas 2% da área da Calha Norte apresenta potencial erosivo alto.

Palavras-chave: erosão laminar; suscetibilidade; declividade; Calha Norte

1 Introdução

O manejo inadequado do solo pode acelerar o processo de erosão, trazendo prejuízos ambientais e econômicos para uma região, levando a perdas que podem ser significativas e a consequências irreparáveis (Silva & Luchiari, 2016).

A erosão é um processo natural resultante da ação da chuva e do vento sobre as superfícies continentais (Francisco et al., 2022). Conforme Trevisan et al. (2018), este fenômeno

consiste no desprendimento, transporte e deposição das partículas do solo, tendo como principais agentes o vento e a água, podendo impactar extensivamente nos processos de assoreamento, poluição das águas e lixiviação de partículas férteis dos solos. Ressalta-se que a análise de erodibilidade dos solos deve considerar diversos elementos relacionados aos processos erosivos, tais como a capacidade de armazenamento de água, infiltração e permeabilidade, às forças de dispersão, abrasão,

e transporte por escoamento (Bertoni & Lombardi Neto, 2005).

As erosões são classificadas de acordo com sua origem e conforme Silva & Mendes (2019), dentre os vários tipos de erosão que atuam no desgaste dos solos pode-se destacar a erosão laminar, a qual é provocada pelo escoamento difuso da ação das águas da chuva. As erosões laminares se caracterizam pelo escoamento contínuo de uma lâmina d'água e pela remoção homogênea e lenta da camada superficial do solo, geralmente com maiores quantidades de nutrientes (Nascimento et al., 2016). De acordo com Crepani et al. (2001), a vegetação constitui uma variável indispensável na identificação de processos erosivos, uma vez que estes são potencializados nas áreas com reduzida cobertura vegetal, sendo a análise de potencial à erosão fundamental para o planejamento ambiental.

2 Material e métodos

Área de estudo

A área de estudo faz parte da mesorregião do Baixo Amazonas, e está localizada a noroeste do Estado do Pará,

Diante disso, diversos estudos buscam mapear e analisar áreas com suscetibilidade à erosão dos solos aliado às técnicas de geoprocessamento, como os estudos de Silva & Mendes (2019); Nascimento et al. (2016) dentre outros. De acordo com Pinto et al. (2020), a utilização de ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) permite espacializar as perdas de solo e identificar áreas com maior intensidade de erosão, trazendo benefícios para o estudo de regiões extensas e a identificação de áreas mais susceptíveis a erosão.

Neste contexto, este trabalho objetiva mapear a suscetibilidade à erosão laminar da mesorregião do Baixo Amazonas, denominada Calha Norte, fazendo uso de ferramentas do tipo SIG para realizar a análise do grau de erodibilidade e declividade, bem como a classificação do uso do solo.

possuindo uma área de aproximadamente 273 mil km² (Figura 1). A região é composta por nove municípios: Alenquer, Almeirim, Curuá, Faro, Monte Alegre, Óbidos, Oriximiná, Prainha e Terra Santa (IBGE, 2010). Grande parte da área do território é ocupada por 27 Unidades de Conservação e 6 Terras Indígenas.

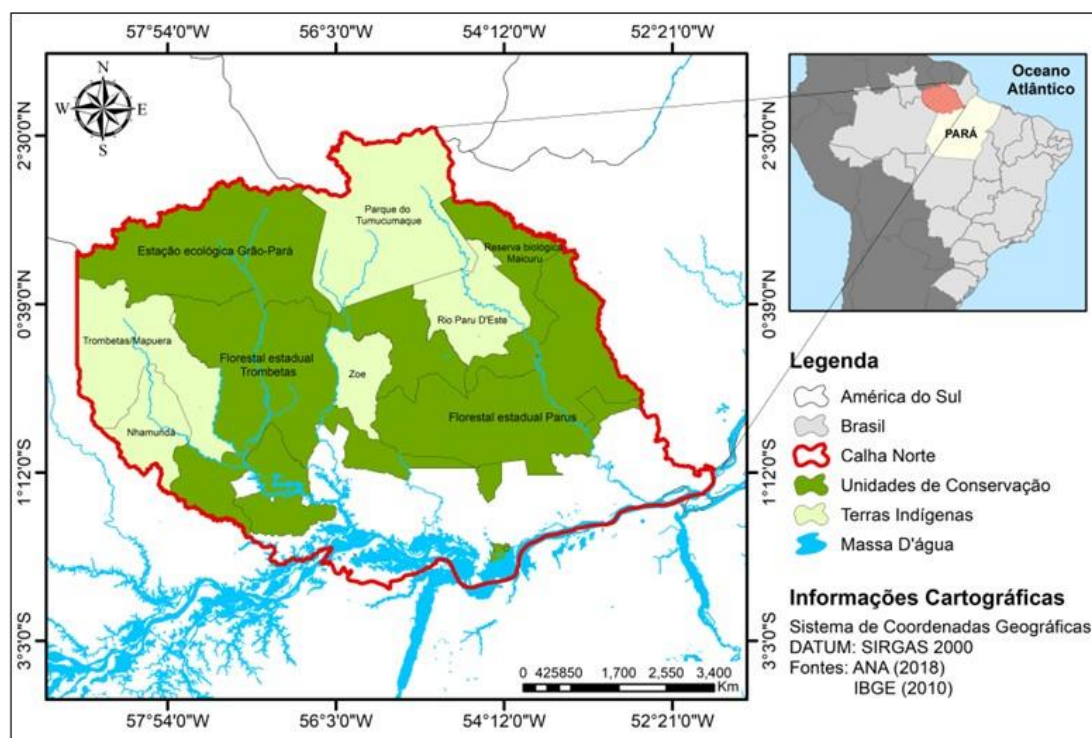


Figura 1 - Mapa de localização da Calha Norte.

Por meio da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº6.381/2001, foi estabelecido a divisão das regiões hidrográficas no Estado do Pará, sendo que a região da Calha Norte é a que apresenta o maior estado de preservação e uma baixa densidade demográfica, com uma vegetação densa ocupando quase toda sua área.

Em geral, os municípios da região apresentam populações na faixa de 30 a 50 mil habitantes e baixa densidade populacional, com menos de 5 hab/km². A maior parte da população está situada nas áreas urbanas, majoritariamente, em Oriximiná, Santarém e Juruti (Almeida et al., 2019).

Procedimentos metodológicos

Inicialmente foi realizado o levantamento dos dados de solo, tendo como base os dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), que realizou a distribuição geográfica dos solos do Brasil, de acordo com Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS, 2006), na escala de 1:5.000.000. Esses dados subsidiaram a elaboração do mapa de solos da região da Calha Norte. Associando as informações desse mapa, foi elaborado o mapa de erodibilidade, cuja nomenclatura foi atualizada conforme a EMBRAPA (2013), sendo as informações das classes de erodibilidade adaptadas de Salomão (2010) e Ross (2005) (Tabela 1).

Tabela 1 – Grau de erodibilidade e seus respectivos tipos de solos

Grau de Erodibilidade	Unidade Pedológicas
I – Muito fraco	Latossolo roxo; Latossolo Vermelho Escuro e Vermelho-Amarelo de textura argilosa; Solos Hidromórficos em relevo plano; Gleissolos; Planossolos; Organossolos; Neossolos Quartzarênico em relevo plano.
II – Fraco	Latossolo Amarelo e Vermelho-Amarelo de textura média argilosa; Terra Roxa Estruturada; Latossolo Vermelho Escuro.
III – Médio	Argissolos Vermelho-Amarelo e Argissolo Vermelho Escuro, textura argilosa; Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa e Média.
IV – Forte	Argissolo Vermelho-Amarelo não abrupto, textura média - argilosa e média; Cambissolos; Argissolos Vermelho-Amarelo de textura média; Plintossolos.
V – Muito forte	Cambissolos; Neossolos Litólicos; Argissolos Vermelho-Amarelo e Vermelho escuro abruptos, textura arenosa-média; Neossolos Quartzarênicos em relevos suave-ondulado e ondulado.

Fonte: Adaptado de Salomão (2010) e Ross (2005)

O mapa de declividade foi gerado por meio dos dados obtidos do projeto TOPODATA do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Posterior a aquisição dos dados, foi realizado o

agrupamento dos valores de declividade em cinco classes, com as respectivas fases do relevo, de acordo com a classificação proposta pela Embrapa (2006) (Tabela 2).

Tabela 2 – Classes de declividade.

Declividade (%)	Relevo	Grau de Suscetibilidade
0 – 3	Plano	I – Muito fraca
3 – 8	Suave Ondulado	II – Fraca
8 – 20	Ondulado	III – Média
20 – 45	Forte Ondulado	IV – Forte
> 45	Montanhoso	V – Muito forte

Fonte: Embrapa (2006)

A associação entre o mapa de erodibilidade e o de declividade originou o mapa de suscetibilidade à erosão hídrica (Figura 2). A definição das classes de suscetibilidade à

erosão laminar, com base no percentual de declive, seguiu os critérios do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT (São Paulo, 1990).



Figura 2 - Etapas para a definição das classes de suscetibilidade à erosão laminar

Quanto as informações de uso e ocupação do solo, foram utilizados os dados do levantamento do MapBiomass para o ano de

2020. As classes de uso e cobertura da terra foram agrupadas conforme a metodologia sugerida por Salomão (2010) (Tabela 3).

Tabela 3 – Classes de uso do solo e os respectivos graus de suscetibilidade.

Classes	Uso e Ocupação
I – Muito forte	Áreas degradadas, solo exposto, agricultura não conservacionista; Cobertura vegetal de baixo e médio porte, com intensa atividade antrópica.
II – Forte	Cultura de ciclo longo com baixa densidade, cultura de ciclo curto; Cobertura vegetal de baixo e médio porte, atividade antrópica moderada.
III – Médio	Cultivos de ciclos longos, pastagens com baixo pisoteio de gado, silvicultura; Cobertura vegetal de baixo e médio porte, com atividade antrópica muito reduzida.
IV – Fraco	Formações arbustivas naturais, matas secundárias, cerrados e capoeiras; Cobertura vegetal de porte alto e médio, com atividade antrópica muito reduzida.
V – Muito fraco	Florestas e matas naturais com biodiversidade; Espelhos d'água e várzeas, cujo potencial erosivo pode ser considerado nulo.

Por meio do cruzamento matricial das classes de suscetibilidade com as classes de uso e ocupação do solo (Figura 3), foram

determinadas três classes de potencial à erosão laminar, seguindo a metodologia do IPT (1990), conforme é apresentado a seguir:

- I – Alto potencial
- II – Médio potencial
- III – Baixo potencial



Figura 3 - Etapas para a definição das classes de potencial à erosão laminar.

Definidas as classes finais de potencial à erosão na área de estudo, foi elaborado o mapa final de potencial à erosão.

3 Resultados e discussão

A pedologia da Calha Norte contempla 11 classes de solos distribuídos da seguinte forma:

Argissolos Vermelho-Amarelos (54,04%), Latossolos Vermelho-Amarelos (23,53%), Latossolos Amarelos (9,76%), Gleissolos (3,73%), Neossolos Litólicos (3,35%), Plintossolos Háplicos (1,10%), Argissolos Vermelhos (0,83%), Latossolos Vermelhos (0,65%), Neossolos Quartzarênicos (0,32%), Plintossolos Pétricos (0,29%) e Nitossolos Vermelhos (0,18%) (Figura 4).

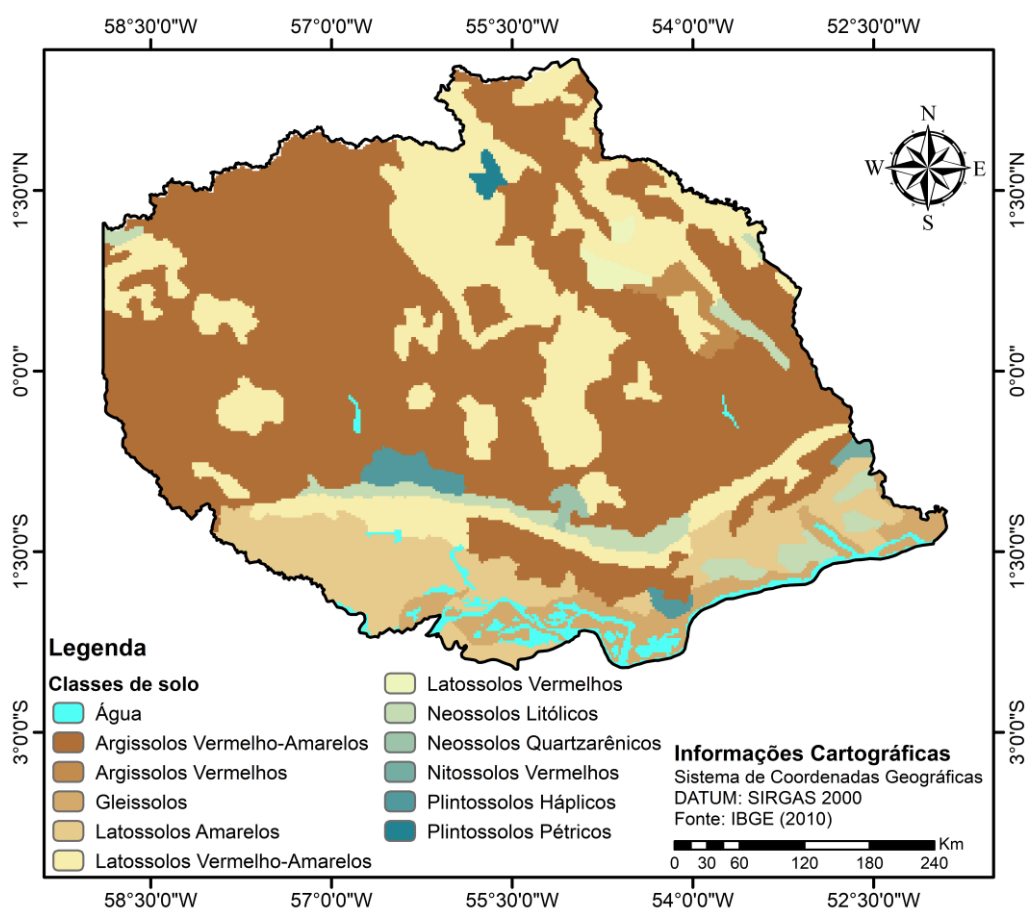


Figura 3 - Tipos de solo da Calha Norte.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Vermelho-Amarelos representam, aproximadamente, 80% dos solos da região. De acordo com Michette (2015), os Argissolos Vermelho-Amarelos apresentam alta suscetibilidade à erosão devido a mudança abrupta de textura, uma vez que o horizonte subsuperficial, de menor permeabilidade, favorece o escoamento superficial da água e, conseqüentemente, a erosão hídrica. Em contrapartida, os Latossolos Vermelho-

Amarelos, em geral, apresentam baixos valores de erodibilidade, podendo ser atribuídos às quantidades variáveis de óxidos de ferro e alumínio, os quais proporcionam a esses solos boa estrutura, sendo altamente permeáveis, caracterizando áreas com vulnerabilidade muito baixa à erosão hídrica (SILVA et al., 2011; RESENDE et al., 2002).

Assim, através dos resultados dos tipos de solos encontrados na região da Calha Norte, 78,40% da área total possui

grau de erodibilidade classificada como média, 10,32% como fraca e apenas 1,38%

e 3,67% como forte e muito forte, respectivamente (Figura 6).

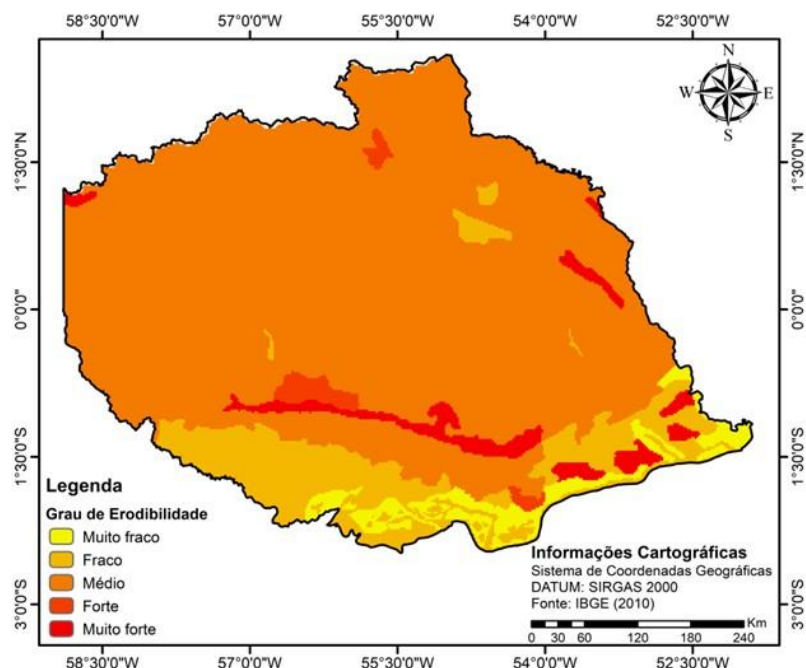


Figura 4 - Graus de Erodibilidade dos solos na Calha Norte

Para Bertoni & Lombardi Neto (2014), a erodibilidade do solo é sua vulnerabilidade ou suscetibilidade à erosão, que é a recíproca da sua resistência à erosão. Analisando as condições apresentadas pelo mapa da Figura 6, os solos da Calha Norte são suscetíveis aos processos erosivos. Esta condição pode ser potencializada nas áreas de maior declive, e por isso, é importante a manutenção das coberturas vegetais para a preservação do solo frente a este problema.

Quanto a declividade, a área de estudo foram divididas em cinco classes (Tabela 4), predominando o relevo do tipo ‘ondulado’, cobrindo, aproximadamente, 38% da região e totalizando uma área de 101.365,5 km. O relevo ‘suave ondulado’ representa 26,28%, seguido pelo ‘forte ondulado’ com 21,28%, sendo este último caracterizado pelas declividades acima de 20%.

Tabela 4 – Áreas correspondentes às classes de declividade na Calha Norte.

Classes	Relevo	Área (km ²)	Área (%)
0 - 3	Plano	37.633,58	13,79
3 - 8	Suave Ondulado	71.753,7	26,28
8 - 20	Ondulado	101.365,5	37,13
20 - 45	Forte Ondulado	58.095,4	21,28
> 45	Montanhoso	4.152,05	1,52

Observa-se na Figura 7 que as maiores declividades se concentram na porção noroeste e nordeste da região, onde há a predominância dos solos do tipo Argissolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Vermelho-Amarelos, enquanto as menores declividades se apresentam na porção sul, próximas a calha do rio Amazonas. Este resultado é ratificado pelas

análises do estudo de Quintairos & Santana (2020), que verificaram que a porção sul da Calha Norte se caracteriza pela Planície Amazônica, que envolve essencialmente a calha do rio Amazonas e seus principais afluentes de deposição, apresentando altimetria de até 100 m.

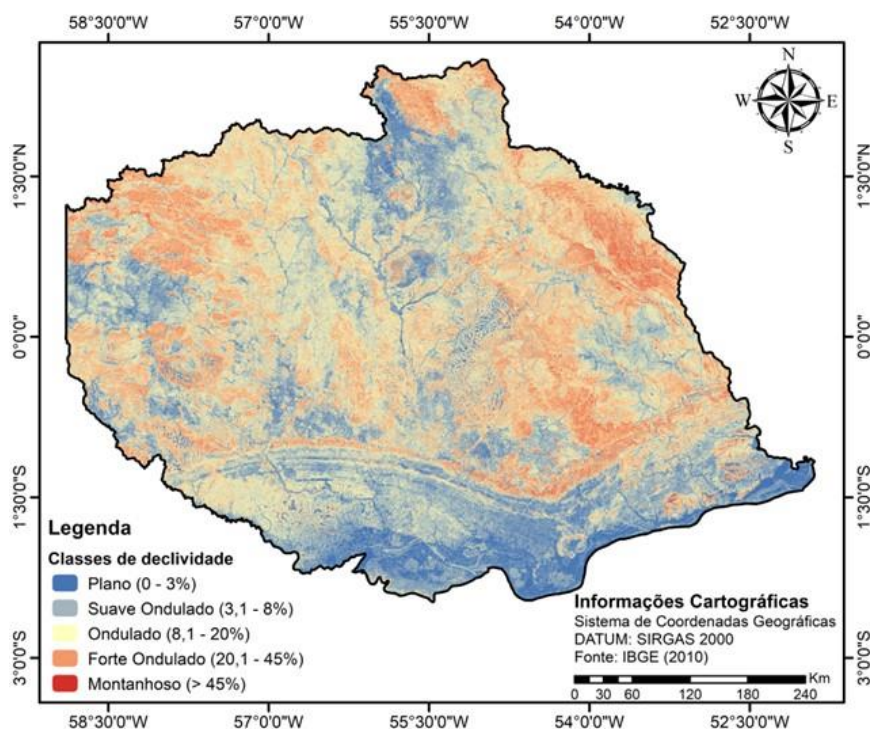


Figura 5 - Classes de declividade da Calha Norte.

É importante destacar que a declividade do terreno, as formas do relevo, regularidade e extensão do declive têm influência direta na intensidade da erosão (Faria et al., 2003). Para Netto (1998), as maiores declividades associadas aos maiores comprimentos de rampa reúnem as condições para as maiores taxas de erosão em comparação a terrenos mais planos e com as mesmas condições de chuva e de solo. Nesse contexto, ressalta-se a importância desse atributo físico na aceleração dos processos erosivos.

O cruzamento dos dados de erodibilidade e dos valores de declividade

possibilitou a geração do mapa de suscetibilidade à erosão laminar para a região da Calha Norte. Observa-se na Figura 6 que cerca de 34% da região enquadra-se como área ‘moderadamente suscetível’ à erosão, representando uma área de 92.456,11 km², enquanto as classes ‘pouco suscetível’ e ‘muito suscetível’ correspondem a 23,50 e 21,98%, respectivamente. Apenas 1,14% da região (3.104,43 km²) apresenta-se como ‘extremamente suscetível’ aos processos erosivos.

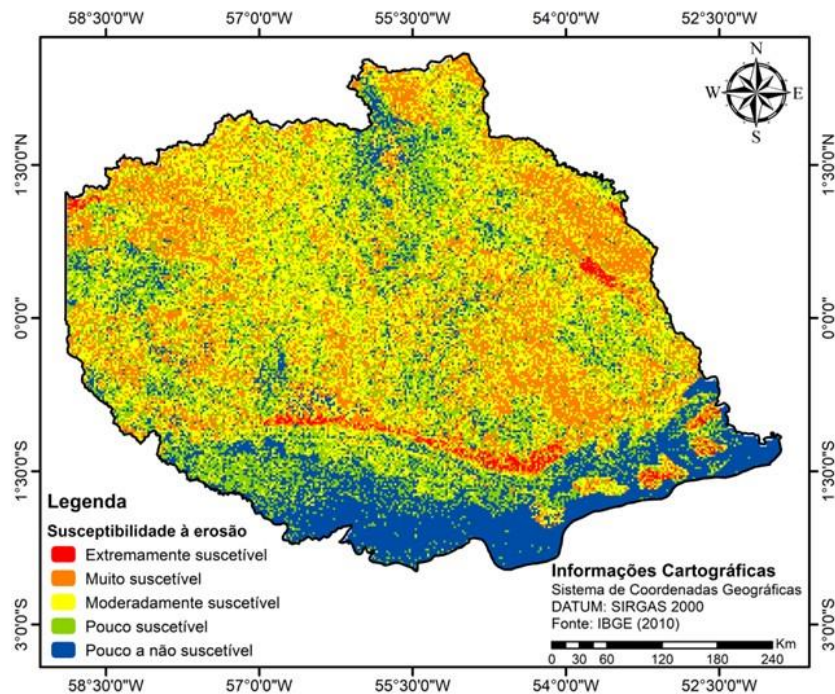


Figura 6 - Suscetibilidade à erosão hídrica na Calha Norte.

Ainda de acordo com os resultados de suscetibilidade (Figura 8), nota-se que as classes ‘pouco suscetível’ e ‘muito suscetível’ são encontradas em toda a região. Já as áreas com menor grau de suscetibilidade à erosão estão localizadas na porção sul da Calha Norte, onde predominam solos do tipo Latossolos, os quais estão sob relevo plano à suave ondulado. Nas áreas ‘extremamente suscetíveis’ a processos erosivos, são identificados a presença de Neossolos Litólicos. Esse tipo de solo possui baixa tolerância a erosão, pois apresenta baixa profundidade e menor agregamento de suas partículas (Oliveira et al., 2008; Santos & Santos, 2021).

De acordo com Salomão (2010), a análise de suscetibilidade à erosão laminar

reflete as características naturais dos terrenos, em face do desenvolvimento dos processos erosivos, considerando a ação antrópica na delimitação dos potenciais à erosão dos solos.

Com relação ao processo de uso e ocupação do solo da Calha Norte, é possível identificar as seguintes categorias: floresta natural, formação natural não florestal, agricultura, pastagem, infraestrutura urbana e atividade de mineração (Figura 9). A floresta natural ocupa grande parte da região da Calha da Norte, compreendendo uma área de 240.123,78 km², e como atividade antrópica destaca-se a pecuária, que representa aproximadamente 4% (10.980,6 km²) do uso e cobertura do solo da região.

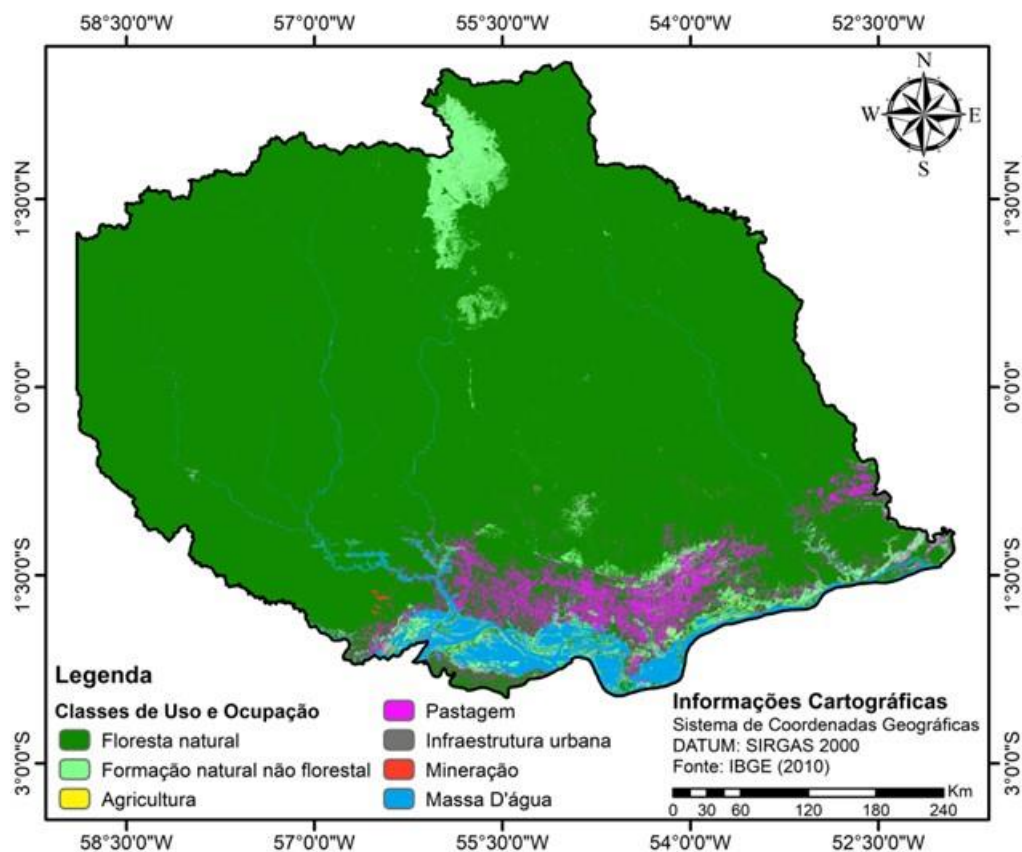


Figura 7 - Classes de uso e ocupação do solo na Calha Norte

É importante destacar que, apesar da atividade pecuária apresentar uma porcentagem pequena do uso do solo, essa atividade pode acelerar bastante os processos erosivos. Segundo Silva (2011), o pisoteio do gado em determinados locais promove a compactação do solo, criando locais preferenciais para a passagem da água, gerando formas mais avançadas de erosão, como ravinas e pequenas voçorocas.

Ressalta-se também que, levando em consideração o aumento do desmatamento na Amazônia nos últimos anos (Assis et al., 2019), a região da Calha Norte apresenta um alto percentual de floresta natural. Esse fato pode ser explicado pela existência de Unidades de Conservação (UCs) na região, como a Estação Ecológica do Grão Pará, Floresta Estadual do Paru e Floresta Estadual do Trombetas, que juntas compreendem uma área de cerca de 109.535 km². Para Soares-Filho (2016), as UCs são bastante eficazes em reduzir o desmatamento, sendo que entre os anos de 2005

e 2015 a redução do desmatamento dentro dessas unidades contribuiu com 30±3% da redução total do desmatamento na Amazônia. Barros & Barbosa (2015) também observaram uma grande variação nos índices de desmatamento dentro e fora das UCs, e isso reforça importância dessas áreas para a manutenção das florestas e consequentemente, controle da erosão do solo.

Quanto ao potencial à erosão hídrica na Calha Norte, o resultado da análise da suscetibilidade associada aos tipos de uso e ocupação do solo constatou que 38,13% da área apresenta baixo potencial à erosão, 59,68% médio potencial e somente 2,18% da região apresenta alto potencial à erosão do solo (Figura 10). A associação do uso inadequado dos solos às áreas de maior declive, bem como solos naturalmente frágeis, favorece o surgimento de áreas degradadas por erosão, necessitando de ações de planejamento para o uso e ocupação das terras, tendo em vista conservação dos solos e dos recursos hídricos (Carvalho et al., 2017).

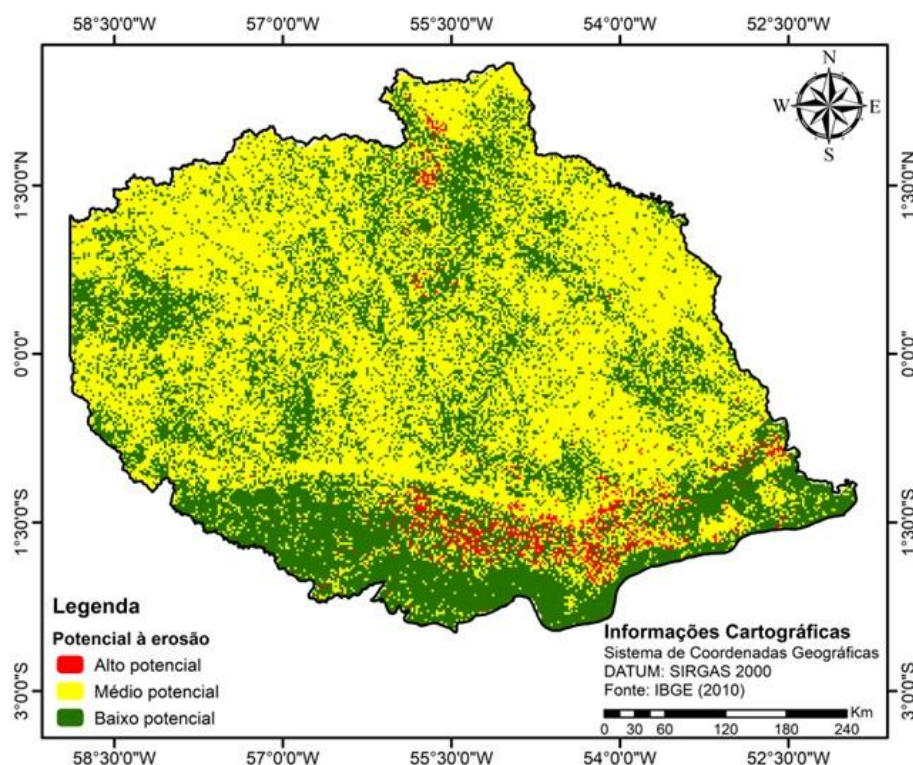


Figura 8 - Potencial à erosão laminar na Calha Norte

A parcela da região da Calha Norte com potencial de erosão considerado alto está associada, principalmente, a atividade de pecuária (Figura 10). Os solos que estão presentes nessas áreas são Neossolos e Plintossolos, que apresentam grau de erodibilidade muito forte e forte, respectivamente, e, quando somados ao uso inadequado do solo conferem à área um alto potencial à erosão hídrica. Kreitlow et al. (2016) alegam que a erosão laminar está fortemente ligada a atividade antrópica por meio das formas de ocupação do solo, sendo que diferentes áreas podem possuir a mesma suscetibilidade à erosão, porém com diferentes usos. Dessa forma, as ações de planejamento e as atualizações das classes de uso e ocupação do solo são primordiais para monitoramento da expansão das atividades antrópicas e a supressão da vegetação nativa (Leite & Rosa, 2012).

Nas áreas classificadas com médio potencial à erosão hídrica foram identificados a

4 Conclusões

A elaboração dos mapas de pedologia, declividade e uso e ocupação do solo possibilitaram a análise e avaliação da suscetibilidade e potencial à erosão hídrica na

presença de Argissolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Vermelho-Amarelos, considerados de alta e baixa erodibilidade, respectivamente. Quanto ao relevo, é observado um predomínio do relevo ondulado e forte ondulado (Figura 5).

Já as áreas com baixo potencial à erosão do solo estão concentradas na porção sul da região, que apresenta solo do tipo Latossolos Amarelos (Figura 3), classificados como de baixa suscetibilidade a erosão. Além disso, essa área é composta por um relevo plano e suave-ondulado, com a presença de cobertura vegetal de porte alto a médio.

A região da Calha Norte possui uma vasta área de floresta nativa e isso contribui de forma significativa para o controle da erosão do solo. Dessa forma, o tipo de uso e ocupação do solo acabou por determinar menores potenciais de erosão nas áreas vegetadas e demonstrando maiores potenciais erosivos em áreas descobertas, como nas áreas de pastagem.

região da Calha Norte. Assim, constatou-se que a tipologia de solo presente na região é em sua maioria classificada como de média erodibilidade, representando cerca de 78,40% da área.

A Calha Norte apresenta um relevo bem diversificado, com destaque para os tipos ondulado, suave ondulado e forte ondulado. Apenas uma pequena parcela da área, cerca de 1,14%, é classificada como extremamente suscetível aos processos erosivos, abrangendo uma área de 3.104,43 km².

Quanto ao uso e ocupação do solo, nota-se uma predominância de áreas de floresta natural, com aproximadamente 88%, fato este que contribui para a região da Calha Norte apresentar um potencial à erosão hídrica médio em aproximadamente 60% da sua área total. A

parcela da região que apresentou um potencial erosivo alto, pouco mais de 2%, é justamente onde foram identificadas atividades ligadas a pecuária.

Em suma, o baixo potencial erosivo da região se deve, especialmente, aos pequenos índices de desmatamento e a baixa interferência antrópica na região, indicando a importância da criação e controle das unidades de conservação presentes na região, que auxiliam na preservação das florestas.

5 Referências

- Almeida, L. R.; Pessoa, F. C. L.; Crispim, D. L.; Ferreira Filho, D. F. Analysis of fluvimetric trends in the hydrographic region of Calha Norte-PA. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing* v, 9(2), 88-98, 2019.
- Assis, L. F. F. G.; Ferreira, K. R.; Vinhas, L.; Maurano, L.; Almeida, C.; CARvalho, A.; Rodrigues, J.; Maciel, A.; Camargo, C. TerraBrasilis: A Spatial Data Analytics Infrastructure for Large-Scale Thematic Mapping. *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 8, 513, 2019.
- Barros, R. A. & Dos Santos Barbosa, R. 2015. Unidades de Conservação: Um estudo sobre os impactos ambientais resultantes da extração de madeira na Reserva Biológica do Gurupi-MA. *InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade*, 270-292
- Bertoni, J. & Lombardi Neto, F. Conservação do Solo. 5ª edição, Ícone Editora, São Paulo, 2005.
- Bertoni, J. & Lombardi Neto, F. Conservação do solo. 5.ed. São Paulo: Ícone. 355p, 2014.
- BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). TOPODATA - Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil. Variáveis geomorfométricas. São José dos Campos, 2022.
<http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>
- Carvalho, J. M.; Neves, R. J.; Serafim, M. E.; DA SILVA, S. M. A.; Kreitlow, J. P.; de Freitas, L. E, 2017. Suscetibilidade e potencial atual à erosão hídrica dos solos na Bacia Hidrográfica do rio Cabaçal, Mato Grosso, Brasil. *Revista Brasileira de Cartografia*, 69 (9), 2017.
- Crepani, E.; Medeiros, J. D.; Hernandez Filho, P.; Florenzano, T; Duarte, V.; BARBOSA, C. C. F, 2001. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial (p. 124). São José dos Campos: INPE, 2001.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de classificação de solos. 2ª ed. Brasília: Embrapa, 2006.
- MBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3 ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS. 306p, 2013.
- Faria, A. D.; Silva, J. X.; GOES, M. D. B. Análise ambiental por geoprocessamento em áreas com suscetibilidade à erosão do solo na bacia hidrográfica do Ribeirão do Espírito Santo, Juiz de Fora (MG). *Caminhos de Geografia*, 4(9), 50-65, 2003.
- Francisco, P. R. M., Santos, D., & De Brito, T. P. Potencial natural de erosão e limite de tolerância de perdas de solo em bacia hidrográfica na região do brejo paraibano. *Revista Geama*, 8(1), 33-42. 2022.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico: Censo 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em 02 de setembro de 2022.
- Kreitlow, J. P.; Silva, J. S. V.; Neves, S. M. A. S.; Neves, R. J.; Neves, L. F. S. Vulnerabilidade ambiental e conflito no uso da terra no município de Mirassol D'Oeste, Brasil. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 68, p. 1917-1936, 2016.
- Leite, E. F. & Rosa, R. Análise do uso, ocupação e cobertura da Terra na bacia hidrográfica do rio Formiga, Tocantins. *Observatorium*, v. 04, n.12, p. 90-106, 2012.
- Michette, J. F. Modelos de previsão de erosão fluvial utilizando SIG: estudo na bacia hidrográfica da Represa do Lobo. Dissertação mestrado. São Carlos, SP. 2015.

- Nascimento, D. T. F., DE Araújo Romão, P., Sales, M. M., Vargas, C. A. L., & Dos Santos Amaral, C., 2016. Mapeamento da suscetibilidade e potencialidade a processos erosivos laminares e lineares ao longo do duto OSBRA da Petrobras. *Geosciences= Geociências*, 35(4), 585-597.
- Netto, A. L. C., 1998. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. Guerra & S. B. Cunha. *Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos*. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 3ª edição, p. 93-148.
- Oliveira, F. P.; Santos, D.; DA Silva I. D. F.; Naves Silva, M. L., 2008. Tolerância de Perda de Solo por Erosão para o Estado da Paraíba. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 8, 1519-5228.
- Pinto, G. S., Servidoni, L. E., Lense, G. H. E., Moreira, R. S., & Mincato, R. L., 2020. Estimativa das perdas de solo por erosão hídrica utilizando o Método de Erosão Potencial. *Revista do Departamento de Geografia*, 39, 62-71.
- Projeto MapBiomass. Coleção v6.1 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. Disponível em: <<https://plataforma.mapbiomas.org/map#coverage>>. Acesso em 25 de setembro de 2022.
- Quintairos, M. V. R.; Santana, E. D. J. M. , 2020. Identificação de ameaças de inundação na região da Calha Norte-Estado do Pará-Amazônia. *Brazilian Journal of Development*, 6(8), 60739-60756.
- Resende, M., CURI, N., Resende, S. B., Côrrea, G. F., 2002. *Pedologia: base para distinção de ambientes*, 4 ed. Viçosa-MG: NEPUT. 35p, 2002.
- Ross, J. L. S., 2005. *Geomorfologia: Ambiente e Planejamento*. 8ed. São Paulo: Contexto, (Repensando a Geografia). 85p, 2005.
- Salomão, F. X. T , 2010. Controle e prevenção dos processos erosivos. In: Guerra, A. J. T.; Silva, A. S. S.; Botelho, R. G. M. *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 229-267.
- Santos, S. A. & Santos, A. M., 2021. Panorama da suscetibilidade à erosão dos solos em municípios do semiárido de Pernambuco. *Revista Equador*, 10 (3), 2317-3491.
- São Paulo (Estado) , 1990. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. *Orientação para combate à erosão no estado de São Paulo, Bacia do Pardo Grande*. São Paulo: IPT.
- Silva, A. S., 2011. Mineração e Áreas de Preservação Permanentes (Apps) em Santo Antônio de Pádua – RJ. *Revista Sociedade & Natureza, Uberlândia*, ano 23 173-185.
- Silva, M. A.; Silva, M. L. N.; Avanzi, J. C.; Oliveira, A. H.; Lima, G. C.; Curi, N.; Leite, F. P., 2011. Erodibilidade de Latossolos no Vale do Rio Doce, região Centro-Leste do Estado de Minas Gerais. XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Uberlândia.
- Silva, L. C. N. & Luchiani, 2016 A. Estimativa de Perda de Solos por Erosão Laminar na Bacia Hidrográfica do Córrego Baguaçu-SP. *Revista do Departamento de Geografia*, 32, 15-28.
- Silva, Í. B., & Mendes, L. M. S, 2019. Mapeamento De Áreas Susceptíveis À Erosão Laminar No Alto Curso Do Rio Banabuiú-CE. *Revista Geoaraguaia*, 9(2).
- Soares-Filho, B. S, 2016. O papel das áreas protegidas da Amazônia, em especial as com apoio do ARPA, na redução do desmatamento. Rio de Janeiro: Funbio,
- Trevisan, D. P., Moschini, L. E., & Trevisan, B. P, 2018. Avaliação da vulnerabilidade dos solos à erosão no município de São Carlos–SP. *Revista de Geografia (Recife)*, 35(2), 354-370.