



ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA SUB-BACIA DO RIBEIRÃO CONGONHA NO MUNICÍPIO DE NEPOMUCENO-MG

Eduardo Gusmão Fachina¹

Pablo César Serafim²

André Luiz da Silva Bellini³

Rodrigo José Pisani⁴

RESUMO

As séries temporais do uso e cobertura da terra e os modelos de fragilidade ambiental, são ferramentas importantes para compreender a realidade das atividades agrícolas e de prevenção ambiental no Brasil. Entretanto, um dos principais agentes causadores da erosão hídrica laminar são as atividades antrópicas, como o manejo inadequado do solo, dos recursos hídricos e naturais com progressiva perda da biodiversidade. Desse modo, as geotecnologias propiciam um ambiente de monitoramento como o uso e cobertura da terra e a suscetibilidade do meio físico aos problemas ambientais. A pesquisa em questão foi aplicada para o município de Nepomuceno - MG, em que há uma realidade de culturas perenes, rotativas, silvicultura e áreas de preservação, além de grandes áreas de pastagem. Foi selecionada uma série temporal de 30 anos, considerando os anos de 1993, 2003, 2013 e 2023, observando a sub-bacia do Ribeirão Congonha, com o objetivo de monitorar as áreas com potencial fragilidade ambiental dentro do perímetro delimitado, a partir dos tipos de solo, declividade, e uso e cobertura da terra a partir de uma modelagem no ambiente SIG com a plataforma QGIS e dados do MapBiomias (SOUZA, 2020). Utilizando o método de fragilidade ambiental de Ross, 1994. Destacam-se os seguintes resultados alcançados: em 1993, observou-se que a fragilidade emergente mostrou manchas menos expressivas, abrangendo uma pequena parte da área total, sendo de acordo com as categorias hierárquicas “muito fraca”. Com o passar do tempo, a agricultura foi ocupando as áreas de pastagem, assim gerando uma ocupação expressiva. Em 2003, foi possível notar mudanças significativas nas áreas emergentes dentro da sub-bacia do ribeirão Congonha, e em 2013 o processo de ocupação intensiva tornou-se ainda mais evidente com a agricultura, ocupando os locais onde a declividade é mais acentuada, assim contribuindo para a elevação da fragilidade emergente. Em 2023, podemos ver o agravamento das condições ambientais, com a fragilidade ambiental se intensificando em áreas previamente suscetíveis. Conclui-se que a fragilidade está atrelada diretamente ao avanço desordenado das culturas anuais, assim sendo o estudo reforça a relevância de

¹Graduando do curso de Geografia da Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL-MG, eduardo.fachina@sou.unifal-mg.edu.br;

² Mestrando do Curso de Geografia da Universidade Federal de Alfenas-MG, pablo.serafim@sou.unifal-mg.edu.br

³ Mestrando do Curso de Geografia da Universidade Federal de Alfenas-MG, andre.bellini@sou.unifal-mg.edu.br

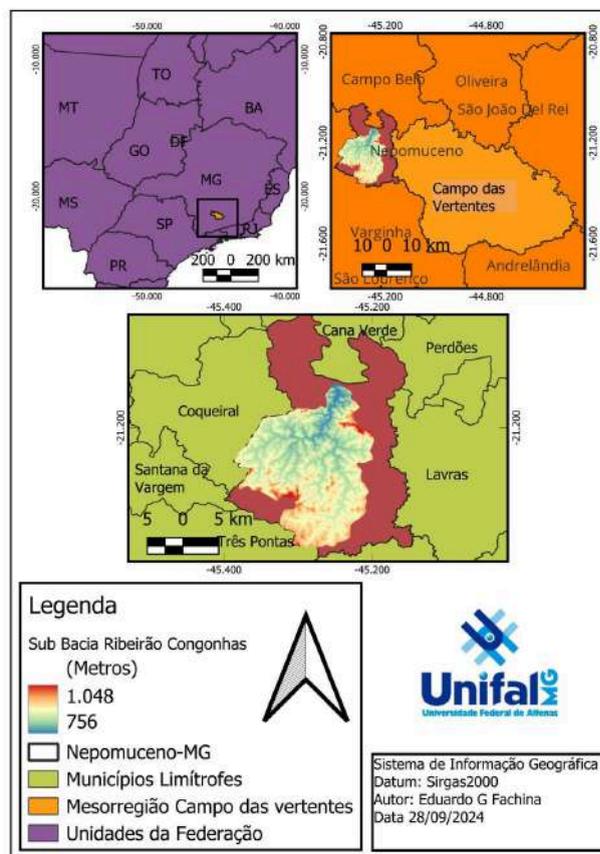
⁴ Professor Orientador: Titulação, Faculdade Universidade Federal de Alfenas rodrigo.pisani@sou.unifal-mg.edu.br

estratégias que auxiliem na mitigação dos impactos ambientais como ações voltadas a práticas de conservação do solo, incluindo recuperação de áreas degradadas e implementação de práticas sustentáveis para preservação na sub-bacia do ribeirão Congonha.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objetivo analisar o desenvolvimento da fragilidade ambiental na Sub-Bacia do Ribeirão Congonha, localizada no município de Nepomuceno (MG), ao longo dos últimos 30 anos. Trata-se de uma região de expressiva atividade agrícola, com predomínio da cultura do café, característica marcante do Campo das Vertentes, e crescente adoção de culturas anuais. A intensificação do uso do solo, muitas vezes em áreas com declividade acentuada, tem provocado alterações significativas no meio físico, contribuindo para o aumento da suscetibilidade ambiental (Figura 1).

Figura 1: Figura de área de estudo



A pesquisa está fundamentada no modelo de fragilidade ambiental proposto por Ross (1994), que considera a interação entre fatores naturais e antrópicos na dinâmica territorial. Para compreender a evolução da fragilidade ambiental, foi adotada uma



periodização em quatro marcos temporais: 1993, 2003, 2013 e 2023. Nesse contexto, destaca-se a relevância das geotecnologias na análise integrada do espaço geográfico.

METODOLOGIA

Foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto e SIG para a obtenção dos dados de declividade, uso e cobertura da terra e solos. Foram utilizados o software QGIS e a plataforma Google Earth Engine para o processamento e análise de dados espaciais e temporais. Os fatores considerados incluem uso e cobertura da terra (MapBiomas), características dos solos (UFV) e declividade (classificação da Embrapa). A análise integrada permite que possamos identificar áreas críticas que demandam mais atenção, como manejo e prática conservacionista. Os relevos foram classificados de acordo com Embrapa (1979), que visa dar descrições a essas áreas, de modo que notou-se que toda a área da sub-bacia do Ribeirão Congonha apresenta 5 classes: plano, suave ondulado, ondulado, forte ondulado e montanhoso. Algumas localizações que apresentam uma declividade mais acentuada acabam contribuindo com a erosão laminar, caso não tenham um manejo adequado para essas áreas.

Quadro 01. Classificação de declividade de acordo com a Embrapa (1979)

Declividade %	Descrição do Relevos
0 - 3	Plano
3 - 8	Suave Ondulado
8 - 20	Ondulado
20-45	Forte ondulado
45 - 75	Montanhoso
75 - 100	Escarpado

Para a classificação dos solos utilizou-se a base de dados da UFV que, para o estado de Minas Gerais, oferece um mapeamento detalhado de 1:650.000 de todos os solos que estão presentes dentro do estado. A partir disso, foi realizado um recorte para a área de estudo, considerando apenas os solos presentes dentro dos limites da região analisada. Desta maneira, foi possível ter dimensão dos solos presentes dentro da sub-bacia. Os solos mais frágeis, como os Argissolos e Cambissolos, de acordo com a



metodologia, receberam pesos maiores, pois apresentam maior vulnerabilidade a processos de degradação quando submetidos a uso inadequado. Essas informações foram fundamentais para a construção do mapa de fragilidade ambiental, uma vez que o solo é um dos elementos-chave na definição da resistência do meio às intervenções antrópicas.

Quadro 02. Tipos de solo encontrados na Sub-Bacia.

Legenda	Tipos de Solos	Pesos
LVd2	Latosolos Vermelho Distrófico	2
PVd1	Argissolo Vermelho Distrófico	3
PVAe4	Argissolo Vermelho-Amarelo	4
CXbd1	Cambissolos Háplico	3

Fonte: Crepani et al. 1991 e Ross, 1994.

Após a classificação dos relevos e dos solos, fez-se a aplicação para o uso e cobertura da terra, recortando uma periodização de 30 anos para entender tanto a fragilidade ambiental quanto o desenvolvimento do uso e cobertura da terra. Assim, através de experiência de campo, podemos classificar o uso da terra que está presente dentro da sub-bacia. Foram notadas 7 classes de uso e cobertura que são: formação florestal, silvicultura, pastagem, áreas urbanas, água, culturas temporárias e café, que é a cultura mais predominante na área de estudo. Desta maneira, podemos notar que a fragilidade vem tomando força devido ao crescimento de culturas temporárias de forma contínua, substituindo áreas anteriormente ocupadas por pastagem ou por cultivos perenes, como o próprio café. Essa dinâmica de expansão das culturas temporárias, muitas vezes associada a práticas agrícolas intensivas e ao uso inadequado do solo, tem contribuído para o aumento da fragilidade ambiental na sub-bacia.

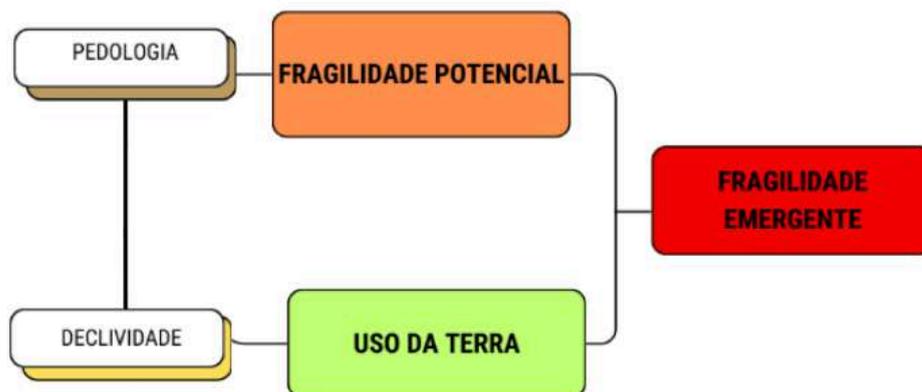
Quadro 03. Tipos de culturas presentes no uso e cobertura da terra

Uso e Cobertura da Terra	Pesos
Formação Florestal	1
Silvicultura	4
Pastagem	4
Urbano	3
Água	2
Culturas Temporárias	5
Café	4

Fonte: Crepani et al. 1991 e Ross, 1994.

A partir da atribuição de pesos, os dados vetoriais foram convertidos para o formato raster, utilizando a calculadora raster no QGIS. Em seguida, realizou-se a sobreposição dos fatores, resultando nos mapas de fragilidade potencial e fragilidade emergente. O fluxograma a seguir representa o processo metodológico adotado.

Figura 1: Metodologia adotada para a determinação da Fragilidade Ambiental.



REFERENCIAL TEÓRICO

A análise de fragilidade ambiental parte de uma compreensão do meio físico e possui diferentes níveis de resistência a ações antrópicas, sendo necessário considerar as interações entre os elementos naturais como solo, relevo, e uso e cobertura da terra.



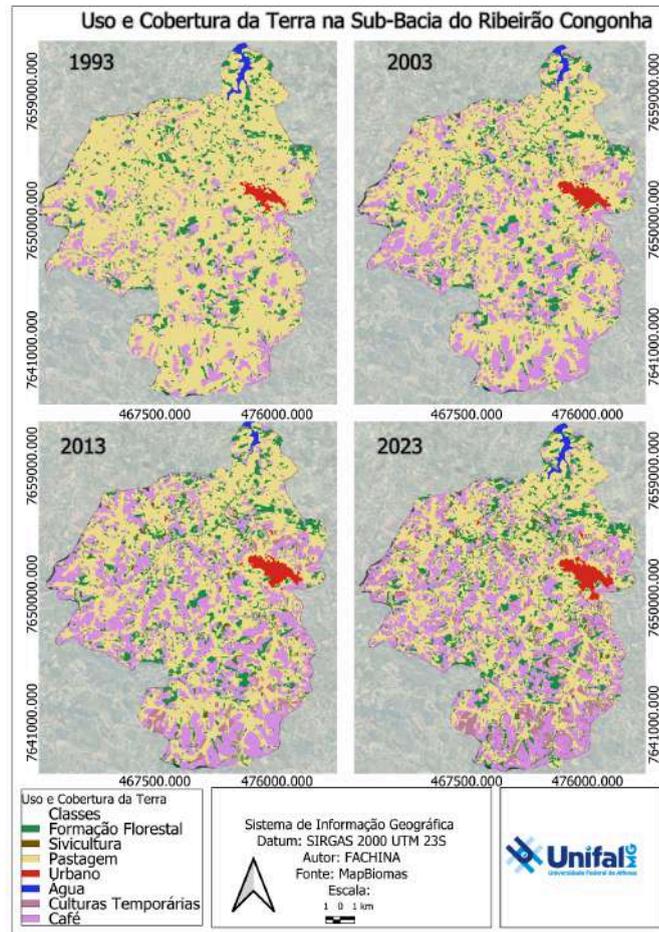
Neste contexto, o modelo de fragilidade ambiental proposto por Ross (1994) se destaca por considerar a combinação de fatores naturais e humanos para determinar áreas com maior suscetibilidade à degradação. Assim, integrar as geotecnologias e análises espaciais como ferramenta de análise ambiental é crucial para obter resultados precisos e rápidos para análise ambiental. Nessa linha metodológica podemos citar os trabalhos de Sampaio e Pinto (2019), que pesquisaram a fragilidade ambiental da sub-bacia do córrego Bebedouro Mato Grosso do Su, bem como o trabalho de Degrande e Bortuluzzi (2020), que aplicaram a mesma metodologia para a sub-bacia do córrego da Onça em Presidente Prudente-SP, e do trabalho de Thomazini e Lupinaci (2017) que avaliaram da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do córrego do Castelo, Bauru-SP.

Assim sendo, as ferramentas MapBiomas, QGIS e Google Earth Engine tem se mostrado fundamental para as análises em séries temporais, possibilitando análise detalhada e comparativa ao longo do tempo. A presente pesquisa se ancora teoricamente nos conceitos de fragilidade ambiental, dinâmicas de uso da terra e aportes geomorfológicos, aplicando, através do uso de geotecnologias, a gestão ambiental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sub-bacia do Ribeirão Congonha apresenta uma dinâmica espacial expressiva nas transformações do uso e cobertura da terra. Através de uma periodização do uso e cobertura da terra e da fragilidade, podemos notar mudanças expressivas, com destaque para a expansão das áreas urbanas e agrícolas, de modo que é possível notar um crescimento acentuado em culturas como café e culturas temporárias. Podemos também destacar um ponto importante que é característica do município e da região: a produção expressiva de café, muito presente dentro da região do campo das vertentes. As culturas anuais estão tomando cada vez mais espaço, pois com as mudanças climáticas os agricultores buscam por safras mais rápidas e economicamente viáveis, substituindo assim o café. Na figura 2, apresentamos as dinâmicas espaciais das mudanças do uso da terra dentro da Sub-Bacia do ribeirão congonghas.

Figura 2: Uso e cobertura do solo



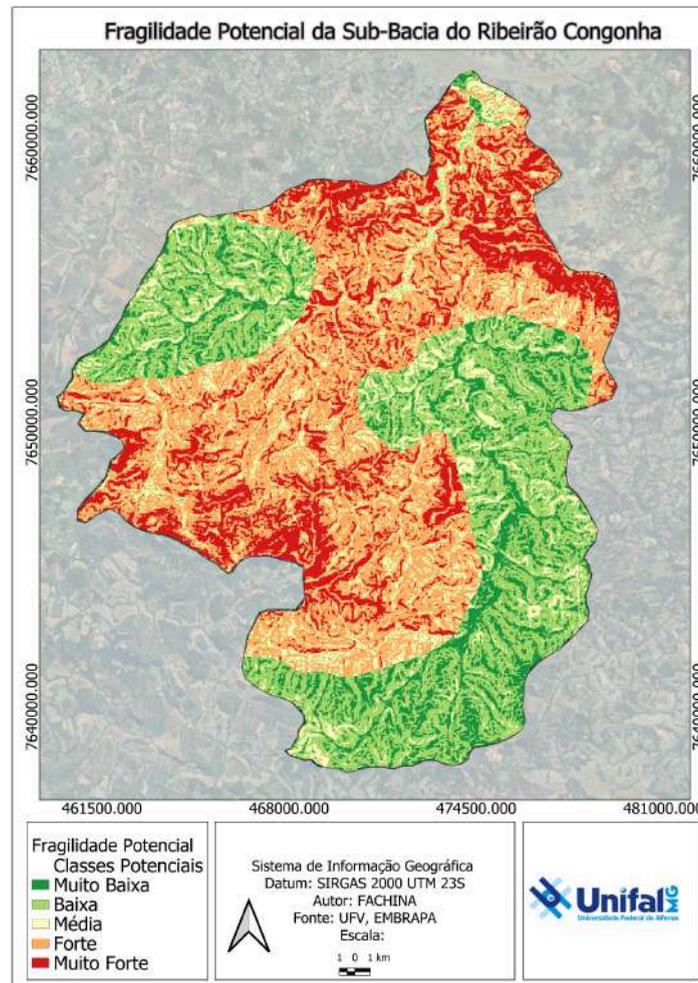
A vulnerabilidade do meio físico reflete diretamente na fragilidade potencial, classificada de acordo com a declividade e o solo presentes na sub-bacia. A partir disso, é possível observar a vulnerabilidade ambiental, que possibilita pensar novas maneiras de planejamento territorial e gestão ambiental dos recursos presentes na sub-bacia do Ribeirão Congonha, sobretudo em zonas mais frágeis, buscando priorizar práticas de conservação do solo em áreas com declividade acentuada de modo a reduzir os impactos negativos das atividades humanas sobre o sistema físico da sub-bacia. A análise temporal do uso e cobertura da terra feita através de um r.report completo usado no QGIS, entre os anos 1993 e 2023, revela mudanças significativas no padrão de ocupação, com destaque para o expressivo crescimento das lavouras temporárias que passaram de 0,30 ha em 1993 para 21,68ha em 2023 e da cultura do café, que saltou de 37,89 ha para 82.30ha no mesmo período. Tais mudanças reforçam a necessidade de



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

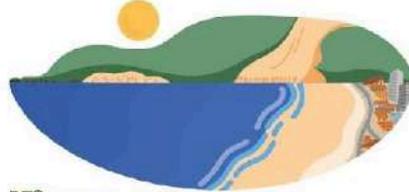
associar a expansão agrícola ao planejamento ambiental, garantindo que o uso da terra respeite a capacidade de suporte físico da paisagem.

Figura 3: Fragilidade potencial da área de estudo



A fragilidade emergente presente na Sub-Bacia do Ribeirão Congonha revelou mudanças significativas na paisagem. Foram considerados quatro marcos temporais, sendo 1993, 2003, 2013 e 2023, em que foi possível observar mudanças expressivas. Em 1993, a pesquisa apresentou classes muito baixas e baixas; em 2003, há uma mudança para classes médias e fortes; já em 2013 e 2023, a sub-bacia chegou a um ponto crítico pois, com o avanço das culturas temporárias, os níveis de classificação foram fortes e muito fortes.

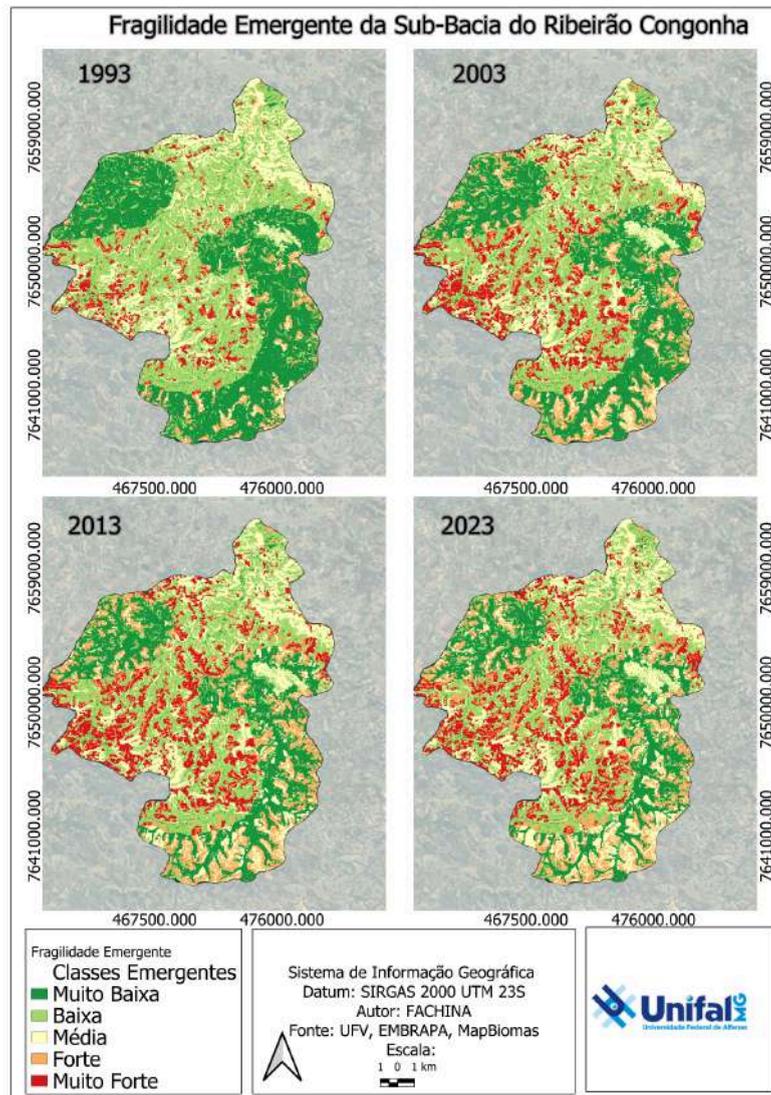
Assim sendo, os resultados refletem a intensificação do uso e ocupação do solo, uma vez que o avanço descontrolado da agricultura suprime as áreas de passagem e de florestas nativas. Com a troca de culturas perenes por culturas temporárias, houve



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

aumento da erosão laminar, devido aos solos expostos. A figura 4 traz uma representação de como a fragilidade emergente se comporta na sub-bacia do Ribeirão Congonha.

Figura 4: Fragilidade emergente da área de estudo



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise de fragilidade ambiental da Sub-bacia do Ribeirão Congonha mostrou mudanças significativas no uso e cobertura do solo, com destaque para mudanças expressivas nas áreas de pastagem e cultivos perenes, como café, que nesta localidade é a cultura predominante. Essa dinâmica de ocupação intensiva, especialmente em áreas com a declividade acentuada e solos mais frágeis, contribui para o aumento da fragilidade ambiental, tanto a potencial quanto a emergente.



Os resultados evidenciam o agravamento das condições ambientais na sub-bacia, especialmente na última década, onde a expansão agrícola desordenada tem se intensificado, contribuindo para processos de degradação do solo, como a erosão laminar, e afetando diretamente a sustentabilidade dos recursos locais. Neste sentido, torna-se evidente a necessidade de políticas públicas voltadas ao ordenamento do uso da terra de áreas degradadas e a implementação de práticas sustentáveis dentro da sub-bacia

Por fim, destaca-se a relevância da integração da gestão ambiental para o monitoramento contínuo da paisagem e a prevenção de impactos negativos na bacia hidrográfica, especialmente em contexto de crescente pressão agrícola, como no município de Nepomuceno.

REFERÊNCIAS

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/327212/1/SNLCSMiscelania11979.pdf>

DEGRANDE, E. J. S.; BORTOLUZZI, L. N. Análise da Fragilidade Ambiental Potencial e Emergente da bacia hidrográfica do córrego da Onça em Presidente Prudente/SP. **Geografia em Questão**. v. 13. n.03. 2020, pág 33-50 disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/geoemquestao/article/view/22570>

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. In: **Revista do Departamento de Geografia**. n.8, p.63-74,1994. Disponível em: <https://revistas.usp.br/rdg/article/view/47327>

THOMAZINI, L. S.; LUPINACI, C. M. AVALIAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL EM ÁREA DE EXPANSÃO URBANA: O CASO DA BACIA DO CÓRREGO DO CASTELO, BAURU (SP). **GEOGRAFIA, Rio Claro**, v. 42, n. 1, p. 71-87, 2017. Disponível em:

<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/12674/8409>

SAMPAIO, B. D. S.; PINTO, A. L. ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO BEBEDOURO, MATO GROSSO DO SUL. **Revista Geografia em Atos**, Departamento de Geografia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP, Presidente Prudente, (60 anos do curso de Geografia da FCT/UNESP: memórias e desafios), n. 15, v. 8, p. 55-78, dez/2019. Disponível em:

<https://revista.fct.unesp.br/index.php/geografiaematos/article/view/7007>

SOUZA JR, C. M. Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. *Remote Sensing*. 12: 1- 27. 2020. Available in: <https://www.mdpi.com/2072-4292/12/17/2735>