

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB-CPRM)

PROGRAMA GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES

MAPEAMENTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS VOLTADOS PARA A PREVENÇÃO DE DESASTRES

AVALIAÇÃO DE FEIÇÕES EROSIVAS

Serras Gerais, TO

REALIZAÇÃO

**DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL
DIVISÃO DE GEOLOGIA APLICADA**

2024

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Alexandre Silveira

Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Vitor Eduardo de Almeida Saback

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor Presidente

Inácio Melo

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Francisco Valdir Silveira

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Paulo Afonso Romano

Diretor de Administração e Finanças

Cassiano de Souza Alves

DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL

Chefe do Departamento de Gestão Territorial

Diogo Rodrigues Andrade da Silva

Chefe da Divisão de Geologia Aplicada

Tiago Antonelli

Chefe da Divisão de Gestão Territorial

Maria Adelaide Mansini Maia

EQUIPE TÉCNICA

Julio Cesar Lana

Tiago Antonelli

Rodrigo Luiz Gallo Fernandes

Marcelo Ferreira da Silva

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL
I PROGRAMA GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES I

MAPEAMENTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS
VOLTADOS PARA A PREVENÇÃO DE DESASTRES

AVALIAÇÃO DE FEIÇÕES EROSIVAS

Serras Gerais, TO

AUTORES

Julio Cesar Lana
Tiago Antonelli
Rodrigo Luiz Gallo Fernandes
Marcelo Ferreira da Silva



Palmas
2024

APRESENTAÇÃO

As ações promovidas pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM), no âmbito do Departamento de Gestão Territorial (DEGET), envolvem a coordenação, supervisão e execução de estudos do meio físico voltados à conservação ambiental, ordenamento territorial e prevenção de desastres.

Neste contexto, a Divisão de Geologia Aplicada (DIGEAP) tem papel fundamental na condução de estudos, projetos e programas, cujo foco principal é produzir instrumentos técnicos capazes de subsidiar os gestores públicos na formulação, aprimoramento e execução de políticas direcionadas à mitigação dos danos causados por eventos adversos de natureza geológica, como deslizamentos, quedas de blocos de rocha, erosões, inundações, dentre outros.

As atividades desenvolvidas pelo DEGET e pela DIGEAP incluem, ainda, ações de fomento à disseminação do conhecimento geocientífico, por meio da promoção de cursos de capacitação voltados aos agentes públicos e à sociedade em geral.

Assim, com esse espírito de inovação e com a responsabilidade de fomentar a ocupação segura e sustentável do território, o SGB-CPRM espera que as informações contidas no presente relatório possam ser empregadas em prol do bem-estar da sociedade brasileira.

Inácio Melo
Diretor-Presidente

Alice Silva de Castilho
Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados da avaliação de duas feições erosivas localizadas nas Serras Gerais, divisa entre os estados do Tocantins e Bahia, em atenção a uma solicitação feita pela Defesa Civil do Estado do Tocantins por meio do Ofício 199/2023/CODEC. As análises se embasaram nas particularidades geológicas, geomorfológicas, pedológicas e de uso e ocupação da região e das proximidades das cabeceiras das feições erosivas. Complementarmente, foi utilizado um veículo aéreo não tripulados da marca DJI, modelo Mavic 3 Pro, para a obtenção de imagens das porções inacessíveis das feições objeto deste estudo. Os resultados mostram que, a escarpa das Serras Gerais na porção investigada neste estudo é altamente suscetível à ocorrência de erosões e movimentos gravitacionais de massa, muito embora ações antrópicas possam deflagrar ou intensificar a erosão dos solos na região. Os dados permitem afirmar que a feição erosiva 1 possui mais de 20 anos de existência e encontra-se atualmente conectada ao nível de base local, fato que pode justificar sua ampla expansão lateral nos últimos anos. A feição erosiva 2 possui menos de 6 anos de existência e não exhibe conexão direta com o nível de base local, o que indica que os mecanismos de incisão devem ser preponderantes em sua evolução ao longo dos próximos anos. Não se descarta que o excessivo volume de sedimentos erodidos possa causar impactos ambientais, sociais e econômicos às comunidades instaladas na base da escarpa das Serras Gerais. Por fim, foi recomendada a manutenção das estruturas de mitigação do avanço ora instaladas no interior e arredores das formas erosivas e a interrupção do lançamento de lixo e entulho nas cavidades.

Palavras-chave: erosão; prevenção de desastres; ordenamento territorial.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	1
3. LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO	1
4. MÉTODOS.....	2
5. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO	4
6. RESULTADOS	7
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	14
REFERÊNCIAS	15

1. INTRODUÇÃO

A erosão do solo é um processo que compreende a remoção de partículas e seu transporte até que não haja mais energia suficiente para tal, quando então são iniciados os mecanismos deposicionais (Merritt *et al.* 2003). Embora seja um fenômeno natural, diretamente relacionado à esculturação da superfície terrestre, a erosão pode acarretar diversos problemas ambientais, dentre os quais se destacam a degradação de terras agricultáveis pela remoção dos horizontes mais férteis do solo, a destruição de elementos de infraestrutura e o assoreamento de cursos d'água e reservatórios. Por esse motivo, no Brasil, desde a década de 1970, medidas de combate à erosão do solo devem ser obrigatoriamente implementadas durante o manejo e ocupação do território, conforme determinado pelas leis federais 6.225/1975, 9.605/1998, 12.608/2012 e 12.651/2012 (Brasil 1975, 1998, 2012a, 2012b).

Apesar de serem escassos os estudos sobre erosão do solo no estado do Tocantins, Rocha (2019) salienta que, em geral, nesta unidade federativa, os solos residuais provenientes da intemperização dos arenitos e granitoides são altamente friáveis e, portanto, suscetíveis à erosão hídrica e movimentos gravitacionais de massa. Esta afirmação pode ser confirmada pelo recente aporte de recursos financeiros feito pelo Governo do Estado do Tocantins para a mitigação de processos erosivos instalados às margens de algumas rodovias¹², fato que evidencia a relevância destes fenômenos no estado.

Em setembro de 2023, motivada por uma notificação do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), a Defesa Civil Estadual do Tocantins apresentou ao Serviço Geológico do Brasil (SGB), por meio do Ofício 199/2023/CODEC, uma solicitação de avaliação de processos erosivos instalados na região das Serras Gerais, mais especificamente na divisa entre os municípios de Luís Eduardo Magalhães/BA e Taguatinga/TO. Tal requisição foi justificada pela possibilidade de a comunidade rural do Retiro ser afetada pelo fenômeno em curso.

Assim, considerando o cenário exposto, uma equipe técnica do SGB esteve na região das Serras Gerais entre os dias 20 e 23/02/2024 para realizar a avaliação de duas feições erosivas indicadas pela Defesa Civil Estadual, cujos resultados são apresentados neste relatório.

2. OBJETIVOS

O objetivo central deste trabalho consiste na avaliação de duas feições erosivas indicadas pela Defesa Civil Estadual do Tocantins, com vistas a subsidiar a tomada de decisões assertivas por parte do poder público, no que diz respeito à implementação de eventuais medidas para mitigação do avanço do fenômeno, bem como para recuperação ambiental das áreas adjacentes.

3. LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO

As duas feições erosivas avaliadas se localizam nas Serras Gerais, mais precisamente na divisa entre os estados da Bahia e Tocantins (Figura 1).

A feição 1 está posicionada na fronteira entre os municípios de Taguatinga/TO e Luís Eduardo Magalhães/BA e, a partir de Taguatinga, seu acesso pode ser feito por meio da BR-242, por onde percorre-se cerca de 13 km até as proximidades da divisa de TO-BA. Neste ponto, o caminho segue por aproximadamente 20 km por estradas vicinais não pavimentadas, em meio à campos de soja (Figura 1).

A feição 2 fica na fronteira entre os municípios de Lavandeira/TO e São Desidério/BA. A partir de Lavandeira/TO, seu acesso pode ser feito pela rodovia TO-110, até o entroncamento com a rodovia GO-452, pela qual percorre-se cerca de 80 km até a Fazenda Sete Povos. Neste ponto, o caminho até a erosão segue

¹ Disponível em: <https://www.to.gov.br/secom/noticias/governo-do-tocantins-promove-recuperacao-de-areas-degradadas-com-risco-a-integridade-das-rodovias/6h0q9e7vmqci>

² Disponível em: <https://www.to.gov.br/noticias/governo-do-tocantins-conclui-obra-de-eliminacao-de-vocoroca-as-margens-da-to-010-entre-babaculandia-e-wanderlandia/5zl9a1zd2cvr>

por 20km em meio a plantações de soja (Figura 1).

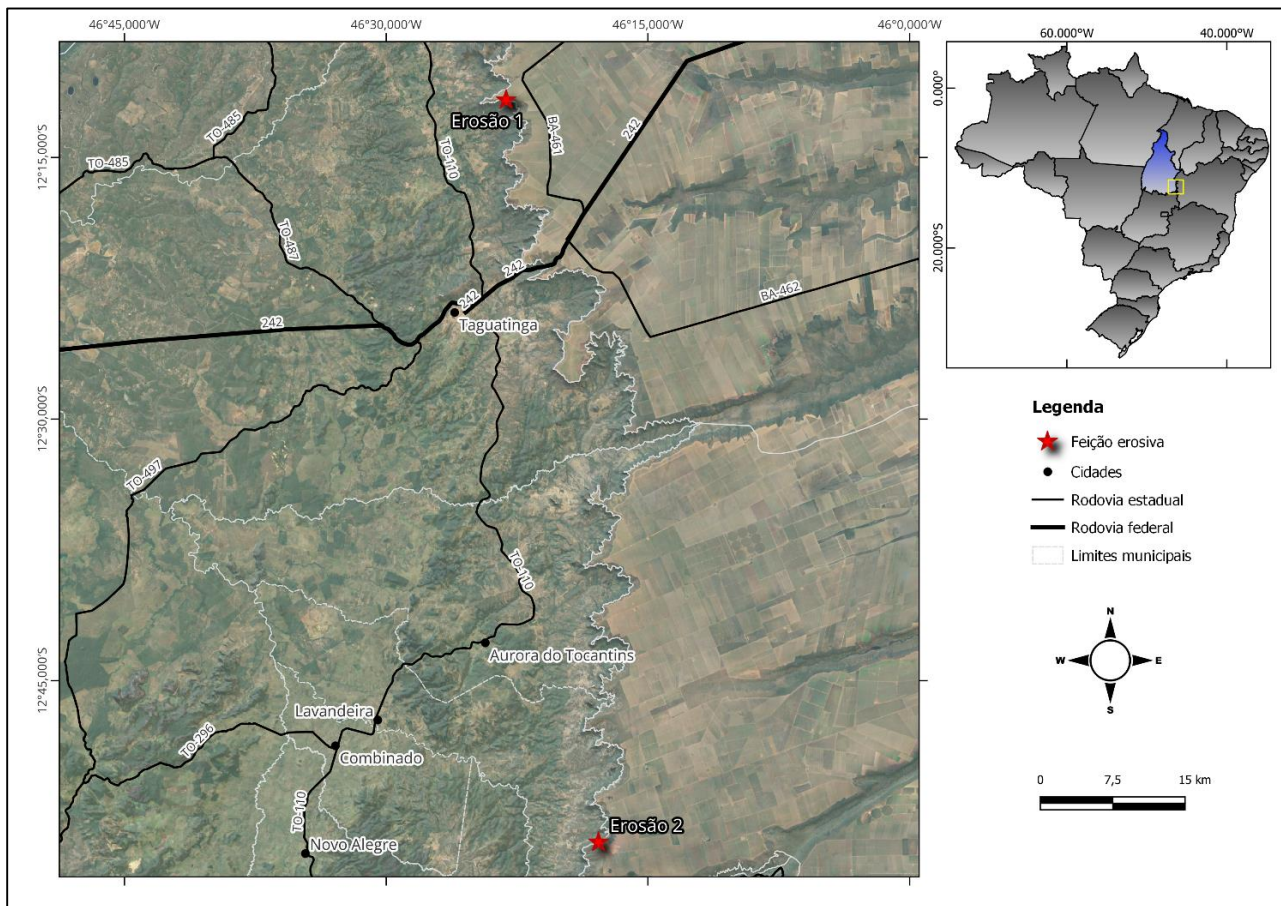


Figura 1: Localização das feições erosivas analisadas neste trabalho. Fonte: elaborada pelos autores.

4. MÉTODOS

A execução deste estudo englobou três etapas principais: i) planejamento dos levantamentos de campo; ii) execução das vistorias em campo; iii) elaboração dos produtos finais.

O planejamento dos levantamentos de campo se iniciou com a compilação de estudos prévios realizados na região, os quais serviram de base para a realização das etapas subsequentes. Nesta etapa, no dia 19/02/2024, ocorreu também uma reunião presencial com o Prefeito Municipal de Taguatinga/TO, Sr. Paulo Roberto, tendo como objetivo, informar o escopo do estudo, assim como confirmar quais seriam os locais prioritários a serem avaliados (Figura 2).

O levantamento de campo foi realizado entre os dias 20 e 22/02/2024 pelos profissionais elencados no quadro 1. Durante essa fase, objetivou-se a identificação e caracterização das feições erosivas, a partir da observação das particularidades geológicas, geomorfológicas, pedológicas e de uso e ocupação da região. Para tanto, foram feitas análises visuais nas proximidades das cabeceiras das feições erosivas (Figura 3), bem como imagens aéreas utilizando um veículo aéreo não tripulados (VANT) da marca DJI, modelo Mavic 3 Pro, o qual foi de grande relevância para a obtenção de imagens das porções inacessíveis das feições objeto deste estudo (Figura 4).

Quadro 1: Relação de profissionais que participaram da reunião de alinhamento, realizada na prefeitura municipal de Taguatinga/TO.

Nome	Cargo	Instituição
Julio Cesar Lana	Geólogo – Pesquisador em Geociências	Serviço Geológico do Brasil
Tiago Antonelli	Geólogo – Pesquisador em Geociências	Serviço Geológico do Brasil
Rodrigo Luiz Gallo Fernandes	Geólogo – Pesquisador em Geociências	Serviço Geológico do Brasil
Marcelo Ferreira da Silva	Geólogo – Pesquisador em Geociências	Serviço Geológico do Brasil
Kalleb Luan Andrade Jorge	Aspirante OF-BM-TO	Defesa Civil Estadual do Tocantins
Whylasson Lopes Gomes	Sub-Tenente BM-TO	Defesa Civil Estadual do Tocantins
Paulo Roberto Ribeiro	Prefeito	Prefeitura Municipal de Taguatinga/TO



Figura 2: Registro da reunião realizada na prefeitura municipal de Taguatinga/TO. Fonte: foto dos autores.



Figura 3: Análises visuais realizadas nas cabeceiras na feição erosiva 1. Fonte: fotos dos autores.



Figura 4: Utilização de veículo aéreo não tripulado nos levantamentos de campo. Fonte: foto dos autores.

5. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

De forma sintetizada, são descritas a seguir as principais características do meio físico da área de estudo.

5.1. Aspectos geológicos

As erosões analisadas neste trabalho se localizam nas Serras Gerais, onde predominam as unidades litoestratigráficas atribuídas ao Grupo Urucuia, que constitui a unidade da Supersequência Sanfranciscana com mais amplo espalhamento areal.

Eventos de reativação tectônica associados à abertura do Atlântico Sul (Cretáceo-Terciário) resultaram na sedimentação dos arenitos do Grupo Urucuia (Campos & Dardenne, 1997b). A Geomorfologia desta unidade forma uma chapada contínua do norte de Minas Gerais até o sul do Piauí, atravessa longitudinalmente todo o Estado da Bahia e leste do Tocantins (SGARBI *et al.*, 2001). Seus paleoambientes variam de desérticos na base para lacustres no topo (ZALÁN & ROMEIRO-SILVA, 2007).

Na região de divisa entre os estados do Tocantins e Bahia, os estratos sedimentares da Bacia do Parnaíba são cobertos por arenitos eólicos das formações Posse e Serra das Araras. No oeste baiano, precisamente no município de Luís Eduardo Magalhães, ocorrem as coberturas eluvionares representadas por depósitos *in situ* ou pouco retrabalhados, que se desenvolvem a partir dos arenitos do Grupo Urucuia. Ocorrem nas extensas chapadas, denominada Formação Chapadão (Campos & Dardenne, 1997a). Também correspondente a esta formação, ocorrem as coberturas coluvionares resultantes de pequenos retrabalhamentos das unidades fanerozoicas e da regressão de formas de relevo tabular elevado (mesetas, tabuleiros, Serras Gerais). Essas formações compõem o Grupo Urucuia que, por sua vez, integra a coluna sedimentar da Bacia Sanfranciscana (Campos & Dardenne, 1997a; Campos & Dardenne, 1997b).

Nota-se na divisa do Tocantins com a Bahia estratos cruzados de grande porte, com planos de estratificação menor com altos ângulos (25-30°) e pequenos ângulos, constituídos por arenitos avermelhados. Esse conjunto de fácies é característico de ambiente deposicional formado em um sistema eólico de campos de dunas, pertinentes à Formação Posse. Na Formação Serra das Araras a contribuição eólica também foi atestada pela presença de grãos esféricos e polidos, isolados no arcabouço dos arenitos e flutuantes nos níveis pelíticos (Campos & Dardenne, 1997a).

O potencial aquífero do grupo é essencial ao desenvolvimento da fronteira agrícola do MATOPIBA. A sigla MATOPIBA é o acrônimo criado com as iniciais dos estados que o compõem: Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia. Essa área geográfica foi delimitada pela EMBRAPA, em 2014, e corresponde ao Bioma Cerrado pertinente a esses estados e que estão em plena expansão agrícola, com a introdução de tecnologias de alta produtividade, e consequente, de crescimento socioeconômico. Entretanto, o desmatamento desse bioma,

muito próximo às escarpas fronteiriças entre a Bahia e o Tocantins, tem provocado a aceleração dos processos erosivos causados pelo escoamento superficial das águas (*runoff*).

5.2. Aspectos geomorfológicos

As feições erosivas alvo deste estudo estão inseridas no Chapadão Ocidental Baiano, domínio geomorfológico definido pelo IBGE (2007), e também denominado de Espigão Mestre por Ab'Saber (1964) (Figura 05). Constitui-se por uma ampla superfície aplainada, alçada em altitudes entre 860 e 980 metros, delimitada a oeste por um rebordo escarpado abrupto, onde distinguem-se diversas rampas de colúvio e tálus, além de franca ação de processos erosivos e movimentos gravitacionais de massa (Figura 05) (DANTAS *et al.* 2008). As unidades litoestratigráficas que sustentam este planalto correspondem ao topo da sucessão estratigráfica da bacia sedimentar do São Francisco e são representadas por cornijas de arenitos Uruçuia silicificados e perfis lateríticos.

A oeste do Chapadão Ocidental Baiano existe um extenso patamar intermediário, localizado entre a depressão do médio-alto vale do rio Tocantins e o sopé do Chapadão Ocidental Baiano, denominado pelo IBGE (2007) como Patamares do Chapadão Ocidental Baiano (Figura 06). Para Dantas *et al.* (2008), este domínio geomorfológico consiste em áreas de baixos platôs, frequentemente dissecado em relevo de colinas e morros baixos, onde distinguem-se esparsos morros-testemunho esculpidos em arenito, que representam os resquícios da posição outrora ocupada pelo Chapadão Ocidental Baiano (Figura 06).

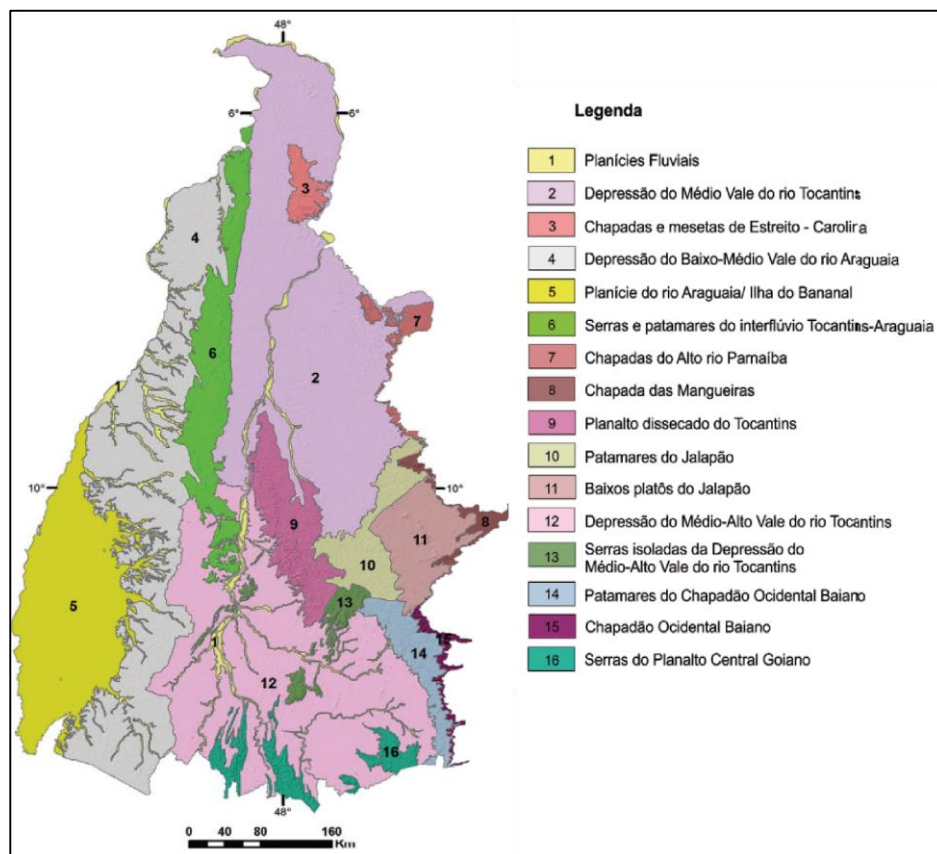


Figura 05: Mapa de domínios geomorfológicos do estado do Tocantins. Fonte: Dantas *et al.* (2019).

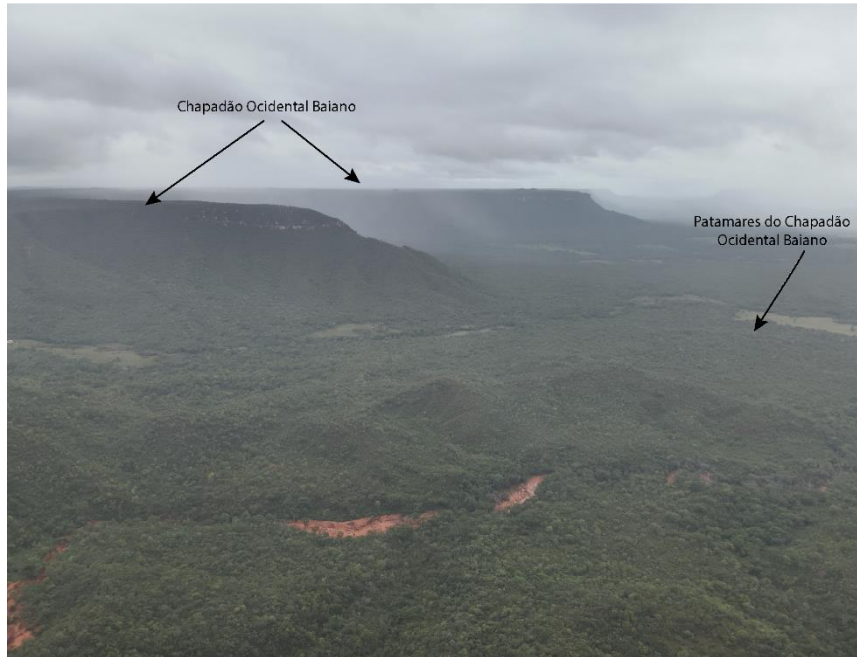


Figura 06: Fotografia panorâmica evidenciando as superfícies aplainadas alçadas do Chapadão Ocidental Baiano, abruptamente delimitadas por rebordos erosivos escarpados, e as superfícies aplainadas dos Patamares do Chapadão Ocidental Baiano. Fonte: foto dos autores.

5.3. Aspectos pedológicos

De acordo com Lumbreras *et al.* (2015), as superfícies aplainadas do Chapadão Ocidental Baiano encontram-se predominantemente encobertas por espessos perfis de solo bem drenados e lixiviados, a exemplo dos latossolos distróficos (Figura 07). Subordinadamente, ocorrem neossolos quartzarênicos, normalmente associados às bordas dos vales suaves que escavam o topo do planalto. Nos rebordos escarpados, predominam os afloramentos rochosos e, localmente, ocorrências de neossolos litólicos.

Nos domínios dos Patamares do Chapadão Ocidental Baiano, ocorrem uma variedade de pedotipos, os quais estão intimamente relacionados à configuração litoestrutural e hidrológica da região. Neste contexto, neste domínio geomorfológico destacam-se as ocorrências de cambissolos háplicos, neossolos litólicos, nitossolos, chernossolos e argissolos (DANTAS *et al.*, 2019).



Figura 07: Espesso perfil de latossolo vermelho exposto na feição erosiva 1, no topo do Chapadão Ocidental Baiano. Fonte: foto dos autores.

5.4. Uso e ocupação

Na região de estudo, é nítida a variação dos padrões de uso e ocupação entre os territórios inseridos no estado da Bahia e do Tocantins. Os primeiros, localizados no topo do Chapadão Ocidental Baiano, encontram-se em uma zona de franca atividade agrícola, caracterizada por amplos campos predominantemente encobertos por plantações de soja e algodão (Figura 08). Neste domínio, a vegetação de Cerrado nativo praticamente não existe mais e, quando presente, se restringe às encostas mais declivosas localizadas na borda do planalto e nos pequenos vales que dissecam este compartimento geomorfológico. No estado do Tocantins, a vegetação nativa encontra-se evidentemente mais bem preservada e compõe-se principalmente de florestas estacionais semidecíduas e decíduas, além de trechos dominados por Cerrado nativo. Nesta unidade federativa, as áreas onde a vegetação nativa foi suprimida foram, na maior parte, utilizadas para a implementação de atividades agropecuárias (Figura 08).

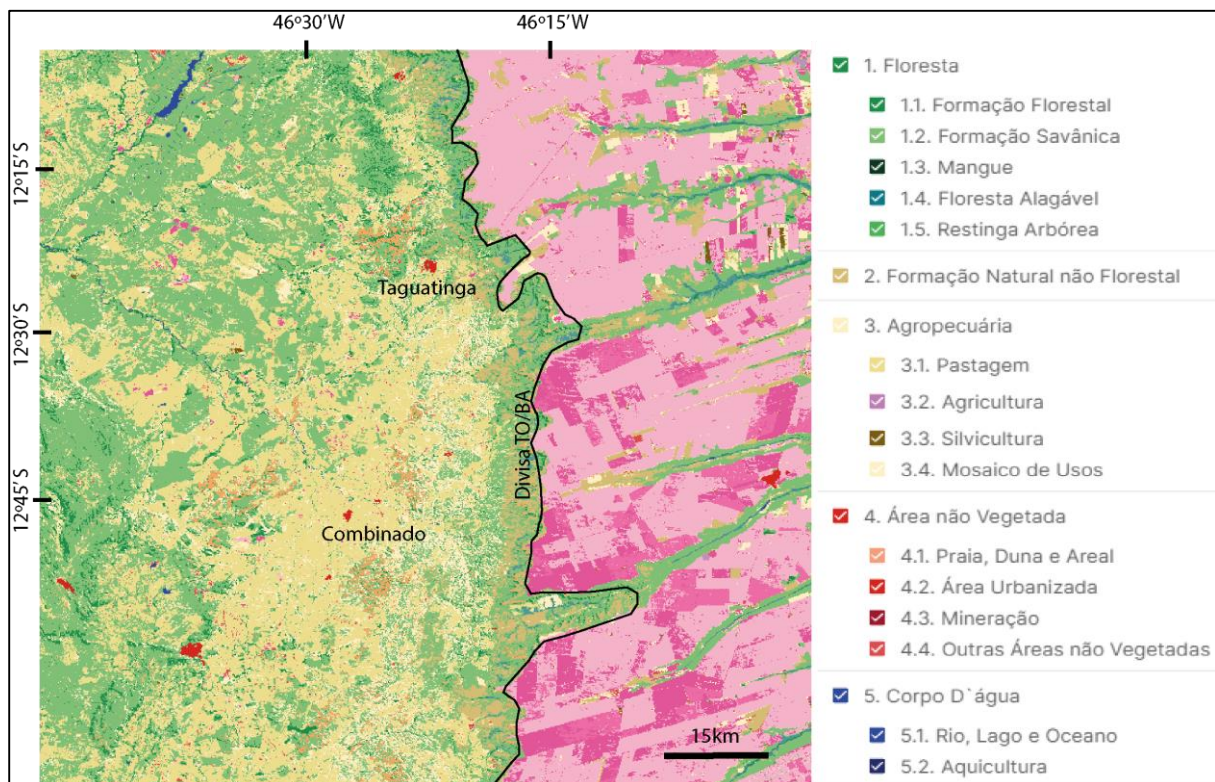


Figura 08: Mapa de uso e ocupação do solo. Fonte: adaptado de MapBiomass³.

6. RESULTADOS

Neste tópico são apresentados os principais resultados obtidos no trabalho. Para melhor compreensão das informações, optou-se por apresentá-los em tópicos individuais para cada feição erosiva.

6.1. Feição erosiva 1

De acordo com as imagens orbitais históricas disponíveis no Google Earth, a feição erosiva 1 surgiu entre meados da década de 1980 e final da década de 1990. Atualmente, apresenta cerca de 600 metros de extensão, 30 metros de profundidade máxima e envolve uma área de aproximadamente 57.424 m². O volume total erodido é de cerca de 237.426 m³ e o interior da erosão é desprovido de vegetação, fato que evidencia

³ Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/>

seu estágio de franca expansão (Figura 09).



Figura 09: Fotografia panorâmica da feição erosiva 1, obtida por drone. Fonte: foto dos autores.

Entre os anos de 2002 e 2020, a evolução areal dessa forma erosiva ocorreu de maneira relativamente constante, segundo uma taxa em torno de $600 \text{ m}^2/\text{ano}$. No entanto, nos últimos quatro anos, houve uma nítida acentuação dos processos erosivos, fato que acarretou um aumento de 3,5 vezes da área erodida, a uma taxa média de $10.000 \text{ m}^2/\text{ano}$ (Figura 10). Neste período, além do alargamento das bordas, nota-se o surgimento de uma ramificação a NW com cerca de 20.000 m^2 , ao redor da qual foram observadas trincas que comprovam a existência dos processos de retração das bordas (Figura 11 e Figura 12).



Figura 10: Gráfico que registra a expansão areal da feição erosiva 1 entre os anos de 2002 e 2024. Fonte: elaborado pelos autores.

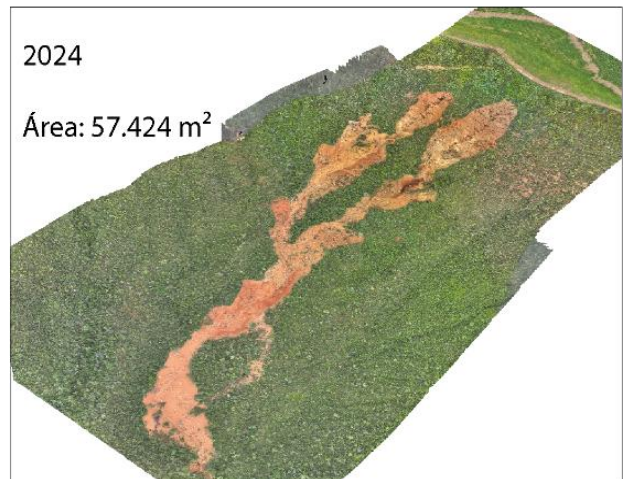


Figura 11: Registro da evolução da feição erosiva 1 entre os anos de 2002 e 2024. Fonte: figuras de 2002 a 2020 - Google Earth; figura de 2024 – elaborado pelos autores.



Figura 12: Trincas localizadas ao redor da borda da feição erosiva 1. Fonte: foto dos autores.

A erosão 1 encontra-se nas cabeceiras da bacia do córrego São Gonçalo, afluente da margem direita do Rio Grande. Além de constituírem importantes fontes de abastecimento para as comunidades da região, estes cursos d'água são localmente utilizados para o desenvolvimento de atividades econômicas, como pesca artesanal e irrigação de plantações. Assim, não se descarta que o excessivo volume de sedimentos provenientes do processo erosivo em curso, possa causar o assoreamento dos rios e o aumento da turbidez da água, o que inviabilizaria o seu uso pelos habitantes locais e impactaria negativamente na sobrevivência da fauna aquática da região (Figura 13).

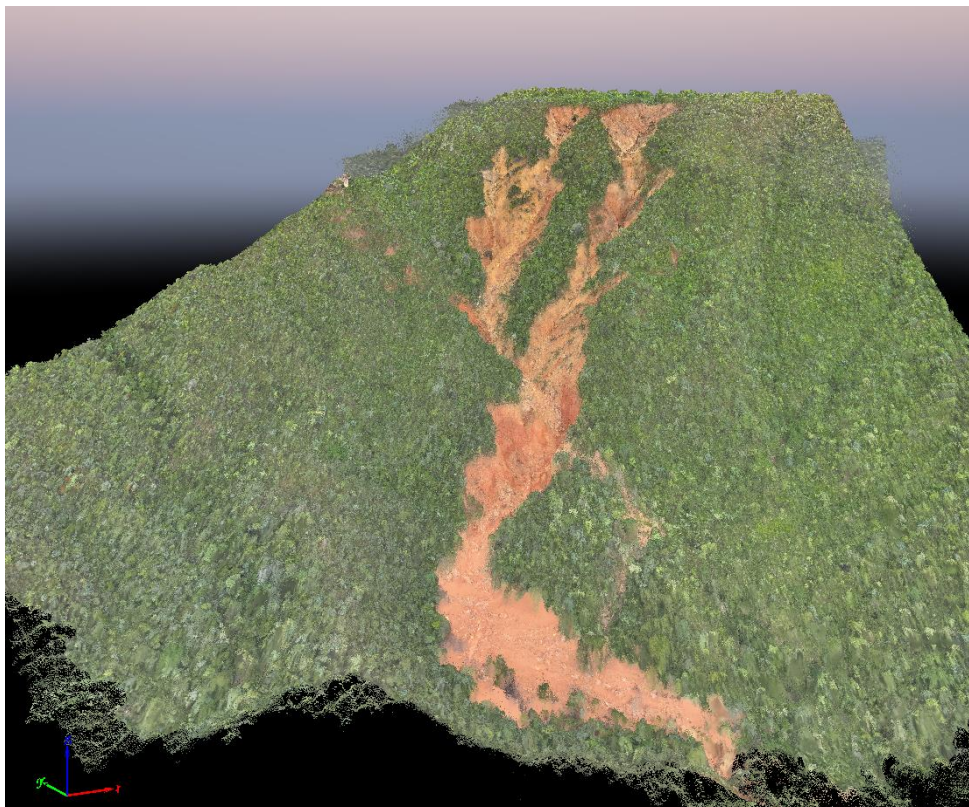


Figura 13: Modelo tridimensional da feição erosiva 1 obtido por meio do processamento de imagens capturadas por veículo aéreo não tripulado. Fonte: elaborado pelos autores.

Atualmente, há um Plano de Recuperação de Área Degradada sendo executado no entorno da erosão 1. No local, foram observadas algumas leiras, além de uma série de paliçadas no interior da forma erosiva, provavelmente implementadas com o intuito de reduzir a energia do escoamento superficial no interior da erosão e, conseqüentemente, o destacamento e transporte de sedimentos. Embora esta seja uma tentativa adequada de mitigação do avanço dos processos erosivo, cabe ressaltar que a manutenção desse tipo de intervenção deve ser frequente, uma vez que, durante as chuvas, as leiras podem ser erodidas e as estacas podem se mover ou até mesmo serem soterradas (Figura 14 e Figura 15).



Figura 14: Leiras e sinalização do plano de recuperação de áreas degradadas no entorno da feição erosiva 1. Fonte: foto dos autores.



Figura 15: Paliçadas instaladas no interior da feição erosiva 1. Fonte: foto dos autores.

6.2. Feição erosiva 2

Diferentemente da erosão 1, que possui mais de 20 anos de existência, a feição erosiva 2 foi deflagrada há menos de 6 anos, entre 2018 e 2023 (Figura 16). Atualmente, apresenta 93 metros de extensão, 30 metros de profundidade máxima e envolve uma área de aproximadamente 2.649 m². O volume total erodido é de cerca de 7.000 m³ e o interior da erosão é desprovido de vegetação, o que sugere seu alto grau de atividade. Por se tratar de uma forma erosiva recente, não há dados suficientes para estimar sua taxa de evolução (Figura 16).



Figura 16: Evolução da feição erosiva 2 entre os anos de 2018 e 2024. Fonte: figuras de 2018 e 2023 – Google Earth; figura de 2024 – elaborado pelos autores.

Foi constatado que, atualmente, a erosão 2 encontra-se desconectada do nível de base local, que corresponde à base do rebordo erosivo das Serras Gerais. Além disso, cerca de 60 metros à jusante da erosão 2, observam-se duas formas erosivas menos profundas, posicionadas na borda da escarpa (Figura 17). Assim, não se descarta que a continuidade dos processos erosivos possa, futuramente, resultar na conexão das três feições erosivas identificadas, o que poderia resultar na intensificação dos mecanismos de incisão.

A erosão 2 encontra-se nas cabeceiras da bacia do córrego São Bartolomeu, afluente da margem direita do Rio Mosquito. A exemplo da feição erosiva 1, porém de forma ainda menos intensa, o excessivo volume de sedimentos erodidos pode gerar impactos ambientais e econômicos para a população que reside nas

comunidades localizadas no sopé da serra.

Existem no interior da feição erosiva 2 uma série de barreiras implantadas com foco na redução do escoamento concentrado no interior da erosão, estruturas estas que carecem de manutenção periódica para que se mantenham eficientes. Além disso, notou-se uma grande quantidade de lixo depositado no interior da cavidade erosiva. Cabe ressaltar que o lançamento de entulho e lixo nas cavidades, além de não ajudar na mitigação do problema são deletérios, uma vez que contaminam o lençol freático e podem potencializar possíveis fluxos de detritos em caso de chuvas volumosas (Figura 18 e Figura 19).



Figura 17: Modelo tridimensional da feição erosiva 2 obtido por meio do processamento de imagens capturadas por veículo aéreo não tripulado. Fonte: elaborado pelos autores.



Figura 18: Pneus e entulhos lançados na erosão. Fonte: foto dos autores.



Figura 19: Foto panorâmica da feição erosiva 2, obtida por drone. Notar barreiras de geotêxtil, além de lixo e entulho depositado no interior da erosão. Fonte: foto dos autores.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A partir da observação de imagens aéreas e considerando as características geológicas e geomorfológicas da região, é possível afirmar que a escarpa das Serras Gerais na porção investigada neste estudo é altamente suscetível à ocorrência de erosões e movimentos gravitacionais de massa. Assim, embora os processos erosivos sejam comuns e tipicamente associados à evolução do relevo da região, insta ressaltar que ações humanas inadequadas podem deflagrar e intensificar estes fenômenos. Neste contexto, problemas como a falta de disciplinamento de águas pluviais, bem como a supressão de vegetação nativa induzem a erosão dos solos.

A feição erosiva 1 encontra-se praticamente conectada ao nível de base local, de modo que nos próximos anos os mecanismos de alargamento de suas bordas devem prevalecer frente aos processos de incisão, conforme registrado nos últimos 4 anos. Por sua vez, espera-se que a evolução da erosão 2 ao longo dos próximos anos ocorra majoritariamente por meio da incisão dos sulcos e canais existentes no interior da feição, até que seu exutório se conecte ao nível de base local ou que a erosão atinja o leito rochoso subjacente.

Os dados disponíveis para a realização deste trabalho não são suficientes para afirmar com exatidão se as feições erosivas analisadas foram deflagradas por fatores naturais ou antrópicos. No entanto, é fato que a supressão quase que total da vegetação nativa no topo da serra contribui para a aceleração do escoamento superficial, que é um dos principais fatores causadores da erosão do solo. Por este motivo, é recomendável o replantio da vegetação nativa numa faixa de, pelo menos, 100 metros a partir da borda da escarpa, em direção a Chapada, tanto para evitar que novas erosões se instalem, quanto para conter o avanço dos processos já existentes. Adicionalmente é altamente desejável a implementação de mecanismos para disciplinar o escoamento de águas pluviais, de modo a reduzir ao máximo o fluxo superficial concentrado que escoam pelo rebordo erosivo escarpado. Estruturas como barreiras de geotêxtil e paliçadas são tentativas válidas para mitigar o avanço do processo erosivo, desde que seu dimensionamento seja adequado e que seja feita sua manutenção periódica.

Por fim, cabe enfatizar que além de não contribuir para a estabilização dos processos erosivos, o lançamento de lixo e entulho no interior das cavidades erosivas pode causar impactos ambientais de grande monta, como a contaminação de aquíferos, a proliferação de doenças e o risco de fluxos de detritos durante episódios de chuvas intensas.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A.N. O relevo brasileiro e seus problemas. In: AZEVEDO, A. (Org.) Brasil - a terra e o homem: as bases físicas. São Paulo: Nacional, 1964. v. 1, p. 135-250.
- BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. 2012a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm. Acesso em: 25/03/2022.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. 2012b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 25/03/2022.
- BRASIL. Lei nº 6.225, de 14 de julho de 1975. 1975. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6225.htm. Acesso em: 25/03/2022.
- BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso em: 25/03/2022.
- CAMPOS, J. E. G.; DARDENNE, M. A. Origem e evolução tectônica da Bacia Sanfranciscana, Revista Brasileira de Geociências, v. 27 (3): 283 – 294. 1997b.
- CAMPOS, J. E. G.; DARDENNE, M.A. Estratigrafia e sedimentação da Bacia Sanfranciscana: Uma revisão, Revista Brasileira de Geociências, 27(3): 269 – 282. 1997a.
- DANTAS, M.E.; ARMESTO R.C.G.; ADAMY, A. A origem das paisagens. In: SILVA, C.R. (Ed.) Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. Cap. 3, p. 33-56.
- DANTAS, M.E.; SHINZATO, E.; CARVALHO FILHO, A.; LUMBRERAS, J.F.; TEIXEIRA, W.G.; ROCHA, M.G.; MACHADO, M. Origem das paisagens do estado do Tocantins. In: ROCHA, M.G. (org.). Geodiversidade do Estado do Tocantins. Goiânia: CPRM, 2019.
- IBGE. Geomorfologia. Mapa geomorfológico do Estado do Tocantins. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, 2007a. 1 mapa color. Escala 1:1.000.000.
- LUMBRERAS, J. F.; CARVALHO FILHO, A.; MOTTA, P. E. F.; BARROS, A. H. C.; AGLIO, M. L. D.; DART, R.O.; SILVEIRA, H. L. F.; QUARTAROLI, C. F.; ALMEIDA, R. E. M.; FREITAS, P. L. Aptidão agrícola das terras do Matopiba. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2015. 48 p. il. (Embrapa Solos. Documentos, 179).
- MERRITT, W.S.; LETCHER, R.A.; JAKEMAN, A.J. A review of erosion and sediment transport models. Environmental Modelling & Software, 2003. 18:761–799.
- SGARBI, G.N.C.; SGARBI, P.B.A.; CAMPOS, J.E.G.; DARDENNE, M.A.; PENHA, U.C. Bacia Sanfranciscana: o registro fanerozóico da Bacia do São Francisco. In: Pinto C.P., Martins Neto M.A. (eds.). Bacia do São Francisco: geologia e recursos Naturais. Belo Horizonte, SBG MG. 2001. p. 93-138.
- ZALÁN, P.V.; ROMEIRO-SILVA, P.C. Bacia do São Francisco. Cartas Estratigráficas, Bol. Geoc. Petrobras. 2007.



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

