

## **DIAGNÓSTICO DE VOÇOROCAS EM ÁREA DE PASTAGEM NO MUNICÍPIO DE MORRINHOS (GO)**

**Alik Timóteo Sousa**

Universidade Estadual de Goiás  
Campus Morrinhos, Mestrado Ambiente e Sociedade; Especialização Planejamento e Gestão Ambiental; Curso de Graduação em Geografia (Licenciatura).  
E-mail: aliktimoteo@gmail.com

**Idelvone Mendes Ferreira**

Professor do Programa de Pós-graduação em Geografia, UFG/RC. Núcleo de Estudos e Pesquisas Socioambientais (NEPSA).  
E-mail: idelvoneufg@gmail.com

**Resumo:** O município de Morrinhos localizado no Sul de Goiás possui economia centrada em atividades agropecuárias. O relevo local varia entre plano a suavemente ondulado. Porém, existem áreas em que o relevo é mais movimentado, com declividade acentuada e solos arenosos, recobertos com pastagem. Nestas áreas é comum a presença de erosões lineares do tipo ravinhas e voçorocas. A pesquisa teve como objetivos cadastrar as duas maiores erosões na bacia do córrego da Anta, no nordeste morrinhense, visando identificar as causas do surgimento e os mecanismos erosivos atuantes, para proposição de medidas de contenção adequadas. Realizou coletas de amostras deformadas de solos para análises de textura e química de rotina, seguindo metodologia da Embrapa (1997). Foram identificados os mecanismos erosivos atuantes, por meio de observação direta em expedições a campo no entorno e interior das erosões investigadas, bem como, registros fotográficos dos fenômenos erosivos e dos tipos de uso do solo da bacia selecionada. Os resultados das análises de textura permitem afirmar que nos solos afetados pelas erosões predominam a fração areia sobre as demais. As voçorocas constituíram marcas permanentes na paisagem, evidenciando grave problema ambiental em consequência da ocupação inadequada do solo em áreas naturalmente suscetíveis aos processos erosivos. Contudo, as incisões se tornaram refúgios ecológicos de espécies vegetais e da fauna, que resistem à degradação do bioma Cerrado na referida bacia hidrográfica.

**Palavras-chave:** Erosões lineares. Ravinas. Suscetibilidade erosiva. Voçorocas.

## **DIAGNOSIS OF GULLIES IN PASTURE AREA IN THE COUNTY OF MORRINHOS (GOIÁS)**

**Abstract:** The county of Morrinhos, located in the south of Goiás, possesses an economy focused on agricultural and cattle raising activities. The local relief ranges from plane to gently wavy. Nevertheless, there are areas in which the relief is more varied, with steep slopes and sandy soils covered with pasture. In these areas, the presence of linear ravine- and gully-type erosions is common. The objective of the research was to register the two largest erosions in the basin of the stream Corrego da Anta, in the northeast of Morrinhos, aiming to identify the causes of their emergence and the operating erosive mechanisms to suggest adequate containment measures. Sampling of deformed soils samples for routine texture and chemistry analysis was done following Embrapa methodology (1997). Erosive mechanisms were identified by means of direct observation in field trips in and around the studied erosions, as well as photographic records of erosion phenomena and soil use types of the selected basin. The results of the texture analysis allow to affirm that in the soil affected by the erosions, the sand fraction predominates over the others. The gullies were permanent marks in the landscape, evidencing a serious environmental problem as a consequence of the inadequate occupation of the soil in areas naturally susceptible to erosive processes. However, the incisions have become ecological refuges of plant species and fauna, which resist the degradation of the Cerrado biome in the said watershed.

**Key words:** Linear erosions. Ravines. Erosion susceptibility. Gullies.

## 1 Introdução

O município de Morrinhos, localizado no Sul de Goiás, possui população estimada de 45.382 habitantes (IBGE, 2017). A sua economia está centrada em atividades agropecuárias e em agroindustriais, que beneficiam tomate, cana de açúcar, leite, milho dentre outros. Possui também abatedouros de aves, suínos e gado, que abastecem a população local, os mercados regional e nacional.

O relevo morrinhense é predominantemente plano a suavemente ondulado com declividade inferior a 10%. Contudo, existem áreas com afloramentos de Quartzitos e litologias similares, associadas ao Grupo Araxá, pouco alterados constituindo ressaltos topográficos, com declividades superiores a 20% e concebendo os principais divisores de água do município, principalmente em seu trecho oeste.

Em geral os solos são fisicamente bem desenvolvidos, espessos, com textura média e argilosa, favorecendo as práticas agrícolas e pecuárias, com predomínio de Latossolos Vermelhos e Argissolos Vermelhos, que se desenvolveram sobre basaltos da Formação Serra Geral. Porém, existem áreas em que o relevo é mais movimentado elaborado sobre xistos, quartzitos e outras litologias similares, com declividade acentuada e solos arenosos, representados pelos Neossolos Quartzarênicos, Cambissolos Háplicos, Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos, comumente recobertos com pastagem cultivada. Nestas áreas é comum a presença de erosões lineares de grande porte. Ocorrem ainda, pontualmente Plintossolos Pétricos e Gleissolos Háplicos nas cabeceiras de drenagem e margens de cursos d'água do município.

O clima predominante é o tropical quente sub úmido (NIMER, 1989), com duas estações bem definidas, verão quente e chuvoso e inverno seco. A precipitação média anual é de 1.442 mm (OLIVEIRA; SOUSA, 2012). Nos meses chuvosos, esporadicamente, ocorrem eventos pluviométricos intensos e concentrados, com maior poder erosivo, variando entre 50 mm e 100 mm em 24 horas.

Em regiões de clima tropical como na maior parte do território brasileiro, as chuvas concentradas em poucos meses do ano, provocam o desencadeamento de erosões hídricas pluviais que desgastam solos agricultáveis, de pastagem, de áreas urbanas, de estradas vicinais, colmatando áreas depressionárias e cursos d'água. A erosão dos solos representa

problema ambiental para áreas em que se instalam e adjacências, pois, reduzem a camada fértil do solo e a produtividade das lavouras, causam assoreamento e poluição de reservatórios hídricos, córregos, rios, lagos e açudes (JORGE; GUERRA, 2013).

A erosão hídrica pluvial inicia-se por meio do contato da água da chuva com o solo sem cobertura vegetal, ocasionando o efeito *splash* ou erosão por salpicamento (GUERRA, 2010) que libera e transporta partículas pedológicas a grandes distâncias do ponto de origem. Com a continuidade dos eventos pluviométricos e consequente saturação do solo, inicia-se o escoamento superficial que potencializa a abrasão do solo, encetada na etapa anterior.

Originando a erosão laminar ou em lençol que possui capacidade para desprender e transportar uniformemente uma delgada camada superior do terreno (LEPSCH, 2010). Não é fácil identificar a atuação desse tipo de erosão, devido à dificuldade de mensuração da camada de solo removida (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2014).

O escoamento superficial, ao ganhar maior volume, tende a se concentrar em pequenas depressões do relevo criando os sulcos que deixam marcas perceptíveis nas encostas. Portanto, são facilmente reconhecíveis (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2014). Contudo, possuem pequenas dimensões e podem ser obliterados pelo simples preparo do solo com maquinário agrícola.

Os sulcos, quando não estabilizados tendem a evoluir para feições maiores denominadas de ravinas. Essas incisões podem surgir na base das encostas e recuarem em direção ao seu topo (GUERRA, 2007).

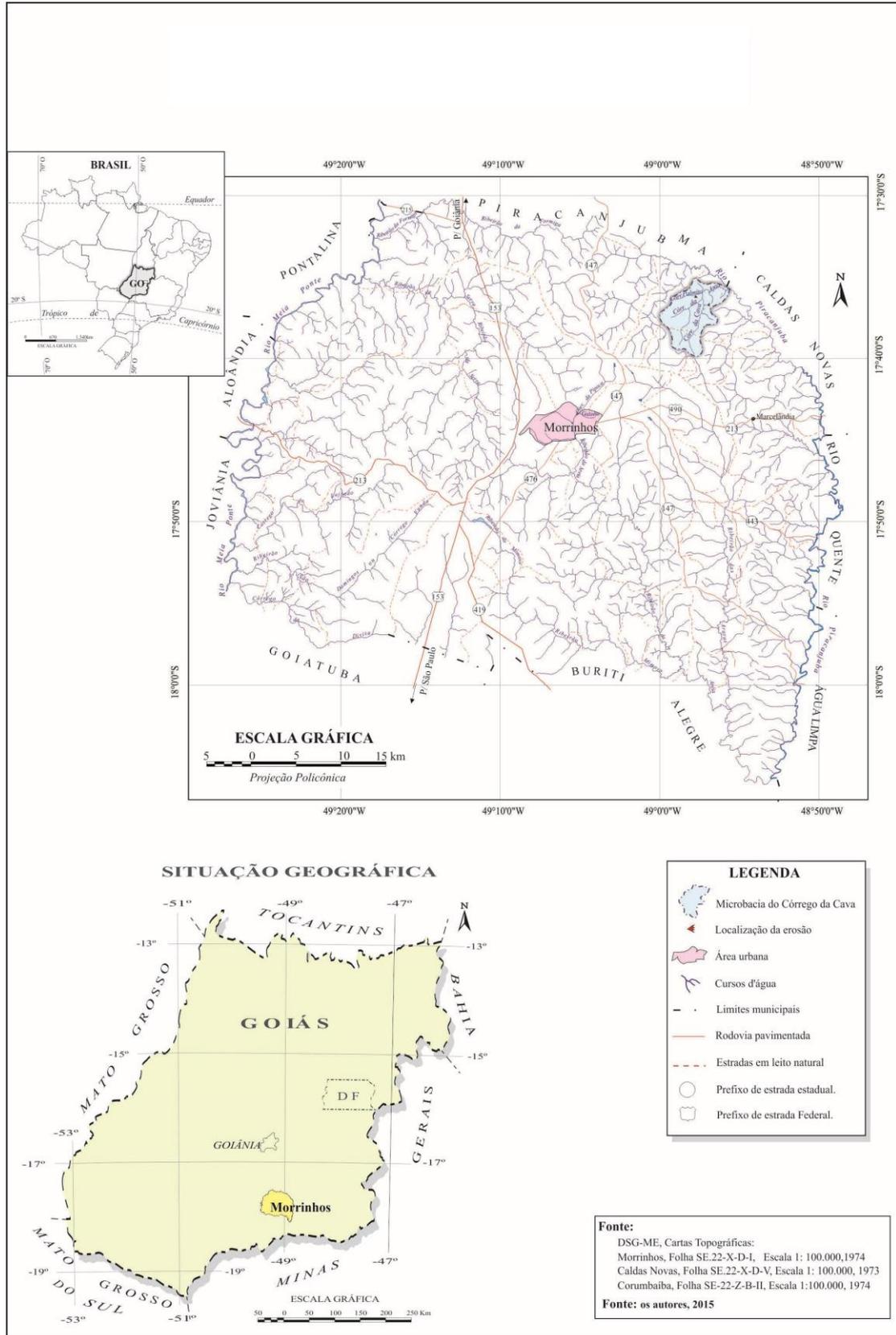
Quando as ravinas não são devidamente corrigidas tendem a evoluir para as voçorocas, que correspondem ao estágio mais avançado dos processos erosivos de origem hídrica. Pois, nesta condição ocorre um “somatório de processos erosivos pela ação concomitante das águas superficiais e subsuperficiais” (SALOMÃO, 2010, p. 30) amplificando a atuação dos mecanismos erosivos com capacidade para liberar, transportar e depositar sedimentos. As voçorocas são comuns em pastagens e provavelmente é o principal tipo de erosão em bacias hidrográficas (ARAUJO et al., 2005, p. 89). Nessa pesquisa adotou-se o conceito de voçoroca conforme proposto por Salomão (2010).

As voçorocas possuem formas geométricas distintas. Algumas possuem formas de coração, outras são profundas e extensas, como garganta, outras, que variam devido as diferentes resistências dos materiais afetados, substrato litológico, pedológico, declividade, tipos de usos do solo, estradas, caminhos, dentre outros (CASTRO, XAVIER, BARBALHO, 2004).

O controle dos processos erosivos em geral necessita de obras que visam o disciplinamento do escoamento superficial na bacia de contribuição e intervenções específicas em cada fenômeno, dependendo das características pluviométricas, pedológicas, topográficas e do tipo de uso e manejo do solo.

A pesquisa teve como objetivos cadastrar as duas maiores erosões na bacia hidrográfica do córrego da Anta, em Morrinhos (Figura 1), visando identificar as causas de sua gênese, mecanismos erosivos atuantes para proposição de medidas de estabilização e/ou contenção adequadas.

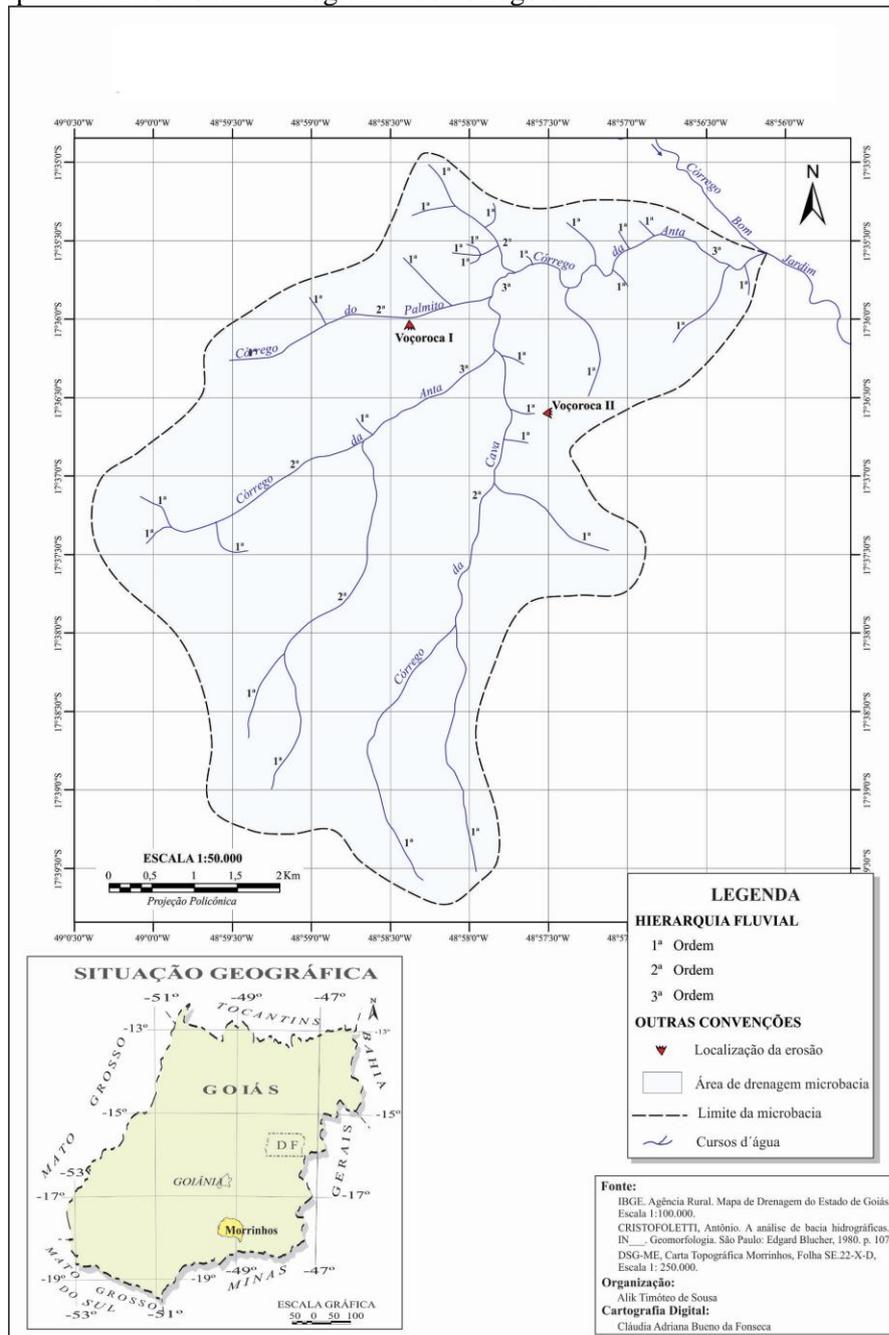
**Figura 1** – Localização da área de pesquisa no município de Morrinhos (GO)



As erosões investigadas estão conectadas aos córregos do Palmito, drenagem de segunda ordem, conforme hierarquia fluvial proposta por Stralher (1952) citado por Christofolletti (1974) e Cava, também de segunda ordem, que pertencem à bacia do córrego da

Anta, curso de terceira ordem de drenagem, tributário do ribeirão Bom Jardim que deságua no rio Piracanjuba. Este é afluente do rio Corumbá, um dos maiores contribuintes de água da margem direita do rio Paranaíba, portanto, pertencente à bacia hidrográfica do rio Paraná (Figura 2).

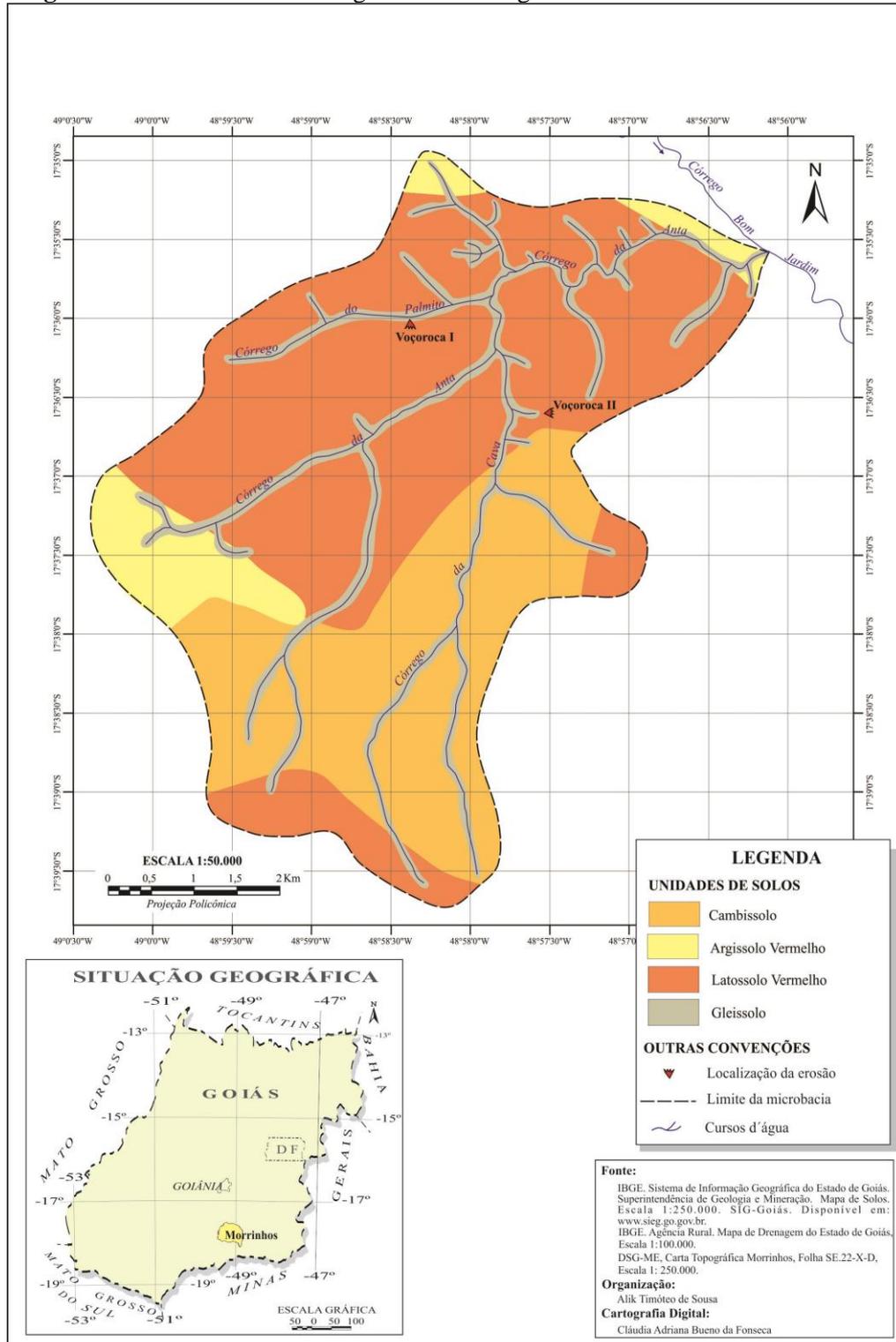
**Figura 2** – Hierarquia dos cursos d’água e localização das voçorocas conectadas à drenagem: I córrego do Palmito e II córrego da Cava, pertencentes à bacia hidrográfica do córrego da Anta



Na bacia do córrego da Anta ocorrem rochas pré-cambrianas do Grupo Araxá, constituídas por xisto, clorita xisto, quartzito, paraconglomerado dentre outras, sotopostas por

Cambissolos, Argissolos Vermelhos, Latossolos Vermelhos Distróficos e Gleissolos Háplicos pouco húmicos, nas cabeceiras e fundos de vales (Figura 3).

**Figura 3** – Solos da bacia hidrográfica do córrego da Anta



É comum a presença de laterita ferruginosa subjacente a horizontes latossólicos, ou superficialmente, de forma cascalhenta, em blocos maiores e até na forma de litoplintita. Em

geral, os referidos solos possuem textura franco-arenosa, que associada às características da vertente como extensão, forma, declividade e tipo de uso e manejo conferem a essa cobertura pedológica elevada suscetibilidade erosiva.

A vegetação original é composta por várias fitofisionomias do bioma Cerrado, que em sua maioria foram substituídas por atividades agropecuárias. O Cerrado no sentido restrito é a fitofisionomia mais devastada na área pesquisada. Seus solos foram ocupados por pastagens cultivadas para criação de gado de corte e leiteiro. Existem pequenos fragmentos dessa vegetação em reserva legal, em áreas cascalhentas, com solos arenosos, ou ainda, com Plintossolo Pétrico Concrecionário. As erosões pesquisadas estão neste tipo de ambiente.

## 2 Material e método

No desenvolvimento da pesquisa foram investigadas duas voçorocas na área rural, em área de pastagem cultivada, no extremo Nordeste morrinhense, a 40 km da sede municipal. Foram realizados trabalhos de campo para delimitar a área da pesquisa, visando o reconhecimento das voçorocas a serem estudadas e dos elementos do meio físico de suas áreas de contribuição. Posteriormente, foram realizadas outras atividades de campo para:

a) Cadastramento das voçorocas conforme metodologia proposta pelo IPT (1986) para o Estado de São Paulo e adaptada por Sousa (2001); Sousa (2010); Sousa e Correchel (2013). O cadastro das erosões é constituído pela identificação, localização, acesso, bacia hidrográfica, dados do meio físico relativos à geomorfologia, geologia, solos, vegetação original, dimensões, uso da área de contribuição das incisões erosivas, causas, condicionantes e atenuantes, dinâmica erosiva, previsões de evolução, principais impactos, medidas de contenção implantadas e sugeridas para o adequado controle. As dimensões: extensão total, largura e profundidade médias, foram obtidas por meio de medições com uso de trena de pedreiro de 5 metros e de 20 metros. Neste texto foi colocada apenas a essência do cadastro;

b) Identificação dos mecanismos erosivos atuantes, por meio de observação direta em expedições a campo no entorno e interior das erosões investigadas, como foi realizada por Castro, Xavier e Barbalho (2004) ao estudarem as voçorocas nas nascentes do rio Araguaia e, como proposto por Oliveira (2010);

c) Coleta indeformada de amostras de solos nas erosões, conforme Santos et al. (2015) com adaptações, para realização de análises de textura e química de rotina. As coletas foram realizadas a partir dos horizontes inferiores dos taludes em direção aos superiores. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos com capacidade para 2 kg e posteriormente enviadas a um laboratório para os procedimentos analíticos, segundo

metodologia da Embrapa 1997. Sendo que na voçoroca I foram coletadas 17 amostras de solos em cinco pontos ou perfis de seus taludes, nos diferentes horizontes, visando identificar a caracterização de sua textura. Enquanto que na voçoroca II foram coletadas 13 amostras de solos deformadas em quatro pontos de seus taludes para a mesma determinação.

d) Registros fotográficos dos fenômenos erosivos e dos tipos de uso e ocupação do solo da bacia selecionada;

e) Para delimitar a bacia do Córrego da Anta foi utilizada a base digital da Carta Topográfica SE-22-X-D (Morrinhos) em escala 1:1250.000, em formato shp (Shapefile). A compilação do mapa hidrográfico para o estado de Goiás/IBGE/Agência Rural em escala 1:100.000, em formato shp. Definida topograficamente, drenada pelos cursos d'água e conectados a vazão dos afluentes ao Córrego principal.

As bases dos mapas de solos, mapa hidrológico e mapa de localização do município foram elaborados a partir da base digital da Carta Topográfica SE-22-X-D (Morrinhos) em escala 1:250.000 (formato shp) e a compilação do mapa hidrográfico para o estado de Goiás/IBGE/Agência Rural em escala 1:100.000, complementadas por informações obtidas por meio dos dados do Sistema de Informação Geográfica (SIG-Goiás)/CPRM/METAGO/UnB/SMET. Definiu-se a escala dos mapas em 1: 50.000. Os softwares utilizados nos processos foram: ArcGis 10 e finalizados no CorelDRAWX5.

Os mapas temáticos foram elaborados a partir de bases digitais de informações contidas em diversos documentos do SIG-Goiás, em formato shp (Shapefile), e da imagem SRTM (SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHIC MISSION), e definidos na escala 1: 50.000:

Solos - Dados gerados das informações do Sistema de Informação Geográfica do Estado de Goiás (SIG-Goiás). Superintendência de Geologia e Mineração - SIC. Mapa de Solos do Estado de Goiás, Escala 1: 250.000, 2006.

Hidrológico – Dados gerados da compilação do mapa hidrográfico para o estado de Goiás/IBGE/Agência Rural em escala 1:100.000. Realizada a complementação de cursos d'água por meio da interpretação de imagem satélite LANDSAT 5 TM, Órbita/ Ponto 221/072. A hierarquia fluvial consistiu no processo de estabelecer a classificação de determinado curso d'água no conjunto total da bacia. Usou-se o critério de ordenação dos cursos d'água de Robert E. Horton (CHRISTOFOLLETTI, 1980. p. 106-107).

f) Elaboração dos croquis das voçorocas estudadas. Inicialmente foi elaborado um esboço do formato das feições erosivas, no escritório, por meio da observação da imagem do satélite Google Earth e ajustado após atividades de campo utilizando recursos de softwares específicos para desenhos técnicos.

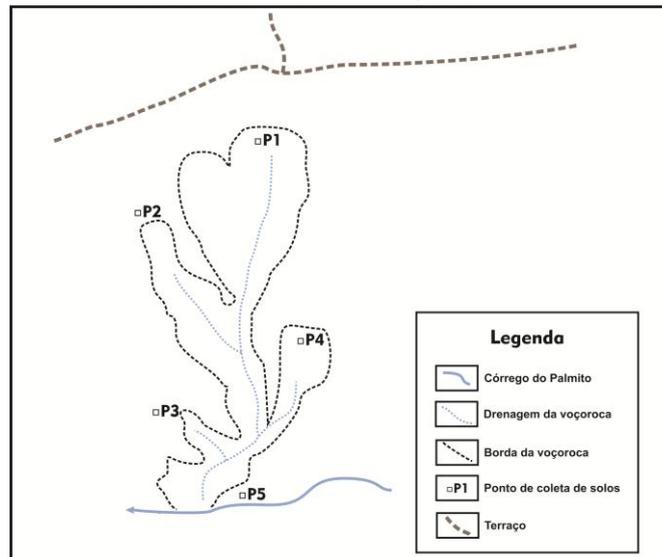
### 3 Resultados e discussões

As duas erosões selecionadas para a investigação estão conectadas à drenagem local. A erosão I foi denominada de voçoroca córrego do Palmito e a erosão II cognominada de voçoroca córrego da Cava. As incisões erosivas foram cadastradas visando diagnosticar suas características principais, dimensões, gênese, dinâmica atual e mecanismos erosivos atuantes.

#### 3.1 Cadastramento das voçorocas na bacia do Córrego da Anta

A voçoroca I ou córrego do Palmito está localizada entre as coordenadas 17° 36'03.39" S e 48° 58'24.63" O. Altitude de 662 m; possui 115 metros de extensão, profundidade média de 8 metros, largura média de 30 metros, perfazendo um volume aproximado de 27.600 m<sup>3</sup> de perda de sedimentos (Figura 4). A interceptação do lençol freático produziu drenagem perene em seu talvegue.

**Figura 4** – Croqui da Voçoroca Córrego do Palmito – indicando os Pontos de Coleta de Solos



**Autores:** Sousa, Ferreira (2017).

Esta voçoroca surgiu em meados do século XX sobre antiga trilha de gado e possui formato bulbiforme festonado com cinco dígitos ou eixos principais. Apresenta-se parcialmente estabilizada, com presença de repovoamento espontâneo, com espécies típicas de áreas úmidas, destacando as samambaias, embaúbas e pimenta de macaco (Figura 5). Em suas bordas é comum espécies do Cerrado como lixeira, aroeirinha, faveiro, dentre outras.

Contudo, em toda a sua extensão é comum à presença de taludes instáveis com dutos biogênicos de 15 a 30 cm de diâmetro, fendas de tração superficiais e nos horizontes A e B,

alcovas de regressão nos sopés dos taludes indicando a previsão de rápida evolução. Em seu entorno existem trilhas de gado que concentram o escoamento superficial da pastagem em direção às bordas, amplificando a dinâmica dos mecanismos erosivos típicos de voçoroca (Figura 6).

**Figura 5** – Repovoamento espontâneo em seu interior e dutos biogênicos no talude esquerdo



**Figura 6** – Dutos biogênicos no talude de um eixo da voçoroca



**Autores:** Sousa, Ferreira (2017).

O Cerrado no sentido restrito da bacia de contribuição da voçoroca foi desmatado em 2010, para a implantação de pastagem visando à alimentação de gado leiteiro. Foram construídos terraços de infiltração a montante da erosão para evitar o escoamento superficial em suas bordas. Porém, essas intervenções surtiram efeito contrário ao esperado, pois, provavelmente contribuíram para aumento da umidade subsuperficial que chega até aos taludes da incisão desestabilizando-os. As trilhas de gado em seu entorno concentram o escoamento superficial que durante os eventos pluviométricos atinge rapidamente às bordas erosivas, contribuindo para a sua progressão lateral e remontante.

Os solos coletados nos taludes, da voçoroca I, em cinco pontos de montante a jusante e após análises granulométricas permitiram afirmar que em todos os trechos da voçoroca destaca a fração areia, com predomínio da classe textural franco argilo arenosa (Tabela 1). Os horizontes mais subsuperficiais dos perfis dois e três e os superficiais do perfil cinco destaca-se a classe areia franca, atingindo valores da fração areia de 70% até 90%. Portanto, essa cobertura pedológica é naturalmente muito suscetível aos processos erosivos que associada ao uso atual favorece ainda mais a ampliação da erosão.

**Tabela 1** – Textura dos Solos Coletados nos Taludes da Voçoroca: Córrego do Palmito

Amostras	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)	Classe Textural
----------	------------	-----------	-----------	-----------------

| Diagnóstico de voçorocas em área de pastagem no município de Morrinhos (GO)

P1 0-21	28,00	8,00	64,00	Franco Argilo Arenoso
P1 21-108	30,00	8,00	62,00	Franco Argilo Arenoso
P1 128-178	28,00	8,00	64,00	Franco Argilo Arenoso
P1 178-6000	28,00	8,00	64,00	Franco Argilo Arenoso
P2 0-30	26,00	7,00	67,00	Franco Argilo Arenoso
P2 30-80	23,00	7,00	70,00	Franco Argilo Arenoso
P2 80-138	34,00	9,00	57,00	Franco Argilo Arenoso
P2 138-1000	16,00	5,00	79,00	Areia Franca
P3 0-31	28,00	8,00	64,00	Franco Argilo Arenoso
P3 31-105	26,00	7,00	67,00	Franco Argilo Arenoso
P3 105-300	11,00	5,00	84,00	Areia Franca
P4 0-38	23,00	7,00	70,00	Franco Argilo Arenoso
P4 38-120	23,00	7,00	70,00	Franco Argilo Arenoso
P4 120-150	34,00	9,00	57,00	Franco Argilo Arenoso
P5 0-35	16,00	5,00	79,00	Areia Franca
P5 35-60	13,00	5,00	82,00	Areia Franca
P5 60-330	7,00	3,00	90,00	Areia
<b>Média</b>	<b>23,18</b>	<b>6,82</b>	<b>70,00</b>	<b>Franco Argilo Arenoso</b>

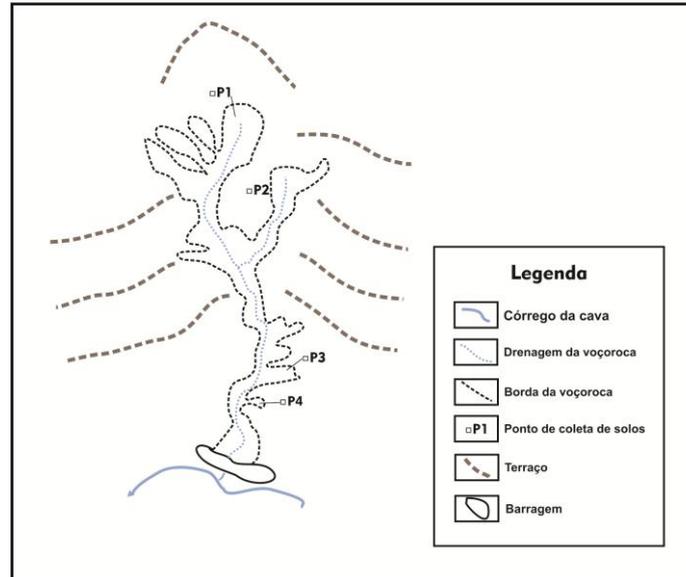
**Fonte:** Elaboração dos autores.

A voçoroca II ou do córrego da Cava está localizada entre as coordenadas 17° 36'36.27" S e 48° 57'31.76" O, altitude de 676 m. Possui 370 metros de extensão, profundidade média de 5 metros, largura média de 15 metros, perfazendo um volume aproximado de 27.750 m<sup>3</sup> de perda de sedimentos para a drenagem local. A drenagem é perene em seu talvegue. É mais profunda, larga e instável em sua cabeceira.

Desenvolveu-se sobre erosão natural ou geológica estabilizada que foi reativada a partir do desmatamento e implantação de pastagem na década de 1980; possui formato linear festonado com oito dígitos ou eixos principais (Figura 7). Possui vegetação ripária em seu entorno, porém, seus taludes encontram-se muito instáveis com nítidas evidências de progressão lateral e remontante (Figura 8). Existem dutos biogênicos com diâmetro de 20 a 30 cm em toda a sua extensão. Ocorrem também fendas de tração e alcovas de regressão nos taludes mais íngremes em sua cabeceira e trecho médio.

Na jusante, foi construída uma represa com barramento das águas da voçoroca no início do século XXI. Contudo, em 2012 o proprietário da fazenda reduziu a inclinação dos taludes de sua cabeceira, utilizando trator de esteira. Foram implantadas sangras d'água para desviar os fluxos pluviais superficiais para pontos específicos da incisão (Figura 9). Essas intervenções contribuíram na para instabilizar a erosão, pois, liberou sedimentos (solos e fragmentos de rochas) das bordas que desceram a encosta e colmataram completamente a represa.

**Figura 7** – Croqui da Voçoroca Córrego da Cava: Pontos de Coleta de Solos



**Autores:** Sousa, Ferreira (2017).

**Figura 8** – Cabeceira da Erosão: Taludes Íngremes e Instáveis



**Figura 9** – Cabeceira da Erosão: Área Retilinizada com Máquina de Esteira



**Fonte:** Elaboração dos autores (2017).

Nessa erosão os solos são ainda mais arenosos do que aqueles do caso anterior. Das 13 amostras analisadas, com três repetições, todas apresentaram mais de 60% da fração areia, sendo que sete delas apresentaram valores superiores a 80%, com predomínio das classes de textura areia franca e areia (Tabela 2). A cobertura pedológica é muito suscetível aos processos erosivos. Portanto, o uso atual da área favorece a ampliação dos impactos ambientais. Similar à primeira voçoroca, essa segunda erosão também deve ser estabilizada, visando reduzir a perda de solos e o assoreamento da drenagem local e regional.

**Tabela 2** – Textura dos Solos Coletados nos Taludes da Voçoroca: Córrego da Cava

<b>Amostras</b>	<b>Argila (%)</b>	<b>Silte (%)</b>	<b>Areia (%)</b>	<b>Classe Textural</b>
P1 0-70	30,00	8,00	62,00	Franco Argilo Arenoso
P1 70-120	26,00	7,00	67,00	Franco Argilo Arenoso
P1 120-400	7,00	3,00	90,00	Areia
P2 0-42	11,00	5,00	84,00	Areia Franca
P2 42-118	7,00	3,00	90,00	Areia
P2 118-158	7,00	3,00	90,00	Areia
P3 0-25	11,00	5,00	84,00	Areia Franca
P3 25-126	19,00	5,00	76,00	Areia Franca
P3 126-155	11,00	5,00	84,00	Areia Franca
P3 155-220	7,00	3,00	90,00	Areia
P4 0-24	16,00	5,00	79,00	Areia Franca
P4 24-68	30,00	8,00	62,00	Franco Argilo Arenoso
P4 68-115	26,00	7,00	67,00	Franco Argilo Arenoso
<b>Média</b>	<b>16,00</b>	<b>5,15</b>	<b>78,85</b>	<b>Areia Franca</b>

**Fonte:** Elaboração dos autores.

As duas voçorocas devem ser estabilizadas para evitar aumento de suas dimensões, perda de solos e fragmentos de rocha, assoreamento da drenagem local e regional, perda de biodiversidade, riscos de acidentes com animais e transeuntes. Para tanto, sugere-se: a) Isolamento das erosões, com cerca de arame, para evitar o trânsito de gado e equinos; b) Plantio de espécies nativas (arbóreas, arbustivas e herbáceas) e exóticas, dentre elas, a gramínea Vetiver (*vetiver zizanoides*), que possui sistema radicular desenvolvido, aumentando a resistência do solo ao ataque dos processos erosivos, como propõem Pereira (2006); c) Construção de paliçadas com Sangra d'água, bambu ou madeira, no interior das incisões, transversais ao escoamento; d) Monitoramento das intervenções a ser implantadas.

#### 4 Considerações finais

A microbacia do córrego da Anta apresenta elevada suscetibilidade erosiva. Os substratos litológicos e os solos das erosões pesquisadas são muito friáveis, como verificado na análise da textura, predominantemente arenosa.

A observação em campo permitiu afirmar que o pisoteio do gado, ao criar trilhas profundas no entorno das voçorocas aumentou a compactação do solo nessas áreas, reduzindo a infiltração da água pluvial e conseqüentemente aumentou o escoamento superficial em direção às bordas das incisões, potencializando a atuação dos mecanismos erosivos.

Os tipos de usos dos solos pretéritos e atuais, bem como, as recentes intervenções nas bacias de contribuição com maquinário agrícola, implantação de terraços e pastagem cultivada no entorno da primeira erosão e retaludamento e construção de sangras d'água na segunda voçoroca, favoreceram a progressão lateral e remontante dos referidos impactos

ambientais. Portanto, os usos devem ser repensados levando em consideração a suscetibilidade ambiental da área.

As voçorocas constituíram marcas permanentes na paisagem, evidenciando grave problema ambiental em consequência da ocupação inadequada do solo em áreas naturalmente suscetíveis aos processos erosivos. Contudo, é interessante ressaltar que essas incisões se tornaram refúgios ecológicos de espécies vegetais e da fauna, que resistem à degradação do bioma Cerrado, como observado em atividades de campo.

## AGRADECIMENTOS

O primeiro autor agradece o apoio financeiro da CAPES, por meio da concessão da bolsa PNPd, junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, na Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, G. H. de S.; ALMEIDA, J. R. de; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. Ícone, 9. ed., São Paulo, 2014. 355 p.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Cidades@**. Rio de Janeiro: Diretoria de Pesquisas (DPE) – Coordenação de População e Indicadores Sociais (COPI), 2015. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=521380&search=goias|morrinhos>>. Acesso em: 10 de novembro de 2015.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1974. 149p.

GUERRA, A. J. T. O início do processo erosivo. In: GUERRA, A. J. T.; SOARES DA SILVA, A.; BOTELHO, R. G. M. (Org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

\_\_\_\_\_. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia – uma atualização de bases e conceitos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. Cap. 4, p. 149-209.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT/SP). **Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo, Bacia do Peixe/Paranapanema**. São Paulo: IPT, 1986.

JORGE, M. C; GUERRA, A. J. T. O. Erosão dos solos e movimentos de massa: recuperação de áreas degradadas com técnicas de bioengenharia e prevenção de acidentes. In: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. do C. (Org.). **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. Cap. 1, p. 7-30.

LEPSCH, I, F. **Formação e Conservação dos Solos**. 2. Ed. Oficina de Textos: São Paulo, 2010.

NIMER, E. Climatologia do Brasil. In: **Geografia do Brasil**. Região Centro Oeste. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

OLIVEIRA, A. G.; SOUSA, A. T. Especificidades das precipitações pluviométricas na Microrregião Meia Ponte no Sul de Goiás e sua relação com a ocorrência de Processos Erosivos. In: SILVA, M. V.; PESQUERO, M. A. **Caminhos interdisciplinares pelo ambiente, história e ensino: o sul goiano no contexto**. Uberlândia: Assis, 2012.

PEREIRA, A. R. **Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão**. Editora Fapi, Belo Horizonte, MG, 2006.

SALOMÃO, F. X. T. O início do processo erosivo. In: GUERRA, A. J. T.; SOARES DA SILVA, A.; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. SÃO PAULO (Estado).

SOUSA, A. T. **Processo erosivo linear na bacia do córrego Pontinhas em Orizona-GO**. 2001. 159 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2001.

\_\_\_\_\_. **Caracterização de Voçorocas em bordas de relevo residual tabular em Quirinópolis-GO**. 2010. 162 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Solo e Água) – Escola de Agronomia e Engenharia de alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

SOUSA, A. T.; CORRECHEL, V. Voçoroca em borda de relevo tabular residual sobre cobertura latossólica, Quirinópolis (GO). **Boletim Goiano de Geografia**. Goiânia, v. 33, n. 3, set./dez. 2013.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. **Geol. Soc. America Bulletin**, 1952, n. 63. P. 117-142.