

GEO **FRONTER**

ISSN: 2447-9195

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE VOÇOROCA LOCALIZADA EM ÁREA RURAL DO MUNICÍPIO DE RIO CLARO (SP): ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA E PROPOSTA DE RECUPERAÇÃO

Environmental Assessment of a Gully Located in a Rural Area of Rio Claro (SP) Municipality: geomorphological analysis and recovery proposal

Diagnóstico ambiental de una quebrada ubicada en una zona rural del municipio de Rio Claro (SP): análisis geomorfológico y propuesta de recuperación

Larissa Martini de Paula

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP)

Melina Fushimi

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP)

Resumo: A formação de feições erosivas lineares é um processo de degradação ambiental associado à erosão hídrica linear intensa, que pode culminar na degradação do solo, na redução de solo fértil, no assoreamento e/ou contaminação de cursos hídricos e, em estágios avançados, na exposição do nível freático. Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo realizar o diagnóstico ambiental de uma voçoroca localizada em área rural do Campo do Cocho, no município de Rio Claro (SP), com foco na análise geomorfológica local e na proposição de medidas para sua recuperação. Para alcançar o objetivo proposto foram realizadas as seguintes etapas metodológicas: revisão bibliográfica, mapeamentos e levantamento de informações em trabalho de campo. Os resultados obtidos indicaram que a voçoroca do Campo do Cocho apresenta características de um processo erosivo avançado e com canais profundos. Entre os fatores que contribuem para sua formação estão o uso inadequado da terra associado ao desmatamento para o plantio de milho e cana-de-açúcar e pecuária extensiva em áreas de declividades acentuadas. Como proposta de recuperação, sugere-se isolamento da área, terraceamento, construção de paliçadas, aplicação de geotêxteis e geomantas, hidrossemeadura, plantio de mudas e implementação de um sistema agroflorestal.

Palavras-chave: Voçoroca; Erosão linear; Medidas de recuperação.

Abstract: The formation of linear erosional features is an environmental degradation process associated with intense linear water erosion, which can culminate in soil degradation, reduction of fertile soil, siltation and/or contamination of watercourses and, in advanced stages, exposure of the water table. Therefore, this work aims to carry out an environmental diagnosis of a gully located in a rural area of Campo do Cocho, in the municipality of Rio Claro (SP), focusing on local geomorphological analysis and proposing measures for its recovery. To achieve the proposed objective, the following methodological steps were carried out: bibliographic review, mapping, and data collection in fieldwork. The results obtained indicated that the gully in Campo do Cocho presents characteristics of an advanced erosion process and with deep channels. Among

the factors contributing to its formation are the inadequate use of land associated with deforestation for the planting of corn and sugarcane, as well as extensive livestock farming in areas of steep slopes. As a proposed recovery plan, it is suggested that the area be isolated, terracing be carried out, palisades be constructed, geotextiles and geomats be applied, hydroseeding be used, seedlings be planted, and an agroforestry system be implemented.

Keywords: Gully; Linear erosion; Recovery measures.

Resumen: La formación de rasgos erosivos lineales es un proceso de degradación ambiental asociado a una intensa erosión hídrica lineal, que puede culminar en la degradación del suelo, la reducción de suelo fértil, la sedimentación y/o contaminación de cursos de agua y, en etapas avanzadas, la exposición del nivel freático. Por lo tanto, el presente trabajo tiene como objetivo realizar un diagnóstico ambiental de una quebrada ubicada en un área rural de Campo do Cocho, en el municipio de Rio Claro (SP), enfocándose en el análisis geomorfológico local y proponiendo medidas para su recuperación. Para lograr el objetivo propuesto, se llevaron a cabo los siguientes pasos metodológicos: revisión bibliográfica, elaboración de cartografía y levantamiento de información mediante trabajo de campo. Los resultados obtenidos indicaron que la quebrada en Campo do Cocho presenta características de un proceso de erosión avanzado y con canales profundos. Entre los factores que contribuyen a su formación se encuentran el uso inadecuado de la tierra asociado a la deforestación para el cultivo de maíz y caña de azúcar, así como la ganadería extensiva en áreas de pendientes pronunciadas. Como plan de recuperación propuesto, se sugiere aislar la zona, construir terrazas, empalizadas, aplicar geotextiles y geomallas, utilizar hidrosiembra, plantar plántulas e implementar un sistema agroforestal.

Palabras clave: Quebrada; Erosión lineal; Medidas de restauración.

Introdução

A erosão é um processo natural caracterizado pelo fluxo de remoção, transporte e consequente deposição de material em locais distintos ao que se encontrava originalmente. Os principais agentes erosivos que desencadeiam tal processo são a água (erosão hídrica) e o vento (erosão eólica) (Fushimi, 2012).

A erosão hídrica pode ocorrer a partir de diferentes formas: erosão pluvial (água da chuva), erosão fluvial (água dos rios), erosão marinha (água do mar), erosão lacustre (água dos lagos) e erosão glacial (gelo) (Michette, 2015). No Brasil, dentre os tipos de erosão hídrica, a erosão pluvial é predominante, a qual se desenvolve de duas formas principais: em forma difusa e homogênea (erosão laminar) e em forma de caminhos preferenciais no solo (erosão linear). A erosão linear é responsável pela formação de feições erosivas que evoluem de forma progressiva, passando pelos estágios de sulcos, ravinas e, por fim, voçorocas (Couto, 2020).

Nesse contexto, não é possível ignorar-se a presença e a participação das atividades humanas no desenvolvimento de processos erosivos; não apenas porque o ser humano atua como agente acelerador dos processos, mas também por ser transformador de ambientes e, consequentemente, responsável direto por uma série de problemas ambientais na face da Terra (Guerra, 1994).

Dessa forma, observa-se que o uso e a ocupação da terra desempenham um papel significativo na formação e evolução de processos erosivos. Práticas como o desmatamento, a urbanização sem planejamento adequado e o pisoteio excessivo por animais em áreas de pastagem, reduzem a presença de cobertura vegetal, diminuem a infiltração da água e, consequentemente, aumentam a intensidade do escoamento superficial, tornando o solo vulnerável à ação da erosão (Souza, 2020).

Como consequência, feições erosivas têm sido cada vez mais encontradas nas paisagens brasileiras, com destaque às voçorocas, que representam o estágio evolutivo mais avançado da erosão linear e acarretam inúmeras consequências ambientais e socioeconômicas, tais como degradação do solo, redução de solo fértil, perda de biodiversidade, assoreamento e/ou contaminação de cursos hídricos e exposição do nível freático (Guerra, 1998).

Dessa forma, a adoção de medidas de recuperação de áreas degradadas por feições erosivas é fundamental para mitigar os impactos causados pelos processos erosivos. A recuperação dessas áreas contribui para o reestabelecimento da vegetação nativa, promovendo o aumento da infiltração da água no solo, a redução das taxas de escoamento superficial e a recuperação da biodiversidade. A recuperação ajuda a evitar a evolução das feições erosivas,

reduzindo também o risco de assoreamento de corpos d'água. Tais ações favorecem o desenvolvimento socioeconômico dos moradores e produtores agrícolas que dependem diretamente dos recursos naturais da região.

Ressalta-se ainda que faz-se necessário compreender os processos erosivos a partir de uma abordagem integrada, considerando a escala da bacia hidrográfica, que integra questões como tipo de solo, relevo, usos da terra, cobertura vegetal e regime hídrico. A análise isolada da feição erosiva, sem a compreensão da dinâmica hídrica que ocorre em toda a bacia, pode limitar a eficácia de medidas de recuperação.

Nesse contexto, para o presente estudo, a escolha do tema foi motivada pela significância dos impactos ambientais e socioeconômicos decorrentes dos processos erosivos em estágios avançados, que apresentam efeitos negativos significativos à integridade do solo, dos recursos hídricos, da biodiversidade e das atividades humanas. Dentre esses processos, destaca-se a formação das voçorocas, as quais, devido principalmente à presença de atividade agropecuária recorrente e à expansão urbana sem planejamento adequado, podem ser encontradas no município de Rio Claro, localizado no interior do estado de São Paulo.

Dessa forma, selecionou-se como área de estudo representativa a bacia do Campo do Cocho, localizada em área rural do município de Rio Claro (SP). Historicamente, o município passou por diferentes ciclos socioeconômicos, que influenciaram diretamente o uso e ocupação da terra, impulsionando a expansão agrícola. A ausência de planejamento territorial nesses contextos históricos contribuiu para o desmatamento de áreas com vegetação, favorecendo, assim, a formação de feições erosivas lineares, como as voçorocas (Antonio Filho, 2003).

Sendo assim, o objetivo geral do presente artigo foi realizar o diagnóstico ambiental de uma voçoroca localizada em uma área rural do município de Rio Claro (SP), com foco na análise geomorfológica local e na proposição de medidas para sua recuperação.

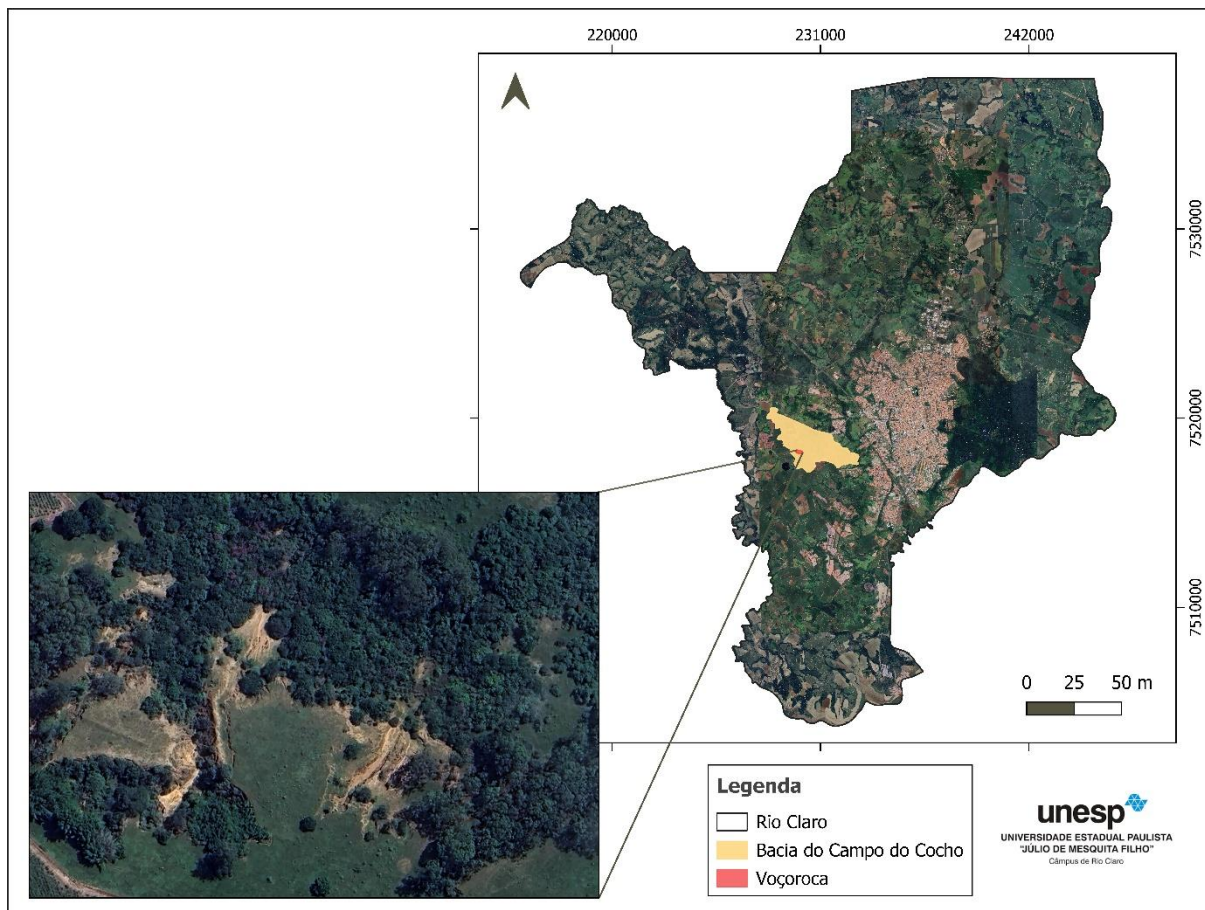
Área de estudo

O município de Rio Claro está localizado na porção centro-leste do estado de São Paulo. Possui área territorial de 498.422 km² e população residente de 201.418 pessoas. Além disso, apresenta uma densidade demográfica de 404,11 hab/km² (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2025).

A bacia do Campo do Cocho, área de estudo do presente artigo, localiza-se na porção oeste do município de Rio Claro (Figura 1), sendo caracterizada, predominantemente, pela

presença de usos da terra voltados a atividades rurais consolidadas, relacionadas a expressivas práticas agrícolas e de pastagem.

Figura 1 - Mapa de localização da bacia do Campo do Cocho.



Fonte: Autora (2025).

No processo de crescimento/desenvolvimento, Rio Claro apresentou os mesmos problemas da maioria das cidades brasileiras. Não houve um plano diretor norteando a expansão do tecido urbano, ou quando houve (como no caso de Rio Claro), sua implementação sofreu inúmeras interferências (Antonio Filho, 2003).

A área de estudo apresenta ainda características físicas que influenciam diretamente a dinâmica dos processos erosivos. Do ponto de vista geológico, a região está inserida na Formação Rio Claro e na Formação Corumbataí, cujas características favorecem, respectivamente, tanto a elevada permeabilidade quanto o escoamento superficial, contribuindo para uma maior suscetibilidade à erosão quando expostas (Ferreira, 2021; Serviço Geológico do Brasil, 2004; Zaine, 1994; Zaine, 2000).

No que se refere ao compartimento geomorfológico, a área de estudo está inserida na Depressão Periférica Paulista, a qual é caracterizada como uma faixa deprimida situada entre o Planalto Cristalino e as *cuestas* basálticas. Com cerca de 450 km de extensão e largura variável, apresenta relevo suavemente ondulado, com altitudes médias entre 550 e 700 metros, vales amplos e planícies aluviais. Sua estrutura geológica é dominada por sedimentos paleozoicos, com intrusões de diabásio que influenciam a topografia e contribuem para a formação de relevo assimétrico devido à resistência diferenciada das rochas (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2023; Penteado, 1976).

Em relação às classes de solos, predominam Argissolos e Latossolos, os quais apresentam diferentes níveis de coesão e permeabilidade. Os Argissolos apresentam horizontes subsuperficiais argilosos que dificultam a infiltração e favorecem o escoamento subsuperficial, enquanto os Latossolos, embora bem drenados, possuem baixa matéria orgânica, o que reduz a estabilidade dos agregados. Assim, ambos apresentam maior vulnerabilidade à erosão em função de suas propriedades físicas (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado De São Paulo, 2012; Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, 2017; Zaine, 2000).

O clima local apresenta forte sazonalidade pluviométrica, com concentração das chuvas em meses específicos e ocorrência de eventos de alta intensidade. Essa dinâmica climática atua como importante fator condicionante dos processos erosivos, sobretudo nos períodos de maior pluviosidade, quando o aumento da intensidade das chuvas favorece a desagregação do solo e intensifica o fenômeno de escoamento superficial (Centro de Análise e Planejamento Ambiental, 2025).

Além disso, o uso da terra, com a predominância de atividades agrícolas e de pastagem extensiva e a presença de áreas com cobertura vegetal reduzida, contribui para a exposição do solo e, conseqüentemente, o aumento da suscetibilidade à erosão (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2023).

Materiais e métodos

Inicialmente, foi realizada a revisão bibliográfica, com o objetivo de fundamentar teoricamente o presente estudo. Assim, foram consultados livros, artigos científicos, dissertações, teses e documentos técnicos que abordam os seguintes temas: processos erosivos, formação e evolução de voçorocas, técnicas de mapeamento, caracterização ambiental e recuperação de áreas degradadas.

Para obtenção de tais informações, foram utilizados mecanismos de pesquisas, tais como Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Google Acadêmico, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e Serviço Geológico do Brasil (CPRM), além do acervo da biblioteca da UNESP.

Posteriormente, foram elaborados os mapas temáticos de hipsometria e de declividade da bacia do Campo do Cocho no *software* QGIS (versão 3.34.11), utilizando o Modelo Digital de Elevação (MDE) NASADEM, com resolução espacial de 30 metros. Ressalta-se, entretanto, que a resolução espacial dos dados utilizados apresenta limitações para análises em escala local, especialmente quanto à representação detalhada da morfologia da voçoroca. Dessa forma, os produtos derivados do modelo foram utilizados principalmente para a compreensão do contexto topográfico e da distribuição da declividade na bacia e em seu entorno, enquanto a caracterização específica da feição erosiva foi complementada pelas observações realizadas em campo e pelas informações disponíveis na literatura.

A produção cartográfica envolveu o uso de ferramentas como georreferenciamento, vetorização, cálculo raster, interpolação de dados, simbologia, rotulagem e compositor de impressão, além da reclassificação de declividade segundo critérios estabelecidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

Nesse contexto, a integração entre mapeamento, análise gráfica e revisão bibliográfica possibilitou compreender as condições ambientais e a dinâmica erosiva local, fornecendo subsídios para a proposição de medidas de recuperação adequadas à voçoroca.

Ao longo do desenvolvimento do presente trabalho, também foi realizado o trabalho de campo, no mês de fevereiro, período em que a área de estudo apresentou elevados índices pluviométricos. A escolha desse período deve-se à maior representatividade da hidrodinâmica local, possibilitando uma observação mais precisa dos processos erosivos e da interação entre o escoamento superficial e a voçoroca.

Durante a atividade de campo, foi utilizado um GPS (*Global Positioning System*) do modelo Garmin, com precisão de aproximadamente 5 metros, para a obtenção das coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator) da área de estudo. Ressalta-se ainda que foi realizado o registro fotográfico da área, documentando as características da voçoroca, a vegetação circundante, os usos da terra e evidências da dinâmica erosiva.

Por fim, foi elaborada a proposta de recuperação da voçoroca estudada, desenvolvida com base nos dados obtidos por meio do mapeamento ambiental, da caracterização da área de estudo e do trabalho de campo.

Nessa etapa, foram analisados os fatores que contribuem para a evolução da voçoroca, incluindo a declividade da vertente, a dinâmica do escoamento superficial, o uso e ocupação da terra e as condições climáticas da região, com destaque à precipitação.

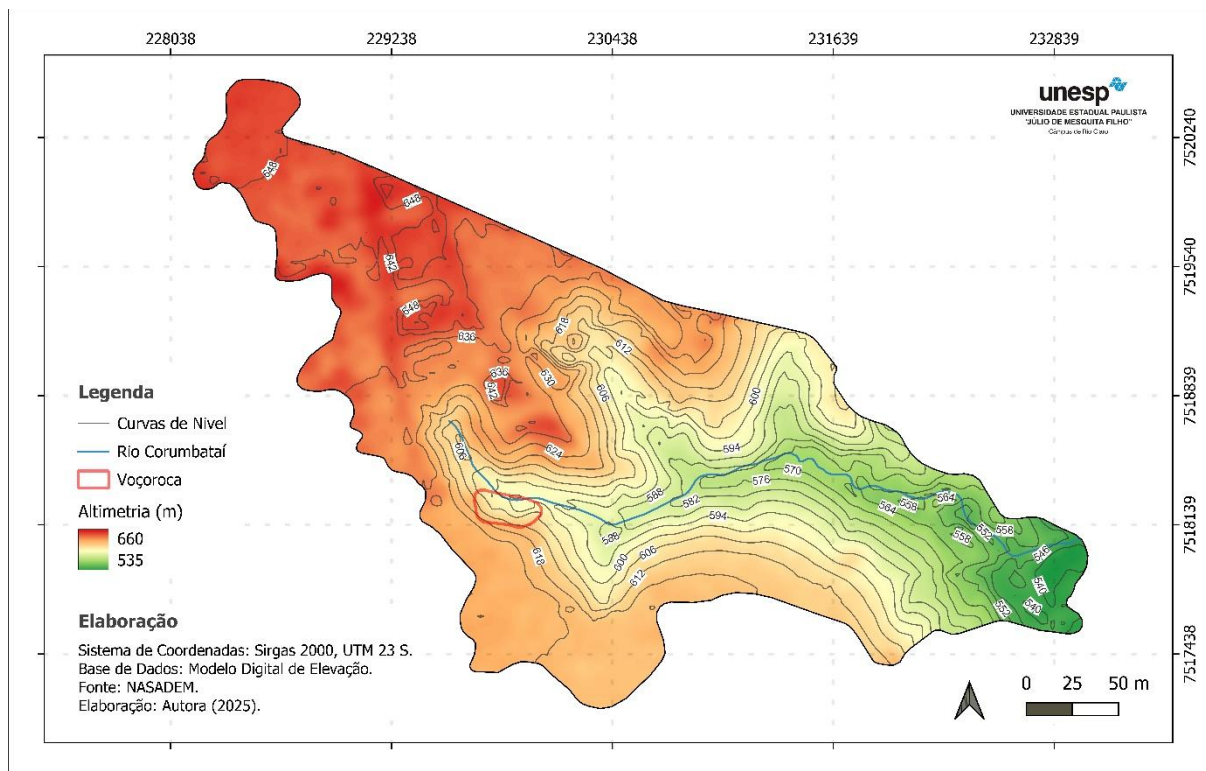
Posteriormente, com base na revisão bibliográfica e nas condições específicas da área de estudo, foram elaboradas medidas de recuperação adequadas e adaptadas à realidade do local de estudo, fundamentando-se em diferentes métodos, tais como ecológicos, agrícolas, mecânicos e de bioengenharia.

Por fim, após a definição das medidas, foi realizada uma avaliação da viabilidade técnica e econômica da implementação das medidas propostas, considerando os aspectos sociais e econômicos locais, além dos impactos ambientais associados. Ressalta-se ainda que o planejamento para a implementação das medidas propostas foi estruturado a partir de um cronograma, cuja distribuição temporal fundamenta-se na variação pluviométrica anual obtida junto ao Centro de Análise e Planejamento Ambiental (CEAPLA). Ao fim, foram sugeridas ações a serem seguidas para a manutenção e o monitoramento da recuperação, garantindo que as medidas propostas sejam eficazes a médio e longo prazo.

Resultados e discussão

A bacia do Campo do Cocho apresenta uma variação de altitude que vai de, aproximadamente, 535 metros a 660 metros (Figura 2).

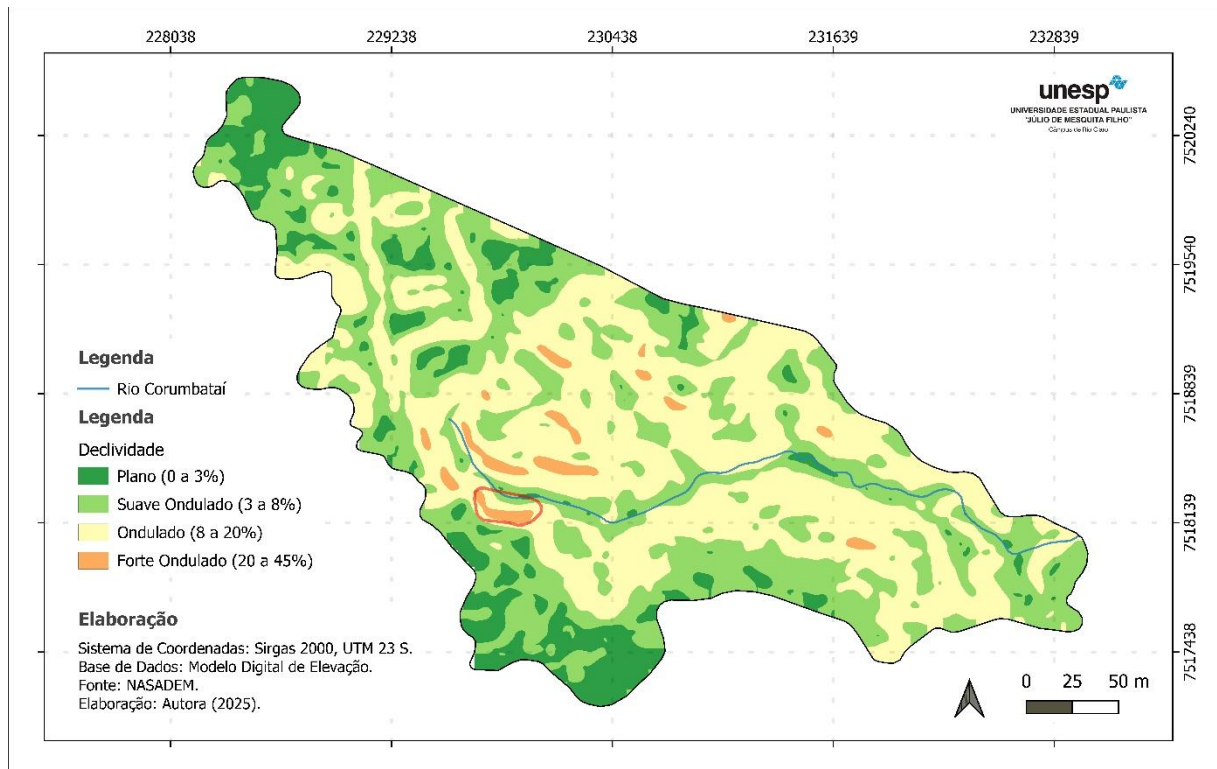
Figura 2 - Mapa hipsométrico da bacia do Campo do Cocho.



Fonte: Autora (2025).

A bacia do Campo do Cocho apresenta terrenos classificados em planos, suave ondulados, ondulados e forte ondulados, com declividades que variam entre 0 e 34% (Figura 3). A declividade do terreno influencia no escoamento superficial da água da chuva, aumentando a intensidade dos processos erosivos. Em áreas com inclinação acentuada, por exemplo, nos terrenos classificados em ondulados e forte ondulados no local de estudo, a água da chuva escoar com maior velocidade e intensidade, reduzindo a infiltração no solo e aumentando sua capacidade de remoção e transporte de sedimentos.

Figura 3 - Mapa de declividade da bacia do Campo do Cocho.



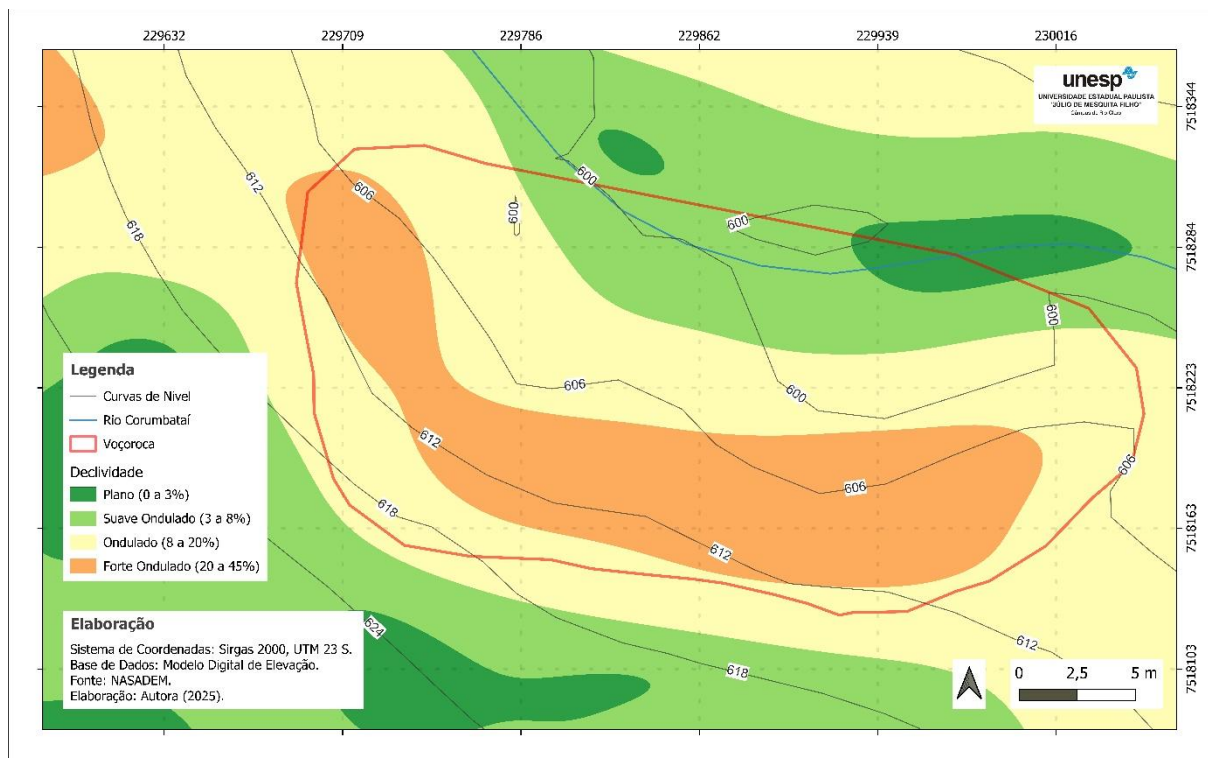
Fonte: Autora (2025).

A feição erosiva estudada está localizada em uma área de alta declividade, com declividades acentuadas, sendo classificadas como onduladas e forte onduladas (Figura 4), as quais atingem percentuais de até 34%. Isso indica que a erosão pode estar sendo intensificada pela declividade acentuada do terreno e pelo escoamento superficial da água, o qual, ao adquirir maior intensidade nesses trechos mais íngremes, aumenta seu potencial de remoção e consequente transporte de sedimentos.

A presença de classes variadas de declividade dentro de uma área relativamente pequena reforça a necessidade de um planejamento de uso da terra baseado nas características topográficas locais.

Ressalta-se ainda que a combinação dessas características topográficas com a escassez ou ausência de cobertura vegetal e práticas inadequadas de manejo da terra, como a compactação do solo em decorrência do pisoteio excessivo do gado em áreas de pastagem, contribui para uma maior vulnerabilidade da área à erosão, uma vez que a ação do escoamento superficial é mais intensa, facilitando o avanço da voçoroca.

Figura 4 - Mapa de declividade da voçoroca localizada no Campo do Cocho.



Fonte: Autora (2025).

Na alta vertente da bacia do Campo do Cocho também foi possível observar plantações de milho e cana-de açúcar (Figura 5), práticas que podem influenciar diretamente o processo erosivo do local, pois o solo exposto pode reduzir a infiltração da água no solo, intensificando o escoamento superficial. A média e baixa vertente apresentam, além das culturas em questão, pastagem, inclusive no interior da voçoroca.

Figura 5 - Plantações de milho e cana-de-açúcar na área de entorno da voçoroca.



Fonte: Autora (2025).

Dessa forma, nota-se que a alta vertente é marcada pela presença de plantações de milho e cana-de-açúcar, enquanto a média e a baixa vertente apresentam, além das culturas em questão, áreas de pastagem (Figura 6).

Figura 6 - Declividade e usos da terra na vertente.



Fonte: Autora (2025).

Segundo Fushimi e Nunes (2022), a pecuária extensiva, com o pisoteio do gado bovino, acelera a compactação dos horizontes superficiais do solo, com consequente redução da infiltração das águas pluviais e, nos caminhos que percorre para dessedentação, ocorre a remoção da cobertura vegetal e o incremento do escoamento superficial e do fluxo linear.

No fundo de vale do Rio Corumbataí, embora existam fragmentos de vegetação secundária remanescente, observou-se trechos desprovidos de cobertura vegetal (Figura 7).

Figura 7 - Canal de drenagem com vegetação degradada em sua margem.



Fonte: Autora (2025).

A voçoroca (Figura 8) localiza-se na baixa vertente e possui elevação de 607 m. Além disso, segundo Ferreira (2021), a feição erosiva apresenta 160 metros de comprimento, 200 metros de largura e 9 metros de profundidade. Sendo assim, com base nessas características morfométricas, sua caracterização como voçoroca fundamentou-se no critério dimensional clássico, segundo o qual a largura e a profundidade devem ser superiores a 50 cm.

Figura 8 - Dimensão visual de diferentes pontos da voçoroca.



Fonte: Autora (2025).

A voçoroca foi classificada como conectada, ou seja, está diretamente ligada à rede de drenagem, o que favorece o escoamento das águas pluviais através de caminhos preferenciais no solo (Figura 9-A) e o transporte de sedimentos (Figura 9-B) para o Rio Corumbataí.

Figura 9 - (A) Caminho preferencial de transporte de material da baixa vertente ao fundo de vale **(B)** Material transportado ao fundo de vale.



Fonte: Autora (2025).

Além disso, foi possível classificar a erosão que ocorre no local como remontante, apresentando sentido de desenvolvimento jusante-montante, com a cabeceira da voçoroca orientada em direção à alta vertente.

Observou-se também a presença de cobertura vegetal degradada no interior da feição erosiva, caracterizada por uma considerável quantidade de árvores e plantas, dentre as quais uma quantidade significativa apresenta sinais de estresse e crescimento limitado (Figura 10). Sendo assim, esse fenômeno pode indicar que as condições ambientais no interior da voçoroca não são totalmente favoráveis ao desenvolvimento correto da vegetação, possivelmente devido ao transporte de sedimentos à feição erosiva, à instabilidade do solo e à compactação em algumas áreas.

Figura 10 - Vegetação presente no interior da voçoroca.



Fonte: Autora (2025).

No interior da feição erosiva foram identificadas outras feições erosivas, como pedestais e alcovas de regressão. Ressalta-se que a ocorrência de diferentes formas erosivas dentro da voçoroca sugere que processos distintos atuam simultaneamente na remoção e transporte do material, contribuindo para a evolução do processo erosivo na área de estudo.

Os pedestais (Figura 11-A) são causados pela ação do salpicamento das gotas da chuva e do escoamento superficial, que removem as partículas de solo ao redor de obstáculos, como raízes e fragmentos de rocha. Esse processo ocorre de forma mais intensa em áreas com cobertura vegetal escassa, nas quais o impacto da gota da chuva remove partículas do solo, enquanto o escoamento superficial transporta os sedimentos mais soltos. O material protegido sob elementos mais resistentes permanece intacto, formando elevações.

As alcovas de regressão (Figura 11-B) podem ser esculpidas pelo escoamento superficial e/ou afloramento do aquífero freático. Esse processo está diretamente relacionado ao fenômeno de solapamento, caracterizado pela remoção gradual de material da base de uma encosta, resultando no enfraquecimento e consequente desmoronamento das camadas superiores do solo.

Figura 11 - (A) Pedestais (B) Alcova de regressão localizada no interior da voçoroca.



Fonte: Autora (2025).

De forma geral, o uso e ocupação da terra da bacia do Campo do Cocho revela uma predominância da agropecuária na paisagem, com fragmentos isolados de vegetação. Essa configuração sugere um cenário de degradação ambiental, no qual o desmatamento e o uso e manejo inadequado da terra contribuem para intensificação dos processos erosivos, ocasionando a formação da voçoroca. A fragmentação da vegetação nativa também pode comprometer a infiltração da água no solo, aumentando o escoamento superficial e favorecendo a ação da erosão.

Dessa forma, apesar de possuir um considerável índice de cobertura vegetal e matéria orgânica em seu interior, a feição erosiva apresenta características associadas a um processo erosivo avançado diante dos usos intensivos da terra para plantio e pastagem. Logo, a proposição de medidas de recuperação para a feição erosiva em questão fez-se necessária, a fim de minimizar os impactos ambientais causados pela voçoroca e por sua área de entorno.

Proposição de medidas de recuperação à voçoroca do Campo do Cocho

A recuperação da voçoroca estudada requer a adoção de medidas para controlar a erosão, mitigar os impactos ambientais e promover a estabilidade ambiental tanto da área de estudo quanto do seu entorno.

A execução das medidas propostas foi categorizada em três etapas: implementação, manutenção e monitoramento, uma vez que tal divisão garante que as ações adotadas sejam aplicadas, acompanhadas ao longo do tempo e ajustadas conforme necessário para assegurar sua efetividade.

As medidas de recuperação propostas foram selecionadas com base na realidade da área de estudo, a qual, atualmente, não possui controle da erosão. Assim, priorizaram-se medidas econômicas e tecnicamente viáveis, a fim de minimizar a demanda de tempo em sua implementação, manutenção e monitoramento. Dessa forma, sugere-se a adoção das seguintes medidas de recuperação à área de estudo:

- **Isolamento da área:** O isolamento da voçoroca é fundamental para reduzir a degradação causada pelo pisoteio do gado, evitando também o acesso de pessoas ao local. Para isso, recomenda-se a instalação de cercas ao redor da feição erosiva, criando barreiras físicas. Sugere-se que as cercas sejam construídas por meio de técnicas de bioengenharia, com a combinação de madeira de reflorestamento e arame galvanizado, o qual assegura maior durabilidade à estrutura, ao apresentar maior resistência à corrosão.
- **Terraceamento:** A construção de terraços nas áreas de pastagem ao redor da voçoroca visa, associada à presença de cobertura vegetal de gramínea, reduzir a velocidade do escoamento superficial e aumentar a infiltração da água no solo, minimizando o transporte de sedimentos à feição erosiva (Tavares *et al.*, 2008). Além disso, o sistema de terraceamento e o tipo de terraço adotado devem ser projetados de acordo com a declividade da área (Quadro 1).

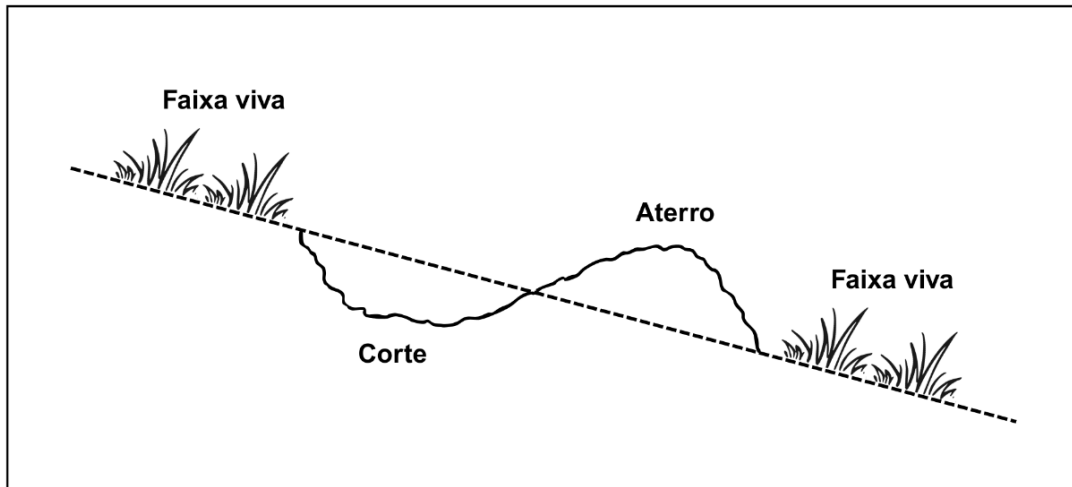
Quadro 1 - Classificação de diferentes tipos de terraços de acordo com a declividade.

Declividade	Tipo de Terraço	Caracterização
Até 12%	Base larga	Construído com lâmina terraceadora.
Entre 12 e 15%	Base estreita	Construído com arado terraceador de discos ou lâmina terraceadora.
Acima de 15%	Com faixa viva	Uso de vegetação para estabilização do solo.

Fonte: Adaptado de Tavares *et al.* (2008).

Sendo assim, para a área de estudo, recomenda-se a utilização de terraços com faixa viva (Figura 12), uma vez que a declividade do terreno ultrapassa 15% em uma significativa quantidade de áreas adjacentes à voçoroca. Além disso, sugere-se que o dimensionamento do espaçamento entre os terraços seja calculado em função da taxa de infiltração do solo, enquanto a seção transversal do canal seja projetada para comportar o volume máximo de enxurrada proveniente da montante.

Figura 12 - Configuração de terraceamento com faixa viva.



Fonte: Autora (2025).

- **Construção de paliçadas:** As paliçadas têm a função principal de reduzir a velocidade do escoamento superficial da água e reter sedimentos, contribuindo para o controle da erosão e a estabilização do solo (Tavares *et al.*, 2008). Segundo Araújo (2009), o uso de paliçadas vivas, para a contenção de erosão, pode ser considerada uma técnica viável economicamente, pois exige pouco investimento financeiro para sua instalação e manutenção, tornando-se uma alternativa em pequenas propriedades rurais.

Segundo Tavares *et al.* (2008), as paliçadas de bambu podem ser usadas tanto para a contenção dos taludes da voçoroca como para a redução da velocidade de escoamento superficial, contribuindo para a retenção dos sedimentos transportados.

Na área de estudo, recomenda-se a construção de paliçadas vivas, compostas por bambu, priorizando os trechos mais vulneráveis à erosão, com destaque aos caminhos preferenciais percorridos pela água da chuva no interior da voçoroca, em que há o transporte concentrado de sedimentos.

Além disso, sugere-se que nos caminhos preferenciais de fluxo concentrado e taludes não-suavizados, as paliçadas vivas de bambu sejam montadas em trincheiras. Para suportar a pressão hidrostática e o empuxo de sedimentos nas paredes abruptas, a estrutura deve ser escorada com toras de eucalipto e reforçada por amarras de arame de aço galvanizado, ancoradas em estacas de madeira fixadas fora da borda da voçoroca em solo firme.

- **Aplicação de geotêxteis e geomantas:** A aplicação de geotêxteis e geomantas nos taludes da erosão auxilia na estabilização do solo em áreas inclinadas, que são mais vulneráveis ao escoamento superficial. Segundo Sales (2017), os materiais em questão atuam como uma

barreira física contra o impacto das gotas da chuva, reduzindo a remoção de partículas do solo. Além disso, contribuem para a criação de condições favoráveis à revegetação, uma vez que ajudam a reter umidade e temperatura, facilitando a germinação de sementes e o desenvolvimento de mudas.

Segundo Barrela (2007), o biogeotêxtil, quando composto por fibra de coco, é eficaz no controle da erosão vertical. Em seu estudo, o autor constatou que a combinação da rede de fibras de coco com a vegetação reduziu significativamente a erosão do solo, resultando em uma perda anual de solo 95% menor em comparação ao solo desprotegido.

Na voçoroca do Campo do Cocho, sugere-se a utilização do geotêxtil composto por fibra de coco, a fim de minimizar o processo erosivo ocasionado por parte da água da chuva e auxiliar a revegetação no local, ao permitir uma maior retenção de umidade, proteger o solo contra o impacto da gota da chuva, reduzir a velocidade do escoamento superficial e agir como uma barreira física natural, além de ser biodegradável.

Para sua implementação, recomenda-se que a superfície esteja livre de materiais soltos antes da instalação do geotêxtil, de modo a favorecer seu contato direto com o terreno. Além disso, nos pontos de encontro entre diferentes segmentos do material, sugere-se a realização de sobreposições, evitando a formação de descontinuidades que possam favorecer a concentração do escoamento superficial e a remoção de partículas do solo.

- **Revegetação do interior da feição erosiva:** A revegetação da área de estudo deve priorizar espécies nativas ou adaptadas ao clima local, considerando a sazonalidade das chuvas no município de Rio Claro. Para isso, propõe-se duas técnicas de revegetação. A primeira consiste no plantio de mudas, por meio da utilização do método da nucleação, no qual, segundo Duarte (2021), há a criação de pequenos “núcleos” (ilhas de vegetação) no interior da área degradada, favorecendo a sucessão ecológica natural.

Ainda segundo o autor, a implementação da nucleação no interior da feição erosiva envolve diferentes etapas, as quais buscam acelerar a sucessão natural por meio da criação de pequenos núcleos de vegetação, favorecendo a regeneração natural da cobertura vegetal e a atração de fauna dispersora de sementes.

Na área de estudo, sugere-se a aplicação da técnica de nucleação dividida em quatro etapas operacionais: diagnóstico e seleção de pontos estratégicos (considerando declividade e vegetação remanescente); definição de métodos (introdução de mudas arbóreas/arbustivas pioneiras locais, atração de fauna dispersora de sementes via poleiros artificiais e transposição

de serrapilheira); implementação dos núcleos e aplicação de cobertura orgânica; monitoramento e manutenção (replantio).

Outra técnica sugerida à revegetação no interior da feição erosiva é a hidrossemeadura, a qual, segundo Guimarães et al. (2012), consiste na aplicação de uma mistura de sementes, água, fertilizantes, adesivos e outros componentes diretamente sobre o solo por meio de equipamentos de aspersão, isto é, que simulam uma chuva artificial. Essa técnica faz-se necessária ao local, pois é facilmente aplicada em áreas mais íngremes e de difícil acesso, as quais são amplamente encontradas na área de estudo.

Segundo Matos (2018), a utilização de biomanta de fibra de coco associada à hidrossemeadura com um mix de sementes específico mostrou-se eficaz, sendo este composto por duas espécies de gramíneas, sendo elas Capim Braquiária (*Brachiaria decumbens*) e Capim Gordura (*Melinis minutiflora*), e uma de leguminosa, correspondente ao Calopogônio (*Calopogonium mucunoides*). Enquanto as gramíneas proporcionam rápido recobrimento foliar e um denso sistema radicular nas camadas superficiais, agregando as partículas do solo e reduzindo o impacto erosivo, o Calopogônio, por ser uma leguminosa forrageira de hábito prostrado, atua na fixação de nitrogênio, o que viabiliza o desenvolvimento da cobertura vegetal sem a necessidade de fertilizações constantes.

- Sistema agroflorestal (SAF): A adoção de um sistema agroflorestal nas áreas adjacentes à voçoroca faz-se fundamental não apenas à estabilidade ambiental da área de estudo, mas também à economia dos produtores locais, os quais já realizam plantações de milho e cana-de-açúcar. O sistema, ao combinar árvores, culturas agrícolas e pastagem, minimiza a erosão e melhora a infiltração da água no solo.

Segundo Santos Junior et al. (2020), resultados já obtidos em estudos anteriores demonstram que a renovação por meio do plantio da cana-de-açúcar consorciada com milho é promissora e economicamente viável. No estudo realizado, a produtividade do milho não foi afetada pela competição com a cultura da cana-de-açúcar, bem como a brotação e perfilhamento da cana-de-açúcar não foram afetados pela consorciação, após a colheita do milho.

Prellwitz e Coelho (2011) afirmam que o consórcio entre gramíneas e leguminosas visa atender à demanda por alternativas à adubação nitrogenada e, outros benefícios, como melhorias dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo. De acordo com Azevedo et al. (2007), dentre as leguminosas forrageiras, o feijão-guandu (*Cajanus cajan*) destaca-se devido aos seus múltiplos usos; além de servir como fonte de proteína para a alimentação animal,

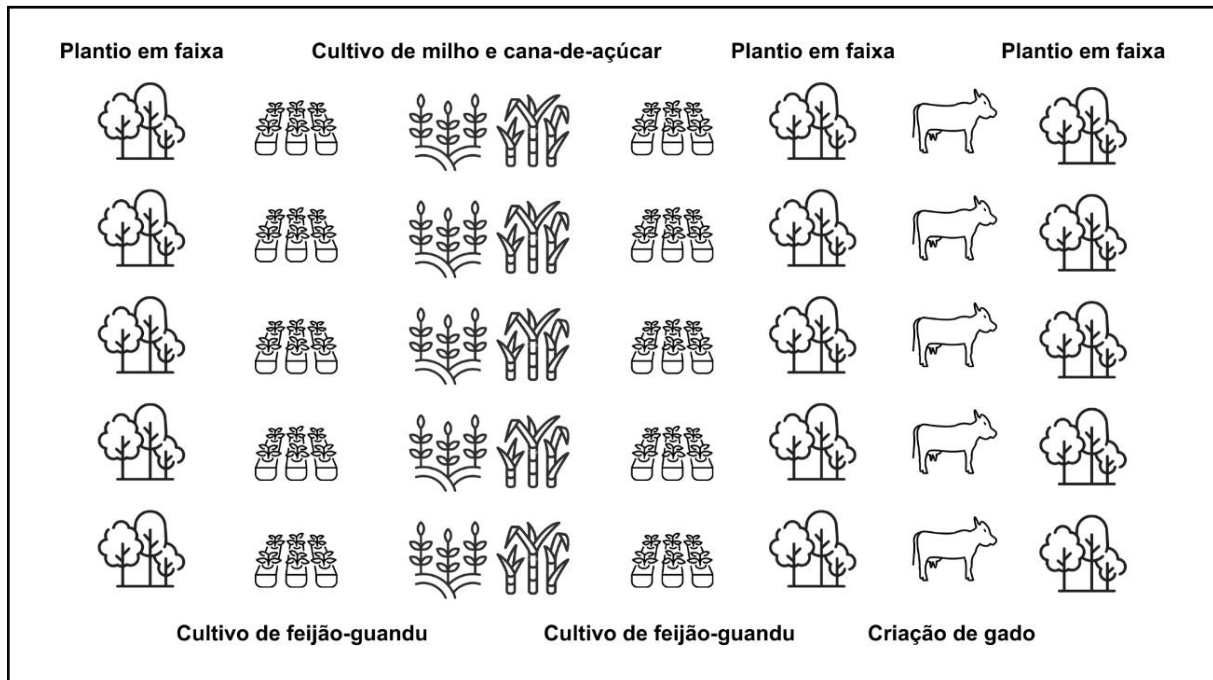
desempenha importante papel na ciclagem e fornecimento de nutrientes ao solo, principalmente nitrogênio.

Assim, o cultivo de feijão-guandu associado aos plantios de milho e cana-de-açúcar é uma opção a ser implantada na área estudada, uma vez que além de fornecer benefícios para ambas as culturas, como o fornecimento de nitrogênio, pode ser utilizado como suplementação para alimentação do gado presente na propriedade. Além disso, sugere-se que os cultivos de milho e cana-de-açúcar sejam realizados em linha e intercalados, com a semeadura simultânea de ambas as culturas, a fim de aumentar a cobertura do solo e, assim, reduzir os espaços disponíveis para o crescimento de ervas daninhas e, conseqüentemente, evitar a necessidade do uso de herbicidas.

A introdução de espécies arbóreas frutíferas de interesse comercial pode agregar valor à produção. Com isso, o sistema agroflorestal não apenas favorece a recuperação da área degradada, mas também auxilia no desenvolvimento socioeconômico das unidades produtivas no entorno da voçoroca. Sugere-se que as sementes e as mudas das árvores a serem plantadas sejam coletadas de matrizes florestais em fragmentos da região de Rio Claro (SP), o que contribui para a manutenção da biodiversidade local e aumenta a adaptação das espécies às condições da área degradada.

Ressalta-se que o sistema adotado siga uma configuração adequada (Figura 13). Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (2014), para declividades maiores recomenda-se o plantio em faixas, e para declividades menores, o plantio em linhas. Dessa forma, para a área de estudo, recomenda-se o plantio em faixa de árvores, uma vez que o terreno apresenta declividades consideravelmente acentuadas, de até 34%.

Figura 13 - Exemplo de configuração de um sistema agroflorestal para a área de estudo.



Fonte: Autora (2025).

Para o sistema agroflorestal proposto têm-se o plantio de árvores em faixa nos limites dos cultivos de milho, cana-de-açúcar e feijão-guandu, com o objetivo de reduzir o escoamento superficial da água da chuva e aumentar a sua infiltração no solo, favorecendo o desenvolvimento das culturas.

Para a criação de gado, a cobertura vegetal desenvolvida em faixas faz-se necessária para promover sombreamento, reduzindo o estresse térmico dos animais, principalmente em períodos de maior calor.

Uma vez implementadas, as medidas de recuperação devem ser mantidas e monitoradas, a fim de garantir a continuidade do projeto a médio e longo prazo. O monitoramento também faz-se fundamental para avaliar a eficiência das medidas de recuperação implementadas e promover ajustes sempre que necessário.

Por fim, após a seleção das medidas consideradas mais eficientes e adequadas para contenção da feição erosiva, realizou-se o planejamento para suas respectivas implementações, a partir de um cronograma físico (Quadro 2), considerando-se a sequência mais adequada das atividades sugeridas e o tempo demandado para implantação de cada uma delas.

Quadro 2 - Proposta de cronograma físico a ser implementado.

Ano	Atividade	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
1º	Isolamento da área	x	x										
	Terraceamento		x	x									
	Construção de paliçadas		x	x									
	Aplicação de geotêxteis e geomantas				x	x							
	Hidrosemeadura					x	x						
	Plantio de mudas						x	x	x				
	Implementação do sistema agroflorestal						x	x	x				
	Manutenção e monitoramento									x	x	x	x
Próximos anos	Manutenção e monitoramento	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Fonte: Autora (2025).

A realização das atividades também está relacionada à variação da precipitação ao longo do ano. Ao alinhar as atividades ao regime de chuvas, buscou-se tanto evitar que processos erosivos se intensifiquem em períodos chuvosos quanto proporcionar melhores condições para o desenvolvimento da vegetação. Em geral, a distribuição das atividades busca aproveitar os períodos secos (abril a setembro) para preparação do solo e os períodos chuvosos (outubro a março) para favorecer o estabelecimento da vegetação.

Os resultados obtidos evidenciam que a degradação da área de estudo por voçorocamento é resultado de fatores naturais, como relevo de declividades acentuadas, mas principalmente às atividades humanas recorrentes, como o uso intensivo da terra para fins agrícolas e de pastagem sem o devido planejamento ambiental. A ausência de barreiras naturais, a compactação do solo e a cobertura vegetal fragmentada favorecem o aumento do escoamento superficial e o consequente transporte de sedimentos, contribuindo para a intensificação da feição erosiva analisada.

Considerações finais

A partir da caracterização da área de estudo, associada ao mapeamento, e do levantamento em trabalho de campo, foi possível identificar os principais fatores que contribuíram para a formação e evolução da voçoroca localizada no Campo do Cocho. Os resultados obtidos demonstram que a ocorrência do processo erosivo está relacionada à associação entre as características naturais do terreno e os usos da terra identificados na área.

Assim, verificou-se que a ausência ou escassez de cobertura vegetal, o manejo inadequado da terra para prática de pecuária extensiva e as declividades acentuadas que atingem até 34% na vertente são fatores significativos à ocorrência da erosão.

Além disso, a identificação de feições erosivas internas, como os pedestais e as alcovas de regressão, evidencia que a vegetação degradada presente no interior da área de estudo apresenta condições limitadas para conter a dinâmica erosiva remontante, uma vez que uma quantidade significativa de sedimentos continua sendo transportada da alta e média vertente.

Assim, conclui-se que, diante das condições observadas na voçoroca localizada na bacia do Campo do Cocho, torna-se necessária a adoção de medidas de recuperação no interior da voçoroca e em sua área de entorno, a qual exerce influência direta e significativa no desenvolvimento da feição erosiva. As ações propostas - como o isolamento da área, terraceamento, construção de paliçadas, aplicação de geotêxteis e geomantas, hidrossemeadura, plantio de mudas e implementação de um sistema agroflorestal - são fundamentais tanto para a recuperação ambiental quanto para um maior desenvolvimento socioeconômico da região.

Referências

- ANTONIO FILHO, F. D. **Crescimento Urbano e Recursos Hídricos: o caso de Rio Claro (SP)**. Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia, v. 1, n. 1, p. 55-62, 2003.
- ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 320p.
- AZEVEDO, R. L.; RIBEIRO, G. T.; AZEVEDO, C. L. L. **Feijão guandu: uma planta multiuso**. Revista da FAPese, v.3, n.2, p.81-86, 2007.
- BARRELA, C. **Aplicação de Geossintéticos no Controlo da Erosão Superficial e Costeira**. Relatório 206/2007 – NGE, LNEC, Departamento de Geotecnia. Núcleo de Geologia de Engenharia, Lisboa, Portugal, 51p. maio. 2007.
- CENTRO DE ANÁLISE E PLANEJAMENTO AMBIENTAL (CEAPLA). **Dados pluviométricos**. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2025.
- COUTO, B. de O. C. **Estudo da erodibilidade em horizontes de taludes de corte rodoviário por meio de procedimentos de laboratório e de campo**. 2020. xx, 229 f., il. Tese (Doutorado) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2020. Disponível em: <http://www.repositorio.ufop.br/jspui/handle/123456789/12359>. Acesso em: 22 jan. 2025.
- DUARTE, D. J. **Recuperação de área degradada: experiência com implementação do projeto de Nucleação**. 2021. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/61534>. Acesso em: 4 abr. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistemas agroflorestais**. 2014. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/997488/1/sistemasagrofloresta.is.pdf> . Acesso em: 21 jan. 2025.

FERREIRA, J. C. P. **Evolução espaço-temporal de erosões lineares no município de Rio Claro/SP**. 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/214322> . Acesso em: 2 fev. 2025.

FUSHIMI, M. **Vulnerabilidade Ambiental aos processos erosivos lineares nas áreas rurais do município de Presidente Prudente - SP**. 2012. 141 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação, 2012.

FUSHIMI, M.; RODRIGUES NUNES, J. **Vulnerabilidade aos sulcos e ravinas em setores de gramínea de Presidente Prudente - SP como subsídio ao planejamento ambiental**. GEOFRONTER, [S. l.], v. 8, 2022. DOI: 10.61389/geofronter.v8.7053. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/GEOF/article/view/7053>. Acesso em: 27 abr. 2025.

GUERRA, A. J. T. **A erosão dos solos no contexto social**. Anuário do Instituto de Geociências, v. 17, p. 14-23, 1994.

GUERRA, A. J. T. **Processos erosivos nas encostas**. In: GUERRA; A. J. T.; CUNHA, S. B. Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998, p. 149 - 199.

GUIMARÃES, J. C. C. *et al.* **Abordagem de práticas conservacionistas na recuperação de voçorocas**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer-Goiânia, v. 8, n. 14, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Banco de Dados e Informações Ambientais (BDIA)**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/geologia/23382-banco-de-informacoes-ambientais.html> . Acesso em: 2 fev. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Rio Claro**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/rio-claro.html>. Acesso em: 3 fev. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Projeto PRODES: monitoramento da floresta por satélite – uso e cobertura da terra**. INPE, 2023. Disponível em: <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/>. Acesso em: 3 fev. 2025.

MATOS, R. S. **Efetividade do uso da biomanta de fibra de coco nos taludes da BA 535 (Via Parafuso), Camaçari**. Bahia. 2018.

MICHETTE, J. F. **Modelos de previsão de erosão pluvial utilizando SIG: estudo na bacia hidrográfica da Represa do Lobo (Broa), SP**. 2015.

PENTEADO, M. M. **Geomorfologia do setor centro-ocidental da Depressão Periférica Paulista**. 1976. 86 p. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1976.

PRELLWITZ, W. P. V.; COELHO, F. C. **Produtividade de colmos, índice de área foliar e acúmulo de N na soca de cana-de-açúcar em cultivo intercalar com *Crotalaria juncea* L.** *Ceres*. v.58, n.6, 2011.

SALES, Thiago José Moreira. **Estudo da aplicação de geossintético no controle de erosão**. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/24859>. Acesso em: 4 abr. 2025.

SANTOS JUNIOR, J. *et al.* **Consórcio de cana-de-açúcar com milho: recomendações de manejo para a região do Cerrado**. Embrapa, 2020 (Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 45). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1127456/1/CT-45-web.pdf> . Acesso em: 3 abr. 2025.

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE. **DataGEO: Sistema Ambiental Paulista – solos**. São Paulo, 2017. Disponível em: <https://datageo.ambiente.sp.gov.br/> Acesso em: 3 fev. 2025.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo**. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Brasília: CPRM, 2004.

SOUZA, N. da C. **Dinâmica do uso e ocupação da terra associada ao crescimento de processos erosivos lineares e aos aspectos sociodemográficos e físico-estruturais**. 2020. Tese de Doutorado. Tese de doutorado). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, Brasil.

TAVARES, S. R. L. *et al.* **Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação**. 2008. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/publicacao/340067> . Acesso em: 22 jan. 2025.

ZAINE, J. E. **Geologia da Formação Rio Claro na Folha Rio Claro (SP)**. Rio Claro, SP. 1994. 98 p. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – 63 - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1994. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/92931> . Acesso em: 2 fev. 2025.

ZAINE, J. E. **Mapeamento geológico geotécnico por meio do método do detalhamento progressivo: ensaio de aplicação na área urbana do Município de Rio Claro (SP)**. 2000. 149 p. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/102900> . Acesso em: 2 fev. 2025.

AUTORES

Larissa Martini de Paula

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) - Câmpus de Rio Claro (2026 - atualmente). Pós-Graduada, pela Instituição de Ensino União Educacional Minas Gerais (UNIMINAS), nas seguintes especializações: Recuperação Ambiental de Áreas Degradadas e Contaminadas; Fertilidade, Manejo de Solos e Nutrição de Plantas; Meio Ambiente, Desenvolvimento e Sustentabilidade; e Ecologia e Biodiversidade (2025 - 2026). Graduada em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) - Câmpus de Rio Claro (2025).

Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-5593-6562>

E-mail: larissa.martini@unesp.br

Melina Fushimi

Professora Assistente do Departamento de Geografia e Planejamento Ambiental (2023-Atual) e Professora Permanente do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Rio Claro (2025-Atual). Foi Professora Permanente do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço da Universidade Estadual do Maranhão, Câmpus de São Luís (2018-2025). Foi bolsista Produtividade do CNPq, PQ-2 (2022-2025). Foi Professora Adjunta dos cursos de Geografia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade de Campo Grande (2021-2023) e do Departamento de História e Geografia da Universidade Estadual do Maranhão, Câmpus de São Luís (2018-2021). Possui Pós-Doutorado em Geografia pela Universidade Estadual de Campinas (2020), Doutorado (2016), Mestrado (2012), Bacharelado (2009) e Licenciatura (2008) em Geografia pela Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Presidente Prudente. Lidera o grupo de pesquisa do CNPq: Solos, processos ambientais e mapeamentos (GEOAMBIENTE). Pesquisa com ênfase nos temas: erosão e vulnerabilidade, mapeamento geomorfológico, usos da terra e ensino de solo.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3682-4701>

E-mail: melina.fushimi@unesp.br

Data de submissão: 12 de maio de 2026.

Aceito para publicação: 19 de outubro de 2026.

Data de publicado: 27 de outubro de 2026.