

Erosão em voçoroca e impacto nas propriedades químicas do solo e da água
Erosion in gullies and impact on the chemical properties of soil and water
Erosión en garganta e impacto en las propiedades químicas del suelo y el agua

Recebido: 03/09/2020 | Revisado: 03/09/2020 | Aceito: 05/09/2020 | Publicado: 06/09/2020

Mônica Lau da Silva Marques

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2794-0815>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: monica.lau@ifgoiano.edu.br

Luís Sérgio Rodrigues Vale

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6303-9063>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: luis.sergio@ifgoiano.edu.br

Matheus Victor Oliveira Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9735-008x>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: matheusvictorsilva02@gmail.com

Maria Rita Gonçalves Cavalcante

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4001-862x>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: mariaritagc15@gmail.com

Mayara Brunelle Paula Reis

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1221-122x>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: mayarabrunelle24@gmail.com

Paula Gonçalves Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1638-3416>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: paulasilvag@outlook.com

Jéssica Maria Israel de Jesus

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8261-9936>

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Brasil

E-mail: jessicamariaisrael@gmail.com

Marco Bruno Xavier Valadão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5917-4940>

Universidade de Brasília, Brasil

E-mail: marcobrunovaladao@gmail.com

Adriana Lau da Silva Martins

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0851-5522>

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: adralmartins@hotmail.com.br

Dennis Ricardo Cabral Cruz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5209-7751>

Universidade Federal de Goiás, Brasil

E-mail: denisribral@gmail.com

Resumo

A degradação ambiental trata-se de diversos processos que influenciam no desequilíbrio de um ecossistema, impossibilitando a sustentação da vida. Neste trabalho, objetivou-se analisar o estado de degradação e as características do solo e da água de uma voçoroca, situada no Instituto Federal Goiano - Campus Ceres - GO. O experimento foi conduzido determinando-se, primeiramente o tipo de erosão e indicando as melhores aplicações para conservação do solo. Foram realizadas análises químicas e físicas do solo utilizando a metodologia da Embrapa. As análises de pH e dureza total da água foram feitas conforme o manual prático de análises de água da FUNASA. O estudo contribuiu para o reconhecimento da degradação da área, além do auxílio em outros estudos relacionados à caracterização das propriedades do solo e da água. O fluxo local de água assoreia gradativamente as margens e o fundo da voçoroca acarretando sedimentos para o leito do Rio Verde. A área degradada apresenta bons níveis de nutrientes do solo, destaca-se o cálcio e o potássio, porém esse padrão está associado aos fertilizantes carregados constantemente para a voçoroca.

Palavras-chave: Água; Conservação; Degradação; Solo; Voçoroca.

Abstract

Environmental degradation involves several processes that influence the imbalance of an ecosystem, making it impossible to sustain life. In this work, the objective was to analyze the state of degradation and the characteristics of the soil and water of a erosion in gullie, located at the Instituto Federal Goiano - Campus Ceres - GO. The experiment was conducted by first

determining the type of erosion and indicating the best applications for soil conservation. Chemical and physical analyzes of the soil were carried out using Embrapa methodology. The pH and total water hardness analyzes were performed according to FUNASA's practical water analysis manual. The study contributed to the recognition of the degradation of the area, in addition to assistance in other studies related to the characterization of soil and water properties. The local flow of water gradually silts the banks and the bottom of the erosion in gullie, causing sediment to the bed of the Rio Verde. The degraded area has good levels of soil nutrients, calcium and potassium stand out, but this pattern is associated with fertilizers carried constantly to gullies.

Keywords: Water; Conservation; Degradation; Soil; Gullies.

Resumen

La degradación ambiental involucra varios procesos que influyen en el desequilibrio de un ecosistema, haciendo imposible el sustento de la vida. En este trabajo, el objetivo fue analizar el estado de degradación y las características del suelo y el agua de una erosión garganta, ubicada en el Instituto Federal Goiano - Campus Ceres - GO. El experimento se realizó determinando primero el tipo de erosión e indicando las mejores aplicaciones para la conservación del suelo. Los análisis químicos y físicos del suelo se realizaron utilizando la metodología Embrapa. Los análisis de pH y dureza total del agua se realizaron de acuerdo con el manual práctico de análisis de agua de FUNASA. El estudio contribuyó al reconocimiento de la degradación del área, además de la asistencia en otros estudios relacionados con la caracterización de las propiedades del suelo y el agua. El flujo local de agua sedimenta gradualmente las orillas y el fondo de la erosión de cárcava, provocando sedimentos en el lecho del Río Verde. La zona degradada tiene buenos niveles de nutrientes en el suelo, destacan el calcio y el potasio, pero este patrón está asociado con los fertilizantes llevados constantemente a las cárcavas.

Palabras clave: Agua; Conservación; Degradación; Suelo; Erosión del barranco.

1. Introdução

A erosão é a degradação do solo e da superfície de terrenos, que pode ser um fenômeno geológico independente da intervenção humana. Alguns agentes naturais que causam esse processo são: a água abaixo da superfície ou superficial, a gravidade, entre outros fatores, porém a intervenção humana agiliza e facilita esse processo e muita das vezes é a

causa (Guerra, et al., 2005). A erosão por ravinas e voçorocas é originada por diversos mecanismos que atuam em escalas espaciais e temporais, todas derivam de rotas que são tomadas pelos fluxos de água que ocorre na superfície e sub superfície (Coelho Netto, 1998).

Fatores como a declividade, chuvas concentradas, características físicas e químicas do solo, como: textura, consistência friável, baixo teor de matéria orgânica e pequena estabilidade de agregados auxiliam na fraqueza do solo (Machado, et al., 2006). Em vista ao relevo, sua influência está relacionada com o comprimento de rampa de escoamento longo e a forma da encosta, que favorecem maior velocidade, volume e concentração da enxurrada (Wischmeier & Smith, 1958).

A atividade humana no meio ambiente pode trazer enormes consequências, que favorecem essa ação. Podemos citar o desmatamento em uma área, por interesse próprio, que futuramente poderá até se recuperar novamente, porém será um longo processo que pode ser interrompido dependendo do caso. Sendo assim na maioria dos casos, as consequências são irreparáveis e na maioria das vezes conseguem ser irreversíveis (Medina & Groman, 1966).

É evidente que no país o aumento de erosões vem se agravando, alertando assim o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2020). A falta de preocupação e informação da sociedade agrava a situação, decorrente disso, com o passar do tempo tem-se necessárias medidas atenuantes e de recuperação das áreas degradadas. Assim, a recuperação se torna mais fácil quando o problema é diagnosticado cedo, e a medidas para melhora do local são prontamente adotadas (Guerra, et al., 2005).

Estudos sobre solos é um ponto importante para a recuperação dos ecossistemas ali presentes, principalmente os tropicais e subtropicais como os do Bioma Cerrado, devendo-se dar a devida relevância para as técnicas de manejo e planejamento dos processos ecológicos (Gomes-Pompa & Wiechers, 1979). São de crucial importância as análises e caracterizações de um solo degradado, pois devido ao fato de que para objetivar-se práticas conservacionistas do solo, é preciso uma especificada verificação do local o qual pretende-se conservar ou recuperar.

Segundo a Soil Conservation Society of America (SCSA) abordado por Down & Stoks (1978) e por Moreira (2004), a recuperação de áreas degradadas é conceituada como um processo para reverter o ambiente degradado à sua forma original ou a outras ações. Assim, dentro desse processo são necessários estudos de caracterização do local.

Diante do exposto este trabalho teve como objetivo caracterizar propriedades edáficas e hídricas de uma voçoroca localizada no Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, Ceres, GO.

2. Metodologia

O trabalho foi conduzido em uma área degradada no Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, no município de Ceres, GO, nas margens do Rio Verde. A área de abrangência é de aproximadamente 1.008,04 m² conforme medições do aplicativo Google Earth. Todo o processo de coleta de dados foi realizado de maneira a reduzir ao máximo possível o impacto.

A área delimitada para a coleta possuía uma erosão do tipo voçoroca, com uma elevada profundidade em seu ponto mais degradado. Para a amostragem do solo foram coletadas cinco amostras na profundidade de 0-20 m cada um dos dois lados da voçoroca, sendo nomeada em lado “A” (esquerda) e “B” (direita). Essas amostras foram coletadas para fazer uma análise composta de cada lado da área degradada, assim quantificando os componentes do solo (Pereira, et al., 2018).

Após as primeiras análises laterais foram coletadas amostras de solos internas à voçoroca, denominadas amostras AB. Extraídas de diferentes localidades e profundidades, dentre elas: amostras de 0-40 cm no horizonte A, 40-80 cm no horizonte B e abaixo de 80 cm no horizonte C. Por fim, a última amostra de solo coletada foi mediante as proximidades da área da voçoroca e do setor da Agroindústria do IF Goiano em profundidade de 0-20 cm. Todas as coletas foram realizadas com o trado Holandês para amostras deformadas de solo.

As análises granulométricas para quantificação dos componentes: areia, silte e argila foram feitas seguindo a metodologia descrita no Manual de Métodos de Análises de Solo da Embrapa (1979). Foram utilizadas 25 g de solo de TSFA (Terra fina seca ao ar), 12,5 mL do reagente hidróxido de sódio (NaOH 1 mol/L), 50 mL de água destilada, e deixou-se descansar por 15 minutos, após, foram levadas para um agitador vertical por 10 minutos a 1200 rpm para a quebra das partículas. O líquido foi transferido para uma proveta de 500 mL.

Colocou-se em seguida o densímetro para completar o volume de 500 mL, retirou-se o densímetro, e realizou-se a homogeneização com auxílio do tucho, em seguida, o densímetro foi colocado novamente para ser feita a 1ª leitura da densidade e temperatura com o auxílio do termômetro. Após duas horas foi feita a 2ª leitura. A densidade é medida pelo cálculo da quantidade de areia, silte e argila. Nas análises químicas do solo foram determinados os seguintes atributos: pH em água, pH total, Al, Ca, Mg, K, P, Na e Matéria Orgânica (MO), seguindo a metodologia descrita pela Embrapa (1997).

O pH em água para determinação da acidez ativa e a concentração de H⁺ foi feita em leitura direta. Foi necessário 10 cm³ de solo, 25 mL de água em cada amostra e depositado no

agitador horizontal por 15 minutos a 1800 rpm, depois, as amostras repousaram por 30 minutos. Em seguida, fez-se a leitura no pHmetro. A acidez total e potencial do solo além da concentração de H⁺Al foi feita com 10 cm³ de solo, 25 mL de cloreto de cálcio a 0,01M, 5 mL de SMP, agitou-se por 15 minutos em seguida repousou por uma hora. Após, fez-se a leitura com o pHmetro.

Para a extração de Ca, Mg, K, P e Al foram necessários 5 cm³ de solo. Para a análise de Ca, Mg e Al foi utilizado 50 mL de solução de cloreto de potássio (KCl 1 M); para o K e P foi utilizado 50 mL da solução de Mehlich (Ácido Clorídrico e Ácido Sulfúrico); para matéria orgânica utilizou-se 1 cm³ de solo e 10 mL de solução digestora (dicromato de sódio e ácido sulfúrico).

Foram analisadas duas amostras de água da voçoroca: a primeira amostra foi coletada em uma parte mais elevada internamente e denominada de “Amostra 1” e a segunda amostra em uma parte mais baixa denominada “Amostra 2”. Foram feitas ainda coletas de águas residuais em pontos extremos da voçoroca: o ponto mais crítico da degradação denominado “Amostra 3” e por fim nas margens do Rio Verde denominada “Amostra 4”.

Foram analisadas a dureza total da água, para quantificar possíveis metais que se acumularam na água presente no local, como também o pH, para quantificar a acidez da água e por fim caracterizar uma possível contaminação do ecossistema local. A dureza da água quantifica a presença de sais de cálcio e magnésio, sendo de suma importância para a análise de degradação e impacto que determinada área está causando no local.

Para determinar a dureza da água foi necessária uma amostra de 25 mL de água e com diluição em 50 mL de água destilada em um balão volumétrico. Em seguida, foi transferida para um Erlenmeyer de 250 mL com adição de 1 mL da solução tampão (NH₄OH/NH₄CL, pH 10). Após, solubilizou-se com aproximadamente 0,05 gramas do indicador negro de eriocromo, e em seguida, titulou-se com EDTA 0,01M, agitando-se regularmente até o ponto de virada para a cor azul. Posteriormente, anotou-se o volume de EDTA gasto e fez-se uma amostra ‘branco’ utilizando-se a água destilada e realizou-se o cálculo (Funasa, 2019). Esse processo foi feito com todas as amostras coletadas no período de um ano.

3. Resultados e Discussão

Foram analisadas duas amostras compostas de solo e a amostra do “lado A” da voçoroca apresentou elevadas porcentagens de areia, argila e silte. O pH em água foi de 6,1; apresentou alto nível de matéria orgânica no solo, boa saturação por base e saturação nula por

alumínio (Tabela 1). A amostra do “lado B” da voçoroca apresentou elevados níveis de areia e de argila e baixo nível de silte. O pH em água foi de 6,1 e uma elevada quantidade de matéria orgânica no solo; alta saturação por base e saturação nula por alumínio (Tabela 1).

Tabela 1. Resultados da Análise do solo da voçoroca. IF Goiano - Campus Ceres-GO. 2019.

Locais	Coordenadas	Textura			Nutrientes							Saturação				
		Areia	Silte	Argila	pH	MO	Ca	Mg	Al	H+Al	K	T	K	P	V	m
Amostra/cultura	UTM	g/dm ³			em H ₂ O	g/dm ³	cmol/dm ³			mg/dm ³			%			
VOÇOROCA/ LADO A	X=650597.600 m Y=8302220.140 m	545	74	382	6,1	36,9	5,8	2,5	0,0	2,0	0,6	10,8	226,0	2,0	81,6	0,0
VOÇOROCA/ LADO B	X=650578.720 m Y=8302217.670 m	528	91	382	6,1	26,9	4,2	2,1	0,0	2,0	0,4	8,7	171,0	1,6	77,1	0,0

Fonte: Autores.

As segundas amostras de solo analisadas denominadas de AB apresentam um resultado bastante distinto das primeiras (Tabela 2). Isso decorre do fato que tais amostras terem sido retiradas do centro da degradação da voçoroca, com diferentes profundidades de 40-80 cm, as quais decaíram os níveis de matéria orgânica de acordo com a profundidade.

O local com menor profundidade de 0-20 cm (Horizonte A) da área degradada apresentou um baixo nível de silte em comparação aos elevados níveis de areia e argila, e conseqüentemente, com nível de matéria orgânica reduzida. Apresentou um elevado nível de saturação por base e nenhuma saturação em alumínio; O pH em água foi de 6,1 e zero de alumínio (Tabela 2).

Em seqüência, o horizonte B com profundidade de 40-80 cm apresentou altos teores de areia e argila e baixos de silte em sua textura. Um pH em água de 5,4; matéria orgânica e nutrientes com teores baixos; presença de alumínio; apresentou elevada saturação por base e baixa de saturação por alumínio (Tabela 2).

Tabela 2. Resultados das análises do solo da voçoroca. IF Goiano - Campus Ceres. 2019.

Locais Amostra/Cultura	Coordenadas UTM	Textura			pH em H ₂ O	M.O g/dm ³	Nutrientes						Saturação			
		Areia	Silte g/Kg	Argila			Ca	Mg	Al	H+Al cmol/dm ³	K	T	K	P	V	m
AGROINDÚSTRIA/ 0-20 CM	X=650456,405m Y=8302296,174m	756	101	143	7,0	49,0	10,6	2,4	0,0	1,2	0,5	14,8	214,2	14,9	91,9	0,0
LADO AB/ HORIZONTE A		338	85	577	6,1	10,1	3,9	1,3	0,0	1,8	0,6	7,6	246,1	1,0	76,4	0,0
LADO AB/ HORIZONTE B	X=650589,950m Y=8302170,900m	373	101	526	5,4	8,3	2,2	1,1	0,1	2,0	0,3	5,5	105,7	1,0	63,9	2,7
LADO AB/ HORIZONTE C		469	87	444	5,3	5,9	2,7	2,1	0,2	1,8	0,2	6,8	89,0	1,1	73,4	3,9

Fonte: Autores.

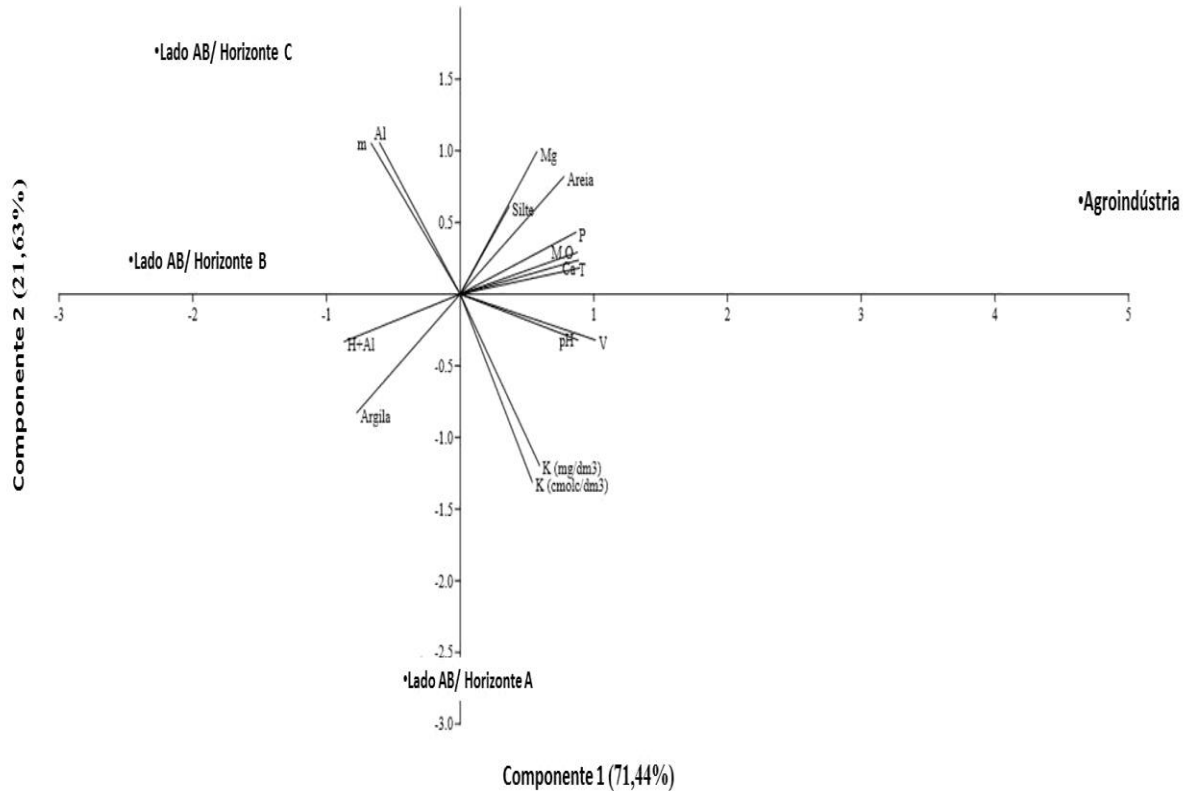
No horizonte C com profundidade abaixo de 80 cm demonstrou níveis de areia de argila significantes, com níveis baixos de silte. Um pH em água de 5,3 e matéria orgânica com baixos níveis de nutrientes e com presença de alumínio, além de apresentar alta saturação por base e significativa saturação por alumínio (Tabela 2). Os cálculos das amostras da dureza total da água, classifica-se as duas primeiras amostras (Amostras 1 e 2) analisadas como muito macia. Em sequência, as duas últimas análises (Amostras 3 e 4) também apresentaram um resultado de muito macia.

A medição do potencial de hidrogênio de quatro pontos da voçoroca onde se encontra água apresentou os seguintes resultados: a amostra 1 tem um pH mais ácido com 5,65, que evidenciou acidez do solo; na amostra 2 a análise indicou um pH menos ácido que a primeira de 6,52; a amostra 3 apresentou um pH de 6,1, apresentando um pH ácido, e o resultado da amostra 4 apresentou-se com um pH de 6,2, sendo caracterizado também como ácido. Nas propriedades físico-químicas do solo, foi feita a estatística multivariada dos nutrientes (Figura 1), a qual visa por meio de vetores os Componentes Principais (PCA). Em primeira estância, é preciso analisar o valor de P1 apresentado como eixo Y e o valor de P2 apresentado como eixo X, se a soma dos dois valores apresentados for maior de 70% indica que os dados estão condizentes com a estatística e as correlações entre os vetores e as variáveis analisadas nesta pesquisa.

Como o gráfico é apresentado em quadrantes, cada vetor é disponibilizado em uma direção que significa sua influência de nutrientes sobre determinado horizonte. Cada vetor é inversamente proporcional a outro, como exemplo é a matéria orgânica que apresenta relação

positiva com o primeiro quadrante e o hidrogênio e alumínio apresentam relação positiva ao terceiro quadrante. Já o alumínio tem relação inversamente proporcional com o potássio.

Figura 1. Gráfico da análise multivariada.



Fonte: Autores.

Podemos observar através da PCA (Figura 1) que o processo de erosão do solo da voçoroca do IF Goiano Campus Ceres – GO apresenta uma correlação positiva no quadrante II (canto superior esquerdo), lado AB/Horizontal B e o lado AB/Horizontal C, apresentando vetores de Al e m com alta similaridade entre si e que o processo erosivo do solo está mais acentuado nestes Horizontes B e C. Já na Agroindústria, no quadrante I (canto superior direito) existe uma similaridade entre os vetores das características físicas e químicas do solo, demonstrando uma correlação positiva entre eles, nesta camada de 0-20 cm o processo de erosão do solo está menos acentuado em relação aos outros horizontes que apresentam camadas entre 40-80 cm (Horizontal B) e acima de 80 cm (Horizontal C). No quadrante IV (canto inferior esquerdo) observa-se o Lado AB/Horizontal A (0-40 cm) uma similaridade positiva entre os vetores da argila e do H+Al. E uma correlação inversamente proporcional a Agroindústria, demonstrando que o processo de erosão do solo da voçoroca apresenta-se um pouco mais acentuado em comparação ao solo da Agroindústria.

O solo da área degradada foi classificado como um Latossolo Vermelho Eutrófico Argissólico (Embrapa, 2019), devido às características de sua textura e estrutura em blocos moderada e pouca cerosidade. Com a presença do Horizonte C Gleí, caracterizado pela ausência de minerais, e cores neutras em sua aparência, e por fim, saturação por água que corroboram com características desse tipo de solo (Santos, et al., 2010)

Em sequência, classificou-se o horizonte B de acordo com o método de nomenclatura das frações granulométricas do solo (Brady, 1989), sendo nomeado na classe de solo argiloso. Tal horizonte foi escolhido para a nomeação, pois é a camada que não sofre qualquer tipo de intemperismo ou interferência de vegetação local, por isso sua textura é facilmente quantificada, assim como outras análises de solo da microbacia a qual se encontra a voçoroca.

Logo após a classificação do solo, as primeiras análises como a textura apresentou um elevado nível de areia e um nível mediano de argila, entretanto, com porcentagens mínimas de silte. Isso decorre do fato que, essas são as frações mais reativas do solo e atribuem características a plasticidade e fertilidade do solo, ou seja, quanto maior sua quantidade presente no solo menor é o nível de lixiviação.

Como é pouco presente o silte no solo analisado, acentua-se de acordo com a literatura que o local está mais propenso à erosão pelo constante fluxo de água (Suzuki, et al., 2012). Além de que, o solo do local apresentou-se um risco de desmoronamento eminente, o que se vincula com pesquisas feitas a respeito da propensão da classe dos Latossolos a esse processo de degradação (Marchioro, et al., 2016; Clementino, et al., 2018), sua conformação forte, muito pequena e granular leva esse tipo de solo a se comportar como um solo arenoso (Oliveira, et al., 1992).

A matéria orgânica elevada em ambos os lados da voçoroca, caracterizam grande vegetação, sendo um atenuante do desmoronamento do solo (Primavesi, 2002). Entretanto, a degradação é mais intensa que o crescimento de raízes na área, e o solo é propenso à degradação decorrente do grande fluxo de água e sua textura.

Com relação à Tabela 1, se torna inviável uma caracterização da degradação, pois a matéria orgânica apresentou-se muito elevada, entretanto, a saturação por base e alumínio demonstraram que qualquer prática de correção torna-se desnecessária, pois seus parâmetros se enquadram nas porcentagens (Correa, et al., 2004; Souza & Lobato, 2004).

As análises do solo que foram realizadas em cada horizonte, apresentaram resultado similar em relação a caracterizações do solo feito de todo o campus. Os quais corroboram com o trabalho realizado anteriormente na microbacia que se encontra a área degradada onde suas texturas apresentam a mesma porcentagem de frações reativas no horizonte B, com

profundidade de 80 cm (Marques, 2013). Entretanto, os resultados referentes aos macronutrientes do solo foram discrepantes. Isso decorre do fato, que a área degradada apresenta um fluxo de água recorrente e essa acarreta bastante agroquímicos das lavouras de todo o campus.

De mesmo modo, as segundas análises corroboram com as primeiras em relação as suas porcentagens de saturação por base e saturação por alumínio, que se apresentaram dentro dos parâmetros estudados para plantio de espécies vegetais, e com isso qualquer meio de correção ou adubação do solo seria dispensável caso o solo fosse requerido para cultivo (Cochrane & Azevedo, 1988).

Em relação às propriedades físico-químicas do solo, foi feita a análise multivariada dos nutrientes (Figura 1), observada por meio de vetores os Componentes Principais (PCA). Tais parâmetros baseados em reescrever as coordenadas das amostras em outro sistema para a análise de dados, ele permite a redução de variáveis avaliadas que apresentam maior peso e importância estatística (Moita Neto & Moita, 1998).

A dureza da água propriamente dita é a quantidade de íons metálicos presentes na água (Kertzman, et al., 1995). Os resultados das análises de dureza da água demonstraram que os níveis estão dentro dos parâmetros de classificação de muito macia, conforme a Tabela 3.

Tabela 3. Classificação da dureza da água.

Concentração mg/L	Classificação
0-70	Muito macia
70-135	Macia
135-200	Dureza média
200-350	Dura
> 350	Muito dura

Fonte: Lopes et al. (2010).

A preocupação de uma água contaminada com sedimentos da voçoroca é que possam ser transportados para as margens do rio, acarretando um problema de contaminação ecológica.

Os resultados do pH da água apresentaram-se em uma faixa de 5,6 a 6,5, os quais

demonstram que todas as amostras possuem um pH ácido, tal característica torna-se complexa a manutenção da vida neste ecossistema. Os resultados corroboram com a resolução CONAMA 357/05(2), que estabelece a prevenção da vida aquática, com um pH entre 6,0 e 9,0. Obteve-se um pH abaixo do parâmetro estipulado, observando alteração para mais neutro a medida que a água aproximava-se das margens do rio. Entretanto, é importante ressaltar que se os mesmos sedimentos que causam essa acidez se deslocarem para o leito do rio, podem acarretar na contaminação e/ou acidificação da água, representando uma ameaça à vida das espécies aquáticas.

4. Considerações Finais

O fluxo local de água assoreia gradativamente as margens e o fundo da voçoroca acarretando sedimentos para o leito do Rio Verde.

A área degradada apresenta bons níveis de nutrientes do solo, destaca-se o cálcio e o potássio, porém, esse padrão está associado aos fertilizantes carregados constantemente para a voçoroca.

O estudo detalhado dos impactos decorrentes da erosão do solo do tipo voçoroca fornece panorama de quais medidas podem ser adotadas para conter essa perda do solo. Diante dos resultados obtidos no presente trabalho foi possível constatar que o isolamento da área afetada ainda é a melhor alternativa para que um solo alterado se restabeleça. A revegetação da área e práticas mecânicas de baixo impacto no solo também são medidas que proporcionarão uma recuperação mais efetiva. Por último, recomenda-se um monitoramento contínuo da área com o intuito de averiguar se as medidas de recuperação estarão, de fato, contribuindo para melhorar os parâmetros físico-químicos do solo e da água.

Referências

Brady, N. C. (1989). *Natureza e propriedades dos Solos*. Rio de Janeiro: Freitas Bastos.

Clementino, G. E. S., Iwata, B. F., Lustosa Filho, D., Costa, T. G. A., Leopoldo, N. C., & Maciel, A. C. (2018). Nível de degradação do solo por processo de voçorocamento em latossolo vermelho-amarelo, no Município de Corrente, Estado do Piauí, Nordeste do Brasil. *Revista brasileira de gestão ambiental e sustentabilidade*, 5(10), 643-653.

Cochrane, T. T., & Azevedo, L.G. (1988). As savanas do tropico sul-americano: uma visão geral dos seus recursos de clima e solo para desenvolvimento agrotecnológico baseado no inventário computadorizado de sistemas de terra do CIAT/EMBRAPA. In: *Simpósio sobre Cerrado*, 6, 1982. Brasília. Savanas: alimento e energia. Planaltina: EMBRAPA-CPAC.

Correia, J. R., Reatto, A. & Spera, S. T. (2004). *Cerrado correção do solo e adubação*. Brasília, DF: EMBRAPA.

Coelho Netto, A. L. (1998). *Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia*. In: Guerra, A. J. T., & Cunha, S. B (eds.): *Geomorfologia, uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

Dow, C. G., & Stoks, J. (1978). *Environmental impact of mining*. London, England: Applied Science Publishers.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (1979). *Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análises de solo*. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos – CNPS.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (1997). *Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análises de solo*. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos – CNPS.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2018). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, Distrito Federal: EMBRAPA.

Funasa. *Fundação Nacional de Saúde*. (2019). Recuperado de https://www.funasa.gov.br/Documentos/Biblioteca_Eletronica/Saude_Ambiental/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf.

Gomes-Pompa, A., & Wiechers, L. (1979). *Regeneracion de los ecosistemas tropicales y subtropicales*. In: Gomes-Pompa, A., Vazquez-Yanez, C., & Amo Rodrigues, S. D. *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas em Vera Cruz*. México: Continental.

Guerra, A. J. T., Silva, A. S., & Botelho, R. G. M. (2005). *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

Kertzman, F. C., Oliveira, A. M. S., Salomão, F. X. T., & Gouveia, M. I. F. (1995). Mapa de erosão do Estado de São Paulo. *Revista do Instituto Geológico*, 16(1), 31-36.

Machado, R. L., Couto, B. C., Silva, A. H., Ribeiro, P. T., Oliveira, J. A., Resende, A. S., Campello, E. F. C., & Franco, A. (2006). A perda de solo em erosão por voçorocas com diferentes níveis de controle no município de Pinheiral - RJ. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 27. Reunião Brasileira de Micorrizas, 11. Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo, 9.; Reunião Brasileira de Biologia do Solo, 6., 2006, Bonito. *Anais...* Bonito MS: SBCS/SMB/Embrapa Agropecuária Oeste.

Marchioro, E., Andrade, E. E., & Oliveira, J. C. (2016). Evolução espaço-temporal de voçorocas no espírito santo: estudo de caso nos municípios de Afonso Cláudio e Alegre. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 17(1), 191-204.

Marques V. S. (2013). *Erosão hídrica em microbacia utilizando geotecnologia*. Tese de Doutorado - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Seropédica. Instituto de Agronomia. 177f.

Medina, H. P., & Groman, F. (1966). Disponibilidade de água em alguns solos sob Cerrado. *Revista Bragantia*, 25(6), 65-75.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. (2020). *Informações Ambientais*. Recuperado em: <https://www.mma.gov.br/informacoes-ambientais.html>.

Moita Neto, J. M., & Moita, G. C. (1998). Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados. *Química Nova*, 21(1), 467-469.

Moreira, P. R. (2004). *Manejo do solo e recomposição da vegetação com vistas à recuperação de áreas Degradadas pela extração de bauxita, Poços de Caldas, MG*. Tese de Doutorado - Universidade Estadual Paulista (UNESP). Campus de Rio Claro. Instituto de Biociências Rio Claro. 139 f.

Oliveira, J. B., Jacomine, P. K. T., & Camargo, M. N. (1992). *Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento*. Jaboticabal: FUNEP.

Pereira A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria: UAB/NTE/UFSM. Recuperado de https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

Primavesi, A. (2002). *Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais*. São Paulo: Nobel.

Santos, G. G., Griebeler, N. P., & Oliveira, L. F. C. (2010). Chuvas intensas relacionadas à erosão hídrica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14(2), 115–123.

Sousa, D. M. G., & Lobato, E. (2004). *Cerrado correção do solo e adubação*. Brasília, DF: Embrapa Cerrados.

Suzuki, L. E. A. S., Matieski, T., Strieder, G., Pauletto, E. A., Bordin, S. S., Lima, L. S. C., Collares, G. L., & Prá, M. D. (2012). Perdas de solo por erosão hídrica e granulometria do material erodido em propriedades agrícolas, X Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos. 2012, Foz do Iguaçu/PR. *Anais do X Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos*, 1-19.

Wischmeier, W. H. & Smith, D. D. (1958). Rainfall energy and its relationships to soil loss. *Transactions of the American Geophysical Union*, 39(2), 285-291.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Mônica Lau da Silva Marques – 10%

Luís Sérgio Rodrigues Vale – 10%

Matheus Victor Oliveira Silva – 10%

Maria Rita Gonçalves Cavalcante – 10%

Mayara Brunelle Paula Reis – 10%

Paula Gonçalves Silva – 10%

Jéssica Maria Israel de Jesus – 10%

Marco Bruno Xavier Valadão – 10%

Adriana Lau da Silva Martins – 10%

Dennis Ricardo Cabral Cruz – 10%