



## Levantamento de Áreas Degradadas e seus Atributos Químicos na Bacia Alto Rio Grande, MG <sup>(1)</sup>.

Rogério Resende Martins Ferreira<sup>(2)</sup>; Vinicius Martins Ferreira<sup>(3)</sup>.

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais- FHIDRO.

<sup>(2)</sup> Pesquisador; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; Rio Branco, Acre; rogerio.ferreira@embrapa.br; <sup>(3)</sup> Pesquisador; Instituto Voçorocas.

**RESUMO:** Diante da crise hídrica em regiões importantes do Brasil é fundamental o estudo de áreas degradadas por erosões do tipo voçorocas e a avaliação dos seus atributos químicos. Os objetivos deste estudo foram mapear e quantificar as voçorocas na Bacia Alto Rio Grande e avaliar os seus atributos químicos no leito e no terço médio sem vegetação. Utilizaram-se como base cartográfica 12 cartas planialtimétricas digitais georreferenciadas pelas coordenadas UTM (Cartas do Brasil) escala 1:50.000. Utilizou ortofotocartas na escala 1:10.000 dos municípios da Bacia Alto Rio Grande, provenientes de vôo fotogramétrico para a CEMIG realizado em 1985; imagem digital do satélite Landsat 7- ETM + (Enhanced Thematic Mapper Plus), bandas 3,4,5, com passagem em março de 2009), com resolução espacial 30 x 30 m, cobrindo os municípios e região de influência. Os dados para quantificar os atributos químicos foram coletados no leito e no terço médio sem vegetação das voçorocas representativas de cada sub-bacia hidrográfica em Cambissolo Háplico e Latossolo Vermelho Amarelo. Coletaram-se amostras de solo na profundidade de 0-20 cm com 4 repetições. Os resultados foram submetidos a análise de variância e teste de Tukey a 5% de significância. Diagnosticaram 798 voçorocas que comprometem uma área de 3029 ha. A erosão hídrica provocou redução de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, P, matéria orgânica. Os resultados evidenciam que os atributos dos solos analisados podem servir como indicadores da qualidade dos solos degradados por voçorocas.

**Termos de indexação:** voçorocas, qualidade ambiental, recursos hídricos

### INTRODUÇÃO

A região do Alto Rio Grande, a montante do reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) de Camargos, é uma das regiões importantes do Estado de Minas Gerais do ponto de vista energético (Horta et al., 2009).

Diante da crise hídrica, o manejo adequado dos solos da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Grande é de fundamental importância para promoção da conservação do solo e da água. A região pode ser

dividida em três diferentes unidades de planejamento, sendo uma delas junto à Serra da Mantiqueira, próximo às principais nascentes da região, cuja aptidão está associada à proteção ambiental, especialmente a perenização de cursos d'água; uma outra, sob domínio de Cambissolos de baixa fertilidade, utilizada basicamente para sustentar pastagem extensiva de gado de leite; e a terceira, sob domínio dos Latossolos, mais próxima ao reservatório de Camargos, com aptidão para lavouras (Ferreira, 2010).

As diversas formas de erosão ocorrentes constituem-se no maior problema verificado em toda a Bacia Alto Rio Grande. O expressivo número de voçorocas existentes (região dos campos), associadas a uma erosão entressulco severa (especialmente na região serrana), são responsáveis pelo carreamento de toneladas de solos anualmente para os cursos d'água (Ferreira, 2011).

Nesse contexto, a avaliação dos atributos químicos do solo em ambientes degradados por voçorocas é importante devido às alterações na qualidade do solo, uma vez que pode fornecer subsídios para o estabelecimento de sistemas adequados de manejo dos solos (Poesen et al., 2003).

Os objetivos deste estudo foram mapear e quantificar as voçorocas na Bacia Alto Rio Grande e avaliar os seus atributos químicos no leito e no terço médio sem vegetação.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Bacia Alto Rio Grande. O clima da região é do tipo Cwa de Köppen, com temperatura média anual de 19°C e precipitação pluvial média anual em torno de 1530 mm.

Foram utilizadas como base cartográfica 12 cartas planialtimétricas digitais georreferenciadas pelas coordenadas UTM (Cartas do Brasil) escala 1:50.000, editadas no ano de 1969, com equidistância vertical entre curvas de nível de 20 m e datum horizontal, São João Del Rei Folha SF-23X-C-II-1, Lavras SF-23-X-C-I-1, Nazareno SF-23-X-C-I-2, Itutinga SF-23-X-C-I-4, Itumirim SF-23-X-C-I-3, Luminárias SF-23-X-C-IV-1, Santana do Garambéu



SF-X-C-V-2, Minduri F-23-X-C-IV-2, Andrelândia SF-23-X-C-V-1, Aiuruoca SF-23-X-C-IV-4, Arantina SF-23-X-C-V-3, Liberdade SF-23-Z-A-II-1.

Utilizou ortofotocartas na escala 1:10.000 dos municípios da Bacia Alto Rio Grande, provenientes de vôo fotogramétrico para a CEMIG realizado em 1985; imagem digital do satélite Landsat 7- ETM + (Enhanced Thematic Mapper Plus), bandas 3,4,5, com passagem em março de 2009), com resolução espacial 30 x 30 m, cobrindo os municípios e região de influência; as coordenadas foram obtidas por meio de equipamento georeferenciado (GPS- Global Positioning System, model – Garmin GPS map 60 CS). Foram utilizados os programas computacionais: ArcGis 10.1, ESRI, Redlands, California EUA e GPS Track Macker Professional. O mapa de localização de voçorocas foi obtido por meio de visitas a campo com o auxílio do GPS. Tais dados foram processados no software Trackmaker e, posteriormente, importados no ArcGis para compor o mapa cadastral de voçorocas.

Os dados para quantificar os atributos químicos foram coletados no leito e no terço médio sem vegetação das voçorocas representativas de cada sub-bacia hidrográfica em Cambissolo Háplico e Latossolo Vermelho Amarelo (Embrapa, 2013). Foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0-20 cm com 4 repetições. Foram retiradas 3 amostras simples, para formar uma amostra composta. Os resultados foram submetidos a análise de variância e teste de Tukey a 5% de significância. Para o processamento de dados foi utilizado o programa SAEG (Junior & Melo, 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As voçorocas em Cambissolos e Latossolos Vermelho-Amarelo na Bacia Alto Rio Grande apresentam 3029 ha de área comprometida em uma distribuição heterogênea no território (**Figura 1**). Um estudo da história mostra que as voçorocas da Bacia Alto Rio Grande são fenômenos naturais e antrópicos iniciadas no fim do século XVIII, em consequência das práticas impróprias e uso do solo. Ao analisar a origem, os fatores e mecanismos de evolução das voçorocas no levantamento realizado na Bacia percebe-se visualmente a relação de proximidade das erosões com as estradas não pavimentadas. Há ausência de práticas conservacionistas nas estradas rurais e direcionamento das águas de enxurrada para os interiores das voçorocas, potencializando os processos erosivos. Os Cambissolos são os solos mais susceptíveis ao voçorocamento, assim como as suas áreas de contribuição. Os principais usos

agrícolas das áreas de contribuição são as pastagens nativas e plantadas com *Brachiaria decumbens*.

As prováveis origens e evoluções das voçorocas estão possivelmente relacionados aos altos teores de silte e areia tornando estes solos suscetíveis à formação de encrostamento superficial; presença de compactação oriunda do pisoteio de gado bovino; natureza e teor de microporos em profundidade e na superfície o que confere a estes solos uma pior drenagem e maior suscetibilidade ao processo de voçorocamento devido a topografia movimentada (Sampaio, 2014).

O processo erosivo alterou os atributos químicos do solo na camada superficial (0-20 cm) das voçorocas em Cambissolos e Latossolos Vermelho-Amarelo (**Tabela 1**).

Com a remoção da camada superficial e subsuperficial do solo e da vegetação, os teores de P, K, Ca, Mg e MOS e os valores de soma de bases (SB), nas voçorocas representativas, foram reduzidos no terço médio sem vegetação. Já os valores de acidez potencial (H +Al), Al<sup>3+</sup> foram altos o que torna o solo limitante para o desenvolvimento da vegetação de cobertura. Foram observados baixos teores de MOS no terço médio sem vegetação devido a remoção da cobertura vegetal determinando menor ciclagem de nutrientes, aumento de perdas por lixiviação e consequentemente a redução da fertilidade do solo.

O teor de matéria orgânica é importante na manutenção em ambientes degradados por voçorocas com baixa fertilidade natural. A matéria orgânica é responsável por até 70% da CTC. Ao promover o aumento da CTC, a MOS beneficia a adsorção de cátions trocáveis (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>) mediante trocas com o H<sup>+</sup> dos grupos funcionais orgânicos, evitando que sejam lixiviados e provendo as plantas de nutrientes, através de sua oferta na solução do solo (Gomide et al., 2011). Frazão et al. (2008) relatam que o aumento da CTC e a disponibilidade de nutrientes em solos degradados são principalmente em função da matéria orgânica resultante da manutenção de resíduos vegetais na superfície do solo. Práticas de reabilitação de voçorocas com adubação verde (gramíneas e leguminosas) associadas com fertilizantes minerais devem ser estimuladas pelos municípios, órgãos de extensão e pesquisa.

Dessa forma os atributos químicos apresentam potencial para a utilização como indicadores da qualidade do solo. Sabendo que a maior ou menor sensibilidade de cada atributo nos ambientes das voçorocas da Bacia do Alto Rio Grande estudadas se deve, entre outros fatores às condições climáticas, histórico das áreas, cobertura (resíduos vegetais), manejo e fertilidade do solo. Logo, a



erosão hídrica por voçorocamento atua negativamente sobre os atributos químicos do solo.

### CONCLUSÕES

As 798 voçorocas levantadas na Bacia Alto Rio Grande apresentam em estágio avançado de degradação comprometendo uma área de 3029 ha.

A erosão hídrica por voçorocas ocasionou decréscimo na fertilidade do solo com a redução dos teores de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{P}$ .

### AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) pelo fomento do Projeto Águas do Alto Rio Grande financiado pelo Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais- FHIDRO.

### REFERÊNCIAS

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3 ed. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2013. 353p.

FERREIRA, R.R.M.; TAVARES FILHO, J.; FERREIRA, V.M.; RALISCH, R. Estabilidade física de solo sob diferentes manejos de pastagem extensiva em cambissolo. *Semina*, 31: 531-538, 2010.

FERREIRA, V.M.; SILVA, M.L.N.; CURTI, N.; OLIVEIRA, A.H.; SILVA, M.A.; AVANZI, J.C. Influência antrópica e atributos de solo: inter-relações em ambientes de voçorocas na mesorregião Campo das Vertentes, MG. *Geografia (Rio Claro)*, 36: 209-219, 2011.

FRAZÃO, L.A.; PICCOLO, M.C.; FIEGL, B.J.; CERRI, C.C.; CERRI, C.E.P. Propriedades químicas de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado Mato-Grossense. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43:641-648, 2008.

GOMIDE, P.H.O.; SILVA, M.L.N.; SOARES, R.F.S.S. Atributos físicos, químicos e biológicos do solo em ambientes de voçorocas no município de Lavras, MG. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35:567-577, 2011.

JUNIOR, J.I.R.; MELO, A.L.P. Guia prático para utilização do SAEG. Viçosa: UFV, 2008. 287p.

HORTA, I.M.F.; PEREIRA, J.A.A.; MARQUES, J.J.; CARVALHO, L.M.T. Levantamento de reconhecimento com apoio digital dos solos no município de Nazareno-MG. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, 33:1940-1947, 2009.

POESEN, J.; NACHTERGAELE, J.; VERSTRAETEN, G.; VALENTIN, C. Gully erosion and environmental change: importance and research needs. *Catena*, 50:91-133, 2003.

SAMPAIO, L.F.; OLIVEIRA, M.P.P.; RODRIGUES, V.G.S.; PEJON, O.J. Review of soil degradation in the region of Nazareno, Minas Gerais, Brazil. In: IAGG CONGRESS XII., Torino, 2014. *Anais. Torino: Engineering Geology for Society and Territory*, 2014. p.433-437.

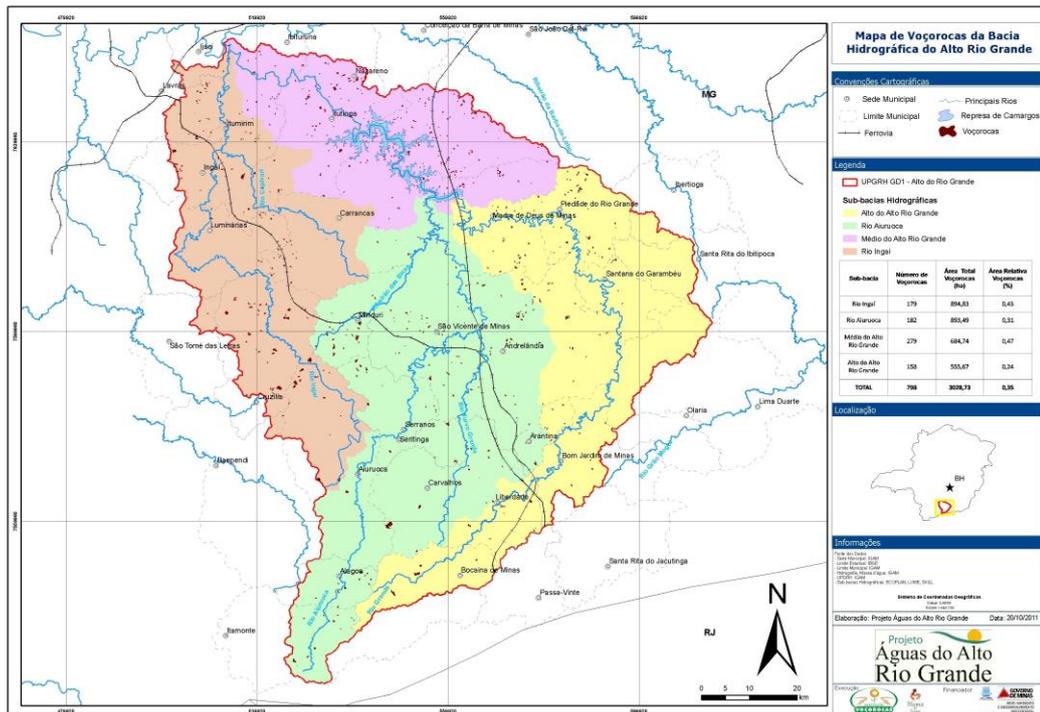


Figura 1- Mapa de voçorocas da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Grande- MG.

Tabela 1 - Características químicas na profundidade de 0-20 cm de Cambissolo e Latossolo Vermelho-Amarelo em Voçorocas das Sub-bacias do Alto Rio Grande-MG.

Sub-Bacia <sup>(1)</sup>	Ambiente <sup>(2)</sup>	pH (H <sub>2</sub> O)	P	K	Ca 2+	Mg 2+	Al 3+	H+Al	SB	V	MOS
			mg/dm <sup>3</sup>			-----cmol/dm <sup>3</sup> -----				%	gKg <sup>-1</sup>
Cambissolo Háplico											
ARG	Leito	5,5a	1,1a	40,8a	0,7b	0,2b	0,7b	4,5a	1,0b	18,2b	7,0a
	TM	5,7a	0,7b	17,1b	1,5a	1,1a	1,7a	5,1a	2,6a	33,8a	2,4b
RA	Leito	5,0a	1,0a	38,7a	0,8b	0,4b	0,5b	4,7a	1,3b	21,7b	7,2a
	TM	4,7a	0,7b	18,2b	1,7a	1,2a	1,5a	5,0a	3,0a	36,6a	1,8b
MARG	Leito	4,8a	1,2a	35,4a	0,6b	0,2b	0,7b	4,5a	0,9b	16,7b	7,5a
	TM	5,1a	0,8b	16,9b	1,5a	1,0a	1,9a	4,8a	2,5a	32,9a	1,6b
RI	Leito	5,5a	1,1a	32,1a	0,7b	0,5b	0,6b	4,6a	1,3b	22,0b	7,2a
	TM	5,1a	0,6b	17,6b	1,4a	1,3a	1,8a	4,8a	2,7a	34,2a	1,4b
Latossolo Vermelho-Amarelo											
ARG	Leito	5,5a	0,9a	33,1a	0,5a	0,4a	0,7b	4,5a	0,8a	15,1a	7,8a
	TM	5,2a	0,4b	22,8b	0,4a	0,2a	1,5a	5,0a	0,7a	11,5a	1,8b
RA	Leito	5,6a	0,6a	41,2a	0,8a	0,3a	0,8b	4,8a	1,1a	18,6a	7,2a
	TM	5,1a	0,1b	21,4b	0,7a	0,3a	1,7a	4,6a	1,0a	15,2a	1,4b
MARG	Leito	5,5a	0,9a	40,2a	0,7a	0,3a	0,7b	4,7a	1,1a	20,0a	6,9a
	TM	5,0a	0,3b	23,4b	0,5a	0,2a	1,9a	5,0a	0,8a	12,9b	1,5b
RI	Leito	5,6a	0,8a	32,8a	0,8a	0,2a	0,6b	4,2a	1,1a	20,8a	6,4a
	TM	5,2a	0,2b	21,9b	0,6a	0,2a	1,4a	4,4a	0,9a	14,3b	1,8b

<sup>(1)</sup>ARG: Alto Rio Grande; RA: Rio Aiuruoca; MARG: Médio do Alto Rio Grande; RI: Rio Ingaí. SB: soma de bases trocáveis; V: saturação por bases; MOS: matéria orgânica do solo. <sup>(2)</sup> TM: Terço médio. Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas (entre o leito e o terço médio das voçorocas representativas de cada sub-bacia), não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tuckey a 5%.