

USO DE SENSOR PROXIMAL PARA AVALIAR A CONCENTRAÇÃO DE ^{238}U EM SEDIMENTOS NA BACIA CÓRREGO DA MORANGA – GO

Izabella Borges Rodrigues Costa ¹
Fernanda Luisa Ramalho ²
Assunção Andrade de Barcelos ³
Patrícia da Silva Gomes ⁴
João Batista Pereira Cabral ⁵

INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro vem presenciando mudanças significativas no desenvolvimento agropecuário desde meados de 1970, impulsionadas por incentivos do Governo Federal, no estado de Goiás. Entre esses incentivos, destacam-se os programas POLOCENTRO (Programa de Desenvolvimento dos Cerrados) e PRODECER (Programa de Cooperação Nipo-Brasileiro para o Desenvolvimento Agrícola dos Cerrados), que contribuíram de forma substancial para a ocupação e o desenvolvimento dessas áreas (BARCELOS et al., 2022). Como resultado, grandes extensões de terras foram convertidas para a pecuária e, principalmente, para monocultura, sobretudo de soja, milho, algodão e cana-de-açúcar, levando o Cerrado brasileiro a perder mais da metade de seus 2 milhões de km² nos últimos 55 anos (LATRUBESSE et al., 2019).

Essas extensas áreas convertidas ao uso agropecuário, alinhado aos solos do Cerrado que tem como característica natural uma elevada acidez, faz necessário a utilização de diversas técnicas de manejo para aperfeiçoar e aumentar a produtividade agrícola (RAMALHO, 2023), como o plantio direto e a interação da cultura de grãos com a pecuária de corte durante a estiagem, visando melhorar o controle de temperatura, umidade e disponibilidade de MO e Carbono Orgânico (CO) (TAVARES et al., 2019). Além do uso de fertilizantes e agrotóxicos que contêm quantidades apreciáveis de compostos químicos e radionuclídeos, como ^{40}K , ^{238}U , e ^{232}Th , o que pode contribuir para a contaminação do ambiente, por serem tóxicos e radioativos e podem aumentar acima dos níveis normais no ambiente quando estão atreladas as atividades antrópicas (BECEGATO et al., 2019) e podem ser carregados e depositados nos cursos d'água por meio do escoamento superficial.

¹ Graduada do Curso de Geografia da Universidade Federal de Jataí - UFJ, izabellabrcosta@gmail.com;

² Pós-Doutoranda Curso de Geografia da Universidade Federal de Jataí - UFJ, ramalho_luisa@hotmail.com;

³ Pós-Doutorando Curso de Geografia da Universidade Federal de Jataí - UFJ, assuncaoa-barcelos@hotmail.com;

⁴ Doutoranda Curso de Geografia da Universidade Federal de Jataí - UFJ, patriciaslvgomes@gmail.com;

⁵ Professor orientador: Doutor, Universidade Federal de Jataí - UFJ, jcbabral2000@yahoo.com.br.

A dinâmica da sedimentação ocorre conforme a variação climática do local, no qual a topografia do local e a quantidade pluviométrica ocorrida no período chuvoso determinam a potencialidade deste processo físico que consiste na separação de partículas sólidas em suspensão da água conforme a gravidade e diferença de densidade.

Com base nesse contexto, o trabalho teve como objetivo principal avaliar a concentração do radionuclídeo ^{238}U nos sedimentos da bacia hidrográfica do Rio Bonito-GO.

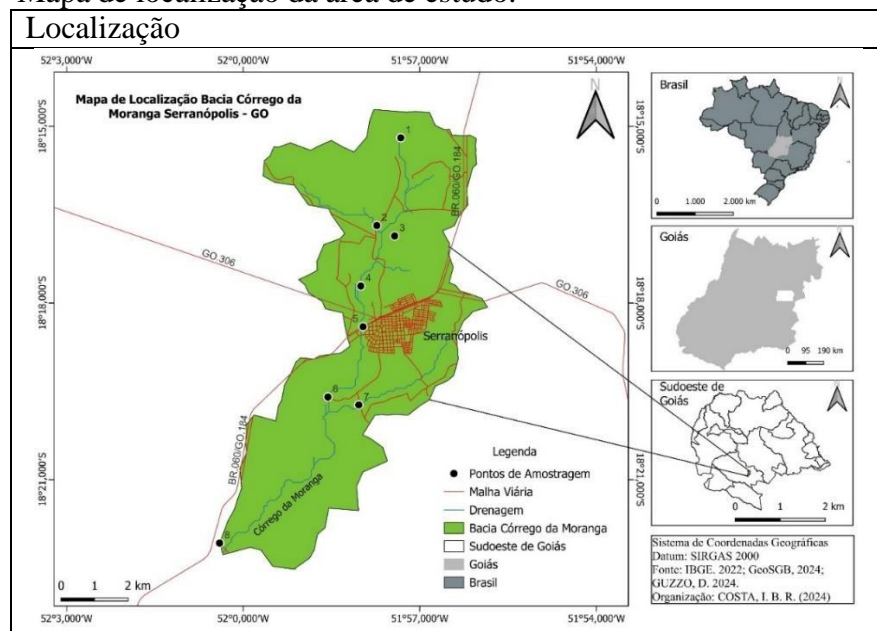
No Brasil não há concentração de radionuclídeos de ^{238}U definido que indique contaminação na área, neste sentido a análise de concentração deste elemento se dá a partir da média mundial definida pelo Comitê Científico das Nações Unidas sobre os Efeitos das Radiações Atômicas (UNSCEAR) que é de 35 Bq.

MATERIAIS E MÉTODOS

Localização e caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do Córrego da Moranga (Figura 1) localiza-se no sudeste goiano, estando inserida no município de Serranópolis – GO.

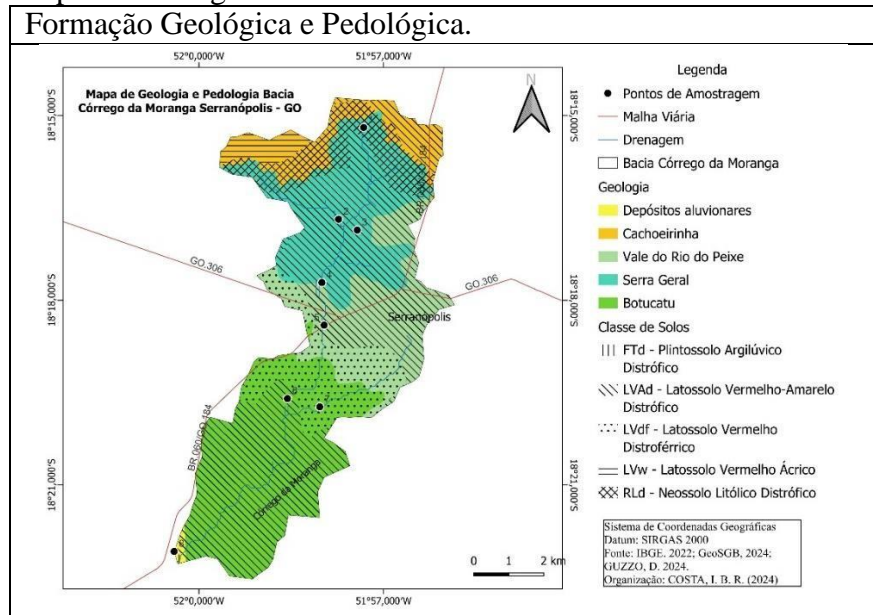
Figura 1- Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Costa, 2024.

A região é classificada como de clima tropical semiúmida, com verão chuvoso e inverno seco, com temperatura que variando entre 22 °C – 24 °C (RAMALHO, 2023). Sendo a formação geológica (Figura 2) composta por Depósitos aluvionares, Formação Cachoeirinha, Vale do Rio do Peixe, Formação Serra Geral e predominantemente a Formação Botucatu. A classe solo (Figura 2), é formada por Plintossolo Argilúvico Distrófico, Latossolo Vermelho Distroférico, Latossolo Vermelho Ácrico, Neossolo Litólico Distrófico e com predomínio do Latossolo-Vermelho Amarelo Distrófico.

Figura 2- Mapa de Geologia área de estudo.



Fonte: Costa, 2024.

Na área da bacia, o uso pode ser observado conforme a topografia do local onde na área de topo predomina-se a agricultura e conforme a inclinação do terreno fica mais baixa, há a transição para a pastagem no qual os animais possuem acesso aos corpos hídricos.

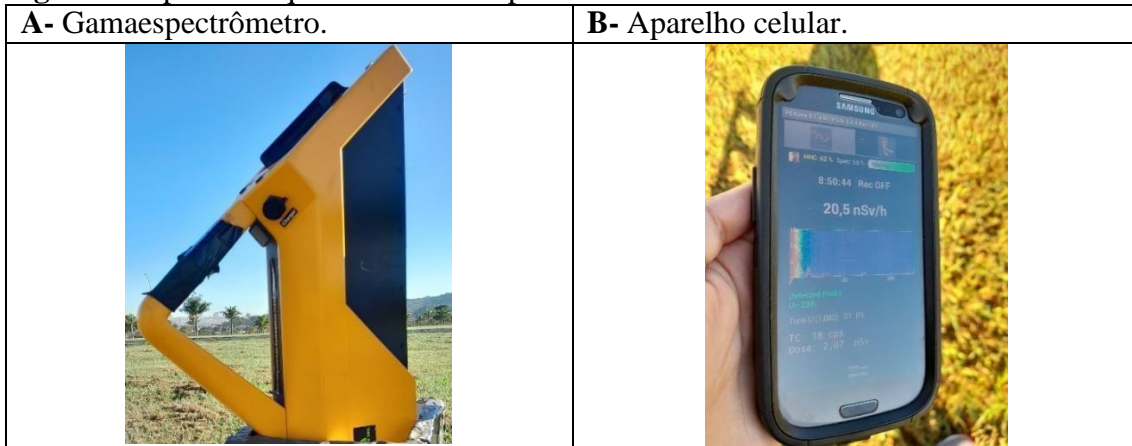
Coleta de sedimentos

Os pontos de amostragem dos sedimentos foram delimitados pelo *Google Earth*, com o objetivo de espacializar os diferentes usos sobrepostos aos distintos tipos de solos e formações geológicas que formam os afluentes da bacia hidrográfica do Córrego da Moranga - GO. A coleta ocorreu durante o período seco da região em julho de 2024. Posteriormente, as amostras foram armazenadas em sacos plásticos e encaminhadas para o Laboratório de Geociências Aplicadas da Universidade Federal de Jataí. No laboratório, as amostras foram secas em estufa a uma temperatura constante de 40 °C, destorroadas e passadas por peneiras de 2 mm para serem analisadas posteriormente.

Radionuclídeo ^{238}U

O radionuclídeo ^{238}U foi medido com auxílio do equipamento gama espectrômetro portátil modelo PGIS-2 fabricado pela NUVIA *Dynamics Inc.* (Canadá) que é de posse do Laboratório de Geociências que é conectado via *bluetooth* através de um celular para a realização e visualização da leitura (Figura 3).

Figura 3- Aparelhos que são utilizados para leitura do Radionuclídeo ^{238}U .



Fonte: Autores (2024).

Primeiramente é necessário o georreferenciamento com *software* do próprio aparelho do local que será realizado a leitura (BECEGATO et al., 2010), feito isso, foram separadas 600g de sedimento para cada ponto e transferidos para uma caixa revestida com placas de chumbo (SINGH, RANI, MAHAJAN, 2005; SANTOS, MENEZES e NASCIMENTO, 2008) para minimizar qualquer interferência do meio (Figura 4). A leitura foi realizada em local aberto, pois o aparelho é conectado por meio de satélites em órbita e áreas de edificações podem contribuir para alterações dos resultados, com isso, buscou-se uma área com menor interferência antrópica possível.

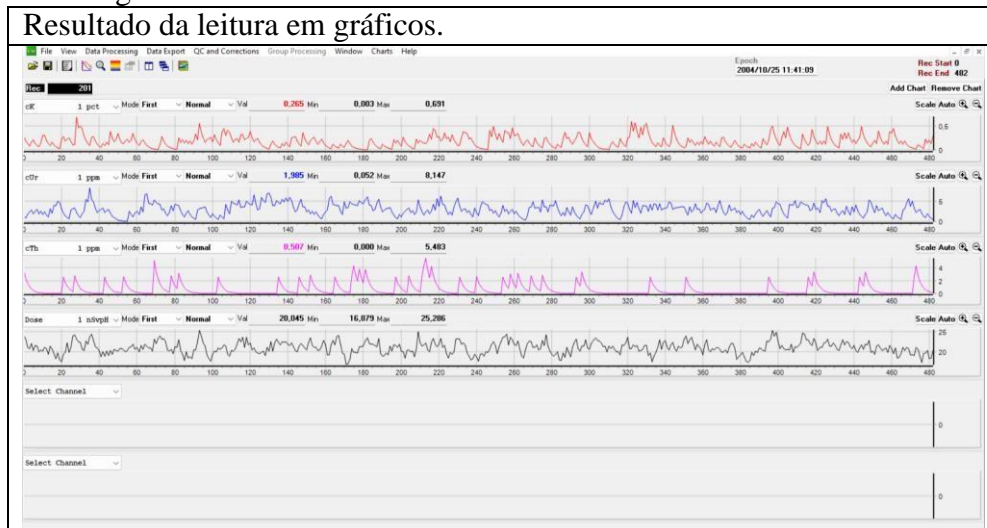
Figura 4- Leitura dos pontos dos pontos de amostragem.



Fonte: Autores (2024).

Ao se passar aproximadamente 5 minutos de gravação da leitura de dados com intervalo de 3 segundos foi realizado a exportação dos mesmo a partir do programa *DATAView*, no qual um gráfico da leitura realizada é criado (Figura 5), posteriormente transferindo os dados numéricos para o Excel a fim de trabalhar os resultados finais gerando uma tabela com a média verificada em cada ponto, que indicam a identificação de ^{238}U .

Figura 5- Programa DATAView.



Fonte: Autores (2024).

A tabela gerada em Excel (Tabela 1), teve por finalidade identificar a média dos valores finais de ^{238}U encontrados nos oito pontos selecionados para realizar a comparação da quantidade de elemento presente, sendo possível visualizar sua variação a partir da análise quantitativa.

Tabela 1 – Média concentração de ^{238}U em Becquerel.

PONTOS	Mínima ^{238}U Bq	Máxima ^{238}U Bq	Média ^{238}U Bq	USO
01	5,27	112,10	41,68	Agricultura/Pastagem
02	1,18	102,85	42,80	Pastagem
03	9,02	111,54	40,90	Pastagem
04	3,60	96,70	39,81	Pastagem
05	3,46	105,53	37,48	Agricultura/Pastagem
06	1,05	95,11	36,63	Pastagem
07	2,16	87,47	38,55	Pastagem
08	3,55	108,71	41,29	Pastagem

Org.: Autores (2024).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os resultados, o local com maior concentração de ^{238}U apresenta-se no ponto 02 indicando uma média de 42,80 Bq cotada acima da média mundial que é de 35 Bq, os sedimentos deste ponto de coleta estão sob influência dos basaltos da Formação Serra Geral e Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico. No local é possível observar

(Figura 6A), pouca presença de mata ciliar que visualmente não cumpre seu papel ambiental por estar fragmentada e sofrer impacto direto do uso, sendo neste caso a pastagem em que os animais possuem acesso ao curso d'água (Figura 6B) em ambas as margens o que pode contribuir para a contaminação do corpo hídrico e conseqüentemente na qualidade da água e presença de elementos químicos.

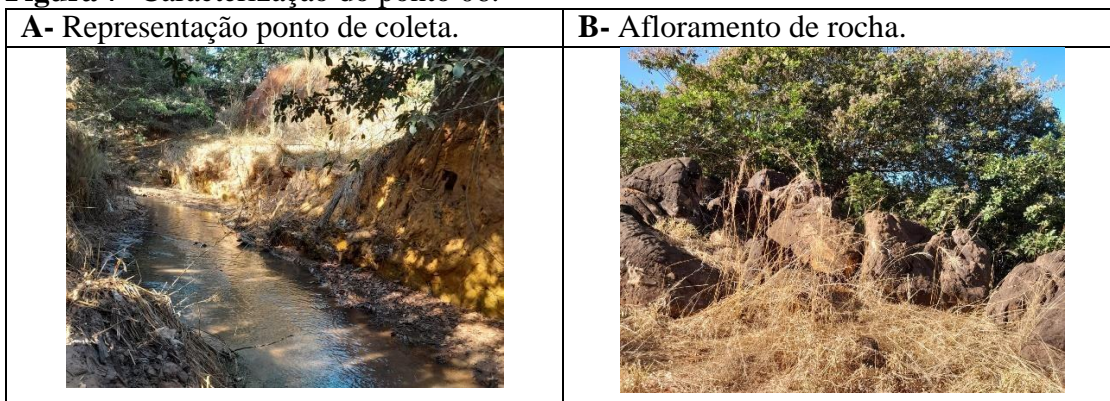
Figura 6- Caracterização do ponto 02.



Fonte: Autores (2024).

O ponto de menor concentração de ^{238}U é o Ponto 06 (Figura 7A). com valor de 36,63 Bq, que está sobre influência da Formação Botucatu formada por quartzo-arenitos com maturidades texturais e mineralógicas elevadas, com estruturas de estratificações cruzadas planar e acanalada de médio a grande porte (SILVA, 2023) e pela classe de solos o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, tendo como uso predominantemente a pecuária em ambos os lados da vertente. O local apresenta depósitos de sedimentos, havendo também o afloramento rochoso da formação geológica presente no local (Figura 7B).

Figura 7- Caracterização do ponto 06.



Fonte: Autores (2024).

Os pontos de coleta de sedimento possuem influência direta do uso pela atividade pecuária e agrícola, que por sua vez são áreas de exigem o uso de corretivos, fertilizantes e agrotóxicos com mais frequência entre o manejo de preparo do solo, plantio da safra de

plântio da safrinha, por exemplo que é comum nessas regiões (RAMALHO,2023). No estudo realizado nos sedimentos do rio Corrente – GO, (GOMES, 2024) foram detectados valores entre 30,27 Bq e 40,04 Bq, sendo que os valores detectados neste estudo estão próximos da média encontrada na presente área de pesquisa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As médias verificadas a partir da análise quantitativa da concentração do elemento ^{238}U presente nos sedimentos da bacia do Córrego da Moranga – GO, a partir do sensor proximal espectrometro gama portátil, apontaram maior e menor presença a partir da média, respectivamente, deste radionúcleo nos pontos 02 e 06 ambos estando acima da média mundial, ainda assim, próximas as médias da área do rio Corrente – GO. O valor máximo verificado se deu no ponto 01 com valor de 112,10 Bq e valor mínimo no ponto 06 com valor 1,05 Bq.

Obstáculos foram identificados para comparação de dados, uma vez que o Brasil não possui uma média definida oficial de quantidade concentrada de ^{238}U , que indique contaminação no local. Ainda assim, a utilização desta técnica geofísica se demonstrou eficiente na obtenção de dados.

Palavras-chave: Espectrômetro; Radionuclídeos, Sedimentos, Concentração.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás -FAPEG pelo apoio financeiro (projeto: Análise da qualidade das águas no córrego da Moranga no município de Serranópolis – GO, Programa de Auxílio à pesquisa científica e tecnológica – Pró-licenciaturas) e ao Laboratório Geociências Aplicada (LGA) da Universidade Federal de Goiás (UFJ) pelo desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

BECEGATO, V. A.; FERREIRA, F. J. F. **Gamaespectrometria, Resistividade Elétrica e Susceptibilidade Magnética de Solos Agrícolas no Noroeste do Estado do Paraná.** Revista Brasileira de Geofísica, p. 372-405, 16 dez. 2005.

BECEGATO, V. A. et al. Distribuição espacial de elementos radioativos e metais pesados no lixão desativado da cidade de Lages-SC. **Revista On-line Geoambiente**, n.14, 2010.

BECEGATO, V. A. et al. Multivariate statistical analysis correlating ^{238}U , ^{232}Th , and ^{40}K equivalent activities in soil to geochemical data from an agricultural area. **Journal of Soils and Sediments**, v. 19, n. 4, p. 1901–1910, 22 abr. 2019.

GOMES, P. S.; et al. **Avaliação espaço-temporal de constituintes opticamente ativos e caracterização espectral das águas de um reservatório no cerrado brasileiro.** Revista Brasileira de Geografia Física, João Pessoa, v. 15, n. 05, p. 2654-2671, ago. 2022.

GOMES, P. S. **Concentração de Radionuclídeos Em Solos E Sedimentos na Área de Empreendimentos Hidráulicos do Rio Corrente – GO.** 2024. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Instituto de Geografia, Universidade Federal de Jataí, Jataí, 2024.

LATRUBESSE, E. M. et al. Fostering water resource governance and conservation in the Brazilian Cerrado biome. **Conservation Science and Practice**, v. 1, n. 9, 7 set. 2019.

LIMA, H. F.; ASSUNÇÃO, H. F.; SCOPEL, I. Simulação do efeito de uso da terra na atenuação da energia cinética da chuva sobre uma bacia hidrográfica no Sudoeste de Goiás. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 25, 9 ago. 2019.

RAMALHO, F. L. **Concentração de Elementos Potencialmente Tóxicos e Radionuclídeos Nos Solos da Área de Influência do Parque Nacional das Emas.** 2023. 181 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2023.

RODRIGUES, H. M.; et al. **Gamaespectrômetro Como Ferramenta ao Cientista do Solo: Identificando o Limite Entre Um Argissolo Vermelho e Um Planossolo Háptico.** Simpósio Brasileiro de Geografia Aplicada: Geografia física e as mudanças globais, Fortaleza, p. 1-12, jun. 2019.

SANTOS, A. C. L.; MENEZES, P. T. L.; NASCIMENTO, C. T. C. Gamaespectrometria aplicada em solos agrícola no noroeste do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geofísica- RBGF**, v.26, n. 6, p.181-194, 2008.

SILVA, L. G. **Análise De Fácies, Proveniência e Diagênese Da Formação Botucatu Entre Araguari e Uberlândia, Minas Gerais (Na Bacia Do Paraná).** 2023. 70 f. TCC (Graduação) - Curso de Geologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023.

SINGH, S.; RANI, A.; MAHAJAN, R. K. 226Ra, 232Th and 40K analysis in soil samples from some areas of Punjab and Himachal Pradesh, India using gama ray spectrometry. **Radiation Measurements**, v. 39, p.431-439, aug. 2005.

TAVARES, R. L. M. et al. Long term application of pig manure on the chemical and physical properties of Brazilian Cerrado soil. **Carbon Management**, v. 10, n. 6, p. 541–549, 2 nov. 2019.

