



SENSOR PROXIMAL COMO FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO DE CONCENTRAÇÃO DE ^{238}U EM SEDIMENTOS DA BACIA CÓRREGO DA MORANGA – GO

Izabella Borges Rodrigues Costa ¹
Fernanda Luisa Ramalho ²
Assunção Andrade de Barcelos ³
João Batista Pereira Cabral ⁴

RESUMO

O estudo da geomorfologia de bacias hidrográficas envolve a análise de características da rede de drenagem que influenciam diretamente em sua caracterização. Com o objetivo de evidenciar a relevância do uso das geotecnologias na obtenção de dados, técnica que vem se consolidando cada vez mais nas pesquisas científicas, este trabalho aborda a aplicação de sensor proximal na detecção e avaliação da concentração do radionuclídeo ^{238}U presente em sedimentos coletados em oito pontos da bacia hidrográfica do Córrego da Moranga, no município de Serranópolis – GO, em dois períodos distintos (seco e chuvoso). Para a obtenção dos dados, foi utilizado um equipamento gamaespectrômetro, seguido de análise quantitativa do parâmetro selecionado. Durante o período seco, foram registradas as maiores e menores médias de atividade específica de ^{238}U nos pontos 02 (42,80 Bq) localizado no trecho superior do curso hídrico próximo à nascente e 06 (36,63 Bq) no trecho inferior, respectivamente – ambos superiores a média mundial estabelecida pelo Comitê Científico das Nações Unidas sobre os Efeitos das Radiações Atômicas (UNSCEAR), que é de 35Bq. No período úmido, o ponto 04 apresentou a maior média (35,93 Bq) estando no trecho médio, sendo este o ponto de captação de água para abastecimento da cidade, enquanto o ponto 07 apresentou a menor (34,87 Bq) situado no trecho inferior próximo a foz do córrego. Estes valores foram comparados aos obtidos em estudos do rio Corrente – GO, os quais apresentaram médias semelhantes. Tal semelhança pode ser atribuída à composição mineralógica das formações geológicas da região, bem como ao tipo de uso e ocupação do solo. Assim, os resultados demonstraram que a utilização da técnica geofísica por meio do sensor proximal gamaespectrômetro é eficaz na obtenção de dados para a análise da presença do radionuclídeo ^{238}U em sedimentos fluviais.

INTRODUÇÃO

O gamaespectrômetro portátil modelo PGIS-2, desenvolvido pela NUVIA Dynamics Inc. é um dispositivo avançado utilizado para a detecção e quantificação de radionuclídeos em diferentes matrizes, incluindo solo e sedimentos. Este equipamento é

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

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

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

⁴ Professor orientador do Curso de Geografia da Universidade Federal de Jataí - UFJ, cabral@ufj.edu.br



projetado para operar em campo, permitindo a coleta de dados em tempo real sendo fundamental para estudos de contaminação radioativa e monitoramento ambiental, devendo levar em consideração o acesso para se locomover com o aparelho, tempo nublado ou ponto extra que podem impedir a medição (GOMES, 2024). Segundo Macedo Filho et al. 2021, a gamaespectrometria é muito utilizada em mapeamento geológico e prospecção mineral de radioelementos, sendo as medições expressas para U (urânio equivalente) teores em ppm.

A geomorfologia influencia o escoamento superficial a partir da relação de relevo (Rr) que é a relação entre a amplitude altimétrica da bacia e o comprimento do canal principal (SILVA et al., 2021) o que associado ao tipo de solo determina a velocidade e direção do escoamento impactando a erosão e mobilização de sedimento. Quanto maior o valor de Rr, maior será o desnível entre a cabeceira e o exutório e conseqüentemente maior será a declividade média da bacia.

A importância da utilização do sensor proximal como ferramenta está na possibilidade de caracterização dos sedimentos através do gamaespectrômetro portátil PGIS-2 (NUVIA Dynamics Inc.) que permite a identificação e quantificação dos radionuclídeos naturais ^{40}K , ^{238}U e ^{232}Th presentes na matriz sedimentar. A análise destes dados é essencial para monitorar potenciais contaminantes associados ao transporte de partículas por escoamento superficial, que podem aumentar acima dos níveis normais no ambiente quando atreladas as atividades antrópicas (BECEGATO et al., 2019).

No Brasil não há concentração de radionuclídeos ^{238}U definido que indique contaminação na área (COSTA et al., 2024). Deste modo, a análise de concentração do elemento é realizada com base na média mundial estabelecida pelo Comitê Científico das Nações Unidas sobre os Efeitos das Radiações Atômicas (UNSCEAR) que para o elemento ^{238}U o valor definido é de 35 Bq.

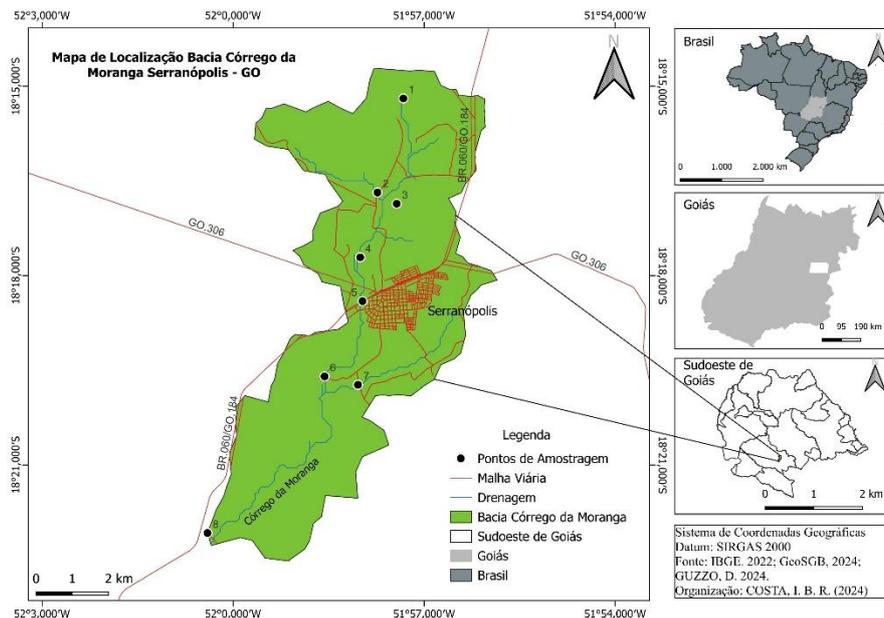
Desde a década de 1970 o cerrado brasileiro enfrenta mudanças significativas por conta do desenvolvimento da atividade econômica da agropecuária, impulsionado por incentivos governamentais. As extensas áreas convertidas a este tipo de uso, alinhado aos solos do cerrado que tem como característica natural uma elevada acidez, faz necessário a utilização de diversas técnicas de manejo para aperfeiçoar e aumentar a atividade agrícola (RAMALHO, 2023), como a utilização de fertilizantes e agrotóxicos que possuem quantidades presentes de compostos químicos e radionuclídeos ^{40}K , ^{238}U e ^{232}Th .

Neste contexto, o trabalho objetiva analisar a concentração do radionuclídeo ^{238}U em oito pontos de sedimentos especializados e coletados no mês de julho e novembro do ano de 2024 na bacia hidrográfica Córrego da Moranga, localizada em Serranópolis – GO sudoeste goiano, a fim de comprovar a eficácia na aplicação do sensor proximal para detecção e avaliação do radionuclídeo.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

Os pontos de amostragem dos sedimentos foram determinados por meio da utilização do Google Earth, com o objetivo de espacializar os diferentes usos de solo que se sobrepõem aos distintos tipos de solos e formações geológicas que caracterizam os afluentes da bacia hidrográfica do Córrego da Moranga (Figura 1), localizado no estado de Goiás.

Figura 1: localização da área de estudo.



A coleta das amostras foi realizada em dois períodos diferentes, a primeira coleta na estação do inverno em julho de 2024 e a segunda coleta na estação da primavera em novembro de 2024. O processo de coleta ocorre in loco, no qual as amostras de sedimentos são acondicionadas em sacos plásticos e encaminhadas ao Laboratório de Geociências Aplicadas (LGA) da Universidade Federal de Jataí (UFJ). No laboratório as amostras são submetidas a um processo de secagem em estufa a uma temperatura

constante de 40 °C, no qual após secas, passam pelo processo de destorroamento e peneiramento em malhas de 2mm, com a finalidade de homogeneizar o tamanho das partículas da amostra.

O radionuclídeo ^{238}U foi quantificado utilizando o equipamento gamaespectrômetro portátil (Figura 2), modelo PGIS-2, fabricado pela NUVIA Dynamics Inc. (Canadá), estando sob responsabilidade do LGA. Este equipamento é conectado via Bluetooth a um dispositivo móvel, permitindo a realização e a visualização das leituras.

Figura 2: Gamaespectrômetro.



Fonte: Autores (2025).

Para que seja possível realizar o processo de leitura de dados, inicialmente é efetuado o georreferenciamento do local de medição utilizando o software específico do aparelho (BECEGATO et al., 2010). Em seguida, foram separados 600g de sedimento de cada ponto amostral, os quais foram transferidos para uma caixa revestida com placas de chumbo (SINGH, RANI, MAHAJAN, 2005; SANTOS, MENEZES E NASCIMENTO, 2008) para minimizar qualquer interferência do meio. A leitura foi realizada em área aberta, uma vez que o aparelho opera por meio de conexões com satélites em órbita, sendo a presença de edificações um fator que pode contribuir para alterações nos resultados.

Após um período de 5 minutos de gravação de dados com intervalos de 3 segundos entre cada leitura, os dados foram exportados utilizando o software DATAView, que possibilita a geração de um gráfico representativo das medições realizadas. Em seguida, os dados numéricos foram transferidos para o Microsoft Excel, onde passam por um processo de tabulação e conversão de unidade de medida de parte por milhão (ppm) para becquerel (Bq), gerando assim, a obtenção dos resultados finais que resultou na



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

elaboração de uma tabela que apresenta a média dos valores obtidos em cada leitura das amostras permitindo a identificação do ^{238}U .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos com o sensor proximal foi possível identificar nos dois períodos de coleta, os locais com maior e menor concentração do radionuclídeo ^{238}U (Tabela 1) possibilitando a sistematização destes dados.

Tabela 1 – Concentração de ^{238}U em dois períodos.

Concentração de ^{238}U - jul.2024

Mínima P.06 36,63 Bq

Máxima P.02 42,80 Bq

Concentração de ^{238}U - nov..2024

Mínima P.07 34,87 Bq

Máxima P.04 35,93 Bq

Org.: Autores (2025).

Conforme os resultados de julho de 2024 no período seco o local de maior índice se apresentou no ponto 02 valor de 42,80 Bq, no qual o sedimento está sob influência dos basaltos da formação Serra Geral e Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico. O tipo de uso do local se caracteriza pela pastagem havendo pouca presença de mata ciliar no curso hídrico, onde os animais possuem acesso em ambas as margens podendo contribuir para a contaminação da área. Enquanto a menor concentração de ^{238}U no mesmo período foi identificada no ponto 06 sendo 36,63 Bq, com a geologia local caracterizada pela Formação Botucatu e classe de solos sendo o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, tendo o uso de pastagem em ambos os lados da vertente.

No período chuvoso com coletas realizadas em novembro de 2024 o maior índice analisado foi no ponto 04 com valor de 35,93 Bq estando sob a influência geológica da formação Vale do Rio do Peixe e pedologia Latossolo Vermelho Distroférico, possuindo área de vegetação nos dois lados do curso d'água, contudo, ao lado direito da vertente contendo área de pastagem muito próxima ao curso hídrico. O menor índice neste período foi de 34,87 Bq no ponto 07, sob influência da formação Botucatu e Latossolo Vermelho Ácrico com pastagem em ambas as margens da área.

Em todos os pontos de coleta de sedimentos possui influência direta do tipo de uso pela atividade pecuária e agrícola, uma vez que próximo ao curso d'água predominam



pastagens e na área de topo da vertente predomina a agricultura devido a declividade do relevo que tende a ser mais nivelada e demais fatores que influenciam o plantio e utilização de maquinários, sendo estas, áreas que exigem o uso de corretivos, fertilizantes e agrotóxicos com mais frequência entre o manejo de preparo do solo, plantio da safra de plantio da safrinha, por exemplo que é comum nessas regiões (RAMALHO, 2023).

Todos os valores obtidos na área, apresentam-se acima da média mundial que é determinada pela UNSCEAR no valor de 35 Bq para o radionuclídeo ^{238}U . Em estudo realizado próximo a área da bacia do Córrego da Moranga, conforme Gomes (2024) em sedimentos do rio Corrente – GO foram detectados valores entre 30,27 Bq e 40,04 Bq sendo estes valores próximo aos identificados na atual área de estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização desta técnica geofísica demonstrou eficiência no levantamento de dados, possibilitando uma análise precisa e confiável da concentração do radionuclídeo selecionado em amostras de sedimento. Com a detecção de radionuclídeos de alta sensibilidade, o equipamento contribui para a avaliação de contaminação ambiental e monitoramento de qualidade dos corpos hídricos.

O equipamento gamaespectrômetro como ferramenta de pesquisa se mostra fundamental para embasar futuras estratégias de conservação de bacias hidrográficas, sendo este, de fácil portabilidade e capacidade de conexão via bluetooth a dispositivo móvel para visualização e exportação de dados.

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

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Goiás – FAPEG pelo apoio financeiro (projeto Análise de 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 de Geociências Aplicadas – LGA da Universidade Federal de Jataí – UFJ pelo desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS



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.

COSTA, I. B. R.; RAMALHO, F. L.; BARCELOS, A. A.; GOMES, P. S.; CABRAL, J. B. P. **Uso de Sensor Proximal Para Avaliar a Concentração de ^{238}U em Sedimentos na Bacia Córrego da Moranga - GO.** XX Simpósio Brasileiro de Geografia Aplicada, João Pessoa, 2024.

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.

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.

RINALDI, João Gabriel Lahoz. **Estudo gamaespectrométrico da influência da agricultura em uma área úmida geograficamente isolada na Depressão Periférica Paulista.** 2022. 80 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2022.

SILVA, R. C. F.; PIMENTEL, M. A. S.; ARAÚJO, A. N.; VIDAL, M. R. **Análise da rede de drenagem e geomorfologia da Bacia Hidrográfica do Rio Itacaiunas (BHRI).** In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MECÂNICA DOS FLUIDOS E HIDRÁULICA, 1. Ouro Preto, 2022.

SINGH, S.; RANI, A.; MAHAJAN, R. K. **^{226}Ra , ^{232}Th and ^{40}K analysis in soil samples from some areas of Punjab and Himachal Pradesh, India using gamma 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**



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

physical properties of Brazilian Cerrado soil. Carbon Management, v. 10, n. 6, p. 541–549, 2 nov. 2019.

