

## Emprego do método gamaespectrométrico para investigação em sítio arqueológico tipo “terra preta arqueológica” (TPA), no Estado do Amazonas

João da Silva Carvalho, Dulcimar Andrade Conceição, Fábio Maciel Araújo, Rutenio Luis Castro de Araújo Departamento de Geociências – ICE/UFAM

Copyright 2005, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 9<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Salvador, Brazil, 11-14 September 2005.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 9<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society. Ideas and concepts of the text are authors' responsibility and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

### Abstract

The carried through gama-ray espectrometric survey in a portion of the archaeological place of the Village of Paricatuba, located in the municipal district of Iranduba (AM), in the form of four profiles of 50m and distance equal itself of 2m, with 51 points each, disclosed significant to radiometric anomalies in the related largenesses the total counting and in the specters of the U, Th and K. The answers most intense had been observed in the canal of thorium, with intensities of up to 15 C.P.M., followed of the canal of the uranian one, with up to 9 C.P.M., while that the radiometric totals had normally revealed inferior the 6 C.P.M. e the canal of the potassium showed values of up to 170 p.p.m. Such anomalies can be associates with local concentrations of organic substance, as well as the presence of ceramic devices.

### Introdução

As pesquisas arqueológicas na Amazônia tiveram início a partir da criação do Museu Emílio Goeldi, no final do século dezanove (Prous, 1992, apud Costa e Kern, 1994). Nessa região, devido às dificuldades naturais para sua colonização, a ocupação indígena foi mais prolongada, sendo encontradas inúmeras ocorrências de solos de cor escura, ricos em matéria orgânica, apresentando altos teores de cálcio, carbono, magnésio, manganês, fósforo e zinco, o que lhe garante a alta fertilidade, sendo por isso largamente explorados para cultivo de produtos agrícolas. Em decorrência de sua origem indígena esses solos recebem a denominação regional de “Terra Preta de Índio”, sendo que, devido a presença nos mesmos de fragmentos de artefatos cerâmicos e material lítico, são conhecidos também como “Terra Preta Arqueológica (TPA, conforme Kern & Kampf, 1989). Esses sítios de ocupação geralmente estão situados em porções de terreno topograficamente elevados (terra firme), normalmente nas margens de rios, em locais bem drenados, e sobre os mais diversos tipos de solos (latossolos, podzóis, podzólicos e terra roxa estruturada, com espessura média da ordem de 50cm, podendo alcançar até 2 m (Sombroek, 1966, Smith, 1980).

Historicamente, as informações disponíveis na literatura dão conta de que as primeiras aplicações de métodos geofísicos para fins arqueológicos na Amazônia, referem-se aos trabalhos de Alves e Lourenço (1981) e Roosevelt (1991), com o emprego de métodos elétricos e magnéticos no mapeamento de um sítio de cultura cerâmica na Ilha do Marajó.

Na região de Paricatuba encontra-se expostos sedimentos cretáceos pertencentes à Formação Alter do Chão (Daemon e Contreiras, 1972; Caputo et al., 1972), porção superior da sequência estratigráfica da Bacia do Amazonas, constituída por arenitos e pelitos avermelhados, representativos de um sistema deposicional continental, posicionada em recobrimento discordante sobre a sequência paleozóica desse segmento crustal, morfologicamente caracterizada pela existência de interflúvios tabulares.

Visando verificar a aplicabilidade de técnicas de prospecção geofísica para fins de investigação sobre depósitos de rejeitos em antigas ocupações indígenas, no Estado do Amazonas, foi desenvolvido um levantamento gamaespectrométrico em uma porção de um sítio de ocupação localizado no município de Iranduba, compreendendo uma porção urbana da Vila de Paricatuba, localizada na margem direita do Rio Negro (Figura 1). A área investigada envolve uma superfície de 300m<sup>2</sup> localizada na porção central da referida vila, cujo processo antrópico colocou à mostra materiais arqueológicos residuais, representados por fragmentos de cerâmicas e artefatos líticos utilizados por populações indígenas que outrora habitaram aquele local.

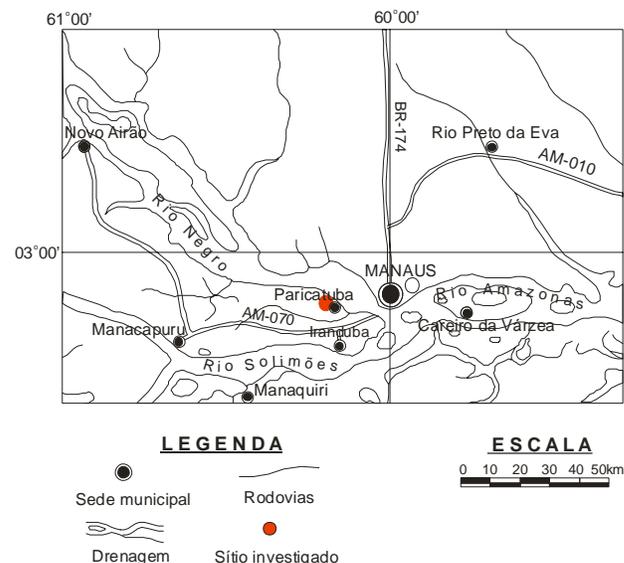


Figura 1 – Mapa de localização da área investigada neste trabalho

## Métodos e técnicas aplicadas

Na área em selecionada foram definidos quatro perfis (denominados de Perfil 1, 2, 3 e 4) paralelos e com 50m de extensão, distanciados entre si de 2,0m e orientados segundo a direção N-S, sendo o Perfil 1 posicionado mais a leste. Em cada perfil foram definidos pontos de observação (estações), distanciados de 1,0m, determinando assim 51 estações por perfil e totalizando 204 pontos investigados. As distâncias foram determinadas por meio de trena e as direções tomadas por meio de bússola. Para fins de georeferenciamento foi obtida a localização geográfica do ponto 1 do Perfil 1, por meio de GPS.

A gamaespectrometria ou espectrometria de raios gama se baseia no processo cintilador do raio gama sobre determinados cristais, considerando que a intensidade do pulso de luz emitida é proporcional à energia do raio gama original, o que possibilita a determinação direta do espectro dos radionuclídeos produzidos por uma substância, a partir da identificação dos fotopicos presentes (Telford et al., 1990).

As medidas radiométricas foram obtidas por meio de um cintilômetro/gamaespectrômetro, com o sensor posicionado diretamente em contato com a superfície do terreno, em cada estação, onde foram observados os valores de intensidade total e nos espectros de U e Th e K, dados em C.P.M. e p.p.m., com tempo de integração de 60 minutos.

Com os resultados obtidos foram construídos perfis de intensidades radiométricas, sendo consideradas as medidas de contagem total e nos canais do U, Th e K, conforme mostrados nas figuras 2, 3, 4 e 5, sendo os três primeiros em unidade CPM e o último em ppm.

Medidas de intensidade radiométrica sobre materiais argilo-arenosos da Formação Alter do Chão, que constituem o substrato para esses depósitos arqueológicos, mostram freqüentemente inferiores a 5 C.P.M. de contagem total e espectro do urânio, menos que 10 C.P.M. para o espectro do tório e menos de 70ppm para espectro do potássio, à exceção dos solos lateríticos, onde esses valores chegam a mais de quatro vezes essas marcas.

## Apresentação e discussão dos resultados

Os resultados obtidos nesse levantamento, conforme observado nos perfis resultantes (figuras 2, 3, 4, 5 e 6), mostram que, de um modo geral, as melhores respostas foram obtidas ao longo do Perfil 2 (Figura 3), onde todos canais apresentam maiores intensidades, da mesma forma que, em todos os perfis, as respostas mais intensas foram observadas no canal do tório, com intensidades variando entre 8,0 e 15,0 C.P.M., seguido do canal do urânio, com variações entre 4,0 e 9,0 C.P.M. Os valores de contagem total comumente apresentam-se inferiores a 6,0 C.P.M. e as correspondentes ao canal do potássio mostraram valores compreendidos entre 40 e 170 p.p.m. De um modo geral as intensidades radiométricas, ao longo dos perfis, mostram grandes variações, sendo identificados porções mais anômalas dispersas, caracterizando uma heterogeneidade constitutiva dos materiais dispostos nesses locais. São observadas algumas correspondências diretas entre as

respostas positivas (valores mais intensos) e negativas (valores menos intensos) dos canais do urânio, tório e do potássio.

No Perfil 2, as melhores anomalias encontram-se localizadas entre as estações 3 a 15, 22 a 28 e 37 e 40, conforme observado nas figuras 3 e 6.

## Agradecimentos

Agradecemos ao Departamento de Geociências (DEGEO) do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) por nos permitir o desenvolvimento das atividades de campo e laboratório, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pelo custeio das atividades de campo, assim como aos professores Genilson Pereira, do Departamento de Química da UFAM, pelo apoio na discussão quanto à caracterização química dos materiais ocorrentes nesse local, e Clauzior Silva do DEGEO, como também ao acadêmico do Curso de Geologia da UFAM Simão Bolívar Oliveira, pela disponibilização de materiais arqueológicos, para medidas em laboratório.

## Conclusões

As investigações arqueogeofísicas fornecem informações importantes para localização de artefatos e feições arqueológicas, enterradas em paleossítios de ocupação indígenas, fundamentadas na distinção física entre esses corpos e os materiais envolventes. Apesar de pouco usual, intentou-se, nesse trabalho, verificar a aplicabilidade da técnica de investigação gamaespectrométrica para esse fim, cujos resultados dependem, ainda, de constatação prática, uma vez que não foi permitido, até o momento, efetuar escavações para comprovação das anomalias.

Apesar de não ser objeto deste trabalho, foram aplicadas, nesta mesma área, as técnicas de resistividade elétrica e magnetometria, as quais revelaram, da mesma forma, feições anômalas, da mesma forma destacando algumas porções ao longo do Perfil 2.

De acordo com pesquisas desenvolvidas sobre sítios arqueológicos na Amazônia, a exemplo dos trabalhos desenvolvidos por Kern e Kampf (1989), Costa e Kern (1994) e Kern e Costa (1994), esses solos, identificados como de origem antrópica, são ricos em matéria orgânica, apresentando altos teores de cálcio, carbono, magnésio, manganês, fósforo e zinco.

Uma vez que as magnitudes das intensidades radiométricas observadas nesses solos apresentam-se freqüentemente maiores que as do material pré-existente (litologias areno-argilosas), conclui-se que esses materiais antrópicos introduzem radioemissores produtores de radiação gama que, embora não produzam intensidades anormais, do ponto de vista ambiental, servem como parâmetros para a identificação dos mesmos, comparativamente ao material pré-existente.

Medidas efetuadas em materiais (solo tipo terra preta e fragmentos de materiais cerâmicos) mostram que, de um modo geral, não foi observado variações consideráveis na caracterização radiométrica entre os mesmos, sendo observado que a intensidade radiométrica total e

espectrométrica da terra preta (rica em matéria orgânica), mostrou uma intensidade ligeiramente superior as do material cerâmico. Amostras de material cerâmico vermelho mostraram valores freqüentemente mais elevados que as cerâmicas escuras, provavelmente devido ao processo de concentração mineralógica ocorrida nos materiais argilosos fontes (argilas vermelhas, ricas em oxi-hidróxidos de ferro), devido ao processo de lixiviação nos mesmos.

Considerando o *background* local, as anomalias radiométricas positivas identificadas nesse sítio podem estar associadas a locais com maior abundância de matéria orgânica. De modo análogo, locais com anomalias radiométricas negativas referem-se a artefatos cerâmicos disseminados (fragmentos) ou mesmo urnas ou potes. Tal característica tem respaldo nas anomalias magnéticas identificadas nesses locais.

Os resultados aqui apresentados, de forma preliminar, dizem respeito apenas a um sítio arqueológico da região, o qual se encontra em avançado estado de depredação (localizado em zona urbana), sendo necessário a realização de trabalhos em outros locais de paleo-ocupação indígena. Está previsto no projeto de pesquisa a realização de levantamentos similares em outros três sítios arqueológicos, nessa região.

Recomenda-se o desenvolvimento de estudos geoquímicos detalhados sobre esses materiais, assim como a realização de escavações em locais potenciais (definidos a partir das anomalias radiométricas), objetivando a comprovação de tais inferências.

#### Referências bibliográficas

**Alves, J. J. de A., e Lourenco, J. S.,** 1981, Métodos geofísicos aplicados à arqueologia no estado do Para. Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi Geologia, 26, p1–52.

**Caputo, M. V., Rodrigues, R. e Vasconcelos, D. N. N.,** 1972, Nomenclatura Estratigráfica da Bacia do Rio Amazonas. In: Congr. Bras. Geol., 26. SBG. Belém. V.3, p35-46.

**Costa, M. L. e Kern, D. C.,** 1994. Geoquímica aplicada à Arqueologia (Arqueogeoquímica) da Amazônia. In: IV Simp. Geol. da Amazônia, SBG-Núcleo Norte, Belém, p261-264.

**Daemon, R. F. e Contreiras, C. J. A.,** 1971, oneamento palinológico da Bacia do Amazonas. Belém, PETROBRÁS. Rel. Interno.

**Kern, D. C. e Costa, M. L.,** 1994, Aspectos Geoquímicos dos Fósforos em solos arqueológicos na reserva florestal de Caxiuanã – PA. In: IV Simp. Geol. da Amazônia, SBG-Núcleo Norte, Belém, p265-268.

**Kern, D. C. e Kämpf N.,** 1989. Antigos assentamentos indígenas na formação de solos com terra preta arqueológica na região de Oriximiná, Pará. Rev. Bras. Cienc. Solo, Campinas, 13:219-25.

**Roosevelt, A. C.,** 1991, Moundbuilders of the Amazon: Geophysical archaeology on Marajo Island, Brazil. Academic, San Diego.

**Sombroek, W. G.,** 1966, Amazon Soils. A reconnaissance of the Soils of the Brazilian Amazon Region.. Tese de Doutorado – Center for Agricultural Publications and Documentations.

**Telford W. M., Geldart L. P. e Sheriff R. E.,** 1990, Applied Geophysics, Second Edition, Cambridge University, Cambridge, 770p.

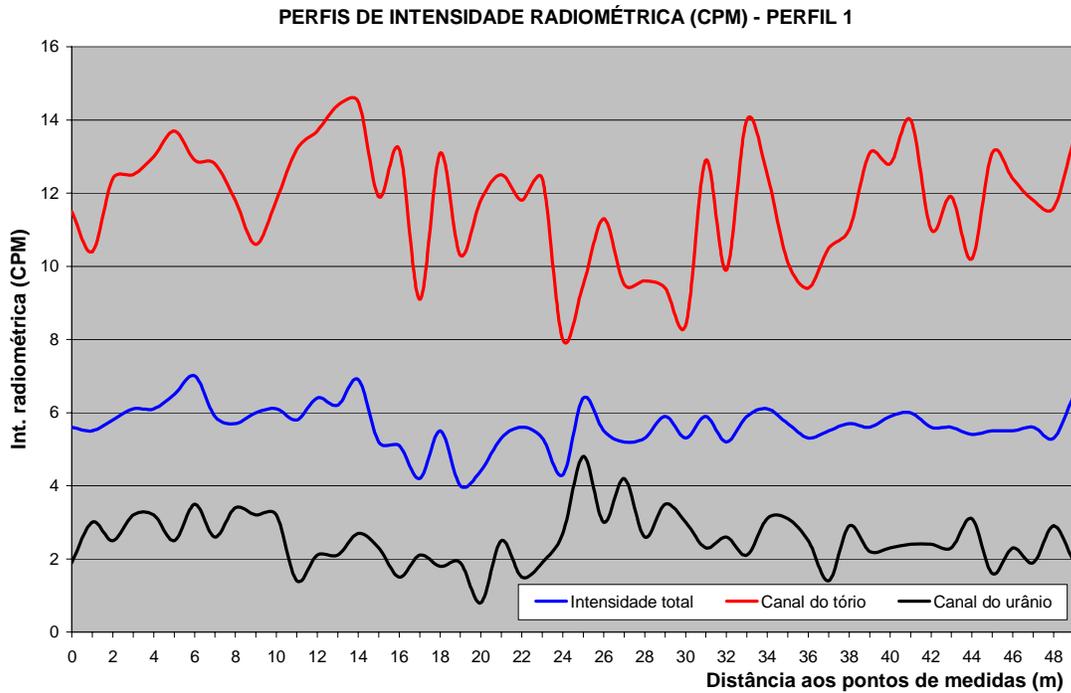


Figura 2 – Configuração dos valores de intensidade radiométrica do Perfil 1, envolvendo os resultados obtidos de intensidade total e nos espectros do urânio e do tório, em CPM.

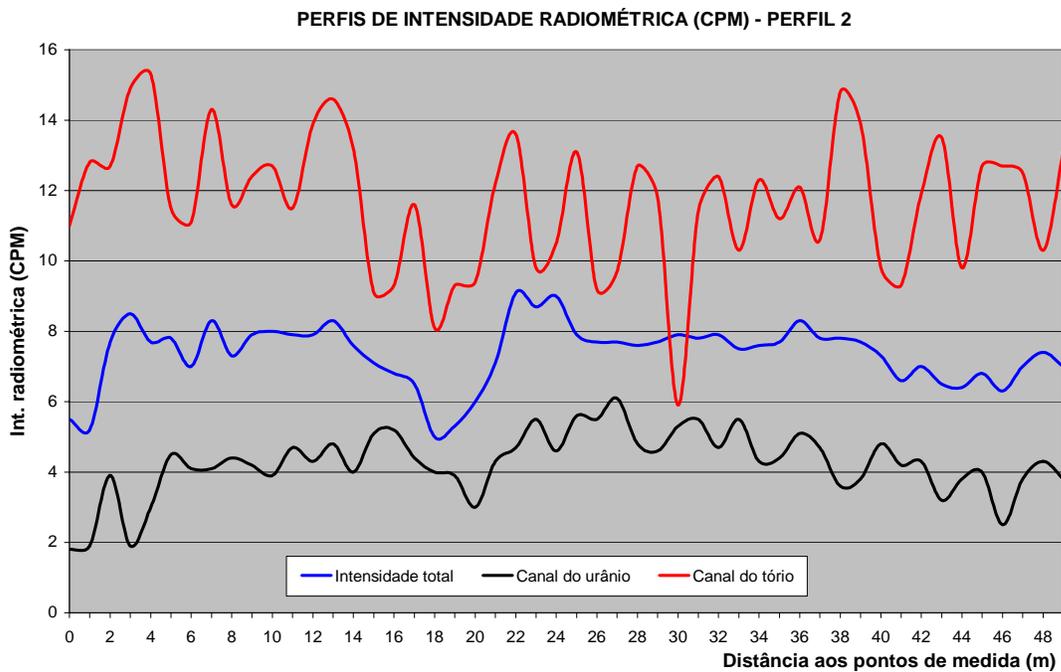


Figura 3 – Configuração dos valores de intensidade radiométrica do Perfil 2, envolvendo os resultados obtidos de intensidade total e nos espectros do urânio e do tório, em CPM.

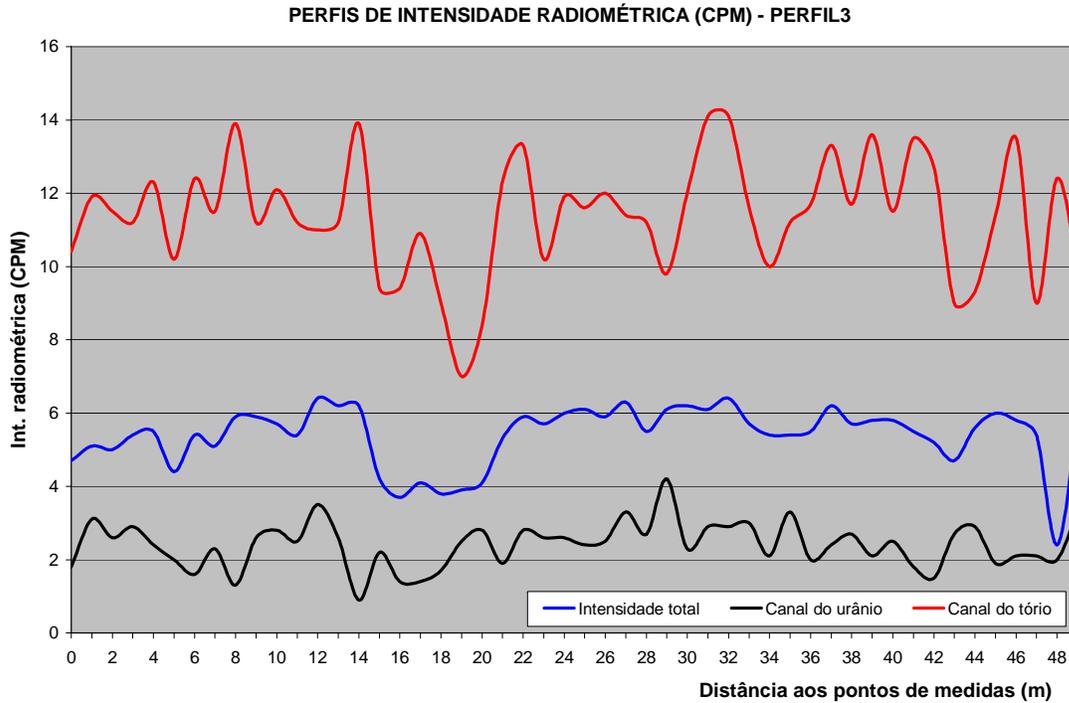


Figura 4 – Configuração dos valores de intensidade radiométrica do Perfil 3, envolvendo os resultados obtidos de intensidade total e nos espectros do urânio e do tório, em CPM.

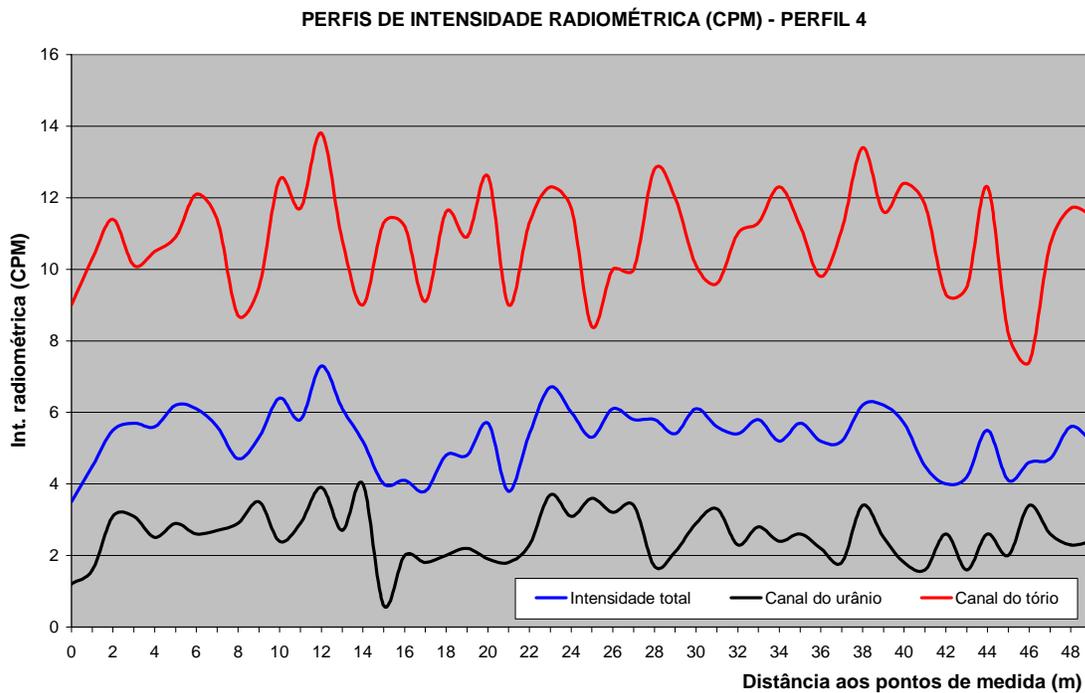


Figura 5 – Configuração dos valores de intensidade radiométrica do Perfil 41, envolvendo os resultados obtidos de intensidade total e nos espectros do urânio e do tório, em CPM,.

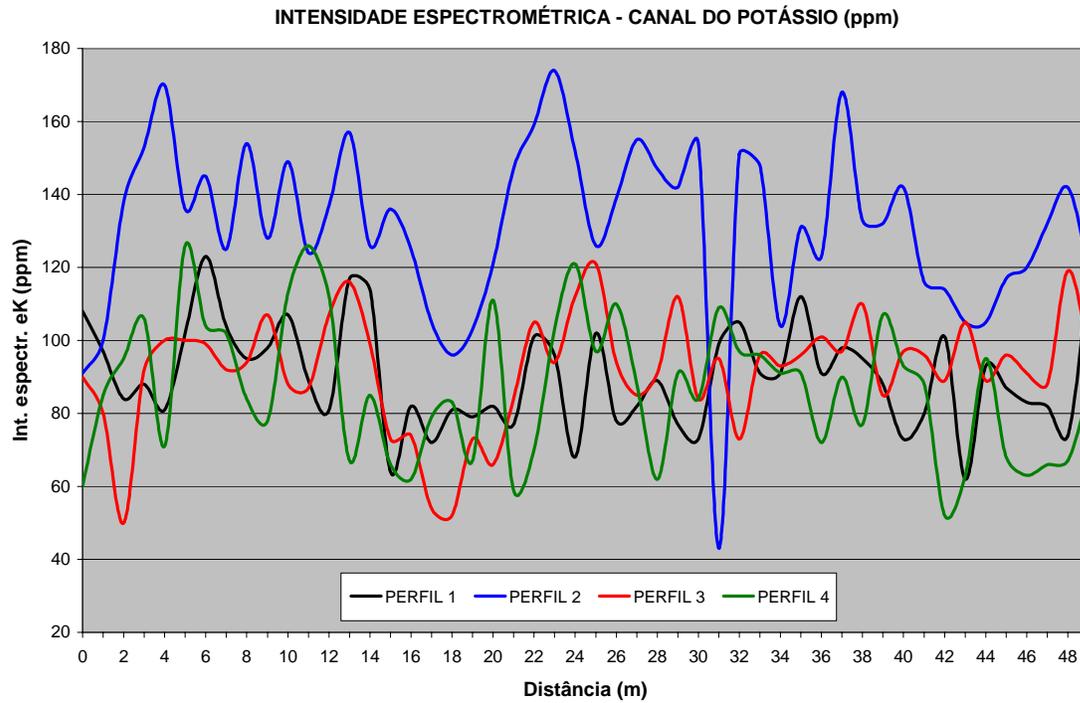


Figura 6 – Configuração dos valores de intensidade radiométrica obtidas no canal do potássio (em ppm) para os perfis 1 a 4.