# AVALIAÇÃO GEOLÓGICA DA PORÇÃO NOROESTE DO ESTADO DE RORAIMA A PARTIR DE DADOS HYPERION E AEROGAMAESPECTROMÉTRICOS

**Beatriz Pinheiro de Souza[1]; Solange dos Santos Costa[1] & Jorge Alberto Lopes da Costa[2]**

bpinheiro.ufam13@gmail.com; solangecosta@ufam.edu.br; jorge.costa@sipam.gov.br
[1]Universidade Federal do Amazonas/UFAM; [2]Sistema de Proteção da Amazônia/Censipam-MN

## RESUMO

O aprimoramento das técnicas de coleta, a disponibilidade de insumos e métodos de análise, advindos das novas tecnologias, proporcionaram um avanço significativo no campo das geociências. A revolução das tecnologias digitais propiciou a atualização de conteúdo, de produção e de uso de mapas geológicos. Neste sentido, a integração de imagens hiperespectrais a dados aerogeofísicos, por meio de técnicas apropriadas, se apresenta como ferramenta imprescindível, na atualização e detalhamento de mapas geológicos. Com o objetivo de testar o potencial desses tipos de insumos, visando à caracterização litológica da porção noroeste do estado de Roraima, foi desenvolvido este estudo. Os dados aerogamaespectrométricos utilizados, pertencem ao Projeto Aerogeofísico Província Mineral Parima-Uraricoera (Projeto 1058), foram integrados às imagens hiperespectrais do sensor Hyperion e informações geológicas existentes. A partir do processamento digital desses insumos foi possível realizar a discriminação das unidades geológicas, avaliando a relação das informações aerogeofísicas e a resposta espectral da área. Foram definidas oito classes aerogamaespectrométricas para o mapeamento temático, com concordância do índice Kappa de 0,94. Os dados obtidos por meio desta classificação integrados às informações geológicas permitiram verificar tanto a correlação, quanto a não correlação entre as unidades geológicas, possibilitando a reinterpretação de contatos geológicos e refinamento de dados existentes. Após o processamento digital das imagens Hyperion, o resultado estatístico revelou resultado não satisfatório em referência ao índice estatístico de acerto durante o processo de classificação, em função da baixa qualidade das imagens disponíveis para a área pesquisada. Porém, as interpretações evidenciaram a importância da análise integrada entre produtos obtidos por meio de métodos indiretos, para o mapeamento litológico, em região de acesso limitado, relacionando com as informações existentes da região.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aerogamaespectrometria, Hyperion, Roraima.

## INTRODUÇÃO

Atualmente, com os avanços no ramo da geotecnologia e a disponibilidade de dados aerogeofísicos de alta e média resolução espacial, o mapeamento geológico tem sido realizado com êxito, principalmente em áreas de difícil acesso, como é o caso da região Amazônica.

Haja vista a variedade de dados digitais, disponibilizados de forma gratuita, que podem ser utilizados para o desenvolvimento de estudos científicos, na caracterização litológica do Cráton Amazonas, optou-se por realizar este trabalho na porção noroeste do estado de Roraima, com o objetivo de reavaliar o potencial desses dados a partir de novos métodos, vislumbrando o aperfeiçoamento do mapeamento dessa região.

O objetivo geral da pesquisa foi realizar a avaliação geológica da porção noroeste de Roraima, a partir da integração dos dados vetoriais das unidades geológicas preexistentes, com as respostas aerogamaespectrométricas dos dados do Projeto 1058 associados aos dados das imagens do sensor Hyperion. Tendo como foco, correlacionar às características dos elementos radioativos Tório (Th), Urânio (U) e Potássio (K) com as unidades litológicas da

área, avaliar o potencial de exatidão das respostas espectrais das imagens Hyperion para a região amazônica e compara-las com as respostas aerogamaespectrométricas.

## MÉTODOS OU METODOLOGIA

O processamento digital dos dados foi realizado por meio de técnicas apropriadas para a discriminação das unidades geológicas a partir da emissividade da energia eletromagnética da superfície captadas pelo sensor, avaliando, a relação das informações geofísicas e resposta espectral. De acordo com isto, a confecção deste trabalho seguiu os seguintes procedimentos:

Extração das informações da assinatura aerogamaespectrométricas, com base de trabalho de Vasconcelos et al. (1994), utilizando o *software* Oasis Montaj, de acordo com as seguintes etapas: a) Gridagem dos dados; b) Interpolação do dados; d) Classificação não supervisionada da imagem ternária CMY utilizado o algoritmo de agrupamento ISODATA (*Iterative Self-organizing Data Analysis Technique*); e) Avaliação por meio do índice *Kappa* e; f) confecção do mapa de domínios aerogamaespectrométricos.

A imagem hiperespectral do sensor Hyperion selecionada para o processamento (EO1H2330582003355110PZ) possui baixo nível de cobertura de nuvens (20% a 29%) e foi processada a partir das seguintes procedimentos: a) Geração da composição colorida RGB; b) Correção Atmosférica, por meio do módulo FLAASH; c) Classificação Supervisionada SAM (*Spectral Angle Mapper*) e; d) avaliação estatística da classificação através do índice Kappa.

Os dados geológicos vetoriais utilizados foram correlacionados com as respostas espectrais da imagem e com as respostas aerogamaespectrométricas em um ambiente de Sistema de Informação Geográfica.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A imagem resultante do processo de classificação dos dados Gamaespectrométricos foi submetida à análise de exatidão que apresentou resultado do índice geral de acurácia de 95,59%, com índice Kappa igual 0.94, que classifica os dados temáticos obtidos em nível de excelente, conforme Landis e Koch (1977). Para fins de comparação destacaram-se duas áreas, conforme as Figura 1.

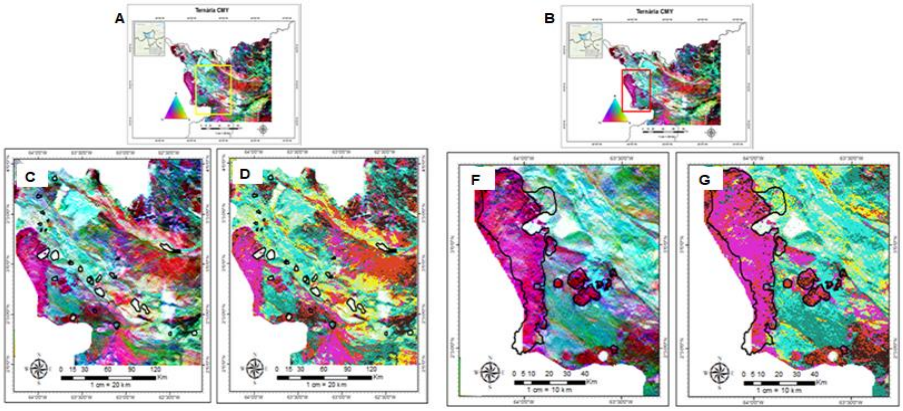


Figura 1. Em (A e B) imagem ternária CMY com destaque para áreas das unidades Suíte Máfica Ultramáfica Serra da Estrutura e Suíte Intrusiva Surucucus (C e F) e sua classificação ISODATA (D e G).

Nesta etapa foram utilizadas as imagens ternárias CMY e a imagem classificada, nas quais foram aplicadas as sobreposições dos dados vetoriais, referente às unidades geológicas do local, possibilitando uma análise espacial comparativa em ambiente de sistema de informação geográfica. O resultado revelou que existe uma diferença significativa entre a

informação gerada integrada aos dados existentes de geologia. Nas figuras 1F e 1G é possível visualizar que a alta concentração de Th encontra-se, em parte, correlacionada com a Suíte Intrusiva Surucucus, porém em algumas áreas essa correlação é feita com a alta concentração de U provavelmente correlacionada com o Grupo Parima. Ao analisar esta figura, observa que a alta concentração de Th, da classe 4 (cor magenta), se prolonga para porção central e sudeste da imagem e que, de acordo com a classificação ISODATA a mesma encontra-se subdividida por quatro classes distintas, sendo estas: Classe 4 (na cor magenta), Classe 1 (cor marrom), Classe 6 (na cor amarelo) e Classe 2 (na cor vermelha), demostrando uma variação na concentração dos radioelementos e a diversidade da composição litológica, indicando uma correlação com outras unidades geológicas encontradas nesta mesma porção da área.

Ao analisar a porção Oeste da área de estudo, observa-se que os dados da delimitação de unidades geológicas da área apresentam uma boa correlação, conforme a delimitação da unidade Suíte Máfica-Ultramáfica Serra da Estrutura (Figura 1C), com as áreas das unidades gamaespectrométrica descriminadas pela imagem ternária CMY. No entanto, ao realizar a análise da imagem classificada (Figura 1D) nota-se que as respostas gamaespectrométricas dos elementos da classe 8, representada pela cor branca, se prologam para outras regiões da imagem, como na porção SE e NO, evidenciando o prolongamento de corpos de rocha desta unidade além da área delimitada pelo mapeamento geológico. Observa-se ainda que em algumas delimitações da unidade geológica Serra da Estrutura evidencia-se a presença de outras classes dentro destas delimitações (Figura 1D) sendo estas: Classe 4 (na cor Magenta), Classe 2 (na cor vermelha), Classe 3 (na cor verde escuro) e Classe 5 (na cor ciano), apresentando assim uma variação na distribuição dos radioelementos sobre as áreas delimitadas por essa unidade, onde pode se tratar de correlação de outras unidades geológicas e a expansão da mesma para outras áreas. Como resultado final produziu-se um mapa litogeofísico com os dados vetoriais resultante da imagem classificada que representa os domínios gamaespectrométrico mapeados, Figura 2.

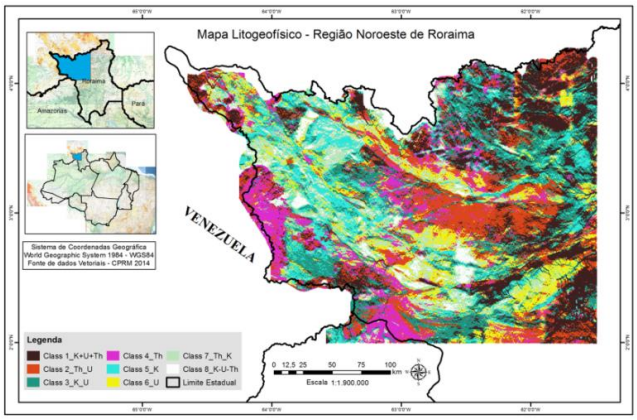


Figura 2. Mapa litogeofísico a partir da classificação ISODATA.

As imagens do sensor Hyperion resultante do processo de seleção e correção atmosférica corresponde a 173 bandas de um total de 242. Este fato ocorre devido aos efeitos causados durante a coleta de dados, que prejudicam a formação da imagem, tais como valores iguais à zero, presença de ruídos devido à absorção de vapor d'água, ou a ocorrência de perda de calibração dos detectores resultando na apresentação de faixas verticais (*stripes*). Para a correção desses *stripes*, existem na literatura vários métodos descritos e que apresentam formas distintas para sua solução. No entanto, optou-se por não executar a correção de faixas, devido ao fato da alteração do valor do pixel, podendo comprometer o resultado durante o processo de classificação.

A imagem resultante, com valores na faixa do espectro entre 426,8 nm a 2365,2 nm, corrigida atmosfericamente foi classificada com o algoritmo SAM. O resultado obtido refere-se a uma imagem que representa as concentrações dos elementos investigados. Ao avaliar visualmente a imagem classificada percebe-se que o resultado alcançado não foi satisfatório, pois a imagem resultante não apresentou condições de ser interpretada devido à presença de faixas verticais e de ruídos acentuados. Para avaliar este produto realizou-se a análise pelo índice Kappa e o resultado revelou um índice de coeficiente no valor de 0.32 em uma escala de valor máximo 1, o qual classifica a imagem temática na categoria de resultado razoável.

Na análise visual comparativa, a imagem classificada foi sobreposta à imagem ternária em CMY, Figura 3C, porém não foi possível executa-la devido à qualidade do dado classificado conforme descrito acima. O resultado alcançado comprova que no caso específico da imagem utilizada não foi possível extrair a informação correspondente aos elementos na imagem Hyperion e compara-lo com os dados de gamaespectrometria conforme o desejado.

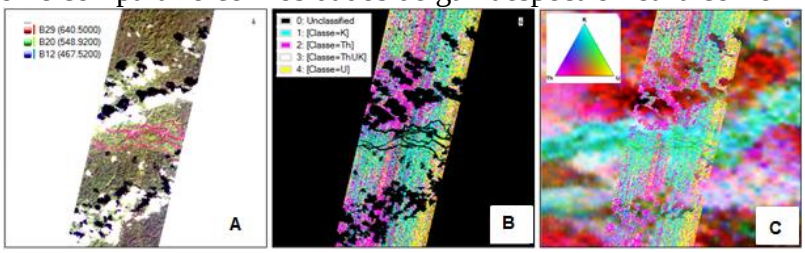


Figura 3. Em (A) composição em RGB com as bandas 29 (640,5nm), 20 (548,9nm) e 12 (467,5); (B) Imagem classificada e em (C) sobreposição das imagens classificada e imagem ternária em CMY.

## CONCLUSÕES

Os resultados gerados pelo processamento dos dados aerogamaespectrométricos do Projeto 1058, utilizando o classificador ISODATA, mostrou desempenho satisfatório na produção da imagem classificada da concentração dos radioelementos K, Th e U, o qual permitiu a elaboração do mapa litogeofísico, onde foram identificadas 8 classes, a partir das quais foi realizada a analise comparativa com os dados vetoriais da geologia preexistente. Observou-se que há correspondência das respostas das concentrações dos radioelementos com as delimitações de diversas unidades estabelecidas pelo mapeamento geológico das áreas. Porém notou-se, que em determinadas áreas estas respostas não corresponderam com as unidades geológicas mapeadas. Desta forma, comprovou-se que as informações geradas a partir dos dados de gamaespectrometria permitem o refinamento do mapeamento e são importantes para a atualização de dados cartográficos geológicos existentes.

No entanto as imagens hiperespectrais, do sensor Hyperion, que foram utilizadas não se mostraram tão eficazes nesta avaliação. Neste caso especifico a imagem utilizada não alcançou resultados satisfatórios que permitissem a comprovação da eficácia desse produto. Embora na literatura existam relatos de casos de sucesso através do uso deste tipo de insumo, tal fato não ocorreu com os dados utilizados na região investigada. Todavia, sugere-se que seja realizada uma nova tentativa quando um novo conjunto de dados da área em questão for disponibilizado, com menor presença de ruídos, vislumbrando resultados satisfatórios.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Landis J.R. and Koch G.G. (1997). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. **33:**159-174.

Vasconcellos R.M., Metelo M.J., Motta A.C., Gomes R.D. (1994). Geofísica em Levantamentos Geológicos no Brasil. Rio de Janeiro: CPRM, 165.