**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA – UFBA**

**Nome** – Camila Figueiredo Oliveira

**Título** – PROCESSAMENTO DIGITAL EM NUVEM PARA CARACTERIZAÇÃO ESPECTRAL E GEOFÍSICA DE LITOFÁCIES NEOPROTEROZOICAS DA SUB-BACIA DE IRECÊ, BAHIA.

Nível– Doutorado

**Data de Defesa** – 25/03/2019

**Área de Concentração** – PETROLOGIA, METALOGÊNESE E EXPLORAÇÃO MINERAL

**Orientado**r - Aroldo Misi

**RESUMO** - A Sub-Bacia de Irecê é formada por sucessões carbonáticas e siliciclásticas depositadas em ambiente marinho e mapeadas como Formação Salitre, Supergrupo São Francisco. Entre os diversos bens minerais encontrados nesta bacia, destacam-se os depósitos de fosfato e de sulfeto de zinco. A utilização de produtos cartográficos obtidos por integração de dados espectrais e aerogeofísicos (gamaespectrométricos) para a discriminação de unidades geológicas tem apresentado bons resultados. Alguns estudos comprovam que tanto a espectroscopia de reflectância quanto o processamento de imagens multiespectrais e hiperespectrais de sensoriamento remoto, são eficientes para a distinção qualitativa e semi-quantitativa da reflectância espectral dos diversos materiais geológicos e que os dados gamaespectrométricos assinalam padrões geofísicos associados a unidades litológicas. A presente tese objetivou caracterizar a distribuição espacial das unidades litofaciológicas na Sub-bacia de Irecê associando dados de Sensoriamento Remoto (imagens Landsat e Sentinel) e Geofísicos (imagens de contagens de 40K, 238U e 232Th). No mapa das variáveis gamaespectrométricas na Sub-Bacia de Irecê observou-se que boa parte da área de estudo é caracterizada por valores intermediários para os três elementos, comportamento esperado em rochas sedimentares devido ao tamanho dos grãos e facilidade de processos de intemperismo e lixiviação. O mapa ternário comparado com o mapa geológico demonstrou uma forte correlação na separação das unidades. Para as análises espectrais foram utilizadas as imagens Landsa – 8 e Sentinel – 2A, adquiridas na plataforma do Google Earth Engine na qual foram desenvolvidos todos os processamentos de dados. As assinaturas obtidas por índices espectrais, têm os seus contornos semelhantes a algumas unidades geológicas mapeadas por mapas de referência. As imagens Sentinel – 2A apresentaram dados mais detalhados das litofáceis por possuírem resoluções espaciais e espectrais mais altas do que os dados da série Landsat – 8, no infravermelho próximo visível. A integração dos dados geofísicos e de sensoriamento remoto foi realizada pelo classificador Random Forest, que identificou agrupamentos de variáveis espectrais e geofísicas associadas aos principais tipos litológicos da sub-bacia. Para a homogeneização de classes nas imagens foi utilizado o filtro Majority, que permitiu unificar pixels destoantes, diminuindo os ruídos e elevando a qualidade visual dos mapas. Foram utilizados critérios estatísticos para avaliar e comparar a exatidão do mapa de classificação, que demonstraram que o erro de comissão moderado para a maior parte das unidades, com valores entre 30% à 39 %. Já o erro de omissão das classes Pecb1, Veio de Quartzo, QC, Un B1 foi superior a 70%. Ao final da busca pelo modelo mais adequado com base nos dados, chegou-se a uma taxa de acerto estatístico variando de 69% à 71% pelo índice de exatidão gobal. Os resultados dos dois tipos de acurácias empregadas foram concordantes, indicando que as classificações são consideradas muito boas, entretanto a classificação utilizando as imagens Sentinel – 2A apresentou o resultado um pouco melhor quando comparadas com a imagem Landsat – 8. O estudo demonstrou resultados satisfatórios para a integração de imagens de satélite e dados geofísicos, utilizando o classificador Random Forest na plataforma Google Earth Engine tendo sido proposto um modelo litofaciológico para a Sub-bacia de Irecê. Apesar do estudo se concentrar nessa sub-bacia, o método proposto pode ser aplicado em outras regiões de ambiente geológico similar.

**Palavras Chaves**: Landsat; Sentinel; gamaespectrométricas, litofáceis; Bacia de Irecê

**ABSTRACT** – The Irecê Sub-Basin is formed by carbonate and siliciclastic Neoproterozoic sequences deposited in marine environment and mapped as Salitre Formation (Una Group, São Francisco Supergroup). Among the various mineral occurrences found in this basin are the deposits of phosphate and zinc-lead sulfide. The use of cartographic products obtained by integrating spectral and aerogeophysical (gamma spectrometric) data for the discrimination of geological units has shown good results. Some studies show that both reflectance spectroscopy and multispectral and hyperspectral remote sensing images are efficient for the qualitative and semi-quantitative distinction of the spectral reflectance of the various geological materials and that gammaspectrometric data indicate geophysical patterns associated to lithostratigraphic units. The aim of this thesis was to characterize the spatial distribution of the lithostratigraphic units in the Irecê sub-basin by associating Remote Sensing data (Landsat and Sentinel images) and Geophysical data (40K, 238U and 232Th counts images). In the map of gamma-spectrometric variables it was observed that a important part of the studied area is characterized by intermediate values for the three elements, expected behavior in sedimentary rocks due to grain size and ease of weathering and leaching processes. The ternary map compared to the geological map, showed a strong correlation in the separation of the units. The Landsat - 8 and Sentinel - 2A images, acquired on the Google Earth Engine platform, in which all data processing was developed, were used for the spectral analyses. The signatures obtained by spectral indexes, have their contours similar to some geological units mapped by reference maps. The Sentinel - 2a images presented more detailed data of the lithofacies by possessing spatial and spectral with higher resolutions than the data of the series Landsat - 8, in the near infrared visible. The integration of geophysical and remote sensing data was performed by the

Random Forest classifier, which identified clusters of spectral and geophysical variables associated with the main lithologic types of the sub-basin. For the homogenization of classes in the images, the Majority filter was used, which allowed to unify distortion pixels, reducing the noise and raising the visual quality of the maps. Statistical criteria were used to evaluate and compare the accuracy of the classification map, which showed that the commission error moderate for most units, with values between 30% and 39%. Already the error of omission of the classes Pecb1, Quartz Shaft, QC, Un B1 was superior to 70%. At the end of the search for the most appropriate model based on the data, a statistically correct rate was obtained, ranging from 69% to 71%. The results of the two types of accuracy were concordant, indicating that the classifications are considered very good. However, the classification using Sentinel - 2A images presented a slightly better result when compared with the Landsat - 8 image. The study demonstrated satisfactory results for the integration of satellite images and geophysical data using the Random Forest classifier in the Google Earth Engine platform and a litho-spectral and geophysical model was proposed for the Irecê Sub-basin. Although our study focuses on this sub-basin, the developed methodology can be applied in other regions of similar geological environment.

**Keywords:** Irecê Sub-Basin (BA); Litostratigraphic Units; Spectral Analysis; Gamma-spectrometry