

5 RESULTADOS DAS ANÁLISES PALINOLÓGICAS E GEOQUÍMICAS (XRF)

5.1 Análise palinológica

A palinologia tem sido utilizada, no meio acadêmico, como uma das principais ferramentas de reconstrução paleoambiental através da análise de polens e esporos preservados em formações geológicas. Os polens e esporos constituem, principalmente, os denominados palinomorfos continentais e representam minúsculas estruturas reprodutivas vegetais que variam de tamanho entre 20 a 200 microns. A aplicação de numerosos estudos palinológicos, além de fornecer subsídios relacionados a distribuição geográfica e predomínio de determinadas espécies vegetais, tem auxiliado na investigação de importantes mudanças climáticas no continente sul-americano.

De acordo com Araí et al. (1988) as análises palinológicas vem sendo utilizadas, com boa aceitação, na determinação de biozonas, equiparando-se aos zoneamentos realizados em foraminíferos e outros palinomorfos, fornecendo informações sobre alguns aspectos estratigráficos, principalmente, do Cenozóico brasileiro. Os chamados polens fósseis são encontrados em abundância a partir do Mesozóico, enquanto que os esporos fósseis ocorrem principalmente no Período Carbonífero, durante o Paleozóico. Em termos de distribuição geográfica e predomínio entre os polens fósseis destacam-se os de árvores de folhas aciculadas e latifoliadas, porém no Período Quaternário predominam os polens fósseis associados a plantas herbáceas (SUGUIO, 2008).

Em estudos palinológicos, a identificação de várias espécies de palinomorfos presentes em forma de polens de plantas arbóreas e não-arbóreas são aplicados em relação às condições paleoclimáticas. De acordo com Suguio (2008) o predomínio e/ou escassez de palinomorfos específicos podem corresponder às mudanças temporais características, isto é, a época dominada por polens de plantas arbóreas sugere condições de paleoclimas quentes e úmidos, mas os pólenes de plantas não-arbóreas podem ser interpretados como condições de paleoclimas quentes ou frios e secos. A disparidade de tipos de polens preservados no perfil do testemunho, em termos quantitativos, pode ser interpretado como registro de oscilações paleoclimáticas.

De acordo com o Oliveira et al. (2008) o cenário paleovegetacional fornecido pela análise palinológica, apesar da falta de dados paleoecológicos em relação as diversas formações vegetais do Brasil, tem proporcionado importantes dados ao esclarecimento de vários problemas biogeográficos e o entendimento das variações climáticas que ocorreram no Brasil, especialmente durante o último ciclo glacial. Ainda de acordo com o autores as Frentes frias, mais acentuadas, durante as fases glaciais, associadas a mudanças climáticas de caráter global, modelaram a paisagem brasileira (OLIVEIRA et al. 2008).

Na presente dissertação as aplicações de estudos palinológicos anteriores são utilizadas como referência para a área de estudo, distinguindo-se as ferramentas de paleopalinologia. A análise palinológica dos sedimentos coletados em trabalho de campo tem como objetivo o resgate de palinomorfos fósseis que traria a tona, além de um possível estabelecimento da cronologia geológica no entorno do Maciço do Itaóca, informações das condições paleoambientais durante a fase de deposição da Formação Barreiras.

As amostras foram coletadas na área de ocorrência de unidades remanescentes da Formação Barreiras no entorno do Maciço do Itaóca a fim de uma possível verificação de polens e esporos presentes no registro sedimentar. A análise dos palinomorfos continentais podem fornecer uma datação relativa e o possível domínio morfoclimático predominante no período de deposição da unidade litoestratigráfica do Barreiras.

A Formação Barreiras encontra-se exposta em áreas reconhecidas como saibreiras, sendo constituído por arenitos grossos a muito grossos, quartzosos, mal selecionados, em alguns casos bastante alterados e tingidos pela pigmentação de hematita. No entanto, é possível observar ocasionalmente a presença de estruturas sedimentares como estratificação cruzada e distribuição de intraclasos no perfil. Em campo foram recolhidos amostras da zona areno-argilosa das denominadas saibreiras e em outros pontos pré-selecionados, como em zonas pantanosas e de fundo de poço.

A análise palinológica foi realizada a partir de amostras recolhidas em campo que posteriormente foram submetidas a técnicas de processamento, no caso, a preparação da amostra. No primeiro trabalho de campo realizado, em dezembro de 2016, foram recolhidas quatro amostras: CMFW03, CMFW04 A, CMFW04 B, CMFW09. Em abril de 2017, durante a realização do segundo trabalho de campo, foram incluídas mais seis amostras: FW12 A, FW12 B, FW12 D, FW19, FW21 A e FW21 C.

No total foram 10 (dez) amostras encaminhadas para a análise palinológica e somente 01 (uma) lâmina deu resultado positivo. A amostra CMFW09 apontou registro de material orgânico, sendo verificadas partes muito mal preservadas de polens e esporos. A baixa

qualidade de palinomorfos encontrados se dá por conta do estado e ambiente oxidante o qual a amostra foi retirada e ainda está em observação.

5.2 **Análise de espectro de XRF (Fluorescência de Raios X)**

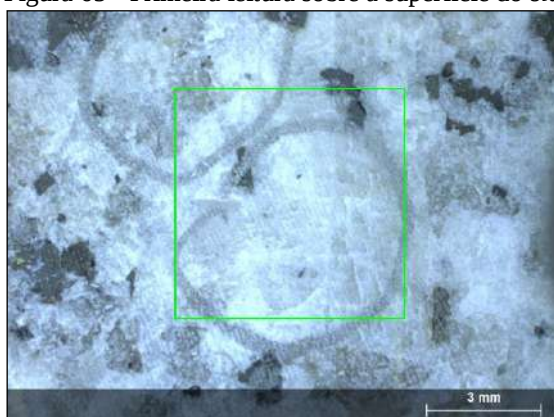
A fluorescência de raios X (XRF) é uma técnica analítica multielementar popular e não destrutiva aplicada em uma ampla área da ciência e tecnologia que ao longo do tempo vem sendo utilizada para obter informações qualitativas e quantitativas da composição elementar de vários tipos de amostras, por exemplo, em sedimentos, água, solo, plantas e ar. De acordo com Santos (2014) entre as principais vantagens ao aplicar a técnica analítica (XRF) são: rápida análise qualitativa, pouca interferência entre linhas, simplicidade na preparação de amostras, grande faixa de elementos que podem ser analisados (Al - U) e os limites (de detecção) de porcentagem a $\mu\text{g.g}^{-1}$ podendo alcançar até $\eta\text{g.g}^{-1}$.

No Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Técnicas Analíticas do Instituto de Física da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (LIETA-UERJ) foi realizada uma série de análises em amostras pré-selecionadas do Granito Itaóca (10C) e da Formação Barreiras (12B) através da técnica de μ -XRF, utilizando o equipamento M4 Tornado da Bruker. O M4 Tornado possui um tubo de raios X com anodo de Ródio (Rh), um poli-capilar para um tamanho de spot de 25 μm (espessura do feixe de raios X) e um detector SDD (Silicon Drift Detector) com resolução de energia de 142 eV para Mn- $K\alpha$.

5.2.1 Mapeamento dos elementos químicos sobre a superfície de *slab*

As duas amostras recolhidas em trabalho de campo (10C e 12B) foram analisadas em quatro etapas: o mapeamento dos elementos químicos sobre a superfície do *slab* em uma área delimitada na amostra selecionada (Figuras 65, 66 e 67); a análise sobre os minerais de quartzo e feldspato que constituem as amostras; a análise sobre os grãos selecionados e separados da amostra; e por fim a leitura dos elementos químicos que constituem feldspatos presumidos na lâmina de amostra 12B.

Figura 65 - Primeira leitura sobre a superfície do *slab* do Granito Itaóca (continua)



Em detalhe: Granito Itaóca (amostra 10C)

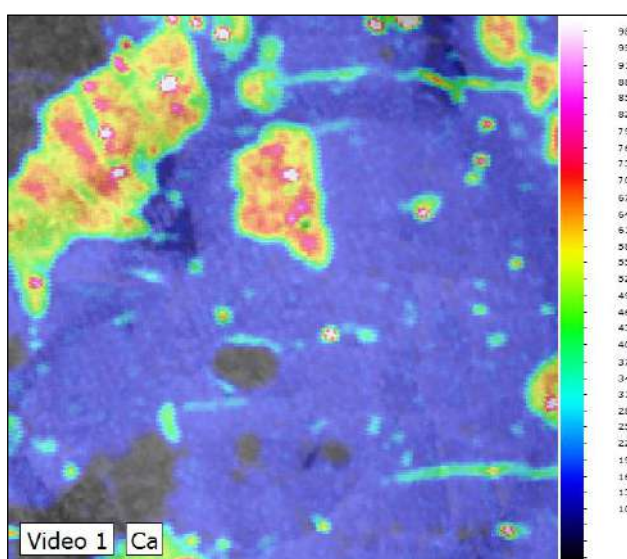
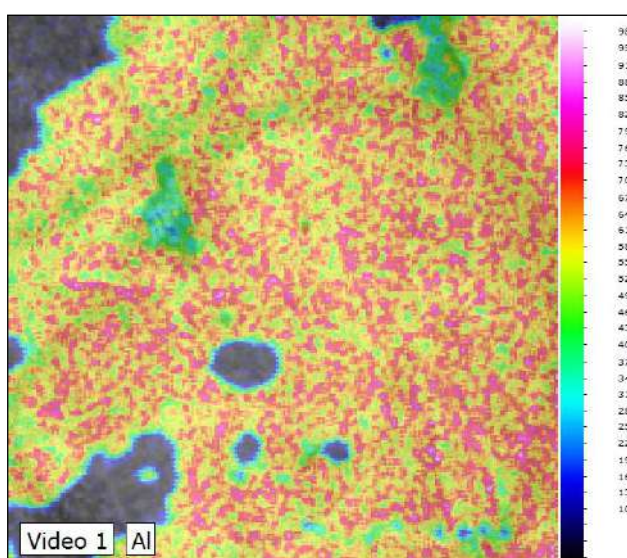


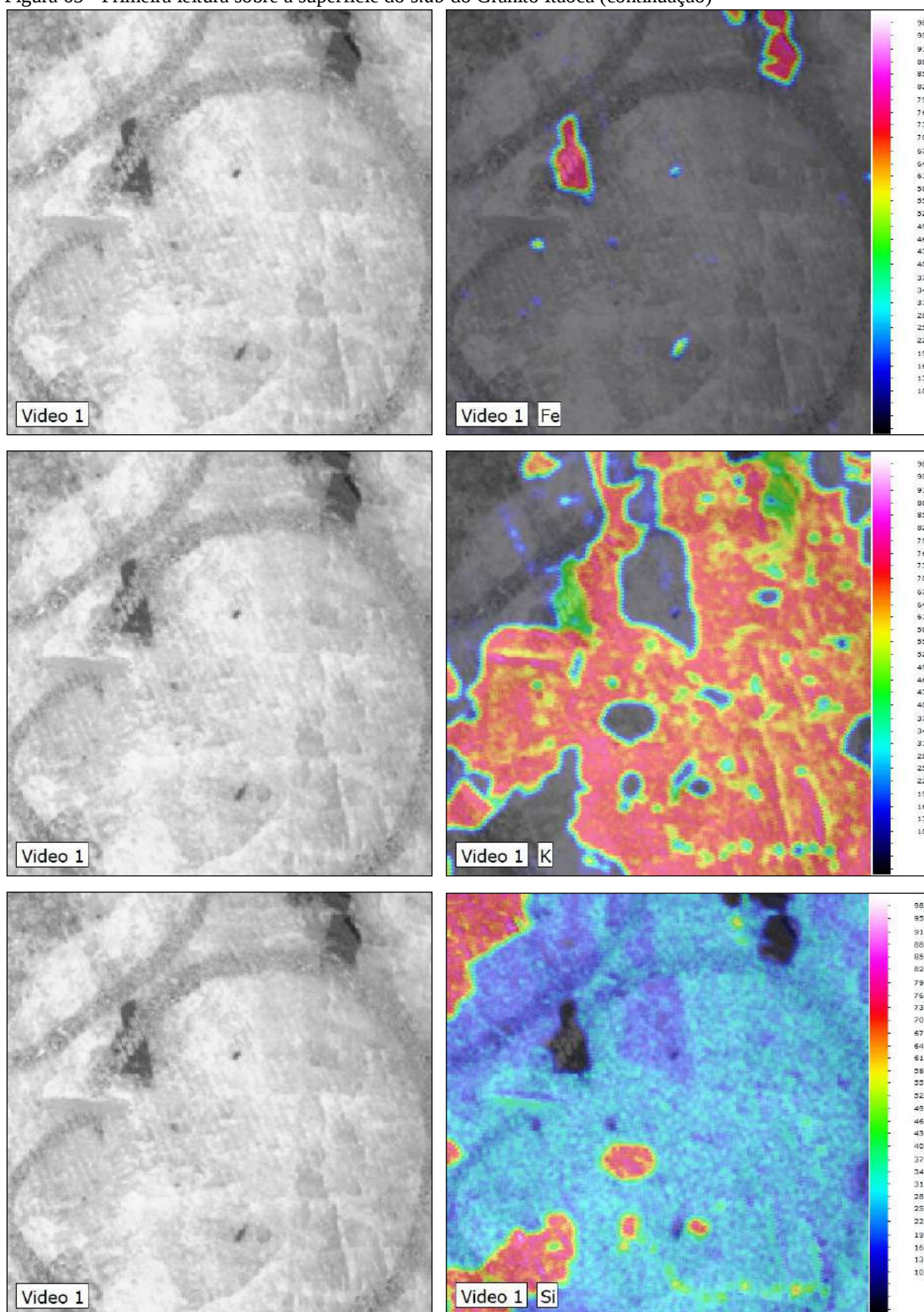
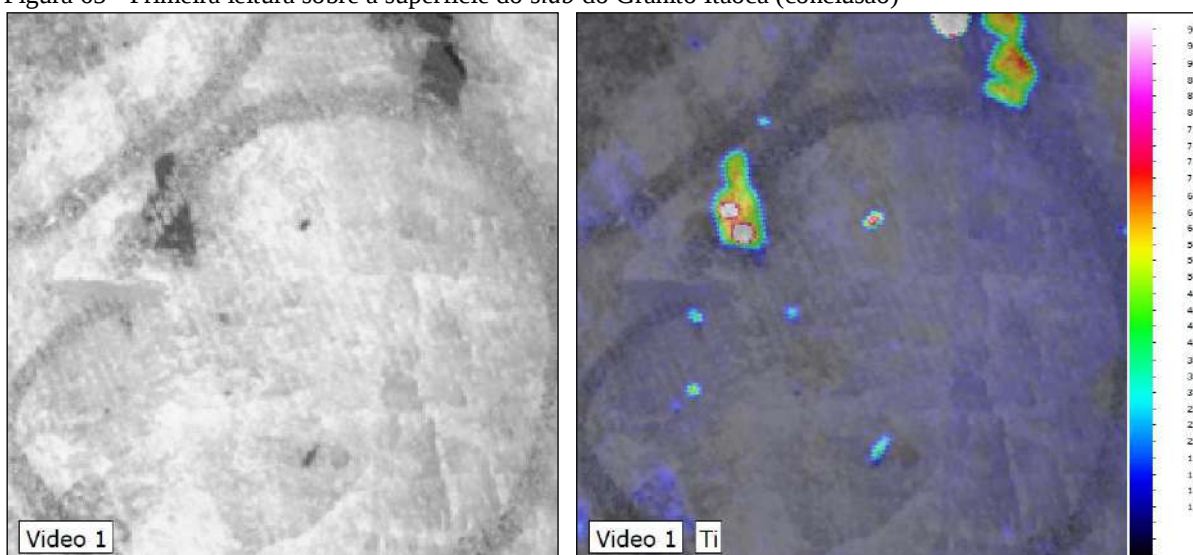
Figura 65 - Primeira leitura sobre a superfície do *slab* do Granito Itaóca (continuação)

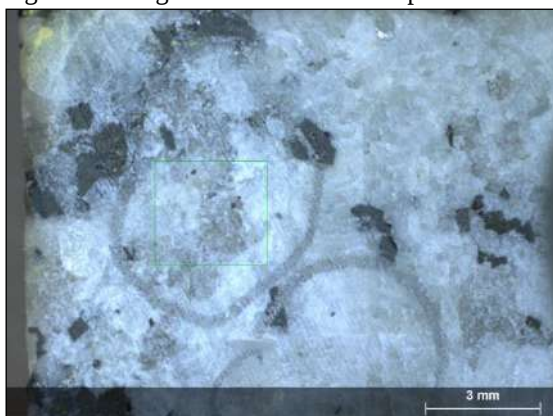
Figura 65 - Primeira leitura sobre a superfície do *slab* do Granito Itaóca (conclusão)



Legenda: A sequência consiste na apresentação da leitura de elementos químicos de Al, Ca, Fe, K, Si e Ti através do equipamento M4 Tornado sobre o *slab* da amostra 10C.

Fonte: Figuras cedidas cordialmente pelo Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Técnicas Analíticas (LIETA-UERJ).

Figura 66 - Segunda leitura sobre a superfície do *slab* do Granito Itaóca (continua)



Em detalhe: Granito Itaóca (amostra 10C)

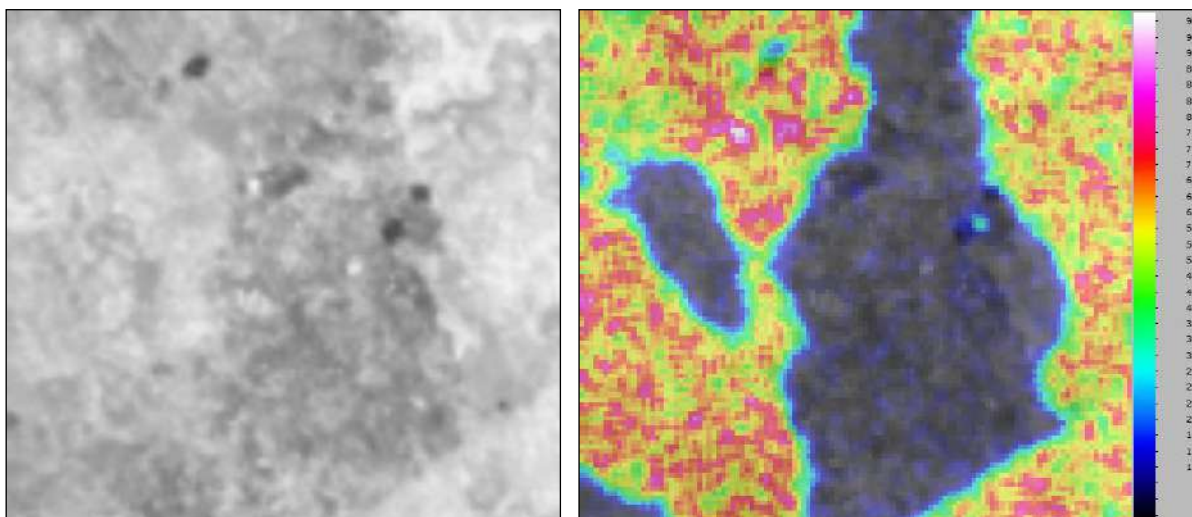


Imagem da área e a distribuição de Al na amostra 10C.

Figura 66 - Segunda leitura sobre a superfície do *slab* do Granito Itaóca (continuação)

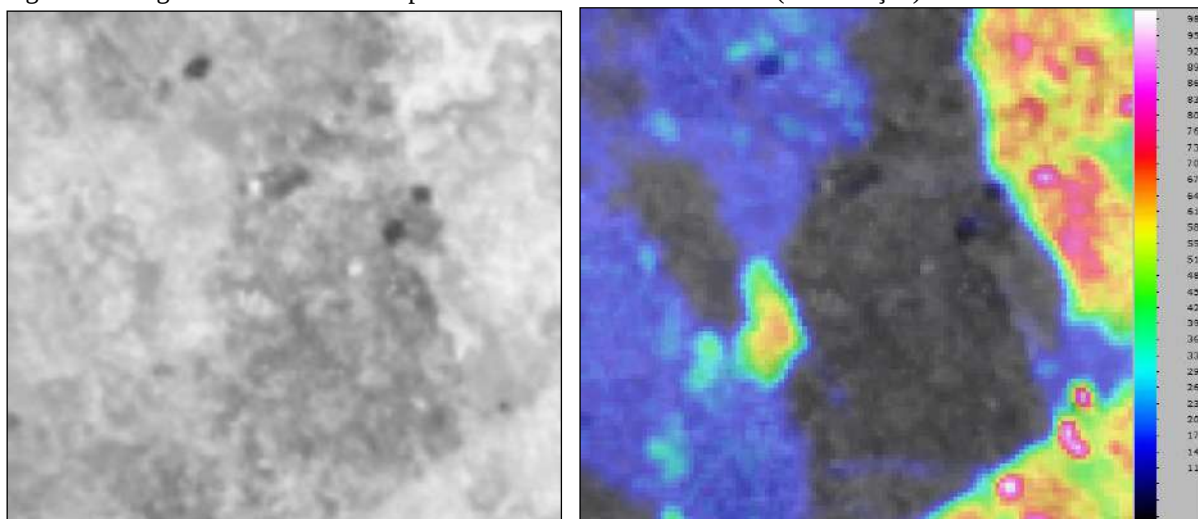


Imagem da área e a distribuição de Ca na amostra 10C

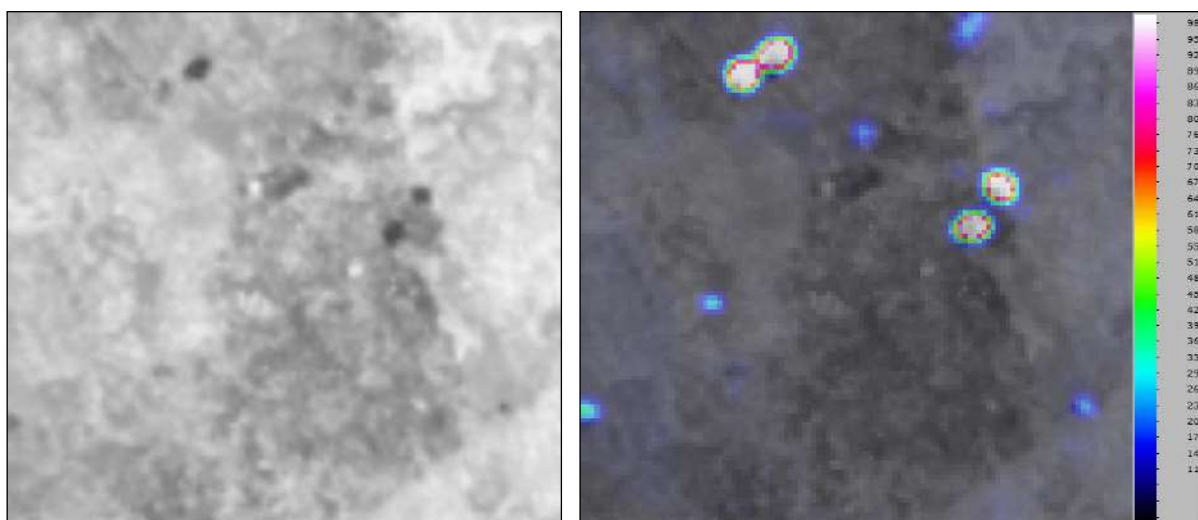


Imagem da área e a distribuição de Fe na amostra 10C

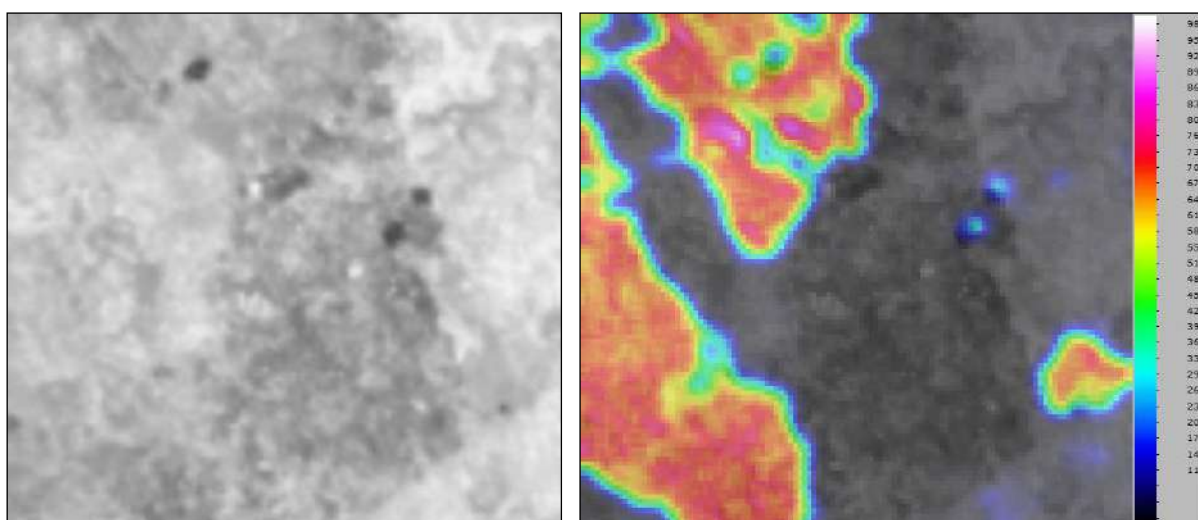


Imagem da área e a distribuição de K na amostra 10C

Figura 66 - Segunda leitura sobre a superfície do *slab* do Granito Itaóca (conclusão)

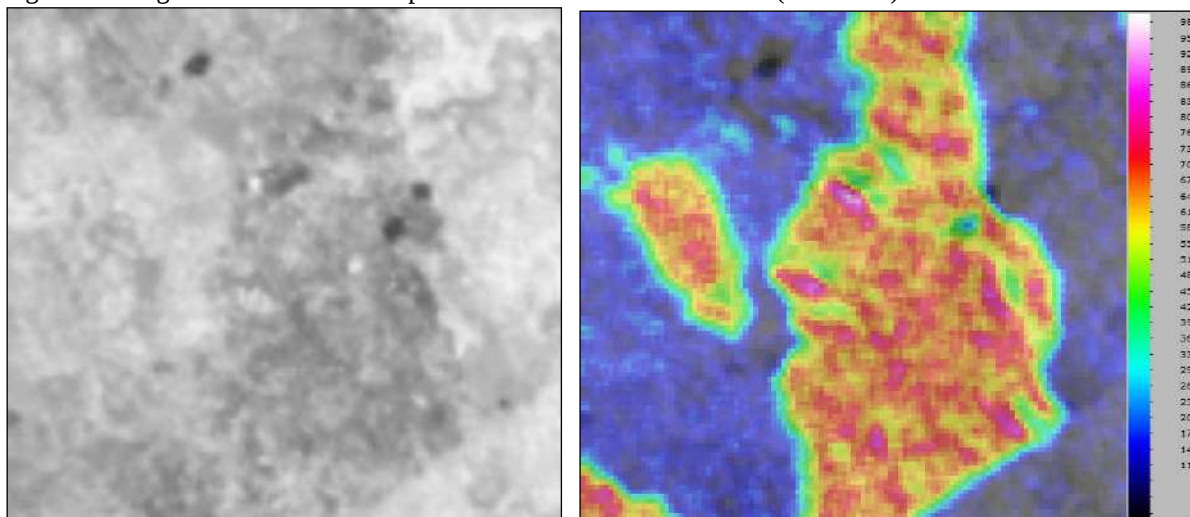


Imagem da área e a distribuição de Si na amostra 10C

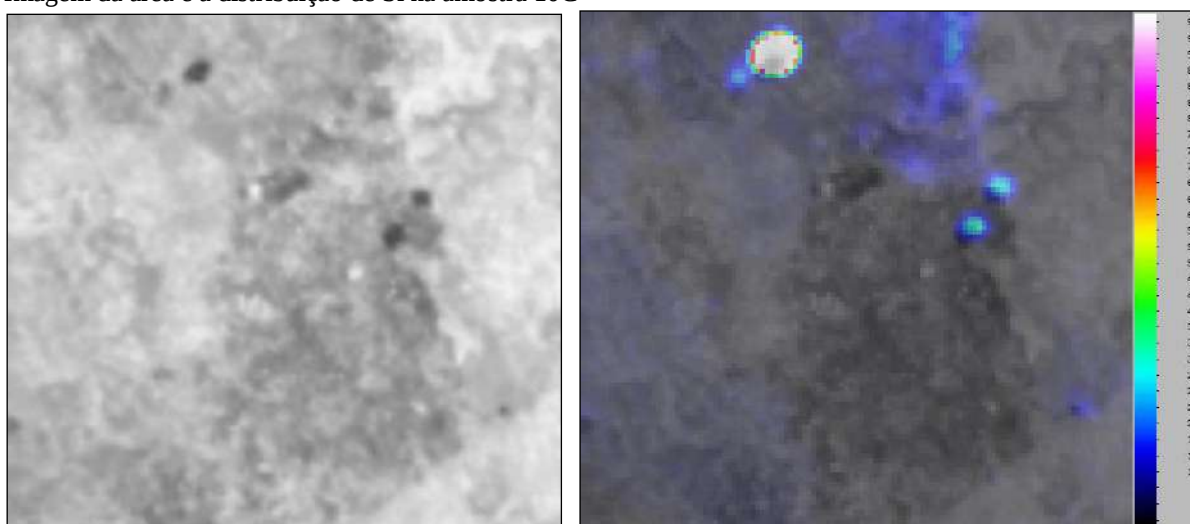
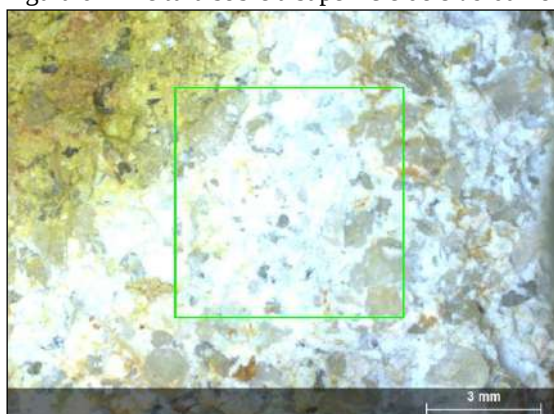


Imagem da área e a distribuição de Ti na amostra 10C.

Legenda: A sequência consiste na apresentação da leitura de elementos químicos de Al, Ca, Fe, K, Si e Ti através do equipamento M4 Tornado sobre o *slab* da amostra 10C.

Fonte: Figuras cedidas cordialmente pelo Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Técnicas Analíticas (LIETA-UERJ).

Figura 67 - Leitura sobre a superfície do *slab* da Formação Barreiras (continua)



Em detalhe: Sedimentos da Formação Barreiras (amostra 12B)

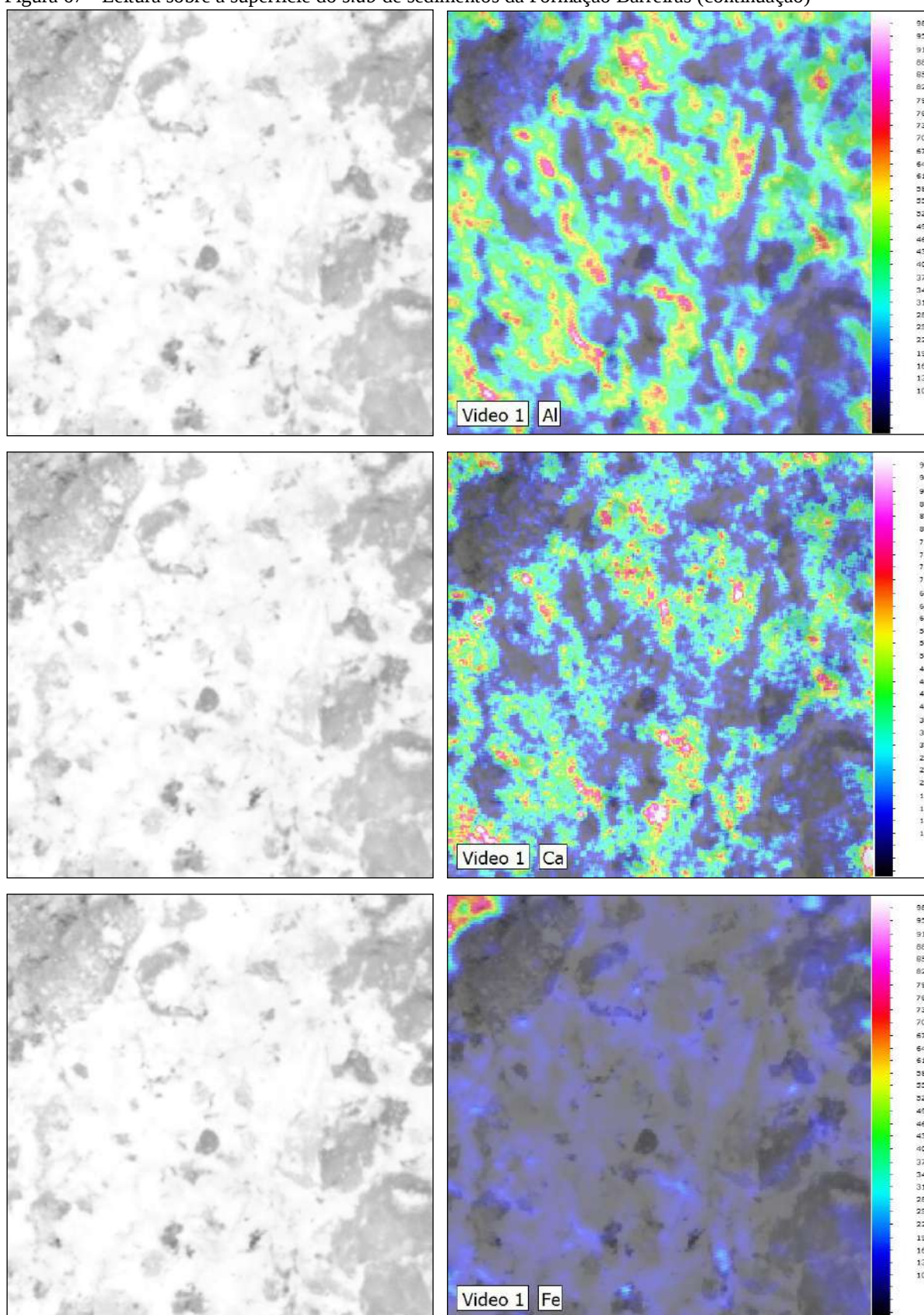
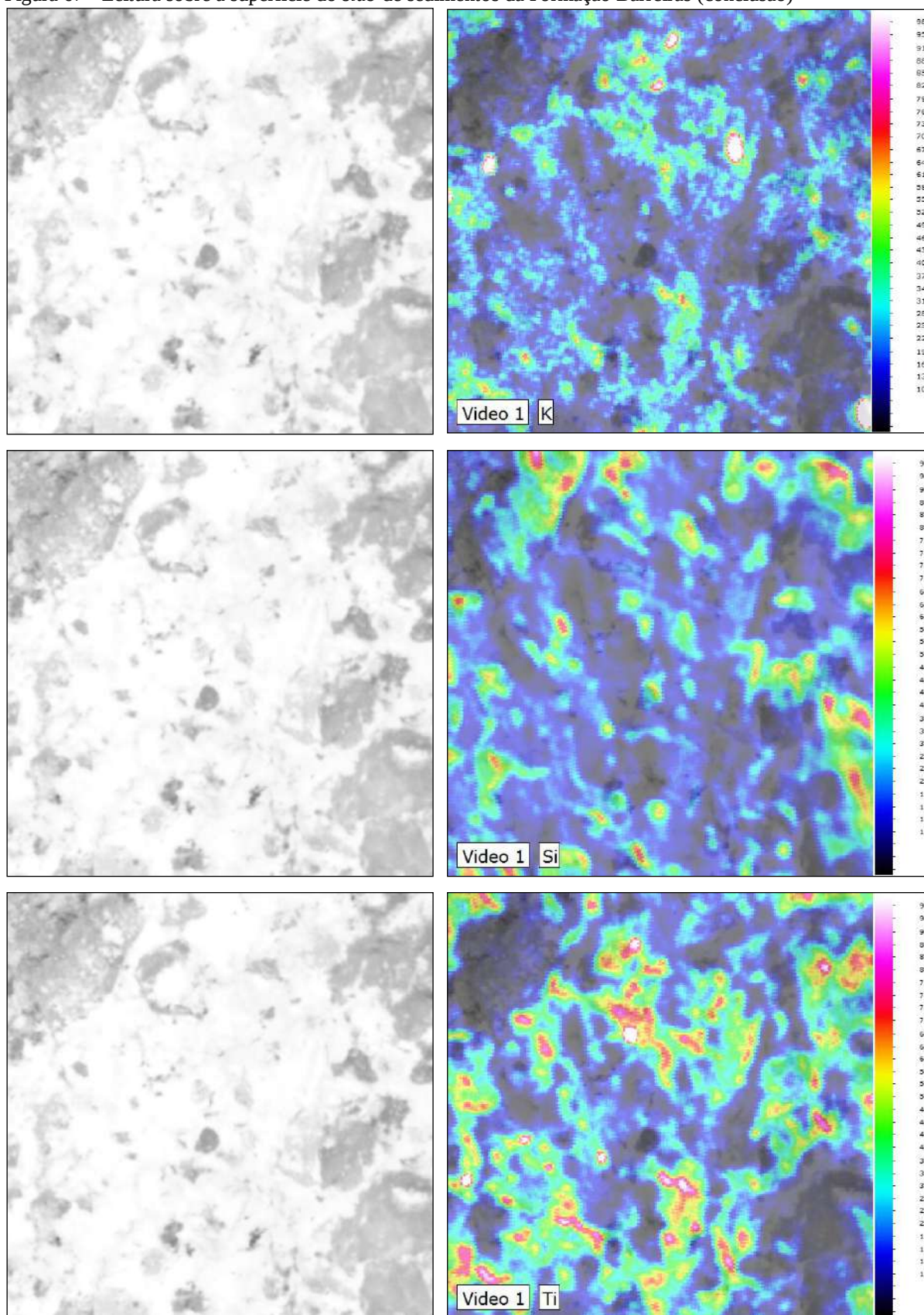
Figura 67 - Leitura sobre a superfície do *slab* de sedimentos da Formação Barreiras (continuação)

Figura 67 - Leitura sobre a superfície do *slab* de sedimentos da Formação Barreiras (conclusão)



Legenda: A sequência consiste na apresentação da leitura de elementos químicos de Al, Ca, Fe, K, Si e Ti através do equipamento M4 Tornado sobre o *slab* da amostra 12B.

Fonte: Figuras cedidas cordialmente pelo Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Técnicas Analíticas (LIETA-UERJ).

O mapeamento foi realizado com o intuito de identificar os minerais, através da composição dos elementos químicos, que constituem as amostras recolhidas no entorno do Maciço do Itaóca. A primeira etapa consistiu na leitura dos elementos químicos de Al, Ca, Fe, K, Si e Ti em *slabs* elaborados sobre as amostras 10C e 12B através do equipamento M4 Tornado. A leitura de elementos como Al, Si, Ca e K, em separado, evidencia a presença de feldspatos e permite observar a distribuição de microclina e plagioclásio no conjunto mineral na amostra. No material 12B, sedimentos pertencentes a Formação Barreiras, a distribuição de núcleos de K indica uma possível transição do mineral, em estágio de alteração, para um argilomineral (caulinita) e o grau de imaturidade do sedimento.

5.2.2 Análise sobre os minerais de quartzo e feldspato que constituem as amostras pré-selecionadas

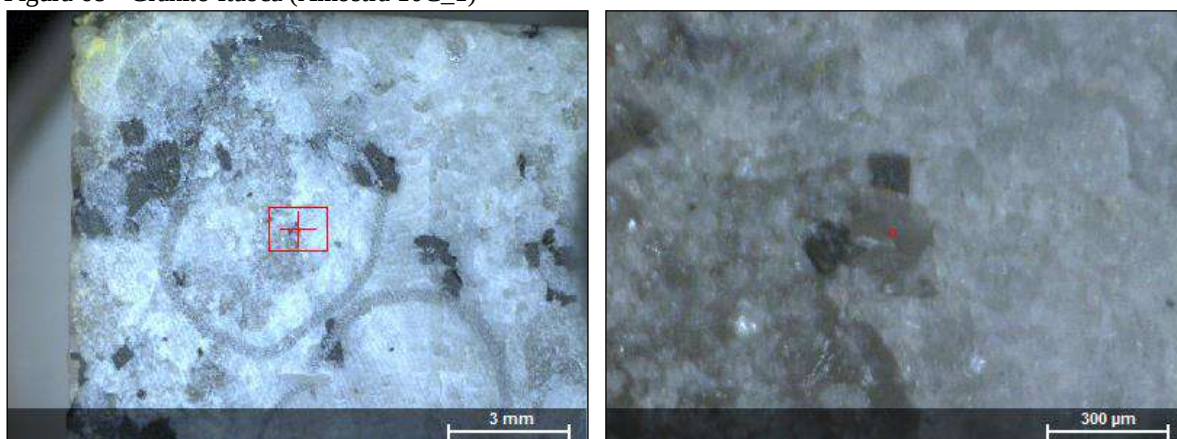
A segunda etapa consiste na análise sobre os minerais de quartzo e feldspato que constituem as amostras de mão. Na amostra 10C (Granito Itaóca) foram analisados o total de 4 pontos, enquanto que na amostra 12B (Formação Barreiras) foram analisados o total de 5 pontos (Figuras 68 - 76). A tabela 9 mostra uma análise elementar qualitativa dos resultados.

Tabela 9 - Análise elementar (fótons.s⁻¹)

	Al	Si	K	Ca	Ti	Fe
10C_1	-	37258 ± 193	544 ± 25	412 ± 24	-	3290 ± 65
10C_2	5985 ± 79	31122 ± 177	142543 ± 379	-	1518 ± 43	14435 ± 128
10C_3	285 ± 18	66441 ± 258	146 ± 14	5008 ± 78	149 ± 18	-
*10C_4						
12B_1	1839 ± 43	26342 ± 162	428 ± 23	248 ± 21	890 ± 34	17428 ± 137
12B_2	7630 ± 88	12516 ± 112	447 ± 25	424 ± 27	3722 ± 66	25535 ± 167
12B_3	1211 ± 35	57977 ± 241	-	-	402 ± 28	2023 ± 63
12B_4	1202 ± 35	14556 ± 121	-	-	714 ± 30	14172 ± 123
12B_5	1226 ± 36	43495 ± 209	-	-	10016 ± 102	18484 ± 152

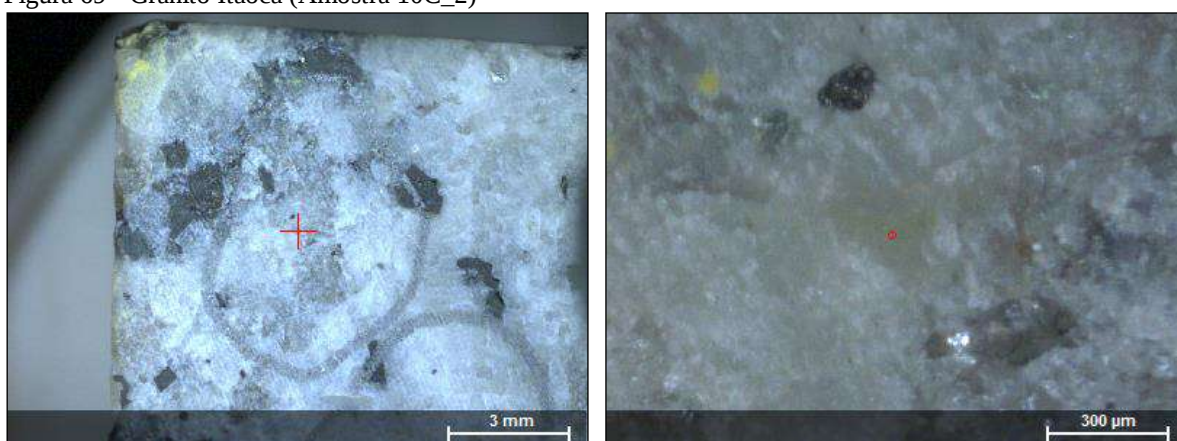
Fonte: Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Técnicas Analíticas (LIETA-UERJ).

Figura 68 - Granito Itaóca (Amostra 10C_1)



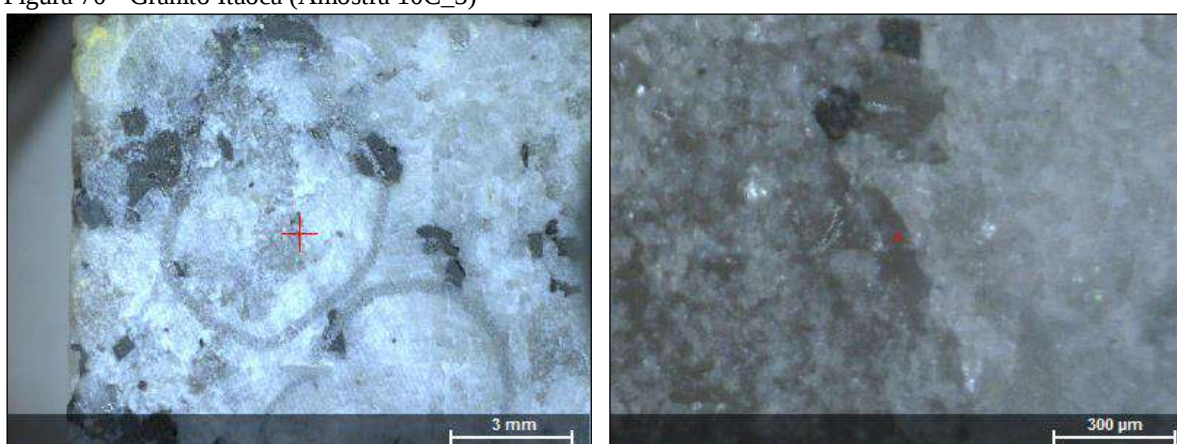
Fonte: Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Técnicas Analíticas (LIETA-UERJ).

Figura 69 - Granito Itaóca (Amostra 10C_2)



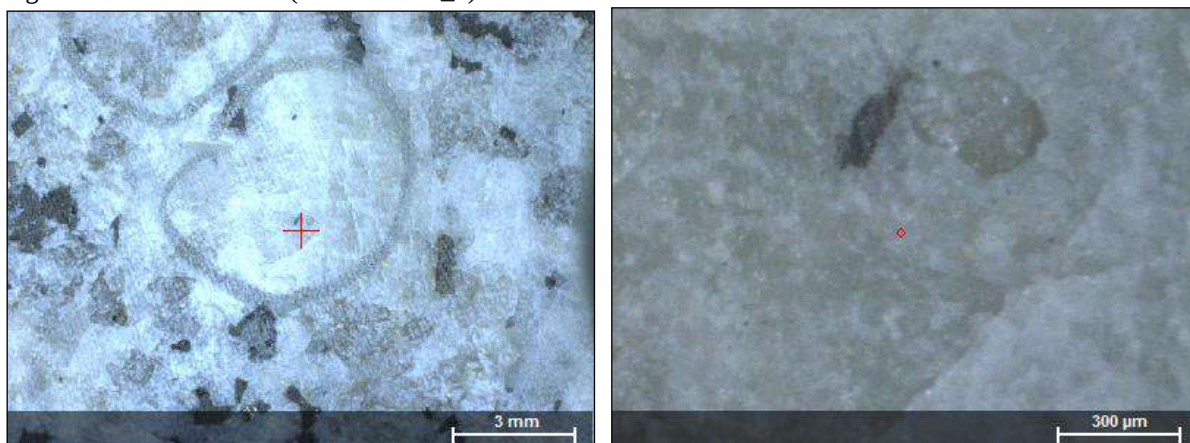
Fonte: Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Técnicas Analíticas (LIETA-UERJ).

Figura 70 - Granito Itaóca (Amostra 10C_3)



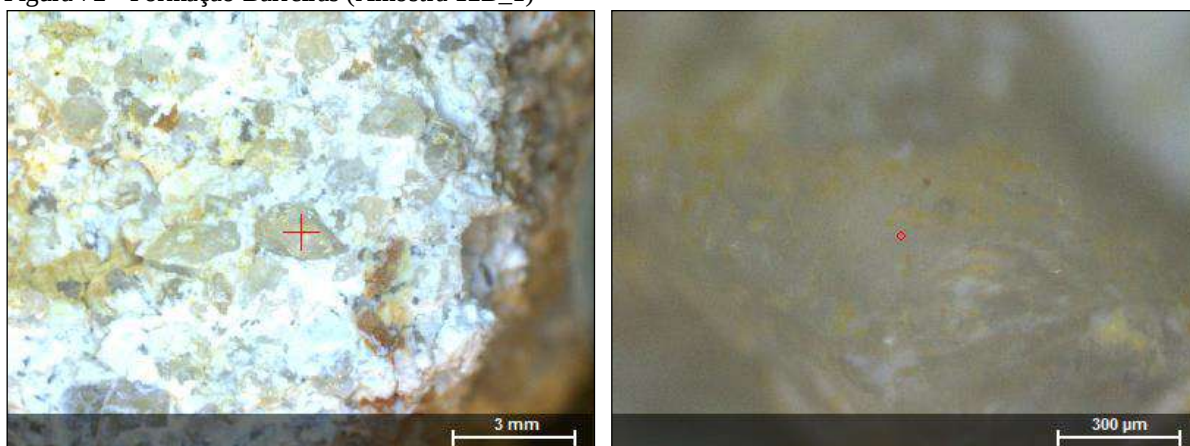
Fonte: Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Técnicas Analíticas (LIETA-UERJ).

Figura 71 - Granito Itaóca (Amostra 10C_4)



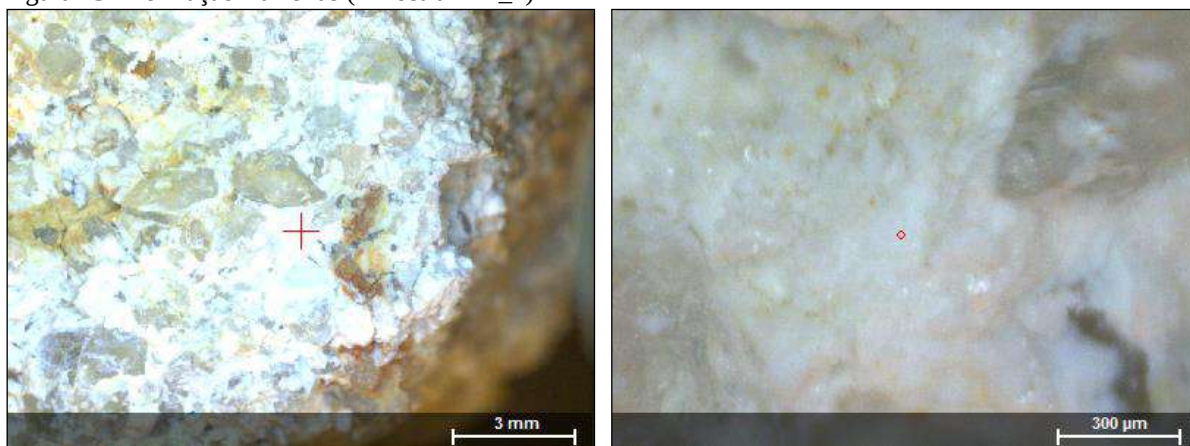
Fonte: Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Técnicas Analíticas (LIETA-UERJ).

Figura 72 - Formação Barreiras (Amostra 12B_1)



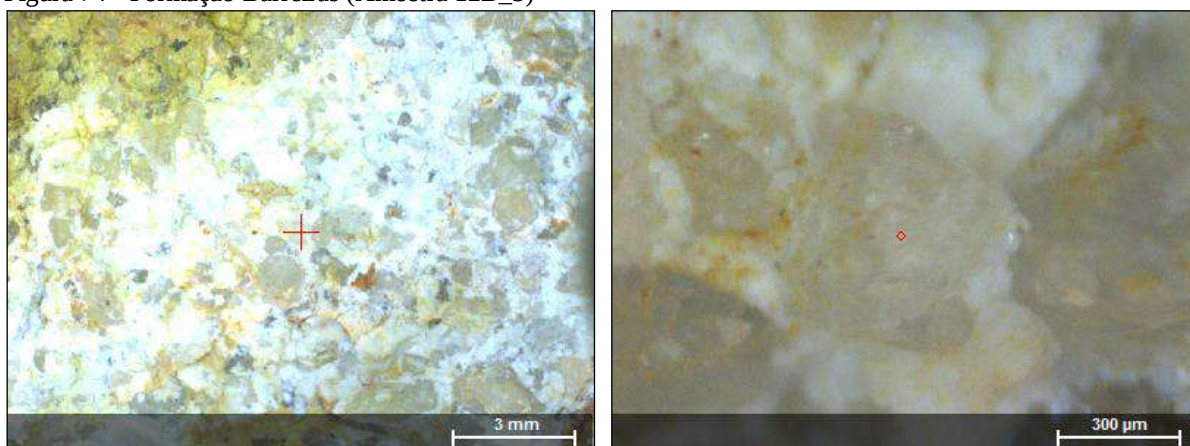
Fonte: Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Técnicas Analíticas (LIETA-UERJ).

Figura 73 - Formação Barreiras (Amostra 12B_2)



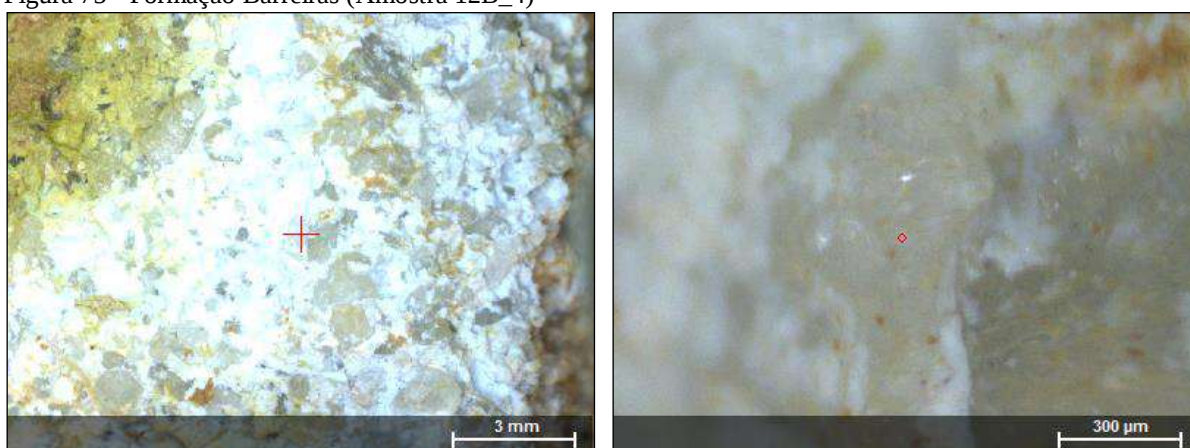
Fonte: Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Técnicas Analíticas (LIETA-UERJ).

Figura 74 - Formação Barreiras (Amostra 12B_3)



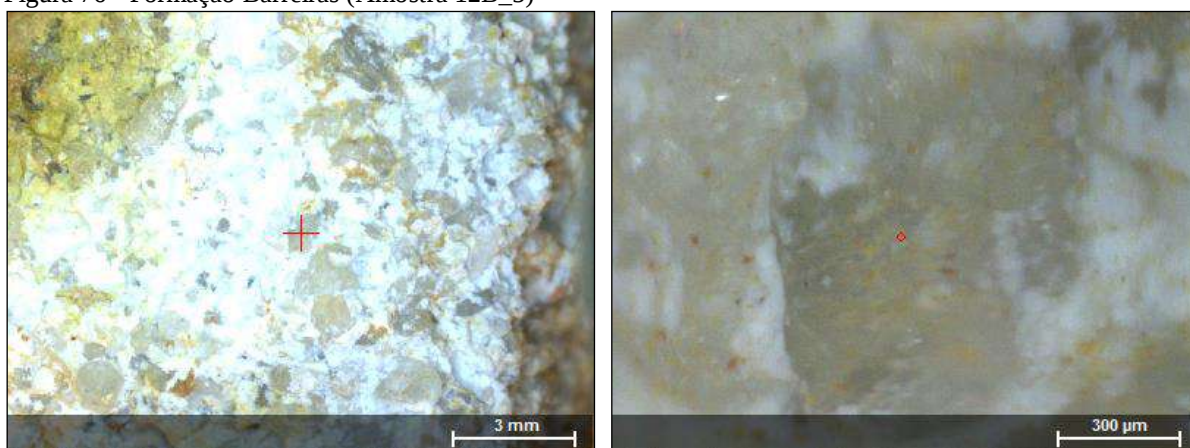
Fonte: Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Técnicas Analíticas (LIETA-UERJ).

Figura 75 - Formação Barreiras (Amostra 12B_4)



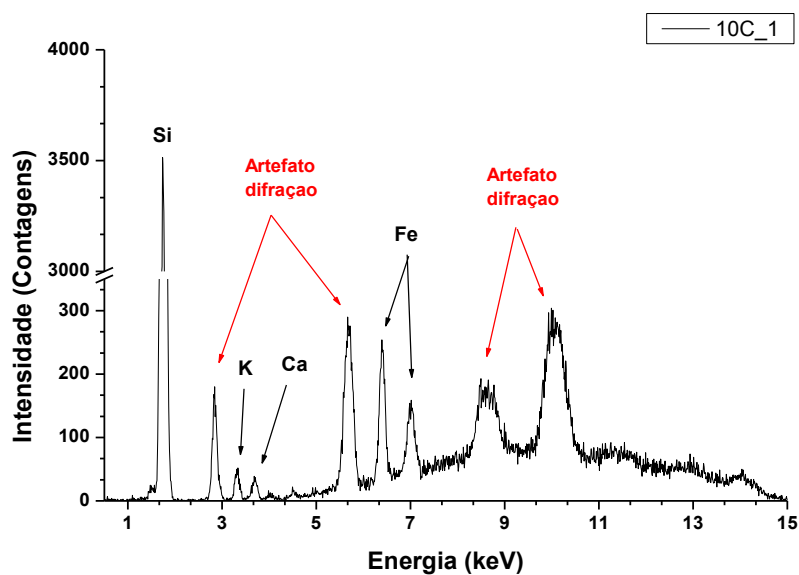
Fonte: Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Técnicas Analíticas (LIETA-UERJ).

Figura 76 - Formação Barreiras (Amostra 12B_5)

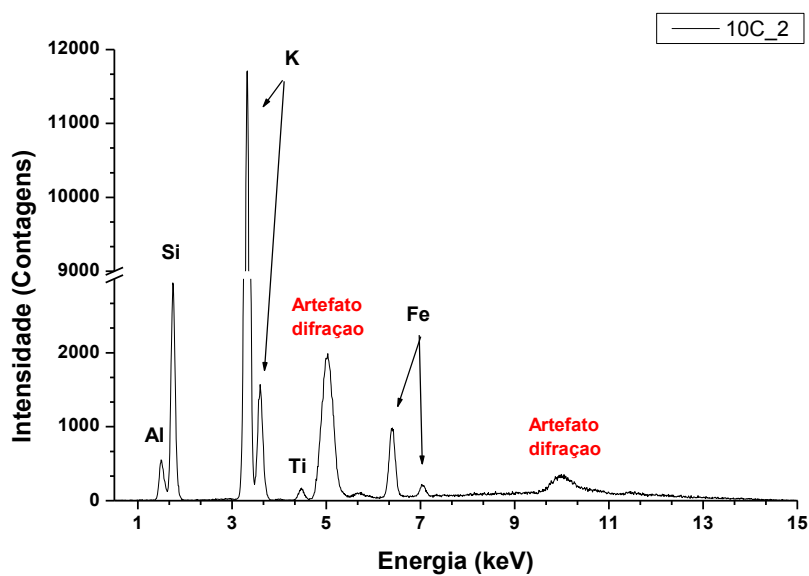


Fonte: Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Técnicas Analíticas (LIETA-UERJ).

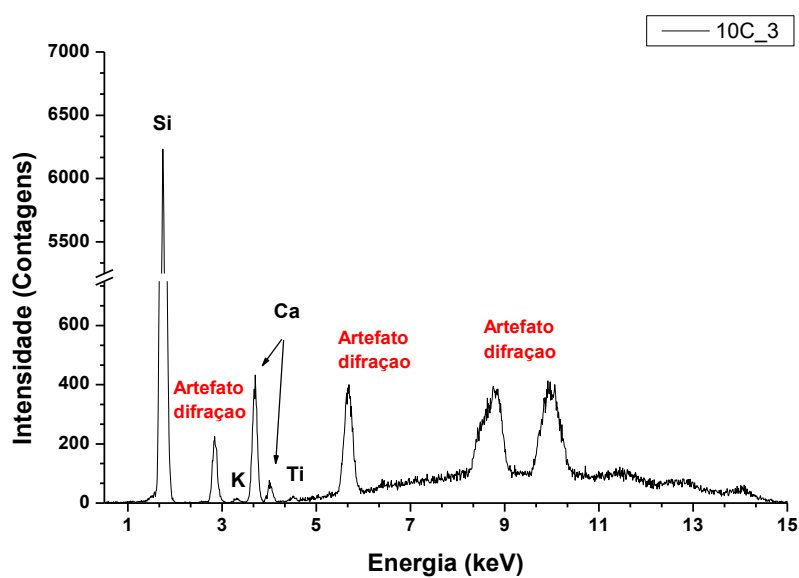
Segue abaixo, em ordem, o resultado de Espectro (XRF) sobre as amostras pré-selecionadas das figuras 68 a 76 submetidas à análise no LIETA-UERJ:



Complemento da Figura 68 - Espectro de XRF da amostra 10C_1.

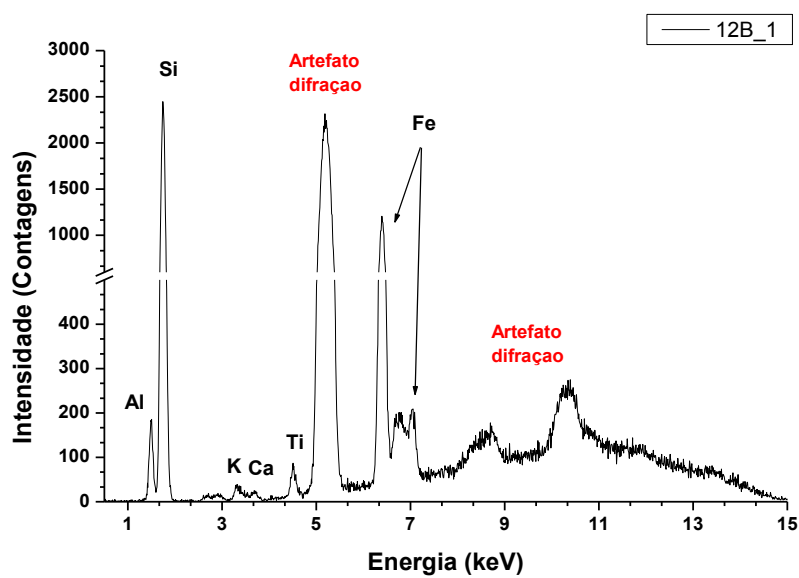


Complemento da Figura 69 - Espectro de XRF da amostra 10C_2.

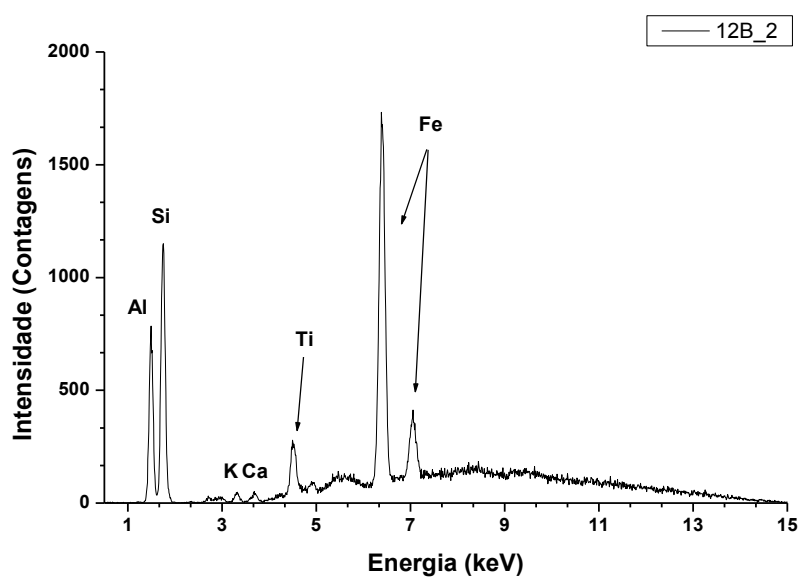


Complemento da Figura 70 - Espectro de XRF da amostra 10C_3.

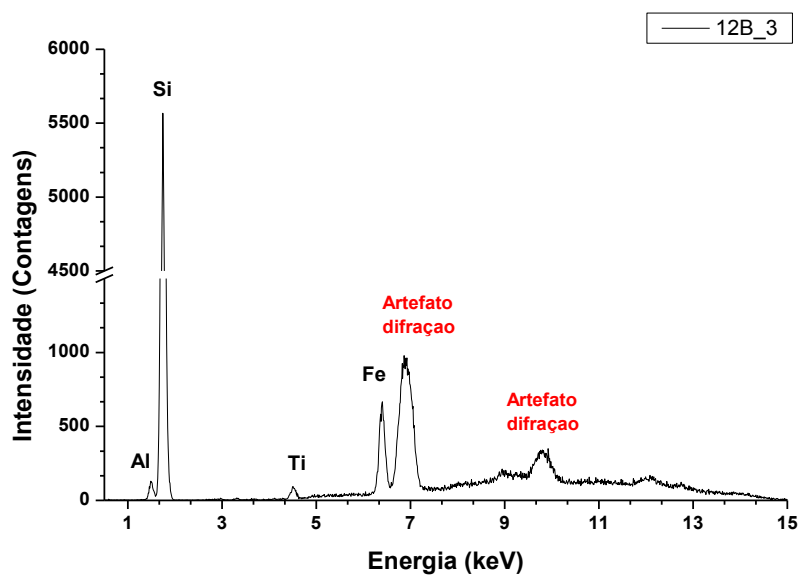
Complemento da Figura 71 - Espectro de XRF da amostra 10C_4 (Não foi possível realizar).



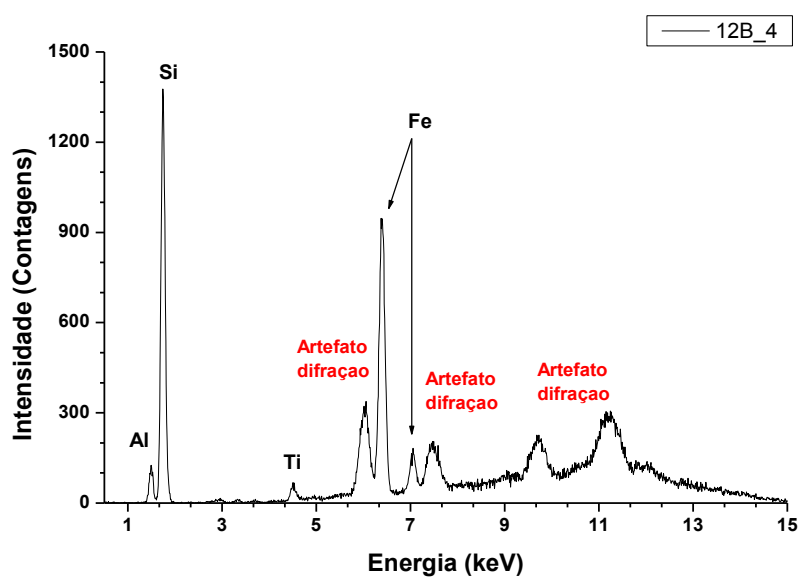
Complemento da Figura 72 - Espectro de XRF da amostra 12B_1.



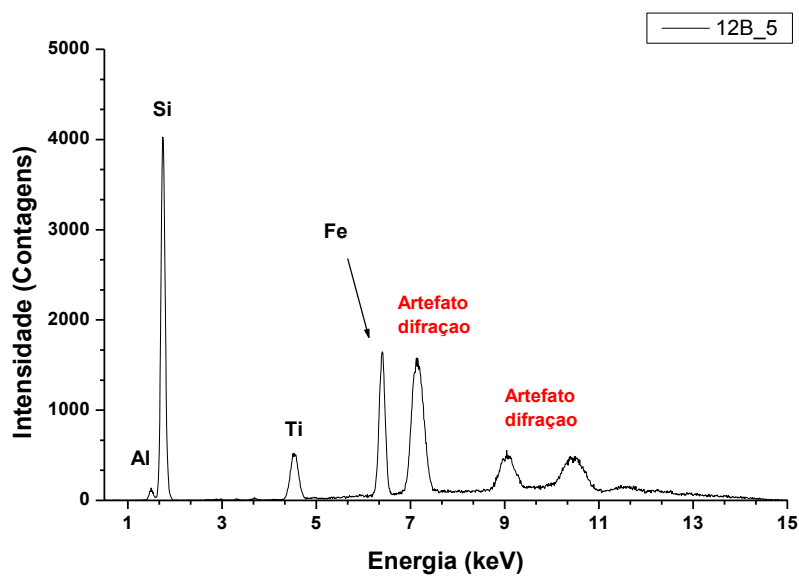
Complemento da Figura 73 - Espectro de XRF da amostra 12B_2.



Complemento da Figura 74 - Espectro de XRF do ponto 12B_3.



Complemento da Figura 75 - Espectro de XRF da amostra 12B_4.



Complemento da Figura 76 - Espectro de XRF da amostra 12B_5.

5.2.3 Análise sobre os grãos selecionados e separados de amostras da Formação Barreiras

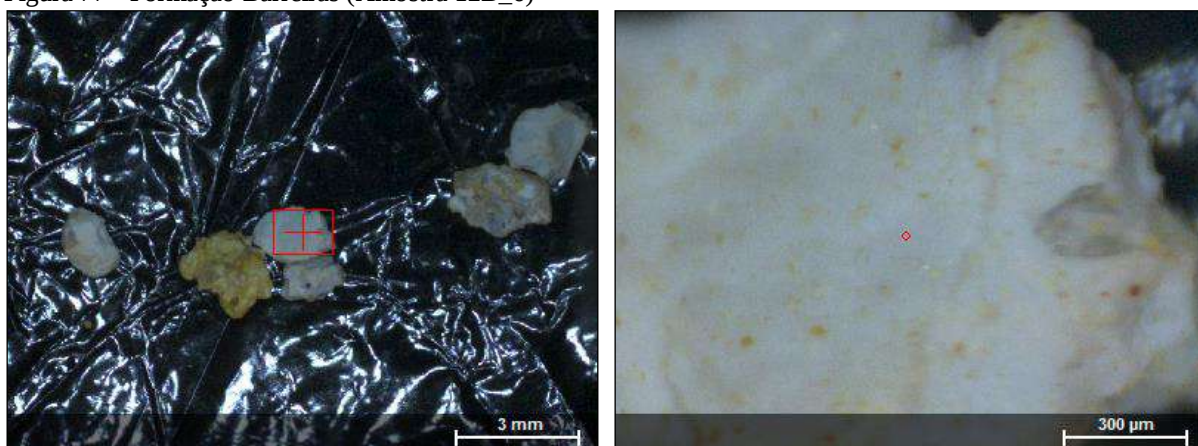
No início de novembro de 2017 foram analisados 5 grãos de feldspatos, em separado, da amostra 12B (Formação Barreiras). As imagens dos pontos analisados das amostras estão abaixo (Figuras 77 - 81). A tabela 10 mostra uma análise elementar qualitativa dos resultados, enquanto que os quadros complementares das figuras apresentam os espectros de XRF (fluorescência de raios X) dos pontos analisados.

Tabela 10 - Análise elementar (fótons.s⁻¹)

Pontos	Al	Si	K	Ca	Ti	Fe
12B_6	12461 ± 112	21063 ± 146	3498 ± 63	1377 ± 48	28075 ± 171	107645 ± 335
12B_7	10628 ± 104	18043 ± 135	2376 ± 52	988 ± 40	19925 ± 145	87423 ± 303
12B_8	8519 ± 93	14188 ± 119	926 ± 33	562 ± 31	7831 ± 93	25375 ± 169
12B_9	6434 ± 81	10645 ± 104	1327 ± 39	667 ± 33	12167 ± 114	80659 ± 289
12B_10	9613 ± 99	16593 ± 129	2123 ± 49	944 ± 40	16348 ± 132	343266 ± 590

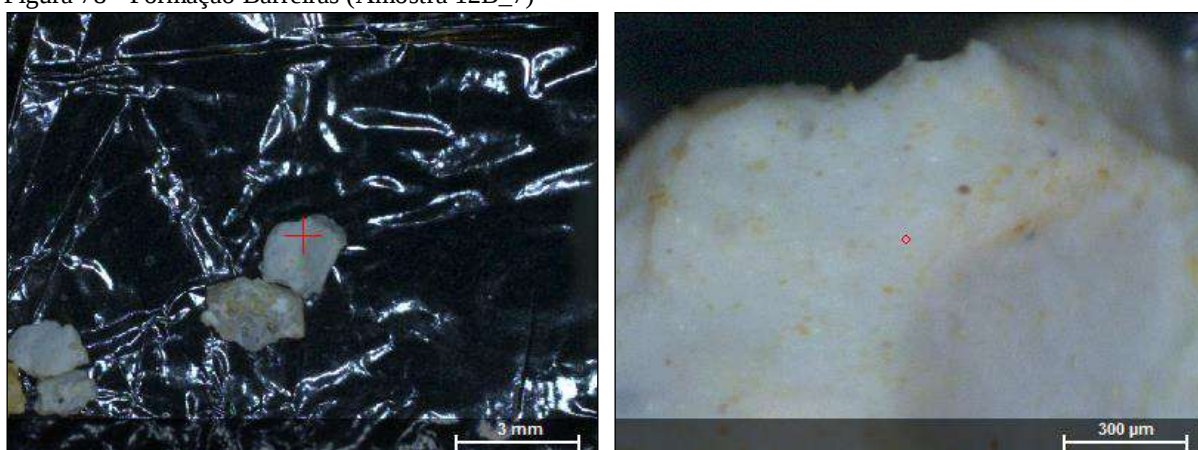
Fonte: Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Técnicas Analíticas (LIETA-UERJ).

Figura 77 - Formação Barreiras (Amostra 12B_6)



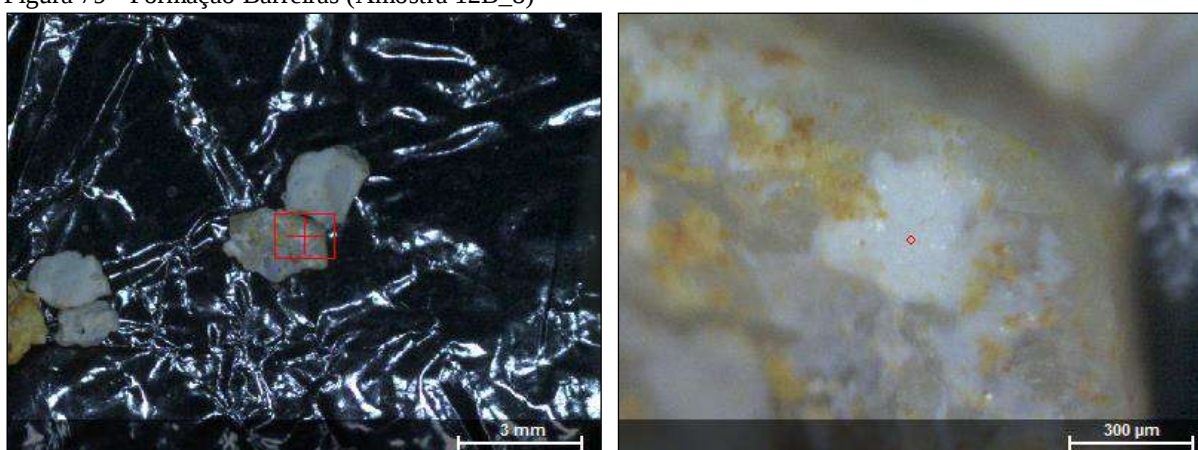
Fonte: Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Técnicas Analíticas (LIETA-UERJ).

Figura 78 - Formação Barreiras (Amostra 12B_7)



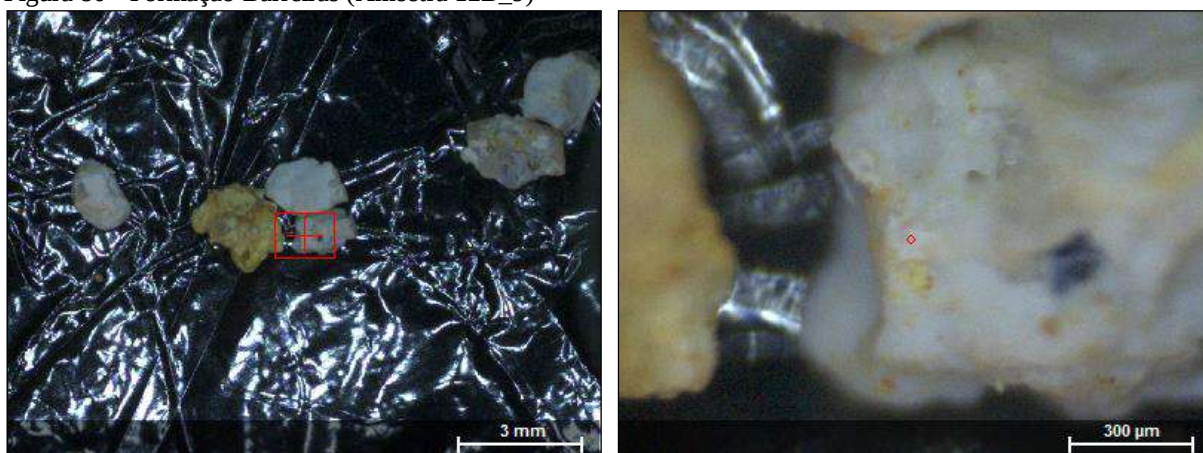
Fonte: Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Técnicas Analíticas (LIETA-UERJ).

Figura 79 - Formação Barreiras (Amostra 12B_8)



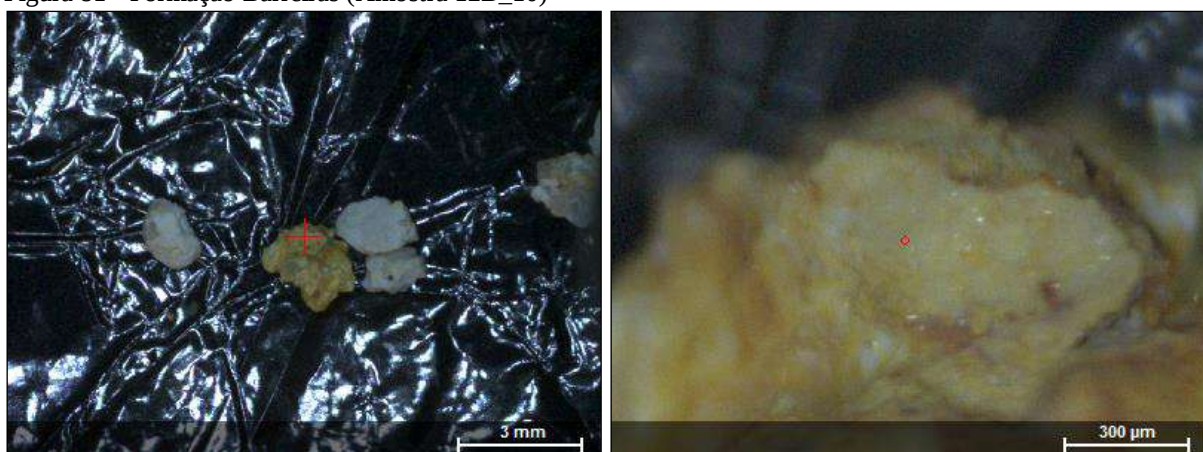
Fonte: Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Técnicas Analíticas (LIETA-UERJ).

Figura 80 - Formação Barreiras (Amostra 12B_9)



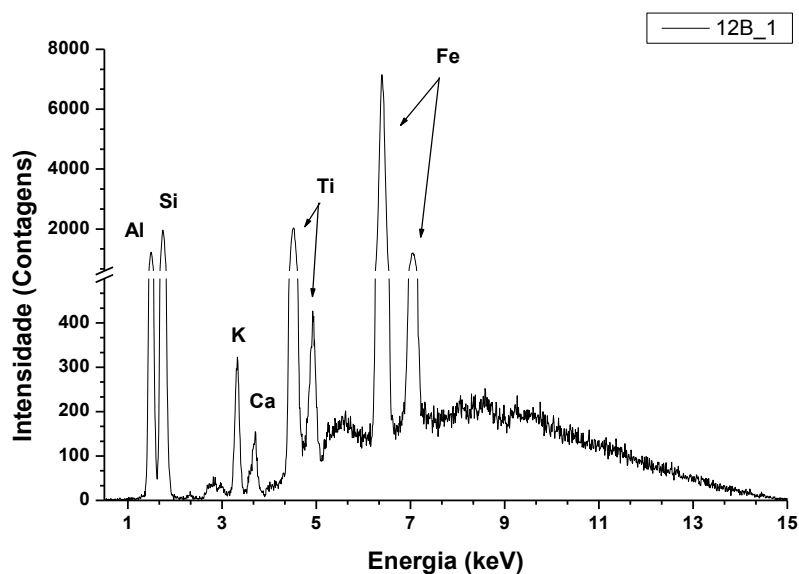
Fonte: Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Técnicas Analíticas (LIETA-UERJ).

Figura 81 - Formação Barreiras (Amostra 12B_10)

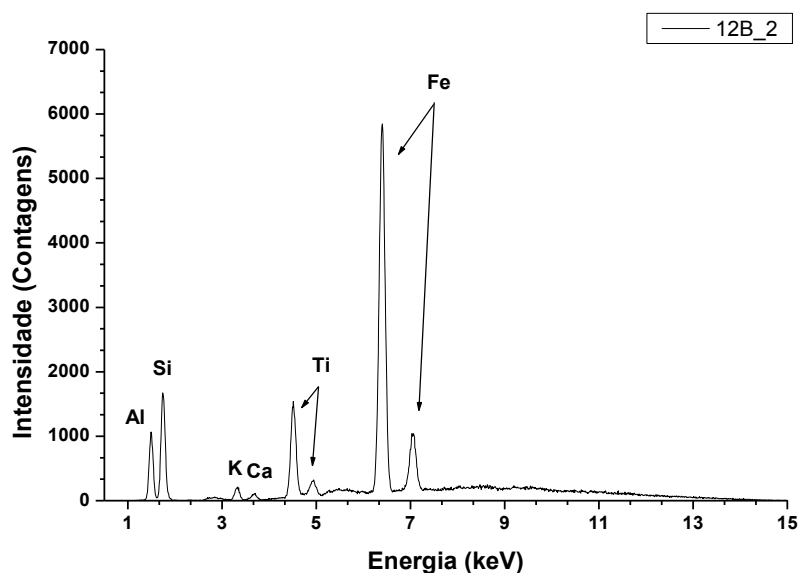


Fonte: Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Técnicas Analíticas (LIETA-UERJ).

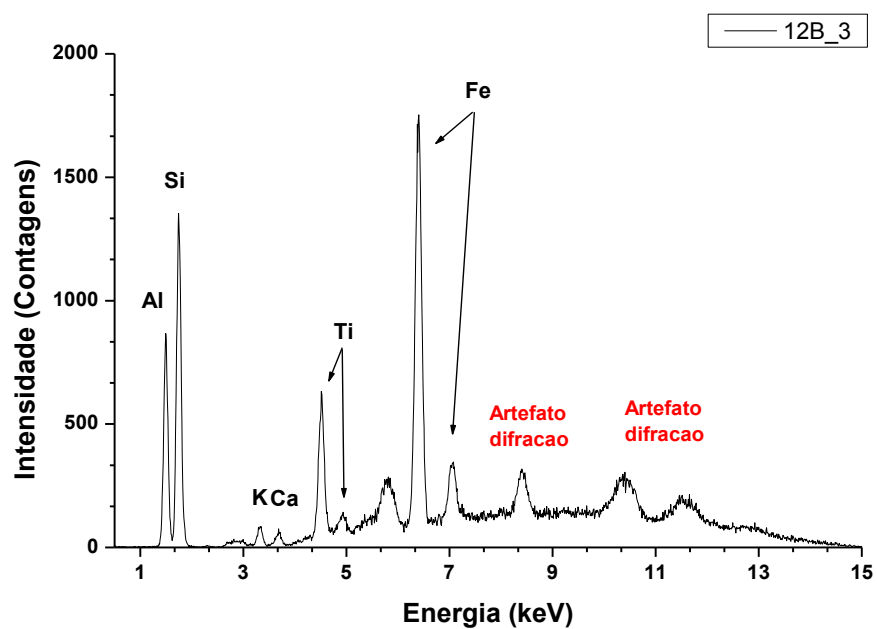
Segue abaixo, em ordem, o resultado de Espectro (XRF) sobre as amostras pré-selecionadas das figuras 77 a 81 submetidas à análise no LIETA (UERJ):



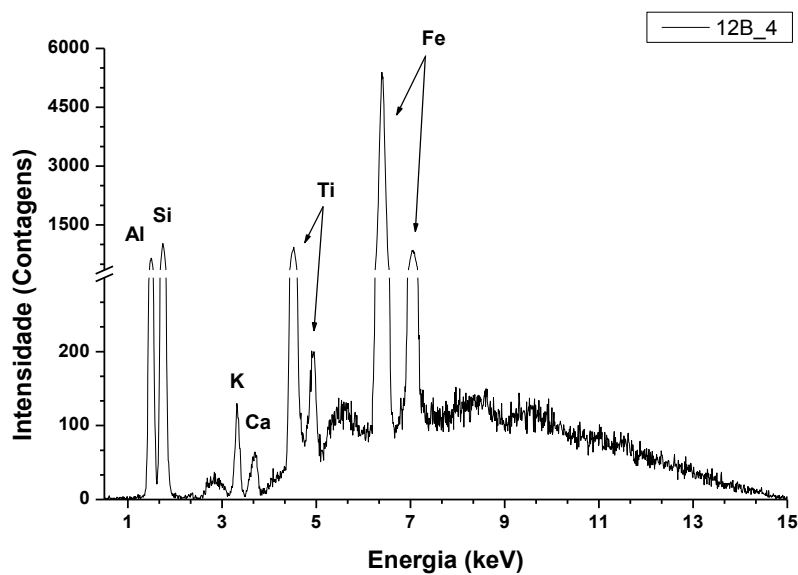
Complemento da Figura 77 - Espectro de XRF da amostra 12B_6.



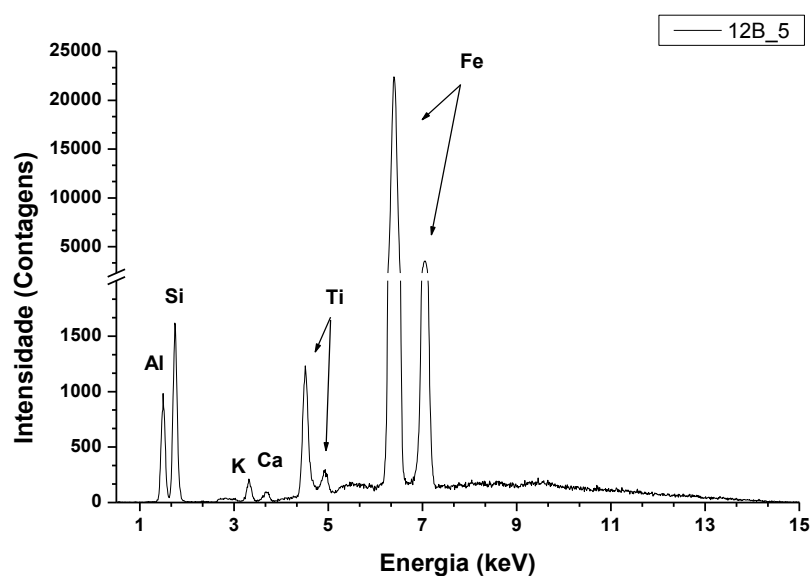
Complemento da Figura 78 - Espectro de XRF da amostra 12B_7.



Complemento da Figura 79 - Espectro de XRF da amostra 12B_8.



Complemento da Figura 80 - Espectro de XRF da amostra 12B_9.



Complemento da Figura 81 - Espectro de XRF da amostra 12B_10.

O resultado de espectro de XRF das amostras 12B_6 e 12B_9 indica uma leitura relativamente alta de elemento "K", além de "Al", "Si" e "Ca" que configura como feldspato. O registro permite sugerir a presença de microclina na amostra 12B vinculada aos sedimentos da Formação Barreiras.

5.2.4 Leitura dos elementos químicos que constituem feldspatos presumidos na lâmina de amostra 12B

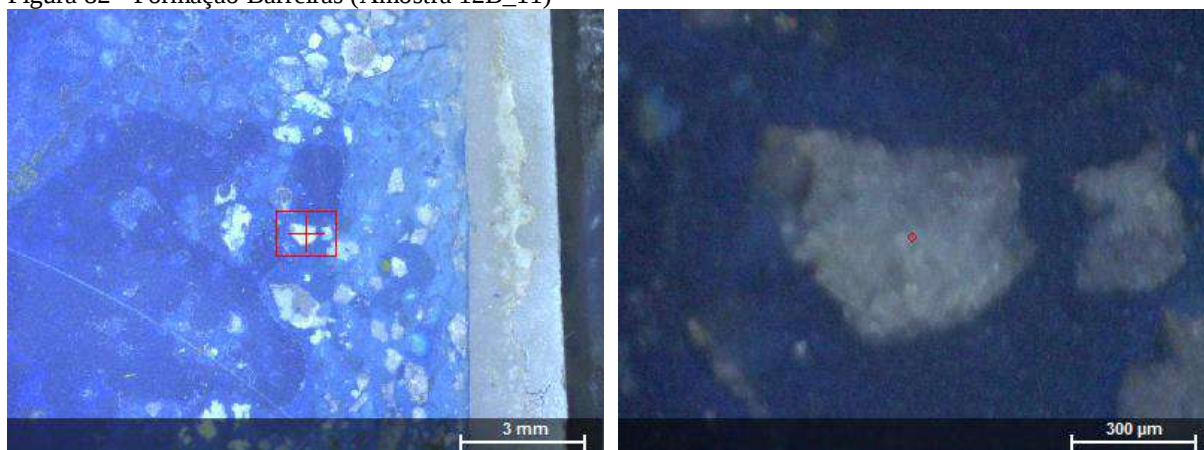
No início de dezembro de 2017 foram analisados 7 pontos em uma lâmina da amostra 12B e 1 ponto no vidro da lâmina. As imagens dos pontos analisados estão abaixo (Figuras 82 - 88). A tabela 11 mostra uma análise elementar qualitativa dos resultados. A análise sobre o "vidro" foi utilizado como base de comparação aos elementos químicos em outras lâminas. Uma vez apresentando leituras com intensidade menor ou semelhante o resultado nas outras lâminas não foram consideradas.

Tabela 11 - Análise elementar (fótons.s⁻¹)

	Si	Cl	K	Ca	Fe
12B_11	4679 ± 73	-	41 ± 7	404 ± 23	31 ± 6
12B_12	1466 ± 41	163 ± 13	416 ± 21	6385 ± 84	73 ± 11
12B_13	682 ± 27	367 ± 19	482 ± 22	7355 ± 91	81 ± 11
12B_14	779 ± 30	237 ± 16	277 ± 17	8004 ± 94	72 ± 11
12B_15	1314 ± 38	163 ± 13	182 ± 14	7186 ± 88	99 ± 11
12B_16	1947 ± 45	153 ± 12	306 ± 18	8079 ± 95	66 ± 10
12B_17	1081 ± 35	204 ± 15	203 ± 15	8028 ± 94	65 ± 10
Vidro	2709 ± 55	54 ± 8	263 ± 17	9914 ± 105	52 ± 9

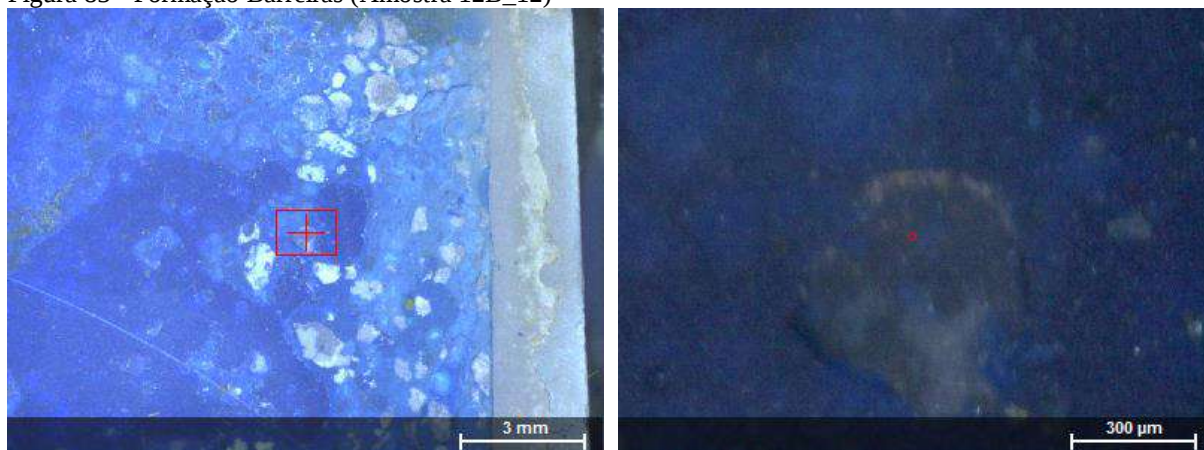
Fonte: Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Técnicas Analíticas (LIETA-UERJ).

Figura 82 - Formação Barreiras (Amostra 12B_11)



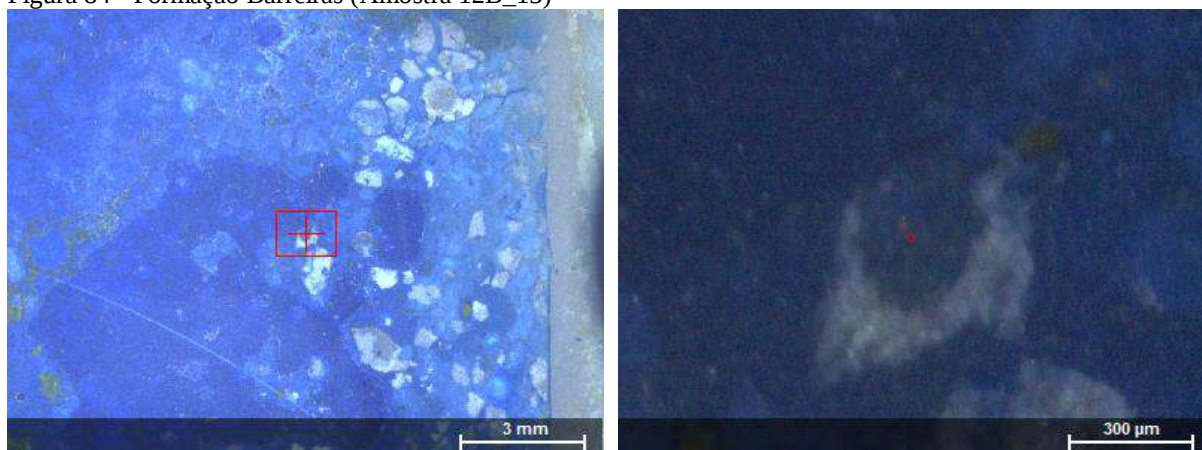
Fonte: Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Técnicas Analíticas (LIETA-UERJ).

Figura 83 - Formação Barreiras (Amostra 12B_12)



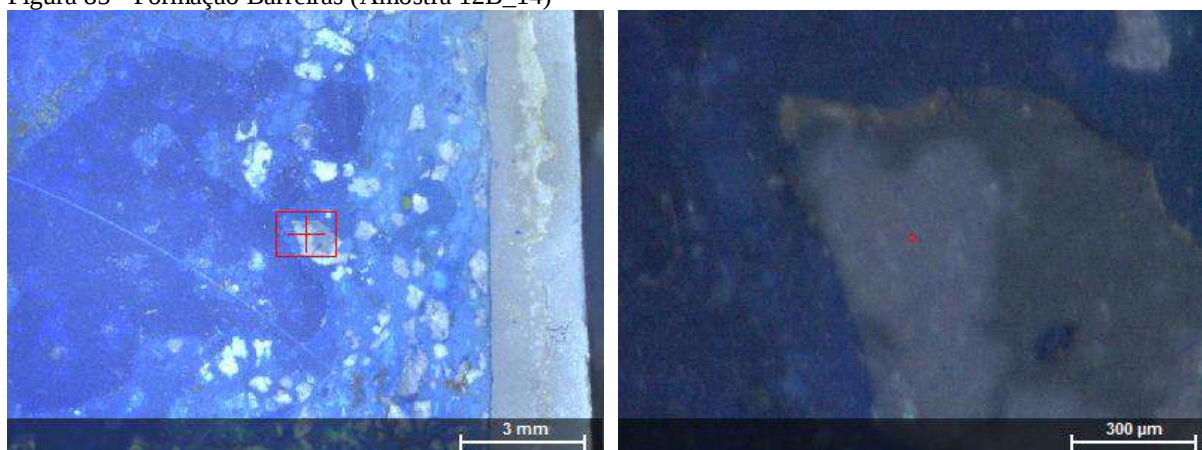
Fonte: Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Técnicas Analíticas (LIETA-UERJ).

Figura 84 - Formação Barreiras (Amostra 12B_13)



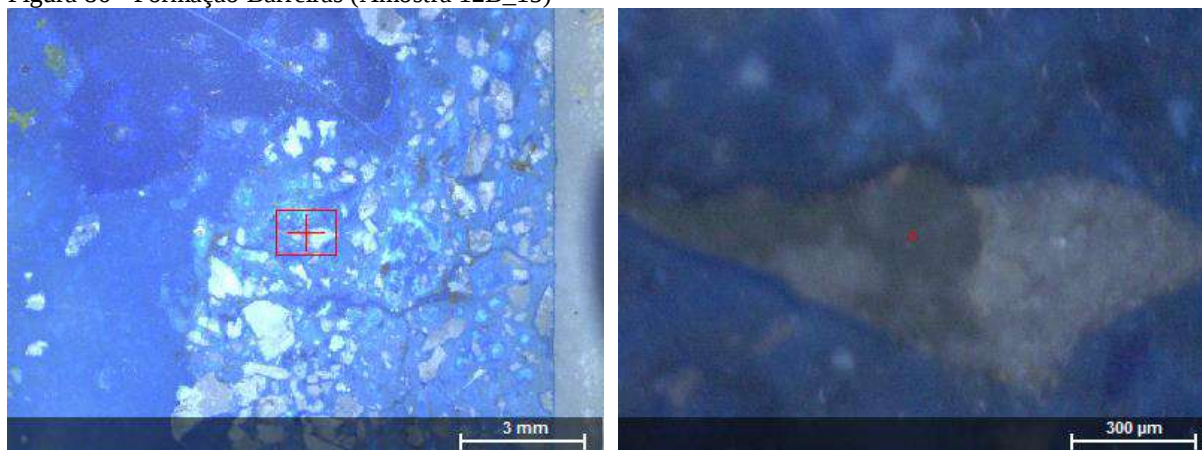
Fonte: Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Técnicas Analíticas (LIETA-UERJ).

Figura 85 - Formação Barreiras (Amostra 12B_14)



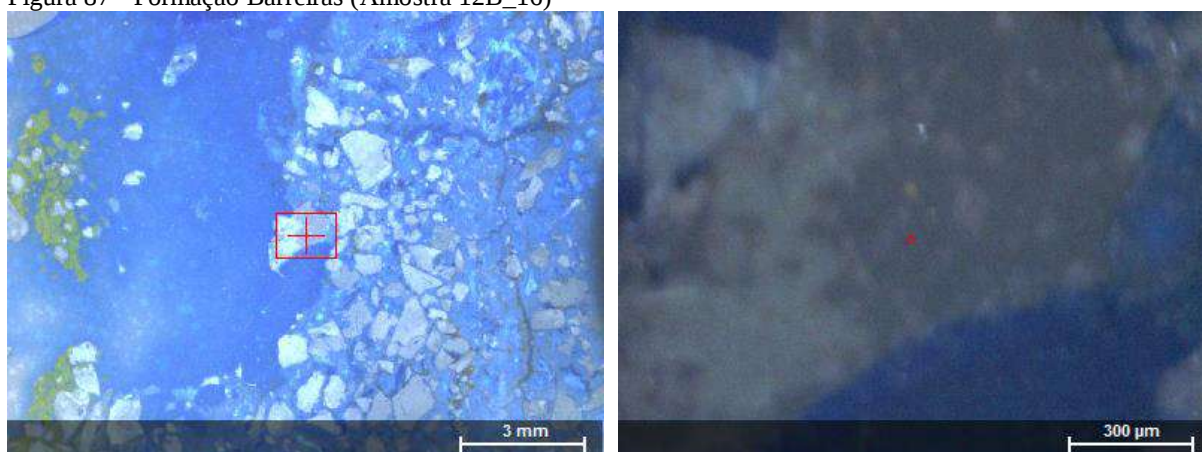
Fonte: Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Técnicas Analíticas (LIETA-UERJ).

Figura 86 - Formação Barreiras (Amostra 12B_15)



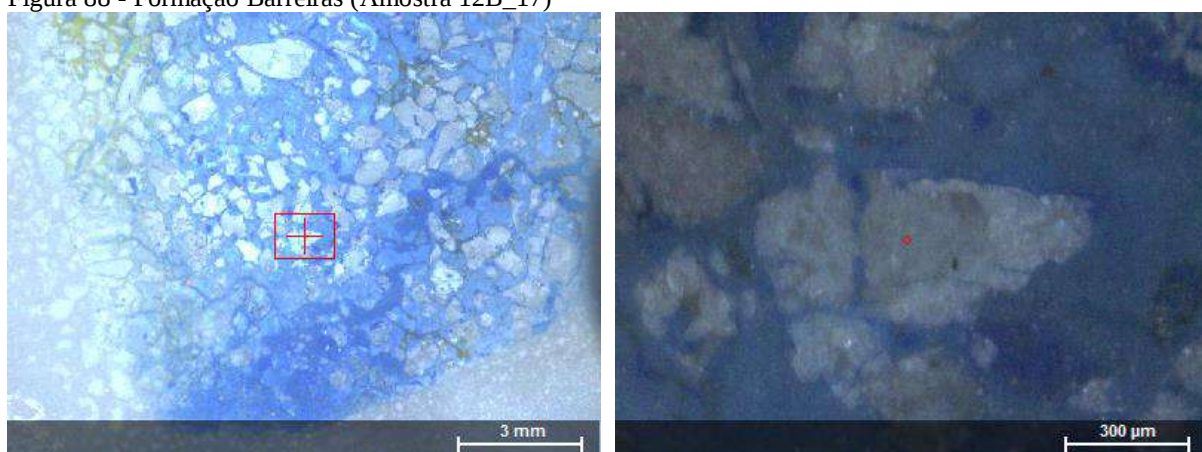
Fonte: Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Técnicas Analíticas (LIETA-UERJ).

Figura 87 - Formação Barreiras (Amostra 12B_16)



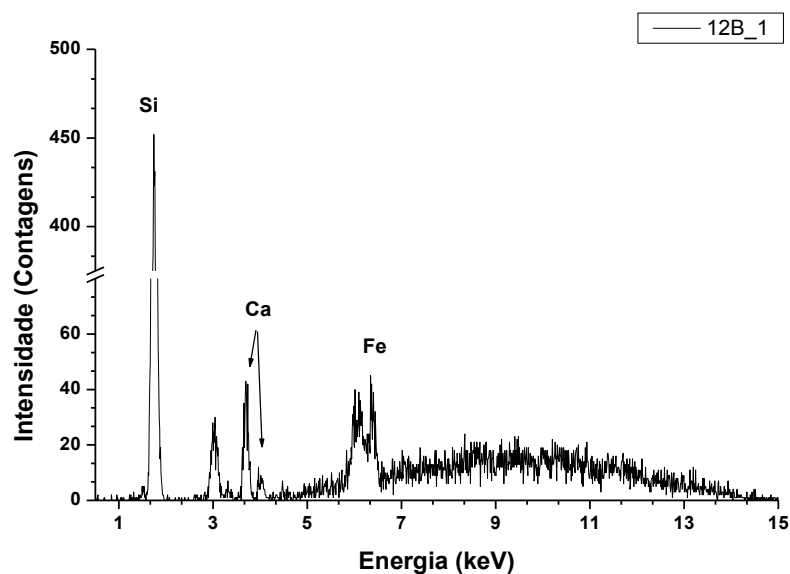
Fonte: Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Técnicas Analíticas (LIETA-UERJ).

Figura 88 - Formação Barreiras (Amostra 12B_17)

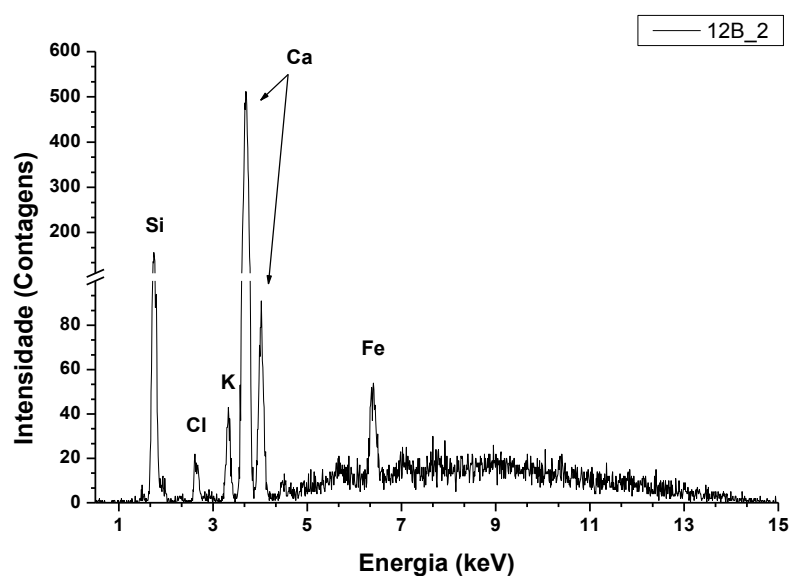


Fonte: Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Técnicas Analíticas (LIETA-UERJ).

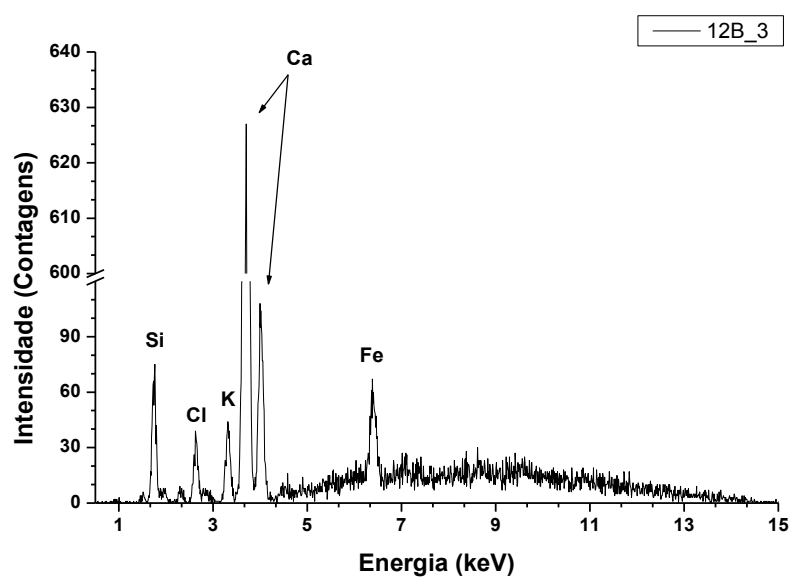
Segue abaixo, em ordem, o resultado de Espectro (XRF) sobre as amostras pré-selecionadas das figuras 80 a 86 submetidas à análise no LIETA (UERJ):



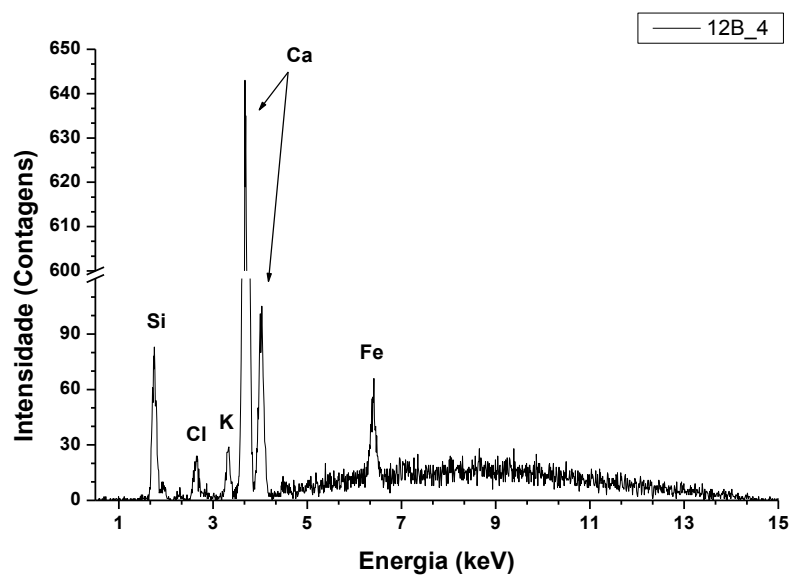
Complemento da Figura 82 - Espectro de XRF da amostra 12B_11.



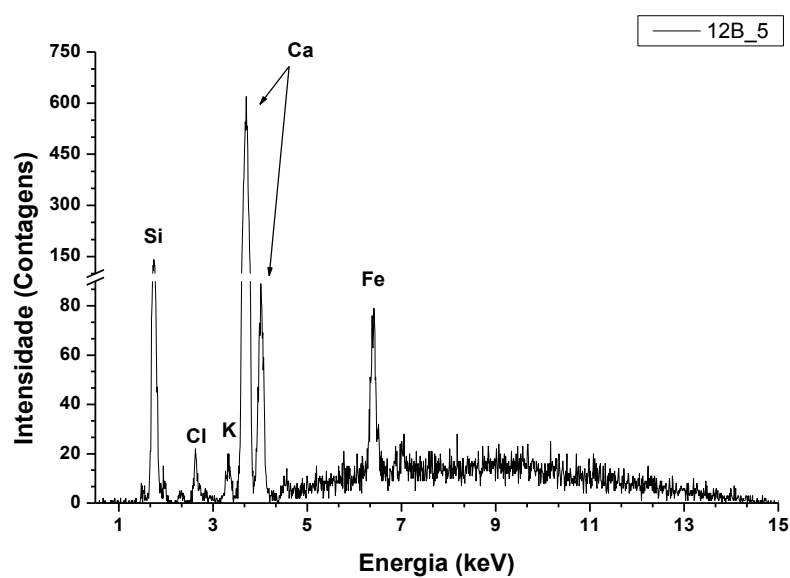
Complemento da Figura 83 - Espectro de XRF da amostra 12B_12.



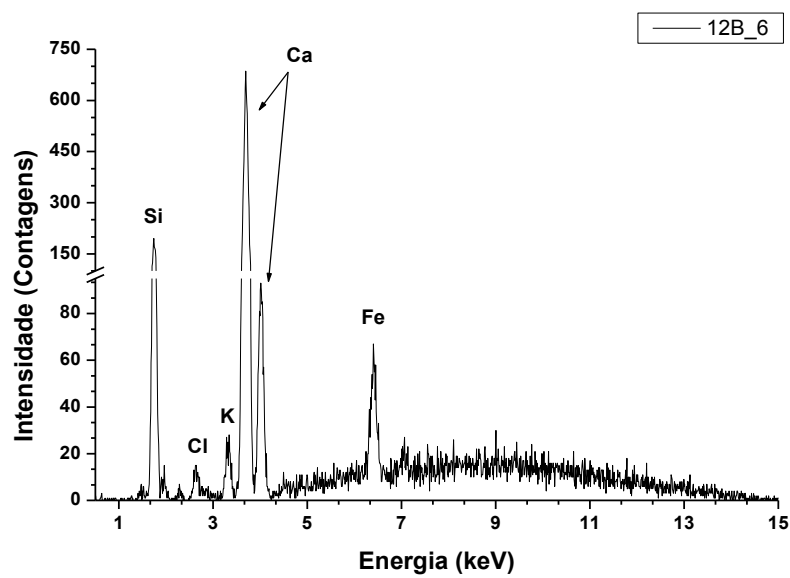
Complemento da Figura 84 - Espectro de XRF da amostra 12B_13.



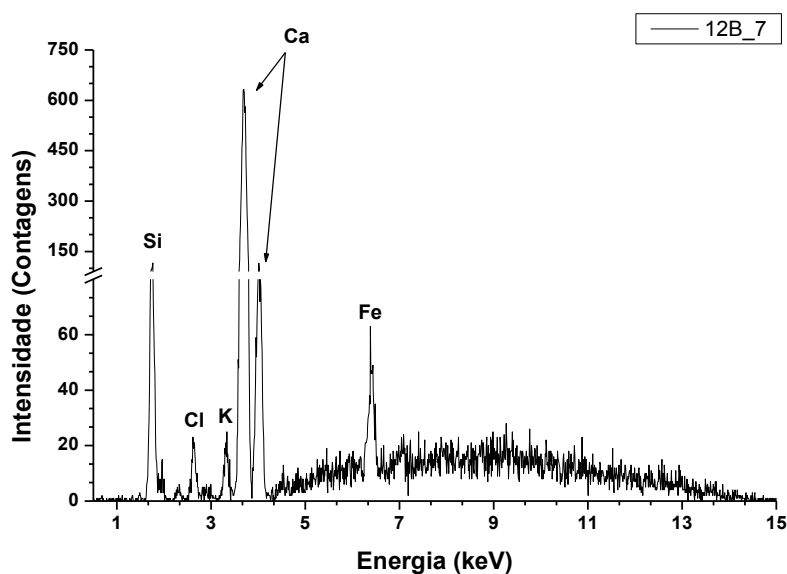
Complemento da Figura 85 - Espectro de XRF da amostra 12B_14.



Complemento da Figura 86 - Espectro de XRF da amostra 12B_15.



Complemento da Figura 87 - Espectro de XRF da amostra 12B_16.



Complemento da Figura 88 - Espectro de XRF da amostra 12B_17.

O resultado de espectro de XRF (fluorescência de raios X) das amostras 12B_12, 13, 14 e 16 indica uma leitura relativamente alta de elemento "K", além de "Si" e "Cl". No entanto, a análise indicou traços muito baixos de "Al" e "Ti". O registro sugere a presença de núcleos de "K", no caso, interpretado como resquícios do mineral microclina na lâmina 12B. A amostra utilizada para a elaboração da lâmina está associada aos sedimentos da Formação Barreiras coletados em trabalho de campo. O material, em conjunto com as análises dos grãos, pode ser classificado como um arenito arcossiano imaturo e o depósito proximal, sugerindo uma deposição rápida dos sedimentos ou um antigo domínio morfoclimático com características de semi-aridez atuando sobre o Maciço do Itaóca e entorno.

6 DISCUSSÕES

As maiores elevações do Maciço do Itaóca são representados na porção oeste através de uma sequência de domos cupuliformes e campaniformes constituídos predominantemente por fácies inequigranular seriada e equigranular, enquanto que os patamares inferiores e no entorno do maciço granítico são compostos pela fácies inequigranular porfirítica. De acordo com o quadro comparativo de resistência em rochas graníticas elaborado por Derruau (1983) as fácies equigranular e inequigranular seriada detêm maior resistência em relação a fácies inequigranular porfirítica. Assim, o fator composicional encontra maior vulnerabilidade à alteração das rochas e remoção do material regolítico nas bordas do Maciço do Itaóca, enquanto que o relevo de encostas médias e topos, constituídos por fácies, de certa maneira, mais homogêneas tende a ser preservado. No entanto, o controle estrutural é exercido pela ocorrência de fraturas / diáclases e falhas que atravessam indiscriminadamente as diferentes fácies ígneas do Maciço do Itaóca. Essas estruturas rúpteis são responsáveis por orientar de forma efetiva os processos de intemperismo e o reafeiçoamento, em condições subedáficas, do terreno granítico. Por exemplo, a sequência de domos que caracterizam a porção oeste do maciço é resultante da não alteração de núcleos rochosos resistentes limitados entre os espaçamentos das principais vias de fratura. Assim o papel de reafeiçoamento e controle do relevo estão aparentemente submetidos tanto ao controle de fator composicional como de fator estrutural. Ambos os fatores corroboram ao desenvolvimento das formas de relevo do maciço granítico em condições de subsuperfície e, posteriormente, subaéreas.

Uma das questões levantadas em campo foi em relação ao contato entre os sedimentos da Formação Barreiras e o embasamento cristalino. Por exemplo, se os sedimentos da Formação Barreiras, no entorno do Maciço do Itaóca, foram assentados diretamente sobre o embasamento granítico inalterado o depósito pode ter fornecido uma nova frente de intemperismo sobre o embasamento rochoso, ou então o Barreiras recobriu parte do regolito, resultante de um clima mais úmido, que não havia sido removido da antiga superfície aplainada. De fato não há registro nas proximidades da área de estudo que o substrato rochoso inalterado esteja em contato direto com os sedimentos da Formação Barreiras. Em geral os trabalhos acadêmicos não citam esse tipo de aspecto em detalhe sobre a relação dos depósitos da Formação Barreiras com o substrato rochoso.

Outro tema abordado é a presença de feldspatos em amostras coletadas da Formação Barreiras no ponto CMFW12. O registro feito a partir da análise de espectro de XRF sugere a

presença de núcleos de "K", no caso, interpretado como resquícios do mineral microclina na lâmina 12B. O material, em conjunto com as análises dos grãos, pode ser classificado como um arenito arcossiano imaturo e o depósito proximal. No entanto, a preservação de feldspatos nos sedimentos da Formação Barreiras também pode sugerir um domínio morfoclimático distinto do atual, de caráter semi-árido no período de transporte e deposição do Barreiras.

Na área de fundo de vale, próximo ao ponto CMFW11, é possível observar o registro de cavidades e outras "formas menores" que geralmente aparecem em terrenos graníticos. A ocorrência de tanques naturais preenchidos por depósitos sedimentares corresponde a cavidades desenvolvidas sobre as rochas graníticas que ocorrem no entorno do Maciço do Itaóca. Por se tratar de tanques ainda não escavados, suas profundidades ainda são desconhecidas. Ainda não é possível afirmar se os tanques foram formados antes ou após a deposição dos sedimentos da Formação Barreiras. Caso sejam anteriores, podem abrigar tanto sedimentos miocênicos quanto quaternários em seu interior; se forem posteriores, incluem apenas sedimentos quaternários. Uma proposta de etapa futura deste trabalho é a escavação do depósito sedimentar que preenche os tanques naturais, tendo como finalidade a coleta de dados sedimentológicos e, se possível, micro e macropaleontológicos, incluindo palinológicos, de forma a testar as hipóteses sobre o posicionamento estratigráfico dos mesmos.

6.1 Evolução geológica-geomorfológica

A proposta de evolução geológica-geomorfológica é baseada no resultado de análises elaboradas em trabalho de campo, na caracterização de clastos em laboratório, no mapeamento de compartimentos geomorfológicos e na distribuição geográfica dos depósitos da Formação Barreiras no entorno do Maciço do Itaóca. Os resultados obtidos permitem elaborar as seguintes premissas para o modelo evolutivo:

- a) A morfologia do Maciço do Itaóca foi desenvolvida em subsuperfície, sendo o resultado do avanço irregular da frente de intemperismo sobre zonas de debilidade pré-estabelecidas no substrato rochoso. As zonas de debilidade correspondem aos sistemas de fraturas e juntas tectônicas e atectônicas. Durante esse processo, a taxa de alteração (intemperismo) sobre o maciço

granítico é maior que o de transporte de solos devendo ocorrer em domínio morfoclimático úmido.

- b) A remoção do regolito ou grus, expõe as formas de maiores e menores dimensões do substrato rochoso granítico, como por exemplo, o maciço granítico de feição cupuliformes e campaniforme, os domos rochosos incipientes (barrocais), os matacões e os lajedos que correspondem às superfícies aplainadas rochosas. Neste processo a taxa de transporte de sedimentos é maior que a taxa de alteração (intemperismo) sobre o Maciço do Itaóca, devendo ocorrer em domínio morfoclimático de transição de úmido para semi-árido.
- c) O Maciço do Itaóca atualmente exposto constitui uma forma isolada na paisagem, submetida à ação de processos gravitacionais e fluviais. No entanto, as maiores elevações do Maciço do Itaóca, constituído por paredões rochosos, tornam-se estáveis, enquanto que as áreas em contato com o regolito, nas médias e baixas encostas, os processos de alteração e remoção de sedimentos permanecem ativos.
- d) A identificação de falhas normais de direção NNE afetando granitos (POTRATZ, 2016) e sedimentos imaturos da Formação Barreiras indicam presença de atividade neotectônica na área. Os principais sistemas de fraturas e lineamentos estruturais se posicionam na direção NE-SW, delimitando o corpo plutônico e as frentes do Maciço do Itaóca, enquanto que os lineamentos (fraturas, juntas) de direção NW-SE (e WNW-ESE) constituem a segmentação do maciço em domos rochosos e estabelecem, aparentemente, em rotas pré-estabelecidas (preferenciais) aos canais tributários do Rio Ururaí no entorno do maciço granítico (vide Figura 44). A vertente leste (ESE) do Maciço do Itaóca apresenta-se recuada, a partir do avanço de canais de drenagem sobre as encostas, orientados nesta direção WNW-ESE (ANEXO II e III).

De acordo com as premissas estabelecidas é possível propor a seguinte hipótese evolutiva (Figura 89):

- a) Etapa I. A rocha granítica que constitui o Maciço do Itaóca é o resultado de uma intrusão magmática pós-colisional encaixada em paragneisses do Grupo São Fidélis a nível de Crosta Superior (< 8 km de profundidade). Sua idade de

cristalização foi determinada por Neto et al. (2014), em datação U-Pb em monazita, em $476,4 \pm 1,8$ Ma (Ordoviciano Inferior). A intrusão do magma granítico ocorreu, portanto, no Paleozóico Inferior, durante os estágios finais da Orogênese Brasileira, durante seu colapso tectônico (VALERIANO et al. 2016).

Posteriormente, no Período Jurássico-Cretáceo e Paleógeno-Neógeno, a atuação de eventos tectônicos, por exemplo, a quebra do Gondwana e abertura do Atlântico Sul; Sistemas de Riftes do Sudeste do Brasil, reativações na margem continental brasileira e na Bacia de Campos que geraram as estruturas rúpteis com falhas e fraturas (juntas) de direção preferencial NE-SW e NW-SE. A morfologia do Maciço do Itaóca foi desenvolvida em condições subedáficas, sendo o resultado do avanço irregular da frente de intemperismo sobre zonas de debilidade pré-estabelecidas, por exemplo, os sistemas de falhas e fraturas no substrato rochoso.

- b) Etapa II. No Período Paleógeno as formas de relevo granítico do Maciço do Itaóca passaram a ser expostas, de modo episódico, às condições subaéreas e tornaram-se "estáveis" devido a remoção, da maior parte, da cobertura sedimentar (regolito) sobre o embasamento cristalino. As denominadas "Formas Maiores e Menores" expostas do Maciço do Itaóca são constituídas pela sequência de domos cupuliformes e campaniformes, barrocais, matacões (*tors*), tanques naturais, caneluras e os lajedos que correspondem às superfícies aplainadas rochosas. O mosaico de lajedos no entorno do maciço granítico forneceu um plano pré-deposicional de idade pós-paleogénica.
- c) Etapa III. No Período Neógeno (Mioceno) os depósitos da Formação Barreiras foram depositados regionalmente no entorno do Maciço do Itaóca, ocorrendo sobre as superfícies aplainadas rochosas (lajedos) e em contato com domos rochosos incipientes (barrocais). Os depósitos continentais são constituídos por arenito grosso a muito grosso e estão associados a fluxos trativos unidirecionais. O antigo cenário refere-se, provavelmente, a um ambiente fluvial de baixa energia e que apresenta sentido de paleocorrente em direção sudoeste. A partir da caracterização de clastos de feldspatos preservados em sedimentos da Formação Barreiras é possível sugerir um domínio morfoclimático semi-árido no período de deposição. A deposição teria ocorrido no Mioceno, Período considerado por diversos autores como tempo de

deposição desta unidade estratigráfica (ARAÍ et al, 1988; ARAÍ, 2006; LIMA, 2008).

- d) Etapa IV. O Período Neógeno-Quaternário corresponde a etapa de processos atuais de formação do relevo. Os agentes intempéricos seguem atuando em ambiente subaéreo principalmente nas zonas susceptíveis à alteração, por exemplo, sobre os sistemas de fraturas estabelecidos em domos rochosos incipientes (barrocais). O material resultante do intemperismo é transportado através de rastejo (*creeping*) e assentado no sopé dos domos ou em cotas inferiores e correspondem aos depósitos de elúvio-colúvio de topo convexo sobre os depósitos da Formação Barreiras.

O material que constitui os depósitos de elúvio-colúvio de topo convexo atua também como área fonte em direção leste e sul. O processo de transporte do material é realizado através de movimentos de massa lentos, como o rastejo (*creeping*), e/ou erosão laminar, depositando em cotas altimétricas inferiores e distais. Essa deposição, além de recobrir os sedimentos da Formação Barreiras, estabelece a base para a formação do elúvio-colúvio de topo plano.

É possível verificar indícios de neotectônica no ponto CMFW21 (Figura 61, ANEXO II e III) o rebaixamento entre os sedimentos da Formação Barreiras e o elúvio-colúvio ferruginoso, resultante da alteração do embasamento granítico. A rede de drenagem, ocasionalmente, tende a manter a direção NE-SW nas cotas inferiores a 20 metros, sendo responsável também por isolar as principais formas de tabuleiros (depósitos de elúvio-colúvio de topo plano) na Baixada Campista.

O material sedimentar resultante de aporte fluvial, transgressões marinhas, e a formação de grandes lagunas durante o período Quaternário, recobriram os fundos de vale e constituem atualmente, junto aos depósitos aluviais, as extensas planícies holocênicas no entorno do Maciço do Itaóca, em especial do Rio Ururaí, a sudeste e do Rio do Imbé, a noroeste do maciço granítico.

Figura 89 - Sequência evolutiva proposta para o Maciço do Itaóca e entorno (continua)

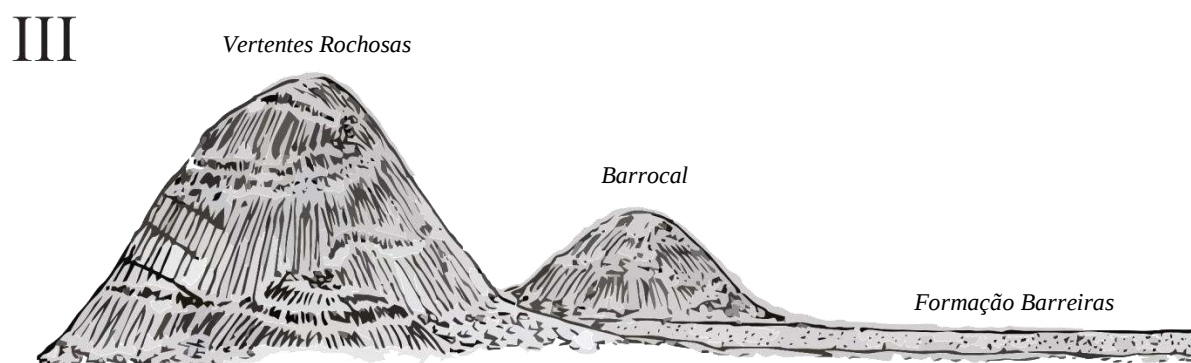
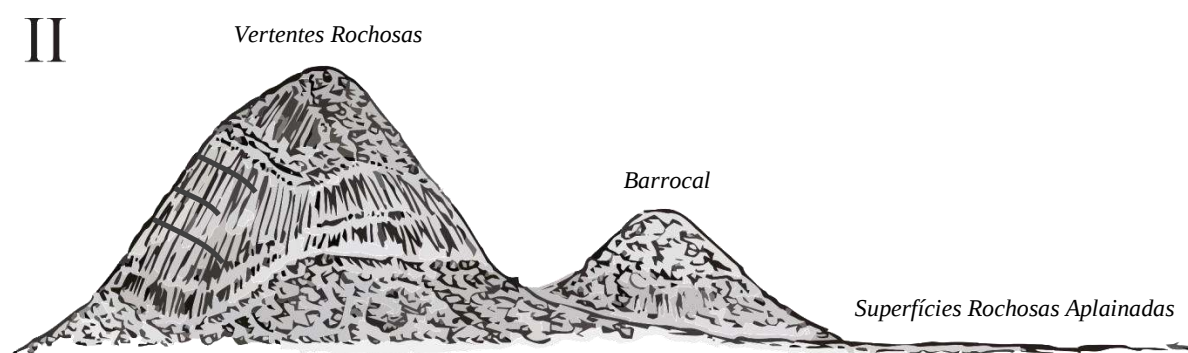
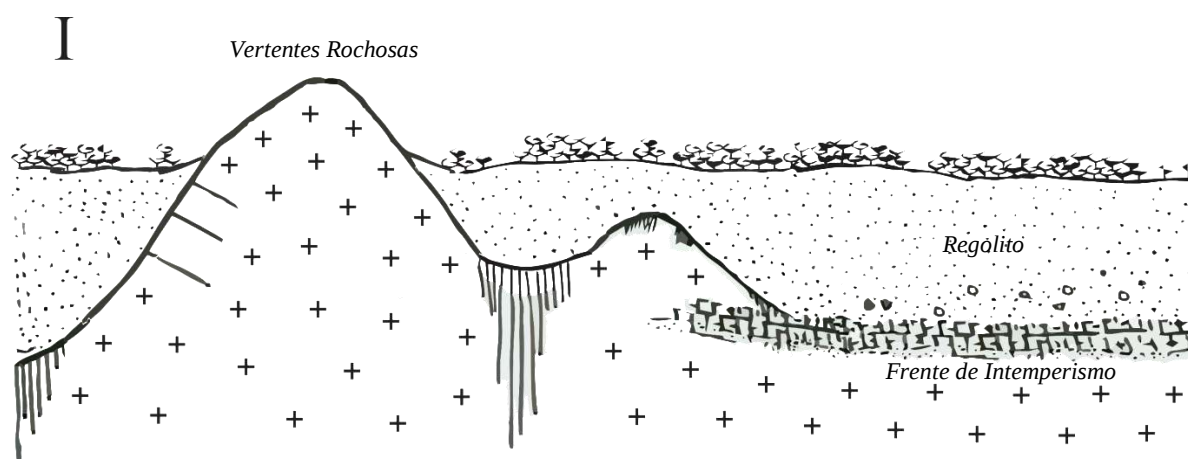
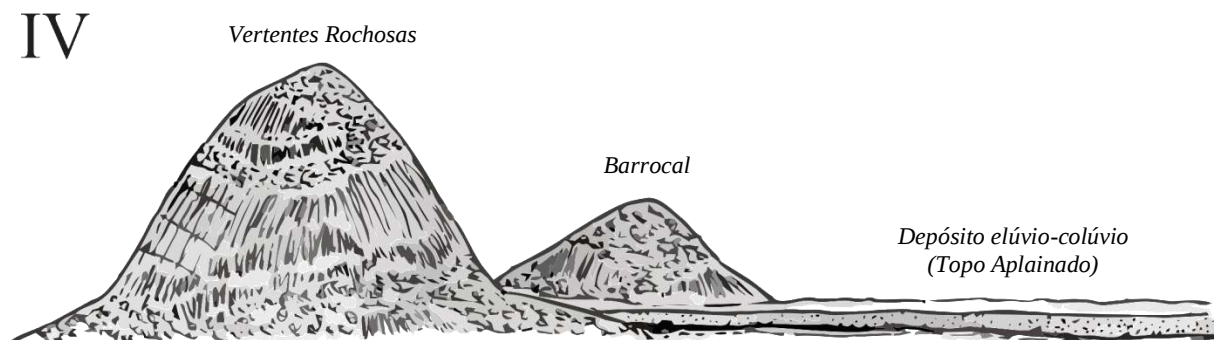


Figura 89 - Sequência evolutiva proposta para o Maciço do Itaóca e entorno (conclusão)



Legenda: A sequência evolutiva proposta para instalação da Formação Barreiras no entorno do Maciço do Itaóca, sendo posteriormente recoberto pelo depósito elúvio-colúvio. É possível também propor os diferentes domínios morfoclimáticos que podem ter atuado e influenciado na dinâmica de depósitos no Maciço do Itaóca e na área do entorno: I - domínio morfoclimático tropical úmido e reafeição de formas do relevo granítico em ambiente subedáfico; II - domínio morfoclimático de transição tropical úmido para semi-árido e exposição das superfícies aplainadas rochosas (lajedos); III - domínio morfoclimático semi-árido e deposição da Formação Barreiras; e IV - domínio morfoclimático tropical úmido e recobrimento por parte do material elúvio-colúvio sobre os depósitos da Formação Barreiras. O perfil detém direção WNW-ESE.

Fonte: O autor, 2018.

CONCLUSÕES

O Maciço do Itaóca consiste em uma sequência de domos desenvolvidos a partir de um monólito granítico, delimitado por fraturas / diáclases, e resistente à erosão diferencial que atinge no topo a altitude de 414 metros. As encostas íngremes e os patamares inferiores do maciço são repletos de afloramentos rochosos, compreendendo um conjunto específico de "Formas Maiores e Menores" do relevo granítico, por exemplo, os domos cupuliformes e campaniformes, os domos rochosos incipientes (barrocais), matacões isolados ou *tors* e as superfícies rochosas aplainadas (lajedos). A proximidade e a distribuição geográfica dos tabuleiros da Formação Barreiras sugere a existência de uma suposta superfície basal associada aos patamares inferiores desenvolvidos no Maciço do Itaóca. O aplainamento generalizado em terreno granítico, e remoção parcial do regolito, pode ter fornecido inicialmente um plano pré-deposicional constituído pelo mosaico de lajedos que foi recoberto durante o Mioceno pelos sedimentos do Barreiras. O Maciço do Itaóca, aparentemente, conservou sobre sua borda granítica na porção leste e sul as formas reliquias da Formação Barreiras.

As melhores exposições dos depósitos sedimentares da Formação Barreiras ocorrem em áreas de saibreiras e estão em contato direto com os extensos depósitos da planície aluvionar do Rio Ururaí. Em geral os perfis são constituídos por arenitos grossos a muito grossos, quartzosos, mal selecionados e ferruginizados, sendo possível identificar estruturas sedimentares de estratificação cruzada e a disposição de intraclastos argilosos. A medição da paleocorrente em afloramento do Barreiras indica rumo S10-SSW (sudoeste), indicando o papel de barreira orográfica representado pelo Maciço do Itaóca frente aos fluxos trativos que aparentemente seguiam padrão de drenagem semelhante ao atual.

Ao norte é possível verificar uma segunda saibreira e área de contato entre os sedimentos da Formação Barreiras e o embasamento cristalino alterado. A exposição do Barreiras é de difícil interpretação, sendo representado pelo contato abrupto dos sedimentos da Formação Barreiras, o depósito de material anguloso associado a brecha tectônica e do embasamento granítico alterado. A presença de brechas e a forma abrupta de contato, com remanescentes do Barreiras suspenso, indica o possível rebaixamento do relevo na área. Outro dado levantado em campo e que não há registro, ao menos na área de estudo, é sobre o registro de sedimentos da Formação Barreiras em contato direto com a rocha sã.

O resultado de espectro de XRF (fluorescência de raios X) sobre a amostra da Formação Barreiras e coletada no fundo de poço, em área adjacente ao Maciço do Itaóca, sugere a presença de pequenos núcleos de potássio. Os núcleos podem ser interpretados como resquícios do mineral de microclina na amostra pré-selecionada. O registro da amostra permite visualizar a extensão da unidade litoestratigráfica da Formação Barreiras em subsuperfície. A análise dos grãos permitiu classificar o material como um arenito arcossiano imaturo e depositado próximo da área fonte. De acordo com os resultados obtidos é possível classificar o Barreiras (ponto CMFW12) como "forma soterrada", dado que atualmente encontra-se recoberto por sedimentos quaternários, e sugere a deposição da Formação Barreiras sob domínio morfoclimático semi-árido.

Em geral é possível verificar próximo ao Maciço do Itaóca a presença de dois tipos de depósitos de elúvio-colúvio. Os depósitos de elúvio-colúvio de topo convexo ocorrem sobre o embasamento granítico, nas encostas e no sopé de incipientes domos rochosos (barrocais). No entanto os depósitos de elúvio-colúvio de topo aplainado se estendem de maneira contínua, em forma de tabuleiros, recobrando os sedimentos da Formação Barreiras e preservando as "formas reliquias" miocênicas na Baixada Campista. O material associado elúvio-colúvio ferruginoso pode ser o responsável por atuar como cornija e fornecer a pigmentação avermelhada, resultando nas zonas de mosqueamento e duricrostas lateríticas no perfil dos depósitos da Formação Barreiras.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. O Relevo Brasileiro e Seus Problemas. In: AZEVEDO, A. (Org.). *Brasil, a terra e o homem*. São Paulo: Companhia Editora Nacional. 1964. p. 135-250.
- AB'SÁBER, A. N. Os Lajedos da Serra de São Francisco: Um Exemplo de Aridez Rochosa no Estado de São Paulo. *Caderno de Ciências da Terra*, São Paulo, n. 6, p. 29-32. 1970.
- AB'SÁBER, A. N. Problemática da Desertificação e da Savanização no Brasil Intertropical. *IGEOG-USP (Coleção Geomorfologia)*, São Paulo, n. 53, p. 1-19. 1977.
- AB'SÁBER, A. N. Da Participação das Depressões Periféricas e Superfícies Aplainadas na Compartimentação do Planalto Brasileiro. In: Modenesi-Gauttiere, M.C.; Bartorelli, A.; Mantesso-Neto, V.; Ré Carneiro, C.D.; Lisboa, M.B.A.L. (Eds.). *A Obra de Aziz Nacib Ab'Sáber*. São Paulo: Editora Beca. 2010. p. 1045-1108.
- ALONSO, R. N. *Diccionario Minero: Glosario de Voces Utilizadas por Los Mineros de Iberoamérica*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1995.
- ALONSO, R. N. *Breve Historia de la Geología de América Latina*. Salta: Mundo Gráfico Salta Editorial, 2009.
- AMARAL, I. Formas de «Inselberge» (ou montes-ilhas) e de Meteorização Superficial e Profunda em Rochas Graníticas do Deserto de Moçâmedes (Angola), na Margem Direita do Rio Curoca. *Garcia de Orta - Série de Geografia*, Lisboa, v. 1, n. 1, p. 1-34. 1973.
- AMARAL, I. Paisagens Morfológicas do Deserto de Moçâmedes (Angola) entre os Rios Curoca e Cunene (1ª. parte). *Garcia de Orta - Série de Geografia*, Lisboa, v. 4, n. 1-2, p. 1-28. 1977.
- ARAI, M. A Grande Elevação Eustática do Mioceno e Sua Influência na Origem do Grupo Barreiras. *Revista do Instituto de Geociências - USP*, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 1-6. 2006.

ARAI, M. et al. Considerações sobre a idade do Grupo Barreiras no Nordeste do Estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., 1988, Belém. Anais... Belém: SBG, CBG, 1988. p. 738-752.

BEZERRA, F. H. R. et al. Pliocene-Quaternary Fault Control of Sedimentation and Coastal Plain Morphology in NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 14, n.1, p. 61-75. 2001.

BEZERRA, F. H. R.; MELLO, C. L.; SUGUIO, K. A Formação Barreiras: Recentes Avanços e Antigas Questões. *Geologia USP (Série Científica)*, São Paulo, v. 6, n.2, p. III-VI. 2006.

BIGARELLA, J. J. The Barreiras Group in Northeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 47 (Suplemento), p. 365-393. 1975.

BRANNER, J. C. Geology of the Northeast Coast of Brazil. *Bulletin of the Geological Society of America*, New York, v. 13, p. 41-98, February 1902.

BRÊDA, T. C. *Análise Multiescalar da Formação Barreiras na Área Emersa da Bacia de Campos, entre Búzios e Campos dos Goytacazes (RJ)*. 2012. 117 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

BRÊDA, T. C; MELLO, C. L.; GOMES, B. L. Paleoambiente Depositional da Formação Barreiras na Porção Centro-sul da Área Emersa da Bacia de Campos (Rio de Janeiro). In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO ABEQUA, 13., 2011. Armação de Búzios. Anais... Armação de Búzios: UFF, ABEQUA, 2011. p. 1468-1472.

CABEZA QUILES, F. *Toponímia de Galicia*. Vigo: Editorial Galaxia, 2008.

CARRAMILLO, C. L. *Água Subterrânea no Município de Campos dos Goytacazes (RJ): Uma Opção para o Abastecimento*. 2000. 162 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2000.

CENTENO, J. D. Morfología de Regiones Graníticas. *Geodinámica Externa LG-IG*, p. 1-19. 2008.

COUTINHO, R. R. *Ecoturismo versus Extração de Granito: O Caso do Maciço do Itaóca*. [S.l.: s.n., 2007] 13 p. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/ea000329.pdf>>. Acesso em: 18/03/2017.

CPRM. Projeto Aerogeofísico do Espírito Santo: Relatório Final do Levantamento e Processamento dos Dados Magnetométricos e Gamaespectrométricos. Brasília: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2010.

DANTAS, M. E. et al. Mapa Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro. Brasília: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2000. 1 mapa. Escala: 1:500.000.

DANTAS, M. E. Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundação Município de Campos dos Goytacazes - RJ. Brasília: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2015. 1 mapa. Escala 1:150.000.

DANTAS, M.E. Carta Geomorfológica Município de Campos dos Goytacazes - RJ. Brasília: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2017. 1 mapa. Escala 1:150.000.

DEMANGEOT, J. *Os Meios Naturais do Globo*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

DERRUAU, M. *Geomorfología*. Barcelona: Ariel Geografía, 1983.

DOMINGUES, A. J. P. et al. Estudo do Relevo, Hidrografia, Clima e Vegetação das Regiões Programa do Estado do Rio de Janeiro. *Boletim Geográfico*, Rio de Janeiro, v. 248, n. 34, p. 5-73. 1976.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. Movimentos de Massa: Uma Abordagem Geológico-Geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). *Geomorfologia e Meio Ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. p. 123-194.

GODARD, A. *Pays et Paysages du Granite*. Paris: Presses Universitaires de France. 1977.

GOLDAMMER, H. L. *Tupi e Guarani A língua dos bandeirantes - Séculos XVII e XVIII*. São Paulo: Editora Cia do Ebook. 2015.

GUERRA, A. J. T.; GUERRA, A. T. *Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2008.

HARTT, C. F. *Geology and Physical Geography of Brazil*. Boston: Fields, Osgood & CO. 1870.

HARTT, C. F. *Geologia e Geografia Física do Brasil*. São Paulo: Ed. Nacional. 1941.

HEILBRON, M. et al. Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro. Brasília: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2016. 1 mapa. Escala 1:400.000.

HORBERG, L. Interrelations of Geomorphology, Glacial Geology and Pleistocene Geology. *The Journal of Geology*, v. 60, n. 2, p. 187-190, 1952.

HUBP, J. L. *Diccionario Geomorfológico*. México, D. F.: Geografia para el Siglo XXI - Serie Textos Universitarios. 2011.

LAMEGO, A. R. A Bacia de Campos na Geologia Litorânea de Petróleo. *Divisão da Geologia e Mineralogia*, n. 113, p. 1-88. 1944.

LAMEGO, A. R. *O Homem e a Restinga*. Rio de Janeiro: IBGE, 1946.

LAMEGO, A. R. Geologia das Quadrículas de Campos, São Tomé, Lagoa Feia e Xéxé. *Divisão da Geologia e Mineralogia*, n. 154, p. 1-75. 1955.

LIMA, M. D. G. 2008. *A História do Intemperismo na Província Borborema Oriental, Nordeste do Brasil: Implicações Paleoclimáticas e Tectônicas*. 2008. 251 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

LIU, C. C. *Análise Estrutural de Lineamentos em Imagens de Sensoriamento Remoto: Aplicação ao Estado do Rio de Janeiro*. 1984. 157 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.

LIU, C. C. A Geologia Estrutural do Estado do Rio de Janeiro vista através de Imagens MSS de Landsat. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA REGIONAL RJ-ES, 1., 1987, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: SBG/RJ-ES, 1987. p. 164-188.

MAACK, R. Breves Notícias Sobre a Geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, v. 2, p. 62-154. 1947.

MACHADO FILHO, L. et al. F. *Folhas SF 23/24 Rio de Janeiro e Vitória: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação, Uso Potencial da Terra*. Rio de Janeiro: Projeto RADAMBRASIL, v.32. 1983.

MARTIN, R. Principles of Paleogeomorphology. *Canadian, Oil and Metallurgical Bulletin*, v. 53, n. 579, p. 529-538. 1960.

MARTIN, R. Paleogeomorphology and its Application to Exploration for Oil and Gas (with examples from Western Canada). *Bulletin American Association Petroleum Geologists*, v. 50, n. 10. p. 2277-2311. 1966.

MAYOR RODRIGUEZ, J. A. *Génesis de Cavidades Graníticas en Ambientes Endógenos y Exógenos*. 2011. 396 f. Tesis (Doctorado en Geología) - Instituto Universitario de Geología Isidro Parga Pondal, Universidad de Coruña, La Coruña, 2011.

MELLO, C. L. Formação Barreiras. In: Heilbron, M.; Eirado, L. G.; Almeida, J. (Eds.). *Texto Explicativo dos Mapas Geológicos e de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro*. Belo Horizonte: CPRM. 2016. p. 131-135.

MIGÓN, P. *Granite Landscapes of the World*. New York: Oxford University Press Inc. 2006.

MORAIS, R. M. O. et al. Fácies sedimentares e ambientes deposicionais associados aos depósitos da Formação Barreiras no Estado do Rio de Janeiro. *Geologia USP (Série Científica)*, v. 6, n. 2, p. 19-30, 2006.

NETO, C. C. A. et al. Monazite ID-TIMS U-Pb Geochronology in the LAGIR Laboratory, Rio de Janeiro State University: Protocols and First Applications to the Assembly of Gondwana Supercontinent in SE-Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 86, n. 1, p. 171-186, 2014.

NUNES, F. C.; SILVA, E. F.; VILAS BOAS, G. S. Grupo Barreiras: Características, Gênese e Evidências de Neotectonismo. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento - Embrapa Solos*, n. 194, p. 1-31p. 2011.

OLIVEIRA, P. E. et al. Paleovegetação e Paleoclimas do Quaternário do Brasil. In: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P. E. (Org.). *Quaternário do Brasil*. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2008. p. 52-69.

OLLIER, C. *Weathering*. New York: Longman. 1984

PEDRAZA, J. G. Los Modelos Genéticos Evolutivos del Sistema Central Español: Implicaciones Morfotectónicas. *Cuaderno do Laboratorio Xeológico de Laxe*, v. 19, p. 91-118. 1994.

PEDRAZA, J. G. *Geomorfología: Principios, Métodos y Aplicaciones*. Madrid: Ed. Rueda. 1996.

PEDRAZA, J. G.; SANZ, M. A.; MARTÍN, A. *Formas Graníticas de la Pedriza*. Madrid: Agencia de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid. 1989.

PINTO, A. R. C. et al. Mapeamento de Solos de Microbacias Hidrográficas: O Caso da Microbacia do Rio Ururaí, Campos dos Goytacazes - RJ. ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 14., 2013, Lima. *Anais...* Lima: CGP, EGAL, 2013.

POTRATZ, G. L. *Petrografia, Litogeoquímica e Geologia Isotópica do Granito Pós-colisional Itaóca, Campos dos Goytacazes - RJ*. 2016. 121 f. (Dissertação de Mestrado) - Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

POTRATZ, G. L.; VALERIANO, C. M. Petrografia e Litogeoquímica do Granito Itaóca, Município de Campos dos Goytacazes, RJ: O Representante Mais Jovem do Magmatismo Pós-colisional da Faixa Ribeira. *Geonomos*, v. 25, n. 1, p. 1-13. 2017.

REIS, A. P. et al. Geologia das Folhas Morro do Coco, Barra Sêca, Itabapoana, Travessão, São João da Barra, Campos, Muçurepe, Lagoa Feia e Farol de São Tomé - RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32., 1982, Salvador. *Anais...* Salvador: SBG, CBG, 1982. p. 75-85.

ROSSETTI, D. F., BEZERRA, F. H. R.; DOMINGUEZ, J. M. L. Late Oligocene-Miocene Transgressions Along the Equatorial and Eastern Margins of Brazil. *Earth-Science Reviews*, v. 123, p. 87-112. 2013.

RUELLAN, F. Notas de Geomorfologia. *Boletim Geográfico*, Rio de Janeiro, n. 152, p. 515-517. 1959a.

RUELLAN, F. Tratado de Geomorfologia. *Boletim Geográfico*, Rio de Janeiro, n. 153, p. 687-707. 1959b.

SAMPAIO, T. *O Tupi na Geografia Nacional*. São Paulo: Companhia Editora Nacional. 1987.

SANTOS, F. V. S.; FREITAS, C. R. B.; RIBEIRO, R. M. Manuscritos de Manoel Martins de Couto Reis 1785: Descrição Geográfica, Política e Cronológica do Distrito dos Campos dos Goytacazes. Campos dos Goytacazes: Fundação Cultural Jornalista Oswaldo Lima, 2011.

SANTOS, R. S. *Análise Multielementar em Folhas de Nerium oleander L. Usando Fluorescência de Raios X por Dispersão em Energia*. 2014. 139 f. (Dissertação de Mestrado) - Instituto de Física Armando Dias Tavares, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

SCHALLER, H. Estratigrafia da Bacia de Campos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27., 1973, Aracaju. *Anais...* Aracaju: SBG, CBG, 1973. p. 247-258.

SUGUIO, K. *Mudanças Ambientais da Terra*. São Paulo: Instituto Geológico. 2008.

SUGUIO, K.; NOGUEIRA, A. C. R. Revisão crítica dos conhecimentos geológicos sobre a Formação (ou Grupo?) Barreiras do Neógeno e o seu possível significado como testemunho de alguns eventos geológicos mundiais. *Geociências*, São Paulo, v. 18, p. 461-479. 1999.

THORNBURY, W. D. *Principles of Geomorphology*. New York: John Wiley & Sons. 1954.

THORNBURY, W. D. *Principios de Geomorfología*. Buenos Aires: Editorial Kapelusz. 1960.

THORNBURY, W. D. *Principles of Geomorphology*. New York: John Wiley & Sons. 1969.

TWIDALE, C. R. *Granite Landforms*. Amsterdam: Elsevier Publising Company. 1982.

TWIDALE, C. R. Granite Landform Evolution: Factors and Implications. *Geologische Rundschau*, v. 75, n. 3, p. 769-779. 1986a.

TWIDALE, C. R. Granite Platforms and Low Domes: Newly Exposed Compartments or Degraded Remnants? *Geografiska Annaler*, v. 68, n. 4, p. 399-411. 1986b.

TWIDALE, C. R. La Iniciación Subsuperficial de las Formas Graníticas y sus Implicaciones en las Teorías Generales de Evolución del Paisaje. *Cuaderno do Laboratorio Xeológico de Laxe*, v. 13, p. 49-68. 1989.

TWIDALE, C. R. Granitic Bornhardts: Their Morphology, Characteristics and Origins. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia*, v. 42, p. 237-255. 1998.

TWIDALE, C. R. The Two-stage Concept of Landform and Landscape Development Involving Etching: Origin, Development and Implications of an Idea. *Earth-Science Reviews*, v. 57, p. 37-74. 2002.

TWIDALE, C. R.; VIDAL ROMANÍ, J. R. *Landforms and Geology of Granitic Terrains*. Leiden: Balkema. 2005.

VALERIANO, C. M. et al. Cambro-Ordovician Post-collisional Granites of the Ribeira Belt, SE-Brazil: A Case of Terminal Magmatism of a Hot Orogen. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 68, p. 269-281. 2016.

VIDAL ROMANÍ, J. R. Geomorfología Granítica en Galicia (NW España). *Cuaderno do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, n. 13, p. 89-163. 1989.

VIDAL ROMANÍ, J. R.; TWIDALE, C. R. *Formas y Paisajes Graníticos*. Coruña: Universidad de Coruña. 1998.

VIDAL ROMANÍ, J.; TWIDALE, C. R. Sheet Fractures, Other Stress Forms and Some Engineering Implications. *Geomorphology*, v. 31, p. 13-27. 1999.

VIDAL ROMANÍ, J. R. et al. Pruebas Morfológicas y Estructurales sobre el Origen de las Fracturas de Descamación. *Caderno do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, n. 20, p. 307-346. 1995.

WALDHERR, F. R.; ARAÚJO-JÚNIOR, H. I.; RODRIGUES, S. W. O. Origem e Morfologia dos Tanques Naturais do Nordeste do Brasil. *Pesquisas em Geociências*, v. 44, n. 3, p. 467-488. 2017a.

WALDHERR, F. R. et al. Tanques Naturais: Considerações sobre Origem e Morfologia e Descrição da Primeira Ocorrência Fora do Nordeste do Brasil. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 10., 2017, Diamantina. *Anais...* Diamantina: SBG, CBG, 2017b.

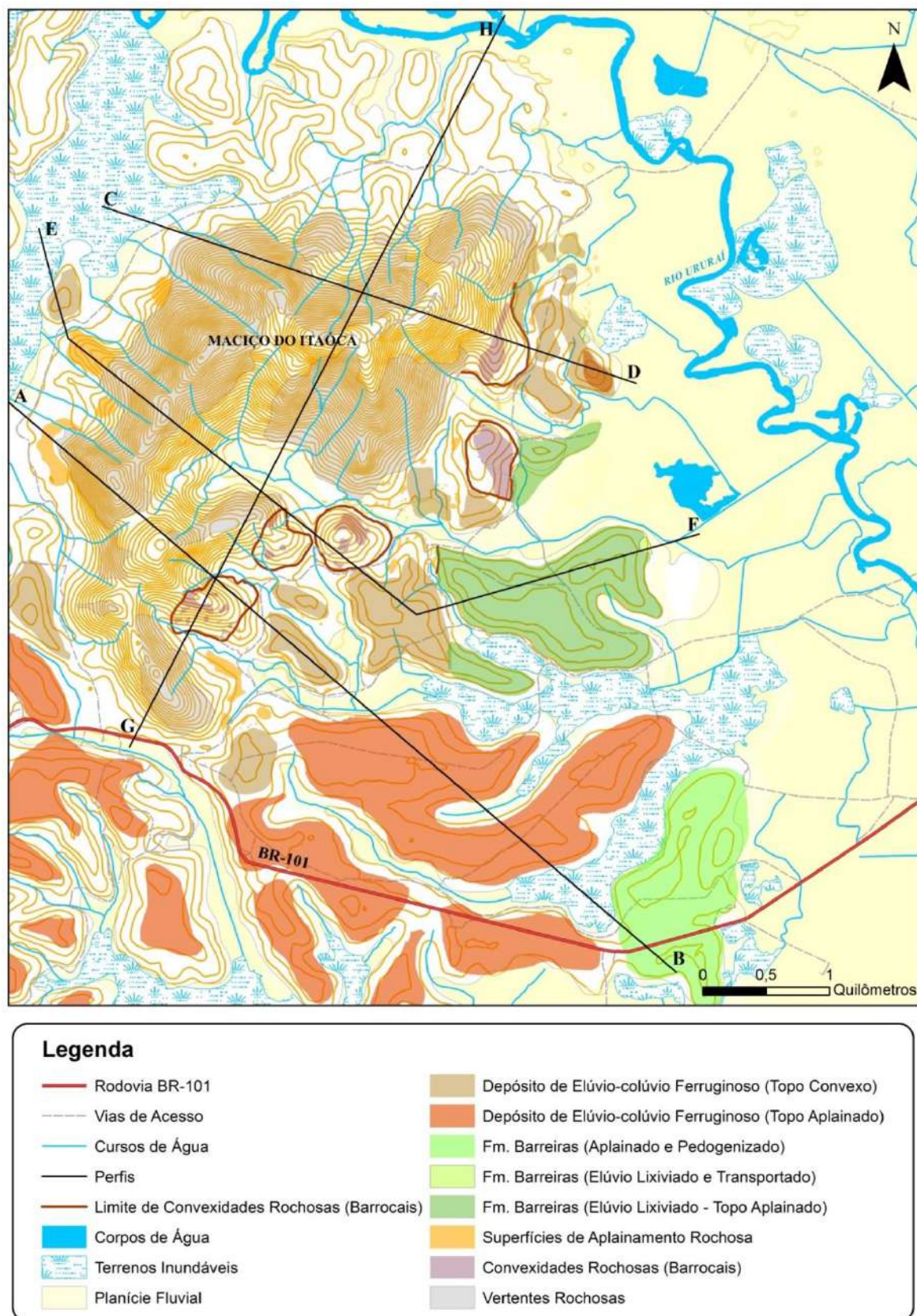
WINTER, W. R.; JAHNERT, R. J.; FRANÇA, A. B. Bacia de Campos. *Boletim de Geociências da Petrobras*, v. 15, n. 2, p. 511-529. 2007.

ANEXO A - Pontos realizados em trabalho de campo no período de 2016-2017

ID	CÓDIGO	ZONA	LONGITUDE	LATITUDE	ALTITUDE	LITOLOGIA	OBSERVAÇÃO
01	CMFW01	24K	247800.80 m E	7584684.37 m S	31 m	Formação Barreiras	Topo de tabuleiro
02	CMFW02	24K	248487.64 m E	7584933.98 m S	09 m	Quaternário	Fundo de vale
03	CMFW03	24K	249324.26 m E	7586401.42 m S	17 m	Formação Barreiras	Saibreira
04	CMFW04	24K	249371.13 m E	7586348.10 m S	11 m	Formação Barreiras	Saibreira
05	CMFW05	24K	249222.31 m E	7586562.56 m S	11 m	Formação Barreiras	Planície fluvial
06	CMFW06	24K	248712.28 m E	7586122.80 m S	30 m	Formação Barreiras	Via de acesso
07	CMFW07	24K	248285.39 m E	7586820.53 m S	18 m	Granito Itaóca	Domos rochosos
08	CMFW08	24K	248511.30 m E	7586973.88 m S	15 m	Formação Barreiras	Empresa Argimax
09	CMFW09	24K	248561.44 m E	7586917.29 m S	10 m	Formação Barreiras	Empresa Argimax
10	CMFW10	24K	248329.24 m E	7587162.22 m S	31 m	Granito Itaóca	Cantaria
11	CMFW11	24K	248693.54 m E	7587351.20 m S	15 m	Granito Itaóca	Tanques naturais
12	CMFW12	24K	248849.00 m E	7587344.00 m S	12 m	Formação Barreiras	Loc. de Poço (8 m)
13	CMFW13	24K	246901.03 m E	7586221.97 m S	22 m	Quaternário	Matacão isolado
14	CMFW14	24K	247100.00 m E	7586389.98 m S	65 m	Granito Itaóca	Barrocal (<i>Tors</i>)
15	CMFW15	24K	247457.99 m E	7586321.99 m S	18 m	Granito Itaóca	Lajedos
16	CMFW16	24K	247737.05 m E	7586260.05 m S	16 m	Granito Itaóca	Lajedos
17	CMFW17	24K	247283.04 m E	7585286.03 m S	10 m	Granito Itaóca	Saprolito
18	CMFW18	24K	249038.97 m E	7587614.99 m S	11 m	Formação Barreiras	Saibreira
19	CMFW19	24K	249399.96 m E	7587600.95 m S	07 m	Quaternário	Planície fluvial
20	CMFW20	24K	248687.01 m E	7587785.04 m S	11 m	Quaternário	Fundo de vale
21	CMFW21	24K	248860.97 m E	7588018.98 m S	15 m	Formação Barreiras	Saibreira
22	CMFW22	24K	248595.99 m E	7587815.95 m S	21 m	Granito Itaóca	Matacão isolado
23	CMFW23	24K	248830.98 m E	7588550.05 m S	12 m	Granito Itaóca	Ponto de controle
24	CMFW24	24K	248669.99 m E	7588944.01 m S	13 m	Quaternário	Ponto de controle
25	CMFW25	24K	246976.01 m E	7587977.00 m S	398 m	Granito Itaóca	Cume do M. Itaóca
26	CMFW26	24K	246549.74 m E	7585037.65 m S	28 m	Granito Itaóca	Lajedo (I)
27	CMFW27	24K	247759.26 m E	7586354.52 m S	12 m	Granito Itaóca	Lajedo (II)
28	CMFW28	24K	248697.51 m E	7587372.04 m S	15 m	Granito Itaóca	Lajedo (III)
29	CMFW29	24K	248925.75 m E	7588581.29 m S	16 m	Granito Itaóca	Lajedo (IV)
30	CMFW30	24K	247211.99 m E	7586745.05 m S	18 m	Granito Itaóca	Vertentes rochosas

Legenda: Localização e informações dos pontos realizados em trabalho de campo durante o período de 2016 e 2017 no Maciço do Itaóca e entorno.

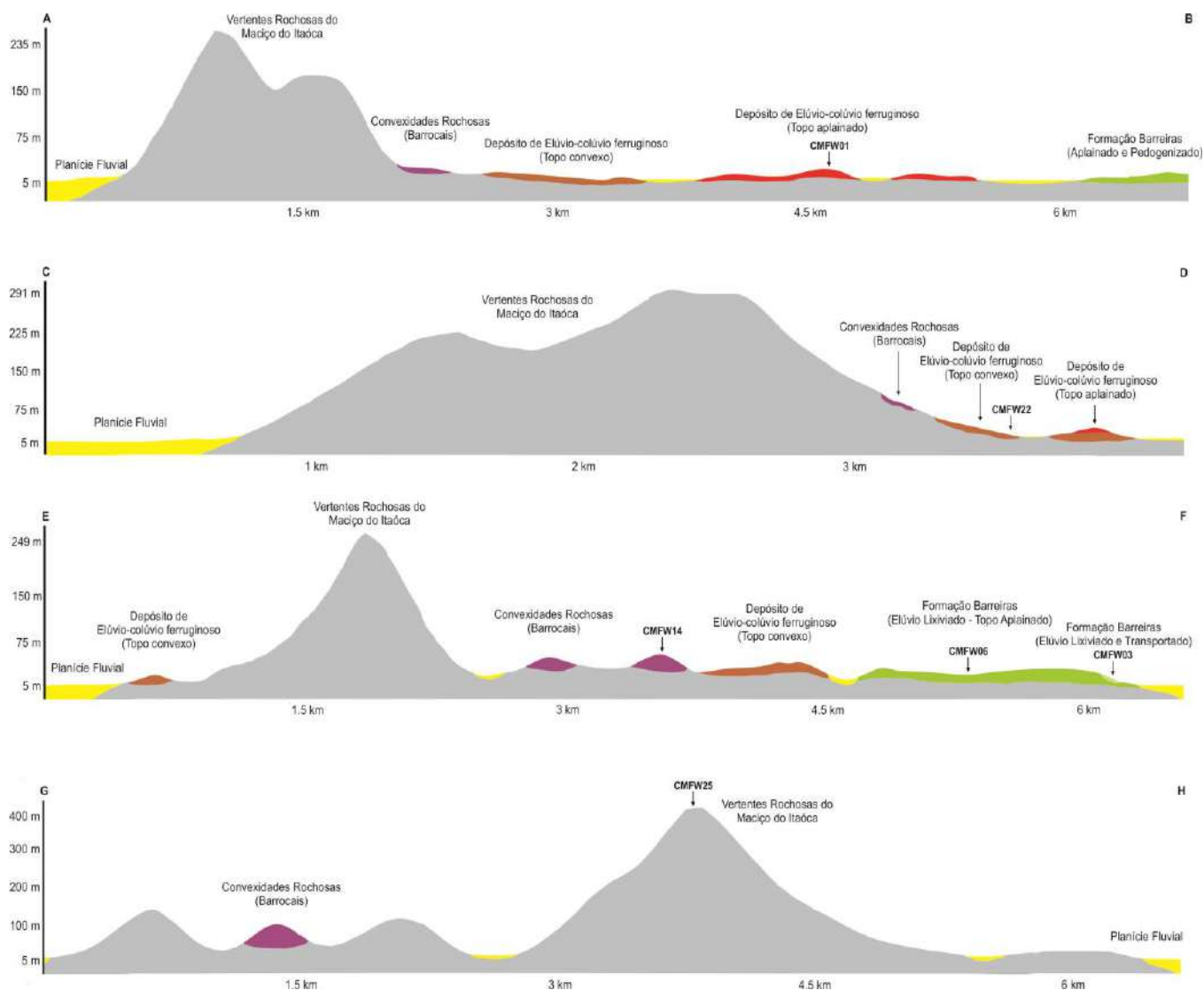
Fonte: O autor, 2017

ANEXO B - Compartimentos geomorfológicos da área do Maciço do Itaóca e entorno


Legenda: Linhas tracejadas em ordem A-B, C-D, E-F, G-H. Os perfis foram elaborados sobre o terreno granítico do Itaóca e depósitos sedimentares no entorno do maciço.

Fonte: O autor, 2017

ANEXO C - Perfis elaborados no Maciço do Itaóca e entorno



Legenda: Perfis A-B, C-D, E-F, G-H elaborados sobre o terreno granítico do Itaóca e depósitos sedimentares no entorno do maciço.

Fonte: O autor, 2017