

**CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA E QUÍMICA DE ARGILAS DAS
REGIÕES DOS VALES DOS RIOS DOCE E JEQUITINHONHA (MG) PARA
APLICAÇÕES INDUSTRIAIS**

**MINERALOGICAL AND CHEMICAL CHARACTERIZATION OF CLAYS
FROM VALLEYS OF DOCE AND JEQUITINHONHA RIVERS (MG) FOR
INDUSTRIAL APPLICATIONS**

Luísa Santos de Castro Guerra

Aluna de Geologia do 8º período, Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Período PIBITI/CETEM: setembro de 2018 a julho de 2019

Luiz Carlos Bertolino

Orientador, Geólogo, D.Sc.
lcbertolino@cetem.gov.br

Marcelo de Souza Marinho

Co-orientador, Geólogo, M.Sc.
marcelo.marinho@cprm.gov.br

RESUMO

Estão sendo estudadas amostras de argilas provenientes dos vales fluviais de tributários dos rios Doce e Jequitinhonha (MG). A pesquisa teve como objetivo a caracterização mineralógica e tecnológica das argilas e, assim, suas possíveis utilizações na indústria, seja de cerâmica, de papel, entre outras, além de aprimorar o entendimento sobre a geologia da região. Foram amostrados materiais depositados em vales fluviais, sendo quatro delas no vale fluvial de tributários do Rio Doce, em ocorrências minerais, e duas do Rio Jequitinhonha, em um garimpo. Todas as amostragens foram realizadas por sondagem de trado mecânico, entre profundidades de 0 a 7 m. Com a proposta de adquirir uma fração representativa para as análises de caracterização, as amostras passaram por etapas de beneficiamento em que, foram secas a temperatura ambiente, desagregadas, homogeneizadas e separadas em alíquotas. As alíquotas passaram por uma classificação granulométrica a úmido com separação da fração <44µm. As técnicas utilizadas na caracterização mineralógica e química foram a difratometria de raios X (DRX), fluorescência de raios X (FRX) e microscopia eletrônica de varredura (MEV) acoplada à espectroscopia por energia dispersiva (MEV/EDS). Os resultados indicam através do DRX que as amostras são constituídas por caulinita, muscovita, quartzo, gibbsita, diasporo, sillimanita, ortoclásio, biotita, anatásio, goethita e microclina. A FRX indica que os principais óxidos presentes são Al₂O₃ e SiO₂, comprovados pela presença de caulinita, muscovita, gibbsita e quartzo. Outros óxidos encontrados são Fe₂O₃, TiO₂ e K₂O, que também estão na composição dos minerais, em menores porcentagens. Em geral, as amostras obtiveram um alto índice de PPC, com mínima de 15,2% e máxima de 23,9%, por amostra. Os resultados obtidos por meio da MEV/EDS corroboraram com os dados da difratometria de raios X e da fluorescência de raios X.

Palavras chave: caracterização mineralógica; argilas; Minas Gerais.

ABSTRACT

Samples of clays from tributary rivers of the Doce and Jequitinhonha Rivers (MG) are being studied. The objective of this research is to achieve the mineralogical and technological characterization of the clays and, thus, their possible uses in the industry, either of ceramics, paper, among others, besides improving the geological understanding of the region. Deposited material in river valleys were sampled, four of them in tributary rivers of Doce river, in mineral occurrences, and two of Jequitinhonha river, in a garimpo. All were sampled by a mechanical auger, between depths of 0 to 7 m. In order to acquire a representative fraction for the characterization analyses, the samples underwent through some processing stages where they were dried at environmental temperature, disintegrated, homogenized and separated into aliquots. The aliquots underwent a wet granulometric classification with the main separation of the fraction $<44 \mu\text{m}$. The techniques used in the mineralogical and chemical characterization were X-ray diffractometry (XRD), X-ray fluorescence (XRF) and scanning electron microscopy coupled to dispersive energy spectroscopy (SEM / DES). The results indicate through the XRD that the samples are composed kaolinite, muscovite, quartz, gibbsite, diasporite, sillimanite, orthoclase, biotite, anatase, goethite and microcline. The XRF indicates that the main oxides present are Al_2O_3 and SiO_2 , evidenced by the presence of kaolinite, muscovite, gibbsite and quartz. Other oxides found are Fe_2O_3 , TiO_2 and K_2O , which are also in the composition of the minerals, in smaller percentages. In general, the samples obtained a high LOI (Loss on ignition) index, with a minimum of 15.2% and a maximum of 23.9%, per sample. The results obtained by SEM / DES corroborated data from X-ray diffraction and X-ray fluorescence.

Keywords: mineralogical characterization, clays, Minas Gerais.

1. INTRODUÇÃO

Argila é uma matéria prima abundante com uma incrível variedade de usos e propriedades que são amplamente dependentes de sua estrutura mineral e composição. Segundo Grim (1962) um material argiloso é qualquer material de granulometria fina, terroso e com argilosidade. Além de argila ser um termo de rocha, também é usado como termo de tamanho de partícula (MURRAY, 2007).

As amostras estudadas, provenientes de vales fluviais de tributários dos rios Doce e Jequitinhonha (MG), são oriundas de depósitos sedimentares inconsolidados associados a várzeas, terraços e planícies aluvionares (MELLO et al., 1999; VASCONCELOS e SAADI, 2003). Nos municípios a leste do estado ocorrem possíveis depósitos de argila vermelha e nos municípios a nordeste, possíveis áreas potenciais para caulim.

Por solicitação do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e em parceria com o CETEM estão sendo estudadas amostras de argilas destas regiões para caracterização mineralógica, química e suas possíveis utilizações na indústria.

2. OBJETIVO

Determinar a composição mineralógica e química das amostras de argilas provenientes dos vales fluviais de tributários dos rios Doce e Jequitinhonha, visando o seu aproveitamento industrial e econômico.

3. METODOLOGIA

A amostragem foi realizada pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e posteriormente enviadas para o CETEM (Tabela 1). A amostragem foi realizada por sondagens de trado mecânico em terraços aluviais. No CETEM as amostras passaram por etapas de beneficiamento: secagem a sombra por um período de 48h, em seguida foram britadas e desagregadas com rolo metálico e homogeneizadas em pilhas cônicas e longitudinais. Em seguida as amostras foram classificadas a úmido em peneira vibratória de $44 \mu\text{m}$ e as frações menores que $44 \mu\text{m}$ seguiram para as caracterizações mineralógica e química.

Tabela 1: Identificação das amostras, locais de coleta e tipo de depósito.

Nº	Amostras	Município – MG	Setor	Vale fluvial	Depósito
1	A10 - FR 1 (0-1m)	Piedade de Caratinga	Leste	Vale do Rio Doce	Depósito Sedimentar Inconsolidado
2	A10 - FR 3 (2-3m)	Piedade de Caratinga	Leste	Vale do Rio Doce	Depósito Sedimentar Inconsolidado
3	A13 - FR 2 (0-1m)	Periquito	Leste	Vale do Rio Doce	Depósito Sedimentar Inconsolidado
4	A13 - FR 2 (1-2m)	Periquito	Leste	Vale do Rio Doce	Depósito Sedimentar Inconsolidado
5	A14 - FR 2 (6-7m)	Novo Cruzeiro	Nordeste	Vales do rio Jequitinhonha	Depósito Sedimentar Inconsolidado
6	A14 - FR 5 (2,4-3,4m)	Novo Cruzeiro	Nordeste	Vales do rio Jequitinhonha	Depósito Sedimentar Inconsolidado

A caracterização mineralógica foi realizada através da difratometria de raios X (Bruker-D8 Endeavor – CuK α (40 kV/40 mA)). As análises químicas foram realizadas através da fluorescência de raios X (Axios mAX – PANalytical). E as relações texturais em conjunto com a composição elementar foram determinadas no microscópio eletrônico de varredura (Hitachi TM3030) acoplado ao sistema de microanálise química por dispersão de energia (Bruker Quantax EDS).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os difratogramas de raios X das frações menores que 44 μm indicaram a presença dos minerais: caulinita (com picos basais principais de 7,15 Å e 3,57 Å), quartzo (3,3 Å), gibbsita (4,84 Å) e muscovita (10,0Å). Além desses, também foram identificados picos basais de biotita, diásporo, sillimanita microclina, ortoclásio, anatásio e goethita (Tabela 2).

Tabela 2: Composição mineralógica das frações < 44 μm .

Nº	Amostra	Composição mineralógica
1	A10-FR 1 (0-1m)	Caulinita, quartzo, gibbsita, muscovita, biotita, sillimanita e anatásio
2	A10 - FR 3 (2-3m)	Caulinita, quartzo, gibbsita, muscovita, sillimanita e microclina
3	A13 - FR 2 (0-1m)	Caulinita, quartzo, gibbsita, muscovita, goethita e diásporo
4	A13 - FR 2 (1-2m)	Caulinita, quartzo, gibbsita, muscovita e diásporo
5	A14 - FR 5 (2,4- 3,4m)	Caulinita, quartzo, gibbsita e muscovita
6	A14 - FR 2 (6-7m)	Caulinita, quartzo, gibbsita, muscovita e ortoclásio

As análises químicas por fluorescência de raios X apresentaram as principais porcentagens de Al₂O₃ variando de 37,2 a 41,8% e SiO₂ variando de 33,9 a 41,2%. Tais concentrações são comprovadas pela presença de caulinita, gibbsita e quartzo, além de outros minerais silicáticos e aluminosos como muscovita, biotita, sillimanita, microclina e ortoclásio. Além desses estão presentes K₂O, TiO₂ e Fe₂O₃. Nas amostras 1 e 3 (Tabela 3) o teor de Fe₂O₃ foi de 11,2% e 6,6%, respectivamente, provavelmente associado a biotita e a goethita. Além disso, é possível que ferro esteja substituindo o alumínio na estrutura da caulinita. O TiO₂ variando entre 0,33 a 1,7%, está possivelmente associado ao anatásio. O K₂O manteve-se pouco variado, entre 0,15 e 0,27 %, e presente nos minerais, muscovita e biotita, ortoclásio e microclina.

Os valores de perda por calcinação (PPC), entre 23,9 a 15,2%, são explicados pela alta hidratação dos minerais, principalmente, a gibbsita com 34,63% de H₂O e a caulinita com 13,96% de H₂O, além do diásporo presente na amostra 3 e 4 que possui 15,02% de H₂O na estrutura mineral.

Tabela 3: Resultados das análises químicas por FRX das frações < 44 µm (% em peso).

Nº	Amostra	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	*PPC	Total
1	A10-FR 1 (0-1m)	36,3	33,9	0,19	1,2	11,2	17	99,79
2	A10 - FR 3 (2-3m)	41,8	37,6	0,19	1,7	2,1	16,6	99,99
3	A13 - FR 2 (0-1m)	37,2	38,4	0,27	0,98	6,6	16,4	99,85
4	A13 - FR 2 (1-2m)	38,8	40,1	0,25	0,99	4,6	15,2	99,94
5	A14 - FR 5 (2,4- 3,4m)	40,9	41,2	0,15	0,36	1	16,4	100,01
6	A14 - FR 2 (6-7m)	37,3	37,5	0,15	0,33	0,8	23,9	99,98

As análises através do microscópio eletrônico de varredura (MEV- EDS) indicaram que a caulinita é o argilomineral mais comum nas amostras (Figura 1). O argilomineral ocorre na forma de partículas finas e agregadas.

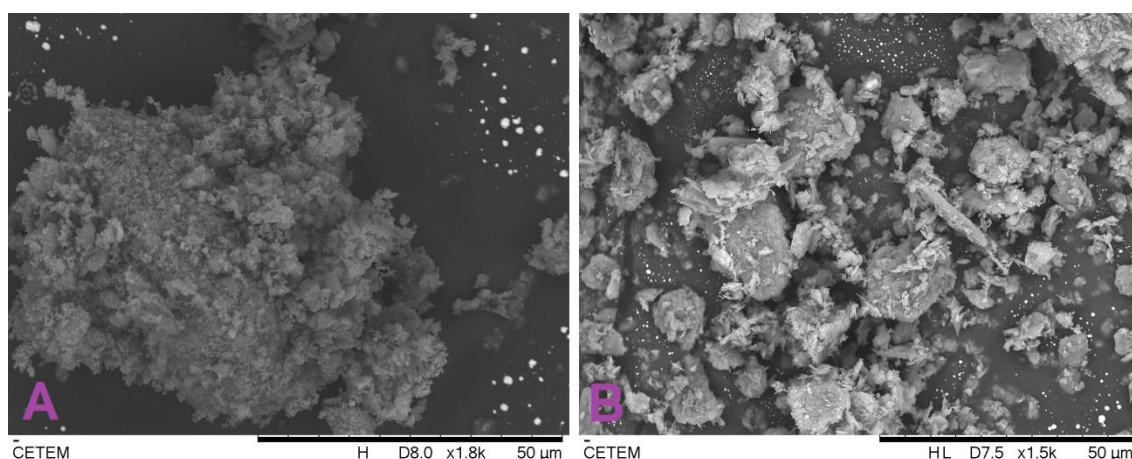


Figura 1: **A:** amostra A10 – FR 3 (2-3m); **B:** amostra A13 –FR 2 (0-1m). Ambas de fração menor que < 44 µm e imagens no MEV de elétrons retro espalhados.

5. CONCLUSÕES

Os resultados da difratometria de raios X indicaram que as amostras são constituídas essencialmente por caulinita, gibbsita, quartzo e muscovita. As análises químicas por fluorescência de raios X indicam principalmente a concentração de Al₂O₃ que variou de 36,3 a 41,8% e de SiO₂ que variou de 33,9 a 41,2%. As análises através da microscopia eletrônica juntamente com o EDS, indicaram que a caulinita é o argilomineral mais abundante nas amostras. As amostras A14 (FR 5 e FR 2) apresentam presença abundante do mineral caulinita e baixo teor de Fe₂O₃, indicando um potencial depósito de caulim, no entanto serão necessários desenvolvimentos testes de alvejamento químico e determinação do índice de alvura das amostras.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecimentos a COAMI/CETEM, pelas análises químicas e mineralógicas, ao CNPq pela bolsa de Iniciação Tecnológica e à CPRM pelo fornecimento das amostras. Além da fundamental ajuda dos técnicos Gilvan, Josimar e Adauto.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GRIM, R.E. Applied Clay Mineralogy. McGraw-Hill, New York, 1962. 402p.

MELLO, C.L.; METELO, C.M.S.; SUGUIO, K.; KOHLER, H.C. Quaternary sedimentation, neotectonics and the evolution of the Doce River Middle Valley lake system (Southeastern Brazil). Revista do Instituto Geológico 20: 29-36, 1999.

MURRAY, H.H., Applied Clay Mineralogy, Elsevier. Amsterdam, 2007. 189p.

VASCONCELOS, S.G. e SAADI, A. O Quaternário do Médio Rio Doce: aporte da morfodinâmica e do aluvionamento na confluência dos rios Piracicaba e Doce. In: II Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa/IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário/II Congresso do Quaternário dos Países de Língua Ibérica, 2003. 5p.