

# Composição Química dos Elementos Maiores em Rochas Sedimentares da Formação Corumbataí e sua Influência na Produção de Revestimentos Cerâmicos

**M.M. Torres Moreno<sup>1</sup>, S.R. Christofolletti<sup>1</sup> e J.V. Valarelli<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>DPM-IGCE-UNESP – Campus de Rio Claro

Av. 24 A n° 1515, 13506-900 Rio Claro - SP; e-mail: mmoreno@rc.unesp.br

**Resumo:** As rochas sedimentares da Formação Corumbataí são formadas por siltitos e argilitos de diversas tonalidades que estão relacionadas principalmente ao conteúdo de óxidos e hidróxidos de ferro. A composição química das matérias-primas argilosas, não fornece informações completas, pois os diferentes elementos podem ser encontrados em mais de um mineral, o que limita sua associação com as propriedades cerâmicas dos materiais analisados. O presente trabalho reuniu 98 análises químicas realizadas em pesquisas que envolvem caracterização química e cerâmica de argilas da Formação Corumbataí na região de Rio Claro - SP, com a finalidade de estabelecer relações entre a composição química e as propriedades cerâmicas em corpos de prova que se mostraram adequados dentro do Grupo de Absorção de Água **BIIB**, a nível de laboratório.

**Palavras-chaves:** argilas, análises químicas, Absorção de água, temperatura

## Introdução

Os resultados das análises químicas fornecem informações importantes para a caracterização de argilas, entretanto, não são suficientes para prever os efeitos nos diferentes processos cerâmicos, devido a que não refletem precisamente a mineralogia existente, nem as quantidades relativas dos minerais, principais responsáveis pelo comportamento das argilas nos processos cerâmicos. É conhecida a dificuldade de controle, através da composição química, das matérias-primas para cerâmica vermelha devido à quantidade de minerais constituintes. Em certos casos, duas amostras podem apresentar composição química próxima e grandes diferenças nas propriedades cerâmicas, entretanto, numa determinada região pode-se esperar maior similaridade quanto à mineralogia e estabelecer relações indicativas das propriedades cerâmicas das matérias-primas, tendo como base a composição química.

Neste trabalho tentou-se encontrar relações entre a composição química das argilas e as propriedades cerâmicas das mesmas para materiais específicos da Formação Corumbataí, devido a que muitas delas são semelhantes permitindo construir gráficos com índices formados com a porcentagem de óxidos dos elementos maiores, ou seja, gráficos que agrupem as amostras de acordo com certas

propriedades que as qualifiquem como tendo maior probabilidade de serem adequadas para a fabricação de revestimentos cerâmicos.

## Metodologia

Foram selecionadas 98 amostras resultantes de diversas pesquisas efetuadas durante o desenvolvimento de projetos voltadas à caracterização de sedimentos argilosos da Formação Corumbataí<sup>1,2,3,4</sup>. Estas amostras correspondem a níveis individuais que compõem o perfil de várias jazidas da região, o que significa que representam diversas composições mineralógicas, não necessariamente as das massas cerâmicas pois estas resultam de homogeneização em um mesmo perfil ou com outras argilas.

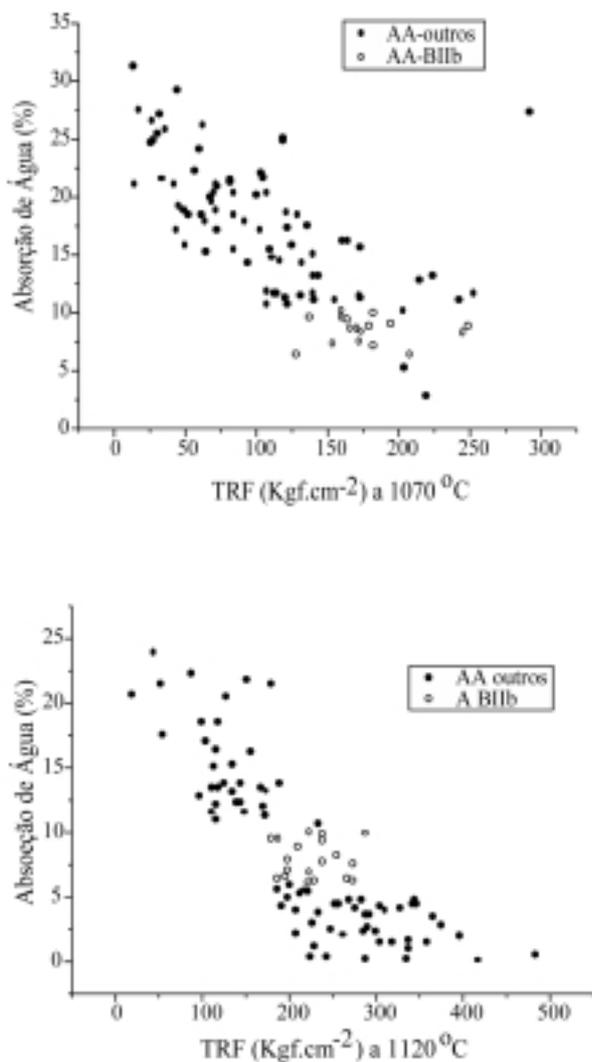
Dentre as 98 amostras, foram selecionadas as que se classificaram no Grupo de Absorção de Água **BIIB** (6,0% < A.A. ≥10,0%) em duas temperaturas de queima: 1070 e 1120 °C. Este grupo, segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, é recomendado para revestimentos cerâmicos.

Como parâmetro base, para relacionar os elementos químicos na forma de % de óxido, foi escolhida a relação SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, na tentativa de representar, de maneira simples, o conteúdo de SiO<sub>2</sub> e de argilominerais. Através desta relação e outros índices dos óxidos componentes, foram

construídos gráficos de variação e relacionados com o comportamento cerâmico mostrado em corpos de prova prensados e ensaiados em laboratório.

## Resultados e Discussão

A Figura 1 mostra o conjunto de 98 análises químicas relacionando a Tensão de Ruptura à Flexão (TRF) com a Absorção de Água (AA) nas duas temperaturas ensaiadas. Observa-se que na temperatura de 1070 °C um grupo de amostras mostrou-se adequado dentro do Grupo **BIIb** (Tabela 1), diferente do grupo de amostras classificado na temperatura de 1120 °C, sendo que as primeiras (1070 °C), quando queimadas a 1120 °C, passaram a ter valores de AA < 6,0% (Grupo BIIa). A amostra 15 (referência) representa uma massa utilizada na indústria para fabricação de



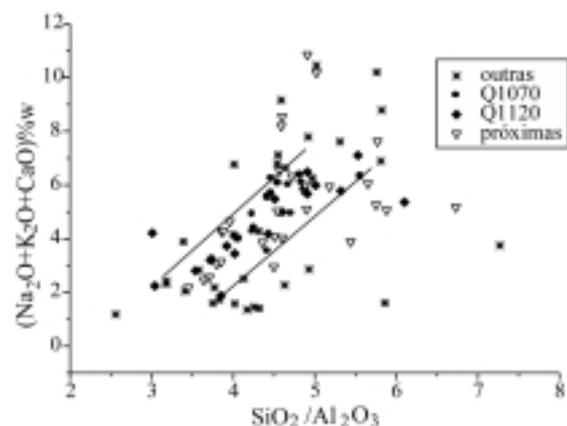
**Figura 1.** Relação da Absorção de Água com a Tensão de Ruptura à Flexão a 1070 e 1120 °C. Em círculos abertos estão representadas as amostras do grupo **BIIb**.

revestimentos cerâmicos, mantendo-se no mesmo grupo nas duas temperaturas. A 1120 °C, quase todas as amostras classificadas no grupo **BIIb** apresentaram valores de TRF maiores que 180 Kgf.cm<sup>-2</sup>.

Foram ensaiadas diversas relações entre SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e composições dos outros óxidos, que refletissem melhor o comportamento cerâmico. Dentre eles, a soma dos álcalis e o óxido de cálcio (K<sub>2</sub>O + Na<sub>2</sub>O + CaO) mostrou ser o melhor índice. A Figura 2 representa esta relação, observando-se que as amostras classificadas no grupo de Absorção de Água **BIIb**, nas duas temperaturas, agrupam-se com outras cujos valores de AA estão próximos dos limites superior e inferior por valores menores que 2%.

As amostras queimadas a 1120 °C aparecem mais dispersas devido a que, nesta temperatura, outros parâmetros se tornam importantes aumentando os limites da relação SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> observados para os corpos queimados a 1070 °C. Por esta mesma razão, a faixa de concentração dos álcalis para esta última temperatura é mais estreita.

Dois amostras queimadas a 1120 °C ficaram fora da área, à esquerda (amostra 48) e à direita (amostra 54), isto é, com valores extremos do índice SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, as características físicas mostram que a primeira corresponde a um siltito de coloração arroxeada apresentando laminação incipiente constituída por areia de granulometria muito fina, e a segunda, a um siltito grosso de coloração avermelhada com intercalação de arenito de granulometria muito fina. Nestes casos, parece haver influência de uma mineralogia diferente, tanto na primeira com baixo teor de sílica, como na segunda com alto teor. Na tabela 2 são mostradas as análises químicas para as amostras classificadas no grupo **BIIb** nas duas temperaturas.



**Figura 2.** Representação gráfica da soma de óxidos alcalinos e óxido de cálcio versus a relação sílica:alumina. Os triângulos representam amostras com valores de Absorção de Água  $\pm 2\%$  dos valores limites para o grupo **BIIb**.

**Tabela 1.** Propriedades físicas em corpos de prova, com absorção de água entre 6 e 10% , queimados a 1070 e 1120 °C.

1070 °C	A. A.	T.R.F.	R.L.Q.	P.F.	1120 °C	A. A.	T.R.F.	R.L.Q.	P.F.
4	10,09	160,1	7,25	5,98	5	9,95	223,5	6,19	3,48
7	8,76	179,5	6,79	5,06	6	7,51	275,2	8,27	3,79
15	8,64	175,0	7,52	5,06	12	6,30	267,2	9,97	5,82
21	8,14	245,5	9,21	6,00	13	6,26	230,3	7,49	4,89
36	9,43	169,0	6,23	3,76	15	6,18	274,1	10,01	5,60
37	6,40	138,0	5,95	3,72	16	6,81	223,6	9,52	14,11
38	8,92	195,1	6,67	3,97	30	9,44	188,3	6,87	4,15
39	8,32	184,2	6,32	3,64	41	6,54	195,9	6,73	3,52
45	9,99	182,7	6,43	3,94	42	8,24	255,9	8,24	5,88
47	10,12	203,2	6,87	4,89	44	9,82	239,6	8,03	4,48
55	9,5	240,4	7,98	4,30	48	9,88	289,3	9,41	5,48
61	7,54	170,3	6,42	3,77	54	7,77	198,4	8,19	3,17
72	9,51	158,0	5,01	2,78	60	6,03	222,9	6,22	2,78
75	7,12	182,7	6,36	3,12	76	6,96	199,3	5,86	4,11
77	8,64	176,2	4,98	2,99	83	9,27	230,5	10,70	6,69
78	7,34	164,3	5,32	3,02	95	6,37	186,3	8,39	5,06
80	8,85	249,5	7,95	4,43	98	7,66	239,0	9,19	6,20
94	6,24	208,0	8,59	4,79					

**Tabela 2.** Análises químicas das amostras classificadas como **BIIB**.

Amostras	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
4	64,82	17,33	5,55	2,52	0,08	3,08	0,09
5	58,34	14,53	4,18	2,37	0,33	2,50	0,61
6	70,59	15,36	4,02	2,09	0,41	2,58	2,01
7	68,93	16,28	5,37	2,64	0,41	3,17	0,70
12	56,20	15,89	4,49	2,33	0,08	2,56	0,17
13	71,75	14,62	3,64	1,67	0,41	2,20	3,06
15	61,95	15,81	6,01	2,18	0,26	2,62	0,85
16	65,56	16,28	5,62	2,74	0,33	3,15	0,59
21	66,04	14,93	5,85	2,97	0,24	3,15	0,15
30	67,44	15,22	4,90	2,27	0,49	2,53	1,16
36	65,53	14,42	5,71	2,95	1,02	3,27	1,78
37	65,69	14,7	5,75	3,01	0,63	3,32	1,75
38	64,94	14,68	6,25	3,04	0,62	3,52	1,42
39	65,05	14,55	5,77	3,59	0,92	3,14	2,19
41	66,99	14,84	5,55	2,82	0,39	3,22	1,87
42	63,23	17,02	7,26	2,81	0,18	2,75	0,27
44	67,34	13,72	4,15	3,03	2,08	2,02	2,38
45	66,07	15,63	6,23	2,57	0,26	3,27	1,38
47	65,81	16,22	6,12	2,44	0,20	3,40	0,40
48	61,21	20,35	5,61	1,76	0,19	2,99	1,03
54	72,47	11,88	3,19	2,24	1,39	1,98	1,99
55	67,63	14,40	4,85	2,89	0,61	3,00	1,34
60	68,37	13,66	6,23	2,43	0,40	2,89	2,70
61	65,8	14,46	6,00	2,67	0,71	3,27	3,14
72	68,22	14,16	5,2	2,5	0,45	2,99	2,92
75	68,44	14,16	4,82	2,51	0,51	2,78	2,82
76	69,32	13,03	4,89	3,13	0,54	2,77	2,47
77	68,80	14,14	4,62	2,10	0,68	2,77	2,40
78	67,58	14,44	4,74	2,43	0,47	2,97	2,57
80	67,42	15,87	5,15	2,15	0,22	3,05	1,11
83	61,54	20,27	7,17	1,33	0,01	2,17	0,06
94	69,09	12,43	2,14	4,88	1,36	3,20	1,77
95	66,55	12,04	3,99	4,63	2,38	2,27	2,45
98	63,87	16,61	5,32	2,03	0,09	1,70	0,08

## Conclusões

Os índices  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  e a soma dos óxidos  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  e  $\text{CaO}$  em %w, lançados em gráficos binários, mostraram que é possível estabelecer parâmetros de controle das matérias-primas para revestimentos cerâmicos através da análises químicas, pois os pontos se localizam em áreas restritas.

A maioria dos outros pontos na mesma área (Figura 2), correspondem a amostras, cujos valores mínimos e máximos de Absorção de Água, mostram diferenças menores que 2% ( $4\% < \text{AA} < 12\%$ ). Podendo estas amostras, mostrar um comportamento um pouco diferente a nível industrial.

As amostras estudadas correspondem a níveis específicos, não representando uma determinada jazida ou frente de lavra como um todo, onde as variações são menores e os resultados podem ser melhores. Estes índices, ou outros formados com os componentes químicos, podem ser úteis como ferramenta na avaliação inicial das argilas em regiões específicas, onde a mineralogia não apresenta variações extremas, contribuindo no estudo da viabilidade da matéria prima para uso cerâmico.

Esta técnica não representa a maneira mais adequada para uso corriqueiro afim de obter indiretamente a absorção de água, pois ficaria menos preciso e mais caro do que um ensaio cerâmico expedito, provavelmente teria maior po-

tencial na orientação da “blendagem” de várias argilas para a composição de massa para a classe **BIIB**.

## Referências Bibliográficas

1. Christofolletti, S.R., 1999, *Estudo Mineralógico, Químico e Textural das Rochas Sedimentares da Formação Corumbataí (Jazida Cruzeiro) e suas Implicações nos Processos e Produtos Cerâmicos*, Rio Claro – SP, Dissertação de Mestrado-IGCE-UNESP, 120p.
2. Gaspar Jr., L.A., 1999, *Estudo Mineralógico, Químico e Textural das Rochas Sedimentares da Formação Corumbataí (Jazida Peruchi) e suas Implicações como Matéria Prima para Cerâmica Vermelha*, Rio Claro-SP, Dissertação de Mestrado-IGCE-UNESP, 152p.
3. Moreno, M.M.T., 1999, *Caracterização Química e Mineralógica de Matérias-Primas para Cerâmica Vermelha da Região de Rio Claro*, Relatório Interno Trienal, 1996 – 1999, CPA – UNESP, 32p.
4. Moreno, M.M.T., Valarelli, J.V., Campos, C.G., 1997, *Caracterização Química e Mineralógica da Matéria-Prima para Cerâmica Vermelha da Formação Corumbataí-Jazida Sartori, Rio Claro (SP), Atas do V Simpósio de Geologia do Sudeste, Penedo/Itatiaia - RJ (1997) 417-419.*