



Tabela 6. Resultados da análise química das amostras de argila.

Elementos	Teor (%)	
	Amostra - 001	Amostra - 002
Al ₂ O ₃	14,01	13,54
CaO	0,54	1,23
Fe ₂ O ₃	3,81	3,85
K ₂ O	7,74	4,65
MgO	1,63	3,21
MnO	< 0,05	< 0,05
Na ₂ O	1,32	1,66
P ₂ O ₅	0,12	0,13
SiO ₂	68,03	67,64
TiO ₂	0,47	0,52
P.F.	1,88	3,54

Como se pode observar, os óxidos de SiO₂ e Al₂O₃ são os constituintes essenciais das argilas analisadas. Devido ao elevado conteúdo de sílica, este material pode ser classificado como sílico-aluminoso. Estes óxidos são responsáveis pela refratariedade das argilas.

Um segundo ponto de observação é o elevado conteúdo de Fe₂O₃ nas amostras analisadas (Amostra-001 Fe₂O₃ = 3,81 | Amostra-002 Fe₂O₃ = 3,85). Este fato tem implicação direta na cor de queima do material cerâmico. Existem certos agentes químicos que podem ser adicionados durante a formulação da massa cerâmica para torná-la mais clara, porém isso acarreta em um maior custo de fabricação das placas cerâmicas.

Há um consenso entre os trabalhos que se referem à fabricação de porcelantos, que o teor de ferro das argilas usadas na formulação de massas cerâmicas não deve ser superior a 1%. O teor de ferro em si não é um impeditivo à fabricação do produto “porcelanato” (Bla), pois segundo a norma NBR 13818:1997, a principal característica que define o produto porcelanato é a baixa absorção de água. No entanto, os porcelanatos de maior aceitação no mercado são os que apresentam cor clara.

Existem autores que classificam os tipos cerâmicos quanto à cor e a absorção de água, vide Figura 2.



Ao se observar os resultados é possível notar que os valores médios de resistência à flexão das amostras secas são muito baixos em relação aos valores de resistência à flexão das amostras queimadas, indicando que nas temperaturas de queima analisadas houve, de fato a sinterização das amostras. E o mais interessante é observar que os maiores valores de resistência à flexão foram alcançados à temperatura de queima de 1100 °C, e não a temperatura de 1150 °C. Uma possível explicação para este fato é de que acima da temperatura de 1100 °C o material já inicie um processo de completa vitrificação, levando assim a uma diminuição de sua resistência.

Ao se comparar os valores médios de resistência à flexão das amostras de argila (queimadas a temperaturas de 1100 °C) aos valores definidos pela NBR 13818:1997 para os diferentes tipos de placas cerâmicas para revestimento (**como por exemplo, porcelanato – Bla, grês porcelanato - Bib e semi-grês porcelanato – Blla**), notamos que ambas amostras de interesse possuem os requisitos necessários à fabricação de produtos cerâmicos do tipo grês porcelanato a semi-grês porcelanato. No entanto, apenas a Amostra-001 possui os requisitos necessários a fabricação de porcelanato (Bla), já que este tipo de placa cerâmica exige valores de resistência à flexão superior a 35 MPa e valor carga de ruptura superior a 1500 N. A melhor temperatura de queima para propriedade analisada é a de 1100 °C.

6. CONCLUSÃO

O produto “porcelanto” exige um alto nível de desempenho das matérias-primas que serão utilizadas na sua fabricação, especialmente no que tange aos valores de absorção de água e resistência à flexão. Com base na Tabela 17, é possível concluir que a argila da Amostra-001, quando queimada á temperatura de 1100 °C, atende aos requisitos necessários à fabricação de porcelanato para os seguintes parâmetros: carga de ruptura, resistência à flexão, expansão por umidade e porosidade. No entanto, apresenta valores de absorção de água e retração linear acima dos valores de referência para este tipo de placa cerâmica.

Tabela 17. Tabela síntese comparando os principais resultados obtidos para as amostras de argila de interesse aos valores de referência para porcelanatos (Bla, cor vermelho), grês porcelanatos (Bib, cor azul) e semi-grês (Blla, cor verde).

PROPRIEDADES	Queimados a 1100 °C		Queimados a 1150 °C		Valores de Referência	Ref.*
	Amostra-001	Amostra-002	Amostra-001	Amostra-002		

6 – Análise Química

Óxidos	Verde
Al_2O_3	18,04
SiO_2	66,83
Fe_2O_3	5,43
TiO_2	0,56
CaO	0,09
MgO	2,24
K_2O	2,86
P_2O_5	0,07
Na_2O	0,04
Perda ao Fogo	3,82

Os resultados da análise química mostraram que esta argila apresenta um teor de Na_2O baixo, mas contém boas quantidades de ferro, magnésio, cálcio, titânio e potássio. No geral a argila tem um teor de fundentes baixo, mas a quantidade de óxido de silício e alumínio é excelente tanto para fins estéticos como para a produção de placas cerâmicas para revestimento.

A perda ao fogo apresentada pela argila é baixo quando comparadas as demais argilas utilizadas na região do Pólo de Santa Gertrudes, mas esta situação facilita na secagem. O teor de Fe_2O_3 é menor, por isso a amostra tem a cor cinza.

7 - Conclusões

- ⇒ Os valores encontrados para perda ao fogo e retração linear de queima indicam que a argila não pode ser utilizada sozinha ou em grande porcentagem na formulação para produção de produtos que utilizam queima rápida.
- ⇒ Os valores encontrados para absorção de água, retração linear de queima mostram que a argila não é fundente, mas o corpo queimado ficou com uma excelente estabilidade dimensional e a argila pode ser utilizada para desenvolver peças com baixa espessura.
- ⇒ Além do uso para produção de placas cerâmicas para revestimento esta argila também pode ser utilizada para fins estéticos porque possui um teor de óxido de silício maior que 60% e possui elementos químicos como alumínio, ferro, magnésio e álcalis. O mais importante no uso para fins estéticos é o teor significativo de óxido de silício associado ao teor de óxido de alumínio. Esta argila também possui partículas microscópicas que são fundamentais para uso estético e medicinais.

João Castral Jr.

CRQ 044220437

JCastral Consultoria em Cerâmica e Representações Ltda.

RELATÓRIO DE ENSAIOS

DATA DE RECEBIMENTO	10/08/22	Nº PROPOSTA	1336/22	NÚMERO DE RELATÓRIO	1336/22-6
AMOSTRA	AMOSTRA 6				
EMPRESA	MINERADORA OKUMENE LTDA.				
ENDEREÇO	EST IT 02 ESTRADA DA RESTINGA GROSSA SN KM 03 - ZONA RURAL - ITAÍ - SP				
DATA DE EMISSÃO	24/08/22	CONDIÇÕES DE RECEBIMENTO	IN NATURA - CINZA		

Temperatura da perda ao fogo 950 ± 50 °C

Métodos: (X) A amostra foi preparada conforme IT-LCM-001

(X) Perda ao fogo IT-LCM-003

Temperatura de secagem 110 ± 5 °C

Análise por FRX - NBR 12677/2014

ANÁLISE QUANTITATIVA POR ESPECTROMETRIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X

DADOS DOS ENSAIOS

ENSAIOS	RESULTADOS (%)	ENSAIOS	RESULTADOS (%)
Perda ao fogo	2,70	MgO	1,75
SiO ₂	68,68	Na ₂ O	0,86
Al ₂ O ₃	12,86	K ₂ O	6,30
Fe ₂ O ₃	4,15	MnO	0,02
TiO ₂	0,61	P ₂ O ₅	0,08
CaO	1,61	----	----

CLÁUSULAS DE RESPONSABILIDADE

- * Os resultados obtidos somente se referem ao material submetido ao ensaio.
- * A identificação do material analisado é responsabilidade do solicitante.
- * O Laboratório se responsabiliza em arquivar a contraprova da amostra por um período de 90 dias após a conclusão do ensaio.
- * Não se admite qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem, a menos que esta tenha sido efetuada mediante nossa própria supervisão. Salvo menção expressa, as amostras foram livremente selecionadas pelo solicitante.
- * O Laboratório não se torna responsável pela divulgação ou o uso que o solicitante, outra pessoa ou entidade venham a fazer dos resultados do presente relatório.
- * O Laboratório não se torna responsável em nenhum caso de interpretação ou uso indevido que se possa fazer deste documento.
- * Este relatório só deve ser reproduzido por inteiro, a reprodução de partes requer aprovação por escrita do laboratório.

Obs.: Não há.

São Bernardo do Campo, 24 de agosto de 2022.

Kézia de Souza
Técnico de Laboratório

RELATÓRIO DE ENSAIOS

DATA DE RECEBIMENTO	10/08/22	Nº PROPOSTA	1336/22	NÚMERO DE RELATÓRIO	1336/22-5
AMOSTRA	AMOSTRA 5 - VERMELHA				
EMPRESA	MINERADORA OKUMENE LTDA.				
ENDEREÇO	EST IT 02 ESTRADA DA RESTINGA GROSSA SN KM 03 - ZONA RURAL - ITÁI - SP				
DATA DE EMISSÃO	24/08/22	CONDIÇÕES DE RECEBIMENTO	IN NATURA - VERMELHA		

Temperatura da perda ao fogo 950 ± 50 °C

Métodos: (X) A amostra foi preparada conforme IT-LCM-001

(X) Perda ao fogo IT-LCM-003

Temperatura de secagem 110 ± 5 °C

Análise por FRX - NBR 12677/2014

ANÁLISE QUANTITATIVA POR ESPECTROMETRIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X

DADOS DOS ENSAIOS

ENSAIOS	RESULTADOS (%)	ENSAIOS	RESULTADOS (%)
Perda ao fogo	3,87	MgO	2,20
SiO ₂	71,54	Na ₂ O	0,48
Al ₂ O ₃	10,46	K ₂ O	4,03
Fe ₂ O ₃	4,17	MnO	0,03
TiO ₂	0,44	P ₂ O ₅	0,03
CaO	2,85	-----	-----

CLÁUSULAS DE RESPONSABILIDADE

- * Os resultados obtidos somente se referem ao material submetido ao ensaio.
- * A identificação do material analisado é responsabilidade do solicitante.
- * O Laboratório se responsabiliza em arquivar a contraprova da amostra por um período de 90 dias após a conclusão do ensaio.
- * Não se admite qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem, a menos que esta tenha sido efetuada mediante nossa própria supervisão. Salvo menção expressa, as amostras foram livremente selecionadas pelo solicitante.
- * O Laboratório não se torna responsável pela divulgação ou o uso que o solicitante, outra pessoa ou entidade venham a fazer dos resultados do presente relatório.
- * O Laboratório não se torna responsável em nenhum caso de interpretação ou uso indevido que se possa fazer deste documento.
- * Este relatório só deve ser reproduzido por inteiro, a reprodução de partes requer aprovação por escrita do laboratório.

Obs.: Não há.

São Bernardo do Campo, 24 de agosto de 2022.

Kézia de Souza
Técnico de Laboratório

RELATÓRIO DE ENSAIOS

DATA DE RECEBIMENTO	10/08/22	Nº PROPOSTA	1336/22	NÚMERO DE RELATÓRIO	1336/22-4
AMOSTRA	AMOSTRA 4 - VERDE				
EMPRESA	MINERADORA OKUMENE LTDA.				
ENDEREÇO	EST IT 02 ESTRADA DA RESTINGA GROSSA SN KM 03 - ZONA RURAL - ITAÍ - SP				
DATA DE EMISSÃO	24/08/22	CONDIÇÕES DE RECEBIMENTO	IN NATURA - CINZA		

Temperatura da perda ao fogo 950 $\pm$ 50 °C

Métodos: (X) A amostra foi preparada conforme IT-LCM-001

(X) Perda ao fogo IT-LCM-003

Temperatura de secagem 110 $\pm$ 5 °C

Análise por FRX - NBR 12677/2014

ANÁLISE QUANTITATIVA POR ESPECTROMETRIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X

DADOS DOS ENSAIOS

ENSAIOS	RESULTADOS (%)	ENSAIOS	RESULTADOS (%)
Perda ao fogo	3,80	MgO	1,89
SiO ₂	72,00	Na ₂ O	1,28
Al ₂ O ₃	13,31	K ₂ O	3,66
Fe ₂ O ₃	1,48	MnO	0,02
TiO ₂	0,60	P ₂ O ₅	0,08
CaO	1,22	----	-----

CLÁUSULAS DE RESPONSABILIDADE

- * Os resultados obtidos somente se referem ao material submetido ao ensaio.
- * A identificação do material analisado é responsabilidade do solicitante.
- * O Laboratório se responsabiliza em arquivar a contraprova da amostra por um período de 90 dias após a conclusão do ensaio.
- * Não se admite qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem, a menos que esta tenha sido efetuada mediante nossa própria supervisão. Salvo menção expressa, as amostras foram livremente selecionadas pelo solicitante.
- * O Laboratório não se torna responsável pela divulgação ou o uso que o solicitante, outra pessoa ou entidade venham a fazer dos resultados do presente relatório.
- * O Laboratório não se torna responsável em nenhum caso de interpretação ou uso indevido que se possa fazer deste documento.
- * Este relatório só deve ser reproduzido por inteiro, a reprodução de partes requer aprovação por escrita do laboratório.

Obs.: Não há.

São Bernardo do Campo, 24 de agosto de 2022.

Kézia de Souza
Técnico de Laboratório

RELATÓRIO DE ENSAIOS

DATA DE RECEBIMENTO	10/08/22	Nº PROPOSTA	1336/22	NÚMERO DE RELATÓRIO	1336/22-3
AMOSTRA	AMOSTRA 3 - ROXA				
EMPRESA	MINERADORA OKUMENE LTDA.				
ENDEREÇO	EST IT 02 ESTRADA DA RESTINGA GROSSA SN KM 03 - ZONA RURAL - ITAÍ - SP				
DATA DE EMISSÃO	24/08/22	CONDIÇÕES DE RECEBIMENTO	IN NATURA - CINZA		

Temperatura da perda ao fogo 950 ± 50 °C

Métodos: (X) A amostra foi preparada conforme IT-LCM-001

(X) Perda ao fogo IT-LCM-003

Temperatura de secagem 110 ± 5 °C

Análise por FRX - NBR 12677/2014

ANÁLISE QUANTITATIVA POR ESPECTROMETRIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X

DADOS DOS ENSAIOS

ENSAIOS	RESULTADOS (%)	ENSAIOS	RESULTADOS (%)
Perda ao fogo	4,64	MgO	2,16
SiO ₂	67,57	Na ₂ O	0,52
Al ₂ O ₃	13,34	K ₂ O	4,50
Fe ₂ O ₃	4,02	MnO	0,03
TiO ₂	0,57	P ₂ O ₅	0,09
CaO	2,22	-----	-----

CLÁUSULAS DE RESPONSABILIDADE

- * Os resultados obtidos somente se referem ao material submetido ao ensaio.
- * A identificação do material analisado é responsabilidade do solicitante.
- * O Laboratório se responsabiliza em arquivar a contraprova da amostra por um período de 90 dias após a conclusão do ensaio.
- * Não se admite qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem, a menos que esta tenha sido efetuada mediante nossa própria supervisão. Salvo menção expressa, as amostras foram livremente selecionadas pelo solicitante.
- * O Laboratório não se torna responsável pela divulgação ou o uso que o solicitante, outra pessoa ou entidade venham a fazer dos resultados do presente relatório.
- * O Laboratório não se torna responsável em nenhum caso de interpretação ou uso indevido que se possa fazer deste documento.
- * Este relatório só deve ser reproduzido por inteiro, a reprodução de partes requer aprovação por escrita do laboratório.

Obs.: Não há.

São Bernardo do Campo, 24 de agosto de 2022.

Kézia de Souza
Técnico de Laboratório

RELATÓRIO DE ENSAIOS

DATA DE RECEBIMENTO	10/08/22	Nº PROPOSTA	1336/22	NÚMERO DE RELATÓRIO	1336/22-2
AMOSTRA	AMOSTRA 2 - CINZA				
EMPRESA	MINERADORA OKUMENE LTDA.				
ENDEREÇO	EST IT 02 ESTRADA DA RESTINGA GROSSA SN KM 03 - ZONA RURAL - ITAÍ - SP				
DATA DE EMISSÃO	24/08/22	CONDIÇÕES DE RECEBIMENTO	IN NATURA - CINZA		

Temperatura da perda ao fogo 950 ± 50 °C

Métodos: (X) A amostra foi preparada conforme IT-LCM-001

(X) Perda ao fogo IT-LCM-003

Temperatura de secagem 110 ± 5 °C

Análise por FRX - NBR 12677/2014

ANÁLISE QUANTITATIVA POR ESPECTROMETRIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X

DADOS DOS ENSAIOS

ENSAIOS	RESULTADOS (%)	ENSAIOS	RESULTADOS (%)
Perda ao fogo	1,52	MgO	0,83
SiO ₂	69,83	Na ₂ O	1,54
Al ₂ O ₃	13,64	K ₂ O	6,61
Fe ₂ O ₃	4,55	MnO	0,02
TiO ₂	0,54	P ₂ O ₅	0,02
CaO	0,27	-----	-----

CLÁUSULAS DE RESPONSABILIDADE

- * Os resultados obtidos somente se referem ao material submetido ao ensaio.
- * A identificação do material analisado é responsabilidade do solicitante.
- * O Laboratório se responsabiliza em arquivar a contraprova da amostra por um período de 90 dias após a conclusão do ensaio.
- * Não se admite qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem, a menos que esta tenha sido efetuada mediante nossa própria supervisão. Salvo menção expressa, as amostras foram livremente selecionadas pelo solicitante.
- * O Laboratório não se torna responsável pela divulgação ou o uso que o solicitante, outra pessoa ou entidade venham a fazer dos resultados do presente relatório.
- * O Laboratório não se torna responsável em nenhum caso de interpretação ou uso indevido que se possa fazer deste documento.
- * Este relatório só deve ser reproduzido por inteiro, a reprodução de partes requer aprovação por escrita do laboratório.

Obs.: Não há.

São Bernardo do Campo, 24 de agosto de 2022.

Kézia de Souza
Técnico de Laboratório

RELATÓRIO DE ENSAIOS

DATA DE RECEBIMENTO	10/08/22	Nº PROPOSTA	1336/22	NÚMERO DE RELATÓRIO	1336/22-1
AMOSTRA	AMOSTRA 1 - AMARELA				
EMPRESA	MINERADORA OKUMENE LTDA.				
ENDEREÇO	EST IT 02 ESTRADA DA RESTINGA GROSSA SN KM 03 - ZONA RURAL - ITAÍ - SP				
DATA DE EMISSÃO	24/08/22	CONDIÇÕES DE RECEBIMENTO	IN NATURA - AMARELA		

Temperatura da perda ao fogo 950 ± 50 °C

Métodos: (X) A amostra foi preparada conforme IT-LCM-001

(X) Perda ao fogo IT-LCM-003

Temperatura de secagem 110 ± 5 °C

Análise por FRX - NBR 12677/2014

ANÁLISE QUANTITATIVA POR ESPECTROMETRIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X

DADOS DOS ENSAIOS

ENSAIOS	RESULTADOS (%)	ENSAIOS	RESULTADOS (%)
Perda ao fogo	11,57	MgO	1,02
SiO ₂	60,91	Na ₂ O	1,03
Al ₂ O ₃	8,49	K ₂ O	1,57
Fe ₂ O ₃	1,50	MnO	0,07
TiO ₂	0,51	P ₂ O ₅	0,07
CaO	13,54	-----	-----

CLÁUSULAS DE RESPONSABILIDADE

- * Os resultados obtidos somente se referem ao material submetido ao ensaio.
- * A identificação do material analisado é responsabilidade do solicitante.
- * O Laboratório se responsabiliza em arquivar a contraprova da amostra por um o período de 90 dias após a conclusão do ensaio.
- * Não se admite qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem, a menos que esta tenha sido efetuada mediante nossa própria supervisão. Salvo menção expressa, as amostras foram livremente selecionadas pelo solicitante.
- * O Laboratório não se torna responsável pela divulgação ou o uso que o solicitante, outra pessoa ou entidade venham a fazer dos resultados do presente relatório.
- * O Laboratório não se torna responsável em nenhum caso de interpretação ou uso indevido que se possa fazer deste documento.
- * Este relatório só deve ser reproduzido por inteiro, a reprodução de partes requer aprovação por escrita do laboratório.

Obs.: Não há.

São Bernardo do Campo, 24 de agosto de 2022.

Kézia de Souza
Técnico de Laboratório