

ESTUDO DA PRODUÇÃO DE MASSAS CERÂMICAS PARA REVESTIMENTO COM MATÉRIAS-PRIMAS REGIONAIS PELO MÉTODO TRIAXIAL: PARTE 1

Bruna Pereira do Nascimento Souza¹

Mauro Froes Meyer²

Djalma Valério Ribeiro Neto³

Tércio Graciano Machado⁴

Flánelson Maciel Monteiro⁵

Tecnologia Ambiental

Resumo

O processo de fabricação dos materiais cerâmicos é iniciado com a escolha das matérias primas e finaliza na seleção do tipo de sinterização das peças. Contudo, determinar a porcentagem de cada matéria prima que irá compor uma massa cerâmica é um processo que necessita de muito conhecimento técnico. Porém, há técnicas científicas que são usadas para formular as massas cerâmicas e trazerem maior confiabilidade e exatidão nas propriedades dos produtos finais, têm-se, por exemplo, o método triaxial. Nesta técnica os três principais componentes da massa cerâmica são distribuídos em diagrama na forma de triângulo equilátero. Dessa forma, tendo em vista a necessidade do desenvolvimento de massas cerâmicas com propriedades adequadas para atender as especificações técnicas e que o uso de métodos científicos para iniciar o processo de fabricação de peças cerâmicas é indispensável, foi idealizado esse trabalho. Portanto, este trabalho possui como objetivo a produção de massas cerâmicas, com matérias primas regionais, através do método triaxial. Foram desenvolvidas 6 (seis) formulações de massas cerâmicas usando como matérias primas uma argila, de queima branca, feldspato de potássio e quartzo. O processo de conformação ocorreu em uma prensa hidráulica com pressão de 21 MPa, sendo produzidas 15 amostras de cada formulação. A sinterização das amostras foi realizada nas temperaturas de 1000°C, 1100°C e 1150°C, com taxa de aquecimento de 10°C/min e patamar de 60 minutos, em forno do tipo mufla. Os resultados mostram que as massas cerâmicas, produzidas através do método triaxial, possuem propriedades que propiciam a produção de peças cerâmicas.

Palavras-chave: Método triaxial; Massas Cerâmicas; Argila; Revestimentos.

¹ Aluna do Curso Técnico em Mineração, Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN, Campus Natal Central, Diretoria Acadêmica de Recursos Naturais - DIAREN, b.pereira@escolar.ifrn.edu.br.

² Prof. Me. Instituto Federal, do Rio Grande do Norte – IFRN, Campus Natal Central, Diretoria Acadêmica de Recursos Naturais – DIAREN. mauro.meyer@ifrn.edu.br.

³ Técnico Laboratorista do IFRN, Gestor Ambiental, Mestrando em Recursos Naturais – PPGUSRN, Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN, Campus Natal Central, Diretoria Acadêmica de Recursos Naturais - DIAREN, djalma.neto@ifrn.edu.br.

⁴ Prof. Dr. Instituto Federal, do Rio Grande do Norte – IFRN, Campus Natal Central, Diretoria Acadêmica da Indústria – DIACIN. gracianomil@hotmail.com.

⁵ Prof. Dr. Instituto Federal, do Rio Grande do Norte – IFRN, Campus Natal Central, Diretoria Acadêmica de Recursos Naturais – DIAREN. flanelson.monteiro@ifrn.edu.br.

INTRODUÇÃO

De acordo com Almeida (2010), os materiais cerâmicos são essenciais para o desenvolvimento da humanidade. Há registros da manipulação da argila, para produção de utensílios para o uso cotidiano, nas civilizações mais antigas da humanidade, por exemplo. Dessa maneira, uma das formas usadas para datar e refletir sobre o modo como o homem se comportava nas civilizações antigas é usando as peças cerâmicas como referência. Esses materiais são característicos por possuírem um bom isolamento térmico e elétrico, resistência ao ataque químico e, apesar de não terem ductilidade, serem rígidos.

O processo de fabricação dos materiais cerâmicos é iniciado na escolha das matérias primas. De maneira geral, especialmente na produção de revestimentos cerâmicos, são usadas as seguintes matérias primas: quartzo, feldspatos e argilas. O quartzo, que é composto basicamente por SiO_2 , tem como uma das funções a melhoria da resistência mecânica e controlar a dilatação das peças. Os feldspatos (sódico ou potássio), por sua vez, possuem diversas funções na produção ceramista, sendo a principal servir como fundente, onde vai baixar o ponto de fusão da composição/massa cerâmica. O resultado é a formação de fase vítrea, que diminui a porosidade das peças, propriedade importante para os materiais cerâmicos.

As argilas, formadas por diversos tipos de minerais metálicos e não metálicos, são responsáveis pela plasticidade da massa cerâmica, propriedade necessária para fabricar as peças, além disso, inserirem vários outros elementos na massa, tais como: quartzo, feldspatos e outros elementos. De outro modo, o uso de argilas como principal matéria prima usada na fabricação de peças cerâmicas supera os aspectos tecnológicos, fazendo parte da tradição popular em praticamente todas as regiões do País (SILVA et al., 2011).

Para Santos et al. (2021), as peças cerâmicas são fabricadas através de diversos processos, tais como: conformação mecânica, colagem por barbotina e extrusão. A determinação do percentual das matérias primas que devem compor a massa é essencial para se conhecer qual o tipo de produto será produzido e suas propriedades finais. O método triaxial é usado na composição de massas cerâmicas em diversos setores da indústria cerâmica,

Realização



Apoio



especialmente na fabricação de revestimentos, trazendo mais confiabilidade sobre os resultados finais. Neste sentido, é importante frisar que o setor dos revestimentos cerâmicos possui uma contribuição significativa para o Brasil, pois até 2016 era o terceiro maior produtor e consumidor do mundo, quando foi substituído pela Índia.

Geralmente, o método empírico ainda é muito utilizado na produção dos materiais cerâmicos, especialmente nas olarias, cerâmicas e em outros tipos de empreendimentos cerâmicos, onde o conhecimento da fabricação das peças é adquirido pela observação. Por outro lado, há outros métodos para determinar a quantidade correta dos componentes das matérias primas, trazendo maior confiabilidade nas propriedades técnicas dos produtos, entre esses métodos existe o triaxial. Portanto, este trabalho possui como objetivo a produção de massas cerâmicas, com matérias primas regionais do Rio Grande do Norte, através do método triaxial, para o setor de revestimentos cerâmicos.

METODOLOGIA

A produção de massas cerâmicas pelo método triaxial é comum no setor ceramista, especialmente para fabricação de peças dos setores da cerâmica branca e tradicional. Neste processo usa-se um triângulo equilátero onde em qualquer ponto escolhido há um total de 100% dos três componentes (MORELLI, 2000). Esse método foi usado para produção de massas cerâmicas para o setor artístico com três componentes minerais (ESPINDOLA, 2016). A Figura 1 apresenta um exemplo do diagrama triaxial usado, comumente para produção ceramista.

Realização



Apoio



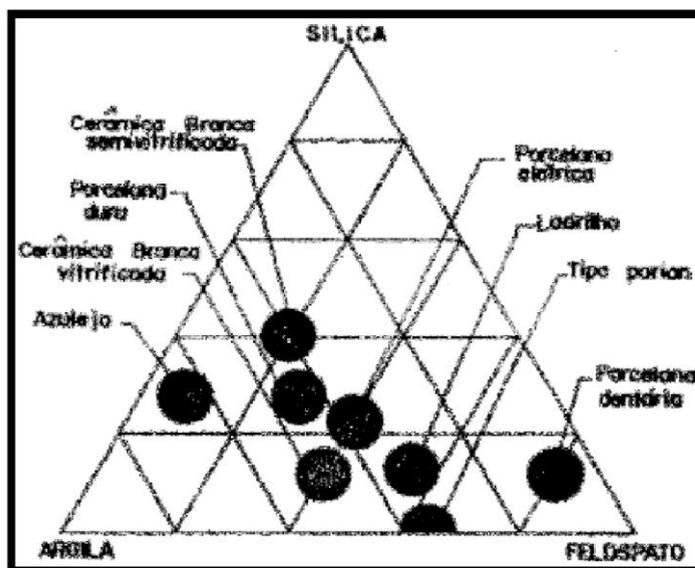


Figura 1 – Diagrama triaxial das composições cerâmicas.
Fonte: Norton (1973, *apud* Freire, 2007, p. 73)

Dessa maneira, usando como base os pontos do diagrama, é possível calcular a porcentagem de cada um dos três elementos usados para produção das massas. É possível produzir dezenas de massas cerâmicas, apenas modificando o valor referencial de cada divisão do triângulo.

O processo de preparação das matérias primas que compõem este trabalho ocorreu da seguinte maneira: as amostras da argila foram coletadas no distrito de Olho D'água do Chapéu, município de São Gonçalo do Amarante/RN – região metropolitana de Natal. O material foi cominuído em um almofariz, de modo a facilitar sua passagem nas peneiras de 65 mesh (com abertura de 212µm) e, logo em seguida, na peneira de 200 mesh (abertura de 74µm). As demais matérias primas usadas nas massas cerâmicas (feldspato de potássio e quartzo) foram disponibilizadas pela ARMIL LTDA e já se encontravam na granulometria de 200 mesh. Em relação a caracterização físico-química da argila caulínica, todos os ensaios realizados foram publicados no trabalho de F. Monteiro (MONTEIRO, 2017).

A elaboração das massas cerâmicas se deu através da utilização de um diagrama ternário, conforme pode ser observado na Figura 2. A seleção dos seis pontos no diagrama ocorreu pela possibilidade de ter-se, em diferentes proporções, os três componentes minerais.

Realização

Apoio

Cada divisão do triângulo tem o valor de 20%, mas poderia ter outro, se assim terminar o responsável. A Figura 2 mostra o diagrama triaxial e em destaque os 6 (seis) pontos que foram escolhidos para confecção das massas cerâmicas.

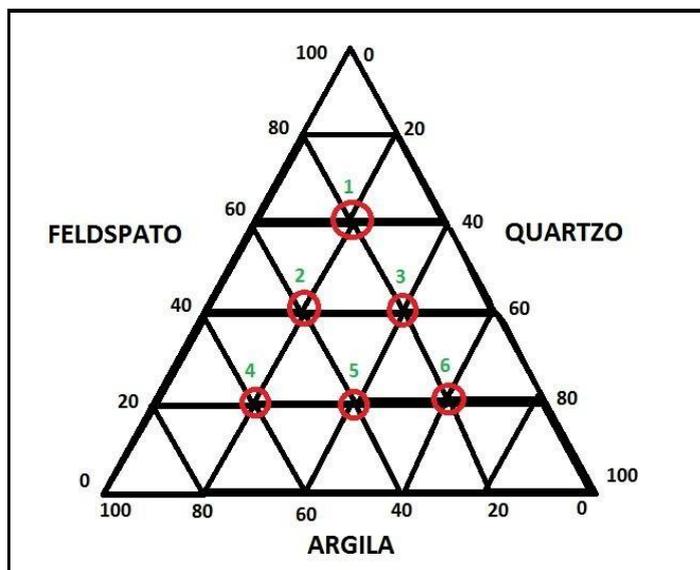


Figura 2 – Diagrama triaxial para produção de massas cerâmicas.
Fonte: Espinola (2016) [5]. Adaptado pelos autores (2022).

Na Tabela 1 se encontram os percentuais de cada componente mineralógico que faz parte das massas cerâmicas, conforme o ponto escolhido. Após ter-se os percentuais de cada componente que vão compor as massas, iniciou-se o processo de mistura das matérias primas e umidificação com 10% de água.

Tabela 1- Percentual dos minerais utilizados em cada formulação.

FORMULAÇÕES ELABORADAS			
MASSAS CERÂMICAS	PERCENTUAL DE MATERIAL		
	FELDSPATO ORTOCLÁSIO	QUARTZO	ARGILA
M1	60%	20%	20%
M2	40%	20%	40%
M3	40%	40%	20%
M4	20%	20%	60%
M5	20%	40%	40%
M6	20%	60%	20%

Fonte: Autores (2022).

A produção dos corpos de prova ocorreu pelo processo de conformação utilizando uma prensa hidráulica com pressão de 21 MPa. Foram produzidos um total de noventa corpos de prova, sendo quinze para cada formulação. As amostras ficaram por 24 horas em uma estufa para retirada da umidade. Logo após, os corpos de prova foram sinterizados em um forno do tipo mufla, sem atmosfera protetora, nas temperaturas de 1000°C, 1100°C e 1150°C, com taxa de aquecimento de 10°C/min e patamar de 60 minutos. Em cada temperatura foram sinterizadas 5 (cinco) amostras de cada massa cerâmica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de produção de massas cerâmicas pelo método triaxial resultou em 6 (seis) diferentes tipos de massas e todas foram aptas para fabricar corpos de prova com coloração clara, característica importante para peças de revestimento. Além disso, não foram observados empenamentos ou trincas que viessem a comprometer a resistência mecânica das peças.

Os corpos de prova foram analisados através dos ensaios tecnológicos de absorção de água (AA%), porosidade aparente (PA%), retração linear (RL%), perda ao fogo (PF%) e massa específica aparente (MEA – cm/g³). Os resultados dos ensaios tecnológicos das massas cerâmicas padrão se encontram na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados dos Ensaio Tecnológicos das Massas Padrão.

Temperatura/Ensaio	AA%	PA%	RL%	PF%	MEA
M1 -1000°C	27,653	32,63	-0,099	4,072	1,181
M1 -1100°C	21,401	27,66	2,913	3,813	1,292
M1 - 1150°C	6,053	9,67	9,470	3,574	1,602
M2 - 1000°C	19,295	26,207	-0,582	5,552	1,360
M2 -1100°C	12,369	18,584	4,031	7,024	1,502
M2 - 1150°C	6,685	10,712	6,082	4,076	1,601

Realização

Apoio



M3 - 1000°C	25,534	46,59	-0,359	2,798	1,039
M3 -1100°C	21,440	28,45	1,591	2,800	1,328
M3 -1150°C	18,388	25,28	3,824	3,881	1,378
M4 -1000°C	28,701	33,32	-0,281	8,580	1,163
M4- 1100°C	23,242	29,26	2,551	9,477	1,259
M4 -1150°C	18,775	25,59	4,948	7,785	1,363
M5 -1000°C	19,863	25,09	-0,02	6,02	1,263
M5 -1100°C	13,09	18,07	3,47	7,22	1,388
M5 -1150°C	6,93	10,83	7,09	4,97	1,564
M6 -1000°C	23,06	29,89	-0,906	2,520	1,296
M6 - 1100°C	21,49	28,67	0,564	3,224	1,335
M6 -1150°C	19,40	26,60	1,628	3,468	1,371

Legenda: M1 – Massa 1; M2 – Massa 2; M3 – Massa 3; M4 – Massa 4; M5 – Massa 5 e M6 – Massa 6.
Fonte: Autores (2022).

Ao analisar o resultado dos ensaios tecnológicos das massas padrão, encontrados na Tabela 2, é constatado que as massas M1, M2 e M5 obtiveram os melhores índices no ensaio de absorção de água (AA%), especificamente na temperatura de 1150°C. Os valores da absorção de água dessas massas cerâmicas variaram em torno de 6,55% na média. Sendo, portanto, considerados como similares aos índices dos revestimentos cerâmicos do tipo semiporoso (conforme NBR 13817:97).

Os resultados de AA% entre 10% a 20% de AA% se caracterizam como similares aos revestimentos cerâmicos porosos. Todavia, ainda houveram peças com índices superiores aos 20% de absorção de água, não se enquadrando na categoria de revestimento. Dessa maneira, é possível apontar qual massa cerâmica desenvolvida pelo método possui as melhores propriedades técnicas para fabricar os revestimentos.

Realização



Apoio



Neste trabalho, devido a quantidade de amostras e normas de publicação, não é possível colocar as imagens de todas as amostras produzidas. Sendo assim, para ilustração, foram escolhidas as peças da massa cerâmica M1 das três temperaturas de sinterização. As Figuras 3, 4 e 5, mostram, respectivamente, as amostras da massa cerâmica M1 sinterizadas.



Figura 3 – Massa Cerâmica M1 – 1000°C

Fonte: Arquivo Pessoal (2022).



Figura 4 – Massa Cerâmica M1 – 1100°C

Fonte: Arquivo Pessoal (2022).

Realização

Apoio



Figura 5 – Massa Cerâmica M1 – 1150°C
Fonte: Pessoal (2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de massas cerâmicas, usando como ferramenta o método triaxial, mostrou-se viável para ser utilizado com as matérias regionais, especialmente em massas cerâmicas para produção de revestimentos. De toda forma, ao analisar os resultados dos ensaios tecnológicos, é possível apontar que as massas produzidas possuem características e propriedades adequadas para o uso na indústria ceramista. É válido ressaltar também que as massas produzidas não apresentaram problemas como empenamentos ou trincas em nenhuma temperatura de sinterização.

AGRADECIMENTOS

Ao programa de iniciação à pesquisa do IFRN, que nos proporcionou a oportunidade da realização deste trabalho. Ao laboratório de Processamento Mineral e de Resíduos do IFRN - Campus Natal-Central, pela disponibilização dos equipamentos e ao Laboratório de Tecnologia Mineral e Materiais do qual faço parte.

Realização



Apoio





REFERÊNCIAS

ALMEIDA, FL., **Mulheres recipientes: recortes poéticos do universo feminino nas artes Visuais [online]**. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010. 238 p.

ESPINDOLA, Morgana. **Massas Cerâmicas Para Uso Na Escultura**. In: Encontro Anual De Iniciação Científica Da UNESPAR, 2., 2016, Paranavaí. **Anais [...]**. Paranavaí: Unespar, 2016. p. 1-14.

FREIRE, M. N., **Uso de matérias – primas argilosas do estado do Rio de Janeiro em massas cerâmicas para porcelanato: Formulação, propriedades físicas e microestrutura**. 2007. Tese – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy ribeiro, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 2007.

MONTEIRO, F. M., **Caracterização de Argila Caulinítica da Região Metropolitana de Natal-RN – Parte 1**. In: 72º CONGRESSO ANUAL DA ABM – INTERNACIONAL, 72., 2017, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: ABM, 2017. p. 1-12..
MORELLI, M. **Formulação de Materiais Cerâmicos e suas Aplicações**. DEMA – Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. Apostila do Curso. 80p, 2000).

SANTOS, Pablo Juan Lopes e Silva et al. **Efeito da adição de talco dolomítico de jazidas do Piauí como fundente em formulações de massa com argila caulinítica**. Cerâmica Industrial, [S.L.], v. 26, n. 1, p. 1-16, 2021. Editora Cubo. <http://dx.doi.org/10.4322/cerind.2021.002>.

SILVA, Maria Adeilza Pinheiro da et al. **Estudo da Matéria-Prima do Polo Cerâmico de Santo Antônio do Potengi (RN) Visando sua Aplicação em Cerâmica Artística**. Revista Cerâmica Industrial, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 21-24, jan/fev. 2011.

Realização



Apoio

