

DESENVOLVIMENTO DE VIDRADOS*

Isabela Mayumi Gibo**

Ricardo Minoru Gibo (Orientador)***

RESUMO

Ao longo da história as técnicas e conhecimentos sobre os vidrados foram preservados, desenvolvidos e difundidos de maneiras diversas em diferentes culturas e países. Os vidrados têm papel fundamental na cerâmica. Proporcionam impermeabilidade, resistência ao ataque químico, resistência mecânica, dureza, facilidade para limpeza e embelezar a peça com a obtenção de várias texturas e cores.

Elaborar um vidrado nem sempre é uma tarefa fácil. Envolve um conjunto de conhecimentos que nem sempre se relacionam de maneira clara e objetiva. Para o desenvolvimento das formulações foram utilizados triaxiais, diagramas, receitas prontas, afim de obter vidrados transparentes brilhantes, mates e foscos. Foram utilizadas matérias-primas secas, beneficiadas e classificadas na peneira ABNT 325 (abertura 0,045mm). Os vidrados foram preparados por dispersão manual com adição de 40% de água. Foram confeccionados botões de espalhamento para avaliar a fusibilidade e brilho. Posteriormente foram aplicados por banho, em corpos de prova para avaliação de transparência, opacidade, aspectos visuais, brilho, cor. Os botões e os corpos de prova foram queimados em forno intermitente com taxa de aquecimento de 2,5°C/minuto e patamar de 1 hora na temperatura de 1260°C. Os vidrados apresentaram características muito próximas das definidas pelas técnicas e referências utilizadas para o desenvolvimento dos vidrados.

Palavras-chaves: Vidrados. Seger. Triaxial.

* Trabalho desenvolvido para apresentação no Congresso Nacional de Técnicas para as Artes do Fogo 2016. Sendo este, parte das atividades realizadas no Atelier Terra Bela.

** Formada no Curso Técnico em Cerâmica pela Escola Senai Mario Amato.

***Técnico de Ensino do Curso Técnico em Cerâmica da Escola Senai Mario Amato.

1 Introdução

Ao longo da história as técnicas e conhecimentos sobre os vidrados foram preservados, desenvolvidos e difundidos de maneiras diversas em diferentes culturas e países.

Os vidrados têm papel fundamental na cerâmica. Proporcionam impermeabilidade, resistência ao ataque químico, resistência mecânica, dureza, facilidade para limpeza e embelezar a peça com a obtenção de várias texturas e cores. A utilização do vidrado sobre as peças cerâmicas é ampla. Em peças para decoração, utilitários, sanitários, telhas, pisos, azulejos. E também utilização da nanotecnologia para desenvolver vidrados bactericidas.

Elaborar um vidrado nem sempre é uma tarefa fácil. Matérias-primas, composição química, funções, proporção, preparação, aplicação, queima, formam um conjunto de conhecimentos que nem sempre se relacionam de maneira clara e objetiva.

O objetivo do trabalho é reproduzir formulações de vidrados apresentadas por diversas técnicas, avaliando os resultados obtidos com as características descritas pelas referências.

2 Desenvolvimento

Existem algumas maneiras para formular vidrados. Reproduzindo receita encontradas nos livros, na internet. Partindo da experiência, conhecimento sobre as matérias-primas, suas combinações e proporções. Buscando referências que relacionassem composição, temperatura e características. Para realização do trabalho foi utilizado um pouco de cada uma dessas maneiras para desenvolver vidrados.

2.1 Elaboração dos vidrados

Foram realizadas pesquisas nas literaturas relacionadas aos vidrados para buscar as técnicas para formular vidrados. Na pesquisa foram selecionadas tabelas, diagramas, gráficos e receitas.

2.1.1 Cone Seger

Uma das maneiras de representar a composição dos vidrados é através da fórmula de Seger. E como referência para elaborar as composições foi utilizada a tabela de composição dos cones pirométricos Seger.

La composición de los conos de Seger. Puede servir de punto de referencia para la composición de los vidriados. El intervalo de fusión del respectivo vidriado estaría entonces unos 40 a 80 K por encima de la temperatura nominal del correspondiente cono de Seger. (MATTHES, 1990, p 484).

Segundo essa orientação foram elaboradas quatro composições de vidrados. A queima das formulações foi definida em 1260°C. Adotando a correção de 60 K o cone 6a apresentará fusão em 1260°C. Para verificar de maneira mais ampla essa referência estabelecida pelos cones pirométricos foram escolhidas as duas composições seguintes com temperaturas abaixo do cone 6a (5a e 4a) e uma acima (7). As composições dos cones são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 – Composições dos cones pirométricos Seger.

Composições em número de equivalente grama dos óxidos					
Grupo	Óxido	4a	5a	6a	7
R₂O RO	Na₂O	0,043	0,028	0,013	
	K₂O	0,260	0,274	0,288	0,3
	CaO	0,649	0,666	0,685	0,7
	MgO	0,048	0,032	0,014	
R₂O₃	Al₂O₃	0,676	0,684	0,693	0,7
	B₂O₃	0,119	0,056	0,020	
RO₂	SiO₂	6,399	6,565	6,801	7

Através dos cálculos químicos o número de equivalente grama é transformado em massa e posteriormente em percentual. As composições são apresentadas na tabela 2. As formulações foram codificadas como S4a, S5a, S6a e S7, onde S se refere a Seger e 4a, 5a 6a e 7 são os códigos dados aos cones pirométricos.

Tabela 2 – Composições elaboradas a partir dos cones pirométricos Seger.

Composições em percentual de matérias-primas				
Matéria-prima	S4a	S5a	S6a	S7
Bórax	2,8	1,8	0,6	0,0
Ácido Bórico	0,4	0,0	0,0	0,0
Ortoclásio	24,9	26,1	27,0	27,6
Dolomita	1,5	1,0	0,4	0,0
Calcita	10,4	10,9	11,3	11,6
Caulim	18,5	18,1	17,5	17,1
Quartzo	41,5	42,1	43,0	43,7
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho.

2.1.2 Diagrama Stull e Howat

Mantendo a composição dos vidrados é através da fórmula de Seger e seguindo os estudos definidos por Parmelle, Stull e Howat, foram elaboradas outras trinta e duas formulações.

De acordo com Parmelle (1951), os limites dos equivalentes moleculares da alumina e da sílica para um vidro foram descritos por Herman Seger há muitos anos e nenhuma mudança importante tem sido proposta. Para o intervalo do cone 7 (1230°C) ao cone 10 (1300°C), a variação aproximada de alumina e sílica será de 0,4 a 0,8 e 3,0 a 5,0 respectivamente. Entre os cones 11 (1320°C) e 16 (1460°C) será de 0,5 a 1,1 de alumina e 6,0 a 15 de sílica.

Parmelle (1951 apud STULL; HOWAT, 1914), mostra na figura 1 a relação entre as variações de sílica e alumina, enquanto o grupo de RO se mantém constante com 0,3 de K₂O 0,7 de CaO.

Define os limites em relação às características visuais e apresenta as isotermas com as temperaturas de deformação das composições dos vidrados.

Stull e Howat, encontraram um "grupo eutético" que se encontra aproximadamente no centro do diagrama, onde estão melhores vidrados. A qualidade dos vidrados diminui em todas as direções em relação ao eutético. As composições que se supõem estarem localizadas no grupo eutético são dadas como:

RO:0,60 Al₂O₃: 4,0 SiO₂ – Temperatura de deformação 1220°C;
 RO:0,55 Al₂O₃: 3,5 SiO₂ – Temperatura de deformação 1227°C;
 RO:0,55 Al₂O₃: 4,0 SiO₂ – Temperatura de deformação 1230°C;
 RO:0,60 Al₂O₃: 3,5 SiO₂ – Temperatura de deformação 1222°C;

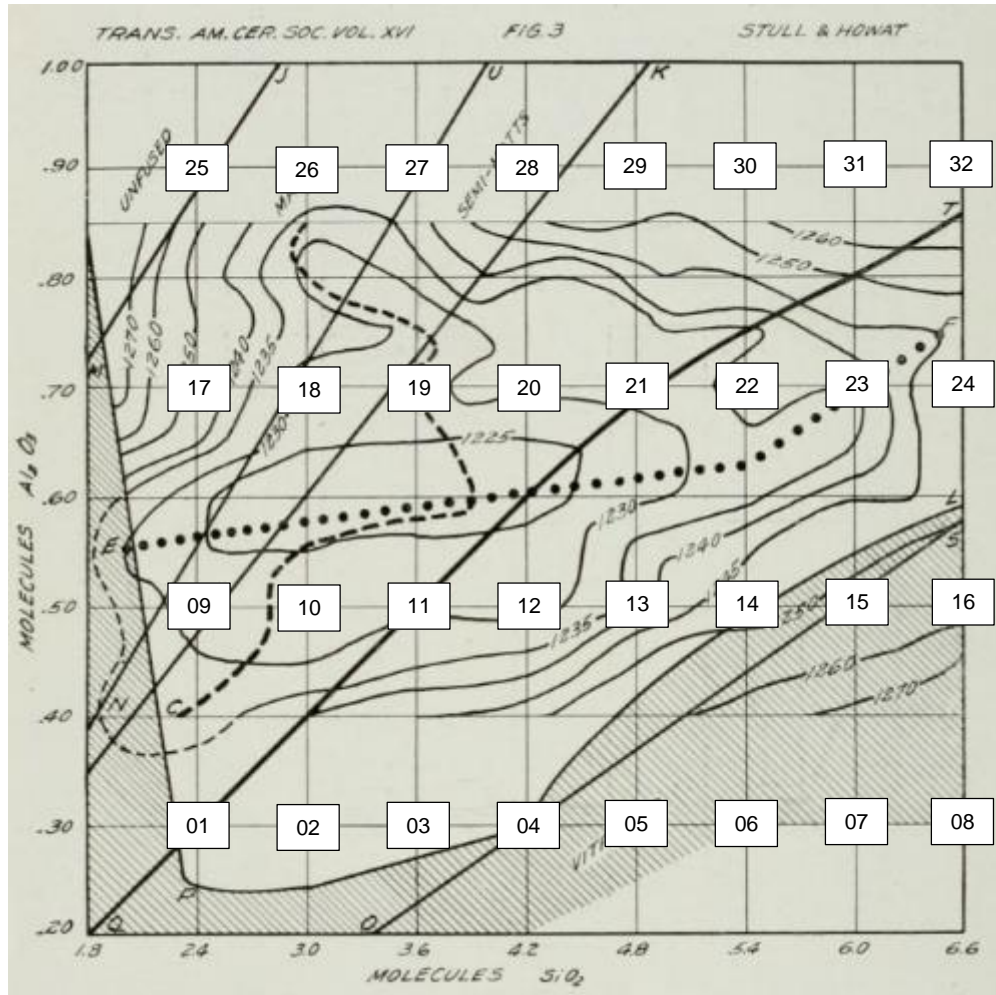


Figura 1 – Diagrama da variação nas proporções de sílica e alumina.
 Fonte: Parmelle (1951, p158).

As composições baseadas no estudo de Stull e Howat foram codificadas sequencialmente de 01 a 32, e são apresentadas nas tabelas 3, 4, 5 e 6.

Tabela 3 – Composições de 01 a 08 elaboradas a partir do diagrama de Stull e Howat.

Composições em percentual de matérias-primas								
Matérias-primas	01	02	03	04	05	06	07	08
Feldspato	61	54	48	44	40	37	34	32
Calcita	26	23	20	18	17	15	14	13
Caulim	0	0	0	0	0	0	0	0
Alumina	0	0	0	0	0	0	0	0
Quartzo	13	23	31	38	43	48	52	55
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho.

Tabela 4 – Composições de 09 a 16 elaboradas a partir do diagrama de Stull e Howat.

Composições em percentual de matérias-primas								
Matérias-primas	09	10	11	12	13	14	15	16
Feldspato	56	50	44	41	37	35	32	30
Calcita	23	21	19	17	16	14	14	13
Caulim	17	15	14	13	12	11	10	9
Alumina	0	0	0	0	0	0	0	0
Quartzo	4	14	23	29	35	40	44	48
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho.

Tabela 5 – Composições de 17 a 24 elaboradas a partir do diagrama de Stull e Howat.

Composições em percentual de matérias-primas								
Matérias-primas	17	18	19	20	21	22	23	24
Feldspato	51	46	42	38	35	33	31	29
Calcita	22	19	17	16	15	14	13	12
Caulim	24	28	26	24	22	20	19	18
Alumina	3	0	0	0	0	0	0	0
Quartzo	0	7	15	22	28	33	37	41
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho.

Tabela 6 – Composições de 25 a 32 elaboradas a partir do diagrama de Stull e Howat.

Composições em percentual de matérias-primas								
Matérias-primas	25	25	27	28	29	30	31	32
Feldspato	48	43	39	36	33	31	29	27
Calcita	20	18	16	15	14	13	12	12
Caulim	22	39	36	33	31	29	27	25
Alumina	9	0	0	0	0	0	0	0
Quartzo	0	0	9	16	22	27	32	36
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho.

2.1.3 Triaxial

A outra técnica utilizada para elaborar as formulações foi o triaxial. Nos vértices do triângulo ficam posicionadas as matérias-primas puras, ou seja, na proporção de 100% (Figura 2 – Triaxial com quartzo, feldspato e calcita). O deslocamento em direção à aresta oposta ao vértice faz com que a proporção das matérias-primas diminua. As matérias-primas utilizadas foram: quartzo, feldspato e calcita. Inicialmente essa variação foi feita a cada 20%. Posteriormente essa variação foi feita a cada 10% com máximo de 60% de quartzo e calcita.

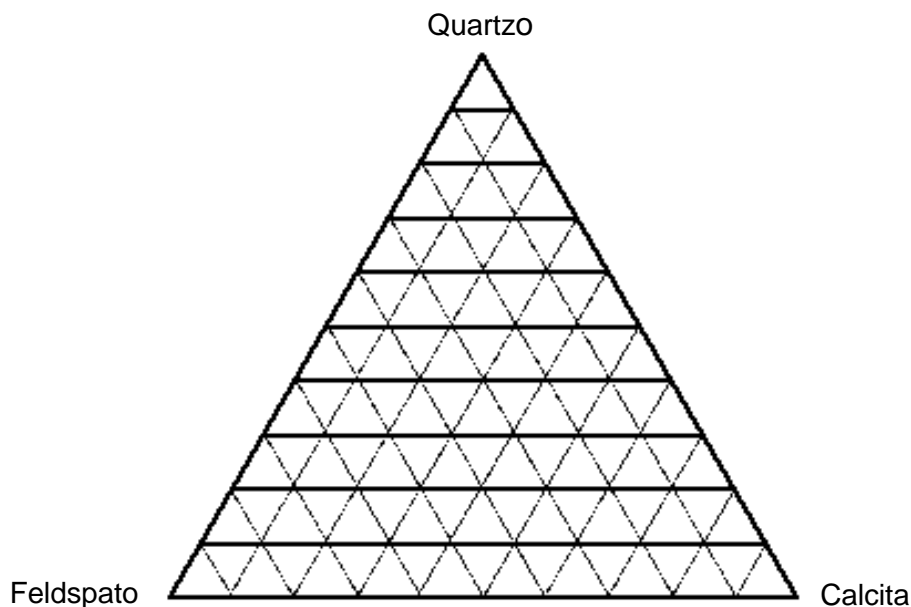


Figura 2 – Triaxial com quartzo, feldspato e calcita
Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho.

2.1.4 Sugestões de literatura

Foram também testadas sugestões de composições encontradas nos livros. A tabela 7 mostra quatro formulações de vidrados transparentes para queima entre testadas 1230°C a 1280°C. Os números dados aos vidrados se referem a sequência em que são apresentados na referência.

Tabela 7 – Sugestões de composições prontas para queima entre 1230°C a 1280°C.

Composições em percentual de matérias-primas				
Matérias-primas	34	127	128	131
Feldspato	45,5	25,0	31,5	34,5
Calcita	17,2	25,0	-	17,2
Quartzo	9,1	18,0	12,5	32,8
Caulim	10,2	7,0	9,7	8,6
Argila	-	20,0	-	-
Dolomita	18,0	5,0	-	-
Talco	-	-	17,2	-
Wollastonita	-	-	15,3	-
Carbonato de bário	-	-	13,8	-
Óxido de zinco	-	-	-	6,9
Total	100	100	100	100

Fonte: MATTHES, 1990.

Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho.

2.2 Preparação dos vidrados

Para compor as formulações, as utilizadas matérias-primas estavam secas e classificadas na peneira ABNT 325 (0,045 mm). As matérias-primas utilizadas foram: ácido bórico, alumina, argila, bórax, carbonato de bário, caulim, calcita, dolomita, feldspato albita, feldspato ortoclásio, óxido de zinco, quartzo, talco e wollastonita.

As formulações foram preparadas por dispersão manual com acréscimo de 60% de água. Para ajudar na dispersão foi adicionado silicato de sódio e conformação dos botões.

Para verificar as características de brilho, transparência e fusibilidade, foram confeccionados botões de fusibilidade com auxílio de argolas de PVC nas medidas de 13 mm de diâmetro por 10 mm de altura sobre placas biscoitadas de faiança feldspática (Figura 3).



Figura 3 – Confeção dos botões de fusibilidade.
Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho.

Após secagem os botões foram queimados em forno elétrico intermitente com taxa de aquecimento de 2,5°C por minuto na temperatura de 1260°C e patamar de 30 minutos.

2.3 Resultados

2.3.1 Cone Seger

Os vidrados elaborados a partir das composições dos cones pirométricos Seger codificados como, S4a, S5a, S6a e S7, apresentaram os resultados mostrados na figura 4.

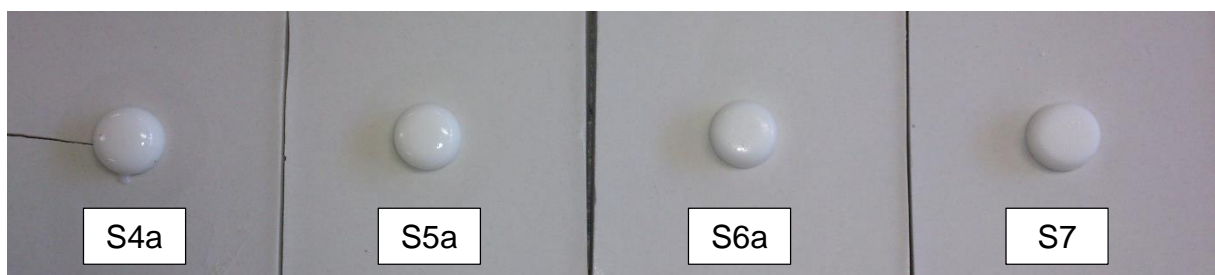


Figura 4 – Botões dos vidrados elaborados a partir dos cones pirométricos Seger.
Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho.

De acordo com a regra estabelecida por MATTHES (1990), a composição do cone S6a desenvolve um vidrado para 1260°C. As características do botão mostram aspecto vítreo e com transparência, demonstrando que é possível utilizar a composição dos cones para desenvolver vidrados.

2.3.2 Diagrama Stull e Howat

Os vidrados preparados a partir do diagrama criado no estudo de Stull e Howat, com as composições das tabelas 3, 4, 5 e 6 são apresentados na figura 5.

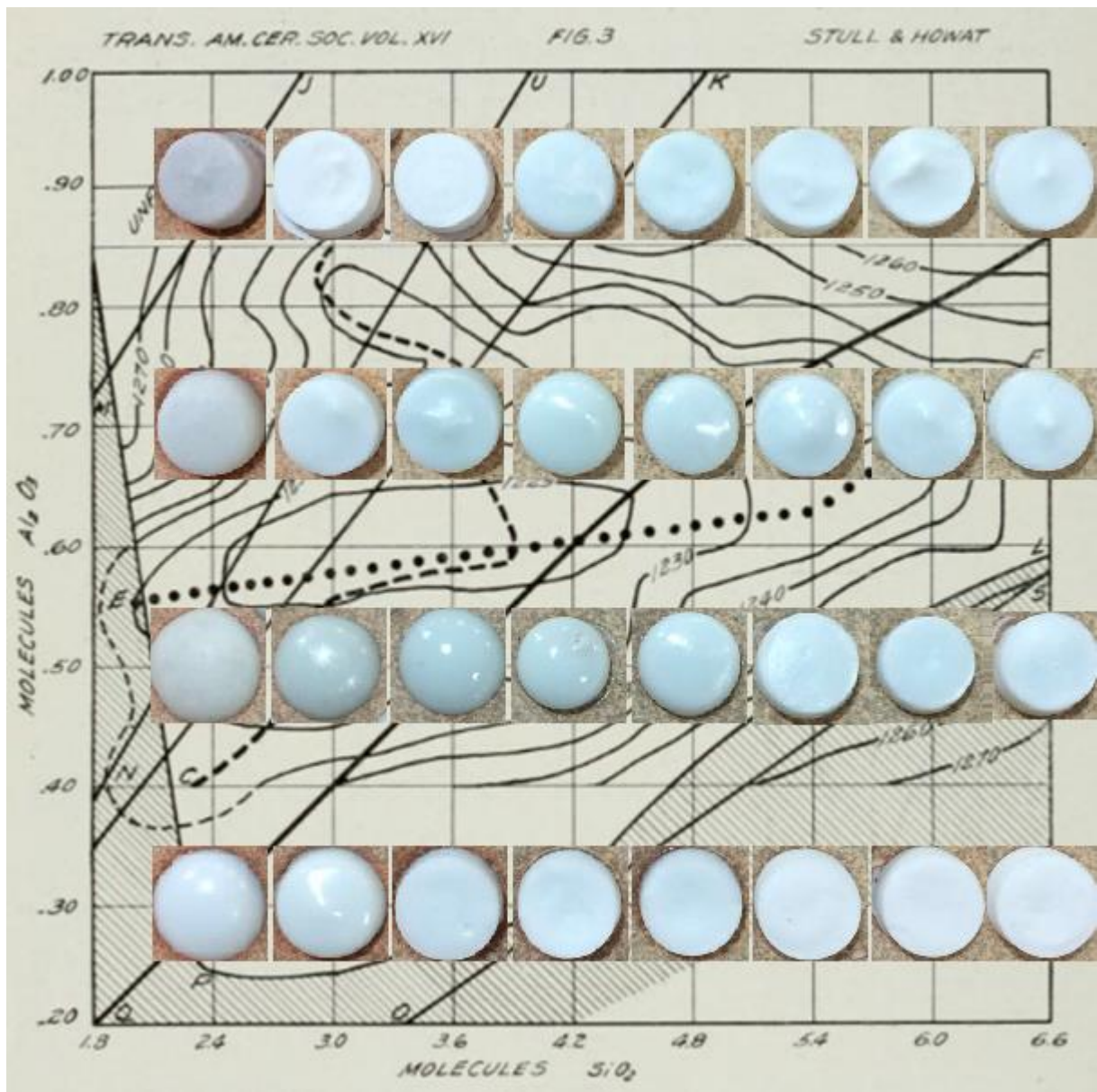


Figura 5 – Vidrados obtidos a partir do diagrama de Stull e Howat.

Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho.

Os melhores vidrados desenvolvidos por essa técnica foram: 10, 11 e 12. Apresentaram brilho e transparência ideais. Estes vidrados estão localizados na

região onde Stull e Howat, encontraram um "grupo eutético". Aproximadamente no centro do diagrama, onde estão melhores vidrados.

Os melhores vidrados, de acordo com Stull e Howat, correspondem teoricamente as composições:

0,30 K₂O: 0,70 CaO: 0,60 Al₂O₃: 4,0 SiO₂

0,30 K₂O: 0,70 CaO: 0,60 Al₂O₃: 3,5 SiO₂

0,30 K₂O: 0,70 CaO: 0,55 Al₂O₃: 4,0 SiO₂

0,30 K₂O: 0,70 CaO: 0,55 Al₂O₃: 3,5 SiO₂

Os vidrados 10, 11 e 12 apresentam as composições:

11) 0,30 K₂O: 0,70 CaO: 0,50 Al₂O₃: 3,0 SiO₂

12) 0,30 K₂O: 0,70 CaO: 0,50 Al₂O₃: 3,6 SiO₂

13) 0,30 K₂O: 0,70 CaO: 0,50 Al₂O₃: 4,2 SiO₂

Um próximo estudo preparando os vidrados com 0,55 e 0,60 de Al₂O₃ complementar o conjunto de testes.

2.3.3 Triaxial

A figura 6 apresenta os resultados das formulações preparadas a partir do triaxial (quartzo, feldspato, calcita), variando a proporção das matérias-primas de 20%.



Figura 6 – Triaxial quartzo, feldspato, calcita (20%/20%).

Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho.

O melhor resultado foi apresentado pelo vidro indicado pelo círculo. A formulação desses vidrados é composta por 20% de quartzo, 20% de calcita e 60% de feldspato.

A fim de avaliar melhor essa região do triângulo, é mostrado na figura 7 mostra os resultados do triaxial com variação de 10% das matérias-primas.

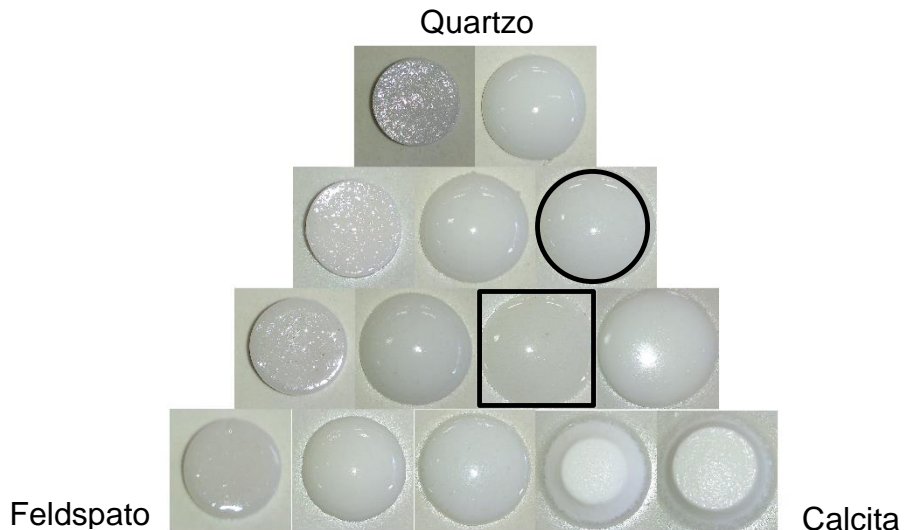


Figura 7 – Triaxial quartzo, feldspato, calcita (10%/10%).
Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho.

O vidro marcado com círculo corresponde ao vidro 20% de quartzo, 20% de calcita e 60% de feldspato, apresentado na figura 6. O vidro marcado com o quadrado apresentou maior brilho, maior transparência e um espalhamento maior. Sendo composto por: 10% de quartzo, 20% de calcita e 70% de feldspato.

2.3.4 Receitas prontas

A figura 8 apresenta os vidrados queimados retirados de referência bibliográfica. Os vidrados 128 e 131 apresentaram brilho, transparência e fusibilidade bons. As formulações 34 e 127 apresentaram superfície mate. Como a queima foi realizada em 1260°C e esses vidrados foram definidos para queima entre 1230°C e 1280°C essas duas composições devem precisar desses 20°C a mais.

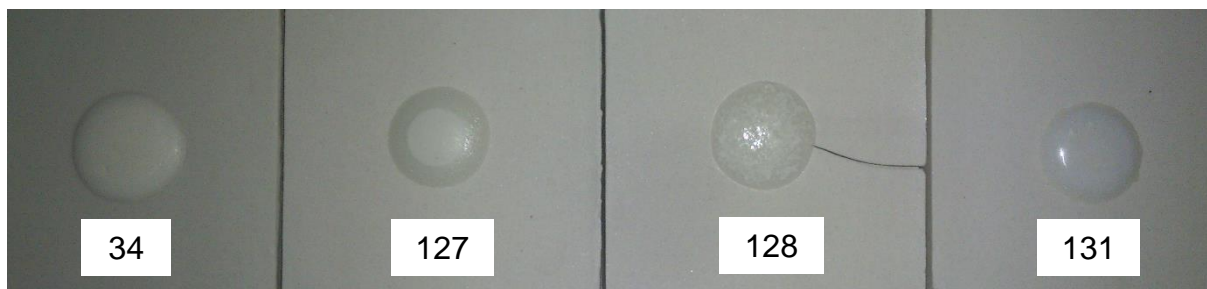


Figura 8 – Receitas prontas para queima entre 1230°C a 1280°C.

Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho.

3 Conclusão

Conclui-se que as técnicas testadas têm grande importância e utilidade no desenvolvimento de vidrados.

As técnicas teóricas, Seger e Stull e Howat necessitam de um conhecimento básico em química e matemática.

O triaxial o conhecimento em cálculo percentual é suficiente para elaborar as formulações.

E ambos os casos um ceramista iniciante, com pouca experiência em desenvolvimento de composições irá adquirir conhecimento durante a realização dos testes.

Para trabalhar com receitas prontas, é indispensável conhecer as matérias-primas e suas funções na composição para realizar os ajustes necessários para obtenção de vidrados de boa qualidade.

Neste caso um ceramista experiente com conhecimento em matérias-primas e formulações irá ajustá-las sem a necessidade de cálculos.

Referências

MATTHES, W. E. **Vidriados Cerâmicos: Fundamentos, propriedades, recetas, métodos.** Barcelona: Ediciones Omega, S. A., 1990.

NORTON, F. H. **Introdução à Tecnologia Cerâmica.** São Paulo, Edgard Blucher, 1973.

PARMELEE, C. W. **Ceramic Glazes.** Illinois, Chicago: Cahners Publishing, 1951.