

DESENVOLVIMENTO DE VIDROS ECOEFICIENTES A PARTIR DA RECICLAGEM DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

Marcelo Yoshinori Taniguchi ¹

marcelo.taniguchi2006@gmail.com

Faculdade de Tecnologia de São Paulo – FATEC-SP

Vanessa Duarte Del Cacho

vainessacacho@gmail.com

Faculdade de Tecnologia de São Paulo – FATEC-SP

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda da indústria vidreira por soluções sustentáveis e economicamente viáveis tem impulsionado pesquisas voltadas à incorporação de resíduos agroindustriais na produção de vidros comerciais, como alternativa para reduzir impactos ambientais e fortalecer a economia circular [1].

O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma alternativa para a fabricação de materiais vítreos a partir de resíduos agroindustriais, como cinza da casca de arroz (CCA), casca de ovo galináceo (COG) e cinza da palha de trigo (CPT), utilizados como matérias-primas na produção de vidros soda-cálcicos.

2. METODOLOGIA

As amostras vítreas foram produzidas utilizando-se tanto de matérias-primas comerciais quanto de resíduos previamente calcinados, CCA (1200°C/12 h), COG (950°C/3 h) e CPT (900°C/12 h), conforme descrito na Tabela I. A Figura 1 apresenta as etapas realizadas na produção das amostras vítreas

Tabela I - Matérias-primas e composição química para a fabricação das amostras (% em peso).

Amostras	Fonte SiO ₂	Fonte CaO	Fonte Na ₂ O	Fonte K ₂ O
Vidro 1	Areia Comercial	CaO	Na ₂ CO ₃	CPT
Vidro 2	CCA/CPT	COG/CPT		
Composição	72 % peso	10 % peso	16 % peso	2% peso

A Figura 1 expõe as etapas de produção das amostras vítreas a partir da incorporação dos resíduos propostos.

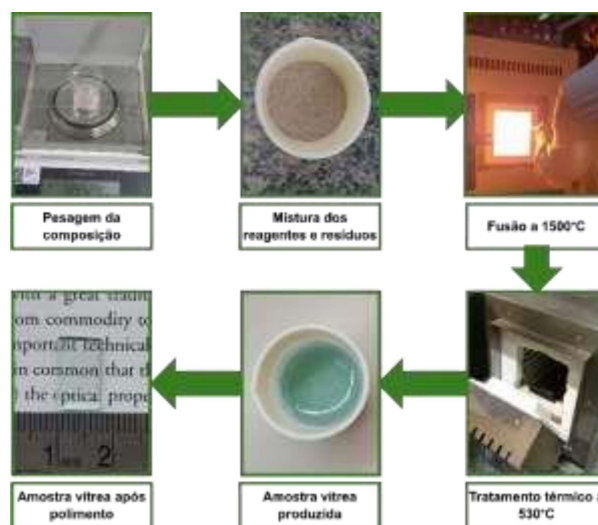


Figura 1 - Fluxograma do processo de produção das amostras vítreas com resíduos.

Os outros óxidos presentes na composição vítrea seriam a alumina (Al₂O₃), proveniente do cadinho usado durante a fusão, e as impurezas contidas nas matérias primas.

A Figura 2 apresenta as amostras vítreas produzidas, sendo o vidro 1 de CPT e matérias-primas comerciais, e o vidro 2, de resíduos agroindustriais (CCA, COG e CPT).

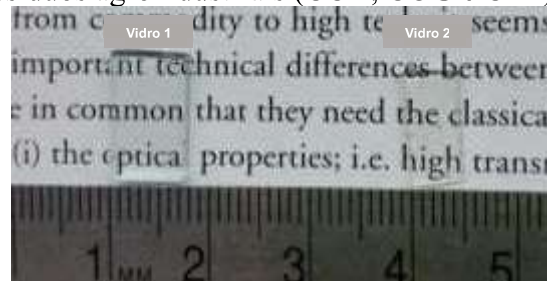


Figura 2 - Amostras produzidas a partir da incorporação da CPT.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 3 apresenta as micrografias de MEV (Microscopia Eletrônica de Varredura)

dos resíduos (casca de arroz, casca de ovo galináceo e palha de trigo) brutos e calcinados.

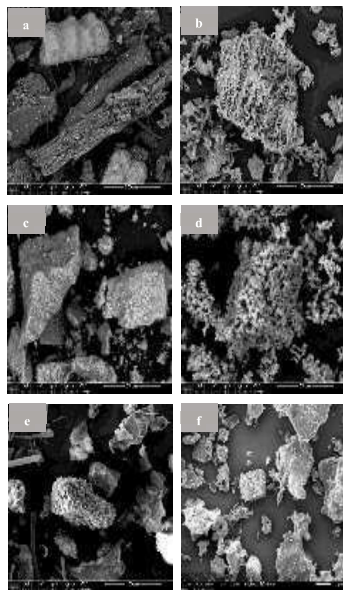


Figura 3 - Micrografias dos resíduos: a) CA bruta; b) CA calcinada a 1200°C/12h; c) COG bruta; d) COG calcinada a 1050°C/3h; e) PT bruta e f) CPT calcinada a 900°C/12h.

As micrografias dos resíduos brutos apresentam estrutura mais alongada, superfície não homogênea e isenta de poros, enquanto as micrografias dos resíduos calcinados têm tamanhos reduzidos, estrutura irregular e porosa, com superfícies não homogêneas, repleta de elevações e rugosidades.

Na Tabela II, as análises de EDS (Espectroscopia de Energia Dispersiva) mostram que a calcinação em altas temperaturas eliminou elementos orgânicos, umidade e carbono residual, restando apenas sílica, óxidos de fósforo, cálcio e potássio.

Tabela II - Composição química dos resíduos (% peso).

Óxidos	CCA	COG	CPT
SiO ₂	96,04	-	60,25
CaO	0,8	99,46	4,77
P ₂ O ₅	0,59	-	12,39
K ₂ O	2,21	0,17	10,97
MgO	-	-	2,51
Outros	0,36	0,37	9,11

Na tabela III, os resultados do EDS, comprovam a compatibilidade dos resíduos na substituição de SiO₂, CaO, K₂O e P₂O₅, como

também, a incorporação de Al₂O₃, ocasionada pela corrosão do cadinho durante a fusão.

Tabela III - Composição química dos vidros (% peso).

Óxidos	Vidro 1	Vidro 2
SiO ₂	67,29	57,66
Al ₂ O ₃	12,14	18,16
Na ₂ O	12,48	17,73
MgO	0,797	2,024
K ₂ O	1,03	1,203
CaO	6,267	3,224

A Figura 4 apresenta as análises de DRX (Difração de Raios X) para os vidros produzidos, com um halo localizado entre 15° e 35° (2θ), que caracteriza a presença da fase amorfa [2].

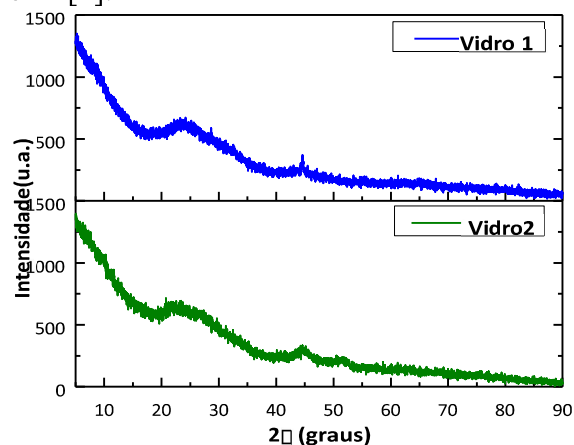


Figura 4- Difrátogramas dos vidros.

A Figura 5 apresenta os espectros de Transmitância no VIS das amostras vítreas produzidas. As transmitâncias máximas das amostras foram de ≈ 91 e 94 %. Para o vidro comercial de referência, a transmitância máxima foi ≈ 95 %. A amostra produzida com os 3 resíduos (CCA, COG e CPT) apresentou uma alta transmitância luminosa, ≈ 94 % (próxima do vidro comercial), ausência de coloração, evidenciando a redução e eliminação de íons de metal de transição.

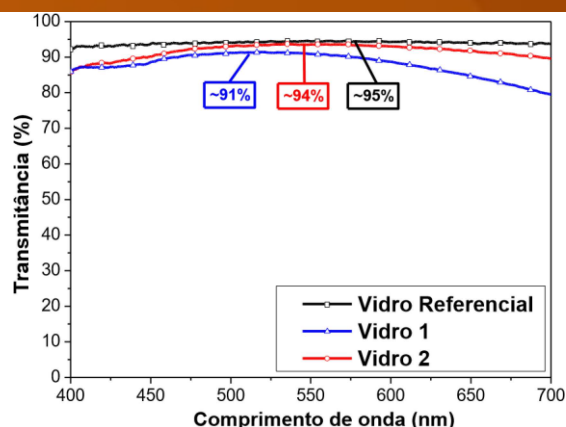


Figura 5 - Espectros de transmitância dos vidros produzidos.

4. CONCLUSÕES

Vidros aluminossilicatos foram produzidos utilizando resíduos agroindustriais (CCA, COG e CPT). A análise de EDS comprovou a compatibilidade desses resíduos como matérias-primas sustentáveis na incorporação em vidros, e o DRX indicou a presença de fase amorfa e ausência de cristalização. As medidas de transmitância no VIS indicaram que a amostra com 3 resíduos (CCA, COG e CPT) apresentou uma alta transmitância luminosa, $\approx 94\%$, sem coloração, evidenciando baixas concentrações de impurezas e propriedades ópticas

semelhantes aos vidros comerciais. Estes resultados confirmam que é possível produzir vidros a partir da substituição de matérias-primas por resíduos agroindustriais com propriedades compatíveis aos vidros comerciais.

REFERÊNCIAS

- [1] CORNEJO, I.A., et al: American Ceramic Society Bulletin, Vol. 93, No. 6, 2014.
- [2] Galvão, A.C.P. et.al. Proceeding 21º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Cuiabá, Brasil, 2014.

AGRADECIMENTOS

À Fatec-SP, ao LM²C² do PMT (Poli-USP) e CCTM do IPEN, pela disponibilização dos equipamentos e materiais.

Ao CNPq pela bolsa de iniciação científica.

¹Aluno de IC do CNPq.