

FABRICAÇÃO DE VIDROS A PARTIR DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

Ana Caroline M. da Silva¹

anacarolinemoura@outlook.com

Faculdade de Tecnologia de São Paulo – FATEC-SP

Vanessa Duarte Del Cacho²

vainessacacho@gmail.com

Faculdade de Tecnologia de São Paulo – FATEC-SP

1. Introdução

Na busca por soluções para minimizar os impactos ambientais decorrentes da extração de matérias-primas não renováveis e do descarte inadequado de resíduos, este trabalho explora a viabilidade do uso de resíduos agroindustriais na composição de vidros sodo-cálcicos, visando a produção de materiais ecoeficientes. Esta abordagem possibilita a substituição integral de matérias-primas como sílica, calcário e feldspato na fabricação de vidros. Foram utilizados resíduos, tais como cinza da casca de arroz (CCA), casca de ovo galináceo (COG) e cinza da casca do coco seco (CCC), como substitutos de matérias-primas naturais na produção de vidros sodo-cálcicos [1, 2].

2. Metodologia

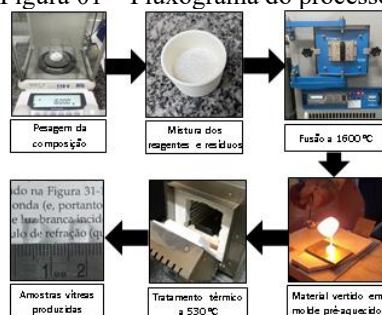
As amostras vítreas foram produzidas a partir das matérias-primas comerciais e dos resíduos previamente calcinados, CCA (1200°C/12 h), COG (950°C/3 h) e CCC (800°C/12 h), conforme descrito na Tabela 01. A Figura 01 expõe as etapas de produção das amostras.

Tabela 01 – Matérias-primas e resíduos utilizados para a fabricação das amostras.

Amostras	Fonte SiO ₂	Fonte CaO	Fonte Na ₂ O	Fonte K ₂ O
Vidro 1	Areia comercial	CaO	Na ₂ CO ₃	CCC
Vidro 2	CCA/ CCC	COG/ CCC	Na ₂ CO ₃	CCC

Fonte: Autor.

Figura 01 – Fluxograma do processo de fabricação.



Fonte: Autor.

3. Resultados e Discussões

Na Tabela 02, os resultados de FRX demonstram que a calcinação alterou a composição dos resíduos. Com as temperaturas empregadas, foi possível remover elementos orgânicos, umidade e carbono residual, resultando em óxidos essenciais como sílica, óxido de cálcio e potássio.

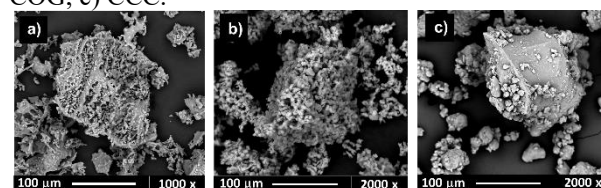
Tabela 02: Composição química dos resíduos (% em peso) obtida por FRX.

ÓXIDOS	CA	COG	CC
SiO ₂	96,04	-	31,76
CaO	0,80	99,46	19,86
K ₂ O	2,21	0,17	18,32
P ₂ O ₅	0,59	-	-
MgO	-	-	11,45
Fe ₂ O ₃	0,09	-	6,85
Al ₂ O ₃	-	-	1,989
Outros	0,27	0,37	9,77

Fonte: Autor.

As micrografias da CCA, COG e CCC (Figura 2) mostram que a morfologia das partículas apresentou uma superfície com elevações e texturas esféricas, as porosidades aparentes são resultado da decomposição do material orgânico presente no resíduo e liberado do CO₂ do interior da estrutura da casca, como resultado da queima. Desta forma, após calcinação, o resíduo adquire maior reatividade por ter maior área de superfície devido ao aumento da porosidade.

Figura 02: Micrografias dos resíduos calcinados a) CCA; b) COG; c) CCC.



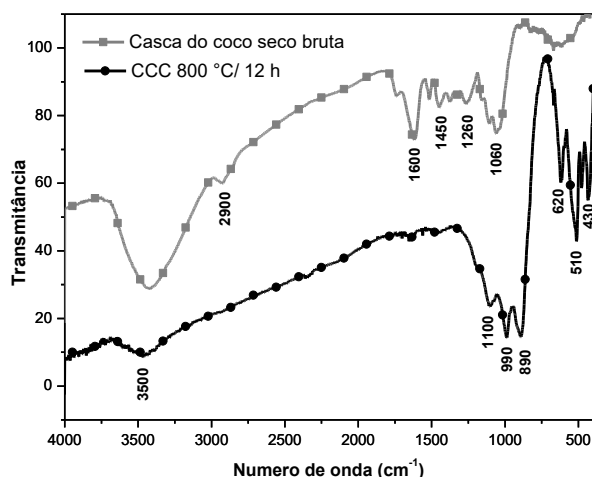
Fonte: Autor.

Na Figura 03, os espectros de FTIR das amostras de CC bruta e calcinada a 800 °C por 12 h, demonstram uma redução significativa na banda de infravermelho em aproximadamente 3440 cm⁻¹, que corresponde aos modos de vibração do silanol (Si-OH) e da água (H-OH) na superfície, devido a temperatura empregada no processo de calcinação, que elimina a água.

Podemos observar a ausência de bandas em aproximadamente 2900 cm⁻¹ até 1060 cm⁻¹, que são atribuídas aos grupos funcionais do material orgânico presente nas cascas (como lignina, celulose, hemicelulose e carbono) que foram eliminados durante a queima.

As bandas presentes em 1100 cm⁻¹, 620 cm⁻¹ e 430 cm⁻¹ são atribuídas à vibração de estiramento das ligações de Si-O-Si, Si-O e Si-H, respectivamente. A presença desses grupos indica que a CCC após calcinação a 800 °C é um material com alto teor de SiO₂ e com baixo conteúdo de componentes orgânicos residuais.

Figura 03 – FTIR da casca do coco bruta e calcinada a 800 °C/ 12h.



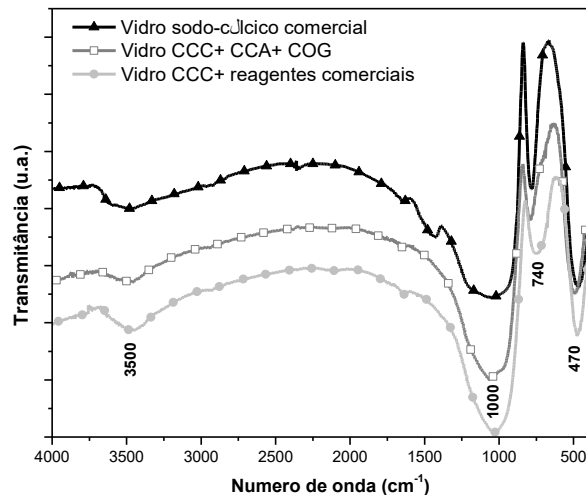
Fonte: Autor.

Na Figura 04, estão os espectros de FTIR das duas amostras produzidas, foram identificadas bandas características de vidros sodo-cálcicos. A banda em 470 cm⁻¹, está associada ao modo de vibração da ligação Si-O-Si. Em 740 cm⁻¹, está o modo de estiramento simétrico da ligação Si-O-Si dos oxigênios pontantes entre os tetraedros de sílica. A banda em 1000 cm⁻¹, corresponde ao modo vibracional da ligação Si-O-Si. Em 3500 cm⁻¹, observa-se a banda associada aos grupos silanóis (SiOH), moléculas de água absorvidas e ligações ao hidrogênio.

Os resultados confirmam que as bandas identificadas correspondem à ligação Si-O-Si, característica dos vidros sodo-cálcicos. Além

disso, não foram detectadas bandas associadas a grupos orgânicos, o que indica a eliminação dos resíduos durante a calcinação. Esses resultados demonstram que é viável produzir vidros sodo-cálcicos substituindo matérias-primas convencionais por resíduos agroindustriais.

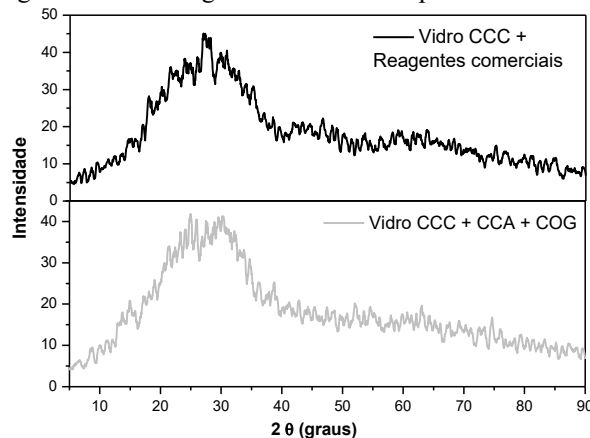
Figura 04 – FTIR das amostras produzidas.



Fonte: Autor.

Na Figura 05, a análise dos difratogramas comprovou o caráter amorfo de ambas as amostras, visto que elas apresentam um halo de difração localizado entre 20 e 35° (2θ), que é característico da fase amorfa. Pode-se, portanto, dizer que as amostras obtidas são vítreas, e que os resíduos foram incorporados sem que ocorresse a cristalização.

Figura 05 – Difratograma das amostras produzidas.



Fonte: Autor.

4. Conclusões

Este estudo apresentou a caracterização de vidros sodo-cálcicos produzidos com resíduos agroindustriais, como cinza de casca de arroz (CCA), casca de ovo galináceo (COG) e cinza da casca do coco seco (CCC), propondo uma alternativa sustentável para a produção de vidros. As análises de FRX indicaram que as composições químicas dos resíduos são

compatíveis com as matérias-primas tradicionais. As amostras produzidas não apresentaram coloração ou cristalização, com bandas de FTIR confirmando a presença de ligações Si-O-Si. A difração de raios X confirmou a natureza amorfa dos vidros, demonstrando a viabilidade de produzir vidros de cal-soda quimicamente estáveis a partir desses resíduos.

Referências

[1] CORNEJO, I.A.; et al. Hidden treasures: Turning food

waste into glass. American Ceramic Society Bulletin, v. 93, n. 6. 2014.

[2] CORNEJO, I.A.; REIMANIS, I.E.; et.al., Colorado School of Mines, US 2015/0065329 A1, 2015.

Agradecimentos

À FATEC-SP, CNPq-PIBIC pela bolsa de iniciação científica, ao LM2C2 do PMT (Poli-USP), CCTM do IPEN-USP, LSI da Poli-USP e LTMFO da FATEC-SP, pela disponibilização dos equipamentos.

¹ Aluna de IC com bolsa CNPq