



Obtenção e avaliação estrutural de um pigmento inorgânico a partir de resíduos de centrais dosadoras de concreto e de tratamento de águas da cidade de Manaus

Jéssica Raíssa Melo Guimarães¹(PQ)*, Marcus Valério Botelho do Nascimento¹(PG), Marcella Cortes¹(PQ), Francisco Xavier Nobre¹(PQ), Lizandro Manzato¹(PQ)

* jrmg.eng@uea.edu.br

¹Instituto Federal do Amazonas, Campus Manaus Distrito Industrial, Laboratório de Síntese e Caracterização de Materiais

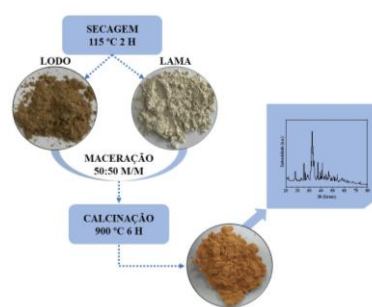
Palavras Chave: Pigmento, Resíduos, DRX.

Introdução

Um material capaz de alterar a cor da luz refletida ou transmitida como resultado da absorção de um comprimento de onda específico pode ser considerado um pigmento e esse processo físico difere da fluorescência, fosforescência e outras formas de luminescência, nas quais, o material emite luz¹. Os pigmentos inorgânicos geralmente são formados por óxidos², dos quais, alguns são extremamente simples em sua composição, mas encontram vasta aplicação como tintas, resinas, revestimento de superfícies, bem como agentes inibitórios de biofilmes³, portanto, suas propriedades estão diretamente relacionadas com sua estrutura cristalina, composição química, formato e tamanho de partícula⁴. Em face do exposto, o presente trabalho ilustra a reciclagem de resíduos de centrais dosadoras de concreto e de tratamento de efluentes para a obtenção rápida, fácil e pouco dispendiosa de um pigmento inorgânico capaz de rivalizar com os pigmentos sintéticos, os quais, são produzidos em larga escala e considerados uma das maiores fontes da poluição global já que requerem grandes quantidades de recursos para serem produzidos, como água, combustível e ampla variedade de reagentes orgânicos e inorgânicos⁵.

Material e Métodos

Conforme ilustrado no Esquema 1, os resíduos obtidos da indústria cimentícia (LAMA) e de tratamento de águas (LODO) foram previamente secos em estufa a 115 °C durante 2 horas minutos e após a secagem com o auxílio de um almofariz e pistilo de ágata foram preparados na proporção 50:50 massa/massa e por fim, calcinados em forno mufla a 900 °C durante 6 horas e caracterizados por difração de raios-X.



Esquema 1. Obtenção do pigmento

Resultados e Discussão

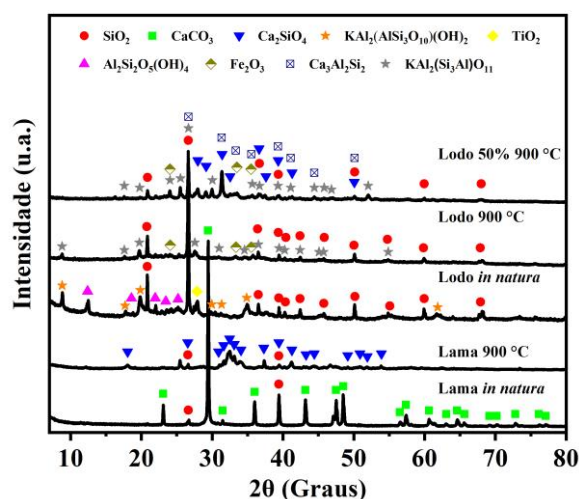


Figura 1. Difratogramas das amostras *in natura* e calcinadas a 900 °C.

A Lama *in natura* é composta por SiO₂ (ICSD 16331) e CaCO₃ (ICSD 29179) que refletem os constituintes residuais do cimento e do agregado miúdo no concreto⁶. Quando submetida a uma temperatura de 900 °C, não há mais a incidência de CaCO₃ devida a descarbonatação que ocorre entre 600 e 800 °C⁷; também identificou-se a formação de Ca₂SiO₄ (ICSD 79550), através da reação entre SiO₂ e CaO⁸, e a permanência de SiO₂.

As fases cristalinas identificadas no Lodo *in natura* foram SiO₂ (ICSD 16331), KAl₂AlSi₃O₁₀(OH)₂ (ICSD 074609), Al₂Si₂O₅(OH)₄ (ICSD 063192) e TiO₂ (ICSD 033837). Calcinado a 900 °C, apresentou SiO₂, Fe₂O₃ (ICSD 15840) e a desidroxilação de KAl₂AlSi₃O₁₀(OH)₂ entre 760 e 860°C que originou a fase KAl₂(Si₃Al)O₁₁ (ICSD 202264)⁹. Picos referente a Al₂Si₂O₅(OH)₄ não são mais identificados devido a formação de Al₂Si₂O₇ (Metacaulinita) em torno de 600 a 850 °C, cuja estrutura é amorfa¹⁰.

A mistura dos resíduos a 900 °C possui as mesmas fases identificadas nos resíduos calcinados isoladamente acrescido de Ca₃Al₂Si₂ (ICSD 100126). Estudos que utilizaram materiais ricos em caulinita como fonte de alumínio e dopagem de cálcio na síntese de novos pigmentos obtiveram boas propriedades cromáticas, resistência a ácidos, melhor isolamento térmico, maior estabilidade térmica e química, e também podem ser utilizados como indicadores de temperaturas pela alteração da coloração por consequência do aquecimento, alteração estrutural e transição de fases, logo, sendo possível determinar a variação de temperatura e calor em reações químicas. Resultando assim, em alternativas potenciais aos pigmentos clássicos em diferentes aplicações^{11,12,13}.

Conclusões

Neste trabalho, apresentamos um novo material inorgânico constituído por cinco fases, elementos de interesse científico e industrial em sua composição, o qual possui aplicações fascinantes, desde pigmentação, recobrimento de superfícies a indicador de temperatura e calor de um meio reacional.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório de Síntese e Caracterização de Nanomateriais – LSCN, sito ao IFAM, associado ao SisNANO 2.0 (processo CNPq 442601/2019-0).

¹G. Speight, J. Industrial Inorganic Chemistry. *Environ. Inorg. Chem. Eng.* **2017**, No. Chapter 3, 111–169. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-849891-0.00003-5>.

²Wang, Y.; Lai, F.; Wang, Q.; Long, Q.; Wang, C.; Zhang, W.; Chang, Q. Synthesis and Chromatic Properties of High Color Performance Prx-ZrSiO₄ (x = 0–0.1) Yellow Pigment. *J. Alloys Compd.* **2021**, *891*, 161932. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.161932>.

³Toker, R. D.; Kahraman, M. V. Progress in Organic Coatings UV-Curable Nano-Silver Containing Polyurethane Based Organic – Inorganic Hybrid Coatings. *Prog. Org. Coatings* **2013**, *76* (9), 1243–1250. <https://doi.org/dx.doi.org/10.1016/j.porgcoat.2013.03.023>.

⁴Li, X.; Wang, Q.; Wang, C.; Zhang, W.; Yang, Y.; Liu, K.; Wang, Y.; Chang, Q. Ultrafine V-ZrSiO₄ Pigment Prepared by a Bottom-up Approach: Particle Size Evolution and Chromatic Properties. *Adv. Powder Technol.* **2021**, No. xxxx. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apt.2021.09.008>.

⁵Rasul, G. Managing the Food, Water, and Energy Nexus for Achieving the Sustainable Development Goals in South Asia. *Environ. Dev.* **2016**, *18*, 14–25. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2015.12.001>.

⁶Harrison, A. M. Constitution and Specification of Portland Cement. *Lea's Chemistry of Cement and Concrete*, p. 87-155, **2019**.

⁷Audo, M.; Mahieux, P.; Turcry, P. Utilization of sludge from ready-mixed concrete plants as a substitute for limestone fillers. *Construction And Building Materials*. Elsevier BV, v. 112, p.790-799, **2016**.

⁸Nadine, B.; Hauke, K.; Neuroth, M.; Geisler, T. In situ Raman imaging of high-temperature solid-state reactions in the CaSO₄–SiO₂ system. *International Journal of Coal Science & Technology* v. 6, p. 47–259, **2019**.

⁹Tokiwai, K.; Nakashima, S. Dehydration kinetics of muscovite by in situ infrared microspectroscopy. *Physics and Chemistry of Minerals*, v. 37, p. 1–101, **2010**.

¹⁰Khan, M. I.; Khan, H. U.; Azizli, K.; Sufian, S.; Zakaria, M.; Ahmer, A. S., Muhammad, N.; Rehman, M. F. The pyrolysis kinetics of the conversion of Malaysian kaolin to metakaolin. *Applied Clay Science*, v. 146, p. 152-161, **2017**.

¹¹Liu, W.; Du, T.; Ru, Q.; Zuo, S.; Yang, X.; Yao, C.; Kong, Y. Facile synthesis and characterization of 2D kaolin/CoAl₂O₄: A novel inorganic pigment with high near-infrared reflectance for thermal insulation. *Applied Clay Science*, v. 153, p. 239-245, **2018**.

¹²George, G.; Kumari, L. S.; Vishnu, V. S.; Ananthakumar, S.; Reddy, M. L. P. Synthesis and characterization of environmentally benign calcium-doped Pr₂Mo₂O₉ pigments: Applications in coloring of plastics. *Journal of Solid State Chemistry*, v. 181, March, p. 487-492, **2008**.

¹³Sumaletha, N.; Rajesh, K.; Mukundan, P.; Warriar, K. G. K. Environmentally benign sol-gel derived nanocrystalline rod shaped calcium doped cerium phosphate yellow-green pigment. *J Sol-Gel Sci Technol*, v. 52, p. 242–250, **2009**.