

Estudo da alterabilidade por lixiviação em extrator *soxhlet* de materiais cerâmicos com incorporação de escórias resultantes da incineração de resíduos sólidos urbanos

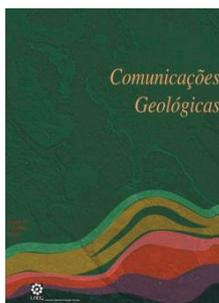
Study of the leaching alterability in *soxhlet* extractor of ceramic materials with incorporation of ashes resulting from the incineration of urban solid waste

J. Elias^{1*}, C. Galhano², J. Simão²

Recebido em 28/02/2018 / Aceite em 16/12/2019

Publicado em agosto de 2020

© 2020 LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia IP



Artigo original
Original article

Resumo: A produção de resíduos sólidos urbanos (RSU) está em constante crescimento, contribuindo para um aumento dos impactos sobre o ambiente e a sociedade. Para tentar mitigar estes problemas foram realizados e ensaiados provetes cerâmicos ecológicos com incorporação de escórias resultantes da incineração de resíduos sólidos urbanos. Deste modo, pretendeu-se estudar o efeito do aumento da temperatura de cozedura, dos 900 °C para os 1000 °C, nos provetes com 0, 10 e 20% de escórias, sujeitos ao ensaio de alteração por lixiviação em extrator *soxhlet*. Com base nos resultados obtidos verificou-se um maior incremento da resistência nos provetes cerâmicos com 20% de escórias, cozidos a 1000 °C.

Palavras chave: RSU, escórias, material cerâmico, alterabilidade.

Abstract: The production of urban solid wastes (USW) are constantly growing, carrying a huge impact on the environment and society. To try to mitigate these problems, ecological ceramic test-pieces, with the incorporation of ashes resulting from the incineration of urban solid waste, were carried out and tested. In this way, it was intended to study the effect of the increase of the firing temperature from 900 °C to 1000 °C in samples with 0, 10 and 20% of ashes, subject to the leaching alterability in *soxhlet* extractor. Based on the results, a greater increase of resistance was verified in the ceramic samples with 20% of ashes and fired at 1000 °C.

Keywords: USW, ashes, ceramic material, alterability.

¹ Departamento de Ciências da Terra, Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2829-516 Caparica, Portugal.

² Departamento de Ciências da Terra e GeoBioTec, Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2829-516 Caparica, Portugal.

* Autor correspondente/corresponding author: j.elias@campus.fct.unl.pt

1. Introdução

Segundo estudos realizados pelo Instituto Nacional de Estatística (INE, 2016) e pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA, 2017), a produção de resíduos sólidos urbanos (RSU) tem vindo a aumentar significativamente ao longo dos anos. Tal é devido, sobretudo, ao desenvolvimento da sociedade que implicou uma maior atividade doméstica e comercial nos centros urbanos. Atualmente,

em média, são produzidos 1,3 biliões de t/ano de RSU e estima-se que, em 2025, estes valores aumentem, passando a registar-se uma produção de 2,2 biliões de t/ano (The World Bank, 2016). De acordo com estes dados é possível prever os impactos negativos resultantes da produção mundial de RSU. Por não existir uma solução para a mitigação deste problema, Elias (2017) estudou materiais cerâmicos com incorporação de escórias resultantes da incineração de RSU, com o objetivo de reduzir quer o volume de resíduos a colocar em aterros quer o uso de matérias-primas naturais utilizadas para o seu fabrico. Neste sentido, foi efetuado o ensaio de alteração por lixiviação em extrator *soxhlet* do material cerâmico com 0%, 10% e 20% de escórias, cozido a 1000 °C, para comparação de resultados com os mesmos tipos de materiais cozidos a 900 °C, já estudados por Elias (2017).

2. Metodologia

As argilas utilizadas na produção dos provetes cerâmicos pertencem às formações de nome “Grés superiores”, ao “Complexo Astiano de Nadadouro e Águas Santas” e “Camadas vilafranquianas com lignitos e diatomitos de Rio Maior” (Zbyszewski e Almeida, 1960) enquanto as escórias são provenientes da LIPOR e ValorSul. Para elaboração dos provetes efetuou-se, primeiramente, a moagem e a peneiração da argila vermelha e o destorroamento do caulino, obtendo-se frações inferiores a 250 µm. De seguida, secou-se cada matéria-prima a 110 °C, durante 24 horas. Após arrefecimento, pesou-se o resíduo, a argila vermelha e o caulino nas respetivas proporções, sendo as misturas constituídas por 0%, 10% e 20% de escórias, e a restante parte pelas argilas. Da fração argilosa das misturas foram introduzidos 5% de caulino e 95% de argila vermelha. Seguidamente, foi adicionada água às misturas e, com as pastas, produzidos 2 provetes para cada percentagem de escórias. Os provetes trapezoidais foram feitos por prensagem em moldes de gesso, apresentando aproximadamente as seguintes dimensões: base maior 2 cm, base menor 1,5 cm, altura 1 cm e comprimento 12 cm.

Após desenformados foram secos a 110 °C, durante 24 horas, até peso constante e, posteriormente, cozidos a 1000 °C, com patamar de 1 hora. No fim desta etapa, os provetes foram seccionados, pesados e colocados no extrator soxhlet, tendo sido submetidos à lixiviação com água destilada, ao longo de 6 ciclos, perfazendo 1 500 horas de ensaio. No fim de cada ciclo, os fragmentos foram pesados sendo o lixiviado recolhido, filtrado e as soluções analisadas por espectrofotometria de absorção atômica (AAnalyst 200 da Perkin Elmer).

3. Resultados e discussão

Com base nos resultados obtidos para a perda de massa, foi possível verificar que a adição de escórias originou um aumento da alterabilidade, particularmente, do material cerâmico cozido a 900 °C, existindo uma maior percentagem de partículas finas que se desagregaram e se libertaram para a solução, diminuindo, assim, a massa dos provetes (Fig. 1a). O aumento da temperatura de cozedura para 1000 °C reduziu a alterabilidade do material cerâmico, tendo sido registadas menores percentagens de massa de material desagregado após os ciclos de lixiviação (Fig. 1b). No material mais poroso, com 20% de escórias, registou-se uma perda de massa total de 5% e de 1,8% para os provetes cozidos a 900 °C e 1000 °C, respetivamente (Fig. 1a e b), ou seja, verificou-se uma melhoria de resistência à alteração por lixiviação de aproximadamente 3,2%. Os provetes com 10% de escórias registaram uma perda de massa de 3,4% e 1,9%, correspondendo a um ganho de resistência à alteração de 1,5%. Relativamente aos provetes com 0% de escórias, obtiveram-se 2,2% e 1,8% de material perdido, respetivamente, representando uma melhoria de 0,4%.

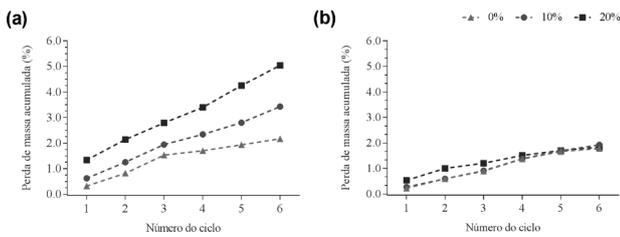


Figura 1. Perda de massa acumulada dos fragmentos cerâmicos cozidos a (a) 900 °C (adaptado de Elias, 2017) e (b) 1000 °C, em função da percentagem de escórias por cada ciclo de lixiviação.

Figure 1. Mass accumulated loss of ceramic fragments produced at (a) 900 °C (adapted from Elias, 2017) and (b) 1000 °C, as a function of the percentage of ashes per leaching cycle.

De acordo com os resultados da análise química das águas resultantes dos ciclos de lixiviação (Fig. 2), foi possível verificar que dos elementos estudados (Si, Al, Mg, Ca, Na, K e Fe) os que apresentaram maior mobilização para a solução foram o Si e o K. O aumento da temperatura de cozedura dos provetes cerâmicos promoveu um aumento das concentrações de Al e de Si para os 0% e 10% de escórias e também de Al para os 20% de escórias, e uma diminuição de K para os todos os cenários e de Ca para os 0% e 10% de escórias. Geralmente, o aumento da concentração de elementos no lixiviado pode ser considerado um aspeto negativo, contudo, como a ordem de grandeza das concentrações não é significativa, consideram-se valores aceitáveis.

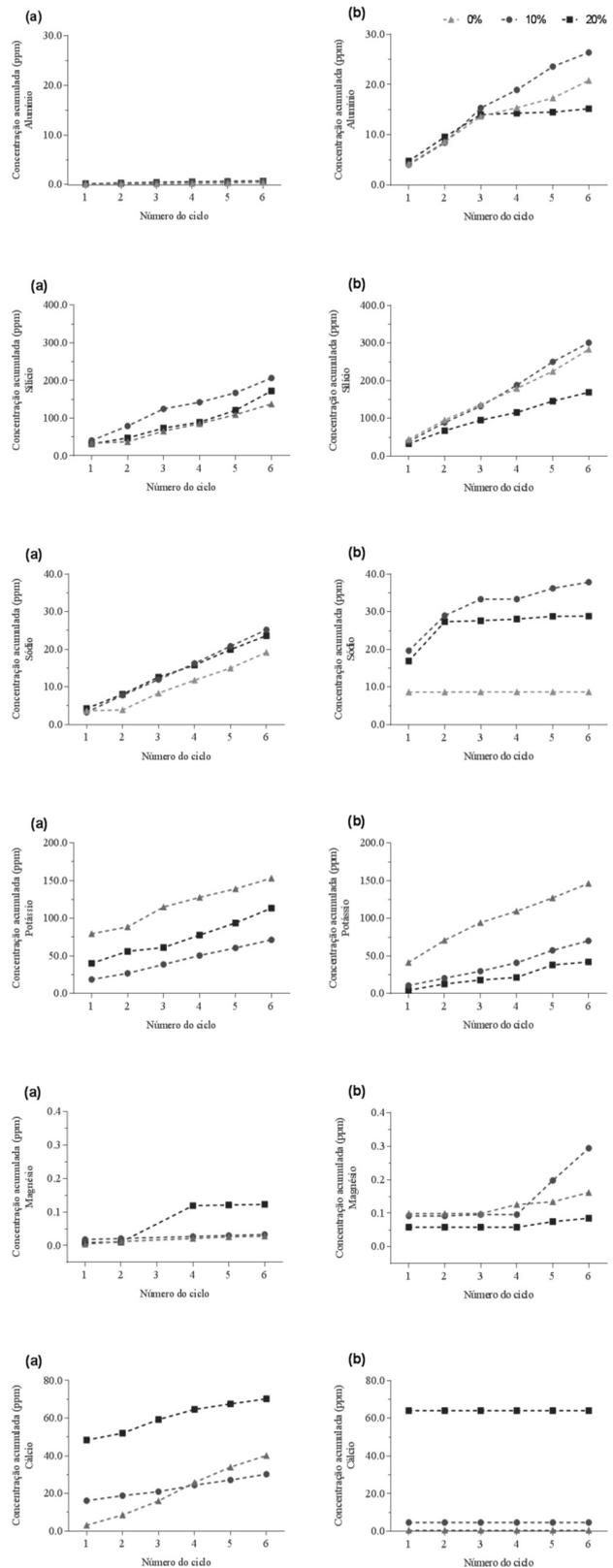


Figura 2. Variação acumulada da concentração de Si, Al, Mg, Ca, Na e K dos fragmentos cerâmicos cozidos a (a) 900 °C (adaptado de Elias, 2017) e (b) 1000 °C, em função da percentagem de escórias por cada ciclo de lixiviação.

Figure 2. The accumulated concentration variation of Si, Al, Mg, Ca, Na and K of the ceramic fragments produced at (a) 900 °C (adapted from Elias, 2017) and (b) 1000 °C, as a function of the percentage of ashes per leaching cycle.

4. Conclusões

Conclui-se que o aumento da temperatura de cozedura tornou os provetes cerâmicos mais resistentes à alteração física, especialmente, os provetes com 20% de escórias. Face aos resultados da análise química dos lixiviados, foi possível verificar que o aumento da temperatura promoveu uma ligeira subida nas concentrações de alguns dos elementos maiores analisados. Apesar disso, a ordem de grandeza de variação das concentrações foi aceitável, não sendo, por isso, considerado este aumento da alterabilidade química como significativo.

Agradecimentos

À EcoInCer pela disponibilização das escórias. Ao Departamento de Ciências da Terra da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, onde foram realizados os ensaios e analisados os materiais.

Referências

- APA, 2017. Dados sobre Resíduos Urbanos. Consultado em <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=84&sub2ref=933&sub3ref=936> a 25 de junho de 2017.
- Elias, J., 2017. *Recuperação de escórias resultantes da incineração de resíduos sólidos urbanos para incorporação em materiais cerâmicos*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 155.
- INE, 2016. Estatísticas dos Resíduos 2014. *Estatísticas oficiais*, 106.
- The World Bank, 2016. What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management. Consultado em <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTURBANDEVELOPMENT/0,,contentMDK:23172887~pagePK:210058~piPK:210062~theSitePK:337178,00.html> a 12 de dezembro de 2016.
- Zbyszewski, G., Almeida, F. M., 1960. *Notícia explicativa da Folha 26-D Caldas da Rainha (1.ª edição) da Carta Geológica de Portugal, na escala 1:50 000*. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, 56.