

Resumo

Recentes imposições legislativas obrigam à redução progressiva da deposição em aterro sanitário de resíduos orgânicos biodegradáveis, para os quais existem formas de valorização orgânica e energética. Neste contexto, o processo anaeróbio de biometanização, designado por Digestão Anaeróbia, tem vindo a ganhar importância por associar a valorização energética dos resíduos à recuperação dos nutrientes no digerido. Existem diferentes tecnologias de DA bem estabelecidas para o tratamento da fracção orgânica dos RSU, tendo o número de instalações à escala real, vindo a crescer significativamente.

O objectivo do presente trabalho foi o estudo da digestão anaeróbia de resíduos sólidos orgânicos da cantina da Universidade do Minho e da sua co-digestão com sub-produtos do fabrico de sucedâneos de café, designados por "borras de café".

Numa primeira experiência (experiência 1) estudou-se a digestão anaeróbia do resíduo orgânico da cantina em dois reactores fechados (R1 e R2), tendo-se testado duas % de sólidos totais do resíduo: 10% (R1) e 24% (R2). Ao longo dos 66 dias de operação monitorizou-se o volume de biogás produzido e o respectivo teor em metano. Os parâmetros pH, CQO solúvel, sólidos voláteis (SV) e sólidos totais (ST) foram medidos no início e no fim da operação. Verificou-se que em ambos os reactores a digestão se processou de forma estável, não se tendo detectado a acidificação do meio. Em R1, as reduções de sólidos totais e voláteis situaram-se em 59 e 71%, respectivamente e em R2 as reduções foram menores, situando-se em 45 e 50%, respectivamente. Os teores médios de metano no biogás produzido foram semelhantes, tendo-se obtido 70.4% para R1 e 69.6% para R2, assim como a produção de metano, atingiu 268 LCH₄/kg SVadicionado em R1 e 286 L CH₄/kgSV adicionados em R2.

Numa segunda experiência estudou-se a co-digestão anaeróbia dos resíduos da cantina atrás referidos com sub-produtos do fabrico de sucedâneos de café, designados por borras de café. O interesse deste estudo de co-digestão assentou na constatação prévia de que, o resíduo borras de café utilizado, era pouco biodegradável em condições anaeróbias. Compararam-se 3 proporções entre os dois tipos de resíduo: 0, 20 e 40% de borras de café (peso bruto), mantendo-se constante o teor de sólidos do resíduo (aproximadamente 21%). Para tal foram utilizados 3 reactores (R1-0% borras de café, R2-20% borras de café e R3-40% borras de café) que operaram durante 171 dias, durante os quais foram periodicamente monitorizados o pH, a CQO solúvel, os ácidos gordos voláteis (AGV), os sólidos voláteis (SV), os sólidos totais (ST), a temperatura, o caudal de biogás e o respectivo teor em metano. Também nesta experiência houve estabilidade do pH em torno da neutralidade e registou-se uma significativa redução de sólidos totais e voláteis (entre 58 e 80%), em todos os reactores. Em R1 e R3, a CQO solúvel e os AGV diminuíram após terem atingido um máximo e os teores de metano médios, ao longo da operação, situaram-se em 54.4 e 55.6%, respectivamente. Em R2, permaneceu CQO solúvel no meio, que não sofreu metanização e os teores de metano no biogás foram consideravelmente mais reduzidos (40.9% em média, ao longo da

operação). Uma possível justificação para esta ocorrência prende-se com o facto de se ter congelado o resíduo de "borra de café" durante 3 dias, antes de se proceder ao arranque do R2 e/ou de se ter recolhido resíduo da cantina apenas num dia ao contrário dos outros reactores, em que se adicionou um resíduo composto, baseada numa recolha diária ao longo duma semana.

Constatou-se ainda nesta experiência que, ao contrário do esperado, a biometanização foi mais rápida em R3 (40% de borras de café) do que em R1 e em R2. Este resultado não era esperado visto que as borras de café que se co-digeriram eram pouco biodegradáveis em condições anaeróbias. Demonstrou-se também, que nos reactores R1 e R2 houve um período inicial em que a CQO hidrolisada era rapidamente acidificada, mas esta não era metanizada eficientemente, ao contrário do R3, em que a metanogénese foi significativamente mais eficiente, não se notando esse desfaseamento.

As constantes de hidrólise de 1ª ordem, determinadas para cada reactor foram: 0.0146 d^{-1} , 0.025 d^{-1} e 0.0127 d^{-1} , para R1, R2 e R3, respectivamente.

Abstract

New legislation restrictions oblige to the progressive reduction of landfill leachate disposal of organic (biodegradable) wastes, since they meet the requirement to be organic and energetically valorized. In this context, the anaerobic process of biometanation, assigned for Anaerobic Digestion (DA), has come to gain importance for associating the energy valuation of the residues to the recovery of the nutrients in the digestate. Different well established technologies of DA exist for the treatment of the organic fracção of the RSU, having the number of full scale plants come to grow significantly.

The aim of the present work was the study of the anaerobic digestion of organic solid waste produced in the canteen of the University of Minho and its co-digestion with by-products resulting from the manufacturing of instant coffee substitutes, assigned for "coffee waste".

In a first experiment (experiment 1) the anaerobic digestion of the canteen waste was studied in two batch reactors (R1 and R2), and two percentages of the total solids content of the waste were tested: 10% (R1) and 24% (R2). All along the 66 days of operation the volume of biogas produced as well as its methane content were monitored. The parameters pH, soluble Chemical Oxygen Demand (COD), volatile solids (VS) and total solids (TS) were measured in the beginning and in the end of the operation. In both reactors the digestion was stable as no acidification occurred. In R1 the reductions in TS and VS were 59 and 71%, respectively and in R2 about 45 and 50%, respectively. The average methane content were similar for both reactors: 70,4% for R1 and 69,6% for R2. This was also the case of the methane production, expressed in $\text{LCH}_4/\text{kg VS added}$, which reached $286\text{ LCH}_4/\text{kg VS added}$ in R1 and $268\text{ LCH}_4/\text{kg VS added}$ in R2.

In a second experiment the anaerobic co-digestion of the canteen waste and the coffee waste. The interest was based on the previous observation that the coffee waste was particularly difficult to be

biodegraded under anaerobic conditions and simple digestion. Three ratios between the two types of waste were compared: 0, 20 and 40% of coffee waste (gross weight), remaining constant the solid content at approximately 21%. Three reactors were used for that purpose (R1-0% coffee waste, R2-20% coffee waste e R3-40% coffee waste) which were run for 171 days. A weekly monitoring plan was applied for pH, Temperature, soluble COD, volatile fatty acids (VFA), ST, SV biogas volume and methane content. The pH was stable around the neutrality and a significative solids reduction was observed, between 66 and 71 %. In R1 and R3 the soluble COD and the VFA decreased after reaching a maximum and the average methane content was 54.4 e 55.6%, respectively. In R2 some soluble COD remained and the methane content was significantly lower (40.9% in average). This arose probably because the coffee waste was frozen three days before the start-up and on the other hand, the canteen waste was collected in a single day whereas the canteen waste added to R1 and R3 was a composed sample of a daily collection during one week.

It was also observed and not expected that the biomethanation process was faster in R3 (40% coffee waste) than in R1 or in R2. This result was not expected, since the coffee waste was not easily biodegradable in a simple anaerobic digestion process. In R1 and R2 there was an initial period where the hydrolyzed COD was fast acidified, but not so efficiently methanised. In R3 the rate of methanation was considerably higher.

The first order hydrolysis constants were determined for each reactor as 0.0146 d^{-1} , 0.025 d^{-1} and 0.0127 d^{-1} , for R1, R2 and R3, respectively.