

## Pirólise de agulhas de pinheiro: resultados preliminares

M. Nascimento<sup>1</sup>, F. Silva<sup>1</sup>, R. Pilão<sup>1</sup>, M.P. Neto<sup>1</sup>, A.M. Ribeiro<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>CiETI, ISEP, Politécnico do Porto, Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 4249-015 Porto, Portugal

\*asr@isep.ipp.pt

### Introdução e Objetivos

As florestas em Portugal ocupam uma área aproximada de 3 224 200 ha, apresentando como espécies predominantes o sobreiro, o pinheiro e o eucalipto (ICNF, 2021). Os pinheiros ocupam cerca de 28 % desta área e geram diversos resíduos, entre os quais as agulhas, que se não forem retiradas das florestas podem agravar o problema dos incêndios florestais (Omvesh et al., 2023).

A energia proveniente de resíduos florestais pode ser transformada em combustíveis ou em outros produtos químicos através de processos termoquímicos, como a pirólise, onde há a formação de três fases distintas: o carbonizado, o bio-óleo e o gás (Basu, 2018).

O presente trabalho tem como **principais objetivos**:

- Estudar a pirólise de agulhas de pinheiro manso previamente secas, num reator de leito fixo;
- Analisar o efeito da temperatura de pirólise no rendimento,  $\eta$ , dos produtos obtidos, nas propriedades dos carbonizados e na composição dos gases produzidos.

### Metodologia

#### Caracterização da biomassa e dos carbonizados

- Análise próxima: humidade (EN1477), voláteis (EN14775), cinzas (EN15148) e carbono fixo, CF, (obtido por balanço de massa)
- Poder calorífico superior, PCS (calorímetro PARR).

#### Instalação experimental

A instalação experimental usada está descrita em Nascimento et al. (2023).

#### Condições de operação:

Caudal de azoto: 25,14 mL·s<sup>-1</sup>

Temperaturas de referência ( $T_{ref}$ ): 750 e 850 °C, correspondendo a temperaturas finais no interior do reator ( $T_{int}$ ): 649 e 749 °C

Rampa de aquecimento: 20 °C·min<sup>-1</sup>

Massa de biomassa seca: 80 g

As amostras da fase gasosa retiradas ao longo de cada ensaio foram analisadas num cromatógrafo gasoso Dani 1000 DPC.

### Resultados

Tabela 1. Rendimentos dos produtos de pirólise.

Ensaio	1	2
$T_{ref}$ (°C)	750	850
$T_{int}$ (°C)	649	749
$\eta_{carbonizado}$ (%)	30,6	29,8
$\eta_{bio-óleo}$ (%)	31,5	30,0
$\eta_{gás}$ (%)	37,9	40,2

O CF dos carbonizados (80,7 e 80,6 %) foi superior ao da biomassa (22,0 %), assim como o PCS (26,3 e 25,1 MJ.kg<sup>-1</sup>) em relação a 17,8 MJ.kg<sup>-1</sup>.

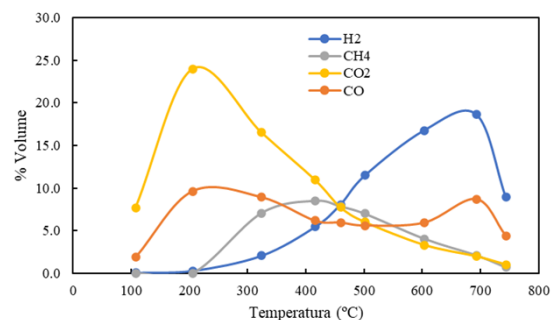


Figura 1. Variação da percentagem dos gases formados em função da temperatura dentro do reator para  $T_{int} = 749$  °C.

### Conclusões

- O  $\eta_{carbonizado}$  e o  $\eta_{bio-óleo}$  diminuíram com o aumento da temperatura de pirólise, mas o  $\eta_{gás}$  aumentou.
- Os carbonizados poderão ser utilizados como combustíveis ou para produção de carvões ativados.
- Os gases formados foram maioritariamente constituídos por CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CO e CH<sub>4</sub>, podendo ser introduzidos na própria instalação de pirólise como fonte de energia.

### Referências

- Basu, P. (2018) *Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction: Practical Design and Theory*. 3ª Edição. San Diego: Academic Press, Elsevier.
- ICNF (2021) *Portugal - Perfil Florestal*. Disponível em: <https://www.icnf.pt/api/file/doc/1f924a3c0e4f7372>. (Acedido: 25/2/2023).
- Omvesh, Jindal, M., Thallada, B., Palla, V. C. S. (2023) 'Pyrolysis of pine needles: Parameter optimization using response surface methodology', *Bioresource Technology Reports*, 22, 101407. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2023.101407>.
- Nascimento, M., Silva, F., Pilão R., Neto, M. P., Ribeiro, A. M. (2023) 'Influence of the operating temperature on the slow pyrolysis of pinecones', *WASTES: Solutions, Treatments and Opportunities*, 4, pp. 95-100. doi: 10.1201/9781003345084-16.

### Agradecimentos

Este trabalho foi financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia - SFRH/BD/137913/2018.