

O uso da biomassa foliar de eucalipto como biocida: efeitos nas propriedades do solo

The use of Eucalyptus leaf biomass as biocide: effects on soil properties

Tiago Teixeira¹, Telmo Cruz^{2,3}, Pedro Pato¹, Mafalda Pinto^{2,3}, Fernanda Fidalgo^{2,3}, Ruth Pereira^{2,3}, Anabela Cachada^{3,4,*} & Carla Patinha¹

¹Geobiotec & Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal

²Departamento de Biologia, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, 4169-007 Porto, Portugal

³GreenUPorto, Campus de Vairão, Rua da Agrária 747, 4485-646 Vila do Conde, Portugal

⁴CIIMAR-UP, Terminal de Cruzeiros do Porto de Leixões, 4450-208 Matosinhos, Portugal

(*E-mail: acachada@fc.up.pt)

<https://doi.org/10.19084/rca.28412>

RESUMO

A área florestal portuguesa é dominada principalmente por *Eucalyptus globulus* e, sendo esta uma espécie invasora e muito inflamável, é importante controlar a sua proliferação. Neste sentido, o projeto PEST(bio)CIDE, assentando numa perspetiva de economia circular, pretende explorar o potencial fitotóxico das folhas do eucalipto e utilizar a sua biomassa foliar como um biocida eficaz e ambientalmente seguro. Deste modo, é possível associar um benefício económico a uma melhor gestão das áreas de eucalipto regeneradas após incêndio. Espera-se ainda que a introdução de biomassa no solo melhore a sua qualidade e a sua eficácia no aumento da reserva de carbono e na fertilidade do solo. Neste sentido, o presente trabalho foca-se na avaliação dos efeitos que a introdução da biomassa de eucalipto tem nas propriedades físico-químicas e biológicas do solo. Para isto, realizou-se uma experiência em microcosmos, em condições controladas, na qual se avaliou o efeito da adição de diferentes percentagens de folhas de eucalipto em algumas propriedades físico-químicas do solo e na atividade de enzimática da desidrogenase, ao longo do tempo.

Palavras-chave: *Eucalyptus globulus*, economia circular, espécies invasoras, agricultura sustentável

ABSTRACT

The Portuguese forest area is mainly dominated by *Eucalyptus globulus* and, as this is an invasive and very flammable species, it is important to control its proliferation. In this sense, the PEST(bio)CIDE project, based on a circular economy perspective, aims to explore the phytotoxic potential of eucalyptus leaves and use its foliar biomass as an effective and environmentally safe biocide. In this way, it is possible to associate an economic benefit with a better management of the eucalyptus areas regenerated after fire. It is also expected that the introduction of biomass into the soil will improve its quality and its effectiveness in increasing the carbon stock and soil fertility. In this sense, the present work focuses on the evaluation of the effects that the introduction of eucalyptus biomass has on the physicochemical and biological properties of the soil. For this, an experiment was carried out in microcosms, under controlled conditions, in which the effect of the addition of different percentages of eucalyptus leaves on some physicochemical soil properties and on the dehydrogenase enzymatic activity over time was evaluated.

Keywords: *Eucalyptus globulus*, circular economy, invasive species, sustainable agriculture

INTRODUÇÃO

O eucalipto (*Eucalyptus globulus*) é uma espécie invasora, com um crescimento expressivo na ocupação da área florestal portuguesa nas últimas décadas. As características intrínsecas do eucalipto resultam não só num rápido repovoamento em terrenos ardidos, mas também na sua dispersão para outras áreas. Deste modo, e acrescido do seu interesse económico, atualmente é uma das espécies dominantes no território nacional (ICNF, 2019). No entanto, o eucalipto é considerado muito inflamável, o que potencia o risco de incêndio, sendo por isso importante controlar a sua proliferação.

Neste sentido, o projeto PEST(bio)CIDE visa, através da valorização da biomassa foliar de eucalipto, oferecer uma resposta para uma melhor gestão das áreas de eucalipto regeneradas após um incêndio florestal e sua proliferação.

Estudos anteriores indicam que existe um potencial fitotóxico das folhas do eucalipto, uma vez que os compostos envolvidos na tolerância contra insetos e agentes patogénicos (Batish *et al.*, 2008) revelaram também capacidade herbicida contra espécies-alvo (Oerke, 2006). Deste modo, o projeto PEST(bio)CIDE propõe, numa perspetiva de economia circular, a utilização da biomassa foliar de eucalipto como biocida eficaz e ambientalmente seguro. Espera-se também que a incorporação das folhas de eucalipto no solo, possa trazer benefícios para a qualidade do mesmo e contribua para o sequestro de carbono. Deste modo, este trabalho pretende avaliar os efeitos ao longo do tempo da incorporação de diferentes percentagens de biomassa foliar de eucalipto em algumas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho utilizou-se um solo natural (cambissolo húmico), recolhido no Campus de Vairão da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Após recolha, o solo foi imediatamente congelado de modo a que a comunidade microbiana fosse devidamente preservada. Antes da implementação do ensaio em microcosmos o solo foi descongelado, crivado a 4mm (para retirar raízes e restos de plantas) e homogenizado. A amostra foi dividida em várias subamostras às

quais foram misturadas diferentes percentagens (0% - CTR; 2,5% e 5,0%, m/m) de folhas de eucalipto jovem, previamente seco a 60°C, fragmentado e crivado a 4mm. Foi feito um ajuste da humidade do solo a 75% da sua capacidade de retenção da água. Para cada condição e tempo de permanência definidos (0, 7, 14, 30 e 90 dias) foram preparadas 3 réplicas. Todas as subamostras foram colocadas numa câmara fitoclimática com condições controladas de temperatura (20°C) e fotoperíodo, e a humidade reposta semanalmente.

Após cada período definido, os solos foram secos e crivados a 2 mm para as seguintes análises físico-químicas: humidade (após secagem numa estufa a 105±5°C até massa constante); capacidade de retenção de água (segundo o protocolo ISO 17512-1); pH (suspensão 1:5 v/v em água de acordo com a norma ISO 10390:2020); condutividade elétrica (medida na suspensão 1:5 v/v após 24h). Determinou-se também a atividade da enzima desidrogenase nas amostras de solo, utilizando como substrato o cloreto de trifeníltetrazólio. A quantificação do trifenílformazão produzido, após incubação a 40°C durante 24h, foi realizada espectrofotometricamente a 546nm (Schinner *et al.*, 1996).

A análise estatística (GraphPad Prism 8), consistiu na realização de ANOVA a duas dimensões, seguida de teste de comparação múltipla para verificar a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes tratamentos e também para avaliar o efeito do fator tempo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito da adição de eucalipto nas propriedades físico-químicas do solo

Ao analisar o Quadro 1 verifica-se que o aumento da percentagem de folhas de eucalipto no solo resulta numa ligeira diminuição do teor de humidade. Por outro lado, os valores referentes à capacidade de retenção de água (CRA) no solo (Figura 1) demonstram que existe um aumento significativo quando se incorpora 5,0% de folhas de eucalipto no solo. Verificou-se também que o tempo de incubação não afeta este parâmetro, uma vez que não se observaram diferenças significativas entre os dois períodos avaliados (0 e 90 dias) para cada um dos tratamentos.

Quadro 1 - Valores médios e respetivo desvio padrão (DesvPad) do teor de humidade para cada tratamento testado, no dia 0

Tratamento	Média ± DesvPad (%)
CTR (0%)	23,9±0,5
2,5%	22,6±0,2
5,0%	21,7±1,0

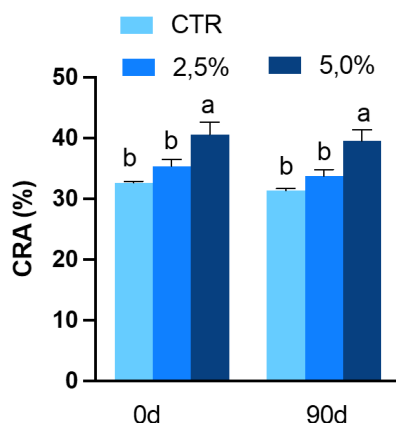


Figura 1 - Valores da percentagem de capacidade de retenção de água (CRA) no solo para cada um dos tratamentos, no início do ensaio (0 dias) e após 90 dias. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os diferentes tratamentos, para cada período de incubação.

No que diz respeito ao pH, ao analisar a Figura 2 verifica-se que as amostras do dia 0 e após 7 dias apresentam um comportamento semelhante, ou seja, uma diminuição significativa do pH à medida que a percentagem de eucalipto no solo aumenta. No entanto, após 14 dias verifica-se um aumento dos valores de pH nas amostras que contêm eucalipto, principalmente no tratamento de 5%. Após 90 dias já não se observam diferenças nos valores de pH dos diferentes tratamentos. Ou seja, apesar da incorporação de folhas de eucalipto afetar negativamente o pH do solo, tornando-o fortemente ácido, este efeito é temporário e o solo consegue recuperar os seus níveis de pH originais após duas semanas.

A condutividade elétrica (Figura 3), uma medida da quantidade de sais no solo, foi avaliada apenas no início do ensaio (0 dias) e após 90 dias. Verificou-se que este parâmetro aumenta significativamente à medida que se aumenta a percentagem

de folhas de eucalipto no solo, não se observando nenhuma diferença entre os dois períodos de incubação avaliados. Este aumento da condutividade elétrica poderá indicar a salinização dos solos, que afeta negativamente a qualidade dos mesmos. Por outro lado, pode estar relacionado com um aumento da concentração de nutrientes disponíveis. A integração destes resultados com outros parâmetros que estão a ser analisados, como por exemplo o teor de nutrientes disponível, irá permitir entender melhor o aumento da condutividade observado.

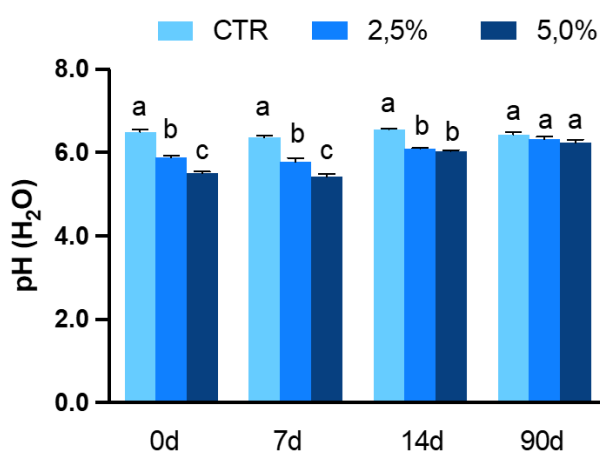


Figura 2 - Valores de pH para cada um dos tratamentos, após diferentes períodos de incubação (0, 7, 14 e 90 dias). Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os diferentes tratamentos, para cada período de incubação.

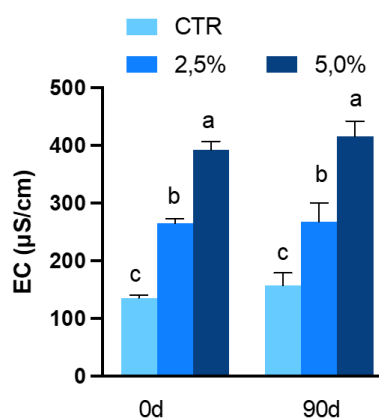


Figura 3 - Valores de condutividade elétrica (EC) para cada um dos tratamentos, no início do ensaio (0 dias) e após 90 dias. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os diferentes tratamentos, para cada período de incubação.

Efeito da adição de eucalipto na atividade enzimática do solo

A atividade da enzima desidrogenase é frequentemente utilizada como um indicador da atividade biológica dos solos, pois é uma medida da intensidade do metabolismo microbiano (Schinner *et al.*, 1996; Gianfreda & Rao, 2010). Os resultados obtidos (Figura 4) indicam um aumento significativo da atividade da desidrogenase nos tratamentos com incorporação de eucalipto, para todos os tempos de incubação. O facto de este aumento se verificar logo no início do ensaio (dia 0), pode indicar a existência de algum tipo de interferência na determinação desta enzima. No entanto, os resultados após 90 dias mostram um aumento notório da atividade no tratamento de 5,0%, quer em relação aos restantes tratamentos quer para este tratamento ao longo do tempo. Este resultado poderá estar relacionado com a degradação das folhas de eucalipto, uma vez que as desidrogenases têm um papel importante na oxidação da matéria orgânica do solo. Os trabalhos

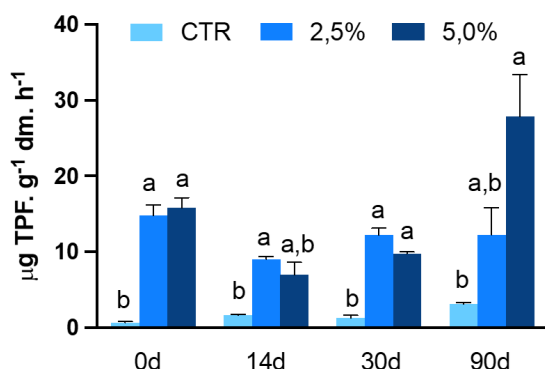


Figura 4 - Atividade da enzima desidrogenase para cada um dos tratamentos, após diferentes períodos de incubação (0, 14, 30 e 90 dias). Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os diferentes tratamentos, para cada período de incubação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Batish, D.R., Singh, H.P.; Kohli, R.K. & Kaur, S. (2008) - Eucalyptus essential oil as a natural pesticide. *Forest Ecology and Management*, vol. 256, n. 12, p. 2166-2174. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.08.008>
- Gianfreda, L. & Rao, M.A. (2010) - The Influence of Pesticides on Soil Enzymes. In: Shukla, G. & Varma, A. (Eds.) - *Soil Enzymology*, vol. 22, p. 293-312. Springer.
- ICNF (2019) - *Nota informativa: principais indicadores RJAAR*. Nº 3/ 1º semestre 2019. Instituto de Conservação da Natureza e Florestas.
- Oerke, E. (2006) - Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science*, vol. 144, n. 1, p. 31-43. <https://doi.org/10.1017/S0021859605005708>
- Schinner, F.; Ohlinger, R.; Kandeler, E. & Margesin, R. (1996) - *Methods in Soil Biology* (1st ed). Springer.

ainda em curso, tais como a avaliação deste parâmetro para períodos de incubação mais longos e a caracterização da matéria orgânica dos solos, irão permitir obter resultados mais consistentes.

CONCLUSÕES

Considerando o crescimento expressivo do eucalipto na ocupação da área florestal portuguesa, e atendendo também ao facto de ser de uma espécie invasora e muito inflamável, é importante controlar a sua proliferação. Este controlo, nomeadamente através da utilização das folhas do eucalipto como herbicida contra espécies-alvo, está a ser avaliado no projeto Pest(bio)Cide. Por outro lado, a incorporação da biomassa foliar no solo altera as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, tal como demonstram os resultados preliminares apresentados neste trabalho. No entanto, e de modo a concluir se estas alterações são benéficas ou não para os solos, será necessário integrar outros parâmetros físico químicos e biológicos que estão a ser determinados, assim como avaliar tempos de incubação mais longos.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pela FCT/MCTES, através do projecto PCIF/GVB/0150/2018 e do financiamento estratégico UIDB/04423/2020 e UIDP/04423/2020 (CIIMAR), UIDB/05748/2020 e UIDP/05748/2020 (GreenUPorto), e UID/GEO/04035/2020 (GEOBIOTEC). Os autores agradecem também o financiamento individual a T. Teixeira (BI/UI95/9864/2021), T. Cruz (UI/BD/151044/2021), M. Pinto (2021.07342.BD), A. Cachada (CIND/00058/2017).