

O Montado é um sistema silvo pastoril multifuncional e com elevado valor para a conservação [1, 2], mas que atualmente está sujeito a alguns fatores de pressão, nomeadamente o abandono e a intensificação por inadequada gestão do efetivo animal nas explorações [3, 4], entre outros fatores.

As alterações climáticas estão a causar secas mais frequentes e temperaturas mais elevadas [5] que resultam na perda de matéria orgânica do solo, tornando os solos mais propensos à erosão. Isto leva à perda de fertilidade, tornando o sistema mais vulnerável à seca e menos capaz de suportar o estabelecimento de novas árvores. Como resposta a estas observações o Grupo Operacional ECOMONTADO XXI tentou desenvolver uma nova prática de gestão florestal para restaurar a vitalidade e produtividade dos solos do Montado, com base no sistema Keyline e na Agroecologia.

No projeto ECOMONTADO XXI compara-se a implementação do sistema Keyline em duas explorações (ver tabela 1).

Tabela 1

Principais características de cada uma das explorações participantes no projeto ECOMONTADO XXI.

	Exploração A Freixo do Meio	Exploração B Machoeira do Grou
Concelho	Montemor-o-Novo	Chamusca
Altitude média acima do mar (m)	245	100
Solos	pardos/argilosos	arenosos
Coberto arbóreo maioritário	<i>Quercus rotundifolia</i> e <i>Q. suber</i>	<i>Q. suber</i> e <i>Pinus pinea</i>
Clima no verão	quente e seco	quente e seco
Clima no inverno	frio e húmido	frio e húmido
Temperatura média [°C]*	13,9	16,3
Precipitação média anual (mm)*	579	588
Classificação textural do solo	Franco-Argilo-Arenoso	Franco-Arenoso
% de areia do solo	59,26	71,87
% de limo do solo	14,75	20,19
% de argila do solo	26,00	7,94
C _{org} do solo [%]	0,20	0,31
Matéria orgânica do solo [%]	0,34	0,53
pH do solo	5,86	5,09

*Dados do <http://snirh.apambiente.pt>.

Metodologia

Foram definidos 57 pontos de amostragem para diversas medições (qualidade do solo, monitorização da humidade do solo, avaliação do crescimento da biomassa da pastagem e determinação das espécies da pastagem presentes). Estes pontos agruparam-se em retas de declive com o seu início numa zona topográfica de maior altitude e o seu fim numa zona topográfica de baixa, conforme se pode observar na figura 1.

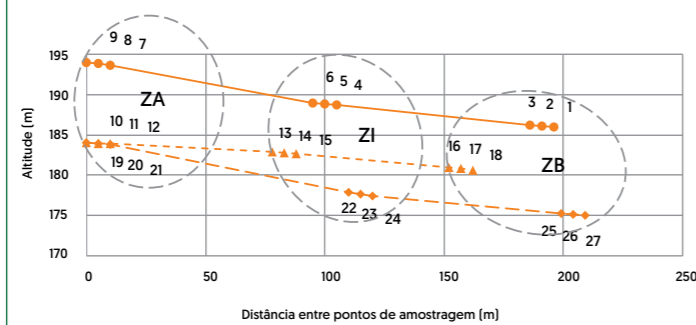
Foram feitas análises de solos duas vezes no decorrer do projeto, tendo a primeira recolha de solos ocorrido entre 19 e 29 de março de 2019, na exploração A e a 2 de maio de 2019 na exploração B, e a segunda recolha de solos ocorrido entre 19 de março e 20 de abril de 2021 na exploração A e a 9 de abril na exploração B. As recolhas de solos foram feitas em 19 locais de amostragem (LA), às seguintes profundidades (0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm), obtendo 57 amostras de solo. Cada amostra de um local, a uma dada profundidade, é uma amostra composta das amostras recolhidas nos dois ou três pontos (P) do mesmo local a essa profundidade [Figura 1].

Os pontos onde foram recolhidas as amostras de solos foram agrupados, dois a dois nas retas D e E da exploração A, e três a três nas retas A, B e C da exploração A e nas retas F e G da exploração B, por forma a obter valores médios para cada localização topográfica – zona alta, zona intermédia e zona baixa.

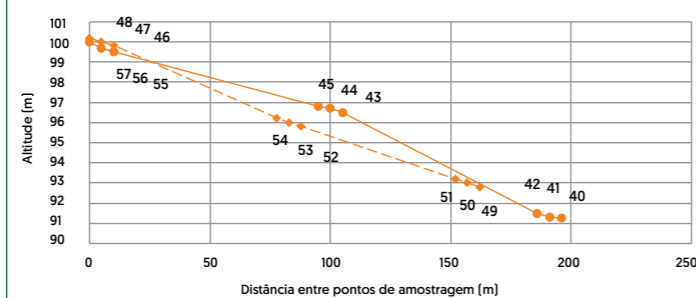
Figura 1

Localização dos pontos de amostragem nas retas A, B, C, D e E da exploração A e nas retas F e G da exploração B, com indicação sobre o seu agrupamento de acordo com a localização topográfica (zona alta – ZA, zona intermédia – ZI e zona baixa – ZB), para obtenção de valores médios para as análises de solos.

Localização dos pontos de amostragem nas Retas A, B e C



Localização dos pontos de amostragem nas Retas F e G



O ECOMONTADO XXI é um Grupo Operacional que consiste numa parceria entre duas explorações agrícolas localizadas no sul de Portugal e o MED – Instituto Mediterrânico para a Agricultura, Ambiente e Desenvolvimento da Universidade de Évora. O seu objetivo é estudar o impacto do Keyline nas condições do solo e a sua capacidade para suportar um novo sistema de Montado.



Localização das explorações parceiras do projeto.



Mais informações em

www.apfc.pt/id-ensaios.php

www.ecomontadoxxi.uevora.pt

Líder de Projecto e Parceiro

Sociedade Agrícola do Freixo do Meio, Lda. (SAFM)



Parceiros

Universidade de Évora (UE)



Associação de Produtores Florestais do Concelho de Coruche e Limitrofes (APFC)



HERDADE DA MACHOQUEIRA DO GROU, CRL

Ficha Técnica

Edição:
Associação de Produtores Florestais do Concelho de Coruche e Limitrofes (APFC)

Equipa técnica:
Ana Margarida Pinto da Fonseca,
Ricardo Ramos da Silva,
Rui Manuel de Almeida Machado

Design Gráfico, Paginação e Preparação Gráfica:
WhiteSpace – Creative Communication Unip. Lda.

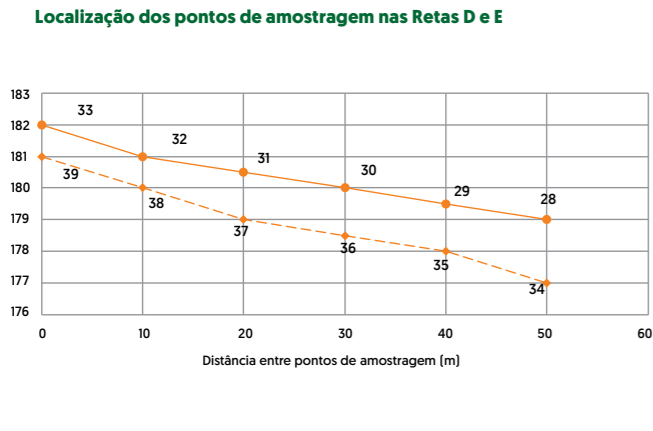
Impressão e Acabamento:
WhiteSpace – Creative Communication Unip. Lda.

Tiragem:
200 exemplares

Coruche, Dezembro 2021

○ KEYLINE NO PROJETO ECOMONTADO XXI IMPACTO SOBRE A QUALIDADE DOS SOLOS





As análises às amostras de solos recolhidas foram: Textura de campo [apenas no início do projeto]; pH (H₂O), pH (KCl), Condutividade, Matéria Orgânica, Fósforo extraível (P₂O₅), Potássio extraível [K₂O], Cálcio extraível, Magnésio extraível e Manganês.

Resultados

Os valores médios para os diferentes elementos do solo para cada uma das parcelas em estudo, obtidos na primeira análise aos solos, dos 0 aos 60 centímetros de profundidade, são apresentados na tabela 2.

Podemos observar que se tratam de solos ácidos, sobretudo na exploração B, o que deverá estar relacionado com a predominância de areias nesta última exploração. Os valores de Matéria Orgânica e Carbono Orgânico são muito baixos para todas as parcelas em estudo, se considerarmos a inclusão do perfil de solo dos 0 aos 60 centímetros. Se incluirmos apenas o perfil correspondente aos 0 a 10 centímetros de solo, já obtemos valores mais elevados.

Podemos observar a semelhança de características entre as parcelas da exploração A utilizadas para avaliar o efeito do Keyline (Parcela 2 – Controlo e Parcela 3 – Keyline) e as da exploração B (Parcela 4 – Controlo e Parcela 5 – Keyline).

Comparando os valores obtidos para os diferentes elementos, em cada parcela:

- os valores para o Fósforo são mais baixos do que o valor médio, sendo extremamente baixos para a Parcela 1 da exploração A e para as duas parcelas da exploração B.

- os valores de Potássio, nas parcelas, ficam abaixo dos valores médios para os solos da região, mas não distando significativamente do que é considerado o limiar inferior para a presença deste elemento nestes solos.

- os macronutrientes extraíveis Cálcio e Magnésio, presentes nos solos da exploração B são inferiores aos considerados como valores médios. Já nas parcelas 2 e 3 da exploração A, os valores são superiores aos considerados como valores médios, e apenas a parcela 1 apresenta valores dentro dos valores médios para estes dois macronutrientes.

Uma vez que o Keyline é uma intervenção executada nos 10 primeiros centímetros de solo, vamos comparar a evolução dos teores dos diferentes elementos nestes primeiros 10 centímetros, de acordo com as parcelas e também com as localizações topográficas (alta, intermédia e baixa).

pH em H₂O

- Em geral, ocorreu uma ligeira subida deste valor tanto nas parcelas de controlo como nas parcelas onde foi feito o Keyline.

- Apenas a reta B da parcela 1 contraria esta tendência, com redução no valor de pH em todas as zonas topográficas, embora de forma muito pouco expressiva.

A subida, na generalidade dos pontos, do valor de pH em H₂O é positiva, uma vez que aumenta a disponibilidade de alguns nutrientes para as plantas. No entanto não parece haver uma correlação com a instalação de Keyline nas parcelas.

pH em KCl (Cloreto de potássio)

- Subiu em quase todas as análises da zona topográfica alta na exploração A, com exceção da reta B.

- Na zona intermédia da parcela 1 baixou na reta B e subiu nas outras retas A e C, tendo baixado na zona topográfica baixa da reta A e subido nas restantes.

- Na exploração B, subiu nas zonas topográficas alta e baixa, tendo baixado na zona intermédia da reta F de controlo, acontecendo o oposto na reta G com Keyline.

Não parece, desta forma, haver uma correlação entre o Keyline e as subidas ou descidas no pH em KCl, sendo estas devidas a outros fatores.

Condutividade em H₂O

- Subiu nas retas A, B e C e desceu de forma relativamente aleatória, não parecendo seguir qualquer critério relacionado com o Keyline ou a zona topográfica.

- Na parcela 3, com Keyline, da exploração A, a condutividade diminuiu, enquanto aumentou na correspondente parcela de controlo – parcela 2.

- Na exploração B a condutividade baixou na parcela de controlo na zona topográfica alta mas aumentou em todas as restantes zonas topográficas nas parcelas de controlo e com Keyline.

Fósforo extraível (P)

- Aumentou em quase todas as retas da parcela 1 da exploração A com exceção da zona topográfica alta e baixa da reta B.

- Na parcela 2 da exploração A, de controlo, reduziu-se em todas as localizações topográficas, enquanto que na correspondente parcela com Keyline, a parcela 3, já se observou um aumento significativo no teor de P extraível nas diferentes localizações topográficas.

- Na parcela 4 da exploração B, de controlo, também se registou uma diminuição do teor de P extraível em todas as zonas topográficas com exceção da zona topográfica baixa, onde este teor aumentou.

- Já na parcela 5, com Keyline, da exploração B, o teor em P extraível aumentou em todas as localizações topográficas com exceção da zona baixa.

Em face dos resultados, parece existir uma correlação entre o Keyline e o aumento de P extraível. Os valores de fósforo extraível utilizando a determinação de P₂O₅ (mg/kg) deram resultados semelhantes.

Potássio extraível (K)

- Diminuiu na zona baixa da reta A, em toda a reta B e na zona intermédia da reta C, da parcela 1, aumentando nas restantes situações da exploração A.

Esta diminuição observada nas retas da parcela 1 poderá estar relacionada com o grande crescimento da biomassa vegetal de ano para ano, após se fazer o Keyline, biomassa esta que pode levar a uma absorção significativa de potássio do solo, reduzindo os seus valores neste elemento.

Na exploração B só se observou uma redução no valor de potássio disponível na zona alta da parcela 5, onde se fez o Keyline, mas foi aqui que se registou um maior aumento da biomassa vegetal, pelo que os dois fatores poderão estar relacionados.

Cálcio extraível (Ca)

- Diminuiu em toda a parcela 1 com exceção da zona baixa da reta C, zona sujeita a encharcamento acentuado por altura do inverno.

- Também nas parcelas 2 e 3, estes valores diminuíram com exceção da zona baixa da reta C, também sujeita a encharcamento no inverno.

- Apenas na exploração B estes valores subiram em todas as zonas topográficas das retas de controlo e Keyline.

A redução generalizada nos teores de Ca extraível pode estar relacionada com o elevado crescimento de biomassa da pastagem, na parcela 1 e também nas parcelas 2 e 3. Esta biomassa absorve cálcio do solo pelo que este apresenta valores mais reduzidos deste elemento.

No entanto, o maior crescimento de biomassa vegetal na exploração B não produziu o mesmo efeito nos teores de cálcio extraíveis do solo.

Magnésio extraível (Mg)

- Subida em todos os pontos da parcela 1 com exceção da zona baixa das retas A e B, que são zonas de grande crescimento da biomassa vegetal, e da zona intermédia da reta C, que também corresponde a uma zona de grande crescimento da biomassa vegetal.

- Nas parcelas 2 e 3, o valor de magnésio extraível reduz-se em todas as situações com exceção da zona alta da parcela de controlo.

Na exploração B o magnésio sofre uma redução na zona intermédia da reta de controlo e na zona alta da reta com Keyline, que foram ambas zonas de elevado crescimento da biomassa vegetal. No entanto não é fácil estabelecer uma relação clara entre estes dois fatores, o crescimento de biomassa vegetal e a redução de magnésio extraível no solo, podendo este ser explicado por outros fatores.

Manganês (Mn)¹

- Reduziu-se em quase todos os pontos da parcela 1 com exceção da zona intermédia da reta A e da zona intermédia e baixa da reta C.

- Redução em todos os pontos da reta D de controlo e subida ligeira na reta com Keyline – reta E.

- Na exploração B, aumentou na zona alta da reta de controlo F e nas zonas alta e baixa da reta com Keyline – reta G.

Nos casos das parcelas E e G, em que o teor de Manganês aumenta nas parcelas com Keyline em relação às parcelas de controlo, parece existir uma relação causal entre estes dois fatores que poderá estar relacionada com a maior mobilização do solo e por isso maior disponibilização deste elemento para a forma extraível. Já na parcela 1 parece que esta mobilização acrescida não teve o mesmo efeito, o que se poderá ficar a dever a outros fatores, nomeadamente o crescimento significativo da biomassa vegetal da pastagem.

Carbono orgânico

- Parcela 1 – esta percentagem diminuiu em quase todas as zonas com exceção das zonas alta e intermédia da reta A e da zona baixa da reta B. Este facto poderá ficar a dever-se à elevada mobilização e conjunto de intervenções que foram efetuadas nesta parcela que terão, no seu conjunto, provocado um maior arejamento do solo e consequentemente uma taxa de mineralização da matéria orgânica mais elevada.

- Parcelas 2 e 3 da exploração A – sofreram nenhuma ou apenas uma mobilização e a percentagem de matéria orgânica aumenta, mesmo que ligeiramente.

- Parcelas 4 e 5 da exploração B – percentagem de matéria orgânica também aumenta, com exceção da zona intermédia da reta F de controlo.

A variação da percentagem de matéria orgânica do solo nas duas explorações é semelhante à variação da percentagem de carbono orgânico.

Conclusões

Existe uma multitude de fatores que influenciam a disponibilidade dos diferentes elementos no solo, nomeadamente os valores de pH cujo aumento parece ter um impacto nos valores mais elevados de fósforo observados. Por outro lado, o crescimento da biomassa da pastagem, bastante significativo na parcela 1, mas também observado nas parcelas E e G onde se fez uma passagem de Keyline, parece influenciar a menor disponibilidade de potássio e de cálcio devido à sua absorção por parte das plantas.

Também o número de operações de mobilização do solo parece influenciar a percentagem de carbono orgânico do solo, o que deverá estar relacionado com o maior arejamento e consequente oxidação da matéria orgânica e redução da percentagem de carbono orgânico no solo.

Outro fator que influencia os teores dos diferentes elementos no solo é a humidade do mesmo, que deverá aumentar com a remarcação do Keyline no terreno ou seu reforço por meio de outras operações.

Na verdade, qualquer das variações observadas é pouco expressiva, sendo difícil separar os fatores causadores das mesmas ou correlacioná-las com a instalação do desenho de Keyline.

Estes resultados vêm ao encontro do que foi já observado noutros estudos [6] e [7]. De facto, o Keyline foi concebido para melhorar a infiltração da água e evitar a erosão do solo o que deverá, a longo prazo aumentar a fertilidade dos solos, mas este resultado deverá demorar anos a ser observado [6]. Nomeadamente o aumento dos teores de matéria orgânica do solo pode ser uma consequência natural de uma boa implementação do desenho de Keyline, sem reviramento do solo, mas este também deve ser um processo que demorará vários anos a observar-se [7]. O curto período de estudo deste Grupo Operacional não possibilita a observação destes resultados ou a clarificação sobre os fatores que justificam as diferentes variações nos teores dos diferentes nutrientes no solo.

Referências

^[1] Godinho, S., Gil, A., Guiomar, N., Neves, N., Pinto-Correia, T., 2016. A remote sensing-based approach to estimating montado canopy density using the FCD model: a contribution to identifying HNV farmlands in southern Portugal. Agrofor. Syst. 90, 23–34. https://doi.org/10.1007/s10457-014-9769-3.

^[2] Pinto-Correia, T., Guiomar, N., Ferraz-de-Oliveira, M.I., Sales-Baptista, E., Rabaça, J., Godinho, C., Ribeiro, N., Sá-Sousa, P., Santos, P., Santos-Silva, C., Simões, M.P., Belo, A.D.F., Catarino, L., Costa, P., Fonseca, E., Godinho, S., Azeda, C., Almeida, M., Gomes, L., Lopes-de-Castro, J., Louro, R., Silvestre, M., Vaz, M., 2018. Progress in identifying high nature value montados: impacts of grazing on hardwood rangeland biodiversity. Rangel. Ecol.

^[3] Godinho, S., Guiomar, N., Machado, R., Santos, P., Sá-Sousa, P., Fernandes, J.P., Neves, N., Pinto-Correia, T., 2016. Assessment of environment, land management, and spatial variables on recent changes in montado land cover in southern Portugal. Agrofor. Syst. 90, 177–192. https://doi.org/10.1007/s10457-014-9757-7.

^[4] Camilo-Alves, C.S., Vaz, M., da Clara, M.I.E., Ribeiro, N.M.C.A., 2017. Chronic cork oak decline and water status: new insights. New For. 48, 753–772. https://doi.org/10.1007/s11056-017-9595-3.

^[5] IPCC (2007) Climate change 2007 — synthesis report. Contribution of working groups I, II and III to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Available at: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_synthesis_report.htm. Accessed Jan 2011

^[6] del Carmen Ponce-Rodríguez, M., Carrete-Carreón, F. O., Núñez-Fernández, G. A., de Jesús Muñoz-Ramos, J., & Pérez-López, M. E. (2021). Keyline in Bean Crop [Phaseolus vulgaris L.] for Soil and Water Conservation. Sustainability, 13(17), 9982.

^[7] http://rainalgoma.ca/wp-content/uploads/2017/01/Keyline-Plowing-Soil-Nutrients-and-Grass-Yield-2016.pdf

^[1] elemento que apresenta alguma toxicidade para as plantas