

SEQUESTRO DE CARBONO



SEQUESTRO DE CARBONO (MATÉRIA ORGÂNICA DOS SOLOS/BIOMASSA)



Co-financiado por:



UNIÃO EUROPEIA

Fundo Europeu Agrícola
de Desenvolvimento Rural

A Europa Investe nas Zonas Rurais



QUEM SOMOS

A Confederação Nacional dos Jovens Agricultores de Portugal (CNJ) tem como missão representar e defender os interesses dos Jovens Agricultores, bem como as organizações que os representam, direta ou indiretamente, junto das entidades nacionais e internacionais, públicas ou privadas, numa ótica de PROMOVER, FACILITAR e VALORIZAR. Nos seus objetivos estão incluídos “Promover o desenvolvimento do Mundo Rural e de todas as atividades que lhe possam estar associadas”, onde se destacam:

- A produção, o turismo, a promoção dos produtos tradicionais;
- A formação e a qualificação dos jovens em particular e dos agricultores no geral;
- Defender uma agricultura respeitadora do ambiente mas vocacionada para o mercado e para os direitos dos consumidores;
- Promover o Associativismo e o Cooperativismo;
- Contribuir para um mundo melhor, uma sociedade mais justa com melhor qualidade de vida, mais saudável, mais qualificada respeitadora do homem, do meio ambiente e do bem-estar animal.



ÍNDICE

Introdução.....	3
Dinâmicas naturais do Ciclo do carbono e influência antrópica	3
Ciclo do carbono.....	5
Alterações antrópicas às trocas de carbono entre o solo e a atmosfera .	6
Serviços dos ecossistemas.....	6
Sequestro de Carbono no setor da agricultura e florestas	7
Práticas agro-florestais.....	8
Mobilização do solo	8
Culturas de Superfície	9
Gestão de Resíduos e Fertilização Verde/Sideração	9
Fertilização natural	10
Incorporação no solo de biocarvão.....	10
Fogos e Queimadas.....	11
Bibliografia.....	12

Título| SEQUESTRO DE CARBONO

SEQUESTRO DE CARBONO (MATÉRIA ORGÂNICA DOS SOLOS/BIOMASSA)

Edição| CNJ – Confederação Nacional dos Jovens Agricultores e do Desenvolvimento Rural

Organização de Conteúdos| CNJ

Operação| PDR2020-214-10308 | PDR2020 – Programa de Desenvolvimento Rural 2014-2020

INTRODUÇÃO

A pressão da agricultura intensiva, o aumento das temperaturas, as secas prolongadas, a intensificação da ocorrência de fogos florestais e, por vezes, as chuvadas intensas, favoreceram a perda de carbono orgânico nos solos e a sua degradação. Neste contexto favorecido pelas mudanças climáticas, a adoção de práticas de uso do solo que incrementam o sequestro de carbono, ajudam a melhorar a produção agrícola e a prevenção da erosão, revela-se indispensável para a preservação do carbono no solo e um dos desafios deste século.

DINÂMICAS NATURAIS DO CICLO DO CARBONO E INFLUÊNCIA ANTRÓPICA

O carbono é o quarto elemento mais abundante do Universo, está presente na constituição dos tecidos de todas as espécies vivas, e em quase toda matéria orgânica, é um elemento capaz de se ligar e formar moléculas de diferentes estruturas e propriedades físico-químicas o que permite estar presente em diversos materiais de uso cotidiano, como vasilhames e garrafas de plásticos, os combustíveis fósseis, o etanol, os óleos e graxas entre muitos outros.

No entanto, o carbono existe em quatro formas principais:

- Elementar - grafite, carvão e diamante (C).
- Oxidado - dióxido de carbono (CO_2), carbonato (CO_3), e monóxido de carbono (CO).
- Hidrocarbonetos - metano (CH_4), propano (C_3H_8) e butano (C_4H_{10}).
- 'Vivo' - na biosfera e solos.

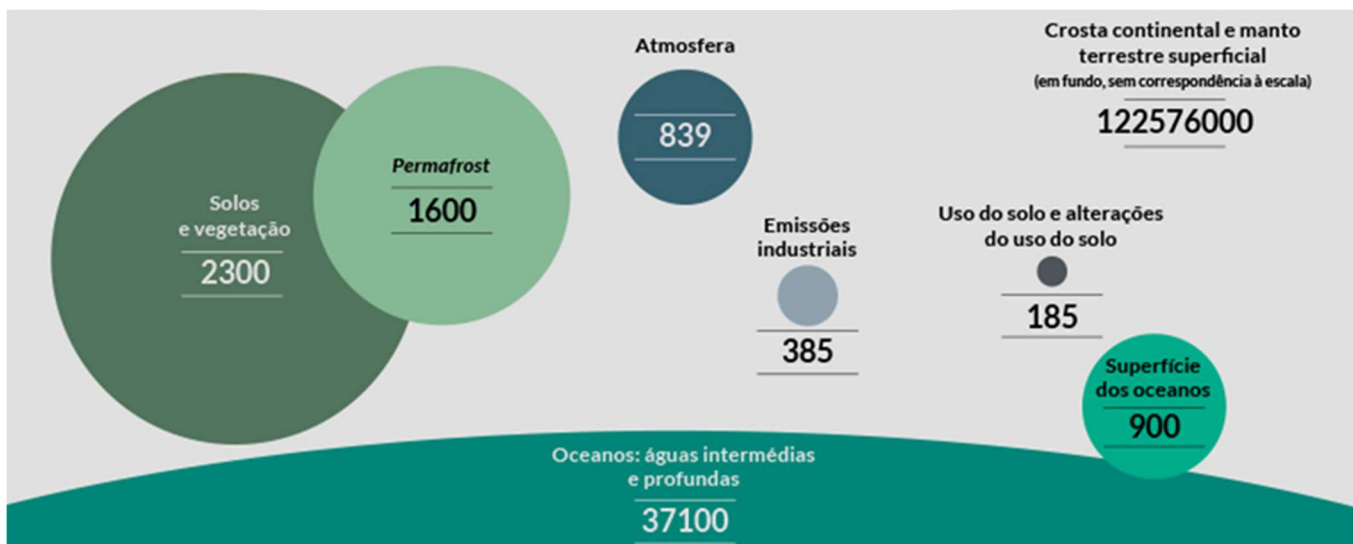
O carbono ocupa cerca de metade do peso seco dos seres vivos, e a sua presença é uma forma de aferir a saúde e produtividade dos ecossistemas.

Este elemento apresenta dois ritmos distintos do ciclo natural, o **carbono de retorno rápido** "Fast Turnover Domain", ciclo exógeno que se troca entre a atmosfera, oceano, vegetação e solo em minutos/horas até algumas décadas e o **carbono de retorno lento** "Slow Turnover Domain", ciclo endógeno que corresponde ao existente nas formações geológicas como carbonatos ou combustíveis fósseis e ocorre durante um período de milhões de anos.

Reservatórios globais de carbono em gigatoneladas (Gt)



Fonte: <https://www.lifeder.com/>



Fonte: <https://florestas.pt/>

Hoje, ambos os ciclos são facilmente afetados pela atividade humana, na medida em que o ciclo rápido é influenciado pelas mudanças de uso do solo e degradação de ecossistemas, e o ciclo lento é desequilibrado pela extração e queima de combustíveis fósseis e carbonatos.

Quando não existe intervenção humana, as trocas de carbono entre os dois ciclos são feitas de forma natural mais ou menos lenta, em função da velocidade de meteorização e desenrolar natural do ciclo geomorfológico. A introdução do fator humano na dinâmica entre estes dois ritmos de ciclo tem o efeito de aumentar a intensidade e ritmo dessas trocas.



Fonte: <https://www.iberdrola.com/>

O ciclo de carbono de retorno lento funciona como que um enorme reservatório de carbono que vai sendo introduzido no ciclo de retorno rápido de forma muito lenta, a um ritmo semelhante ao que o carbono de ciclo de retorno rápido vai estabilizando e integrando o inventário de retorno lento.

Devido às intervenções humanas, nomeadamente com o progresso técnico, o aumento dos padrões de produção e consumo, verificou-se que num espaço 150-200 anos, a disponibilidade de carbono para o ciclo de retorno rápido aumentou em quase 50%, este aumento do tempo médio de retorno natural de uma molécula de CO_2 , leva a que a concentração atmosférica passa a ser tão superior ao normal que os ecossistemas que o absorvem não têm capacidade de a mitigar totalmente.

Na atmosfera, o carbono existe principalmente em três formas, monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2) e metano (CH_4). Tendo em conta a sua influência no balanço radiativo da atmosfera, o dióxido de carbono e o metano (para além do óxido nitroso (N_2O) e do vapor de água H_2O), são os principais gases com efeito de estufa (GEE).

Para além do **ciclo de retorno lento**, que se traduz na passagem do carbono dos animais, plantas e oceanos para as camadas mais profundas da crosta terrestre e do **ciclo de retorno rápido**, que se traduz nas trocas ‘imediatas’ de carbono entre a atmosfera e o oceano ou entre a atmosfera e o solo, podemos considerar que existe um terceiro ciclo, o **ciclo do carbono antropogénico** (originado pela atividade humana), que se traduz nas alterações que o ser humano causou na estabilidade dessas trocas.



CICLO DO CARBONO

Perceber os mecanismos e dinâmicas do ciclo do carbono é importante para a sensibilização dos intervenientes dos setores de atividade com responsabilidades nos processos de emissões de gases de efeito estufa (GEE) e conseqüentemente nas alterações climáticas.

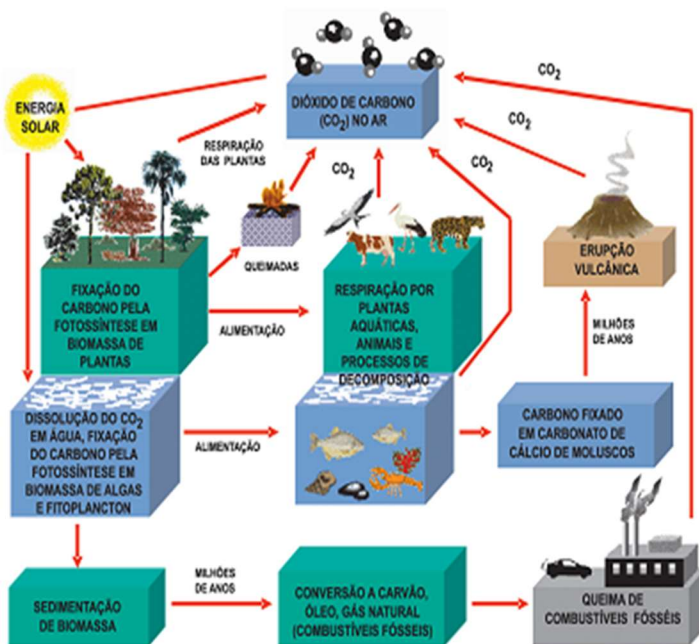
A atmosfera recebe carbono das plantas e animais (resultante da respiração e decomposição) e dos oceanos (por desgaseificação). As alterações da concentração de carbono na atmosfera ocorrem de forma natural, lenta e fluida, devido à resiliência e estabilização natural dos ciclos de retorno rápidos.



O oceano é um dos grandes reservatórios de carbono no Planeta, detém carbono orgânico (algas e fitoplâncton e animais de grande porte), e possui propriedades físico-químicas que permitem uma grande solubilidade de CO_2 nas águas sob a forma de carbonatos e ácidos carbônicos.

A troca mais básica que transfere carbono da atmosfera para os ecossistemas terrestres é a fotossíntese, que nos cloroplastos das folhas das plantas junta água e dióxido de carbono, através da energia solar, para produzir glucose e emitir oxigênio (**Produção primária**).

Esta produção primária está na base da cadeia alimentar dos ecossistemas terrestres, permitindo que, a partir dela, se desenvolvam outras moléculas mais complexas, como gorduras, proteínas e celulose.



Ao total do carbono fixado anualmente por fotossíntese a nível global dá-se o nome de **Produtividade Primária Bruta (GPP)** e assume um valor global que ronda as 120Gt.

A emissão de dióxido de carbono dos ecossistemas terrestres para a atmosfera dá-se por três meios principais, a **respiração autotrófica** (processo pelo qual as plantas utilizam o carbono obtido através da fotossíntese), **respiração heterotrófica** (decomposição de matéria orgânica por micróbios), e **oxidação** (combustão onde se incluem os fogos florestais).

Fonte: <https://upload.wikimedia.org/>

ALTERAÇÕES ANTRÓPICAS ÀS TROCAS DE CARBONO ENTRE O SOLO E A ATMOSFERA

As alterações provocadas pelas atividades humanas ao ciclo natural do carbono, no que diz respeito às trocas entre a atmosfera e o solo são paralelas às que se verificam na degradação do solo, estão quase sempre relacionadas com o uso e gestão deste recurso quer como recurso, quer como pedaço de território complexo e diversificado.

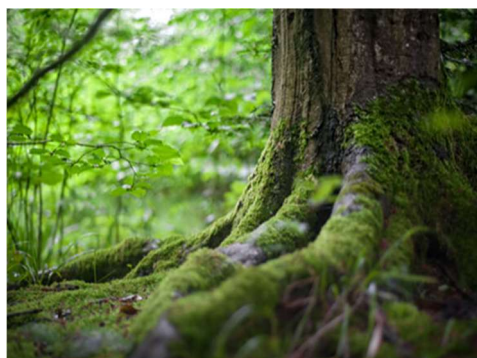
O tipo de uso do solo, altera as interações entre o solo e a atmosfera de duas maneiras, a limpeza do espaço natural para que se possa começar a desenvolver uma determinada atividade, e o uso em si, nomeadamente a conversão de vegetação natural para outra ocupação que implica uma perda de biomassa por desflorestação ou remoção de vegetação, para além, da combustão de combustíveis fósseis necessária durante o processo.

A desflorestação influencia as trocas de carbono entre o solo e a atmosfera devido as emissões diretas de dióxido de carbono para a atmosfera, a diminuição da qualidade do solo, a diminuição da capacidade de o solo reter matéria orgânica, para além do aumento da susceptibilidade aos processos erosivos do solo e exposição direta da matéria orgânica a um ritmo de decomposição mais acelerado.



Fonte: <https://www.agroportal.pt/>

SERVIÇOS DOS ECOSISTEMAS



Fonte: <https://bcspportugal.org/biodiversidade/>

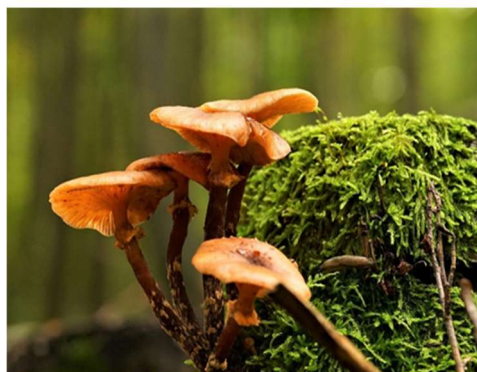
A floresta é um recurso natural cujo ecossistema (diversidade de espécies de organismos vivos e os seus habitats) é de grande importância para o ser humano e para o próprio ambiente pelos serviços que o mesmo fornece.

A importância da floresta não se limita à sua vertente cultural, económica e social, mas também ao nível ambiental.

No entanto, em termos mundiais a floresta tem vindo a desaparecer, sendo as causas mais comuns a desflorestação, a intervenção do ser humano através da conversão das áreas florestais para outros fins, incêndios e falta de proteção e gestão dos recursos florestais.

O solo, sendo parte integrante das florestas e por si só um ecossistema e um recurso natural indispensável para a prática da agricultura, atua como um reservatório químico, que necessita de receber um “input” de energia solar para desencadear todas as reações físico-químicas que nele ocorrem.

A energia solar é também utilizada na atividade fotossintética das plantas que fixam o carbono atmosférico e o transformam em alimento capaz de ser metabolizado por outros seres de complexidade



Fonte: <https://pixabay.com/pt/>

variada, sob a forma de celulose, hidratos de carbono, resinas, gorduras, proteínas, entre outros (Produção primária).

O solo recebe ainda durante a vida dos seres vivos a deposição de materiais tais como folhas de plantas, ou dejetos de animais, que contribuem para uma série de outras reações dentro do próprio solo e, chegado ao fim do ciclo de vida tanto de plantas como animais, o seu próprio corpo para que se decomponha.

De uma forma simplista, podemos definir “serviços de ecossistemas” como os processos naturais capazes de fornecer bens e serviços que satisfaçam as necessidades do ser humano, de forma direta ou indireta, no entanto, é de salientar que existe uma distinção por parte de vários autores, entre bens fornecidos pelos ecossistemas como os alimentos e serviços como o sequestro de carbono entre outros.

SEQUESTRO DE CARBONO NO SETOR DA AGRICULTURA E FLORESTAS

A temperatura média global, em relação aos níveis pré-industriais, aumentou em 1,07 °C, portanto, para que este aumento se mantenha entre os 1,5 °C e 2 °C, as emissões de gases com efeito de estufa (GEE) têm de diminuir e atingir a neutralidade carbónica, que consiste no equilíbrio entre as emissões e o sequestro antropogénicas de CO₂ durante um intervalo de tempo específico.



Fonte: <https://revistajardins.pt/>



Fonte: <https://revistabioika.org/pt/>

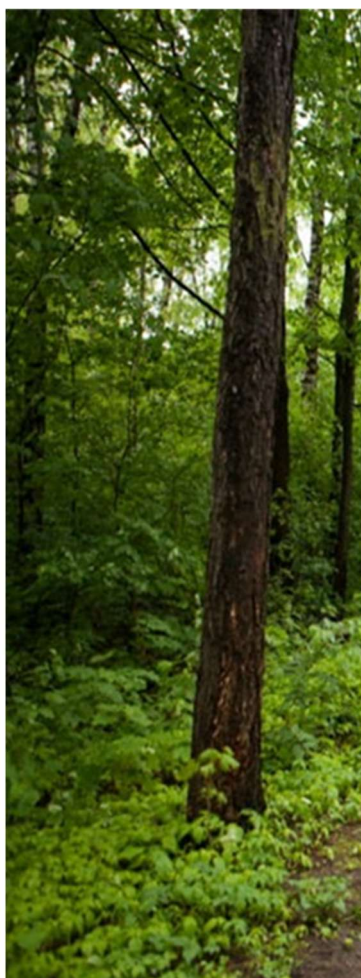
Os gases com efeito de estufa (GEE) são compostos por vários gases nomeadamente o dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O) e o metano (CH₄) entre outros. No entanto, verificou-se que o CO₂ é um dos principais responsáveis pelas alterações climáticas devido à sua libertação significativa aquando dos processos da queima de combustíveis fósseis, de processos de desflorestação, incêndios e processos metabólicos.

A floresta é um dos ecossistemas que mais permite sequestrar CO₂, cerca de 85% em termos mundiais, este valor expressivo deve-se ao facto de as árvores permitirem captar uma quantidade significativa de CO₂ da atmosfera e armazenar o mesmo nas suas folhas, ramos, caules, cascas e raízes, sendo que o carbono armazenado corresponde a aproximadamente 50% do peso da biomassa de uma árvore.

Assim, é possível constatar a extrema relevância do setor da agricultura e florestas na estabilidade do clima do planeta através do sequestro de carbono.

Existem duas vias principais que permitem situações de sequestro de carbono no setor da agricultura e florestas a gestão de práticas agro-florestais e gestão de uso e ocupação do solo.

As práticas agro-florestais são aquelas que se podem implementar diretamente no solo com diferentes custos, escalas e tempos de retorno, como alterações nas mobilizações do solo, utilização de restolho e rotações de cultura, culturas de superfície, florestação e pastagens.



Fonte: <https://www.vidarural.pt>

A gestão de uso e ocupação do solo, por outro lado, implica intervenções mais amplas na paisagem e estrutura funcional do território que têm influência no saldo de carbono, como a mudança de uso (abandono, criação de áreas protegidas) ou de gestão (intensificação ou extensificação das práticas agrícolas e florestais, organização funcional do espaço).

PRÁTICAS AGRO-FLORESTAIS

Entre as práticas agrícolas e florestais que têm efeitos ao nível do sequestro de carbono salientamos, o tipos de mobilização do solo (reduzida, mínima, nula, pouco profunda, com e sem inversão dos horizontes) que têm efeitos nas perdas por erosão hídrica ou oxidação, as culturas de superfície, as práticas de gestão e utilização de resíduos (envolvência de excedentes de produção, restolho, palhas ou das culturas de superfície) e a utilização de fertilizantes naturais como estrumes, fertilização verde/sideração e compostos.

8



Fonte: <https://aposolo.pt/>

MOBILIZAÇÃO DO SOLO

A mobilização é um dos fatores que mais intervem na perda de solo e, por conseguinte, na perda de carbono do solo.

A influência da mobilização na perda de carbono no solo é atribuída a fatores mecânicos, como a desagregação de matéria orgânica e bioquímicos devido ao maior ritmo de oxidação por exposição ao ar e à luz solar.

No entanto, as mobilizações podem aumentar o sequestro de carbono pelo solo através do aumento do potencial de criar biomassa (por incremento de fertilidade do solo), diminuição do ritmo de perdas por erosão, ou aumento do teor de matéria orgânica no solo.



Fonte: <https://acientistaagricola.pt/>



Em alternativa ao pouso com o solo mobilizado ou a descoberto, as culturas de superfície são um bom método para proteger e fertilizar o solo, ou seja, para impedir perdas e fomentar ganhos de carbono.

De entre os vários tipos de culturas de superfície, salientamos três como principais, as **espontâneas não selecionadas** em que este

tipo de vegetação é deixada crescer durante o outono para proteger o solo e só é controlado caso exista competição por água com outras culturas, as **espontâneas selecionadas** em que se favorece um determinado grupo de espécies específicas e as 'indesejadas' são removidas de forma mecânica e as **semeadas** que consistem na introdução de gramíneas e/ou leguminosas que introduzem carbono no solo através do sistemas radiculares e incorporação no solo da própria cultura.

GESTÃO DE RESÍDUOS E FERTILIZAÇÃO VERDE/SIDERAÇÃO

O aumento do teor de carbono do solo em sistemas agrícolas está dependente da biomassa deixada nos solos para continuar o ciclo, ou seja, depende dos métodos de gestão do restolho, palhas ou excedentes de produção, que têm diferentes resultados para cada tipo de cultura.

À incorporação no solo das culturas de superfície dá-se o nome de '*Fertilização Verde*' ou '*Sideração*' e tem efeitos benéficos na composição química do solo, nas suas características físicas e biológicas proporcionando um aumento da produção primária e, conseqüentemente, o aporte de matéria orgânica e aumento do teor de carbono do solo.

As incorporações no solo de outros tipos de resíduos de produção têm efeitos semelhantes.

No entanto, a influência da gestão de resíduos de produção no aumento do teor de carbono em sistemas agrícolas pode ser diluída nas práticas de mobilização, até porque a mobilização é que acaba por determinar de que forma essa biomassa vai integrar o solo e, a partir daí, o seu ritmo de decomposição, integração na matéria orgânica do solo e sequestro de carbono.



FERTILIZAÇÃO NATURAL

A intensificação da fertilização pode ser uma importante estratégia de sequestro de carbono em solos pobres e degradados, principalmente pelo facto de existir um potencial de variação do teor de carbono do solo muito elevado.

Para além da fertilização providenciada pelas culturas e pela integração do excesso de biomassa que delas resulte, é ainda possível aplicar de forma externa material orgânico através da fertilização orgânica como estrumes e compostos resultantes de processos de compostagem.



Fonte: <https://portalresiduossolidos.com/>

10

INCORPORAÇÃO NO SOLO DE BIOCARVÃO

Até agora foram apresentadas as práticas mais generalizadas e com maior capacidade de sequestro de carbono. No entanto existem outras que, não sendo tão amplamente utilizadas ou tendo maiores custos de implementação, também merecem destaque, tais como a introdução de biocarvão.

Algumas das práticas como a sideração ajudam a integrar os excessos de biomassa no solo com benefícios claros na produtividade e captação de carbono, no entanto, queimar parte dessa biomassa pode ser uma estratégia de captação de carbono, se as perdas de CO₂ forem devidamente acauteladas. A incorporação no solo de biocarvão produzido por pirólise anaeróbia de biomassa, por ser menos susceptível à decomposição permite um sequestro de carbono mais duradouro, de décadas a milhares de anos.

Fonte: <https://agro2.com.br/>



FOGOS E QUEIMADAS

A emissão de CO₂ para a atmosfera provocado pelos incêndios florestais (toneladas de CO₂ emitidas por hectare de floresta ardida) são valores preocupantes, que podem ser evitados se o investimento público e privado incidirem sobretudo na prevenção.

A queima de biomassa resultante dos resíduos provenientes da poda da vinha, do olival, do amendoal e outras culturas permanentes, contribui de forma significativa para uma contaminação atmosférica de CO₂.

Uma das formas de mitigar a contaminação atmosférica com CO₂ resultante da queima de biomassa proveniente dos resíduos da poda, seria a utilização destes resíduos para a obtenção de biocarvão pelo processo de pirólise lenta, tornando assim, um desperdício agrícola num produto de mais-valia para ser utilizado como reestruturador dos solos agrícolas e sequestrar CO₂ no biocarvão em detrimento de o libertar para a atmosfera.



Fonte: <https://viseunow.pt/>

BIBLIOGRAFIA

12

- <https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/28597/1/Luan%20Luchese.pdf>
- <https://www.sgambiente.gov.pt/wp-content/uploads/2023/12/Orcamentos-de-carbono.pdf>
- <https://apambiente.pt/clima/lei-de-bases-do-clima>
- <https://apambiente.pt/clima/roteiro-para-neutralidade-carbonica-2050>
- <https://apambiente.pt/clima/roteiro-nacional-para-adaptacao-2100>
- <https://apambiente.pt/clima/estrategia-nacional-de-adaptacao-alteracoes-climaticas>
- <https://apambiente.pt/clima/plano-nacional-de-energia-e-clima-pnec>
- <https://apambiente.pt/clima/programa-de-acao-para-adaptacao-alteracoes-climaticas-p-3ac>
- <https://florestas.pt/saiba-mais/quais-sao-os-principais-reservatorios-de-carbono-na-biosfera/>
- https://apambiente.pt/sites/default/files/_Clima/Mitiga%C3%A7%C3%A3o/RNBC/RelatrioFinal_24Abril2012.pdf
- <https://eos.com/pt/blog/sequestro-de-carbono/#:~:text=O%20conceito%20de%20sequestro%20de,humanidade%20contra%20as%20mudan%C3%A7as%20clim%C3%A1ticas.>
- <https://eos.com/pt/blog/sequestro-de-carbono-no-solo/>
- <https://florestas.pt/conhecer/sequestro-de-carbono-quanto-mais-poderao-as-plantas-absorver/>
- <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf>
- file:///servidor01/PastasPerfis/joaoregino/Downloads/Tese-Diana_Vale.pdf
- https://run.unl.pt/bitstream/10362/117658/1/mestrado_47910_REV_2021.pdf

Co-financiado por:



PROGRAMA DE
DESENVOLVIMENTO
RURAL 2014 · 2020



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu Agrícola
de Desenvolvimento Rural
A Europa Investe nas Zonas Rurais