

APLICAÇÃO DE COMPOSTO RESULTANTE DA COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS TÊXTEIS BIODEGRADÁVEIS EM SOLOS RECENTEMENTE ARDIDOS PARA MITIGAÇÃO DA EROSIÃO

JOSÉ SALGADO¹
ANTÓNIO AVELINO BATISTA VIEIRA²
ANTÓNIO BENTO-GONÇALVES³

RESUMO: Segundo SILVA (2009) é possível através de um processo de compostagem produzir um composto protetor e fertilizante para os solos, baseado em resíduos têxteis biodegradáveis. Além da mais-valia para os solos, este permitirá reduzir o custo de produção das empresas têxteis do Vale do Ave. Assim, pretendemos estudar a eficácia destas medidas inovadoras, as suas vantagens e eventuais impactes negativos que a sua aplicação poderá ter nos solos e na redução da erosão física. Para tal, iremos testar, à escala da parcela, medidas mitigadoras inovadoras, para proteção e fertilização dos solos recentemente ardidos, aplicando para o efeito resíduos têxteis biodegradáveis (industriais) em composto com palha ou caruma.

PALAVRAS-CHAVE: Incêndios florestais, erosão, resíduos industriais, compostagem, mitigação.

ABSTRACT: According to Silva (2009) is possible to produce, through a composting process, a protective and fertilizing compound for soil, based on biodegradable textile waste. Besides the added value for the soil, this will reduce the production cost of textile enterprises located on the Ave region. Thus, we intend to study the effectiveness of these innovative measures, their advantages and possible negative impacts that their application may have on soils and on physical erosion mitigation. Therefore, we will test, at the plot scale, innovative mitigation measures for protection and fertilization of recently burnt land, applying for this effect biodegradable textile waste (industrial) in compost with straw or pine needles.

KEYWORDS: Forest fires, erosion, industrial wastes, composting, mitigation measures.

1. INTRODUÇÃO

Segundo PAUSAS E KEELEY (2009) o fogo terá aparecido em simultâneo com as plantas terrestres e terá desempenhado um papel preponderante no desenvolvimento dos ecossistemas. No entanto, nas últimas décadas, o fogo tem assumido novas características, diferentes das que se podiam observar até então e cuja proporção se tornou numa séria ameaça ao desenvolvimento

¹ Mestre, Departamento de Geografia, Universidade do Minho, Campus de Azurém, 4800 Guimarães, josecastrosalgado@gmail.com

² Doutor, CEGOT-UMinho, Departamento de Geografia, Universidade do Minho, Campus de Azurém, 4800 Guimarães, vieira@geografia.uminho.pt

³ Doutor, CEGOT-UMinho, Universidade do Minho, Campus de Azurém, 4800 Guimarães, bento@geografia.uminho.pt

sustentável dos ecossistemas (FERREIRA *et al.*, 2010, BENTO GONÇALVES, 2011). Assim, estes novos padrões de intensidade, de severidade, de reincidência e extensões de área ardidas podem causar danos irreversíveis nas áreas florestais do nosso país.

Estas mudanças no regime de incêndio podem afetar consideravelmente as propriedades físicas e químicas dos solos, modificando os processos geomorfológicos e aumentando a erosão da camada superior dos solos, onde se localizam, na maioria dos solos portugueses, os únicos nutrientes existentes (BENTO-GONÇALVES *et al.*, 2008; FERREIRA *et al.*, 2010; FERREIRA-LEITE *et al.*, 2011, SHAKESBY, 2011).

Em termos físicos, os "novos" regimes de fogo podem originar a modificação dos processos geomorfológicos, fomentando uma maior desagregação dos materiais e consequentemente aumentando a erosão da camada superior dos solos, onde, como já foi referido, se localizam os únicos nutrientes existentes na maioria dos solos portugueses, (FERREIRA-LEITE *et al.*, 2011; MATAIX-SOLERA *et al.*, 2011; SHAKESBY, 2011). É por isso necessário o desenvolvimento e implementação de medidas que promovam a redução destes impactes, as quais deverão integrar as estratégias de defesa e recuperação da floresta e do solo (ROBICHAUD *et al.*, 2008; ROBICHAUD, 2009; FERREIRA *et al.*, 2010; BENTO-GONÇALVES *et al.*, 2012).

2. Medidas mitigadoras de proteção a recuperação dos solos em áreas ardidas

A continua degradação dos solos a que se tem vindo a assistir em Portugal, na sequência do flagelo em que se transformaram os incêndios florestais, especialmente desde a década de 70 do século passado, tem alertado para a necessidade de implementar medidas mitigadoras que visem a proteção e a recuperação dos solos em áreas recentemente ardidas. Estas práticas são antigas, especialmente no "mundo mediterrâneo", onde o fogo tem sido um fator natural e fundamental para a evolução da paisagem ao longo do tempo (MATAIX-SOLERA e CERDÀ, 2011; PAUSAS e KEELEY, 2009; SHAKESBY, 2011). Há muitos séculos que as perdas de solo preocupam os dirigentes do nosso país, considera-se que o primeiro registo encontrado relativamente a este assunto data de 1464, no século XV, e refere-se a uma carta régia escrita pelo rei D. Afonso V que proibiu as queimadas, entre Coimbra e Seia, até uma légua das margens do Rio Mondego, pois verificou que esta atividade aumentava a erosão nas vertentes, o que provocava um maior assoreamento do rio Mondego (LOURENÇO, 2009). Também, no decorrer do século XX são publicadas diferentes normas, como é o caso do “Regime Florestal” que, entre outros assuntos, referia como um dos principais objetivos a arborização das bacias hidrográficas de rios assoreados e das dunas móveis (BENTO-GONÇALVES, 2011).

Assim, pelo que já foi referido, compreendemos que a perda do coberto vegetal, originada por incêndios florestais, reduz a proteção dos solos, aumentando notavelmente a exposição destes aos agentes erosivos. Este facto origina uma perda importante de materiais, quer de origem orgânica quer mineral, que reduz a capacidade regenerativa e produtiva dos solos nas áreas recentemente ardidas.

Nas últimas décadas, este problema tem-se vindo a agravar devido ao considerável aumento do número de incêndios florestais, da sua severidade e da extensão das áreas ardidas, tornando-se necessário estudar, desenvolver e aplicar técnicas de recuperação de solos nestas áreas. Assim, verifica-se que determinadas ações realizadas imediatamente após a ocorrência do incêndio podem reduzir consideravelmente a ação dos agentes erosivos e conseqüentemente diminuir a perda de solo. Atualmente, são várias as técnicas desenvolvidas neste âmbito e podem ser aplicadas em encostas, em canais e nos caminhos.

Técnicas de mitigação nas encostas

No que diz respeito à implementação de medidas de mitigação aplicadas em encostas, COELHO *et al.* (2010) refere um conjunto de diversificados de práticas, sendo uma das mais usuais a técnica conhecida por Mulch, que consiste na colocação de palhas, ou outros materiais orgânicos (por exemplo Caruma dos pinheiros), na superfície afetada pelo incêndio.

A técnica das bandas ou cordões de mulch, outra técnica bastante utilizada, consiste na construção de faixas, com materiais similares aos utilizados nos casos anteriores (palha ou caruma dos pinheiros), no sentido transversal à encosta e paralelos entre si. Estas construções têm a mesma finalidade, formar um obstáculo à escorrência de águas superficiais, reduzindo a sua velocidade e conseqüentemente originando a deposição dos materiais transportados.

Alguns casos de estudos práticos.

Para ilustrar as técnicas apresentadas por COELHO, *et al.* (2010), referimos, a título de exemplo, alguns casos práticos em que técnicas de mitigação foram utilizadas. Em 2007 RUIZ e LUQUE (2010) realizaram um importante trabalho de recuperação de solos numa área atingida por um grande incêndio florestal na região de Andaluzia (Espanha). Para este efeito construíram, na zona afetada, 508 “barradas” fabricadas com troncos de pinheiros e eucaliptos queimados. Estas barreiras construídas nas zonas de maior escorrência, transversalmente ao sentido do fluxo da água, têm por objetivo bloquear e acumular os materiais arrastados pelas águas superficiais, reduzindo desta forma o efeito de ravinamento.

DE LA FUENTE VILLAR e BLOND ARREDONDO (2010) desenvolveram um trabalho similar numa área afetada por um incêndio florestal em 2006 na província de Pontevedra. No entanto, estes autores além de construírem pequenos diques (15 a 45 cm de altura) semelhantes aos do caso anterior, também criaram pequenos cordões utilizando fetos, matos, ramas de árvores e/ou de barreiras vegetação. Estes constituíam pequenos obstáculos que tinham por objetivo reduzir a velocidade das águas superficiais evitando a formação de regos ou barrancos e fomentando a deposição dos materiais arrastados. Além do que já foi exposto, estes autores defendem que se deve conseguir a proteção dos solos através da cobertura vegetal, semeando, num primeiro

momento, herbáceas e mais tarde leguminosas lenhosas com carácter colonizador, como o tojo (*Ulex sp*) e giestas (*Cytisus sp*, *Adenocarpus sp*).

Por sua vez, CABRERA *et. al.* (2010) experimentou, nos Montes de Castejón em Saragoza, (Espanha) que foram atingidos por um incêndio em 2009, uma técnica apelidada em Espanha de “Acolchado” (acolchoado) e mais conhecido pelo termo inglês “Mulching”. Esta consiste em cobrir o solo afetado pelo incêndio com um material protetor, normalmente palha ou caruma dos pinheiros. Segundo estes autores, esta é uma técnica de proteção imediata que pode ser útil em zonas queimadas onde a velocidade de recuperação do coberto vegetal é lenta, como é o caso das áreas dominadas por espécies germinadoras.

Como é evidente todas estas técnicas são extremamente importantes, e provavelmente cada uma delas poderá ser bastante adequada numa determinadas situações, no entanto, e tal como referiu DE LA FUENTE VILLAR e ARREDONDO (2010), poderão não ser devidamente eficazes se não forem desenvolvidas ações de formação, de divulgação e de sensibilização, para as populações locais, sobre a importância de iniciar trabalhos elementares de proteção e de recuperação dos solos. Pois só desta forma se poderá passar de um trabalho experimental de carácter científico para a recuperação real dos solos em áreas recentemente ardidas.

Assim, o desenvolvimento e implementação de medidas que promovam a redução dos impactes devem fazer parte de qualquer estratégia para a defesa e recuperação da floresta e do solo (ROBICHAUD *et al.*, 2008; ROBICHAUD, 2009; FERREIRA *et al.*, 2010; BENTO-GONÇALVES *et al.*, 2012).

A compostagem e a sua utilização nas medidas mitigadoras.

No Vale do Ave, as empresas têxteis enviam anualmente para os aterros sanitários milhares de toneladas de resíduos, o que, implicando elevados custos económicos, aumenta a debilidade competitiva deste setor. Além da questão económica, existe ainda um elevado custo ambiental, pois estas toneladas de resíduos reduzem a duração de vida útil dos respetivos aterros levando à sua saturação prematura. SILVA (2009) estima que, só em empresas com produção de fio de algodão, são enviados para o aterro cerca de 3000 toneladas por ano de resíduos, originando um custo médio de aproximadamente 250 000 euros por ano.

Segundo este mesmo autor é possível através de um processo de compostagem produzir um composto protetor e fertilizante para os solos, baseado em resíduos têxteis biodegradáveis. TEJADA *et al.* (2003) testaram, em campos de milho, um composto semelhante, preparado com resíduos de algodão, obtendo resultados muito satisfatórios. Além da mais-valia para os solos, este processo permitirá, em simultâneo, reduzir o custo de produção das empresas do Vale do Ave e propiciar um destino alternativo e útil para os resíduos orgânicos, evitando a sua acumulação nos aterros sanitários. A compostagem permite a fertilização dos solos através de um processo natural que ajuda a devolver à terra os nutrientes necessários, livre de químicos e por isso amigo do ambiente. Será ainda pertinente referir que este composto aumenta a capacidade

de retenção de água, permitindo uma redução das escorrências superficiais e, conseqüentemente, o controlo da erosão na camada superior dos solos.

Sendo que a compostagem é baseada na decomposição de material orgânico, realizada por uma população mista de micro-organismos em condições aeróbias, é necessário propiciar-lhes as condições ideais para que consigam decompor a matéria orgânica de forma eficaz (SILVA, 2009). Assim, para o desenvolvimento microbiano é fundamental a presença de Carbono e de Azoto, na razão de pelo menos 30/1. Esta proporção permite que o carbono funcione como fonte de energia, mas também como elemento de construção do material celular. Por sua vez, o Azoto é um componente fundamental das proteínas, dos ácidos nucleicos e dos aminoácidos. Se esta proporção for superior a 80/1 os micro-organismos não se desenvolvem e se for inferior a 30/1 o Azoto perde-se na atmosfera sob a forma de amoníaco, causando odores desagradáveis (SILVA, 2009). Assim sendo, é necessário preparar uma seleção dos resíduos para que as fontes de Carbono e Azoto estejam numa proporção adequada.

No que diz respeito à humidade, esta tem um papel preponderante no processo de compostagem, pois permite que os micro-organismos efetuem as atividades metabólicas e o transporte de nutrientes. Neste âmbito, SILVA (2009) refere que os valores ideais de humidade encontrar-se-ão entre os 50% e os 70%, consoante o tipo de arejamento existente. Se os valores de humidade forem inferiores a 30% a atividade microbiana é inibida.

Através de um processo de compostagem pretende-se criar um composto baseado em resíduos industriais biodegradáveis (ex: algodão) que serão misturados com diferentes materiais para criar a proporção adequada de, por exemplo, Carbono/Azoto. Este composto será aplicado em solos recentemente ardidos misturado com palha e/ou caruma dos pinheiros, usando a técnica conhecida por “mulsh”. O objetivo é estudar a sua capacidade de proteção aos solos face à agressividade das primeiras chuvas que ocorrem, nos climas mediterrâneos, frequentemente nos meses que se seguem ao verão, ou seja, à ocorrência do próprio incêndio.

Consideramos que a adoção deste processo de reciclagem orgânica de resíduos têxteis industriais biodegradáveis em áreas recentemente ardidas pode apresentar as seguintes vantagens:

- Proteção dos solos recentemente ardidos, aumentando a sua capacidade de absorção de água, permitindo o controlo da erosão superficial dos solos;
- Redução do efeito de “splash”;
- Fertilização dos solos queimados, acelerando o aparecimento do coberto vegetal;
- Revalorização e aproveitamento florestal da matéria orgânica para a fertilização de solos naturalmente pobres e empobrecidos pelos incêndios florestais;
- Reciclagem de nutrientes para o solo, desenvolvendo um processo ambientalmente seguro;

- Redução dos resíduos industriais orgânicos que são destinados aos aterros e consequentemente o aumento “da vida útil” dos mesmos;
- Redução dos custos económicos, relacionados com o tratamento de toneladas de resíduos biodegradáveis, para as empresas do Vale do Ave;
- Por se tratar de um processo de fermentação que ocorre na presença de oxigénio não existe formação de gás metano que é mais agressivo que o gás carbônico em termos de aquecimento global e por isso altamente nocivo para o ambiente. Assim, neste processo ocorre somente a formação de CO₂, H₂O e biomassa (húmus).

3. Resultados: Caso em Estudo - Projeto a implementar.

Como se sabe, em função da temperatura do incêndio, as diferentes propriedades físicas e químicas dos solos são mais ou menos afetadas. Sabemos, também, que alguns componentes químicos importantes para os ecossistemas, como o nitrogénio e o carbono começam a volatilizar a partir dos 200°C e desaparecem completamente por volta dos 500°C, o que implica que frequentemente as cinzas produzidas em fogos de alta intensidade são muito pobres nestes elementos fundamentais para a recuperação dos sistemas ecológicos.

Partindo do princípio que as modificações climáticas poderão potenciar cada vez mais frequentemente incêndios de elevada intensidade e por forma a verificar o impacto da intensidade dos incêndios atuais nas propriedades dos solos, pretendemos realizar análises laboratoriais (solos e água), que permitirão caracteriza-los em termos físicos, bem como caracterizar vários parâmetros químicos.

Neste âmbito, com o objetivo de quantificar e caracterizar as perdas de solo imediatamente e nos anos que se seguem à ocorrência dos incêndios, serão instaladas parcelas em áreas ardidas, com 16 metros quadrados. Estas terão uma caixa de erosão, quantificadores de escorrência e tanques.

Pretendemos ainda, usando as parcelas referidas no parágrafo anterior, testar medidas mitigadoras e inovadoras de emergência. Para tal, em simultâneo com as tarefas descritas, aplicaremos resíduos têxteis (tal como foi referido num composto resultante da mistura desses resíduos com matéria orgânica e caruma, em diferentes percentagens), palha, caruma, com o objetivo de estudar a sua eficácia (e eventuais impactos negativos) na proteção contra a perda física e a degradação química solos. Para tal, procederemos a análises químicas e físicas e monitorizações frequentes, o que permitirá a comparação dos resultados e consequentemente a avaliação das medidas testadas.

A produção do composto referido no parágrafo anterior será realizada através de um processo de “Compostagem”. Para tal, serão construídas pilhas de compostagem que permitirão testar diferentes tipos de resíduos, nomeadamente resíduos de algodão e de lãs, originando vários compostos que utilizaremos nas parcelas de teste. Deste modo, poderemos testar diferentes

misturas e avaliar qual o composto que apresenta maior eficácia no contexto estudado. Tendo em conta que a dimensão das pilhas de compostagem influencia a velocidade do processo, o volume considerado ideal para a generalidade dos materiais é de 1,5 m x 1,5 m x 1,5 m (SILVA, 2009).

4. NOTAS CONCLUSIVAS

No âmbito do projeto a implementar pretendemos testar as vantagens ambientais da utilização destes resíduos têxteis na proteção e fertilização dos solos recentemente atingidos por fogos florestais. Tal como acontece com a palha ou a caruma (mulch), este composto poderá aumentar a proteção do solo, evitando a desagregação dos materiais pelas chuvas intensas no período pós-incêndio. Outra mais-valia poderá ser a fertilização dos solos, que já são naturalmente pobres nestas áreas de montanha e, como foi referido anteriormente, podem ser ainda mais empobrecidos, especialmente pelos incêndios de grande intensidade. Esta fertilização natural poderá reduzir o tempo necessário para o aparecimento do coberto vegetal, nomeadamente herbáceo, e por isso reduzir o tempo de exposição dos solos aos agentes erosivos.

A reutilização e valorização de alguns resíduos têxteis, que atualmente estão a ser encaminhados para aterros sanitários, poderão reduzir o impacto que a indústria têxtil tem no meio envolvente, neste caso no Vale do Ave. Além das questões ambientais, podemos referir um proveito económico pois o setor têxtil, predominante no vale do Ave e com debilidade competitiva, poderá minimizar os custos de produção poupando as despesas inerentes à limpeza destes resíduos.

5. BIBLIOGRAFIA

BENTO-GONÇALVES, A. (2011). **Geografia dos Incêndios em Espaços Silvestres de Montanha – caso da serra da Cabreira**. Lisboa. FCG/FCT, Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior. Textos Universitários de Ciências Sociais e Humanas.

BENTO-GONÇALVES, A., VIEIRA, A., FERREIRA, A. J. D., COELHO, O. A. C. (2008). Caracterização geomorfológica e implementação de um sistema integrado de informação, em ambiente SIG, no âmbito do projecto RECOVER (Estratégias de remediação de solos imediatamente após incêndios florestais). **Revista Geografia Ensino & Pesquisa**, 12: 1. 3721-3735.

BENTO-GONÇALVES, A.; VIEIRA, A.; ÚBEDA, X.; MARTIN, D. (2012). Fire and soils: Key concepts and recent advances. **Geoderma, journal homepage**.

CABRERA, J.; BADÍA, D.; MARTÍ, C.; ECHEVERRÍA, M.T. (2010). El Acollchado y la Siembra de Herbáceas como Prácticas de Control de la Erosión Post-incendio en los Montes de Castejón (Zaragoza). In: DíazRaviña, M., Benito, E., Carballas, T., Fontúrbel, M.T., Vega, J.A. (Eds.), **Proceedings of the International Workshop Research and post-fire management: soil**



**“RIESGOS, VULNERABILIDADES Y RESILIENCIA SOCIOAMBIENTAL
PARA ENFRENTAR LOS CAMBIOS GLOBALES”**

Santiago (Chile), 03 al 05 de Diciembre 2014

Eje 3 – Planificación y gestión para enfrentar los desastres naturales

p. 899 – 907

protection and rehabilitation techniques for burnt forest ecosystems. Santiago de Compostela, 6–8 Octubre, p..

COELHO, C., PRATS, S., PINHEIRO, A., CARVALHO, T., BOULET, A.-K., FERREIRA, A. (2010) **Recuperação de Áreas Áridas.** Cesam/UA. 49 p.

DE LA FUENTE VILLAR, J.;BLOND ARREDONDO, A. (2010). Gestión Forestal de Zonas Quemadastras la Oleada de Incendios de 2006 en la Provincia de Pontevedra. In: DíazRaviña, M., Benito, E., Carballas, T., Fontúrbel, M.T., Vega, J.A. (Eds.), **Proceedings of the International Workshop Research and post-fire management: soil protection and rehabilitation techniques for burnt forest ecosystems.** Santiago de Compostela, 6–8 Octubre, p. 65-83.

FERREIRA, A.D., ALEGRE, S.P., CARVALHO, T., SILVA, J.S., PINHEIRO, A.Q., COELHO, C. (2010). Estratégias e Técnicas de Conservação do Solo e da Água após Incêndios. In **Ecologia do Fogo e Gestão de Áreas Áridas.** Editores: Moreira, F., Carty, F.X., Silva, J.S. & Rego, F. ISAPress, 229-252

FERREIRA-LEITE, F., BENTO GONÇALVES, A. J., VIEIRA, A., (2011) - The recurrence interval of forest fires in Cabeço da Vaca (Cabreira Mountain - Northwest of Portugal). **Environmental Research** 11, 215-221.

LOURENÇO, L. (2009). Plenas Manifestações do Risco de Incêndio Florestal em Serras do Centro de Portugal. Efeitos Erosivos Subsequentes e Reabilitações Pontuais. **V Encontro Nacional e I Congresso Internacional de Riscos.** Territorium 16.

MATAIX-SOLERA J, CERDÀ A, ARCENEGUI V, JORDÁN A, ZAVALA L.M., (2011). **Fire effects on soil aggregation: A review.** Earth-Science Reviews 109: 44-60.

PAUSAS, J. G.; KEELEY, J. E. (2009). **A Burning Story: The Role of Fire in the History of Life,** BioScience 59:593–601.

ROBICHAUD, P., (2009). Post-fire stabilization and rehabilitation, in: Cerdá, A., Robichaud, P. (Eds.), **Fire effects on soils and restoration strategies.** Science Publishers, Enfield, New Hampshire, 299-320.

ROBICHAUD, P., WAGENBRENNER, J. W., BROWN, R. E., WOHLGEMUTH, P. M., BEYERS, J. L., (2008). Evaluating the effectiveness of contour-felled log erosion barriers as a post-fire runoff and erosion mitigation treatment in the western United States. **International Journal of Wildland Fire** 17, 255–273.

RUIZ, J.;LUQUE, I., (2010). Actuaciones de Emergencia para la Defensa del Suelo tras un Gran Incendio forestal en Andalucía. In: DíazRaviña, M., Benito, E., Carballas, T., Fontúrbel, M.T., Vega, J.A. (Eds.), **Proceedings of the International Workshop Research and post-fire management: soil protection and rehabilitation techniques for burnt forest ecosystems.** Santiago de Compostela, 6–8 Octubre, p. 49-64.

SHAKESBY, R.A., (2011). **Post-wildfire soil erosion in the Mediterranean: Review and future research directions.** Earth-Science Reviews 105, 71–100.

SILVA, A. (2009). Valorização de Resíduos Têxteis. **Dissertação de Mestrado** em Gestão Ambiental, Universidade do Minho.



**“RIESGOS, VULNERABILIDADES Y RESILIENCIA SOCIOAMBIENTAL
PARA ENFRENTAR LOS CAMBIOS GLOBALES”**

Santiago (Chile), 03 al 05 de Diciembre 2014

Eje 3 – Planificación y gestión para enfrentar los desastres naturales

p. 899 – 907

TEJADA, M.; GONZALEZ J.L., (2003). Effects of the application of a compost originating from crushed cotton gin residues on wheat yield under dryland conditions. **European Journal Agronomy** 19, 357-368.