



1

RESTAURO DE TURFEIRAS NOS AÇORES – ESTRATÉGIA PARA ENFRENTAR AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

CÂNDIDA MENDES & EDUARDO DIAS*

* GEVA – GABINETE DE ECOLOGIA VEGETAL APLICADA E CBA – CENTRO DE BIOTECNOLOGIA DOS AÇORES CENTRO, FCCA, UNIVERSIDADE DOS AÇORES, RUA CAPITÃO JOÃO D'ÁVILA, 9700-042 ANGRA DO HEROÍSMO, PORTUGAL

FOTOS DE CÂNDIDA MENDES
© GEVA

1. INTRODUÇÃO

ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

Todos já ouvimos falar e indubitavelmente sentimos que o clima está a mudar. Um pouco por todo o mundo os dados mostram que as temperaturas estão a aumentar, os oceanos estão a aquecer, a neve e o gelo estão a derreter e o nível do mar está a subir mais depressa do que alguma vez foi registado no passado. E por cá há muito que não tínhamos um verão tão quente e seco (pode ser uma situação pontual, mas os dados futuros o dirão). A causa maioritária destas alterações é o aumento de dióxido de carbono (CO_2), metano e outros gases com efeito de estufa na atmosfera decorrentes de atividade humana.

Governos de todo o mundo, incluindo o português, têm vindo a comprometer-se com a meta da neutralidade carbónica (quando se emite a mesma quantidade de CO_2 para atmosfera, que aquela que se retira por diferentes vias, o que deixa um balanço zero) em 2050. Os Açores não fogem a esta realidade. Pela localização geográfica do arquipélago podemos estar mais protegidos relativamente ao aumento de temperatura, mas sofremos de forma mais acentuada os fenómenos erosivos associados ao mar. Ao sermos pequenos territórios insulares estamos amplamente vulneráveis às alterações climáticas, em termos de estabilidade das nossas paisagens, biodiver-

sidade, pessoas e bens. A alteração das nossas paisagens (com a destruição das formações naturais) os transportes, a produção de energia, agricultura/agropecuária e a produção de resíduos serão os setores com maior impacto na emissão de gases com efeitos de estufa. O caminho para a neutralidade carbónica, em qualquer região é socialmente complexo e economicamente exigente. Neste contexto, sabe-se hoje que as turfeiras, quando em estado natural, têm um papel complexo no clima mundial - retêm dióxido de carbono (CO_2) e óxido nítrico (N_2O) por milhares de anos, e emitem quantidades residuais de metano (CH_4). No entanto, quando os seus solos húmidos e ricos em matéria orgânica sofrem perturbações, como a drenagem ou a poluição, vão contribuir desproporcionalmente, para o total das emissões de gases com efeito de estufa para a atmosfera, libertando carbono que tinham armazenado, sob a forma sobretudo de CO_2 . A necessidade de salvaguardar turfeiras intactas remanescentes e restaurar cerca de 50 milhões hectares (valores definidos na COP28 - Conferência das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas), até 2050, é uma meta necessária, mas difícil de atingir. O reconhecimento desta necessidade está implícito no recentemente aprovado (em junho deste ano) Regulamento de Restauro da Natureza, acordado com os Estados-Membros, que visa a regeneração dos ecossistemas degradados em toda a União Europeia, para ajudar a al-

1 Turfeira de cobertura, com uma importante componente de lenhosas.



2 Turfa acumulada numa turfeira.



3 Perfil de turfa feito com uma sonda chamada Russian Peat Borer.

cançar os objetivos da UE em matéria de clima e biodiversidade. Para alcançar os objetivos globais da União, os Estados-Membros devem restaurar, pelo menos, 30% dos habitats abrangidos pela nova legislação (desde florestas, prados e zonas húmidas a rios, lagos e leitos de corais) em mau estado, para estarem em boas condições até 2030, aumentando para 60% até 2040 e 90% até 2050. Em consonância com a posição do Parlamento, os Estados-Membros devem priorizar as zonas Natura 2000 até 2030.

TURFEIRAS

No arquipélago dos Açores, o desenvolvimento de tipos de vegetação húmida é favorecido pelo clima, que é temperado (sem estação seca e com um verão ameno) com elevados níveis de precipitação e humidade. As zonas húmidas são, de facto, um elemento importante da paisagem da região devido às condições climáticas particulares associadas a fatores geomorfológicos e vulcânicos. Os tipos mais extensos de zonas húmidas são as turfeiras, incluindo numerosos tipos naturais bem como vários tipos antropogénicos, resultantes da ação humana sobre formações naturais.

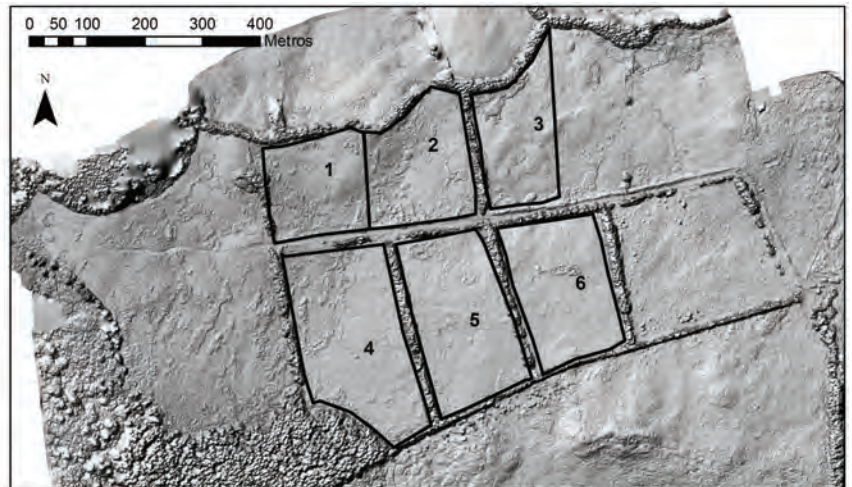
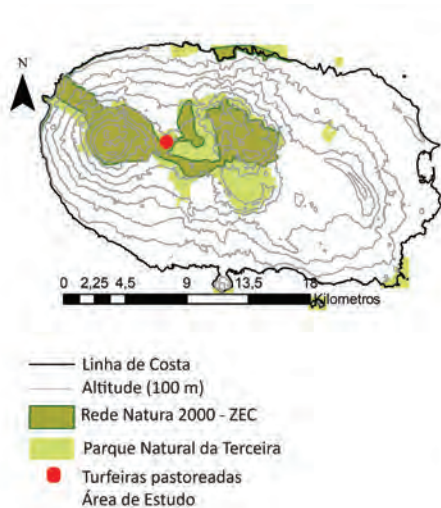
Por definição, uma turfeira (Fig. 1) é uma zona húmida, cujas condições ecológicas particulares (como carência de oxigénio, encharcamento e acidez) levam à formação de um substrato constituído por um depósito de turfa, resultante da acumulação da sua vegetação (cujas decomposição é parcial) (Fig. 2 e 3). Assim, os restos de plantas e animais que vão morrendo acumulam-se progressivamente, formando um depósito de matéria orgânica parcialmente decomposto, chamado de turfa (Fig. 2 e 3).

Cerca de 55% a 60% deste material orgâni-

co é constituído por carbono que fica assim retido na estrutura da turfeira, e não é libertado na atmosfera. Deste modo, manter e aumentar os reservatórios de carbono é fundamental não apenas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GHG) e retirar o dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera, mas também para aproveitar os benefícios do aumento da matéria orgânica para a saúde e fertilidade do solo. Para além do carbono estas formações intervêm noutros processos a nível da paisagem, aumentando a sua importância como mitigadoras dos efeitos das alterações climáticas, nomeadamente a sua relevante capacidade de retenção de água.

AS TURFEIRAS DOS AÇORES E SEU PAPEL MITIGADOR DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

As previsões do Plano Regional das Alterações climáticas para os Açores (2019) estabeleceram vários cenários possíveis. Em geral, as projeções efetuadas apontam para um aumento da temperatura média, prevê-se o acentuar da sazonalidade da precipitação, com um incremento desta no outono/inverno e diminuição na primavera/verão e um agravamento da frequência e intensidade dos eventos extremos. Perante estes cenários, as turfeiras surgem como ecossistemas de extrema importância no sentido de minimizar aos impactos destas alterações, quer para as populações humanas, quer promovendo a estabilidade da paisagem. A possibilidade de períodos de seca no verão pode ser reduzida com a existência destas formações em bom estado de conservação. Neste sentido, espera-se que no inverno, as turfeiras capturem e armazenem quantidades relevantes de água, que podem libertar de forma gradual nos períodos de carência minimizando os efeitos de seca. Para além disso, com o aumento de possibilidade de eventos extremos associados a chuvas torrenciais, a capacidade de retenção de água destas pode evitar a ocorrência de derrocadas e inundações. Isto para além do seu caráter de sorvedor de carbono já apontado anteriormente.



4

RESTAURO DE TURFEIRAS

Associado ao carácter sorvedor de carbono bem como às suas capacidades de controle do ciclo hídrico, o papel mitigador das turfeiras tem sido alvo de um acréscimo de interesse que se reflete num aumento de projetos e iniciativas visando a conservação e mesmo restauro destas. O restauro de turfeiras é definido globalmente como o restabelecimento de um coberto vegetal dominado por espécies típicas de zonas encharcadas como *Sphagnum* (de acordo com o existente antes da perturbação) bem como o restabelecimento de um regime hidrológico típico destas formações e acumulação de turfa. Pretende-se com o restauro recuperar uma formação degradada.

A história do restauro de turfeiras nos Açores é bastante recente, até porque a generalização do reconhecimento da importância das turfeiras a nível regional não terá mais que 30 anos. Por isso podemos dizer que a aplicação desta ciência, visando a recuperação de turfeiras, está a dar os primeiros passos. Pelo nosso conhecimento, o primeiro projeto visando o restauro de turfeiras decorreu no planalto dos Graminhais, em S. Miguel com o intuito de recuperar turfeiras que foram alvo de abertura de drenos. Atualmente decorrem na região projetos que incluem a conservação e mesmo restauro de turfeiras como o LIFE Azores Natura, LIFE Beatles e LIFE Climaz.

Direcionado para a recuperação de turfeiras pastoreadas (a presença de animais associada ao pastoreio e pisoteio é a ameaça mais representativa de zonas húmidas nos Açores), surgiu em 2011 o Projeto de restauro das pastagens da estação experimental da Lagoa do Negro que passamos a descrever.

2. PROJETO DE RESTAURO DAS PASTAGENS DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DA LAGOA DO NEGRO

INTRODUÇÃO

Este projeto surgiu de um estudo que o grupo de investigação GEVA foi contratado para fazer para a DRSF visando a elaboração de um plano de re-

cuperação da área envolvente da Lagoa do Negro e mais tarde a definição, neste local, de uma estação experimental de restauro. Nesta área foi implementada um conjunto de experiências (associada a um Ph.D. do primeiro autor deste artigo), testando diferentes tipos de restauro e gestão (Mendes, 2017, para informações mais detalhadas) para identificar quais os que promoviam melhores respostas ambientais de recuperação de turfeiras. Pelo facto de se terem identificado diferenças relevantes entre as parcelas a norte (1, 2 e 3, Fig. 4) e as parcelas a sul (4, 5 e 6, Fig. 4) em termos de naturalidade, as experiências foram repetidas a norte, correspondendo à situação mais degradada e a sul, situação inicial de maior naturalidade para comparação.

A área de estudo inclui um conjunto de turfeiras degradadas (transformadas em pastagens por ação do pastoreio, sementeiras e adubações), usadas de forma extensiva desde os anos 30 do século passado, arroteadas nos anos 80 e usadas de forma intensiva desde então. Em 2011, associado à definição da estação experimental, o pastoreio foi removido e deram início várias experiências que visavam experimentar técnicas de recuperação ajustadas a situações de pós-pastoreio. Em simultâneo foi analisada a capacidade regenerativa destas turfeiras (perceber a evolução natural das turfeiras sem qualquer intervenção) e analisado o potencial das aves como vetores de introdução de sementes, duas estratégias de restauro passivo (medidas não interventivas). No entanto neste artigo vamos debucar-nos sobre as experiências de restauro ativo, ou seja, as que implicam intervenção no local para melhorar a naturalidade destas turfeiras degradadas e que se descrevem de seguida.

RESTAURO ATIVO

Em turfeiras pastoreadas com alterações significativas do coberto vegetal, uma estratégia de restauro geralmente necessária é a introdução de plantas de zonas húmidas para acelerar o desenvolvimento de espécies típicas de turfeiras. No

4 Área de estudo, correspondendo à estação experimental da Lagoa do Negro, ilha Terceira. Parcelas 1 a 6 correspondem a locais de implantação de diferentes medidas de gestão e restauro que se descrevem no texto (1 e 4 pastoreio intensivo, 2 e 5 pastoreio extensivo, 3 e 6 corte de erva).



5 Plantação de *Juniperus brevifolia* na estação experimental da Lagoa do Negro em 2012. Ilha Terceira.

6 *Sphagnum palustre*, espécie usada nas experiências de restauro implementadas na estação experimental da Lagoa do Negro, ilha Terceira.

entanto a estas medidas de restauro ativo devem ser associadas estratégias de gestão para promover o controle do desenvolvimento do tapete de herbáceas para que as plantas introduzidas tenham a possibilidade de vingar. Em termos de restauro ativo optou-se pela introdução de três espécies distintas.

A. PLANTAÇÃO DE *JUNIPERUS BREVIFOLIA*

A escolha da utilização de *Juniperus brevifolia* em restauro de turfeiras (Fig. 5) deve-se ao facto de estruturar florestas húmidas (Dias, 1996). Nos Açores é frequentemente a espécie dominante em florestas húmidas incluindo turfeiras (Mendes, 2017). As turfeiras com *Juniperus brevifolia* são o tipo de turfeira mais extenso da região (Mendes, 2011).

Foram plantados 800 espécimes em 24 parcelas principais de 100 m². Cada parcela principal ficou com cerca de 25 plantas (o máximo considerando a disponibilidade inicial de plantas, ou seja, uma planta por 2 m², plantadas irregularmente como estratégia para imitar a natureza. Em 12 das 24 parcelas principais o *Sphagnum*

palustre foi também introduzido pela técnica de plantação.

B. PLANTAÇÃO DE *SPHAGNUM SPP.*

As espécies do grupo *Acutifolia* estão entre as melhores espécies testadas em restauros, até à data, no mundo. Nos Açores, existem 4 espécies desta secção, *S. capillifolium*, *S. subnitens*, *S. rubellum* e *S. girgensohnii*. São espécies frequentes (Mendes, 1998), mas a cobertura destas nos Açores é reduzida e assim não permite a sua utilização genérica em projetos de restauro, sendo possível eventualmente, testar em pequenas áreas. Nas formações locais, a espécie mais comum pertence à secção *Sphagnum* e é o *Sphagnum palustre*. Em turfeiras mais perturbadas é frequentemente a única espécie encontrada (Elias, 2003). Este facto deve-se provavelmente à sua grande amplitude ecológica, razão que nos levou a recorrer a esta espécie para o restauro implementado (Fig. 6).

Os locais de recolha do *Sphagnum palustre* foram formações perturbadas (Fig. 7), fora das áreas protegidas e próximas do local a restaurar, de modo a minimizar as diferenças na genética das plantas (como recomendado por Rochefort & Lode, 2006). Foi utilizado um rácio de 1:10 (1 m² de material do local dador para 10 m² da turfeira a recuperar) favorecido pela existência natural de *Sphagnum* em algumas parcelas da estação experimental. Nestas experiências de restauro o *Sphagnum* foi introduzido recorrendo a duas técnicas distintas, uma designada de transferência de musgo descrita em Quinty & Rochefort (2003) e Rochefort & Lode, (2006), e outra que foi a plantação de aglomerados (Fig. 8) (uma forma de ultrapassar a natureza ventosa da zona e a possibilidade de perda dos propágulos) (técnica descrita em Robroek *et al.* (2007). Um dos problemas iniciais genericamente mencionado em projetos semelhantes é a possibilidade de as plantas morrerem por dissecação. No entanto as condições açorianas parecem ser vantajosas para o *Sphagnum*, pela elevada humidade e níveis de precipitação.

Para a transferência típica de musgo, apenas os 5-10 cm superiores foram recolhidos. Para as experiências de plantação, os 10 cm superiores de *S. palustre* foram recolhidos e plantados em aglomerados de 5-7 cm de diâmetro a uma distância média de 20 cm. O *S. palustre* foi plantado em 12 parcelas principais e espalhado noutras 12.

C. SEMEITEIRA DE *CALLUNA VULGARIS*

A introdução, por sementeira, de *Calluna vulgaris* (rapa) como uma medida de restauro ativo neste estudo deveu-se à sua presença local em turfeiras pastoreadas e em turfeiras de regeneração (Mendes, 2011). Para as experiências, as suas sementes foram coletadas manualmente entre outubro e novembro, numa área próxima. O ma-

material coletado foi limpo e seco ao sol. A sementeira foi realizada em 12 parcelas maiores de 100 m². As sementes foram incorporadas no substrato após a sacha de áreas de 30 x 30 cm e a remoção da erva em intervalos de 2 m. Em cada área limpa, foram introduzidos 20 ml de material, contendo aproximadamente 600 sementes.

MEDIDAS DE GESTÃO ADAPTADAS À REALIDADE AÇORIANA PARA TURFEIRAS PASTOREADAS

Neste campo experimental foram testadas duas estratégias de gestão para controlar o desenvolvimento herbáceo, utilizando o pastoreio controlado e o corte herbáceo.

A. PASTOREIO CONTROLADO

Nos Açores, a presença de gado em zonas húmidas naturais é uma das principais causas de degradação das turfeiras (Mendes, 2011). Contudo, a utilização de animais no processo de melhoria de naturalidade é um instrumento a considerar. De acordo com Bokdam & Braeckel (2002), o pastoreio é um método possível na recuperação de turfeiras no que toca à manutenção de vegetação curta, impedindo o estabelecimento e a expansão de espécies não típicas de turfeiras, incluindo invasoras. Nesta situação em particular, e porque se pretendia desenvolver uma componente lenhosa (o tipo de turfeiras potencial para esta zona seriam as florestadas) foi essencial gerir com cuidado o tempo e o número de animais na área em restauro. O pastoreio controlado surgiu como estratégia de recuperação para controlar o avanço de espécies agressivas e uma forma rentável de utilizar áreas degradadas, pelo menos temporariamente. Além disso, a presença dos animais e sua ação mecânica de pisoteio melhorou a aderência dos propágulos introduzidos ao substrato (quando espalhamos o *Sphagnum*, com a presença de erva algumas plantas não chegam a tocar no solo). Foram testadas diferentes intensidades de pastoreio, utilizando animais adultos e animais jovens (Fig. 9). O gado



permaneceu nas parcelas por um período de 1 mês no verão de 2013 e período semelhante no verão de 2014.

O objetivo foi avaliar a possibilidade de utilização de pastoreio controlado em áreas em recuperação e analisar o impacto da presença animal no processo de restauro.

B. CORTE DE ERVA

O corte de erva pode ser uma ferramenta vantajosa na gestão da vegetação (Bokdam & Braeckel, 2002). Nos Açores é uma forma de manter o excesso de erva do inverno para utilizar no verão, quando a comida animal é mais escassa. No caso das áreas cortadas da estação experimental, a erva foi recolhida e utilizada pelos serviços florestais para alimentar animais. Com esta atividade o *Sphagnum* é favorecido e tende a aumentar o seu o crescimento. O objetivo era estimar o impacto do corte de erva nas turfeiras, avaliando a possibilidade de realizar uma utilização agrícola nas primeiras fases de recuperação. Nas parcelas experimentais, apenas as comunidades herbáceas puras foram cortadas, mantendo-se as manchas com *Sphagnum* e espécies

7 Recolha de *Sphagnum* a usar no restauro no local dador.

8 Introdução de *Sphagnum palustre* na Estação Experimental da Lagoa do Negro. 8A. Plantação. 8B. Transferência de musgo.





9



10



11

9 Pastoreio como estratégia de gestão no restauro. Animais jovens para pastoreio extensivo. Estação Experimental da Lagoa do Negro.

10 Corte de erva como uma estratégia de gestão recorrendo a um trator em áreas maiores. Estação Experimental da Lagoa do Negro.

11 Corte de erva como uma estratégia de gestão recorrendo a uma roçadeira em áreas mais limitadas. Estação Experimental da Lagoa do Negro.

lenhosas naturais. Nas áreas maiores, as gramíneas foram cortadas com um trator (Fig. 10), nas pequenas manchas, as herbáceas foram removidas com roçadoras (Fig. 11). O corte de erva decorreu no verão durante os anos da implementação destas experiências.

3. RECOLHA DE DADOS

Nas 72 parcelas definidas (48 experimentais e 24 de referência) de 100 m², foram estabelecidos 216 quadrados permanentes de 1x1 m² (três quadrados para cada parcela principal, correspondendo a um tipo de experiência). Os inventários foram efetuados quatro vezes por ano e incluíram plantas vasculares identificadas ao nível das espécies, bem como briófitos e líquenes utilizando percentagem de cobertura. Simultaneamente, duas amostras de turfa/substrato associadas a cada tratamento foram recolhidas (aleatoriamente nos três quadrados), representando 140 amostras por ano. As amostras foram analisadas com o apoio do Laboratório de Plantas e Solos da Universidade dos Açores. Os parâmetros analisados foram: matéria orgânica-MO (%); cálcio-Ca (%), fósforo-P (mg/L), magnésio-Mg (%), potássio-K (%), sódio-Na (%), cobre-Cu (ppm), ferro-Fe (ppm), zinco-Zn (ppm), e manganês-Mn (ppm), pH, condutividade elétrica - CE (µs/cm), amónio-NH₄⁺ (ppm) (metodologias descritas em Mendes, 2017).

4. DESCRIÇÃO DA ANÁLISE DE DADOS

Para determinar a resposta inicial de cada tratamento em função das alterações da vegetação e da variação dos parâmetros físico-químicos, foram utilizadas curvas de resposta principal (PRCs; Canoco 4.5 Software) que traça as alterações temporais para cada tratamento como desvios em relação ao controlo experimental, que é representado graficamente como uma linha zero. A posição das espécies/parâmetros representam a afinidade de cada um com os tratamentos analisados: espécies/parâmetros com valores positivos aumentaram com os tratamentos positivos, as espécies/parâmetros com valores negativos diminuíram, e as espécies/parâmetros com valores próximos de zero não responderam aos tratamentos. Esta distribuição das espécies/parâmetros permitiu-nos identificar se o método de combinação aplicado estava a favorecer ou a reduzir a composição das espécies-alvo, nomeadamente o *Sphagnum*, ou parâmetros como a MO ou o pH.

5. RESULTADOS

A. NORTE: MAIS DEGRADADO

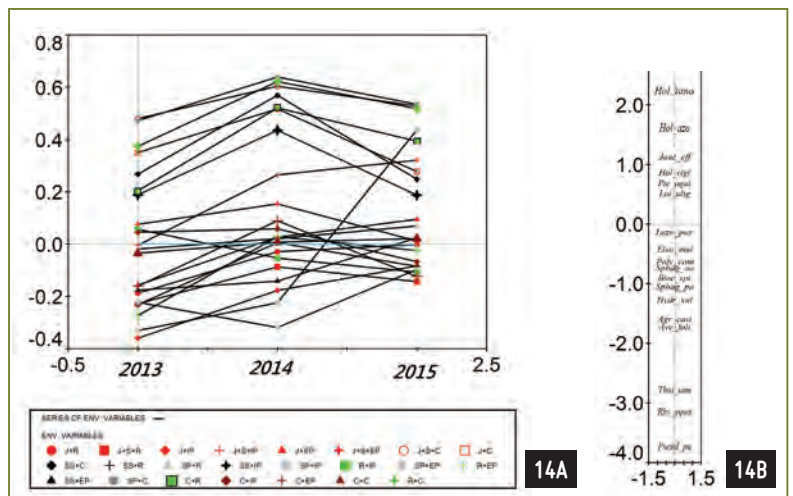
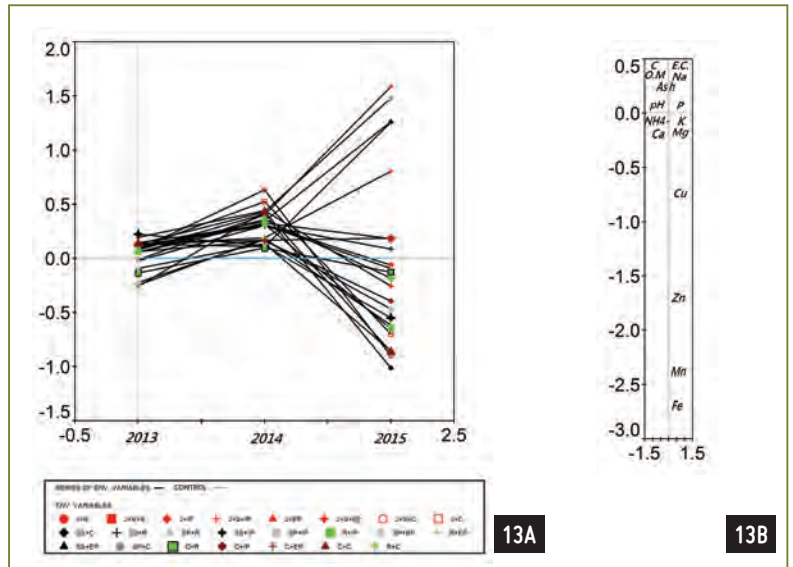
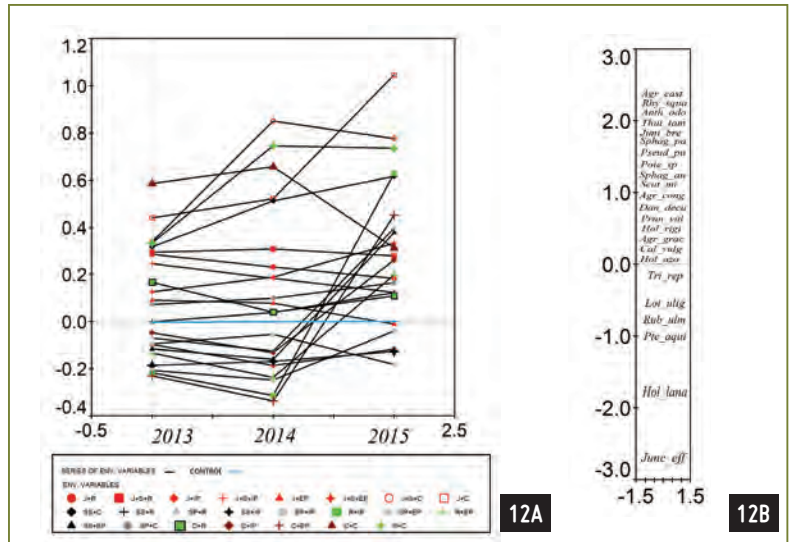
Uma análise geral por curva de resposta principal (Fig. 12), mostra que em 2014 parte dos tratamentos estavam a dar resultados negativos. Em 2015, as tendências mudaram, com uma pro-

pensão, para a maioria dos tratamentos negativos passarem para uma direção positiva, mostrando uma redução em certas espécies como *Juncus effusus* e *Holcus lanatus*. As espécies que registaram respostas mais positivas foram *Agrostis castellana* e *Rhytidiadelphus squarrosus*. A combinação com uma resposta mais positiva foi *J. brevifolia* associada à atividade de corte de erva.

Os parâmetros físico-químicos (Fig. 13) apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos (teste de Monte Carlo de significância do primeiro eixo canônico com um F-ratio de 14,970 e um p-value de 0.0060). Em 2013, na situação de referência, todos os tratamentos apresentaram valores semelhantes. No primeiro mês de 2013, houve um pequeno aumento geral em parâmetros como teor de MO e C. Em 2015, ocorreram dois vetores de tendências principais: (1) plantação de *Juniperus* em associação com pastoreio extensivo, bem como transferência de musgo associada ao corte de erva, relacionado com um aumento acentuado dos teores de MO, CE e C e dos teores de Na. (2) Transferência de musgo com o corte de erva e a plantação de *Juniperus* com *Sphagnum* igualmente com corte de erva, mostraram relações mais fortes com aumentos de Fe, Mn e Zn.

B. SUL: MAIS NATURAL

Inicialmente, a flora era dominada por espécies herbáceas, mas, ao contrário das parcelas do norte, que incluíam algumas endêmicas naturais como o *Holcus azoricus*. Outras parcelas estavam associadas a musgos, como *Pseudoscloro-*



12 A Curva de resposta principal aplicada a todos os tratamentos implementados nas parcelas do norte (mais degradadas) usando uma matriz de 34 espécies e 108 (36 multiplicados por 3 anos) tratamentos.

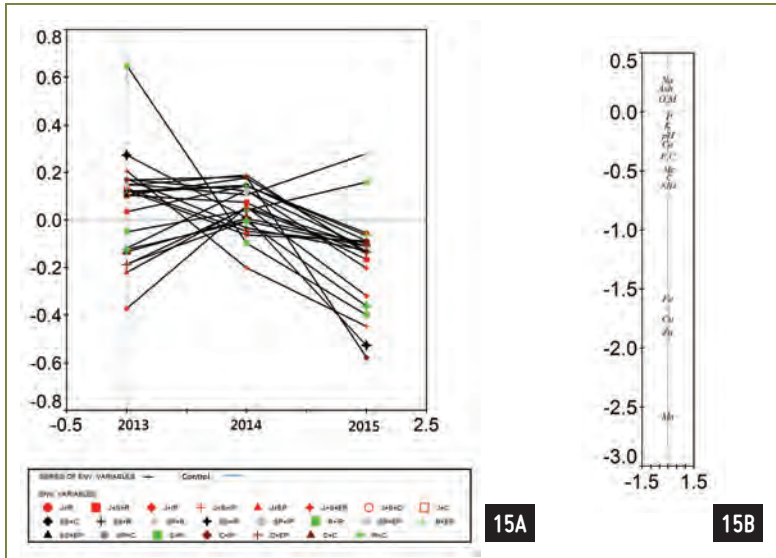
12 B Teste de Monte Carlo da significância do primeiro eixo canônico: eigenvalue 0,149, F-ratio 6,991, p-valor 0,7880. Código do tratamento na Tabela 1.

13 A Curva de resposta principal aplicada a todos os tratamentos implementados nas parcelas do norte (mais degradadas), utilizando uma matriz de 15 parâmetros e 108 tratamentos.

13 B Teste Monte Carlo de significância do primeiro eixo canônico: eigenvalue 0,113, F-ratio 14,970, p value 0.0060. Código do tratamento na Tabela 1.

14 A Curva de resposta principal aplicada a todos os tratamentos implementados nas parcelas do sul (mais naturais), utilizando uma matriz de 41 espécies e 108 tratamentos.

14 B Teste de Monte Carlo da significância do primeiro eixo canônico: eigenvalue 0,153, F-ratio 7,185, valor p 0,2980. Código do tratamento na Tabela 1.



15A Curva de resposta principal aplicada a todos os tratamentos implementados nas parcelas do sul (mais naturais) utilizando uma matriz de 15 parâmetros e 108 tratamentos.

15B Teste de significância Monte Carlo do primeiro eixo canônico: eigenvalue 0,149, F-ratio 8,647, valor p 0,7000. Código do tratamento na Tabela 1.

TABELA 1. CÓDIGO DOS TRATAMENTOS.

TRATAMENTO	DESCRIÇÃO
J + R	JUNIPERUS + REFERÊNCIA
J + S + R	JUNIPERUS + SPHAGNUM (plantado) + REFERÊNCIA
J + IP	JUNIPERUS + PASTOREIO INTENSIVO
J + S + IP	JUNIPERUS + SPHAGNUM (plantado) + PASTOREIO INTENSIVO
J + EP	JUNIPERUS + PASTOREIO EXTENSIVO
J + S + EP	JUNIPERUS + SPHAGNUM (plantado) + PASTOREIO EXTENSIVO
J + S + C	JUNIPERUS + SPHAGNUM (plantado) + CORTE
J + C	JUNIPERUS + CORTE
SS + C	SPHAGNUM ESPALHADO + CORTE
SS + R	SPHAGNUM ESPALHADO + REFERÊNCIA
SP + R	SPHAGNUM PLANTADO + REFERÊNCIA
R	REFERÊNCIA + CONTROLO
SS + IP	SPHAGNUM ESPALHADO + PASTOREIO INTENSIVO
SP + IP	SPHAGNUM PLANTADO + PASTOREIO INTENSIVO
R + IP	REFERÊNCIA + PASTOREIO INTENSIVO
SP + EP	SPHAGNUM PLANTADO + PASTOREIO EXTENSIVO
R + EP	REFERÊNCIA + PASTOREIO EXTENSIVO
SS + EP	SPHAGNUM ESPALHADO + PASTOREIO EXTENSIVO
SP + C	SPHAGNUM PLANTADO + CORTE
C + R	CALLUNA + REFERÊNCIA
C + IP	CALLUNA + PASTOREIO INTENSIVO
C + EP	CALLUNA + PASTOREIO EXTENSIVO
C + C	CALLUNA + CORTE
R + C	REFERÊNCIA + CORTE

podium purum, *R. squarrosus*, *Thuidium tamariscinum* e mesmo *S. palustre*. Entre 2013 e 2014 (Fig. 14), a maioria dos tratamentos mudou para uma maior proporção de espécies herbáceas, uma possível resposta à perturbação relacionada com as medidas implementadas (e.g. plantação de *Juniperus*). Em 2015, observou-se uma tendência distinta, e vários tratamentos acabaram de regressar ao seu estado inicial. De facto, verificou-se uma aproximação geral dos tratamentos ao controlo. Surgiram dois tratamentos de resposta negativa: A plantação de *Juniperus* com *Sphagnum* e a plantação de *Sphagnum*, ambos em associação com o pastoreio intensivo.

Considerando as curvas físico-químicas de PRC (Fig. 15), entre 2013 e 2014 registou-se uma tendência global para o aumento de MO e Na, mas em 2015 há um vetor de direção principal mostrando uma maior relação com Fe, Mn e Zn. Os macronutrientes como P e K, bem como o pH e o Ca, foram os menos afetados pelos tratamentos. No entanto, em comparação com as parcelas a norte, registou-se uma importância decrescente do NH₄⁺, apontando para que o local está a recuperar da eutrofização.

6. TENDÊNCIAS DE RESPOSTAS DE TURFEIRAS DEGRADADAS ALVO DE RESTAURO ATIVO NOS AÇORES

Durante os 4 anos desde estudo, registou-se um aumento da naturalidade, expresso pelo avanço de espécies típicas das turfeiras, incluindo plantas endémicas e indígenas. Verificou-se um aumento de várias espécies do género *Sphagnum* (manutenção de *S. auriculatum* e a chegada de *S. capillifolium*). Também se registou um aumento da matéria orgânica e uma redução do pH. O aumento da MO e a diminuição do pH são relevantes, pois estes parâmetros são fatores chave na ativação dos processos biológicos do solo. Os resultados associados à plantação de *Juniperus* demonstraram ser a estratégia mais eficaz principalmente por esta espécie conseguir controlar o *Holcus lanatus* (por ensombramento) à medida que se desenvolve. Esta medida torna-se mais pertinente nas parcelas mais degradadas a norte. A introdução de *Sphagnum* revelou resultados positivos, principalmente nas parcelas a sul, mais naturais. A *Calluna vulgaris* apresentou resultados limitados até porque se verificou um índice germinativo muito baixo devido à forte presença de espécies herbáceas. Os resultados apontam também para a possibilidade de utilizar estratégias de gestão nas fases iniciais do restauro que proporcionam uma utilização económica destas áreas. Neste caso, a técnica de gestão do corte de erva foi associada a tendências mais positivas, devendo ser evitados os pastores intensivos, uma vez que esta forma de ges-

tão foi associada predominantemente a respostas negativas.

Mais de 10 anos depois de implementadas essas experiências continua a verificar-se uma tendência para a renaturalização desta área (Figs.16 e 17). Claramente mais evidentes nas parcelas a sul. Atualmente cerca de 80% das parcelas a sul e 50% das parcelas a norte apresentam *Sphagnum* na sua cobertura. Os *Juniperus* plantados em 2012 apresentam um tamanho médios de 160 cm, ligeiramente superior nas parcelas a sul. O crescimento da cobertura de *Sphagnum* associado ao *Juniperus* é bastante elevado e atualmente em 70% dos casos já existe *Sphagnum* por baixo deste (promovido pelo controle de herbáceas e incremento da intercepção de água). Verifica-se igualmente a diminuição de herbáceas agressivas, em 30% da área da zona norte e um pouco menos nas parcelas a sul (estas naturalmente já tinham uma menor cobertura). Na zona norte é já possível identificar áreas com alguns cm de profundidade de turfa (média de 20 cm) e na zona sul a média de profundidade de turfa atinge em algumas parcelas cerca de 70 cm, com uma média de cerca de 40 cm.

Este estudo demonstra a forte resposta de recuperação de turfeiras degradadas pelo pastoreio quando alvo de remoção do fator de perturbação e implementação de medidas de restauro. Desta forma uma área relevante de turfeiras da região tem potencial de recuperação e poderão constituir um contributo para a mitigação das alterações climáticas a nível global. É de salientar a importância de proteger os ecossistemas ainda em estado selvagem e aumentar os sumidouros naturais de carbono através do restauro da natureza. É imperioso uma ação imediata e ambiciosa, com metas definidas para os diferentes ecossistemas.



16 Desenvolvimento dos *Juniperus brevifolia* plantados na estação experimental associados aos quais se verifica o desenvolvimento de *Sphagnum* e a diminuição de cobertura de espécies herbáceas agressivas.

17 Desenvolvimento de *Sphagnum* e *Calluna vulgaris* nas parcelas da estação experimental com uma evidente diminuição de cobertura de espécies herbáceas agressivas.



REFERÊNCIAS

- Bokdam, J. & Braeckel, A. (2002). Suitability. Report of a Workshop held 22-26 April 2002 in Goniadz (PL). <http://www.wwf.pl>. Em B. A. Bokdam J., *Grazing as a conservation management tool in peatland*. (pp. 12:17).
- Dias, E. (1996). *Vegetação Natural dos Açores. Ecologia e Sintaxonomia das florestas Naturais*. Tese de Doutoramento. Universidade dos Açores. Departamento de Ciências Agrárias.: Angra do Heroísmo.
- Elias, S. (2003). *Elementos estruturais e Funcionais de Sucessões Antropogénicas em Turfeiras de Sphagnum*. Universidade dos Açores: Tese de Final de Curso.
- Mendes, C. (1998). Contributo para a Caracterização de Turfeiras de *Sphagnum* spp. na ilha Terceira. *Tese de Licenciatura*. Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores.
- Mendes, C. (2011). *A dimensão ecológica das zonas húmidas na Gestão e Conservação dos ZEC terrestres dos Açores*. Tese de Mestrado. Universidade dos Açores.
- Mendes, C. (2017). *Study of the ecological processes' promoters of regenerative succession of Azorean peatlands, after anthropogenic pressure, as a model of ecological restoration*. Angra do Heroísmo: Dissertação de PhD. Universidade dos Açores.
- Quinty, F. & Rochefort, L. (2003). *Peatland restoration guide, 2nd edn*. Quebec, Canada: Canadian Sphagnum Peat Moss Association, New Brunswick Department of Natural Resources and Energy.
- Rochefort, L. & Lode, E. (2006). Restoration of Degraded Boreal Peatlands pp: 381 – 417. Em *Boreal peatland Ecosystems Ed. R. K. Wieder and D. H. Vitt*. Ecological Studies Vol. 188. (p. 448p.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Robroek, B., Limpens, J. & et al. (2007). Precipitation determines the persistence of hollow Sphagnum species on hummocks. *Wetlands* 27 (4): 979-986.