



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES
SECRETARIA REGIONAL DE AGRICULTURA E DO DESENVOLVIMENTO RURAL
Direção Regional dos Recursos Florestais

MONITORIZAÇÃO PARA A AVALIAÇÃO DA EROÇÃO HÍDRICA EM ÁREAS DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL

RELATÓRIO INTERCALAR – AUDITORIA FSC

PONTA DELGADA, SETEMBRO 2022



À esquerda – Ribeira de Achada (Graminhais), à direita, Ribeira da Mulher (Algarvia), Nordeste (2023)

Direção técnica: Vasco Medeiros

Coordenação técnica: Lourdes Peñil

Equipa técnica: Elsa Silva, Eduardo Franco, Ruben Amaral, Paulo Pacheco, André Tavares, MF Fernando Arruda, MF António Dinis, MF Mário Carvalho, MF Sandra Amaral e Assistentes operacionais do Serviço Florestal do Nordeste.

Citação: Peñil L., Balibrea A, Silva E., Raposeiro P., Medeiros V., Gonçalves V., 2022, Monitorização para a avaliação da erosão hídrica em áreas de exploração floresta, Relatório técnico, Direção Regional dos Recursos Florestais.

Índice

Introdução	5
Metodologia	5
Área de estudo	5
A. Ribeira da Salga - UGF 42_2 - Lomba de São Pedro:.....	5
B. Ribeira dos Caldeirões - UGF 42_4 - Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira - Achada:	6
C. Ribeira de Achada - UGF 42_4 - Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira - Achada: .	7
D. Ribeira do Folhado – UGF 42_5 - Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira - Santana:	7
Avaliação da qualidade da água	8
A. Indicadores hidromorfológicos	8
B. Indicadores físico-químicos	8
C. Indicadores biológicos (Gonçalves, V., Abad, M., Sánchez, E. e Raposeiro, P.M. 2021)	9
A. Física do solo	12
B. Análise dos sedimentos	13
Resultados e discussão	14
Avaliação da qualidade da água	14
A. Indicadores hidromorfológicos	14
B. Indicadores físico-químicos	15
Ribeira da Salga - UGF 42_2 - Lomba de São Pedro.....	15
Ribeira dos Caldeirões - UGF 42_4 - Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira – Achada	15
Ribeira da Achada - UGF 42_4 - Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira – Achada.....	16
Ribeira do Folhado - UGF 42_5 - Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira – Santana.....	17
C. Indicadores biológicos (Gonçalves, V., Balibrea, A., Marques, H., Vila, M. e Raposeiro, P.M. 2023).	18
Ribeira da Salga - UGF 42_2 - Lomba de São Pedro.....	18
Diatomáceas bentónicas	18
Macroinvertebrados bentónicas	19
Ribeira dos Caldeirões - UGF 42_4 - Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira – Achada	20
Diatomáceas bentónicas	20
Macroinvertebrados bentónicas	22
Ribeira da Achada - UGF 42_4 - Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira – Achada / Ribeira do Folhado – UGF 42_5 - Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira – Santana.	24
Diatomáceas bentónicas	24
Macroinvertebrados bentónicas	28
Taxa de decomposição	31
Avaliação da erosão hídrica	33
A. Física do solo	33
Ribeira da Salga - UGF 42_2 - Lomba de São Pedro.....	33
Ribeira dos Caldeirões - UGF 42_4 - Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira – Achada	34
Ribeira da Achada - UGF 42_4 - Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira – Achada.....	35

Ribeira do Folhado - UGF 42_5 - Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira – Santana.....	35
B. Análise dos sedimentos	36
Conclusões:	37
Referências bibliográficas	38
Anexos:	41

Introdução

O objetivo principal deste programa de monitorização é oferecer aos decisores e técnicos uma ferramenta que identifique os problemas relacionados com o solo nos povoamentos sujeitos à gestão florestal, por forma a encontrar soluções compatíveis entre dita gestão e os parâmetros ecológicos associados aos ecossistemas florestais da Região Autónoma dos Açores.

Os objetivos específicos deste plano de monitorização são estudar antes e após a exploração florestal os seguintes critérios:

1. A aplicação de indicadores hidromorfológicos, físico-químicos e biológicos para a avaliação da qualidade da água.
2. A caracterização das propriedades edafológicas das margens dos cursos de água.
3. A avaliação dos processos erosivos ocasionados pela precipitação antes e depois da intervenção.

Metodologia

Área de estudo

O arquipélago dos Açores situa-se no Atlântico Norte, à 1600 Km de distância do continente europeu e à 3600 Km de América do Norte, entre 36° 55' - 39° 43' N de latitude e 24° 45' - 31° 17' W de longitude. Está formado por 9 ilhas e alguns ilhéus, todos eles de origem vulcânica, organizados em três grupos: grupo ocidental (Flores e Corvo), grupo central (Faial, Pico São Jorge, Graciosa e Terceira) e o grupo oriental (São Miguel e Santa Maria).

Este estudo está a ser desenvolvido no perímetro florestal da Ilha de São Miguel, com 19.713 hectares de superfície e uma cota máxima de 1.103 metros. Os trabalhos de campo iniciam-se em outubro do ano X e finaliza em setembro do ano X + 1, equiparando-se com o ano hidrológico desse período. As zonas de amostragem foram selecionadas de acordo com os seguintes critérios: povoamentos de *Cryptomeria japonica* em alto fuste alvo de exploração florestal, próximos a linhas de água com caudal permanente e sítios em áreas de elevado declive; floresta de espécies autóctones constituída principalmente por *Juniperus brevifolia*, *Laurus azorica*, *Ilex perado* subsp. *azorica* e *Erica azorica*; floresta de espécies alóctones constituída principalmente por *Pittosporum undulatum*.

A. Ribeira da Salga - UGF 42_2 - Lomba de São Pedro:

A zona de amostragem localiza-se no talhão 4 da Unidade de Gestão Florestal UGF_42_2, sita na freguesia da Lomba de São Pedro, concelho da Ribeira Grande. É composta pela Ribeira da Salga, cuja margem esquerda da ribeira é constituída por um povoamento de *Cryptomeria japonica*, de mais de 30 anos. A margem direita é constituída por uma floresta mista de espécies autóctones, nomeadamente *Laurus azorica* e *Ilex perado* subsp. *azorica*, e espécies alóctones, tais como *Pittosporum undulatum* e *Acacia* spp.

A zona de estudo apresenta um ponto de colheita para análise dos parâmetros físico-químicos e biológicos da água, dois pontos de extração de solo para a caracterização edafológica e uma parcela retangular de 8 por 25 metros para a avaliação dos processos erosivos.

A monitorização iniciou-se em outubro de 2018 e finalizou em setembro de 2019. Foram recolhidos os dados para a caracterização antes do corte do povoamento, estando o mesmo previsto para a época de outono 2021- inverno 2022.

B. Ribeira dos Caldeirões - UGF 42_4 - Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira - Achada:
A área de estudo situa-se nos talhões 2, 13, 17, 18 e 19 da Unidade de Gestão Florestal UGF_42_4, na freguesia de Achada, concelho do Nordeste. A linha de água de estudo é designada como Ribeira dos Caldeirões. A zona de ensaio é composta por dois pontos para amostragem:

- CALCRYP, caracterizado por ter nas duas margens da ribeira um povoamento de Alto-Fuste de *Cryptomeria japonica*. Apresenta um ponto de colheita para análise dos parâmetros físico-químicos e biológicos da água, um ponto de extração de solo para a caracterização edafológica e uma parcela retangular de 8 por 25 metros para a avaliação dos processos erosivos.
- CALMIX, formado por duas derivações da Ribeira dos Caldeirões, as quais confluem no local do único ponto de colheita da água para caracterização biológica e físico-química. O ramal à nascente é constituído na sua margem direita por um novedio de *Cryptomeria japonica* e *Chamaecyparis lawsoniana* com 5 anos de idade, enquanto que na margem esquerda é caracterizada por um povoamento em Alto-Fuste de *Cryptomeria japonica*, com mais de 30 anos de idade. O ramal ao poente é constituído na sua margem direita por um Alto-Fuste de *Cryptomeria japonica* e na sua margem esquerda por uma floresta mista de espécies autóctones, nomeadamente *Laurus azorica* e *Ilex azorica*.

A heterogeneidade de situações relativamente ao desenvolvimento dos povoamentos e ao tipo da vegetação presente na área permite-nos estudar diferentes cenários desde o ponto de vista da gestão florestal. Assim, serão recolhidos os dados em dois cenários diferentes:

Cenário 1 - antes do corte: a zona de amostragem é semelhante a estudada no talhão 4 da Lomba de São Pedro, logo as margens apresentam um povoamento de criptoméria e uma floresta de espécies autóctones. Foram instaladas duas parcelas retangulares de monitorização para análise dos processos erosivos, uma por cada tipo de floresta, e dois pontos de extração de solo.

Cenário 2 - após o corte: a margem esquerda é constituída por um povoamento de Alto-Fuste de Criptoméria, e a margem esquerda é composta por um novedio de Criptoméria e Cedro. Foram instaladas duas parcelas retangulares para a análise da erosão hídrica e um único ponto de extração de solo na zona do novedio de Cedro.

A monitorização iniciou-se em outubro de 2019 e finalizou em setembro de 2020. O abate dos povoamentos está previsto terem início no final de 2021 e decorrerem durante 2022.

C. Ribeira de Achada - UGF 42_4 - Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira - Achada:

Os pontos de amostragem situam-se nos talhões 16 e 23 da UGF 42_4 designada como Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira – Achada, na freguesia de Achada, concelho do Nordeste. A ribeira de estudo é designada como ribeira de Achada, cuja nascente surge nas turfeiras do Planalto dos Graminhais. A zona de ensaio é composta por três pontos para amostragem:

- ACHANAT, caracterizado por ter nas duas margens turfeira arborizada. Apenas apresenta um ponto de colheita para análise biológica. Este ponto corresponde com o ponto de controlo do ensaio experimental, pois neste troço da linha de água não será efetuada qualquer intervenção.
- I-ACHANAT1, caracterizado por ter na margem direita da ribeira um povoamento de Alto-Fuste de *Cryptomeria japonica*, enquanto a margem esquerda apresenta turfeira arborizada, nomeadamente *Juniperus brevifolia*, *Vaccinium cylindraceum*, *Laurus azorica* e *Ilex perado* subsp. *azorica*. Apresenta um ponto de colheita para análise dos parâmetros físico-químicos e biológicos da água, um ponto de extração de solo para a caracterização edafológica e uma parcela retangular de 8 por 25 metros para a avaliação dos processos erosivos.
- I-ACHANAT2, caracterizado por ter nas duas margens da ribeira um povoamento degradado de Alto-Fuste de *Cryptomeria japonica*. Apresenta um ponto de colheita para análise dos parâmetros físico-químicos e biológicos da água, um ponto de extração de solo para a caracterização edafológica e uma parcela retangular de 8 por 25 metros para a avaliação dos processos erosivos.

Os povoamentos de *Cryptomeria japonica* dos pontos de amostragem I-ACHANT1 e I-ACHANT2 serão explorados e plantados com espécies endémicas.

D. Ribeira do Folhado – UGF 42_5 - Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira - Santana:

O local de amostragem localiza-se no talhão 3 da UGF 42_5 Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira, localizado na freguesia de Santana, concelho de Nordeste. O local de amostragem é caracterizado por ter nas duas margens da ribeira um povoamento de Alto-Fuste de *Cryptomeria japonica*. Apresenta um ponto de colheita para análise dos parâmetros físico-químicos e biológicos da água, um ponto de extração de solo para a caracterização edafológica e uma parcela retangular de 8 por 25 metros para a avaliação dos processos erosivos.

A monitorização da ribeira da Achada e da ribeira do Folhado iniciou-se em outubro de 2022 e finalizou em setembro de 2023.

Avaliação da qualidade da água

A. Indicadores hidromorfológicos

A qualidade hidromorfológica avalia-se utilizando uma série de parâmetros que permitam descrever as características hidrológicas e morfológicas de cada troço da ribeira. Esta caracterização inclui a avaliação da estrutura física (morfometria fluvial e estrutura das florestas ribeirinha), e o regime do caudal associado ao ecossistema fluvial de estudo (Ordeix *et al.* 2012).

O Índice de Qualidade do Bosque Ribeirinho (QBR) (Munné *et al.* 1998, 2003) é calculado para determinar a qualidade da floresta e o seu estado de conservação. A vegetação ribeirinha contribui para melhorar a qualidade físico-química da água, pois é uma fonte de matéria orgânica, alimento e refúgio para parte da fauna aquática. Este índice consta de 4 variáveis que sintetizam diferentes aspetos qualitativos do estado da margem da ribeira: a percentagem de cobertura da floresta ribeirinha, a estrutura do coberto, a qualidade do coberto e o nível de naturalidade do coberto vegetal. O valor final do índice obter-se-á somando as pontuações de cada medição sendo que a pontuação final poderá atingir valores desde 0 (mínima qualidade) até 100 (máxima qualidade).

Tabela 1 Níveis de qualidade do índice QBR (Munné *et al.* 1998,2003)

Pontuação	Classes de qualidade	Cor
>95	Qualidade ótima	Ciano
75-90	Qualidade boa	Verde
55-70	Qualidade aceitável	Amarelo
30-50	Qualidade má	Laranja
0-25	Qualidade péssima	Vermelho

Cada um dos componentes analisados são convertidos em classe de qualidade. A cada classe de qualidade corresponde-lhe uma cor, podendo assim, cada ponto ou troço da ribeira, ser representável em mapas.

B. Indicadores físico-químicos

A Diretiva Quadro Água (DQA) define que uma massa de água não pode ser classificada como bom estado se as condições físico-químicas não permitem o bom funcionamento do ecossistema a ele associado (DQA, 2000/60/EC). Para a análise dos parâmetros indicados serão utilizados os métodos analíticos referidos no Decreto-Lei nº 236/98 de 1 de agosto, respeitando os valores de deteção e precisão. Importa salientar a necessidade de garantir a qualidade dos procedimentos de recolha e determinação em laboratório, de modo a garantir a consistência dos resultados.

Nos pontos de amostragem serão registados *in loco* os valores de pH, condutividade, temperatura da água e valor total de sólidos dissolvidos, com recurso a uma sonda multiparamétrica. Os registos serão efetuados trimestralmente, de preferência em dias nos quais não tenha ocorrido precipitação 24 horas antes do momento da recolha.

Serão analisados os níveis de CBO, Amónio total, Nitratos, Nitritos, Fosfatos, alcalinidade, Azoto total, turvação e sólidos em suspensão (ver tabela 2).

Eventualmente, serão efetuadas análises para os princípios ativos, glifosato e meta-sulfarão de metilo, presentes nos herbicidas utilizados para o combate de espécies invasoras *Hedychium gardnerianum* e *Pittosporum undulatum*. Importa referir que a aplicação de herbicidas em linhas de água será efetuada em conformidade com as boas práticas florestais e indicações do rótulo do produto. Estas análises serão realizadas em laboratório especializado.

Tabela 2_Medições dos parâmetros físicos-químicos (Jáimez-Cuéllar et al. 2002)

Elementos físico-químicos	Parâmetros	Unidades
Condições térmicas	Temperatura	°C
Condições de oxigenação	Sólidos dissolvidos	mg/L
	Carência bioquímica em Oxigénio (CBO)	mg O ₂ /L
	Turvação	UNT
Salinidade	Condutividade elétrica a 25° (média)	µs/cm
Estado de acidificação	pH	Escala de Sorensen
	Alcalinidade	mg HCO ₃ /L
Condições relativas a nutrientes	Sólidos suspensos totais	mg/L
	Nitratos	mg
	Nitritos	NO ₃ /L
	Amónio total	mg
		NO ₂ /L
		mg
		NH ₄ /L
	Azoto total	mg N/L
	Fosfato	mg P ₂ O ₅ /L

C. Indicadores biológicos (Gonçalves, V., Abad, M., Sánchez, E. e Raposeiro, P.M. 2021)

Metodologia de amostragem: A colheita de amostras para a determinação dos elementos biológicos de qualidade foi efetuada de acordo com as normas nacionais e internacionais e trabalhos científicos pertinentes (e.g. Kelly *et al.*, 1998; CEN, 2003; INAG, 2008a; INAG, 2008b; CEN, 2012). Relativamente as amostras de diatomáceas bentónicas, selecionaram-se três a cinco pedras ao acaso em zonas de fluxo turbulento, preferencialmente não ensombradas, entre aquelas que possuam uma película de tonalidade acastanhada e evitando todas as que estão cobertas com algas filamentosas (INAG, 2008a). Raspou-se a superfície colonizada das pedras, uma a uma, com uma pequena escova dura para dentro de um frasco de 60 ml, homogeneizando a mistura com água da ribeira. Etiquetaram-se os frascos com o local de amostragem, código do local, data de recolha e tipo de substrato amostrado. Estas amostras foram conservadas com 2 ml de formol a 4%.

A amostragem de macroinvertebrados bentónicos foi efetuada pela técnica “kicksampling”, colocando uma rede de malha de 500 µm contra o sentido da corrente da ribeira e realizando um arrasto (cerca de 1 m) removendo o sedimento na boca da rede. Quando existiam substratos de grandes dimensões lavaram-se as pedras para dentro da rede. As amostras foram vertidas para

dentro de um recipiente, devidamente etiquetado (local de amostragem, código do local e data) e conservadas com álcool a 96% (INAG, 2008b). Para o estudo da taxa de decomposição, colocaram-se, na primeira campanha de amostragem, seis sacos de malha grossa (10 mm de porosidade) contendo uma placa de balsa de *Ochroma pyramidale* previamente pesada (aproximadamente 1 g de peso seco) ao longo de um cabo fixado no leito da ribeira através de uma barra metálica. Três desses sacos destinavam-se ser recolhidos ao fim de três meses e os restantes ao fim de seis meses para determinação da perda de massa. Repetiu-se a experiência na terceira campanha, mas apenas com três sacos para serem recolhidos três meses depois (na quarta campanha). Contudo, devido à destruição ou soterramento de parte dos sacos colocados na ribeira em resultado do transporte de um enorme volume de material sólido durante períodos de precipitação elevada, especialmente no ponto CALMIX, não foi possível recuperar todos os sacos no tempo devido o que condicionou os resultados obtidos.

Análises laboratoriais: O tratamento das amostras para análise de diatomáceas incluiu a remoção do fixador, a oxidação da matéria orgânica celular e a montagem de preparações definitivas para observação microscópica (INAG, 2008a). Para identificação das diatomáceas realizaram-se preparações definitivas seguindo as normas nacionais e internacionais (CEN, 2004; INAG 2008a). Centrifugam-se 2 ml de amostra a 1500 rpm, durante 5 minutos. Ao sobrenadante foram adicionados 4 ml de água bidestilada, 2 ml de ácido nítrico (a 65%) e dicromato de potássio. Aqueceu-se a solução até à sua ebulição, tendo como objetivo a destruição da matéria orgânica. Depois de lavada a suspensão de diatomáceas montou-se uma alíquota em NAPHRAX (Norton Biological Supply). Em cada amostra identificou-se e contou-se pelo menos 400 valvas, num microscópio ótico de campo claro a uma ampliação de 1000x. A identificação foi efetuada, pelo menos, até ao nível taxonómico mais baixo possível, na maioria dos casos até ao nível de espécie ou variedade. Relativamente aos macroinvertebrados bentónicos, as amostras foram triadas, e identificaram-se os exemplares presentes até ao nível da família, ou inferior quando possível, e contou-se o número de indivíduos de cada taxa.

Para o cálculo da taxa de decomposição, no final do período de incubação (aproximadamente três ou seis meses) os restos de balsa existentes em cada saco foram lavados em água para o interior de um crivo de 500 µm para reter todos os fragmentos. A balsa sobranete foi então seca em estufa a 60 °C durante 48 horas e pesada para determinação da biomassa seca. Depois de seca, esta biomassa foi incinerada a 500 °C durante 8 horas para determinação da biomassa seca livre de cinzas (AFDM) de acordo com Raposeiro *et al.* (2018).

Análise de dados: Neste estudo, para além da abundância relativa de cada táxon, foram utilizadas diferentes medidas de riqueza para caracterizar as comunidades observadas, nomeadamente a riqueza específica (S, número de espécies por amostra), o índice de diversidade de Shannon (H') baseado no logaritmo de base 2 (Shannon, 1948) e de equitabilidade de Pielou (J') (Pielou 1966).

Para a avaliação da qualidade dos ecossistemas utilizaram-se índices bióticos que consistem genericamente em razões entre grupos taxonómicos interpretadas como indicadores de

qualidade ambiental (Lechapt et al., 1993) e em somatórios de ponderações dadas a diferentes organismos indicadores, cujos valores são distribuídos em classes de qualidade de água. Este tipo de índices está intimamente relacionado com o conceito de qualidade ecológica, que expressa um conjunto de condições requeridas para a manutenção da fauna e flora em condições naturais e baseia-se no diferente grau de tolerância (ou sensibilidade) dos organismos aos fatores ambientais a que foram expostos (e.g. Karr, 1991; Chu & Karr, 2001).

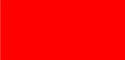
No caso do elemento biológico diatomáceas bentónicas utilizou-se o índice IPS (Índice de Polluosensibilité Spécifique) desenvolvido por Michelle Coste (Cemagref, 1982), calculado através do programa OMNIDIA vs. 6.0.8 (Lecointe et al., 1993). Este índice avalia a qualidade geral da água considerando a abundância da taxa num determinado local, a sua sensibilidade à poluição e o seu valor indicativo. Os seus valores variam entre 1 e 20 (originalmente o valor do IPS variava entre 1 e 5, mas o programa OMNIDIA propõe uma transformação para a escala de 1 a 20). Neste intervalo foram definidas 5 classes de qualidade da água às quais foram associadas cores (Tabela 3).

Tabela 3 Classes de qualidade da água em função do valor do índice IPS.

IPS	Classe de qualidade	Cor
>17	Excelente	
13-17	Bom	
9-13	Razoável	
5-9	Medíocre	
<5	Mau	

Para a avaliação da qualidade das massas de água com base nos macroinvertebrados foi utilizado o Índice Biótico (Biotic Index – BI), originalmente desenvolvido por Hilsenhoff (1987) e depois modificado por Plafkin et al. (1989) para poder incluir outras espécies além de artrópodes. Este índice assenta na sensibilidade e capacidade de sobrevivência dos invertebrados aquáticos em diferentes níveis de oxigénio dissolvido disponível, que está relacionada com a quantidade de matéria orgânica existente no sistema. A cada espécie ou género está associado um valor de tolerância predeterminado de 0 a 10, em que 0 indica os organismos menos tolerantes à contaminação orgânica (Williams & Felmate, 1994). O índice estabelece sete classes de poluição orgânica da água às quais se encontram associadas diferentes estados de qualidade de água e cores (Tabela 4).

Tabela 4 Avaliação da qualidade da água usando os valores do índice Biótico (Hilsenhoff, 1987)

Índice biótico	Grau de poluição orgânica	Classe de qualidade	
0,00 – 3,50	Apresentemente sem poluição orgânica	Excelente	
3,51 – 4,50	Possivelmente com poluição orgânica	Muito boa	
4,51 – 5,50	Ligeira poluição orgânica	Boa	
5,51 – 6,50	Alguma poluição orgânica	Duvidosa	
6,51 – 7,50	Poluição orgânica significativa	Duvidosa / Crítica	
7,51 – 8,50	Poluição orgânica muito significativa	Crítica	
8,51 – 10,0	Poluição orgânica severa	Muito crítica	

Avaliação da erosão hídrica

A Comissão Europeia (2002) define erosão como o fenómeno geológico natural provocado pelo desprendimento de partículas do solo devido a ação da água ou o vento, as quais são depositadas num outro lugar, sendo este ultimo processo conhecido como sedimentação.

No perímetro florestal predominam os solos de tipo Andossolos Saturados e Insaturados pouco espessos. Estes solos vulcânicos caracterizam-se por serem ricos em matéria orgânica e ter na sua composição minerais de argila do tipo Allophane (Tan 2000). Estes componentes conferem propriedades pouco comuns, incluindo baixa densidade aparente, altos valores de capacidade de campo, alta porosidade, condutividade hidráulica saturada e friável, baixa plasticidade e adesividade, e resistência à dispersão. O Allophane é o nome de um grupo de minerais de argila que contêm sílica, alumina e água quimicamente ligada (Parfitt 1990, Tan 2000). Além das suas propriedades físico-hídricas, estes solos de Allophane também tem uma carga variável e uma alta capacidade de adsorção de ânions (Quantin 1985).

É geralmente aceite que, em condições normais, o grau de erosão hídrica nas Andossolos seja baixo, mais ainda quando existe uma elevada ocupação do terreno com vegetação. No entanto, em muitos casos quando existem alterações do uso do solo e em simultâneo ocorrem eventos erosivos importantes, pode-se ver afetada a totalidade do solo, deixando visíveis afloramentos rochosos em superfície (Rodriguez et al. 2002)

A. Física do solo

Uma vez efetuada a recolha de amostras em campo de cada parcela, realizar-se-á em laboratório a análise para determinar as seguintes características do solo: a densidade aparente (gr/cc³), estrutura e textura de solo.

Na recolha de amostras de solo será necessário utilizar o cilindro tipo uhland, sendo transportadas em sacos de plástico com a sua correspondente etiqueta. Em laboratório, cada amostra será pesada e secada na estufa de dessecação por um período de 24 horas. Serão analisadas as seguintes variáveis: densidade aparente, densidade real e porosidade.

A densidade aparente é usada para conhecer o estado físico do solo, pois reflete o comportamento dinâmico da estrutura e a porosidade deste (Foth 1987). Se define como a relação entre peso seco (Pss) das partículas de solo e o volume total (Vt), incluindo os poros da amostra, expressado em gr/cm³ (Forsythe 1980):

$$Dap = Pss/Vt$$

B. Análise dos sedimentos

Metodologia de amostragem: serão instaladas parcelas de forma retangular de 8 por 25 metros de dimensão. Cada parcela esta formada por 48 estacas de ferro de 75 centímetros de comprimento separadas em intervalo de 2,5 por 2 metros. As estacas são fixadas no solo manualmente com ajuda de um martelo aos 45 centímetros de profundidade. Cada estaca é calibrada antes de iniciar a monitorização.

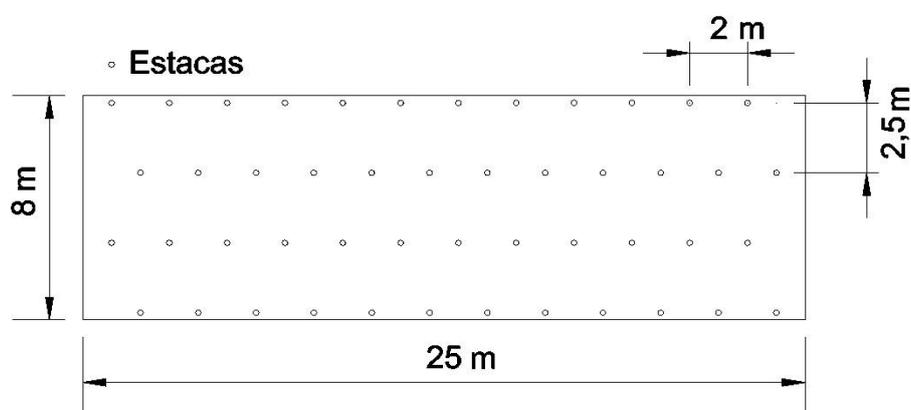


Figura 1_Representação das estacas na parcela de experimentação.

A parcela é monitorizada uma vez em cada trimestre, tendo especial atenção na época de elevadas e intensas precipitações, podendo assim aumentar a frequência de visitas a parcela nesse período. Serão realizadas medições do perfil de cada estaca, observando a perda ou sedimentação de solo. As medições serão realizadas em milímetros.

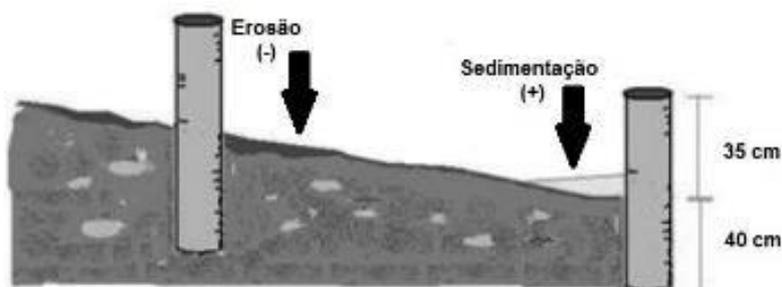


Figura 2_Representação dos processos de erosão e sedimentação (Vásquez et al., 2011)

Análise de dados: de cada fileira de estacas obter-se-á a soma total, descrevendo assim o processo de erosão ou erosão líquida que ocorre na parcela: (+) sedimentação, ou (-) erosão. Para a obtenção da erosão média, realizar-se-á o promedio de todas as medições entre o número

de estacas. A erosão líquida calcular-se-á através da seguinte expressão matemática (Cuitiño 1999):

$$E_{líquida} = S - P$$

Sendo $E_{líquida}$ = erosão líquida (mm); S = sedimentação a acumulação do solo (mm), P = perda do solo (mm).

A estimacão da erosão ou sedimentacão (ton/ha) para o período de estudo calcular-se-á mediante a seguinte expressáo matemática (Pizarro *et al.* 2002):

$$E = Y * Dap * 10$$

Sendo: E = solo erodido o sedimentado (ton/ha); Dap = densidade aparente do solo (ton/m³); Y = altura média do solo erodido ou sedimentado (mm).

Resultados e discussáo

A informacáo recolhida até a data não permite efetuar uma análise estatística robusta. Os resultados apresentados apenas descrevem a situacáo de referencia, no entanto, está prevista a implementacáo de mais áreas de amostragem que possibilitem recolher dados suficientes por forma a descrever e/ou quantificar os impactos no ecossistema que a exploracáo florestal ocasiona.

Deste modo, os resultados referem-se apenas ao tratamento de dados preliminar que serão alvo de avaliacaáo após a conclusáo das monitorizacóes. no seu defeito uma breve descriçáo do ponto de situacáo da análise ou recolha de informacáo.

Avaliacaáo da qualidade da água

A. Indicadores hidromorfológicos

Devido a dificuldades de acesso em grande parte do leito da Ribeira da Salga e da Ribeira dos Caldeirões, apenas foi possível aceder a 2 pontos de amostragem na Ribeira dos Caldeirões e a 1 ponto na Ribeira da Salga. A escassa amostra não permitiu obter resultados do índice QBR coerentes com a metodologia proposta, no entanto, não renunciámos a caracterizacáo hidromorfológica da linha de água uma vez que descreve aspetos hidráulicos e da estrutura da vegetacáo de ribeira que influenciam as características físico-químicas e biológicas do ecossistema aquático ribeirinho.

Embora ainda em fase experimental, estão a ser testados vários modelos hidrológicos na Ribeira da Salga com o objetivo de obter informacáo da ribeira em locais de difícil de acesso. Se os resultados são satisfatórios, a nova metodologia será replicada nas diferentes zonas de amostragem do perímetro florestal.

B. Indicadores físico-químicos

Ribeira da Salga - UGF 42_2 - Lomba de São Pedro

Parâmetros físico-químicos. Ribeira da Salga

	Unidades	16/10/2018	22/01/2019	02/05/2019	29/07/2019
		1ª monit Outono	2ª monit Inverno	3ª monit Primavera	4ª monit Verão
Alcalinidade	mg CaCO3/l	31	30	37	40
Amónio	mg NH4/l	0,04	<0,04 (LQ)	<0,04 (LQ)	0,07
Azoto total	mg N/l	<2 (LQ)	<2 (LQ)	<2 (LQ)	<2 (LQ)
Carência bioquímica de oxigénio	mg O2/l	1,2	<1 (LQ)	<1 (LQ)	1,1
Fosfato	mg P2O5/l	0,169	0,027	0,112	0,163
Nitrato	mg NO3/l	<5,1	<4,6	4,4	<7,8 (1)
Nitrito	mg NO2/l	0,021	0,005	<0,005 (LQ)	0,032
Sólidos suspensos totais	mg/l	<6 (LQ)	<6 (LQ)	<6 (LQ)	<6 (LQ)
Turvação	UNT	0,46	0,72	<0,10 (LQ)	0,51
PH	-	8,1	8	-	7,77
Temperatura	°C	15,8	11,7	-	17,8
Condutividade	µS	110	110	-	150
TDS	ppm	77	74	-	75

Ribeira dos Caldeirões - UGF 42_4 - Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira – Achada

Parâmetros físico-químicos. Ribeira dos Caldeirões. CALCRYP

	Unidades	15/11/2019	17/02/2020	17/06/2020	08/09/2020
		1ª monit Outono	2ª monit Inverno	3ª monit Primavera	4ª monit Verão
Alcalinidade	mg CaCO3/l	30	30	34	31
Amónio	mg NH4/l	<0,04 (LQ)	<0,04 (LQ)	<0,04 (LQ)	<0,04 (LQ)
Azoto total	mg N/l	<2 (LQ)	<2 (LQ)	<2 (LQ)	<2 (LQ)
Carência bioquímica de oxigénio	mg O2/l	<1 (LQ)	<1 (LQ)	<1 (LQ)	<1 (LQ)
Fosfato	mg P2O5/l	0,12	<0,37 (LQ)	<0,37 (LQ)	<0,37 (LQ)
Nitrato	mg NO3/l	<2,6 (1)	2,18	0,7	2,8
Nitrito	mg NO2/l	<0,005 (LQ)	<0,1 (LQ)	<0,1 (LQ)	<0,1 (LQ)
Sólidos suspensos totais	mg/l	<6 (LQ)	<6 (LQ)	<6 (LQ)	<6 (LQ)
Turvação	UNT	<0,10 (LQ)	<0,10 (LQ)	0,11	0,15
PH	-	7,74	7,88	7,86	7,95
Temperatura	°C	13,3	12,4	13,6	15,5
Condutividade	µS	113	112	106	105
TDS	ppm	56	56	53	53

Parâmetros físico-químicos. Ribeira dos Caldeirões. CALMIX

		15/11/2019	17/02/2020	17/06/2020	08/09/2020
	Unidades	1ª monit Outono	2ª monit Inverno	3ª monit Primaveira	4ª monit Verão
Alcalinidade	mg CaCO ₃ /l	30	30	25	20
Amónio	mg NH ₄ /l	<0,04 (LQ)	<0,04 (LQ)	<0,04 (LQ)	<0,04 (LQ)
Azoto total	mg N/l	<2 (LQ)	<2 (LQ)	<2 (LQ)	<2 (LQ)
Carência bioquímica de oxigénio	mg O ₂ /l	<1 (LQ)	1,5	<1 (LQ)	<1 (LQ)
Fosfato	mg P ₂ O ₅ /l	0,05	<0,37 (LQ)	<0,37 (LQ)	<0,37 (LQ)
Nitrato	mg NO ₃ /l	<1,8 (1)	2,18	2,4	0,9
Nitrito	mg NO ₂ /l	<0,005 (LQ)	<0,10 (LQ)	<0,10 (LQ)	<0,10 (LQ)
Sólidos suspensos totais	mg/l	<6 (LQ)	<6 (LQ)	<6 (LQ)	<6 (LQ)
Turvação	UNT	<0,10 (LQ)	0,2	0,41	0,21
PH	-	7,7	7,75	7,81	7,65
Temperatura	°C	12,4	10,9	14,4	16,2
Condutividade	µS	100	76	99	67
TDS	ppm	49	38	50	34

Ribeira da Achada - UGF 42_4 - Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira – Achada

Parâmetros físico-químicos. Ribeira da Achada. I-ACHANAT1

		27/01/2022	06/05/2022	28/07/2022	10/10/2022
	Unidades	1ª monit Outono	2ª monit Inverno	3ª monit Primaveira	4ª monit Verão
Alcalinidade	mg CaCO ₃ /l	<6 (LQ)	<6 (LQ)	6,2	<6 (LQ)
Amónio	mg NH ₄ /l	<0,04 (LQ)	<0,04 (LQ)	<0,04 (LQ)	<0,04 (LQ)
Azoto total	mg N/l	<2 (LQ)	<2 (LQ)	7,1	<2 (LQ)
Carência bioquímica de oxigénio	mg O ₂ /l	<1 (LQ)	<1 (LQ)	1,3	<1 (LQ)
Fosfato	mg P ₂ O ₅ /l	<0,37 (LQ)	<0,37 (LQ)	<0,37 (LQ)	<0,37 (LQ)
Nitrato	mg NO ₃ /l	0,32	<0,30 (LQ)	<0,30 (LQ)	<0,30 (LQ)
Nitrito	mg NO ₂ /l	<0,10 (LQ)	<0,1 (LQ)	<0,1 (LQ)	<0,30 (LQ)
Sólidos suspensos totais	mg/l	<6 (LQ)	<6 (LQ)	<6 (LQ)	<6 (LQ)
Turvação	UNT	0,22	0,9	0,4	0,16
PH	-	7,15	7,26,2	7,61	7,35
Temperatura	°C	8,4	10,6	16,4	16,1
Condutividade	µS	44	51	35	26
TDS	ppm	22	26	18	13

Parâmetros físico-químicos. Ribeira da Achada. I-ACHANAT2

		27/01/2022	06/05/2022	28/07/2022	10/10/2022
	Unidades	1ª monit Outono	2ª monit Inverno	3ª monit Primaveira	4ª monit Verão
Alcalinidade	mg CaCO3/l	<6 (LQ)	<6 (LQ)	<6 (LQ)	<6 (LQ)
Amónio	mg NH4/l	<0,04 (LQ)	<0,04 (LQ)	<0,04 (LQ)	<0,04 (LQ)
Azoto total	mg N/l	<2 (LQ)	<2 (LQ)	8,1	<2 (LQ)
Carência bioquímica de oxigénio	mg O2/l	<1 (LQ)	<1 (LQ)	1,6	<1 (LQ)
Fosfato	mg P2O5/l	<0,37 (LQ)	<0,37 (LQ)	<0,37 (LQ)	<0,37 (LQ)
Nitrato	mg NO3/l	<0,30 (LQ)	<0,30 (LQ)	0,32	<0,30 (LQ)
Nitrito	mg NO2/l	<0,30 (LQ)	<0,30 (LQ)	<0,10 (LQ)	<0,30 (LQ)
Sólidos suspensos totais	mg/l	<6 (LQ)	<6 (LQ)	<6 (LQ)	<6 (LQ)
Turvação	UNT	0,37	0,5	0,46	0,45
PH	-	7,14	7,18	7,99	7,87
Temperatura	°C	8,6	10,9	16,6	15,9
Condutividade	µS	31	50	218	41
TDS	ppm	16	25	113	20

Ribeira do Folhado - UGF 42_5 - Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira – Santana

Parâmetros físico-químicos. Ribeira do Folhado. FOLCRYP

		27/01/2022	06/05/2022	28/07/2022	10/10/2022
	Unidades	1ª monit Outono	2ª monit Inverno	3ª monit Primaveira	4ª monit Verão
Alcalinidade	mg CaCO3/l	15,8	12,1	13,5	9,7
Amónio	mg NH4/l	<0,04 (LQ)	<0,04 (LQ)	<0,04 (LQ)	<0,04 (LQ)
Azoto total	mg N/l	<2 (LQ)	<2 (LQ)	6,3	<2 (LQ)
Carência bioquímica de oxigénio	mg O2/l	<1 (LQ)	<1 (LQ)	1	<1 (LQ)
Fosfato	mg P2O5/l	<30 (LQ)	<30 (LQ)	<0,37 (LQ)	<30 (LQ)
Nitrato	mg NO3/l	<2,6 (1)	<37 (LQ)	<0,30 (LQ)	<37 (LQ)
Nitrito	mg NO2/l	<0,1 (LQ)	<0,1 (LQ)	<0,1 (LQ)	<0,1 (LQ)
Sólidos suspensos totais	mg/l	<6 (LQ)	<6 (LQ)	<6 (LQ)	<6 (LQ)
Turvação	UNT	0,12	0,14	0,23	0,1
PH	-	7,28	7,5	7,58	7,38
Temperatura	°C	10,17	11,7	16,1	15,1
Condutividade	µS	61	69	75	48
TDS	ppm	30	34	37	34

C. Indicadores biológicos (Goncalves, V., Balibrea, A., Marques, H., Vila, M. e Raposeiro, P.M. 2023).

Ribeira da Salga - UGF 42_2 - Lomba de São Pedro

Diatomáceas bentónicas

Foram identificadas 43 espécies de diatomáceas bentónicas na Ribeira da Salga nas quatro campanhas de amostragem (Tabela 1). As comunidades de diatomáceas bentónicas foram dominadas por espécies indicadoras de algum grau de perturbação, nomeadamente *Nitzschia amphibia* e *Nitzschia soratensis*. Outras espécies que apresentaram abundância elevada, como *Platessa bahlsii*, *Amphora pediculus*, *Melosira varians*, *Karayevia clevei* e *Roicosphaenia abbreviata*, são também indicadoras de um grau de degradação ecológica moderada pois apresentam alguma tolerância à poluição.

Durante o período em análise, foi detetada alguma variação sazonal na comunidade de diatomáceas. Algumas espécies, como *Cocconeis placentula*, *Nitzschia amphibia* e *Rhoicosphenia abbreviata* foram muito abundantes no outono e praticamente ausentes nos restantes períodos. Pelo contrário, o aumento de *Melosira varians* e *Nitzschia soratensis* poderão estar relacionadas com modificações nas características químicas da água, nomeadamente condutividade e pH, associadas às variações de caudal da ribeira.

Taxa	RSL1 16/10/2018 (%)	RSL1 22/01/2019 (%)	RSL1 02/05/2019 (%)	RSL1 29/07/2019 (%)
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	1,4	4,5	3,9	2,0
<i>Amphora inariensis</i>	1,0	4,0	0,4	2,0
<i>Amphora pediculus</i>	7,0	7,2	3,2	5,1
<i>Caloneis hyalina</i>	0,0	0,0	0,0	0,4
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	13,8	0,7	0,4	0,6
<i>Epirhemia turgida</i>	0,4	1,0	0,0	0,0
<i>Eunotia exigua</i>	0,0	0,0	0,4	0,0
<i>Eunotia tenella</i>	0,0	0,2	0,0	0,0
<i>Fragilaria</i> aff. <i>bidens</i>	0,8	0,2	2,2	3,2
<i>Frustulia vulgaris</i>	0,2	0,0	0,8	0,0
<i>Gomphonema clavatum</i>	0,0	0,5	0,0	0,0
<i>Gomphonema truncatum</i>	0,0	0,0	0,4	0,0
<i>Humidophila contenta</i>	0,4	0,0	0,2	0,0
<i>Humidophila perpusilla</i>	1,4	2,0	0,4	0,0
<i>Karayevia clevei</i>	6,0	0,0	12,2	6,9
<i>Melosira varians</i>	1,4	7,9	16,2	10,1
<i>Navicula gregaria</i>	0,0	3,5	6,7	0,4
<i>Navicula lanceolata</i>	0,0	1,5	0,0	0,6
<i>Navicula radiosafallax</i>	0,0	1,7	0,0	0,0
<i>Navicula reichardtiana</i>	0,6	0,0	2,0	2,4
<i>Navicula veneta</i>	0,0	4,0	0,0	0,0
<i>Nitzschia amphibia</i>	21,1	6,2	2,4	2,4
<i>Nitzschia linearis</i>	0,0	1,0	1,0	0,0
<i>Nitzschia microcephala</i>	0,0	0,0	0,0	0,4
<i>Nitzschia palea</i>	0,2	5,9	4,5	0,0
<i>Nitzschia paleacea</i>	0,4	0,0	0,0	3,0
<i>Nitzschia soratensis</i>	20,1	22,0	18,3	39,8
<i>Nitzschia valdestrata</i>	0,4	0,0	0,8	0,4
<i>Odontidium mesodon</i>	0,8	0,0	3,2	0,4
<i>Pinnularia borealis</i>	0,0	0,2	0,0	0,0
<i>Pinnularia</i> aff. <i>microstauron</i>	0,4	0,0	0,0	2,0
<i>Pinnularia schoenfelderi</i>	0,0	0,7	1,0	0,4
<i>Pinnularia</i> sp.1	0,0	0,0	1,6	0,0
<i>Planothidium delicatum</i>	0,0	0,0	0,0	0,4
<i>Planothidium lanceolatum</i>	3,7	3,2	6,3	5,3
<i>Platessa bahlsii</i>	4,5	15,6	3,7	6,5
<i>Pseudostaurosira parasitica</i>	0,0	0,5	0,0	0,0
<i>Pseudostaurosira</i> sp.1	0,0	0,0	0,4	0,0
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	10,1	0,2	1,2	0,0
<i>Rhopalodia gibba</i>	0,0	1,0	0,0	0,0
<i>Rhopalodia rupestris</i>	0,0	0,5	0,0	0,0
<i>Sellaphora atomoides</i>	3,7	4,0	5,5	3,8
<i>Ulnaria</i> sp.1	0,0	0,0	0,8	1,2
Riqueza específica (n° taxa)	23	27	28	24

Figura 3 Abundância relativa e riqueza específica de diatomeáceas bentónicas na Ribeira da Salga nas diferentes campanhas de amostragem

Macroinvertebrados bentónicas

Vinte taxas de macroinvertebrados bentónicas foram identificadas na Ribeira da Salga nas quatro campanhas de amostragem (Figura 4). Estas comunidades foram dominadas pelos Dípteros, nomeadamente por Tricópteros (*Oxyethira falcata*), Quironomídeos (*Orthoclaadiinae*) e Simulídeos (*Simulium azorense*).

Nas campanhas de amostragem de inverno e primavera temos um aumento das comunidades de *Simulium azorense* e uma diminuição de *Orthocladinae*, associados ao provável aumento do caudal da ribeira nestes períodos do ano. Com o aumento da precipitação nos meses de inverno o caudal torna-se mais elevado favorecendo espécies filtradoras como o *Simulium azorense*.

Taxa	Familia	RSL1 16/10/2018 (%)	RSL1 22/01/2019 (%)	RSL1 02/05/2019 (%)	RSL1 29/07/2019 (%)
<i>Platynothrus</i> sp.	Camisiidae	0,0	2,2	0,2	0,0
<i>Corynoneura</i> sp.	Chironomidae	0,0	2,2	6,4	0,5
Orthocladinae	Chironomidae	6,0	4,4	14,7	41,8
Tanypodinae	Chironomidae	0,0	0,0	0,0	0,5
<i>Tanytarsini</i> sp.	Chironomidae	0,0	0,0	0,0	5,4
<i>Dugesia</i> sp.	Dugesidae	0,7	0,0	0,0	0,0
<i>Hydroptilia</i> sp.	Hydroptilidae	0,0	0,0	1,1	3,3
<i>Oxyethira falcata</i>	Hydroptilidae	63,6	0,0	0,2	9,2
<i>Hydrozetes</i> sp.	Hydrozetidae	0,0	4,4	1,7	4,3
Limoniini	Limoniidae	0,0	2,2	0,0	0,0
Lumbriculidae	Lumbriculidae	3,3	0,0	0,0	0,0
<i>Trimalacoethrus</i> sp.	Malaconothridae	0,0	2,2	0,2	3,8
<i>Nais</i> sp.	Naiidae	6,0	8,9	34,1	13,0
<i>Simulium azorense</i> *	Simuliidae	19,9	73,7	41,8	15,2
<i>Sminthurididae</i> sp.	Sminthurididae	0,0	0,0	0,2	0,0
<i>Sperchon brevirostris</i>	Sperchontidae	0,0	0,0	0,4	0,0
<i>Prostoma</i> sp.	Tetrastemmatidae	0,7	0,0	0,0	0,0
<i>Trhypochthoniidae</i> sp.	Trhypochthoniidae	0,0	0,0	0,0	0,1
Ostracoda	-	0,0	0,0	0,0	0,5
Collembola	-	0,0	0,0	0,2	0,0
Abundância total (n° indivíduos)		151	49	551	732
Riqueza específica (n° taxa)		7	8	12	13

* Macroinvertebrados endémicos.

Figura 4 Abundancia relativa e riqueza específica de macroinvertebrados bentónicos na Ribeira da Salga nas diferentes campanhas de amostragem

Ribeira dos Caldeirões - UGF 42_4 - Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira – Achada

Diatomáceas bentónicas

Foram identificadas 40 espécies de diatomáceas bentónicas na Ribeira dos Caldeirões (CALCRYPT) nas quatro campanhas de amostragem (Tabela 3). As comunidades de diatomáceas bentónicas foram dominadas por espécies indicadoras de algum grau de perturbação, nomeadamente *Amphora pediculus*, *Nitzschia amphibia* e *Nitzschia soratensis*. Outras espécies com abundancia elevada foram *Amphora inariensis*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Planothidium frequentissimum* e *Platessa hustedtii*.

As comunidades de diatomáceas mudaram durante o período de amostragem. As espécies como *Cocconeis placentula*, *Planothidium frequentissimum* e *Rhicosphenia abbreviata* diminuíram ligeiramente depois da amostragem de outono. Pelo contrario, espécies como *Planothidium lanceolatum* e *Sellaphora* sp. aumentaram o que poderá estar relacionado com modificações nas características químicas da água, nomeadamente condutividade e pH, associadas as variações de caudal da ribeira.

Taxa	CALCRYPT 12/11/2019 (%)	CALCRYPT 19/02/2020 (%)	CALCRYPT 17/06/2020 (%)	CALCRYPT 08/09/2020 (%)
<i>Achnanthes coarctata</i>	-	-	-	0,5
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	-	4,5	2,2	2,2
<i>Achnantheidium</i> sp.	-	-	-	-
<i>Amphora Inariensis</i>	4,2	4,1	5,2	3,9
<i>Amphora pediculus</i>	7,5	4,3	12,6	6,8
<i>Amphora</i> sp.	-	0,5	-	-
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	16,6	1,0	3,2	6,3
<i>Encyonopsis cesatii</i>	0,2	-	-	-
<i>Eunotia</i> sp.	0,8	2,2	0,7	-
<i>Fragilaria</i> aff. <i>bidens</i>	0,8	-	-	-
<i>Frustulia vulgaris</i>	0,8	-	-	-
<i>Gomphonema gracile</i>	1,2	0,5	0,7	-
<i>Gomphonema truncatum</i>	0,4	-	-	-
<i>Humidophila contenta</i>	-	-	0,5	1,9
<i>Humidophila perpusilla</i>	5,3	7,4	-	-
<i>Melosira varians</i>	-	-	1,7	-
<i>Navicula gregaria</i>	-	3,8	1,0	-
<i>Navicula radiosafallax</i>	-	-	0,5	-
<i>Nitzschia amphibia</i>	10,1	9,6	11,9	10,4
<i>Nitzschia clausii</i>	-	0,5	0,5	-
<i>Nitzschia linearis</i>	-	-	5,0	-
<i>Nitzschia microcephala</i>	-	-	-	0,5
<i>Nitzschia palea</i>	0,4	0,7	0,5	1,0
<i>Nitzschia paleacea</i>	0,4	-	-	-
<i>Nitzschia semirobusta</i>	-	0,7	-	-
<i>Nitzschia soratensis</i>	1,0	1,9	1,0	12,8
<i>Nitzschia valdestriata</i>	-	0,5	-	-
<i>Odontidium mesodon</i>	0,2	0,5	6,7	1,0
<i>Planothidium delicatulum</i>	-	-	0,5	0,5
<i>Planothidium frequentissimum</i>	13,7	3,1	1,7	2,2
<i>Planothidium lanceolatum</i>	16,8	26,8	24,3	24,8
<i>Platessa hustedtii</i>	3,6	6,2	2,7	3,1
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	7,3	2,9	2,0	1,0
<i>Rhopalodia gibberula</i>	-	1,4	-	-
<i>Sellaphora atomoides</i>	8,3	8,4	-	5,5
<i>Sellaphora nigri</i>	-	-	4,0	14,0
<i>Sellaphora saugerresii</i>	0,4	8,1	9,9	1,5
<i>Sellaphora</i> sp.	-	0,5	-	-
<i>Ulnaria biceps</i>	-	-	0,5	0,5
<i>Ulnaria contracta</i>	-	-	0,5	-

Figura 5 Abundancia relativa e riqueza específica de diatomáceas bentônicas no local CALCRYP na Ribeira dos Caldeirões nas diferentes campanhas de amostragem.

No sítio CALMIX foram identificadas 28 espécies de diatomáceas bentônicas nas quatro campanhas de amostragem (Tabela 4). As comunidades de diatomáceas bentônicas apresentaram uma clara dominância de *Achnantheidium subhudsonis* var. *kraeuselii*. Outras espécies com abundância significativa foram *Planothidium lanceolatum*, *Nitzschia amphibia*, *Nitzschia palea* e *Melosira varians*.

Taxa	CALMIX 12/11/2019 (%)	CALMIX 19/02/2020 (%)	CALMIX 17/06/2020 (%)	CALMIX 08/09/2020 (%)
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	2,8	-	1,5	-
<i>Achnanthydium subhudsonis</i> var. <i>kraeuselii</i>	78,1	69,3	64,0	71,0
<i>Achnanthydium</i> sp.	-	-	0,5	-
<i>Amphora inariensis</i>	-	5,7	-	0,5
<i>Amphora pediculus</i>	-	1,4	-	0,7
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	0,2	-	-	-
<i>Encyonopsis cesatii</i>	-	0,5	-	-
<i>Eunotia incisa</i>	-	0,9	-	-
<i>Eunotia</i> sp.	-	-	-	1,2
<i>Fragilaria gracilis</i>	-	0,5	1,5	0,5
<i>Frustulia vulgaris</i>	0,4	-	-	-
<i>Humidophila perpusilla</i>	0,6	-	1,0	-
<i>Melosira varians</i>	3,8	0,7	0,2	0,5
<i>Navicula gregaria</i>	-	0,5	1,2	-
<i>Navicula metareichardtiana</i>	2,1	2,0	3,4	-
<i>Navicula radiosafallax</i>	1,1	0,9	-	-
<i>Nitzschia amphibia</i>	0,4	1,8	0,5	3,7
<i>Nitzschia linearis</i>	-	-	-	0,5
<i>Nitzschia palea</i>	0,8	1,4	1,0	1,4
<i>Nitzschia soratensis</i>	1,9	0,9	0,5	-
<i>Nitzschia valdestrata</i>	-	1,1	-	-
<i>Odontidium mesodon</i>	0,4	-	1,7	-
<i>Planothidium lanceolatum</i>	5,1	8,9	17,9	19,8
<i>Sellaphora atomoides</i>	-	2,0	-	-
<i>Sellaphora nigri</i>	1,7	-	2,7	0,5
<i>Sellaphora saugerresii</i>	-	1,1	0,5	-
<i>Ulnaria biceps</i>	-	-	2,2	-
<i>Ulnaria</i> sp.	0,4	-	-	-

Figura 6 Abundancia relativa e riqueza especifica de diatomáceas bentónicas no local CALMIX na Ribeira dos Caldeirões nas diferentes campanhas de amostragem.

Macroinvertebrados bentónicas

Dezanove taxas de macroinvertebrados bentónicos foram identificadas no conjunto dos dois locais da Ribeira dos Caldeirões nas quatro campanhas de amostragem, tendo-se observado 17 em CALCRYPT e 15 em CALMIX estas comunidades foram dominadas em ambos locais pelos Dípteros, nomeadamente por Simulídeos (*Simulium azorense*), Quironómídeos (Orthocladiinae) e Tricópteros (*Oxyethira falcata*), embora os Ácaros (*Hydrozetes* sp.) fossem também bastante abundantes, especialmente em CALCRYPT.

Taxa	CALCRYPT 12/11/2019 (%)	CALCRYPT 19/02/2020 (%)	CALCRYPT 17/06/2020 (%)	CALCRYPT 08/09/2020 (%)
<i>Clinocerinae Gen.sp</i>	-	-	2,4	4,5
<i>Corynoneura sp.</i>	-	-	1,2	-
<i>Dryops sp.</i>	6,8	-	-	-
<i>Dugesia sp.</i>	-	-	2,4	-
<i>Galba truncatula</i>	-	-	-	4,5
<i>Hydroptila sp.</i>	2,3	-	3,7	-
<i>Hydrozetes sp.</i>	11,4	-	22,0	13,6
<i>Limonilni sp.</i>	4,5	-	2,4	13,6
Lumbricidae Gen. sp	-	-	1,2	-
<i>Nais sp.</i>	-	-	22,0	-
Orthocladinae Gen. sp	-	-	14,6	4,5
<i>Oxyethira falcata</i>	-	-	-	22,7
<i>Prostoma sp.</i>	-	-	1,2	-
<i>Radix peregra</i>	-	-	1,2	-
<i>Simulium azorense</i>	70,5	100,0	13,4	36,4
<i>Trimalaconothrus sp.</i>	4,5	-	2,4	-
Trhypochthoniidae Gen.sp	-	-	9,8	-
Número total de indivíduos	44	5	82	22

Figura 7 Abundancia relativa e riqueza especifica de macroinvertebrados bentônicos no local CALCRYPT na Ribeira dos Caldeirões nas diferentes campanhas de amostragem.

Taxa	CALMIX 12/11/2019 (%)	CALMIX 19/02/2020 (%)	CALMIX 17/06/2020 (%)	CALMIX 08/09/2020 (%)
<i>Clinocerinae Gen.sp</i>	-	-	-	0,8
<i>Corynoneura sp.</i>	-	-	1,7	-
<i>Dryops sp.</i>	-	-	0,3	-
<i>Hydroptila sp.</i>	3,8	-	8,0	-
<i>Hydrozetes sp.</i>	1,3	-	3,5	0,8
<i>Limonilni sp.</i>	-	1,1	2,4	0,2
<i>Nais sp.</i>	-	-	-	0,8
Orthocladinae Gen. sp	23,1	3,3	34,6	1,8
<i>Oxyethira falcata</i>	20,5	-	6,3	1,2
<i>Prostoma sp.</i>	-	-	-	0,2
<i>Simulium azorense</i>	50,0	95,6	42,7	92,6
<i>Sperchon brevirostris</i>	-	-	0,3	-
Trhypochthoniidae Gen.sp	1,3	-	-	-
<i>Trimalaconothrus sp.</i>	-	-	-	0,8
<i>Vectis fortunata</i>	-	-	-	0,6
Número total de indivíduos	78	90	286	489

Figura 8 Abundância relativa e riqueza especifica de macroinvertebrados bentônicos no local CALMIX na Ribeira dos Caldeirões nas diferentes campanhas de amostragem.

Ribeira da Achada - UGF 42_4 - Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira – Achada / Ribeira do Folhado – UGF 42_5 - Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira – Santana.

Diatomáceas bentônicas

Foram identificadas 106 espécies de diatomáceas bentônicas nos cinco pontos de amostragem das ribeiras da Achada e do Folhado ao longo das quatro campanhas de amostragem (Anexo 1). De entre essas, observaram-se 26 espécies em maior abundância, representando pelo menos 5% da abundância total numa qualquer amostra. Uma das espécies mais abundante em todos os locais de amostragem foi *Achnanthydium minutissimum* que é uma espécie cosmopolita com preferência por locais pouco ou moderadamente impactados, mas com uma ampla valência ecológica. Para além desta espécie, nos troços de ribeira inseridos em plantações de criptoméria (CRYPT, FOLCRYPT, I-ACHANAT1 e I-ACHANAT2), surgiram com elevada abundância espécies indicadoras de algum grau de perturbação e/ou elevada concentração de matéria orgânica, nomeadamente *Gomphonema pumilum*, *Amphora inariensis*, *Sellaphora nigri*, *Sellaphora sauguerresii*, *Planothidium lanceolatum* e *Gomphonema parvulum*. As espécies dominantes nestes locais são alcalifílicas (preferem pH ligeiramente alcalino) e tendencialmente eutróficas, tolerando concentrações moderadas de nitrato.

Taxa	CRYPT 27/01/2022 (%)	CRYPT 06/05/2022 (%)	CRYPT 28/07/2022 (%)	CRYPT 10/10/2022 (%)
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	30,5	9,9	4,0	14,8
<i>Amphora inariensis</i>	-	-	-	-
<i>Brachysira brebissonii</i>	0,9	-	-	0,5
<i>Brachysira neoexilis</i>	-	-	-	0,5
<i>Diatoma mesodon</i>	-	5,5	8,9	4,5
<i>Epithemia turgida</i>	0,4	0,8	26,7	2,8
<i>Eunotia exigua</i>	0,4	-	-	-
<i>Eunotia incisa</i>	-	-	-	-
<i>Eunotia rhomboidea</i>	-	1,6	0,5	0,9
<i>Eunotia sp.</i>	0,4	-	-	-
<i>Fragilaria vaucheriae</i>	0,9	0,4	4,5	4,5
<i>Frustulia crassinervia</i>	-	0,4	-	-
<i>Frustulia rhomboides</i>	-	-	-	-
<i>Gomphonema gracile</i>	-	-	-	-
<i>Gomphonema laticollum</i>	1,3	0,4	9,4	8,4
<i>Gomphonema parvulum</i>	0,9	0,4	1,5	10,8
<i>Gomphonema pumilum</i>	23,8	32,5	5,0	11,2
<i>Gomphonema subclavatum</i>	1,8	4,8	7,4	5,2
<i>Navicula angusta</i>	0,4	-	2,0	7,3
<i>Nitzschia amphibia</i>	0,4	-	-	0,5
<i>Pinnularia perirrorata</i>	0,4	-	-	1,2
<i>Planothidium lanceolatum</i>	8,8	11,9	4,0	2,1
<i>Sellaphora nigri</i>	11,9	5,9	2,5	7,5
<i>Sellaphora sauguerresii</i>	2,7	6,9	1,0	0,5
<i>Tabellaria flocculosa</i>	0,4	-	1,0	6,1
<i>Ulnaria biceps</i>	-	0,8	8,7	0,9

Figura 9 Abundância relativa de diatomáceas bentônicas no local CRYPT na Ribeira do Folhado nas quatro campanhas de amostragem.

Destaca-se também a presença de *Achnantheidium subhudsonis* var. *kraeuselii* em alguns locais inseridos em floresta de produção de criptoméria (FOLCRYPT, I-ACHANAT1 e I-ACHANAT2), tal como já havia sido observado em anos anteriores noutras ribeiras dos Acores com bacias ocupadas por vegetação exótica (e.g. Goncalves et al., 2021). Esta é uma espécie de origem tropical considerada invasora na Europa (Novais 2011; Falasco & Bona 2013), que parece estar associada a locais com maior disponibilidade de azoto (Falasco & Bona 2013), confirmando a indicação da restante comunidade de diatomáceas que a presença de vegetação exótica na bacia hidrográfica aumenta de disponibilidade deste nutriente na água das ribeiras.

Taxa	NAT 27/01/2022 (%)	NAT 06/05/2022 (%)	NAT 28/07/2022 (%)	NAT 10/10/2022 (%)
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	4,3	13,8	5,8	48,5
<i>Amphora inariensis</i>	-	-	-	-
<i>Brachysira brebissonii</i>	4,5	2,3	7,7	1,9
<i>Brachysira neoexillis</i>	5,4	0,9	5,8	3,7
<i>Diatoma mesodon</i>	-	-	-	-
<i>Epithemia turgida</i>	-	-	-	-
<i>Eunotia exigua</i>	3,5	13,3	6,3	3,3
<i>Eunotia incisa</i>	1,1	8,0	13,0	8,4
<i>Eunotia rhomboidea</i>	30,9	19,5	27,9	11,7
<i>Eunotia</i> sp.	-	0,2	1,4	1,4
<i>Fragilaria vaucheriae</i>	-	1,4	4,6	-
<i>Frustulia crassinervia</i>	-	5,5	4,3	1,4
<i>Frustulia rhomboides</i>	25,3	-	5,1	5,4
<i>Gomphonema gracile</i>	2,6	5,1	-	-
<i>Gomphonema laticollum</i>	-	-	-	-
<i>Gomphonema parvulum</i>	3,5	5,5	3,9	6,5
<i>Gomphonema pumilum</i>	-	-	-	-
<i>Gomphonema subclavatum</i>	-	-	-	0,9
<i>Navicula angusta</i>	8,6	0,9	1,9	2,8
<i>Nitzschia amphibia</i>	-	-	0,5	-
<i>Pinnularia perirrorata</i>	0,4	-	-	-
<i>Planothidium lanceolatum</i>	0,4	-	-	-
<i>Sellaphora nigri</i>	-	-	0,5	-
<i>Sellaphora saugerresii</i>	-	-	-	-
<i>Tabellaria flocculosa</i>	5,6	15,1	6,7	0,5
<i>Ulnaria biceps</i>	-	-	-	-

Figura 10 Abundância relativa de diatomáceas bentónicas no local NAT na Ribeira da Achada nas quatro campanhas de amostragem.

A comunidade de diatomáceas bentónicas no troço da Ribeira da Achada inserido em floresta nativa (NAT) é dominada por espécies do género *Eunotia*, nomeadamente *Eunotia rhomboidea*, *Eunotia incisa* e *Eunotia exigua*, juntamente com *Tabellaria flocculosa* que são típicas de locais pouco perturbados, oligotróficos, com moderada concentração de matéria orgânica e pH neutro a ligeiramente ácido.

Pontualmente, em todos os locais estudados, surgiram outras espécies com abundâncias elevadas (e.g. *Brachysira brebissonii*, *Epithemia turgida*, *Frustulia rhomboides*) o que poderá estar relacionado quer com variações sazonais do caudal da ribeira que acarretam modificações na velocidade da corrente e nas características químicas da água, nomeadamente condutividade e pH, quer com a distribuição diferencial destas espécies entre distintos micro-habitat que poderão estar diferentemente representados em cada amostragem.

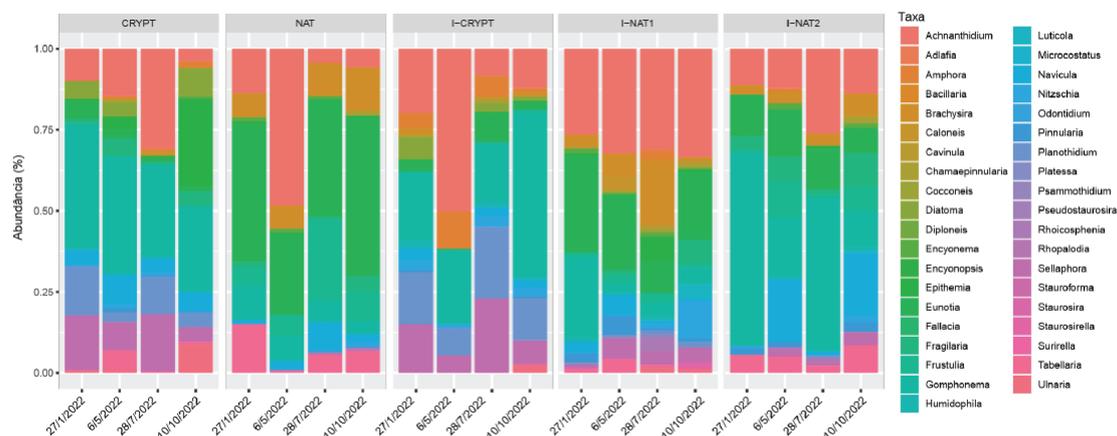


Figura 11 Abundância relativa dos géneros de diatomáceas bentónicas dominantes nos locais controlo (CRYPT e NAT) e a intervencionar (I-FOLCRYPT, I-ACHANAT1 e I-ACHANAT2) nas quatro campanhas de amostragem.

Apesar de algumas variações na composição e abundância das espécies de diatomáceas presentes em cada local ao longo do ano, e excluindo as variações pontuais atrás referidas, a estrutura das comunidades manteve-se praticamente constante durante o período de amostragem.

Índice	Local	27/01/2022	06/05/2022	28/07/2022	10/10/2022	Média
S	CRYPT	25	23	27	34	27,3
	NAT	20	21	22	18	20,3
	I-CRYPT	30	27	29	17	25,8
	I-NAT1	39	28	34	35	34,0
	I-NAT2	22	16	29	36	25,8
H'	CRYPT	3,18	3,41	3,81	4,14	3,64
	NAT	3,09	3,48	3,58	2,77	3,23
	I-CRYPT	3,82	3,75	3,14	2,32	3,26
	I-NAT1	4,01	3,31	3,72	3,81	3,71
	I-NAT2	2,82	2,64	3,92	4,18	3,39
J'	CRYPT	0,69	0,75	0,8	0,81	0,76
	NAT	0,71	0,79	0,8	0,66	0,74
	I-CRYPT	0,78	0,79	0,65	0,57	0,70
	I-NAT1	0,76	0,69	0,73	0,74	0,73
	I-NAT2	0,63	0,66	0,81	0,81	0,73

Figura 12 Riqueza específica (S), diversidade (H') e equitabilidade (J') da comunidade de diatomáceas bentónicas nos cinco locais CRYPT, NAT, I-CRYPT, I-NAT1 e I-NAT2 das ribeiras da Achada e do Folhado nas quatro campanhas de amostragem e respetiva média.

De acordo com o índice IPS qualidade ecológica no local NAT da Ribeira da Achada foi sempre excelente durante o período estudado. Nos locais dentro de floresta de produção de criptoméria o valor do índice IPS foi sempre inferior ao observado no local NAT, correspondendo a condições ecológicas entre o razoável e o excelente. Os valores mais baixos deste índice foram observados no local FOLCRYPT que e simultaneamente o local situado a menor altitude e maior área da bacia ocupada por floresta de produção de criptoméria.

Local	27/01/2022	06/05/2022	28/07/2022	10/10/2022	Média
CRYPT	15,8	15,2	17,9	16,6	16,4
	BOM	BOM	EXCELENTE	BOM	BOM
NAT	19,6	19,0	18,9	19,2	19,2
	EXCELENTE	EXCELENTE	EXCELENTE	EXCELENTE	EXCELENTE
I-CRYPT	13,0	16,5	16,2	17,8	15,9
	RAZOÁVEL	BOM	BOM	EXCELENTE	BOM
I-NAT1	17,9	19,2	15,2	18,6	17,7
	EXCELENTE	EXCELENTE	BOM	EXCELENTE	EXCELENTE
I-NAT2	16,0	18,3	18,5	17,9	17,7
	BOM	EXCELENTE	EXCELENTE	EXCELENTE	EXCELENTE

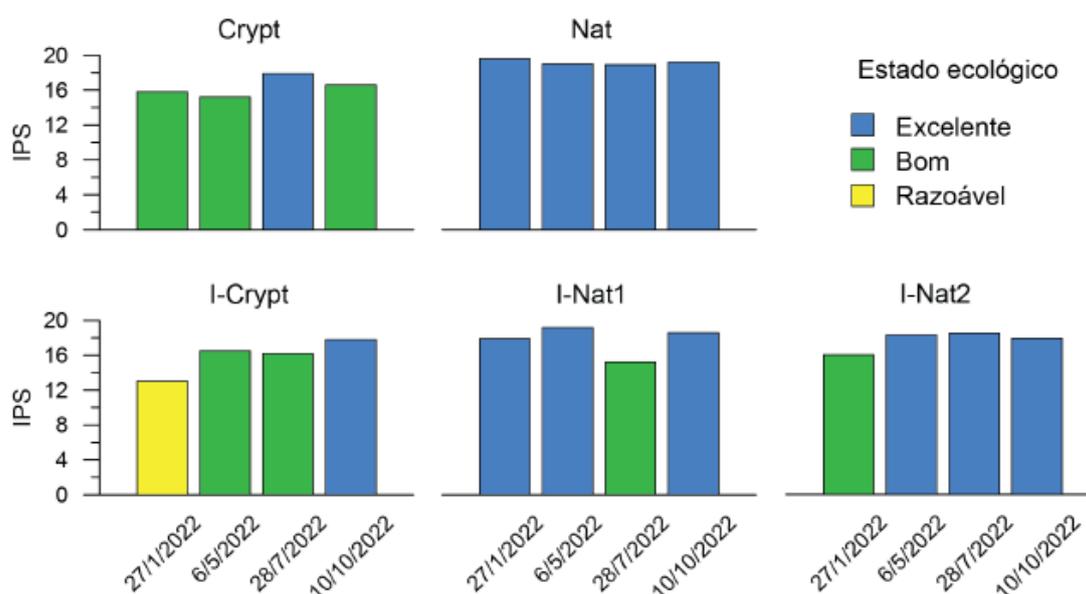


Figura 13 Variação da qualidade ecológica com base no índice IPS nos cinco locais CRYPT, NAT, I-CRYPT, I-NAT1 e I-NAT2 das ribeiras da Achada e do Folhado ao longo das quatro campanhas de amostragem.

Macroinvertebrados bentônicas

Um total de 21 taxa de macroinvertebrados bentônicos foram identificados no conjunto dos cinco locais das ribeiras da Achada e do Folhado nas quatro campanhas de amostragem (Tabelas 11 a 15). Estas comunidades foram dominadas em todos os locais por Dípteros, nomeadamente por Simuliídeos (*Simulium azorense*), Quironomídeos (Tanypodinae, Tanytarsini e Orthocleriinae) e Tricópteros (*Limnephilus atlanticus*), embora as Oligoquetas (*Oligochaeta* sp.) fossem também bastante abundantes em alguns períodos de ano, especialmente no verão e outono.

Taxa	CRYPT 27/01/2022 (%)	CRYPT 06/05/2022 (%)	CRYPT 28/07/2022 (%)	CRYPT 10/10/2022 (%)
<i>Acari</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Agabus</i> sp.	0,0	0,9	2,7	0,8
Clinocerinae Gen. sp.	0,0	1,8	2,7	0,0
<i>Hydroptila</i> sp.	0,0	4,6	0,0	0,8
<i>Hydrozetes</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,8
Isotomidae Gen. sp.	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Jaera insular</i>	3,4	0,0	0,0	0,8
<i>Limnephilus atlanticus</i>	6,9	4,6	13,5	0,0
Limoniini sp.	0,0	6,4	0,0	0,0
<i>Lumbriculus variegatus</i>	13,8	0,0	37,8	0,0
<i>Nais</i> sp.	0,0	0,0	0,0	4,6
<i>Oligochaeta</i> sp.	0,0	7,3	0,0	23,7
Orthocleriinae Gen. sp.	20,7	28,4	0,0	4,6
<i>Oxyethira falcata</i>	0,0	0,0	5,4	4,6
<i>Prostoma</i> sp.	0,0	0,0	0,0	1,5
<i>Simulium azorense</i>	34,5	45,0	0,0	52,7
<i>Sperchon brevirostris</i>	3,4	0,0	5,4	2,3
Tanypodinae Gen. sp.	17,2	0,9	32,4	1,5
Tanytarsini Gen. sp.	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Tipula</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Trimalaconothrus</i> sp.	0,0	0,0	0,0	1,5
Número total de indivíduos	29	109	37	131

Figura 14 Abundância relativa de macroinvertebrados bentônicos no local CRYPT na Ribeira do Folhado nas quatro campanhas de amostragem.

Taxa	NAT 27/01/2022 (%)	NAT 06/05/2022 (%)	NAT 28/07/2022 (%)	NAT 10/10/2022 (%)
<i>Acari</i> sp.	2,7	0,0	0,0	0,0
<i>Agabus</i> sp.	0,0	9,1	2,6	0,0
<i>Clinocerinae</i> Gen. sp.	0,0	18,2	0,0	0,0
<i>Hydroptila</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Hydrozetes</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Isotomidae</i> Gen. sp.	2,7	0,0	5,1	0,0
<i>Jaera insular</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Limnephilus atlanticus</i>	10,8	18,2	17,9	14,5
<i>Limoniini</i> sp.	0,0	9,1	0,0	0,0
<i>Lumbriculus variegatus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Nais</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Oligochaeta</i> sp.	0,0	0,0	41,0	15,8
<i>Orthoclaadiinae</i> Gen. sp.	8,1	0,0	0,0	0,0
<i>Oxyethira falcata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Prostoma</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Simulium azorense</i>	70,3	0,0	7,7	69,7
<i>Sperchon brevis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Tanypodinae</i> Gen. sp.	2,7	45,5	23,1	0,0
<i>Tanytarsini</i> Gen. sp.	0,0	0,0	2,6	0,0
<i>Tipula</i> sp.	2,7	0,0	0,0	0,0
<i>Trimalaconothrus</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0
Número total de indivíduos	37	11	39	76

Figura 15 Abundância relativa de macroinvertebrados bentônicos no local NAT na Ribeira da Achada nas quatro campanhas de amostragem.

Nas campanhas de amostragem de inverno e outono verificou-se um domínio acentuado de *Simulium azorense* em praticamente todos os locais, independentemente do tipo de vegetação presente na bacia hidrográfica. Esta sazonalidade está relacionada com aumento da precipitação nos meses de outono e inverno que causa aumento do caudal das ribeiras nesse período favorecendo espécies filtradoras como o *Simulium azorense*. Esta sazonalidade também é observada na diversidade e equitabilidade da comunidade de macroinvertebrados nos locais NAT e I-FOLCRYPT, onde se observaram valores claramente mais elevados nos meses de primavera e verão. No inverno, ambos locais exibem baixa diversidade e equitabilidade em resultado das condições ambientais desfavoráveis ao crescimento destes organismos nesse período do ano.

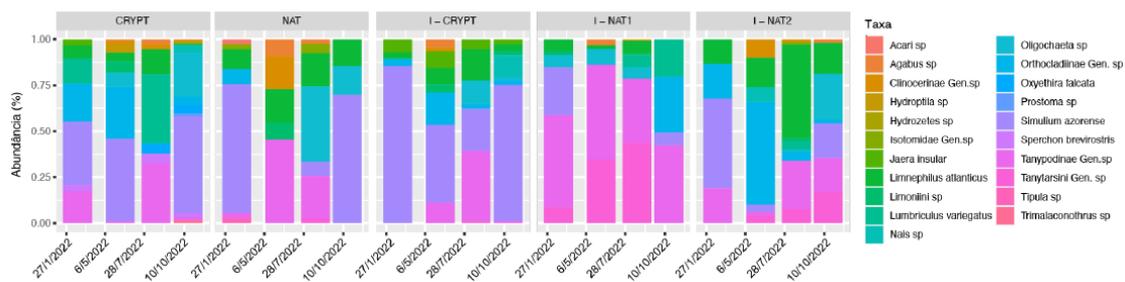


Figura 16 Abundância relativa de macroinvertebrados bentônicos nos locais controlo (CRYPT e NAT) e a intervençionar (I-CRYPT, I-NAT1 e I-NAT2) nas quatro campanhas de amostragem.

Índice	Local	27/01/2022	06/05/2022	28/07/2022	10/10/2022	Média
S	CRYPT	7	9	7	13	9,0
	NAT	7	5	7	3	5,5
	I-CRYPT	4	8	8	9	7,3
	I-NAT1	6	5	7	4	5,5
	I-NAT2	4	7	9	7	6,8
H'	CRYPT	1,69	1,53	1,51	1,53	1,56
	NAT	1,08	1,41	1,55	0,82	1,22
	I-CRYPT	0,56	1,71	1,61	1,03	1,23
	I-NAT1	1,35	1,11	1,34	1,23	1,26
	I-NAT2	1,25	1,39	1,43	1,73	1,45
J'	CRYPT	0,87	0,70	0,78	0,60	0,73
	NAT	0,56	0,88	0,80	0,75	0,75
	I-CRYPT	0,41	0,82	0,77	0,47	0,62
	I-NAT1	0,75	0,69	0,69	0,89	0,75
	I-NAT2	0,90	0,71	0,65	0,89	0,79

Figura 16 Riqueza específica (S), diversidade (H') e equitabilidade (J') da comunidade de macroinvertebrados bentônicos nos cinco locais CRYPT, NAT, I-CRYPT, I-NAT1 e I-NAT2 das ribeiras da Achada e do Folhado nas quatro campanhas de amostragem e respetiva média.

Apesar de algumas diferenças entre as comunidades de macroinvertebrados nos cinco locais estudados, tanto em termos de composição específica como em relação aos índices de diversidade, o índice de qualidade BI apresentou uma variação reduzida, tanto espacial como sazonalmente, com valores que oscilaram entre 4,8 em I-NAT2 no verão e 6,6 em I-NAT1 na primavera. Estes valores são indicadores de uma qualidade razoável da água, com uma significativa contaminação orgânica, independentemente do tipo de vegetação presente na bacia hidrográfica. Este resultado está de acordo com os observados em estudos anteriores que mostraram que os índices de qualidade baseados em macroinvertebrados não traduzem corretamente o estado das ribeiras dos Açores pois a composição destas comunidades e em larga medida determinada por fatores biogeográficos (e.g. Raposeiro e Costa 2009).

Local	27/01/2022	06/05/2022	28/07/2022	10/10/2022	Média
CRYPT	6,00	5,72	6,49	6,41	6,16
	RAZOÁVEL	RAZOÁVEL	RAZOÁVEL	RAZOÁVEL	RAZOÁVEL
NAT	6,00	5,82	6,44	5,88	6,03
	RAZOÁVEL	RAZOÁVEL	RAZOÁVEL	RAZOÁVEL	RAZOÁVEL
I-CRYPT	5,79	5,53	6,04	6,15	5,88
	RAZOÁVEL	RAZOÁVEL	RAZOÁVEL	RAZOÁVEL	RAZOÁVEL
I-NAT1	6,43	6,60	6,39	6,53	6,49
	RAZOÁVEL	MEDÍOCRE	RAZOÁVEL	MEDÍOCRE	RAZOÁVEL
I-NAT2	5,59	5,14	4,80	6,15	5,42
	RAZOÁVEL	BOM	BOM	RAZOÁVEL	BOM

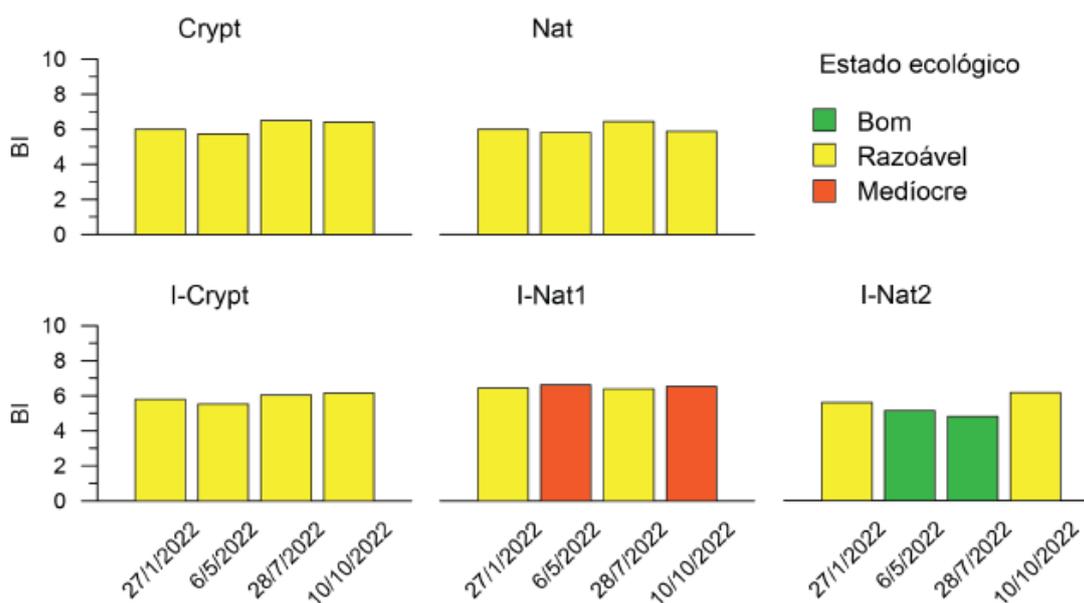


Figura 17 Variação da qualidade ecológica com base no índice BI nos cinco locais CRYPT, NAT, I-CRYPT, I-NAT1 e I-NAT2 das ribeiras da Achada e do Folhado ao longo das quatro campanhas de amostragem.

Taxa de decomposição

Os valores absolutos da taxa de decomposição registados nos cinco locais estudados são semelhantes aos obtidos para outros materiais vegetais utilizados em estudos similares em ribeiras dos Acores (Raposeiro et al. 2014, Faustino 2016, Ferreira et al. 2016, Ferreira et al. 2017, Goncalves et al. 2021).

Os resultados mostraram claras diferenças na taxa de decomposição entre os diferentes locais estudados, com valores baixos na ribeira controlo de vegetação nativa (NAT) comparativamente com os trocos de ribeira inseridos em floresta de produção de *C. japonica* (Figura 12). Estas diferenças entre os distintos locais estudados são estatisticamente significativas (Anova de 1 fator, $P < 0.001$). O troco da ribeira inserido em vegetação nativa (NAT) apresentou os menores valores de taxa de decomposição, seguido dos trocos das ribeiras I-NAT2, I-NAT1, I-CRYPT e CRYPT (Figura 12). Além disso, as taxas de decomposição nos locais I-NAT1 e I-NAT2 apresentaram padrões semelhantes ao longo do ano. Pelo contrário, nos locais CRYPT e I-

CRYPT a taxa de decomposição foi significativamente mais baixa no inverno e outono. A comparação das taxas de decomposição entre as estações foi significativamente diferente (Anova de 1 fator, $P < 0.001$). No entanto, não foram encontradas diferenças entre os períodos Primavera e Verão (Teste de Tukey, $P = 0.988$) e entre Inverno e Outono (Teste de Tukey $P = 0.425$).

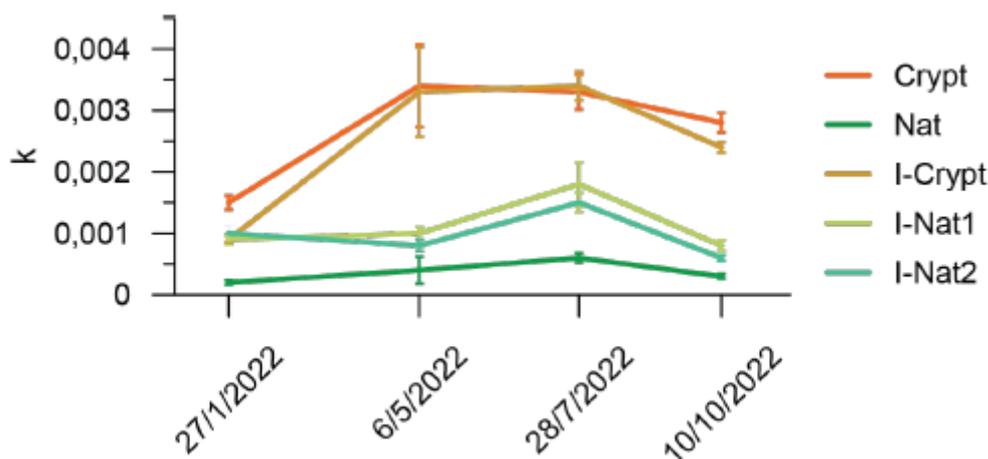


Figura 17 Variação da mediana da taxa de decomposição nos cinco locais CRYPT, NAT, ICRYPT, I-NAT1 e I-NAT2 das ribeiras da Achada e do Folhado ao longo das quatro campanhas de amostragem.

O aumento da taxa de decomposição em rios localizados em áreas de floresta invadida já havia sido anteriormente observado (Faustino 2016). Alterações no coberto vegetal da zona riparia modificam a composição dos restos vegetais que entram no rio, o que por sua vez altera a abundância e diversidade dos microrganismos decompositores (hifomicetes) na água (Faustino 2016, Ferreira et al. 2016). Por si só este facto pode justificar o aumento da taxa de decomposição nos locais com bacias hidrográficas ocupadas por floresta de produção (CRYPT, I-CRYPT, I-NAT1 e I-NAT2). Para além disso, diferentes condições físico-químicas da água, como pH, temperatura e concentração de nutrientes podem também afetar a taxa de decomposição (Faustino 2016). Uma vez que ambos locais se localizam a mesma altitude e não apresentam outros impactos para além da mudança na vegetação, qualquer diferença na taxa de decomposição só pode ser atribuída a cobertura vegetal envolvente a ribeira. O aumento da taxa de decomposição poderá levar a um aumento da reciclagem de nutrientes e, conseqüentemente, ao aumento da produtividade do ecossistema, explicando as alterações observadas na comunidade de diatomáceas bentónicas

Avaliação da erosão hídrica

A. Física do solo

O horizonte edáfico H1 é constituído por horizontes orgânicos (O) que se formaram sobre o solo mineral, encontrando-se neles detritos derivados da decomposição de material vegetal e animal. O valor de densidade aparente do horizonte edáfico H1 é inferior a $0,20 \text{ g/cm}^3$ nas parcelas LSPEND, LSPCRYP, A1Endémicas e C1Cryp. A parcela B2Chama apresenta o valor de horizonte edáfico H1 mais elevado, $0,28 \text{ g/cm}^3$, quando o comparamos com as restantes parcelas. Este valor poderá estar relacionado com: a) a composição atual da parcela, pois a mesma é constituída por um novedio de *Chamaecyparis lawsoniana* e *Cryptomeria japonica*, plantado em 2017, onde ainda não existe a sobreposição de copas, o que pode estar a originar uma perda da camada orgânica (O) por lixiviação; ou b) a movimentação do solo aquando a exploração florestal.

Pela semelhança na composição das parcelas LSPCRYP e C1Cryp seria de esperar que o valor de densidade aparente da parcela A2Cryp fosse inferior a $0,20 \text{ g/cm}^3$ em vez de $0,26 \text{ g/cm}^3$. A principal diferença entre A2Cryp e as restantes parcelas é que esta tem um maior declive, o que nos parece poderá ser a causa da divergência. Contudo, é difícil estabelecer relações que expliquem as diferenças entre os valores de densidade com uma amostragem reduzida, pelo que se esperará pelos resultados das futuras monitorizações.

Ribeira da Salga - UGF 42_2 - Lomba de São Pedro

Tabela 5 Cálculo da densidade aparente. LSPEND, espécies dominantes – endémicas; LSPCRYP – espécies dominantes – criptoméria.

Bag #	Nº Horizonte	Código parcela	Volume (cm3)	Peso Fresco (g)	Peso Seco (60°C; 48h; g)	Densidade (g PF/cm3)	Densidade (g PS/cm3)
LSPEND	H1	P2	61	33,68	11,83	0,55	0,19
LSPEND	H2	P2	61	49,54	25,79	0,81	0,42
LSPEND	H3	P2	61	47,14	23,41	0,77	0,38
LSPEND	H4	P2	61	55,40	31,39	0,91	0,51
LSPCRYP	H1	P1	61	31,74	7,12	0,52	0,12
LSPCRYP	H2	P1	61	51,27	24,96	0,84	0,41
LSPCRYP	H3	P1	61	41,96	20,36	0,69	0,33
LSPCRYP	H4	P1	61	53,69	33,51	0,88	0,55
LSPCRYP	H5	P1	61	41,34	19,67	0,68	0,32
LSPCRYP	H6	P1	61	44,32	25,89	0,73	0,42
LSPCRYP	H7	P1	61	55,65	40,15	0,91	0,66
LSPCRYP	H8	P1	61	45,34	24,02	0,74	0,39
LSPCRYP	H9	P1	61	46,22	27,12	0,76	0,44

Ribeira dos Caldeirões - UGF 42_4 - Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira – Achada

Tabela 6 Cálculo da densidade aparente. LSPEND, espécies dominantes – endémicas; LASCryp – espécies dominantes – criptoméria

Bag #	Nº Horizonte	Código parcela	Volume (cm3)	Peso Fresco (g)	Peso Seco (60°C; 48h; g)	Densidade (g PF/cm3)	Densidade (g PS/cm3)
A1 Endémicas	H1	PE	61	38,63	10,52	0,63	0,17
A1 Endémicas	H2	PE	61	50,22	22,91	0,82	0,38
A1 Endémicas	H3	PE	61	36,01	14,81	0,59	0,24
A1 Endémicas	H4	PE	61	42,27	22,52	0,69	0,37
A1 Endémicas	H5	PE	61	43,65	21,92	0,72	0,36
A1 Endémicas	H6	PE	61	42,51	25,44	0,70	0,42
A1 Endémicas	H7	PE	61	51,94	27,08	0,85	0,44
A2 Cryp	H1	PB	61	39,90	16,07	0,65	0,26
A2 Cryp	H2	PB	61	42,46	21,80	0,70	0,36
A2 Cryp	H3	PB	61	40,01	20,26	0,66	0,33
A2 Cryp	H4	PB	61	45,22	29,36	0,74	0,48
A2 Cryp	H5	PB	61	38,91	18,65	0,64	0,31
A2 Cryp	H6	PB	61	48,45	27,97	0,79	0,46
A2 Cryp	H7	PB	61	46,56	22,60	0,76	0,37
B2 Chama	H1	PG	61	40,86	17,28	0,67	0,28
B2 Chama	H2	PG	61	41,61	19,25	0,68	0,32
B2 Chama	H3	PG	61	39,55	20,30	0,65	0,33
B2 Chama	H4	PG	61	46,92	32,39	0,77	0,53
B2 Chama	H5	PG	61	48,48	26,04	0,79	0,43
B2 Chama	H6	PG	61	44,99	24,23	0,74	0,40
B2 Chama	H7	PG	61	41,01	17,74	0,67	0,29
C1 Cryp	H1	PF	61	31,69	8,15	0,52	0,13
C1 Cryp	H2	PF	61	46,16	20,51	0,76	0,34
C1 Cryp	H3	PF	61	43,23	24,30	0,71	0,40
C1 Cryp	H4	PF	61	45,99	27,26	0,75	0,45
C1 Cryp	H5	PF	61	41,98	27,94	0,69	0,46
C1 Cryp	H6	PF	61	45,56	21,92	0,75	0,36

Ribeira da Achada - UGF 42_4 - Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira – Achada

Tabela 7 Cálculo da densidade aparente, I-ACHANAT1 espécie dominante – criptoméria; I-ACHANAT2 – espécie dominante – criptoméria

Bag #	Nº Horizonte	Código parcela	Volume (cm3)	Peso Fresco (g)	Peso Seco (60°C; 48h; g)	Densidade (g PF/cm3)	Densidade (g PS/cm3)
I-ACHANAT1	H1	P1	61	50,36	18,4	0,79	0,22
I-ACHANAT1	H2	P1	61	41,45	20,96	0,65	0,30
I-ACHANAT1	H3	P1	61	72,86	27,95	1,16	0,41
I-ACHANAT2	H1	P2	61	52,48	16,42	0,83	0,17
I-ACHANAT2	H2	P2	61	54,81	28,96	0,87	0,41
I-ACHANAT2	H3	P2	61	54,21	30,23	0,86	0,45
I-ACHANAT2	H4	P2	61	61,35	30,76	0,97	0,44
I-ACHANAT2	H5	P2	61	81,94	38,14	1,31	0,56
I-ACHANAT2	H6	P2	61	83,01	40,71	1,33	0,62

Ribeira do Folhado - UGF 42_5 - Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira – Santana

Tabela 8 Cálculo da densidade aparente; I-FOLCRYP – espécie dominante – criptoméria

Bag #	Nº Horizonte	Código parcela	Volume (cm3)	Peso Fresco (g)	Peso Seco (60°C; 48h; g)	Densidade (g PF/cm3)	Densidade (g PS/cm3)
I-FOLCRYP	H1	P3	61	48,31	21,42	0,76	0,28
I-FOLCRYP	H2	P3	61	45,53	21,39	0,71	0,30
I-FOLCRYP	H3	P3	61	44,2	22,64	0,69	0,33
I-FOLCRYP	H4	P3	61	46,69	30,06	0,73	0,45
I-FOLCRYP	H5	P3	61	44,17	22,66	0,69	0,33

A densidade aparente é fortemente influenciada pelo teor em matéria orgânica, presença de elementos grosseiros, estrutura e textura.

A densidade aparente está de perto relacionada com a fração de massa orgânica. Normalmente decresce quando o conteúdo em matéria orgânica aumenta particularmente em solos florestais, que tendem a aumentar o teor em matéria orgânica e a estabilidade da agregação próximo da superfície (Federer et al., 1992).

O excessivo pisoteio pelos animais, o uso de maquinaria pesada na exploração das florestas, o seu uso intensivo ou distúrbios causados nos solos enquanto húmidos, incrementam a densidade aparente, particularmente em solos de textura fina (Pritchett e Fisher, 1987).

B. Análise dos sedimentos

Os resultados obtidos mostram que a parcela P3 localizada em Santana apresenta uma maior taxa de perda de solo (E) no período de amostragem. Este valor de perda de solo diz respeito à perda total, ou seja, às perdas de sedimento e de matéria orgânica (MO), sendo de esperar que locais com elevados valores de E apresentem baixos valores de MO.

Tabela 9 Resultados obtidos em parcelas experimentais de Alto-Fuste de Cryptomeria japonica > 30 anos de idade. E, taxa de erosão; Y, altura média de solo erodido ou sedimentado (mm); D, densidade; DP, densidade aparente; H, Humidade; MO, matéria orgânica. Os valores apresentados correspondem ao Horizonte 1 de cada perfil edáfico

Plot	E (t/m ³)	Y (mm)	D (g/cm ³)	DP (g/cm ³)	H (g)	MO (g)	MO (%)	Declive (°)	Cota (m)	Local
LSP	2,31	4,63	0,52	0,05	26,6	4,01	56,27	32	388	Lomba de São Pedro
A2	4,51	2,15	0,65	0,21	25,75	3,1	19,32	55	595	Achada
B1	7,48	3,56	0,65	0,21	25,75	3,1	19,32	16	605	Achada
C1	1,5	2,15	0,52	0,07	25,45	3,99	49,01	30	684	Achada
P1	20,63	9,38	0,79	0,22	33,87	2,93	17,77	28	887	Graminhais
P2	25,89	15,23	0,83	0,17	38,07	4,19	29,08	20	913	Graminhais
P3	27,3	9,75	0,76	0,28	28,91	2,35	12,11	34	686	Bardinho

O valor de R^2 estabelece uma relação significativa entre a taxa de erosão (E) e a altura média de solo erodido ou sedimentado (Y). Contudo, é difícil estabelecer relações com uma amostragem reduzida, pelo que se esperam os resultados das futuras monitorizações

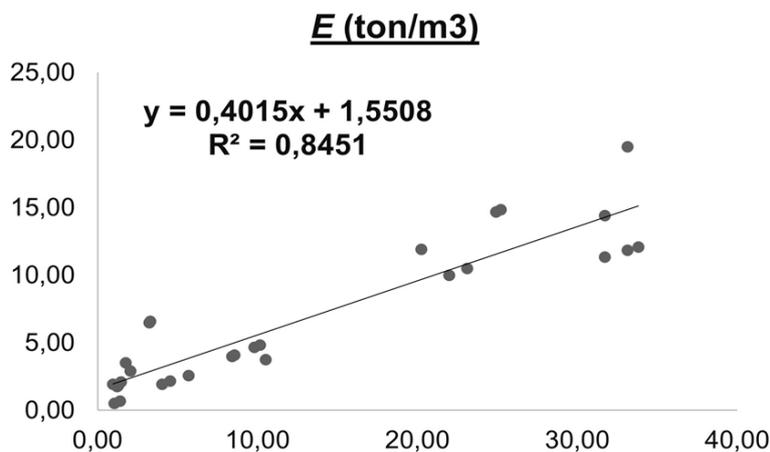


Figura 18 Equação para o cálculo da Taxa de erosão (E) a partir da altura média de solo erodido ou sedimentado (Y).

Esperam-se os resultados das futuras monitorizações para poder realizar o tratamento de dados com maior robustez. Apresentam-se a análise preliminar, na qual obteve-se a taxa de erosão líquida nas parcelas de amostragem.

Considerações finais:

O Plano de Monitorização para a avaliação da Erosão Hídrica iniciou em 2019/2020 com a instalação de uma parcela de monitorização no talhão 4 da UGF_42_2 da Lomba de São Pedro e um ponto de colheita de água na ribeira da Salga, para a sua caracterização físico-química e biológica. Em 2020/2021 foram instaladas 2 parcelas de monitorização da erosão hídrica no talhão 11, 1 parcela de monitorização no talhão 13, ambos talhões localizados na UGF_42_4 – Achada, e dois pontos de colheita de água na Ribeira dos Caldeirões. Em 2022/2023 foram instaladas 2 parcelas de monitorização da erosão na UGF_42_4, 1 parcela de monitorização da erosão na UGF:42_5 e 3 pontos de colheita de água, 2 pontos na ribeira da Achada e 1 na ribeira do Folhado. Todos os pontos de amostragem descritos foram instalados em povoamentos de alto-fuste de criptoméria. Igualmente foram instaladas 2 parcelas de monitorização de erosão na UGF_42_4 em floresta de endémicas e um novedio com 5 anos de idade de *Chamaecyparis lawsoniana*.

Em resumo, foram analisados dados de 9 parcelas de monitorização da erosão hídrica, 8 colheitas de água para análises biológicas e 6 colheitas para físico-químicas em 5 ribeiras.

Apesar da amostragem ser insuficiente para obter resultados com alguma robustez, foram feitas análises preliminares que permitiram validar a metodologia adotada e caracterizar os solos florestais do perímetro florestal de São Miguel em povoamentos de Alto-fuste de *Cryptomeria japonica* objeto de exploração. Porém, com o reduzido número de amostras, foi efetuada uma análise de correlação entre a erosão líquida e a altura média do solo erodido ou sedimentado medido na parcela. O resultado indica que existe uma correlação entre as duas variáveis sendo possível, através da equação proposta, estimar a Erosão líquida utilizando o valor médio das medições de campo. Esta análise será concluída com a integração de outras variáveis como são a pluviosidade anual durante o período de monitorização, o declive da parcela, a propriedades edáficas do horizonte H1, e a percentagem de coberto arbóreo.

As comunidades biológicas existentes nas ribeiras de estudo apresentam um ligeiro desvio relativamente as condições de referência para este tipo de ecossistemas. A substituição da floresta nativa por floresta de produção de *C. japonica* acarreta uma modificação na composição da comunidade de diatomáceas bentónicas indicadora de uma degradação do ecossistema associada a um aumento da concentração de nutrientes (eutrofização) e de matéria orgânica. Apesar disso, as diatomáceas bentónicas presentes indicam uma qualidade em geral boa, mesmo nos locais inseridos em floresta de produção. Pelo contrário, a comunidade de macroinvertebrados aquáticos não parece ser afetada pelo tipo de vegetação presente na bacia hidrográfica das ribeiras (Gonçalves V., *et al* 2023)

Em 2023/2024 serão instaladas 4 parcelas de monitorização de erosão hídrica em talhões explorados e plantados com criptoméria, nos quais foi realizada a monitorização antes da exploração florestal.

Referências bibliográficas

- Alba-Tercedor, J. (1996): Macroinvertebrados Acuáticos y Calidad de las Aguas de los Ríos, IV Simposio del Agua en Andalucía, 203–213.
- Barbour, M.T., Gerritsen, J., Snyder, B.D. & Stribling, J.B. (1999): Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish. 2nd ed. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water. Washington, D. C.
- Borges, P.A.V., Bried, J., Costa, A., Cunha, R., Gabriel, R., Gonçalves, V., Martins, A.F., Melo, I., Parente, M., Raposeiro, P., Rodrigues, P., Santos, R.S., Silva, L., Vieira, P., Vieira, V., Mendonça, E. & Boieiro, M. (2010): Description of the Terrestrial and marine biodiversity of the Azores. In Borges, P.A.V., Costa, A., Cunha, R., Gabriel, R., Gonçalves, V., Martins, A.F., Melo, I., Parente, M., Raposeiro, P., Rodrigues, P., Santos, R.S., Silva, L., Vieira, P. & Vieira, V. (Eds), A list of the terrestrial and marine biota from the Azores, Principia, 9-33.
- Cutiño, H. (1999): Evaluación cuantitativa de la erosión hídrica superficial en suelos desnudos de la Cordillera Andina y Valle Central de la VII Región, Universidad de Talca, 104.
- Cummins, K.W. Invertebrates. In: Petts, G. and Callow, P. (Ed.). (1996): River biota. Diversity and dynamics. London: Blackwell, 50: 75-91.
- Cummins, K.W. & Klug, M.J. (1979): Feeding ecology of stream invertebrates. Annual Review of Ecology and Systematics, 10: 147-172.
- Day, J. (2000): Biomonitoring: appropriate technology for the 21st century. 1st WARFSA/WaterNet Symposium: Sustainable Use of Water Resources, Maputo, 1-2 November.
- Fonseca, F. (1997) Implicações do tipo de coberto florestal nos horizontes orgânicos e minerais do solo
- Fontes, J. C., Gonçalves, M. C. & Pereira, L. S. (2004): Andosols of Terceira, Azores: Measurement and significance of soil hydraulic properties, *Catena*, 56(1-3): 145–154.
- Fontes, J. C., Pereira, L. S. & Smith, R. E. (2004): Runoff and erosion in volcanic soils of Azores: Simulation with OPUS, *Catena*, 56(1-3): 99–212.
- Forsythe, W. (1980): Física de Suelo, manual de laboratório, San José Costa Rica, pp. 212.
- Foth, H.D. (1987): Fundamentos de la Ciencia del Suelo, Continental, 433.
- Gallardo-Mayenco, A. & Shaw, E. (2008): Calidad del agua en el arroyo Guadalquítón y otros cauces de San Roque: aplicaciones de los índices IBMWP e IASPT, *Almoraima*, 37, 85–95.
- Goncalves, V., Balibrea, A., Marques, H., Vila, M. e Raposeiro, P.M. 2023. Monitorização do impacto da exploração florestal nos ecossistemas de ribeiras em áreas de produção madeireira. CIBIO Acores/Fundação Gaspar Frutuoso, Universidade dos Acores, Ponta Delgada, 44 pp
- Gonçalves, V., Raposeiro, P. & Costa, A. (2008): Benthic diatoms and macroinvertebrates in the assessment of the ecological status of Azorean streams, *Limnetica*, 27(2), 317–328.
- Hering, D., Moog, O., Sandin, L. & Verdonschot, F. M. (2004): Overview and application of the AQEM assessment system. *Hydrobiologia* 516: 1-20.
- INAG. (2009d): Critérios para a classificação do estado das massas de água superficiais. Rios e albufeiras: Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I. P.

- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVERMAR) (2003): Manual de Técnicas Analíticas para la Determinación de Parámetros Físico-químicos y Contaminantes Marinos, 148. Jaímez-Cuéllar, P., Vivas, S., Bonada, N., Robles, S., Mellado, A., Álvarez, M., Avilés, J., Casas, J., Ortega, M., Pardo, I., Prat, N., Rieradevall, M., Saínz-Cantero, C. E., SánchezOrtega, A., Suárez, M. L., Toro, M., Vidal-Abarca, M. R., Zamora-Munõz, C. & Alba-Tercedor, J. (2002): Protocolo GUADALMED (PRECE), *Limnética*, 21(3-4): 187–204.
- Logam, P. (2001): Ecological quality assessment of rivers and integrated catchment management in England and Wales. *J. Limnol.*, 60: 25-32.
- McCafferty, W.P. (1983): *Aquatic entomology*, Jones and Bartlett Publishers, Boston, pp. 448.
- Metcalfe-Smith, J. (1994): *Biological water-quality assessment of rivers. Use of macroinvertebrates communities*, Blackwell Scientific, 144–169.
- Munné, A., Prat, N., Solà, C., Bonada, N. & Rieradevall, M. (2003): A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index, *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13(2): 147–163.
- Munné, A., Solà, C. & Prat, N. (1998): QBR: Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera, *Tecnología del Agua*, 175: 20–37.
- Oliveira, D., Fernandes, A., Rapazote, J., Teixeira, L., Brioso, R., Valente, C., Teixeira, F., Medeiros, M. & Cortes, R. (2004): A utilização do River Habitat Survey na gestão ambiental de ecossistemas fluviais. Potencialidades e limitações. 7º Congresso da Água.
- Ordeix, M., Camprodon, J. & Guixé, D. (2012): Restauración y gestión ecológica fluvial: Metodologías de diagnosis y evaluación del estado ecológico y la biodiversidad en restauraciones fluviales, Camprodon, J., Ferreira, M. T., and Ordeix, M. (eds.), *Ricover*, 22– 60.
- Pardo, I., Álvarez, M., Casas, J., Moreno, J. L., Vivas, S., Bonada, N., Alba-tercedor, J., Jáimez-cuéllar, P., Moyà, G., Prat, N., Robles, S., Suárez, M. L., Toro, M., Universidad, D. E., Campus, D. V. & Pardo, I. (2002): El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat, *Limnética*, 21(2-3): 115–133.
- Parfitt, R.L. (1990): Allophane in New Zealand—a review. *Australian Journal of Soil Research*, 28: 343–360.
- Parlamento Europeu e do Conselho (2000): Diretiva 2000/60/CE, *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*. 1–72.
- PASOLAC (2005): *Manual de Métodos sencillos para estimar erosión hídrica*, Nicaragua, 61.
- Peñil, L.; Martínez-Salvador, A (2015): Monitorização da erosão da linha de água. Relatório da Ação D4. Projeto LIFE+ Terras do Priolo. Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves
- Pizarro, R. & Cuitiño, H. (2002): Metodo de evaluacion de la erosion hidrica superficial en suelos desnudos en Chile, *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 13: 165–170.
- Pizarro, R., Morales, C., Vega, L., Olivares, C. Y. & Balocchi, F. (2010): Evaluación de la erosión hídrica superficial en zonas áridas y semiáridas de Chile central, *Aqua-LAC*, 2: 1–11.
- Quantin, P. (1985): Characteristics of the Vanuatu Andosols. In: Fernandez-Caldas, E., Yaalon, D.H. (Eds.), *Volcanic Soils. Weathering and Landscape Relationships of Soils on Tephra and Basalt*. *Catena Supplement*, 7: 99–105. Cremlingen.
- Raposeiro, P. & Costa, A. (2009): Benthic macroinvertebrate based indices for assessing the ecological status of freshwaters on oceanic islands, *Arquipélago, Life and Marine Sciences*, 26: 15–24.

- Raposeiro, P., Costa, A., & Hughes, S.J. (2011): Environmental factors – spatial and temporal variation of chironomid communities in oceanic island streams (Azores archipelago). *Ann. Limnol.*, 47: 325–338.
- Raposeiro, P., Cruz, A., Hughes, S. & Costa, A. (2012): Azorean freshwater invertebrates: Status, threats and biogeographic notes, *Limnetica*, 31(1): 13–22.
- Raposeiro, P., Hughes, S.J., & Costa, A. (2013); Environmental drivers – spatial and temporal variation of macroinvertebrate communities in island streams: the case of the Azores Archipelago. *Fundam. Appl. Limnol.*, 182(4): 337-350.
- Raven, P. J., Holmes, N. T. H., Dawson, F. & Everard, M. (1998b): Quality assessment using River Habitat Survey data, *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 8: 405-424.
- Raven, P.J., Holmes, N.T.H., Dawson, F.H., Fox, P.J.A., Everard, M., Fozzard, I.R. & Rouen, K.J. (1998c): River Habitat Quality. The physical character of rivers and streams in the UK and Isle of Man, Environment and Heritage Service, 2: 84.
- Rodríguez Rodríguez, A., Arbelo, C. D., Guerra, J. A., Mora, J. L. & Laguna, L. (2002): Erosión hídrica en andosoles de las islas canarias, *Edafologia*, 9(1): 23–30.
- RHS. (2003): River Habitat Survey. Manual de campo RHS Environment Agency.
- Tan, K.H. (2000): *Environmental Soil Science*, 2nd ed. Marcel Dekker, New York.
- Teiga, P. (2011): Avaliação e mitigação de impactes em reabilitação de rios e ribeiras em zonas edificadas: uma abordagem participativa. Universidade do Porto.
- Vasquez, A. & Tapia, M. (2011): Cuantificación de la erosión hídrica superficial en las laderas semiáridas de la Sierra Peruana. *Revista Ingeniería UC*, 18(3): 42-50.

Anexos:

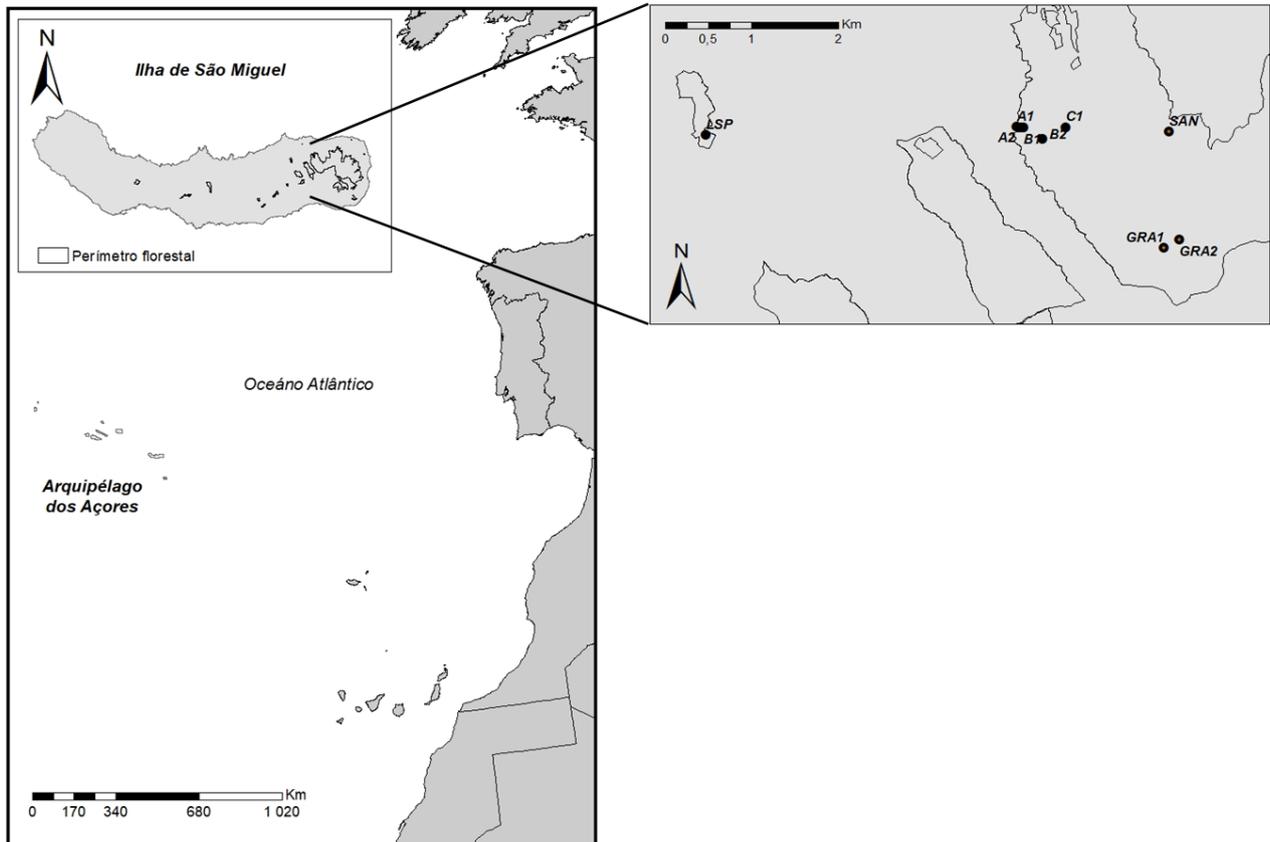


Figura 19 Mapa de localização das parcelas.

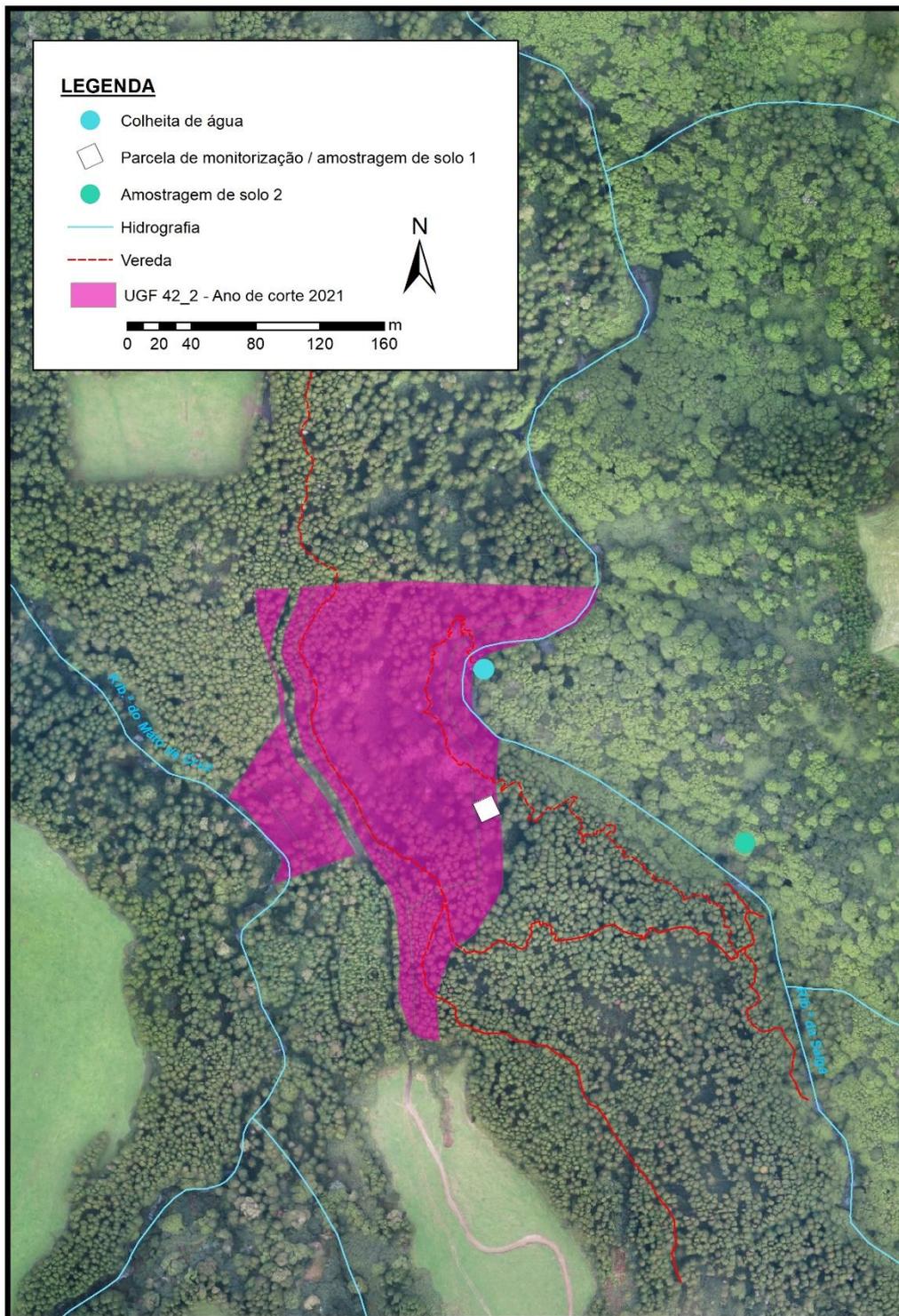


Figura 20 Mapa de localização - Ribeira da Salga - UGF_42_2 Lomba de São Pedro.

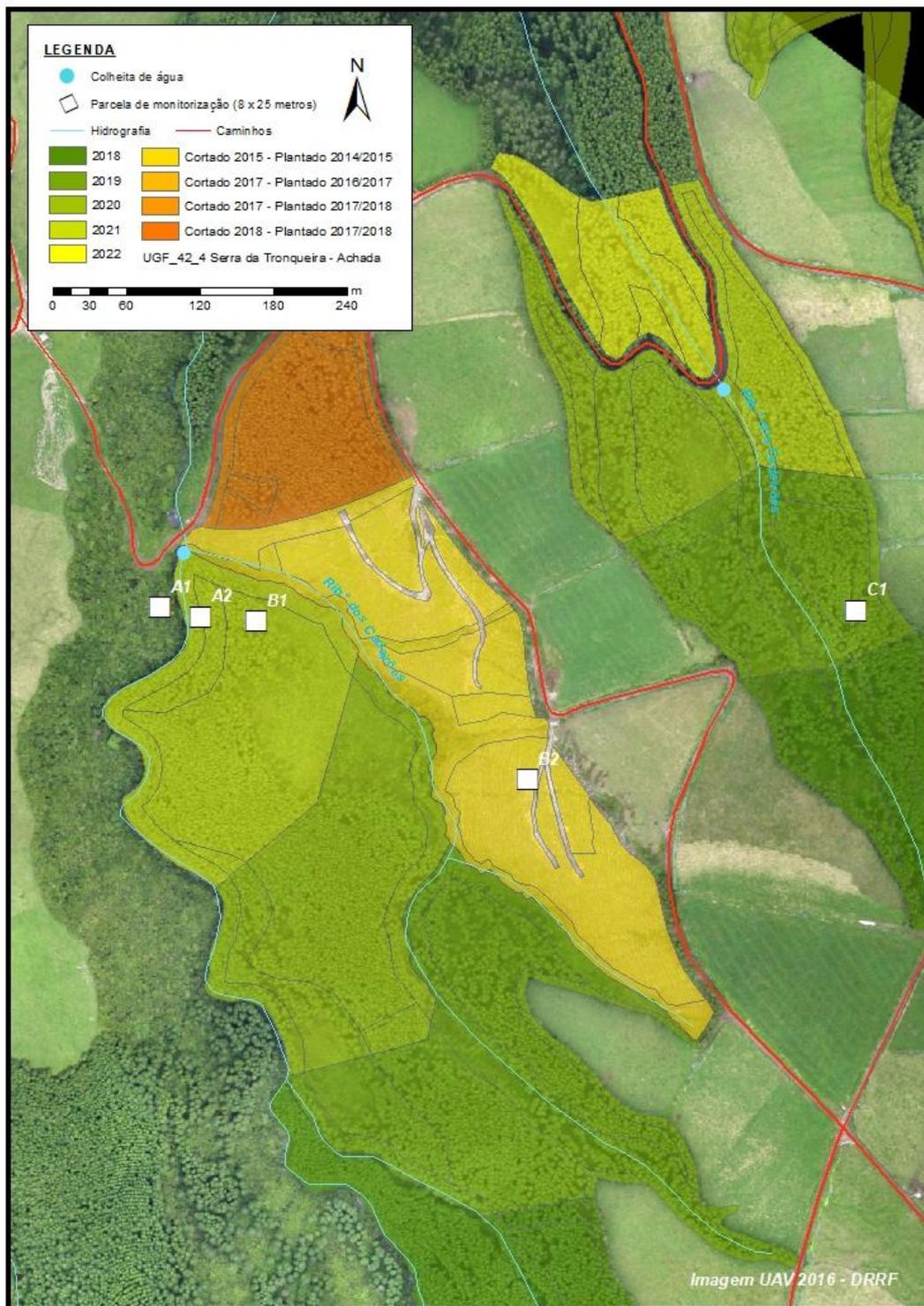


Figura 21 Mapa de localização - Ribeira dos Caldeirões - UGF_42_4 Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira – Achada.

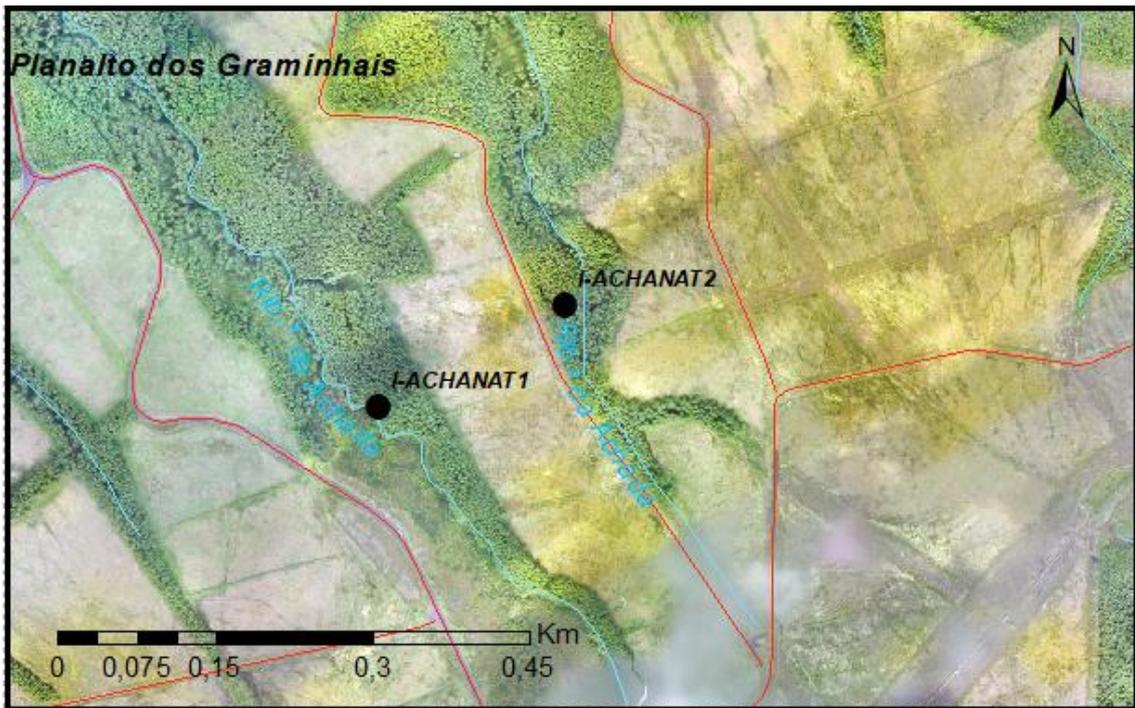


Figura 22 Mapa de localização - Ribeira da Achada - UGF_42_4 Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira - Achada.

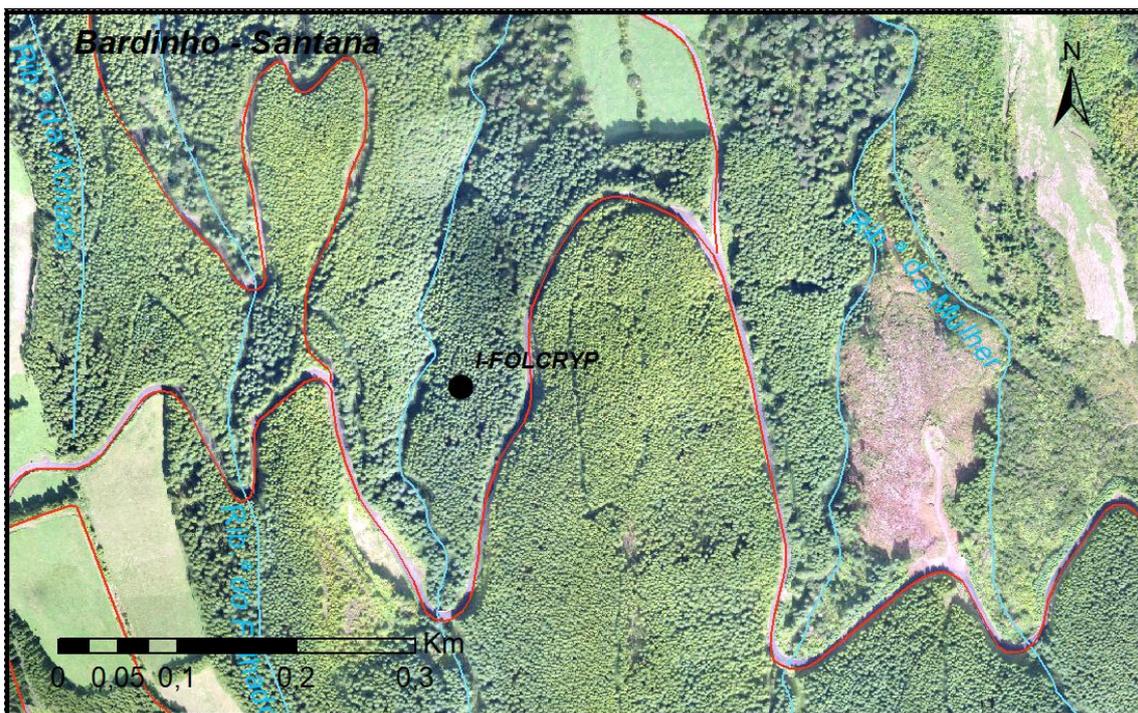


Figura 23 Mapa de localização - Ribeira do Folhado - UGF_42_5 Núcleo Florestal da Serra da Tronqueira - Santana.

