

**Caracterização das comunidades bentónicas de sistemas lóticos da  
Ilha Terceira ao longo do gradiente altitudinal**  
Diatomáceas bentónicas

**Carolina Correia Pereira**

Universidade dos Açores  
Angra do Heroísmo  
2012



**Caracterização das comunidades bentónicas de sistemas  
lóticos da Ilha Terceira ao longo do gradiente altitudinal**

Diatomáceas bentónicas

**Carolina Correia Pereira**

**Caracterização das comunidades bentónicas de sistemas  
lóticos da Ilha Terceira ao longo do gradiente altitudinal**

**Diatomáceas bentónicas**

Dissertação apresentada à Universidade dos Açores para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Sistemas de Gestão de Água, realizada sob a orientação científica do Doutor Rui Miguel Pires Bento da Silva Elias e do Doutor Vitor Manuel da Costa Gonçalves.

**Universidade dos Açores  
Angra do Heroísmo  
2012**

“Quanto mais fundamente penso, mais  
Profundamente me descompreendo.  
O saber é a inconsciência de ignorar...”

Fernando Pessoa

Aos meus avós

---

## **Agradecimentos:**

---

Ao Professor Doutor Rui Elias, meu orientador, por me colocar o desafio de fazer esta tese, pela competência científica e orientação dada, bem como pela disponibilidade e amizade então demonstradas.

Ao Professor Doutor Vítor Gonçalves, meu orientador, por todo o seu saber, pelos seus conselhos, especialmente pela paciência e simpatia com que sempre me recebeu.

Ao Pardal, ou Fernando Pereira, pela paciência, pelo seu bom humor aquando do meu cansaço em toda a parte prática, e pelas suas fotografias fantásticas.

À Helena Marques, pelo apoio e orientação, no conhecimento de algo novo, e que com muita paciência me ensinou.

À Professora Rosalina Gabriel, pelos microscópios disponibilizados para a realização da maior parte prática do trabalho.

À Professora Adelaide Lobo pelo medidor de oxigénio portátil.

Aos meus avós, que apesar da idade e dificuldade em compreender a finalidade e o trabalho em si, estiveram incondicionalmente a meu lado, e me apoiaram em todo o meu crescimento e estudos.

À minha mãe, que apesar do atlântico que nos separa, nunca esteve ausente, e me ajudou de todas as formas possíveis ao seu alcance, e em especial com o seu amor. Ao Mané pela ajuda aos meus estudos e amizade.

Ao meu Pai pela sua ajuda ao longo da minha formação e apoio dado ao seu alcance.

Aos meus amigos, que tiveram paciência para me aturar ao longo desta fase, especialmente ao Tiago Massa e Carolina Borges.

Ao Lino Borges, pela disponibilização das suas fotos para a capa da tese.

Este trabalho foi parcialmente financiado pelo Projecto DRCTC M2.1.2/I/005/2011 - "*Implications of climate change for Azorean Biodiversity*" da Direção Regional da Ciência, Tecnologia e Comunicações.



---

## Índice

---

Índice .....	9
Índice de quadros .....	11
Índice de figuras.....	13
Resumo .....	18
Abstract.....	20
1-Introdução geral e objetivos.....	22
1.1-Introdução Geral .....	23
1.2-Objetivos.....	28
1.3-Estrutura do trabalho .....	28
2-Characterização dos locais em estudo .....	29
2.1-Characterização territorial.....	30
2.2-Characterização geológica e geomorfológica.....	32
2.3-Characterização climatológica.....	35
2.4-Characterização hidrográfica e hidrogeológica.....	38
2.5- Characterização do uso do solo.....	43
3-Metodologias.....	45
3.1- Planificação da amostragem .....	46
3.2- Identificação dos locais em estudo .....	47
3.3- Uso do solo .....	55
3.4- Análises físico-químicas.....	55
3.4.1-Temperatura.....	56
3.4.2-pH .....	57
3.4.3-Conductividade .....	57
3.4.4-Sólidos suspensos.....	58
3.4.5-Oxigénio dissolvido.....	58
3.4.6-Nitratos.....	59
3.4.7-Fosfatos .....	59
3.5-Diatomáceas bentónicas .....	59
3.5.1-Amostragem .....	60
3.5.2-Tratamento das amostras .....	61
3.5.3- Identificação taxonómica e quantificação.....	62
3.6-Análises dos dados .....	62
3.6.1-Avaliação das comunidades de diatomáceas bentónicas .....	63
3.6.1.2-Índices de diversidade .....	63
3.6.2-Avaliação da qualidade ecológica.....	66

3.6.2.1-Índice Poluossensibilidade Específica (IPS) .....	67
3.6.2.2-Índice Biológico Diatómico (IBD) .....	68
3.6.2.3-O índice trófico de diatomáceas (TDI) .....	68
4-Resultados .....	70
4.1- Uso do solo .....	71
4.2-Parâmetros Físico-químicos .....	72
4.3-Caracterização das comunidades bentónicas de diatomáceas .....	79
4.3.1-Composição taxonómica .....	79
4.3.2-Distribuição geográfica .....	82
4.3.3-Índices de diversidade .....	86
4.3.4-Variação altitudinal dos <i>taxa</i> dominantes .....	89
4.4-Avaliação da qualidade ecológica .....	119
5-Discussão .....	126
6-Conclusões .....	131
Bibliografia .....	133
Anexo 1 .....	138
Anexo 2 .....	155

---

## Índice de quadros

---

Quadro 1: Parâmetros morfométricos das principais unidades hidrológicas da Ilha Terceira (Bacias hidrográficas endorreicas (TEE), exorreicas (TEB) e zonas sem drenagem estruturada (TEA)) com realce das ribeiras escolhidas para o estudo.....	41
Quadro 2: Valores de altitude em cada ponto de amostragem e correspondentes coordenadas na ribeira da Ponte. ....	48
Quadro 3: Valores de altitude em cada ponto de amostragem e correspondentes coordenadas na ribeira dos Gatos. ....	49
Quadro 4: Valores de altitude em cada ponto de amostragem e correspondentes coordenadas na Ribeira do Além. ....	50
Quadro 5: Classes de uso do solo de acordo com SRAM/DROTRH (2007).....	55
Quadro 6: Classes dos índices bióticos e correspondente grau de poluição e qualidade ecológica da água. ....	69
Quadro 7: Uso do solo, nas margens direita e esquerda (no canal e após a margem, até uma distância de 50m), nos vários locais de amostragem da Ribeira da Ponte.....	71
Quadro 8: Uso do solo, nas margens direita e esquerda (no canal e após a margem, até uma distância de 50m), nos vários locais de amostragem da Ribeira dos Gatos. ....	71
Quadro 9: Uso do solo, nas margens direita e esquerda (no canal e após a margem, até uma distância de 50m), nos vários locais de amostragem da Ribeira do Além.....	71
Quadro 10: Médias, máximos e mínimos dos parâmetros físico-químicos nas ribeiras estudadas. ....	77
Quadro 11:Lista de géneros observados com a indicação do número de indivíduos observados e a percentagem representativa no total das amostras.....	80
Quadro 12:Lista de taxa observados, respetiva distribuição nas três ribeiras estudadas, Ribeira da Ponte (RP), Ribeira dos Gatos (RG) e Ribeira do Além (RA), e indicação das espécies registadas pela primeira vez para a Ilha Terceira (NIT) ou para o arquipélago dos Açores (NAZ). ....	83
Quadro 13:Valores dos índices de riqueza taxonómica, Margalef, equitabilidade de Pielou's e Shannon-Weaver em todas as amostras.....	86
Quadro 14: Valor dos índices e respetivas percentagens de espécies utilizadas para o seu cálculo na ribeira da Ponte em Março. ....	120
Quadro 15: Valor dos índices e respetivas percentagens de espécies utilizadas para o seu cálculo na ribeira da Ponte em Julho. ....	120

Quadro 16: Valor dos índices e respetivas percentagens de espécies utilizadas para o seu cálculo na ribeira dos Gatos em Março.....	121
Quadro 17: Valor dos índices e respetivas percentagens de espécies utilizadas para o seu cálculo na ribeira dos Gatos em Julho.....	122
Quadro 18: Valor dos índices e respetivas percentagens de espécies utilizadas para o seu cálculo na ribeira do Além em Março. ....	123
Quadro 19: Valor dos índices e respetivas percentagens de espécies utilizadas para o seu cálculo na ribeira do Além em Julho. ....	123

---

## Índice de figuras

---

Figura 1: Arquipélago dos Açores e sua localização no atlântico Norte. (Fonte: PGRH, 2012)	31
Figura 2: Carta da divisão administrativa da Ilha Terceira.....	32
Figura 3: Mapa da Ilha Terceira onde se destacam as 4 regioes geomorfológicas: 1- Vulcão dos Cinco Picos; 2- Vulcão Guilherme Moniz; 3- Zona Basáltica; 4- Vulcão de Santa Bárbara. (Adaptado de Calvert <i>et al.</i> (2006))......	34
Figura 4: Modelo CIELO – expressão espacial da temperatura na Ilha Terceira. (Fonte: Azevedo, 2005).....	37
Figura 5: Modelo CIELO – expressão espacial da humidade relativa na Ilha Terceira. (Fonte: Azevedo, 2005).....	37
Figura 6: Modelo CIELO – expressão espacial da precipitação na Ilha Terceira. (Fonte: Azevedo, 2005).....	38
Figura 7: Carta hidrográfica da Ilha Terceira. (Fonte: PGRH, 2012).....	40
Figura 8: Carta de ocupação do solo da Ilha Terceira. (Fonte: PGRH, 2012).....	44
Figura 9: Localização dos pontos de amostragem das três ribeiras na fotografia aérea da Ilha Terceira. Legenda: RP: Ribeira da Ponte; RA: Ribeira de Além; RG: Ribeira dos Gatos (Foto: <i>Google Earth</i> ). .....	48
Figura 10: Localização dos pontos de amostragem da Ribeira da Ponte na fotografia aérea da Ilha Terceira. (Foto: <i>Google Earth</i> ) .....	49
Figura 11: Localização dos pontos de amostragem da Ribeira dos Gatos na fotografia aérea da Ilha Terceira. (Foto: <i>Google Earth</i> ) .....	50
Figura 12: Localização dos pontos de amostragem da Ribeira do Além na fotografia aérea da Ilha Terceira. (Foto: <i>Google Earth</i> ) .....	51
Figura 13: Fotografias dos locais de amostragem, com indicação do mês em que foram tiradas, da Ribeira da Ponte. (Fotos: Fernando Pereira).....	52
Figura 14: Fotografias dos locais de amostragem, com indicação do mês em que foram tiradas, da Ribeira dos Gatos. (Fotos: Fernando Pereira) .....	53
Figura 15: Fotografias dos locais de amostragem, com indicação do mês em que foram tiradas, da Ribeira do Além. (Fotos: Fernando Pereira).....	54
Figura 16: Parâmetros físico-químicos da Ribeira da Ponte em Março (1ª Colheita) e Julho (2ª colheita) de 2012 (temperatura da água, condutividade, pH, sólidos suspensos, oxigénio dissolvido e nitrato).....	74

Figura 17: Parâmetros físico-químicos da Ribeira dos Gatos em Março (1ª Colheita) e Julho (2ª colheita) de 2012 (temperatura da água, condutividade, pH, sólidos suspensos, oxigênio dissolvido e nitrato)..... 75

Figura 18: Parâmetros físico-químicos da Ribeira do Além em Março (1ª Colheita) e Julho (2ª colheita) de 2012 (temperatura da água, condutividade, pH, sólidos suspensos, oxigênio dissolvido e nitrato)..... 76

Figura 19: Diagrama resultante da Análise de Componentes Principais dos resultados dos parâmetros físico-químicos da água (temperatura, condutividade, pH, oxigênio dissolvido e nitrato) e da altitude nos locais analisados e nas duas campanhas (Março e Julho). ..... 78

Figura 20: Abundância relativa de *Achnanthydium minutissimum* ao longo da altitude na Ribeira da Ponte. .... 91

Figura 21: Abundância relativa de *Brachysira brebissonii* ao longo da altitude na Ribeira da Ponte. .... 91

Figura 22: Abundância relativa de *Diadessmis contenta* ao longo da altitude na Ribeira da Ponte. .... 91

Figura 23: Abundância relativa de *Diadessmis perpusilla* ao longo da altitude na Ribeira da Ponte. .... 92

Figura 24: Abundância relativa de *Eunotia mucophila* ao longo da altitude na Ribeira da Ponte. .... 92

Figura 25: Abundância relativa de *Eunotia paludosa* ao longo da altitude na Ribeira da Ponte. .... 92

Figura 26: Abundância relativa de *Eunotia sp1* ao longo da altitude na Ribeira da Ponte. . 93

Figura 27: Abundância relativa de *Frustulia crassinervia* ao longo da altitude na Ribeira da Ponte. .... 93

Figura 28: Abundância relativa de *Frustulia rhomboides* ao longo da altitude na Ribeira da Ponte. .... 93

Figura 29: Abundância relativa de *Pinnularia perirrorata* ao longo da altitude na Ribeira da Ponte. .... 94

Figura 30: Abundância relativa de *Sellaphora minima* ao longo da altitude na Ribeira da Ponte. .... 94

Figura 31: Abundância relativa de *Tabellaria flocculosa* ao longo da altitude na Ribeira da Ponte. .... 94

Figura 32: Abundância relativa de *Achnanthydium minutissimum* ao longo da altitude na Ribeira dos Gatos. .... 96

Figura 33: Abundância relativa de <i>Brachysira brebissonii</i> ao longo da altitude na Ribeira dos Gatos. ....	97
Figura 34: Abundância relativa de <i>Diadেসmis contenta</i> ao longo da altitude na Ribeira dos Gatos. ....	97
Figura 35: Abundância relativa de <i>Diadেসmis perpusilla</i> ao longo da altitude na Ribeira dos Gatos. ....	97
Figura 36: Abundância relativa de <i>Eunotia mucophila</i> ao longo da altitude na Ribeira dos Gatos. ....	98
Figura 37: Abundância relativa de <i>Eunotia paludosa</i> ao longo da altitude na Ribeira dos Gatos. ....	98
Figura 38: Abundância relativa de <i>Eunotia sp1</i> ao longo da altitude na Ribeira dos Gatos. ....	98
Figura 39: Abundância relativa de <i>Frustulia rhomboides</i> ao longo da altitude na Ribeira dos Gatos. ....	99
Figura 40: Abundância relativa de <i>Pinnularia perirrorata</i> ao longo da altitude na Ribeira dos Gatos. ....	99
Figura 41: Abundância relativa de <i>Sellaphora minima</i> ao longo da altitude na Ribeira dos Gatos. ....	99
Figura 42: Abundância relativa de <i>Tabellaria flocculosa</i> ao longo da altitude na Ribeira dos Gatos. ....	100
Figura 43: Abundância relativa de <i>Achnanthisdium minutissimum</i> ao longo da altitude na Ribeira do Além. ....	102
Figura 44: Abundância relativa de <i>Brachysira brebissonii</i> ao longo da altitude na Ribeira do Além. ....	102
Figura 45: Abundância relativa de <i>Diadেসmis contenta</i> ao longo da altitude na Ribeira do Além. ....	102
Figura 46: Abundância relativa de <i>Diadেসmis perpusilla</i> ao longo da altitude na Ribeira do Além. ....	103
Figura 47: Abundância relativa de <i>Eunotia mucophila</i> ao longo da altitude na Ribeira do Além. ....	103
Figura 48: Abundância relativa de <i>Eunotia paludosa</i> ao longo da altitude na Ribeira do Além. ....	103
Figura 49: Abundância relativa de <i>Eunotia sp1</i> ao longo da altitude na Ribeira do Além. ....	104
Figura 50: Abundância relativa de <i>Frustulia crassinervia</i> ao longo da altitude na Ribeira do Além. ....	104

Figura 51: Abundância relativa de <i>Frustulia rhomboides</i> ao longo da altitude na Ribeira do Além. ....	104
Figura 52: Abundância relativa de <i>Pinnularia perirrorata</i> ao longo da altitude na Ribeira do Além. ....	105
Figura 53: Abundância relativa de <i>Sellaphora mínima</i> ao longo da altitude na Ribeira do Além. ....	105
Figura 54: Abundância relativa de <i>Tabellaria flocculosa</i> ao longo da altitude na Ribeira do Além. ....	105
Figura 55: Abundância relativa dos taxa dominantes à altitude 700 em todas as ribeiras.	108
Figura 56: Abundância relativa dos taxa dominantes à altitude 600 em todas as ribeiras. ....	108
Figura 57: Abundância relativa dos taxa dominantes à altitude 500 em todas as ribeiras. ....	109
Figura 58: Abundância relativa dos taxa dominantes à altitude 400 em todas as ribeiras. ....	109
Figura 59: Abundância relativa dos taxa dominantes à altitude 300 em todas as ribeiras. ....	110
Figura 60: Abundância relativa dos taxa dominantes à altitude 200 em todas as ribeiras. ....	110
Figura 61: Abundância relativa dos taxa dominantes à altitude 100 em todas as ribeiras. ....	111
Figura 62: Abundância relativa dos taxa dominantes (N>15 e N2>10) na Ribeira da Ponte em Março. ....	112
Figura 63: Abundância relativa dos taxa dominantes (N>15 e N2>10) na Ribeira da Ponte em Julho. ....	113
Figura 64: Abundância relativa dos taxa dominantes (N>15 e N2>10) na Ribeira dos Gatos em Março. ....	113
Figura 65: Abundância relativa dos taxa dominantes (N>15 e N2>10) na Ribeira dos Gatos em Julho. ....	114
Figura 66: Abundância relativa dos taxa dominantes (N>15 e N2>10) na Ribeira do Além em Março. ....	114
Figura 67: Abundância relativa dos taxa dominantes (N>15 e N2>10) na Ribeira do Além em Julho. ....	115
Figura 68: Abundância relativa dos taxa dominantes (MAX>10) na Ribeira da Ponte em Março. ....	116



Figura 69: Abundância relativa dos <i>taxa</i> dominantes (MAX>10) na Ribeira da Ponte em Julho. ....	116
Figura 70: Abundância relativa dos <i>taxa</i> dominantes (MAX>10) na Ribeira dos Gatos em Março. ....	117
Figura 71: Abundância relativa dos <i>taxa</i> dominantes (MAX>10) na Ribeira dos Gatos em Julho. ....	117
Figura 72: Abundância relativa dos <i>taxa</i> dominantes (MAX>10) na Ribeira do Além em Março. ....	118
Figura 73: Abundância relativa dos <i>taxa</i> dominantes (MAX>10) na Ribeira do Além em Julho. ....	118
Figura 74: Valores do IPS para as três ribeiras nos seus pontos de amostragem em Março. ....	124
Figura 75: Valores do IPS para as três ribeiras nos seus pontos de amostragem em Julho. ....	124
Figura 76: Valores do TDI para as três ribeiras nos seus pontos de amostragem em Março. ....	125
Figura 77: Valores do TDI para as três ribeira nos seus pontos de amostragem em Julho. ....	125

---

## Resumo

---

O estudo dos ecossistemas aquáticos, tais como as ribeiras, tem-se convertido nas últimas décadas num elemento chave para melhorar o conhecimento que temos sobre a estrutura das comunidades que os habitam e compreender melhor as relações entre elas e o meio que as rodeia.

Assim, com o objetivo de contribuir para o aumento do conhecimento dos meios lóticos da Ilha Terceira, estudaram-se três ribeiras da Ilha Terceira: a Ribeira da Ponte, a Ribeira dos Gatos e a Ribeira do Além. Em cada ribeira foram escolhidos os locais de amostragem em intervalos de altitude de aproximadamente 100 metros. No total foram escolhidos 20 locais de amostragem. A amostragem decorreu em dois períodos de uma semana: o primeiro em Março de 2012 e o segundo em Julho do mesmo ano. Estudaram-se 32 amostras de diatomáceas bentónicas. As amostras foram caracterizadas taxonomicamente através de microscopia ótica. Adicionalmente analisou-se a qualidade da água por meio de parâmetros físico-químicos, nomeadamente a temperatura, o pH, a condutividade, os sólidos suspensos, o oxigénio dissolvido e a concentração de nitratos e fosfatos. Os usos do solo no canal de cada Ribeira e nos 50 metros adjacentes às margens também foram analisados recorrendo às classes de uso do solo da SRAM/DROTRH (2007). A qualidade ecológica dos vários troços foi avaliada com base nos índices IPS, IBD e TDI.

Apesar do seu carácter temporário, as ribeiras estudadas têm, nos troços a montante, em zonas de vegetação natural, uma presença permanente de água. Com a diminuição da altitude (para jusante) aumenta a temperatura, o pH, a condutividade, a concentração de sólidos suspensos e a concentração de nitratos. Igualmente nos troços mais a jusante a concentração de oxigénio diminui. Verifica-se desta forma um agravamento das condições físico-químicas de montante para jusante. Existe igualmente um agravamento destas condições durante o Verão.

No total das amostras estudadas foram identificados 132 *taxa* de diatomáceas bentónicas, dos quais 74 constituem novos registos para a ilha Terceira. Para o arquipélago dos Açores foram observados neste trabalho 12 novos *taxa*. As comunidades de diatomáceas variam ao longo do gradiente altitudinal. As espécies *Diasmedis contenta* e *Selaphora mínima* parecem estar sempre associadas às zonas de menor altitude. Pelo contrário, *Eunotia mucophila* e *E. paludosa*, assim como a *Frustulia crassinervia*, estão claramente associadas aos troços de maior altitude e grande qualidade ecológica. A distribuição geográfica das comunidades de diatomáceas bentónicas também variou entre as três ribeiras existindo 49 *taxa* que apenas se encontram presentes em uma delas.

A Ribeira da Ponte foi a que apresentou melhores valores dos índices IPS, IBD e TDI, sendo assim a que apresenta melhor qualidade ecológica ao longo do gradiente altitudinal. O índice IPS foi o que apresentou, de uma forma geral, os resultados mais coerentes. Verifica-se uma clara diminuição da qualidade ecológica nos troços mais a jusante, em todas as ribeiras. Este gradiente de qualidade reflete os usos do solo, geralmente pouco ou nada alterados a montante, com zonas florestais e pastagens na zona intermédia e aglomerados urbanos, a jusante.

---

## Abstract

---

Over the past decade, the study of aquatic ecosystems, such as streams, has become a key element in improving the knowledge that we have about aquatic communities.

In order to improve the knowledge about benthic diatom communities in the streams of Terceira Island, we studied 3 streams: Ribeira da Ponte, Ribeira dos Gatos and Ribeira do Além. In each stream, 20 sampling sites were chosen at 100 m (a.s.l.) altitude intervals. Samples were collected in two campaigns, the first in March 2012 and the second in July of the same year. 32 samples of benthic diatoms collected and characterized taxonomically by optical microscopy. Additionally we analyzed the water quality using physico-chemical parameters, such as temperature, pH, conductivity, suspended solids and the dissolved oxygen and the concentration of nitrates and phosphates. Land use in each sampling site was also analyzed using land use classes of SRAM / DROTRH (2007). The ecological quality of the various sites was evaluated based on IPS, IBD and TDI indexes.

Despite its temporary nature, studied streams have, in upstream sections with natural vegetation, a permanent presence of water. With decreasing altitude (downstream) there is an increase in temperature, pH, conductivity, concentration of suspended solids and the concentration of nitrates. In these downstream sections oxygen concentration decreases. There is thus a deterioration of the physico-chemical conditions from upstream to downstream. There is also a worsening of these conditions during summer.

A total of 132 benthic diatom taxa were identified, of which 74 are new records for Terceira Island. For the Azores, 12 new species were identified. Diatom communities vary along the altitudinal gradient. *Diasmedis contenta* and *Selaphora mínima* seem to be associated with lower altitude areas. *Eunotia mucophila* and *E. paludosa*, like *Frustulia crassinervia*, are clearly associated with higher altitude sections with high ecological quality. The geographical distribution of benthic diatom communities also varied between the three streams with 49 taxa present only in one of them.

Ribeira da Ponte showed the best values of IPS, IBD and TDI indices, thus showing better ecological quality along the altitudinal gradient. The IPS index showed, in general, more consistent results. There is a clear decrease of ecological quality in the sections further downstream, in all streams. This gradient reflects the land uses, with few or no changes

upstream, with non native forests and pastures in the intermediate zone and urban areas further downstream.

---

## 1-Introdução geral e objetivos

---



## 1.1-Introdução Geral

---

O ambiente é definido como o “conjunto de sistemas físicos, químicos e biológicos e suas relações e dos fatores económicos, sociais e culturais com efeito direto ou indireto, mediato ou imediato, sobre os seres vivos e qualidade de vida do homem” [alínea a), nº2, artigo 5 da Lei de Bases do Ambiente, Lei nº11/87, de 7 de Abril].

Os Açores são ricos em massas de água interiores de superfície, isto é, lagoas e ribeiras, devido à sua geologia e morfologia vulcânica, às características do clima e à presença de coberturas florestais com grande capacidade de retenção hídrica. Para além de constituírem reservas estratégicas de água e de desempenharem um papel importante na regulação hidrológica, estes ecossistemas integram áreas naturais com elevado interesse conservacionista (Gonçalves, 2008).

A água constitui um recurso essencial à vida. A nossa existência e as nossas atividades económicas dependem totalmente deste precioso bem. A disponibilidade de grandes quantidades de água tem sido essencial para o desenvolvimento das civilizações humanas. A água, bem indispensável à vida, é também necessária para a agricultura, pecuária, indústria em geral e recreio. Pode também constituir importante meio de transporte, daí que os grandes centros sejam normalmente encontrados junto ao litoral ou próximo de grandes cursos de água. No entanto, a água também serve como meio de transporte dos resíduos resultantes, quer dos agregados populacionais, quer dos focos industriais. O conjunto de substâncias lançadas para formações aquáticas poderão transformar e até eliminar os ecossistemas que as recebem (Oliveira, 2007).

A água constitui para o arquipélago dos Açores um fator essencial para o desenvolvimento económico e bem-estar das suas populações, cuja importância, infelizmente, nem sempre tem sido devidamente valorizada.

Nos Açores, a esmagadora maioria da população encontra-se instalada em zonas de baixa altitude, muitas vezes atravessadas por cursos de água de variadas dimensões. A ocupação humana, e o desenvolvimento das suas atividades, constituem pressões importantes numa região bastante limitada em termos de espaço, e por se tratar de uma região insular (Medeiros, 2011).

O Homem tem ao longo da sua história interferido no ciclo hidrológico captando e utilizando, com diversas finalidades, a água em circulação. Com o crescente desenvolvimento a

que temos sido espectadores, as pressões sobre este mesmo recurso, tem sido cada vez maiores.

Apesar de haver uma consciência generalizada da sua importância, as atividades humanas continuam a provocar a degradação da qualidade destes ecossistemas. A desflorestação das bacias hidrográficas em favor do alargamento da superfície de pastagens, a intensificação da agropecuária, a aplicação excessiva e descontrolada de agroquímicos, a abertura de estradas e caminhos, o acesso de gado e máquinas agrícolas aos planos de água, a captação de água para abastecimento às populações e à agropecuária, as descargas de explorações pecuárias e domésticas, a modificação do leito e a construção de centrais hídricas são alguns dos principais fatores que afetam a qualidade das lagoas e das ribeiras açorianas. Ao nível das ribeiras os principais impactos ambientais manifestam-se na sua poluição orgânica e inorgânica, na regularização do leito e na destruição de habitats, particularmente ao nível das galerias ripícolas. Estas pressões afetam a quantidade e qualidade da água, e alteram a composição e funcionamento de todo o ecossistema (Gonçalves, 2008).

Os cursos de água da ilha Terceira apresentam na sua quase totalidade regimes de escoamento efémeros, funcionando apenas durante a ocorrência de precipitações prolongadas e transportando fluxos superficiais. Os caudais envolvidos são normalmente elevados e as velocidades de escoamento grandes. A torrencialidade do escoamento deve-se à elevada disponibilidade hídrica superficial, à ocorrência de substratos pedológicos pouco permeáveis e aos elevados declives do terreno (Rodrigues, 2002).

A importância do escoamento superficial no sistema hidrológico insular é facilmente perceptível, quer pelo grande desenvolvimento da rede de drenagem, quer pelos volumes de água anualmente envolvidos. A escorrência superficial assume grande importância no arquipélago dos Açores, sendo determinada pela geomorfologia, pela geologia e pela pedologia dos terrenos bem como, pelo revestimento vegetal e actividades antrópicas. (Rodrigues, 2002).

As bacias endorreicas ocupam 1,76 % da área plana da ilha, dispendo-se na sua maioria no interior das caldeiras de Guilherme Moniz e de Santa Bárbara (Rodrigues, 2002).

Cerca de 37,4 % da superfície insular é constituída por zonas onde o escoamento superficial não é estruturado, evidenciando infiltrações elevadas no terreno. Em termos de unidades geomorfológicas, a zona de transição é a que apresenta uma área maior, correspondente a 67 % da sua superfície (Rodrigues, 2002).

As bacias hidrográficas com mais do que 10 km<sup>2</sup> ocupam 40 % da área plana da ilha, dispendo-se maioritariamente nos maciços de Guilherme Moniz e dos Cinco Picos. As que



apresentam dimensões mais reduzidas, com áreas planas iguais ou inferiores a 5 km<sup>2</sup>, são as mais comuns, atingindo maior expressão no maciço de Santa Bárbara (Rodrigues, 2002).

De um modo geral, o grau de hierarquização das linhas de água varia entre o médio e o baixo, refletindo a pequena extensão das bacias hidrográficas e a juventude dos cursos. Estes apresentam perfis longitudinais diversificados, com troços distais declivosos que se tornam progressivamente suaves, à medida que se aproximam da foz (Rodrigues, 2002).

Os cursos de água da ilha Terceira apresentam na sua quase totalidade regimes de escoamento efémeros, funcionando apenas durante a ocorrência de precipitações prolongadas e transportando fluxos superficiais. Os caudais envolvidos são normalmente elevados e as velocidades de escoamento grandes (Rodrigues, 2002).

Os cursos com regime perene estão na sua totalidade associados a nascentes dispostas nas vertentes do maciço de Guilherme Moniz, nomeadamente, às que alimentam as ribeiras dos Moinhos a sul, e Agualva, Moinhos, Alagoa e Urzal a norte. A sua captação nos últimos anos levou a reduções significativas de caudal (Rodrigues, 2002).

A preservação da água de boa qualidade e a recuperação de outras com pouca qualidade deve passar por uma monitorização frequente dos ecossistemas aquáticos. A monitorização regular dessas formações é geralmente levada a cabo pela análise de diversos parâmetros físicos e químicos e pela avaliação biológica de qualidade da água, uma vez que os organismos vivos em geral, e as diatomáceas em particular, são capazes de revelar situações de poluição intermitente ou contínua e de integrar as mais diversas variações ambientais, que os parâmetros físico-químicos por si só não seriam suficientes.

Nos Açores, as microalgas planctónicas e bentónicas e os invertebrados bentónicos são elementos chave para a monitorização dos ecossistemas aquáticos. Estes organismos são sensíveis às pressões ambientais, respondendo rapidamente à poluição orgânica, à eutrofização, à contaminação por metais pesados ou às alterações morfológicas do seu habitat, sendo utilizados mundialmente na biomonitorização de rios e lagos (Gonçalves, 2008).

Um dos grupos mais importantes de algas fitoplanctónicas é o das diatomáceas (Bacillariophyceae), embora a maioria das espécies seja constituída por algas sésseis, associadas aos substratos da zona litoral. A característica principal destas algas é a sua parede celular siliciosa. As formas unicelulares são tão comuns como as diatomáceas coloniais. O grupo divide-se normalmente em Centrales, que possuem simetria radial, e Pennales, cuja simetria é bilateral. A parede celular ou frústula das diatomáceas consiste em duas valvas do tipo caixa e tampa, uma das quais cabe dentro da outra; a zona de sobreposição das valvas está ligada por bandas que constituem a cinta. As bonitas estruturas que se podem observar

nas paredes siliciosas das células das diatomáceas são complexas e suficientemente características para poderem ser usadas na sua taxonomia (Wetzel, 1993).

Nas valvas das diatomáceas Pennales observam-se várias áreas de espessamentos e dilatações. Em algumas espécies existe um sulco, denominado *rafe*, que atravessa a parede celular totalmente ou em parte; noutras espécies encontra-se uma depressão nas zonas axiais da parede celular que se designa *pseudorafe* (Wetzel, 1993).

As comunidades de diatomáceas bentónicas respondem ao aumento de nutrientes (principalmente de azoto e de fósforo) na água, mediante alteração da sua composição que, na maioria dos casos, conduz a uma diminuição da diversidade e ao aumento da biomassa; razão pela qual, em sistemas eutróficos os substratos se apresentam cobertos de uma película verde acastanhada constituída por algas unicelulares. O aumento da matéria orgânica no sistema poderá provocar uma alteração funcional das algas, de autotróficas para hetrotróficas. Também o aumento de salinidade no sistema poderá provocar uma alteração da comunidade, passando esta a apresentar-se constituída apenas por espécies resistentes às novas condições. Em Portugal a acidificação não representa um problema para as bacias hidrográficas, apresentando a água um pH próximo de 7. Convém referir contudo, que as diatomáceas são pouco sensíveis a pressões hidromorfológicas (ex. alteração do regime hidrológico) (INAG,2008).

Apesar de ainda subsistirem numerosas lacunas no que se refere à caracterização hidromorfológica destas massas de água, nomeadamente a necessidade de implementação do sistema de caracterização e avaliação do habitat ribeirinho (e.g. RHS – River Habitat Survey), o conhecimento sobre as comunidades biológicas destes habitats é hoje bastante mais vasto. Dados recentes sobre as comunidades de organismos bentónicos (diatomáceas e macroinvertebrados) das ribeiras que integram a rede de monitorização das massas de água interiores da Região Hidrográfica Açores mostram que a sua distribuição está fortemente correlacionada com a altitude. Esse gradiente altitudinal é evidente quando se analisa a totalidade das ribeiras, onde poderá estar mascarado pelo aumento da pressão antrópica com a diminuição da altitude, como também quando consideramos apenas as ribeiras com impacte antrópico pouco significativo. Este resultado não é surpreendente pois é conhecida a relação entre a distribuição das diatomáceas e dos macroinvertebrados com a altitude (e.g. Van Dam, Mertens, Sikeldam, 1994; Dudgeon, 2008; Hughes *et al*, 2009; Fisher *et al*, 2010).

A definição de tipos de massas de água tem como objetivo permitir o correto estabelecimento das condições de referência e garantir a comparabilidade das classificações de estado ecológico entre massas de água que constituem um tipo, assegurando que as

alterações verificadas nos elementos de qualidade são o reflexo da atividade humana (pressões) e não devido a alterações naturais nos ecossistemas (DQA, 2005).

A identificação e caracterização das massas de água superficiais constituem importantes pontos focais no âmbito do novo quadro da política da água, no sentido em que esses corpos de água constituem as unidades de gestão onde se avaliará o estado do recurso resultante da aplicação dos objetivos ambientais traçados. De acordo com a DQA, uma massa de água de superfície é “uma massa distinta e significativa de águas de superfície, como por exemplo um lago, uma albufeira, um ribeiro, rio ou canal, um troço de ribeiro, rio ou canal, águas de transição ou uma faixa de águas costeiras”.

O Estado Ecológico traduz a qualidade estrutural e funcional dos ecossistemas aquáticos associados às águas de superfície, e é expresso com base no desvio relativamente às condições de uma massa de água semelhante, ou seja do mesmo tipo, em condições consideradas de referência. O Estado Ecológico de referência é um estado no presente ou no passado que corresponde à ausência de pressões antropogénicas significativas e sem que se façam sentir os efeitos da industrialização, urbanização ou intensificação da agricultura, ocorrendo apenas pequenas alterações físico-químicas, hidromorfológicas e biológicas (DQA, 2005).

O Estado Ecológico é expresso numa das seguintes classes: Excelente, Bom, Razoável, Mediocre e Mau. A classificação do Estado Ecológico deve ser expressa na relação entre os diferentes elementos de qualidade biológicos, hidromorfológicos e físico-químicos segundo as definições normativas da DQA.

A primeira proposta de tipificação das ribeiras dos Açores foi elaborada no âmbito do PRA em 2001 (DROTRH & INAG, 2001), tendo então sido adotado o Sistema A. Essa classificação abrangia apenas 8 ribeiras agrupadas num único tipo, correspondente a ribeiras com pequenas bacias (10 a 100km<sup>2</sup>), de média altitude (entre os 200 e 800m) e de natureza siliciosa, localizadas em São Miguel e Flores. Em 2006, no âmbito do Relatório Síntese da Caracterização da Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores (SRAM & INAG, 2006), foi proposta uma nova tipologia para as ribeiras dos Açores assente no sistema B (fatores obrigatórios: latitude, longitude, altitude, dimensão (baseado na área de drenagem) e geologia; fator facultativo: o caudal fluvial – escoamento). Para o fator altitude foi considerada uma única classe de variável contínua, enquanto para o fator geologia foi considerado que todas as ribeiras estão inseridas em bacias de natureza siliciosa (os solos vulcânicos integram na sua composição compostos siliciosos). Para o fator dimensão optou-se por utilizar as classes de dimensão do sistema A, de acordo com as quais todas as ribeiras designadas na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores são de pequena dimensão (área de drenagem entre 10 e 100km<sup>2</sup>). O fator facultativo

caudal (escoamento) fluvial foi constituído por uma única classe que engloba as ribeiras de caudal permanente (PGRH, 2012).

É fundamental a consciencialização de que os recursos hídricos são limitados e que, portanto, é necessário protegê-los e conservá-los. Se a questão da escassez do recurso é apenas colocada em algumas zonas do planeta, a questão da qualidade é discutida na sua globalidade (Marques, 1999).

## **1.2-Objetivos**

---

Com este estudo pretende-se atingir os seguintes objetivos:

- ✓ Determinar o efeito do gradiente altitudinal na composição das comunidades de diatomáceas bentónicas nas ribeiras dos Açores;
- ✓ Avaliar o efeito do uso do solo na composição das comunidades bentónicas;
- ✓ Contribuir para a avaliação da qualidade ecológica dos meios lóticos da ilha Terceira;

## **1.3-Estrutura do trabalho**

---

Este trabalho encontra-se dividido em 5 capítulos, efetuando-se no primeiro capítulo uma abordagem geral ao tema, com justificação do trabalho e dos objetivos pretendidos com o mesmo. No segundo capítulo procede-se a uma caracterização e identificação dos locais em estudo tendo em conta a caracterização territorial, geológica e geomorfológica, climatológica, hidrográfica e hidrogeológica. No terceiro capítulo descreve-se a metodologia utilizada neste trabalho, desde a amostragem até ao tratamento dos dados, passando pelos métodos de análise laboratorial. No quarto capítulo são apresentados e interpretados os resultados obtidos no trabalho e por fim no quinto capítulo procede-se às conclusões e considerações finais do trabalho.

---

## 2- Caracterização dos locais em estudo

---



## 2.1- Caracterização territorial

---

O Arquipélago dos Açores localiza-se no Oceano Atlântico Norte (Figura 1), ocupando uma faixa de transição, com características climáticas subtropicais, definida pelas seguintes coordenadas geográficas (pontos extremos): entre 39° 43' 23'' (Ponta Norte – Ilha do Corvo) e 36° 55' 43'' (Ponta do Castelo – Ilha de Santa Maria) de Latitude Norte; entre 24° 46' 15'' (Ilhéus das Formigas – Ilha de Santa Maria) e 31° 16' 24'' (Ilhéu de Monchique – Ilha das Flores) de Longitude Oeste (SREA, 2008).

As ilhas dos Açores encontram-se alinhadas segundo um eixo com a orientação geral WNW-ESE, facto concordante com a disposição das principais fraturas que marcam a geodinâmica desta zona. A insularidade e o isolamento do arquipélago, considerados fatores determinantes da biogeografia regional, são confirmados pelas distâncias às costas continentais mais próximas: cerca de 1 400km de Portugal Continental e perto de 3 900km da América do Norte. A separação máxima entre as ilhas atinge 600km, aproximadamente, distância que vai do Corvo a Santa Maria. Os Açores correspondem ao extremo mais ocidental da Europa (PGRH, 2012).

No contexto do espaço europeu, os Açores são reconhecidos como uma região ultraperiférica, conjuntamente com outros territórios insulares (Madeira, Canárias, Guadalupe, Martinica e Reunião) e dos enclaves das Guianas. As condicionantes físicas destas regiões prendem-se com o isolamento geográfico, distância ao continente europeu, fragmentação territorial e escassez de recursos (PGRH, 2012).

O arquipélago dos Açores é composto por nove ilhas e diversos ilhéus, todas de origem vulcânica, apresentam aspetos morfológicos diversificados mas com traços geológicos comuns. A sua origem está associada às erupções vulcânicas ocorridas quando da orogenia Alpina na Era Terciária e que se prolongam até à atualidade.

As ilhas do Arquipélago dos Açores estão divididas por três grupos, o Grupo Ocidental que inclui as ilhas de Flores e Corvo, o Grupo Central as ilhas Terceira, Graciosa, São Jorge, Pico e Faial, enquanto o Grupo Oriental integra as ilhas de São Miguel e Santa Maria e os ilhéus das Formigas.

A superfície do arquipélago é de 2334 km<sup>2</sup> e corresponde a cerca de 2,6% do território nacional que é de 88797 km<sup>2</sup>. No entanto, as ilhas revelam dimensões muito variáveis: as maiores, São Miguel (745,8 km<sup>2</sup>), Pico (448,4 km<sup>2</sup>) e Terceira (403,4 km<sup>2</sup>), representam 70% da superfície total; São Jorge (245,9 km<sup>2</sup>), Faial (173,8 km<sup>2</sup>), e Flores (141,6 km<sup>2</sup>) têm dimensão intermédia; Santa Maria (97,1 km<sup>2</sup>), Graciosa (61,2 km<sup>2</sup>) e Corvo (17,2 km<sup>2</sup>) são as mais pequenas no cômputo regional (Azevedo, 1996).

No que concerne à divisão administrativa, os Açores são constituídos por 19 concelhos e 156 freguesias. Como pólos de desenvolvimento económico e social salienta-se a importância das 6 cidades açorianas: Ponta Delgada, Ribeira Grande e Lagoa em São Miguel, Angra do Heroísmo e Praia da Vitória na Terceira e Horta no Faial (PGRH,2012).

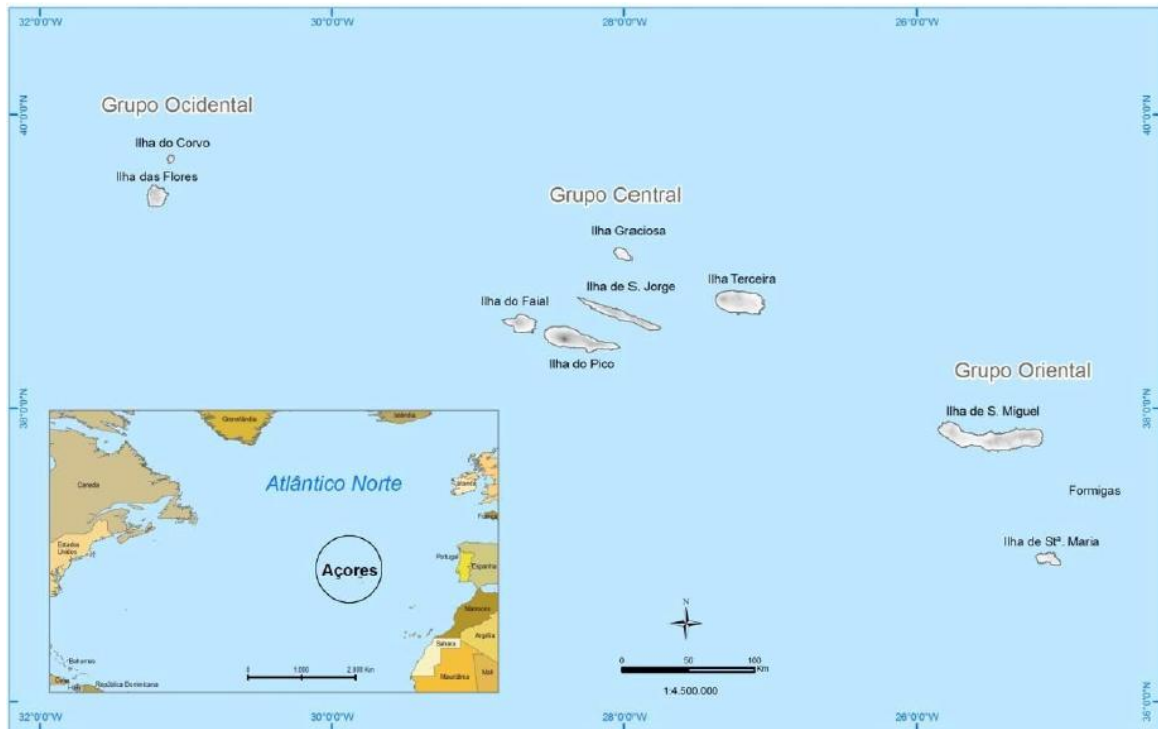


Figura 1: Arquipélago dos Açores e sua localização no atlântico Norte. (Fonte: PGRH, 2012)

A ilha em que se realizou o estudo como indica o seu nome, foi a terceira ilha a ser descoberta. Designada por ilha de Jesus Cristo no período do seu reconhecimento pelos navegadores portugueses, o povoamento inicia-se, cerca de 1450 (Monteiro, 1982).

A Terceira é a mais oriental das cinco ilhas do Grupo Central do Arquipélago dos Açores, estando posicionada, aproximadamente, a 21 milhas de São Jorge (NNE) e a 30 milhas da Graciosa (SE). Localiza-se entre 38° 48' 12'' (Ponta dos Biscoitos) e 38° 38' 20'' (Ponta mais a Sul do Monte Brasil) de Latitude Norte e entre 27° 02' 28'' (Ponta de São Jorge) e 27° 22' 46'' (Oeste da freguesia da Serreta) de Longitude Oeste (IGP, 2008). Representando assim 17,2% do território regional (PGRH, 2012).

Relativamente à organização administrativa de âmbito local, a Ilha Terceira integra dois concelhos (Figura 2), os municípios de Angra do Heroísmo (239,0km<sup>2</sup>) e da Praia da Vitória (161,3km<sup>2</sup>), subdivididos em 19 e 11 freguesias, respetivamente: Altares, Cinco Ribeiras, Doze Ribeiras, Feteiras, Conceição, Porto Judeu, Posto Santo, Raminho, Ribeirinha, Santa Bárbara, Santa Luzia, São Bartolomeu, São Bento, São Mateus, São Pedro, Sé, Serreta, Terra Chã e São Sebastião; Agualva, Biscoitos, Cabo da Praia, Fonte do Bastardo, Fontinhas, Vilas das Lajes, Porto Martins, Santa Cruz, Quatro Ribeiras, São Brás e Vila Nova. As duas cidades sedes de

concelho, Angra do Heroísmo e Praia da Vitória, concentram as atividades económicas, serviços, equipamentos e as principais infraestruturas da ilha. O aeroporto internacional localiza-se na Vila das Lajes. Todos os restantes aglomerados revelam um padrão disperso e marcado pela grande ruralidade, considerando que economia da ilha está profundamente ligada à atividade agropecuária, embora o sector terciário tenha cada vez mais um peso significativo na estrutura do emprego (PGRH, 2012).

Em 2001, a população residente na Ilha Terceira era de 55 833 habitantes, estando repartida desigualmente pelos concelhos de Angra do Heroísmo (35 581hab) e da Praia da Vitória (20 252hab), existindo 17271 famílias (SREA, 2003). A densidade populacional situava-se nos 139,5hab/km<sup>2</sup>, expressivamente acima da registada na RAA (104,1hab/km<sup>2</sup>). No concelho de Angra do Heroísmo a densidade populacional era superior à do concelho da Praia da Vitória (148,9hab/km<sup>2</sup> e 125,6hab/km<sup>2</sup>, respetivamente). A evolução demográfica nesta ilha revela uma ligeira tendência de crescimento populacional, passando de 55 509 habitantes em 2005 para 55 912 habitantes em 2009, segundo estimativas do Serviço Regional de Estatística dos Açores (SREA, 2011).

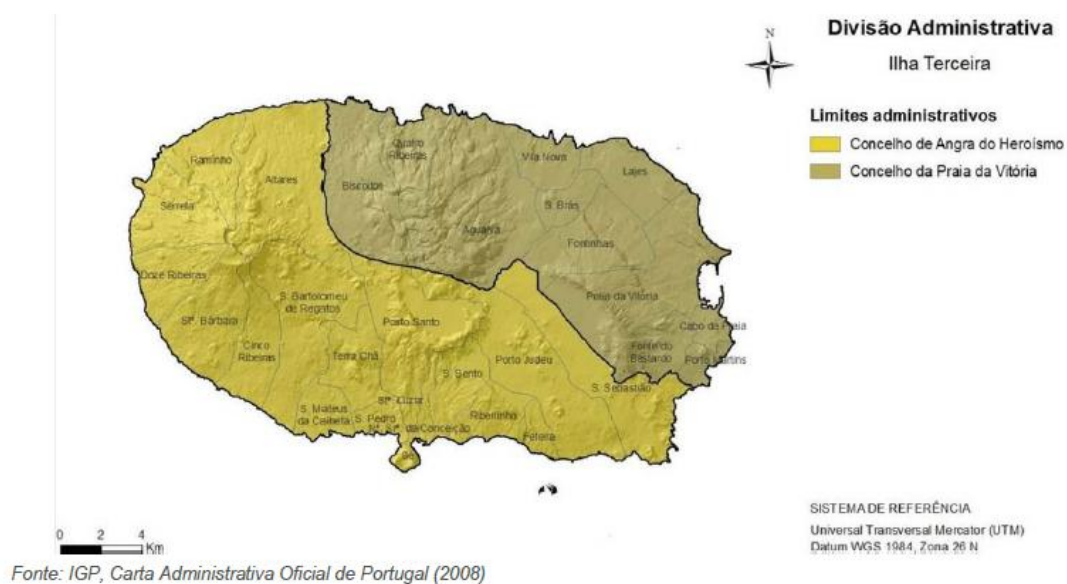


Figura 2: Carta da divisão administrativa da Ilha Terceira.

## 2.2- Caracterização geológica e geomorfológica

A história vulcanológica do arquipélago põe em evidência a ocorrência de variados estilos eruptivos ao longo da construção das ilhas. Não obstante a origem vulcânica do arquipélago, na Ilha de Santa Maria, em que o mais antigo afloramento vulcânico foi datado de 8,12x10<sup>6</sup> anos (Abdel-Monen *et al.*, 1975), ocorrem intercalações de rochas sedimentares marinhas e



terrestres em posições estratigráficas diversas (Serralheiro *et al.*, 1987). A Ilha do Pico é a mais recente do arquipélago, tendo o derrame lávico mais antigo sido datado de  $3 \times 10^5$  anos (Chovelon, 1982).

A formação dos Açores está relacionada com a evolução geodinâmica do Atlântico Norte. O arquipélago posiciona-se na região onde contactam as placas litosféricas Americana, Euroasiática e Africana. As ilhas emergem de uma vasta plataforma triangular, com cerca de 5,8 milhões de  $\text{km}^2$  (Ridley *et al.*, 1974).

De uma maneira geral, o relevo dos Açores é bastante acidentado e vigoroso: quase todas as ilhas são percorridas, na direção E-W, por montanhas com duas vertentes, semeadas de cones vulcânicos e retalhadas por grandes ravinas e vales estreitos e profundos por onde correm ribeiras.

As ilhas açorianas exibem aspetos geomorfológicos muito diversificados, consoante os tipos de erupção que estiveram na sua origem. O vulcanismo e a tectónica regional e local explicam o alinhamento das ilhas e a disposição dos principais aparelhos eruptivos, enquanto as formas de relevo são condicionadas, essencialmente, pelos estilos eruptivos (efusivos e explosivos), pela dinâmica evolutiva e pelo estado mais ou menos avançado dos processos de erosão. O grau de alteração depende da natureza dos materiais, da topografia e das condições climáticas, designadamente da intensidade da precipitação (PGRH, 2012).

As grandes linhas geomorfológicas dependem da alternância de centros emissores. Nos sistemas vulcânicos menos evoluídos, o magma ascende diretamente à superfície, originando vulcanismo fissural, com formação de domos e cones de escórias, orientados segundo o alinhamento das principais falhas. Por sua vez, nos pontos de intersecção de estruturas tectónicas com carácter distensivo, de escala oceânica e regional, ocorre a edificação de vulcões centrais, aparelhos imponentes que se destacam na paisagem pela altitude e declives acentuados. O colapso e/ou explosão das câmaras magmáticas resulta frequentemente na formação de caldeiras, estruturas depressivas de grande amplitude e profundidade, algumas ocupadas por turfeiras ou lagoas permanentes. Estas bacias endorreicas desempenham funções reguladoras da hidrologia insular, promovendo a recarga dos aquíferos e a formação de complexos de nascentes (PGRH, 2012).

A altitude máxima das ilhas oscila entre 402m na Graciosa e 2 351m no Pico, onde se encontra o ponto mais alto de Portugal (Montanha do Pico). A distribuição da superfície do arquipélago por classes de altitude mostra que, aproximadamente metade do território regional apresenta cotas inferiores a 300m e 45% da superfície encontra-se entre 300 e 800m de altitude. Santa Maria e Graciosa são as ilhas com cotas mais baixas, enquanto no Pico cerca

de 16 % da área ultrapassa 800m de altitude. As restantes ilhas ostentam maior regularidade quanto à distribuição altimétrica (PGRH, 2012).

No que concerne à geologia da Ilha Terceira, esta é dominada por dois vulcões centrais com caldeira, que dominam respetivamente a área central-norte da ilha (vulcão do Pico Alto) e a extremidade oeste (vulcão de Santa Bárbara) (Figura 3). Estes aparelhos vulcânicos compósitos estão separados por uma zona de vulcanismo fissural, com vários cones de escórias, e onde ocorreu a erupção histórica de 1761 (Nunes, 2000). Os materiais vulcânicos emitidos a partir desta zona fissural cobrem igualmente a área sudoeste da ilha, onde se sobrepõem aos depósitos dos vulcões centrais, com caldeira, de Guilherme Moniz, que domina o sector central-sul, e Cinco Picos. Este último vulcão compósito é o mais antigo da Ilha Terceira e os seus depósitos distribuem-se essencialmente para este (PGRH, 2012).

A Ilha Terceira, com uma forma aproximadamente oval (este-oeste), apresenta um comprimento e largura de 30km e 19km, respetivamente. Sendo a cota máxima no vértice geodésico de Santa Bárbara, com 1 021m de altitude (PGRH, 2012).

Do ponto de vista geomorfológico, individualizam-se quatro zonas com características distintas (Andrew *et al.*, 2006): os três estratovulcões (Cinco Picos, Guilherme Moniz que inclui o Pico Alto e Santa Bárbara) e a “zona basáltica” que se localiza entre o Guilherme Moniz e Santa Bárbara.

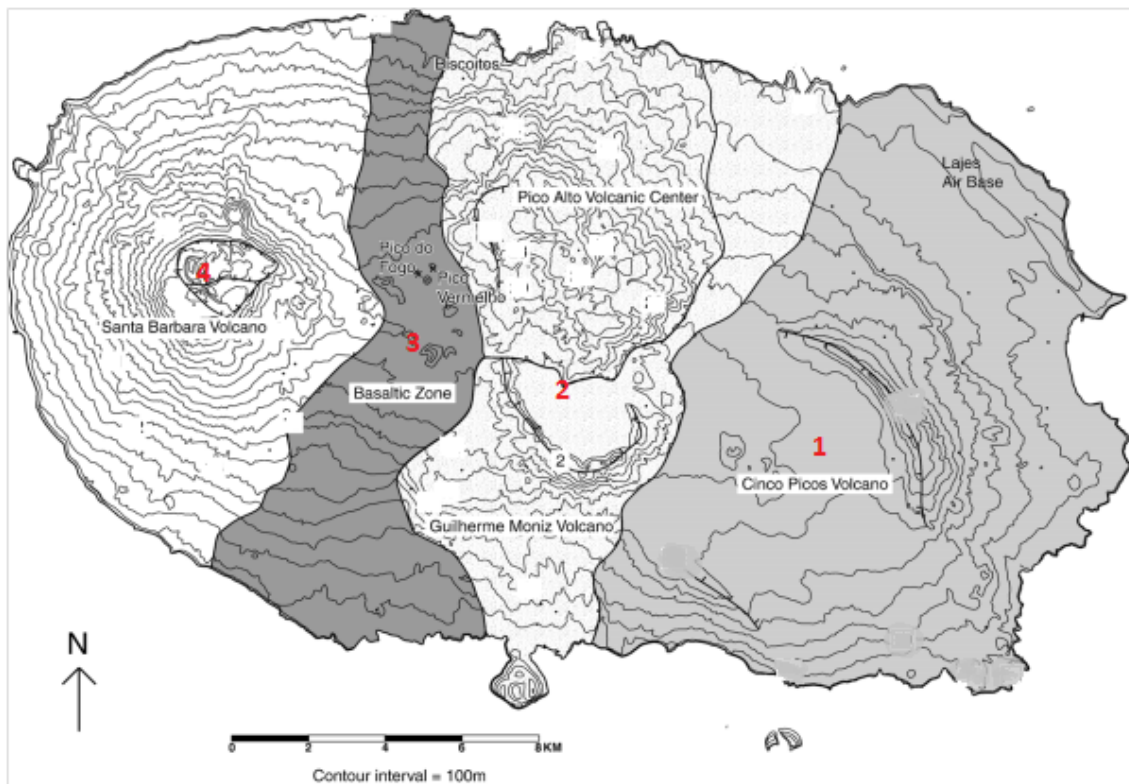


Figura 3: Mapa da Ilha Terceira onde se destacam as 4 regiões geomorfológicas: 1- Vulcão dos Cinco Picos; 2- Vulcão Guilherme Moniz; 3- Zona Basáltica; 4- Vulcão de Santa Bárbara. (Adaptado de Calvert *et al.* (2006)).

Do ponto de vista tectónico a Ilha Terceira é dominada por importantes estruturas de orientação geral entre NNW-SSE e WNW-ESE, destacando-se os Grabens das Lajes e de Santa Bárbara (Zbyszewski, 1968; Zbyszewski *et al.*, 1971; Lloyd & Collis, 1981; Nunes, 2000; Queiroz *et al.*, 2001; Madeira, 2005). Dos vários acidentes tectónicos existentes na ilha o que mais se destaca é o Graben das Lajes, localiza-se no extremo NE da ilha que se encontra definido por diversas escarpas de orientação NW-SE.

Neste enquadramento geomorfológico, importa focalizar a análise nos traços dominantes que caracterizam a fisiografia da Terceira. A parte emersa desta ilha, com um volume estimado de 119km<sup>3</sup>, descreve uma configuração aproximadamente elíptica. O coeficiente de circularidade de Gravelius ( $K_c$ ), definido pela razão entre a superfície da ilha e a área de um círculo de igual perímetro, indica que a Terceira apresenta uma forma compacta ( $K_c = 1,5$ ). A orla costeira, com cerca de 126km, é caracterizada pela alternância de arribas altas e escarpadas, sobretudo na metade ocidental da ilha, com troços de costa mas baixos, onde se encontram algumas plataformas lávicas e baías abrigadas (PGRH, 2012).

A altitude máxima da Ilha Terceira (1 043m) é atingida na Serra de Santa Bárbara. Atendendo à distribuição altimétrica, verifica-se que 72% da superfície insular tem cotas inferiores a 400m e 27% situa-se entre 400m e 800m de altitude, estando os restantes 1% acima deste valor. A zona habitada restringe-se à faixa costeira que circunda a ilha, desenvolvendo-se até aos 300m de altitude (PGRH, 2012).

## **2.3- Caracterização climatológica**

---

O clima do Arquipélago dos Açores é essencialmente ditado pela localização geográfica das ilhas no contexto da circulação global atmosférica e oceânica e pela influência da massa aquática da qual emergem (PGRH, 2012).

De uma forma muito geral o seu clima pode ser caracterizado pela sua amenidade térmica, pelos elevados índices de humidade do ar, por taxas de insolação pouco elevadas, por chuvas regulares e abundantes e por um regime de ventos vigorosos que rondam o arquipélago acompanhando o evoluir dos padrões de circulação atmosférica à escala da bacia do Atlântico Norte (PGRH, 2012).

No Arquipélago dos Açores o tipo de clima que se verifica em todas as Ilhas é o clima temperado, com exceção da montanha na ilha do Pico que apresenta um clima Polar (IM & AEMET, 2012).

O clima das ilhas apresenta, no entanto, uma sazonalidade medianamente marcada que se reflete nos diferentes elementos do seu clima. As quatro estações do ano, típicas dos climas

temperados, são reconhecíveis. Os invernos, podendo ser chuvosos, não se manifestam excessivamente rigorosos. A ocorrência de neve, sendo esporádica, só ocorre nas zonas altas. A precipitação ocorre durante todo o ano, mesmo nos meses de estio, embora nestes com muito menor expressão. A precipitação de origem frontal é significativamente reforçada pela precipitação de origem orográfica no interior de cada ilha. Os verões são amenos e significativamente mais ensolarados do que o resto do ano. São raros, no entanto, os dias de céu completamente limpo. Os períodos tempestuosos, sendo mais frequentes de inverno podem, no entanto, ocorrer em fins de verão e no Outono por efeito de esporádicas tempestades tropicais em evolução próximo do arquipélago. Violentas tempestades quer de origem tropical, quer provocadas por células depressionárias provenientes das latitudes mais setentrionais do Atlântico Norte Ocidental são responsáveis por numerosos episódios de precipitação, ora intensa ora persistente, com os consequentes impactes nos regimes de drenagem (na sua maioria de carácter torrencial), bem como no que diz respeito à erosão e aos fenómenos de deslizamento de massa decorrentes da saturação e alteração da agregação dos solos, da alteração da estabilidade de vertentes e taludes, e do derrube e transporte de grandes quantidades de massa vegetal (PGRH, 2012).

As condições climáticas dominantes resultam, pois, dos gradientes de pressão que condicionam esta faixa oceânica, ou seja, das perturbações das baixas subpolares e da evolução da cintura de altas pressões subtropicais. Das células anticiclónicas salienta-se o Anticiclone dos Açores: a sua posição, intensidade, orientação e desenvolvimento, condicionam a variação sazonal do clima insular (Bettencourt, 1979; Azevedo, 1996). No verão, a sua deslocação para norte, afasta a frente polar para latitudes mais elevadas, enquanto no inverno, a sua localização a sul do arquipélago faz descer a frente polar, sujeitando as ilhas à instabilidade das correntes de oeste, com a passagem de ondulações frontais. A regularidade térmica e a elevada humidade que caracteriza o clima dos Açores, podem ser explicados pelo efeito moderador da massa oceânica envolvente.

Na ilha terceira segundo a classificação de Köppen podemos encontrar três subtipos de clima diferentes, o clima temperado sem estação seca com Verão temperado (Cfb), o clima temperado com Verão seco e temperado (Csb) e o clima temperado com Verão seco e quente (Csa). O clima Cfb é o dominante na ilha Terceira, tal como também nas restantes ilhas dos Açores (com exceção da Graciosa e Santa Maria). Na Terceira, o clima Csb caracteriza grande parte da faixa litoral (IM & AEMET, 2012)

Ainda relativamente ao clima na ilha Terceira pode ser observado através dos seguintes mapas que apresentam a temperatura (Figura 4), a humidade relativa (Figura 5) e a precipitação média anual (Figura 6) com a variação altitudinal. A caracterização do clima

recorre à simulação e generalização espacial das variáveis climáticas com base na aplicação do modelo (CIELO).

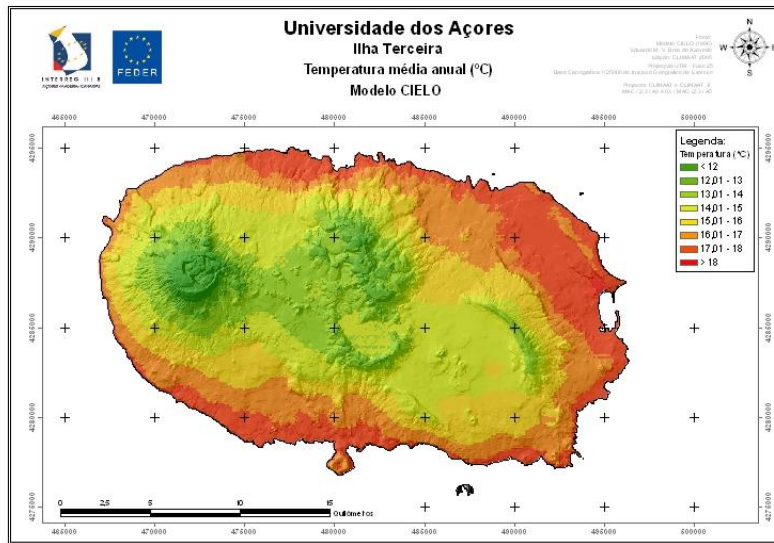


Figura 4: Modelo CIELO – expressão espacial da temperatura na Ilha Terceira. (Fonte: Azevedo, 2005)

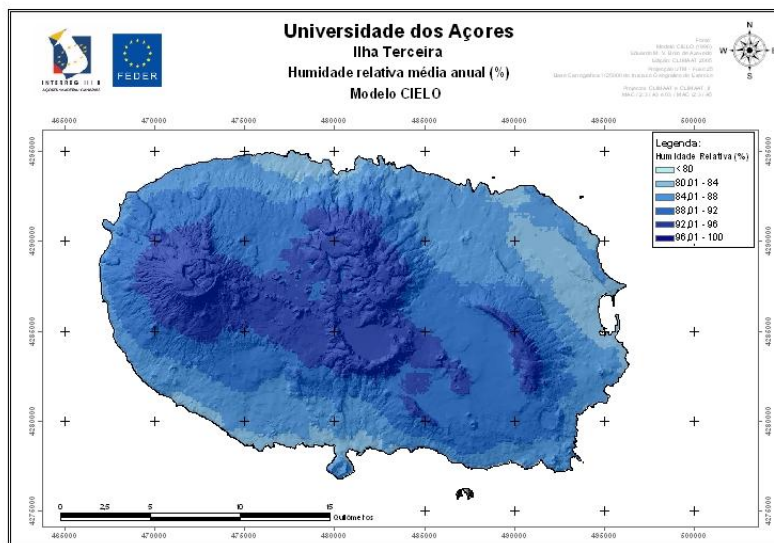


Figura 5: Modelo CIELO – expressão espacial da humidade relativa na Ilha Terceira. (Fonte: Azevedo, 2005)

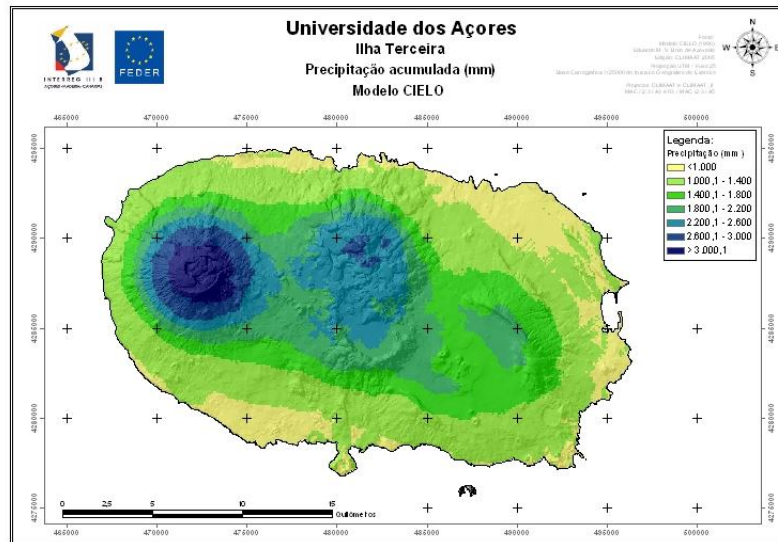


Figura 6: Modelo CIELO – expressão espacial da precipitação na Ilha Terceira. (Fonte: Azevedo, 2005)

## 2.4- Caracterização hidrográfica e hidrogeológica

As características hidrográficas de um território traduzem a ação conjugada de múltiplos fatores, como sejam a climatologia, a geomorfologia, a geologia e a ocupação do solo. Em termos climáticos, os principais controlos sobre hidrografia são exercidos pela distribuição espacial e temporal da precipitação, pois a densidade de drenagem aumenta com a quantidade e, sobretudo, com a intensidade da precipitação. Nos Açores, as bacias hidrográficas melhor estruturadas desenvolvem-se a partir das zonas mais pluviosas do interior das ilhas, onde a precipitação atinge maior intensidade (PGRH, 2012).

No Arquipélago dos Açores, a atividade humana já exerce um impacto significativo na hidrologia de superfície e, conseqüentemente, sobre as restantes variáveis do ciclo hidrológico. As operações de arroteamento e a abertura de caminhos de penetração nas partes mais altas das ilhas têm uma influência cada vez mais negativa no sistema de drenagem, alterando o coberto vegetal, os padrões de infiltração, a micro-topografia e a configuração da própria rede hidrográfica (PGRH, 2012).

A singularidade dos ambientes vulcânicos recentes manifesta-se numa estreita interdependência dos pontos de água superficiais e subterrâneos. A maioria das nascentes é alimentada por infiltração/percolação de águas pluviais e/ou pela água das lagoas que ocupam as crateras dos aparelhos vulcânicos, desempenhando um papel fundamental no reforço e regularidade do débito das nascentes e na manutenção dos cursos de água. (PRA, 2001)

A abundância de precipitação que se verifica nas ilhas, conjugada com elevados declives do terreno, levou ao aparecimento de uma densa rede radial de drenagem em torno dos

grandes maciços vulcânicos insulares. A grande maioria desses cursos é do tipo temporário e torrencial, com leitos muito irregulares e perfis denunciadores da sua instalação recente. Os caudais escoados são no geral elevados no inverno e praticamente nulos no verão, e as velocidades de escoamento muito grandes. Nem todas as ilhas dos Açores apresentam cursos de águas permanentes.

Um rio é um canal de água corrente, cujo movimento é determinada pela gravidade. Alguns rios podem deixar de fluir, e podem até secar completamente, se as entradas de água forem baixas, na verdade, os rios em regiões claramente definidas com estações secas e húmidas podem ser sazonais (intermitentes) e em zonas áridas podem ser efêmeros, apenas fluindo durante ou imediatamente após a chuva. A maioria dos rios é, no entanto, perene, fluindo continuamente, apesar da descarga e a taxa de fluxo ser variável. A sua linearidade e fluxo unidirecional é de fundamental importância na determinação das suas características estruturais e biológicas, assim como o volume de água presente e da sua qualidade (Frid, 2009).

Os poucos cursos de águas com caudais permanentes ou semipermanentes estão associados a algumas nascentes ou lagoas de maior caudal no interior das ilhas, localizando-se segundo Rodrigues (1994) basicamente na metade oriental de São Miguel, nas ilhas das Flores e São Jorge e ainda nas vertentes do vulcão Guilherme Moniz na ilha Terceira. Os cursos de água existentes na Região não têm grande desenvolvimento em termos de dimensão sendo o maior o da Ribeira da Povoação com 29 km de comprimento. O carácter torrencial associado a grandes declives do leito acentuados dificulta o aproveitamento de águas superficiais.

Os ecossistemas lóticos da Região afiguram-se o tipo de massa de água que tem sido menos estudado do ponto de vista científico, sendo o conhecimento da qualidade hidromorfológica e química muito limitado (PRA, 2001).

No que concerne aos aspetos que caracterizam a drenagem superficial da Terceira, o Quadro 1, representa as principais bacias hidrográficas da ilha onde são apresentados alguns valores anuais do balanço hídrico, como P (precipitação), Etr (evapotranspiração real), e valores do escoamento anual tais como a Dd (densidade de drenagem) e Esc (escoamento superficial). Segundo Rodrigues (1992) a precipitação, no geral elevada devido aos condicionantes orográficos, associada à grande erodibilidade dos terrenos e aos declives acentuados, determina o aparecimento de uma rede radial de drenagem em torno dos três grandes maciços estruturais da ilha (Figura 7). Os leitos das linhas de água tendem a ser extremamente irregulares, com perfis que denunciam a sua formação recente. Prevaecem os cursos de água com regime torrencial, apresentando caudais consideráveis que atingem grande velocidade de escoamento. As ribeiras de caudal permanente, na sua totalidade

associadas a nascentes localizadas nas vertentes norte do maciço de Guilherme Moniz – Pico Alto, são pequenas e na sua maioria secam durante as estiagens mais prolongadas. As lagoas existentes na ilha são de pequena dimensão, situando-se em pequenas depressões tornadas impermeáveis pela acumulação de argilas e pela formação de horizontes plácicos (PGRH, 2012).

Por sua vez, nas áreas de micro-relevo, correspondentes a zonas recobertas por formações basálticas e nas superfícies de declive mais suave, associadas a depressões tectónicas ou ao fundo de caldeiras, a drenagem superficial é quase nula. De modo geral, nos terrenos que constituem a ilha, as formações pouco permeáveis determinam uma grande escorrência superficial, evidenciada por uma rede bastante densa e estruturada. Em circunstâncias inversas, a rede não apresenta estruturação ou é inexistente. As linhas de água tendem a ser fortemente encaixadas nas formações menos consolidadas e compactas, sendo o seu percurso condicionado pelos limites entre formações e falhas (Rodrigues, 1992).

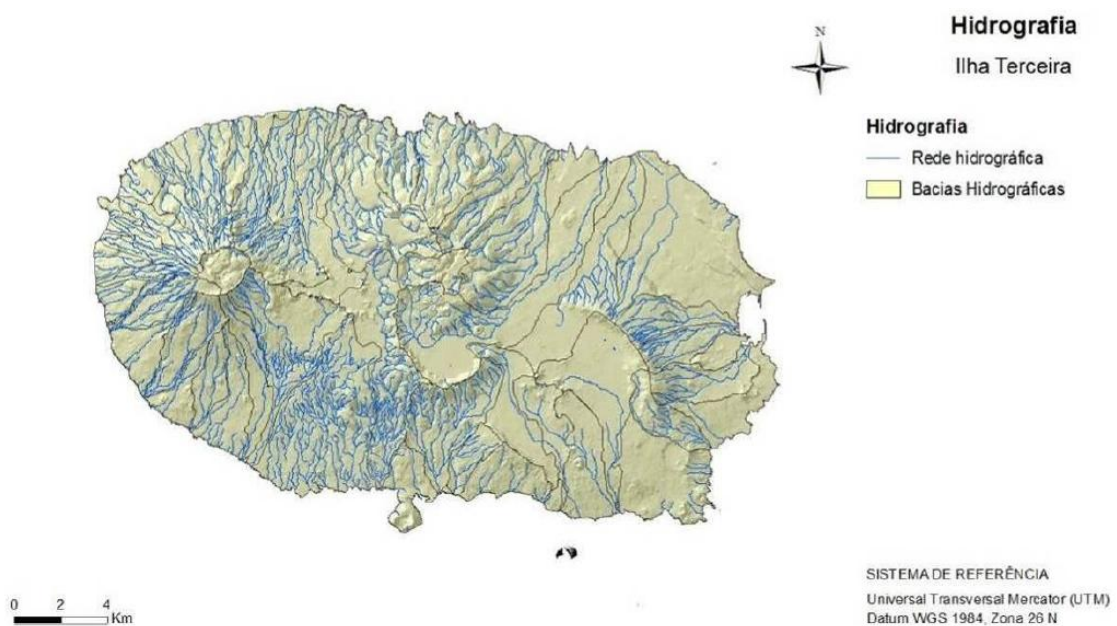


Figura 7: Carta hidrográfica da Ilha Terceira. (Fonte: PGRH, 2012)

A pequena extensão dos seus cursos de água, a elevada permeabilidade da maioria das formações e a ausência de grandes lagoas fazem da Terceira uma ilha pouco abundante em água superfície (Meneses e Rodrigues, 1994).

A rede de drenagem dispõe-se de forma radial em torno dos maciços estruturais, os leitos das linhas de água tendem a ser extremamente irregulares e é frequente apresentarem quebras bruscas de declive associadas a discontinuidades litológicas ou a acidentes tectónicos (Rodrigues, 1994).



Os cursos de água da ilha terceira apresentam na sua quase totalidade regimes de escoamento efémeros, funcionando apenas durante a ocorrência de precipitações prolongadas e transportando fluxos superficiais. Os caudais envolvidos são normalmente elevados e as velocidades de escoamento grandes (Rodrigues, 1994).

A torrencialidade do escoamento deve-se à elevada disponibilidade hídrica superficial, à ocorrência de substratos pedológicos pouco permeáveis e aos elevados declives do terreno.

**Quadro 1: Parâmetros morfométricos das principais unidades hidrológicas da Ilha Terceira (Bacias hidrográficas endorreicas (TEE), exorreicas (TEB) e zonas sem drenagem estruturada (TEA)) com realce das ribeiras escolhidas para o estudo.**

Código bacia	Nome bacia	Área (Km <sup>2</sup> )	P (mm)	Etr (mm)	Dd (Km <sup>-1</sup> )	Esc (hm <sup>3</sup> /ano)
TEB10	Rib. Belo Jardim	4,61	1411,16	603,79	3,75	1,71
<b>TEB13</b>	<b>Rib. de Além</b>	<b>1,63</b>	<b>2237,75</b>	<b>456,67</b>	<b>4,54</b>	<b>1,58</b>
TEE6	Bacias Endorreicas	0,04	1755,04	570,50	0,00	0,00
TEE1	Bacias Endorreicas	0,01	2210,00	463,00	0,00	0,00
TEE3	Bacias Endorreicas	0,02	2208,16	431,00	0,00	0,00
TEB20	Nome Desconhecido	11,91	1555,83	596,01	3,24	4,63
TEE4	Bacias Endorreicas	0,04	2829,04	503,60	0,00	0,01
TEE8	Bacias Endorreicas	0,01	2210,00	553,00	0,00	0,00
TEE7	Bacias Endorreicas	0,06	2245,32	476,80	0,00	0,01
TEB25	Rib. das Pedras	14,51	1751,87	593,45	2,71	5,86
TEE9	Bacias Endorreicas	0,03	2391,84	467,67	0,00	0,00
TEB26	Rib. do Veiga	3,24	2185,55	469,77	3,51	2,41
TEB35	Ribeirinha	0,95	2093,07	507,54	6,57	1,15
TEA4	Bacias Agregadas	0,70	1057,77	619,99	2,48	0,10
TEB23	Rib. do Pamplona	9,34	1752,64	557,62	1,82	2,84
TEA16	Bacias Agregadas	0,04	1010,00	706,00	0,00	0,00
TEA22	Bacias Agregadas	5,69	1125,25	672,87	1,30	0,51
TEA26	Bacias Agregadas	0,08	1025,63	716,83	0,00	0,00
TEA30	Bacias Agregadas	0,06	1072,37	638,83	0,00	0,00
TEA33	Bacias Agregadas	0,38	1279,75	546,11	2,78	0,10
TEA5	Bacias Agregadas	0,95	1026,46	635,48	0,00	0,02
TEA7	Bacias Agregadas	0,72	1028,91	669,79	3,77	0,12
TEA8	Bacias Agregadas	0,40	1010,95	693,82	0,99	0,02
TEA10	Bacias Agregadas	5,80	1423,18	543,79	3,33	2,12
TEA23	Bacias Agregadas	0,14	1016,12	728,11	0,00	0,00
TEB14	Rib. das Doze	4,70	2307,12	484,58	4,64	4,75

Quadro1 (Continuação)

Código bacia	Nome bacia	Área (Km <sup>2</sup> )	P (mm)	Etr (mm)	Dd (Km <sup>-1</sup> )	Esc (hm <sup>3</sup> /ano)
TEA6	Bacias Agregadas	0,41	1011,81	674,09	0,00	0,01
TEA1	Bacias Agregadas	2,67	1184,72	539,32	2,30	0,53
TEA31	Bacias Agregadas	2,30	1355,92	576,42	2,60	0,60
TEA12	Bacias Agregadas	1,36	1010,00	648,77	1,34	0,10
TEA13	Bacias Agregadas	3,61	1022,76	655,58	0,16	0,10
TEA28	Bacias Agregadas	3,54	1177,82	672,58	1,70	0,43
TEB34	Rib. da Canada Praia	3,91	1421,75	661,01	2,44	0,95
TEA29	Bacias Agregadas	4,84	1304,58	620,35	1,67	0,79
TEB22	Ribeira das Nove	6,31	2002,93	576,54	3,60	3,99
TEB11	Rib. do Gato	2,00	1965,23	472,43	4,48	1,61
TEA32	Bacias Agregadas	2,06	1372,94	541,59	3,06	0,66
TEB12	Rib. das Catorze	1,79	2117,76	478,07	5,34	1,85
TEA34	Bacias Agregadas	1,22	1436,21	563,84	2,69	0,37
TEB27	Rib. da Lapa	3,69	2307,60	458,83	3,64	3,06
TEB33	Rib. do Borges	1,63	1997,09	502,39	3,73	1,11
TEA3	Bacias Agregadas	6,67	1561,89	547,65	3,54	2,96
TEE10	Bacias Endorreicas	2,81	3373,67	430,17	0,80	1,20
TEA27	Bacias Agregadas	6,59	1280,41	663,50	2,47	1,31
TEB21	Duas Ribeiras	5,30	1741,77	610,62	2,26	1,81
TEA25	Bacias Agregadas	24,41	1275,07	647,77	4,66	8,52
TEA24	Bacias Agregadas	4,84	1027,99	685,93	1,40	0,35
TEB15	Nome Desconhecido	15,40	1871,58	532,20	4,17	10,41
TEB31	Grota do Vale	3,33	1183,12	643,01	3,18	0,72
TEB32	Grota dos Calrinhos	11,74	1548,18	625,21	3,93	5,18
TEB16	Bacias Agregadas	4,89	1475,86	574,37	0,10	0,31
TEA17	Bacias Agregadas	2,04	1087,62	653,54	0,00	0,05
TEB29	Rib. de Sto. Antão	5,87	1454,47	626,43	3,69	2,20
TEA15	Bacias Agregadas	26,76	1070,63	680,66	0,77	1,48
TEB30	Rib. Sta. Catarina	6,42	1252,05	629,30	2,35	1,24
TEB19	Rib. do Testo	14,20	1679,44	586,38	0,74	2,15
TEB9	Rib. Seca	5,03	1473,52	571,13	4,30	2,35
TEB17	Rib. dos Pães	14,99	1486,61	612,75	1,64	3,08
TEA14	Bacias Agregadas	1,88	1012,34	669,14	0,00	0,04
TEE5	Bacias Endorreicas	3,89	2450,69	450,19	1,66	1,84
TEB8	Rib. da Areia	25,56	1815,17	544,20	1,73	7,95
TEA11	Bacias Agregadas	12,50	1497,05	554,54	3,51	5,12

Quadro1 (Continuação)

Código bacia	Nome bacia	Área (Km <sup>2</sup> )	P (mm)	Etr (mm)	Dd (Km <sup>-1</sup> )	Esc (hm <sup>3</sup> /ano)
TEB6	Rib. da Agualva	7,44	1787,23	568,44	2,35	2,81
TEB1	Rib. de S. Roque	5,94	2216,05	534,79	5,15	6,08
TEA18	Bacias Agregadas	7,15	1106,75	663,72	0,63	0,40
TEA2	Bacias Agregadas	0,51	1168,12	589,44	3,96	0,14
TEB5	Rib. dos Gatos	3,58	2039,77	503,08	3,60	2,44
TEB20	Nome Desconhecido	5,20	1555,83	596,01	3,24	2,02
TEA19	Bacias Agregadas	12,93	1128,31	654,13	0,51	0,70
TEB3	Rib. Vale do Azinhal	15,89	1960,63	491,37	2,97	8,78
TEB2	Nome Desconhecido	2,25	1307,85	619,11	1,87	0,40
TEB24	Rib. da Lapa	11,73	2075,44	538,97	3,79	8,37
TEB18	Rib. da Ponte	15,12	2127,06	557,79	3,41	10,05

TE B - Bacias hidrográficas exorreicas

TE E - Bacias hidrográficas endorreicas

TE A - Zonas sem drenagem estruturada

## 2.5- Caracterização do uso do solo

Nos Açores, a ocupação do território exhibe um padrão semelhante em todas as ilhas, uma vez que os principais povoados, com as mais diversas funções (administrativas, comerciais, portuárias), instalaram-se, preferencialmente, ao longo da faixa costeira e nas imediações das baías mais abrigadas. Esta localização periférica foi mantida aos longos dos séculos, quer pelas necessidades de comunicação, quer por condicionalismos biofísicos, relacionados com a orografia acidentada e com condições climáticas adversas registadas em altitude (PGRH, 2012).

A humanização da paisagem açoriana foi um processo gradual, com ritmos e intensidades diferenciadas, decorrentes dos ciclos produtivos que marcaram a história económica dos Açores. Numa primeira fase, o arroteamento das florestas para alargamento das áreas de cultivo limitou-se às zonas de baixa e de média altitude. Porém, as alterações ao coberto vegetal expandiram-se definitivamente para o interior, com a implantação do modelo monocultural baseado na produção agropecuária. À medida que as pastagens aumentavam de representação, as florestas naturais foram relegadas para as encostas mais íngremes e inacessíveis das ilhas, formando habitats cada vez mais fragmentados. Neste seguimento, as florestas de produção passam a assumir progressivamente maior importância, designadamente os povoamentos de criptoméria (PGRH, 2012).

Com base na Carta de Ocupação do Solo da RAA (SRAM/DROTRH, 2007) e considerando a situação global do arquipélago verifica-se que o uso dominante é a pastagem (composição

natural e artificial), representando cerca de 41,3% do território regional (988,2km<sup>2</sup>). As florestas equivalem a 22,2% (519,7km<sup>2</sup>), seguindo-se os espaços agrícolas, com 14,1% (330,6km<sup>2</sup>). As áreas de vegetação natural e as áreas urbanas representam 12,8% (298,8km<sup>2</sup>) e 4,9% (115,9km<sup>2</sup>), prospectivamente. Os restantes 3,6% correspondem a áreas ocupadas por incultos, a lagoas e a áreas descobertas. Contudo, estes valores variam bastante de ilha para ilha, traduzindo as características do território e a intensidade das actividades produtivas.

De acordo com a figura 8, na Terceira a ocupação urbana tem a maior expressão regional, correspondendo a 8,3% da superfície da ilha (33,3km<sup>2</sup>). Os espaços urbanos distribuem-se pela faixa costeira, acompanhando os principais eixos rodoviários, tendo uma maior representação nas cidades de Angra do Heroísmo e da Praia da Vitória. A base aérea da Lajes contribui significativamente para este valor. A área de vegetação natural, com cerca de 14,1% (57,1km<sup>2</sup>), e a mancha florestal, com cerca de 14,3% (57,9km<sup>2</sup>), abrangem essencialmente as vertentes da Serra de Santa Bárbara e do Pico Alto. Por sua vez, aproximadamente 60% do território encontra-se afeto às actividades agrícolas e pecuárias. Os espaços agrícolas, com cerca de 19% da ocupação do solo (76,7km<sup>2</sup>), encontram-se associados aos aglomerados populacionais, observando-se uma distribuição quase contínua, formando um anel em torno da orla costeira. Quanto às pastagens, que representam 41,5% da superfície insular (57,9km<sup>2</sup>), apresentam-se dispersas por diferentes sectores, com especial incidência nas zonas dos Cinco Picos, Serra do Cume e *Graben* das Lajes. Esta predominância da pastagem deve-se à intensificação das explorações pedra-pomess que tem conduzido ao declínio dos espaços florestais e de vegetação natural.

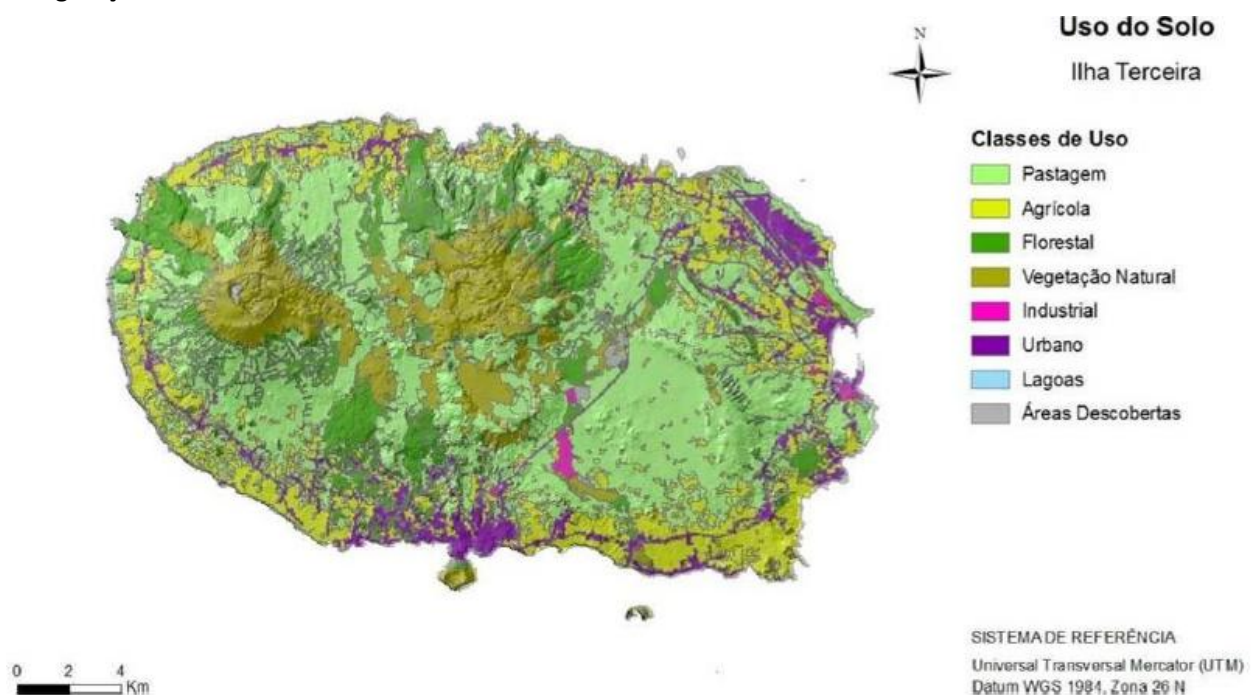


Figura 8: Carta de ocupação do solo da Ilha Terceira. (Fonte: PGRH, 2012)

---

## 3-Metodologias

---



### **3.1- Planificação da amostragem**

---

A reduzida dimensão das ilhas, a génese vulcânica que determina a geomorfologia e geologia, assim como a especificidade do clima, conduz a que a drenagem superficial nos Açores se proceda essencialmente em regime temporário (ou intermitente), muitas vezes na forma de escoamento do tipo torrencial. Esta generalidade não impede porém que, nalgumas ilhas dos Açores surjam cursos de água permanentes, estando estas situações dependentes de descargas profundas de lagoas ou da ocorrência de nascentes associadas a aquíferos suspensos (PGRH, 2012).

Segundo Rodrigues (2001), na ilha Terceira existiam apenas ribeiras com caudal permanente, associadas a nascentes localizadas nas vertentes do maciço de Guilherme Moniz-Pico Alto, que sendo pequenas e na sua maioria secavam durante as estiagens mais prolongadas. O plano de gestão de recursos hídricos da ilha Terceira caracteriza todas as ribeiras como temporais ou torrenciais, não existindo nenhuma com carácter permanente.

Deste modo a escolha das ribeiras foi realizada não de acordo com o seu caudal, visto serem todas elas de carácter torrencial ou temporário. Escolheu-se o maciço vulcânico de Santa Bárbara por possuir várias ribeiras dispostas radialmente, com exceção da vertente leste, em torno da caldeira. Estas ribeiras são acessíveis em vários pontos, desde as zonas mais altas, a montante, até aos troços de menor altitude, a jusante. Iniciam-se em áreas com vegetação natural, atravessam zonas agrícolas e terminam, na sua maioria em áreas habitadas. Estando a vertente leste do vulcão de Santa Bárbara ocupada por domas e derrames traquíticos, o sistema de drenagem é muito diferente das restantes vertentes. Por esta razão, escolheu-se uma ribeira em cada uma das vertentes norte (Ribeira dos Gatos), oeste (Ribeira do Além) e sul (Ribeira da Ponte).

Em cada ribeira foram escolhidos os locais de amostragem em intervalos de altitude de aproximadamente 100 metros quando possível e com uma distância à foz de pelo menos 100 metros, de forma a não ocorrer influencia marinha nas amostras. Em alguns troços, especialmente na Ribeira do Além devido ao seu relevo irregular e à sua bacia muito profunda, nem sempre foi possível manter os intervalos de altitude de 100 metros entre os locais de amostragem.

No total foram escolhidos 20 locais de amostragem para a totalidade das ribeiras, sendo 8 locais de amostragem para a Ribeira da Ponte (Quadro 2), 7 locais de amostragem para a Ribeira dos Gatos (Quadro 3), e com menos locais de amostragem a Ribeira do Além com 5 (Quadro 4).

A amostragem decorreu em dois períodos de uma semana: o primeiro em Março de 2012 e o segundo em Julho do mesmo ano.

Segundo as normas nacionais e europeias (CEN, 2003; INAG, 2008) e a literatura científica (e.g. Kelly, 1998) recomenda-se como época preferencial de amostragem o início da Primavera. No caso das ribeiras estudadas a primeira campanha de amostragem foi efetuada no final de inverno início da primavera devido ao seu carácter torrencial de forma a conseguir encontrar corrente/caudal superficial nos locais de amostragem e a segunda campanha de amostragem no verão para observar se existiria variação sazonal nas comunidades de diatomáceas.

### **3.2- Identificação dos locais em estudo**

---

Como já vimos as três ribeiras escolhidas foram a Ribeira da Ponte, a Ribeira dos Gatos e a Ribeira do Além. Todas ribeiras têm a sua origem na Serra de Santa Bárbara (Figura 9).

Com 1021 metros de altitude, a serra de Santa Bárbara é o maior vulcão da ilha Terceira e também o maior ponto de condensação de nuvens, formando uma bacia hidrográfica própria que além de permitir a alimentação do lençol freático, também reabastece água para a parte oeste da ilha. Os flancos deste estratovulcão apresentam um perfil bastante inclinado. Apresenta uma densa rede radial de cursos de água, os quais desenham na sua superfície uma série de barrancos profundos separados por interflúvios longos e estreitos (Rodrigues,2001).

As três ribeiras pertencem a bacias hidrográficas exorreicas, ou seja, em que a água drena direta ou indiretamente para o mar. Também têm ambas a mesma geometria, forma como se processa o escoamento superficial, sendo este caracterizado por bacias estreitas e alongadas que recebem por norma precipitações diferenciais na sua área e, contribuições de afluentes em varias secções do curso principal.



**Figura 9: Localização dos pontos de amostragem das três ribeiras na fotografia aérea da Ilha Terceira. Legenda: RP: Ribeira da Ponte; RA: Ribeira de Além; RG: Ribeira dos Gatos (Foto: Google Earth).**

A bacia hidrográfica da ribeira da Ponte tem uma área de 14,1 km<sup>2</sup> com um perímetro de 24,7 km, o seu curso principal desemboca diretamente na água do mar passando pela freguesia de São Bartolomeu (Figuras 10 e 13). Tem um comprimento total das linhas de água de 30,4 km, sendo de 9,6 km o comprimento da maior linha de água. A densidade de drenagem desta ribeira é de 2,2 km<sup>-1</sup>.

Nesta ribeira existem 8 pontos de amostragem com altitudes diferentes.

**Quadro 2: Valores de altitude em cada ponto de amostragem e correspondentes coordenadas na ribeira da Ponte.**

	Coordenadas		Altitude (m)
	N	O	
RP1	N 38°44'00,4"	O 27°18'08,4"	760
RP2	N 38°43'30,9"	O 27°17'42,1"	610
RP3	N 38°43'06,9"	O 27°17'24,2"	525
RP4	N 38°42'37,1"	O 27°16'56,7"	430
RP5	N 38°42'20,3"	O 27°16'54,3"	360
RP6	N 38°41'26,9"	O 27°17'13,9"	270
RP7	N 38°40'35,3"	O 27°17'33,9"	144
RP8	N 38°39'59,8"	O 27°17'57,7"	60





**Figura 10: Localização dos pontos de amostragem da Ribeira da Ponte na fotografia aérea da Ilha Terceira. (Foto: Google Earth)**

A ribeira dos Gatos tem uma área de 3,6 km<sup>2</sup> com um perímetro de 13,2 km, o seu curso principal também desemboca diretamente na água do mar passando pela freguesia dos Altares (Figuras 11 e 14). Tem um comprimento total das linhas de água de 10,4 km, sendo de 5,5 km o comprimento da maior linha de água. A densidade de drenagem desta ribeira é de 2,9 km<sup>-1</sup>.

Nesta ribeira foram utilizados 7 pontos de amostragem com diferentes altitudes.

**Quadro 3: Valores de altitude em cada ponto de amostragem e correspondentes coordenadas na ribeira dos Gatos.**

	Coordenadas		Altitude (m)
RG1	N 38°45'17,1"	O 27°18'55,3"	700
RG2	N 38°45'24,2"	O 27°18'54,9"	590
RG3	N 38°45'45,0"	O 27°18'51,1"	500
RG4	N 38°46'04,6"	O 27°18'57,3"	400
RG5	N 38°46'51,7"	O 27°17'44,1"	290
RG6	N 38°46'51,8"	O 27°18'45,0"	200
RG7	N 38°46'51,8"	O 27°28'45,0"	90

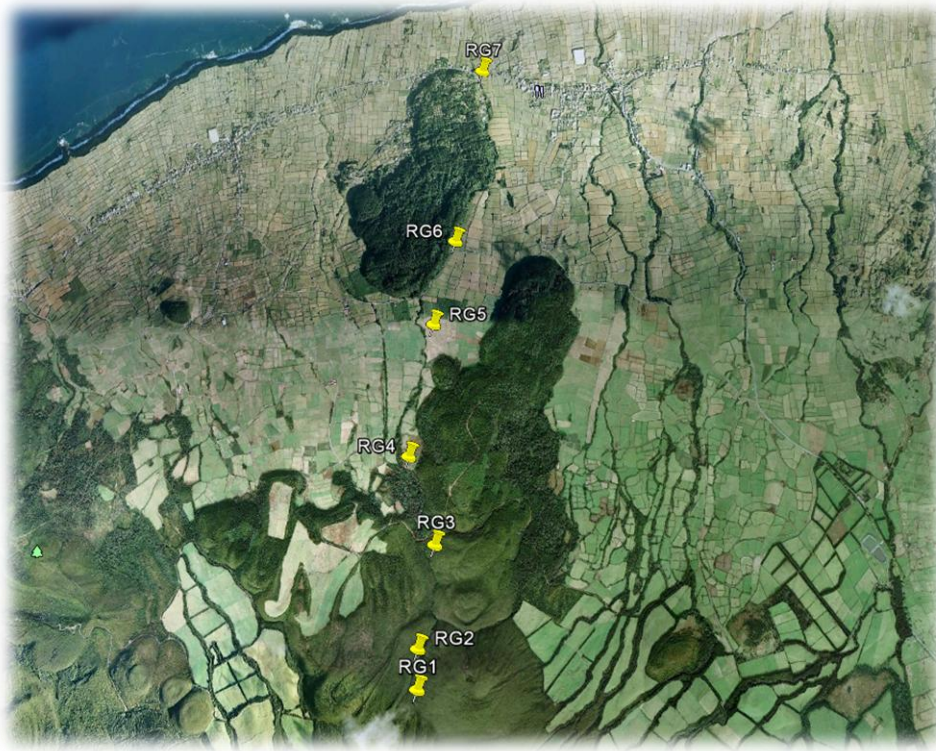


Figura 11: Localização dos pontos de amostragem da Ribeira dos Gatos na fotografia aérea da Ilha Terceira. (Foto: Google Earth)

Por fim, a ribeira do Além tem uma área de 1,8 km<sup>2</sup> com um perímetro de 10 km, o seu curso principal desemboca diretamente na água do mar, como as duas anteriores, passando pela freguesia da Serreta (Figuras 12 e 15). Tem um comprimento total das linhas de água de 8,2 km, sendo de 4,6 km o comprimento da maior linha de água. A densidade de drenagem desta ribeira é de 4,5 km<sup>-1</sup>.

Nesta ribeira existem apenas 5 pontos de amostragem devido às suas margens ravinosas que dificultaram o acesso à mesma.

Quadro 4: Valores de altitude em cada ponto de amostragem e correspondentes coordenadas na Ribeira do Além.

	Coordenadas		Altitude (m)
RA1	N 38°44'37,6"	O 27°20'17,8"	765
RA2	N 38°44'45,1"	O 27°20'17,7"	690
RA3	N 38°44'45,9"	O 27°20'31,5"	600
RA4	N 38°45'08,2"	O 27°21'25,4"	360
RA5	N 38°45'19,8"	O 27°21'48,9"	250



Figura 12: Localização dos pontos de amostragem da Ribeira do Além na fotografia aérea da Ilha Terceira. (Foto: Google Earth)



Figura 13: Fotografias dos locais de amostragem, com indicação do mês em que foram tiradas, da Ribeira da Ponte. (Fotos: Fernando Pereira)

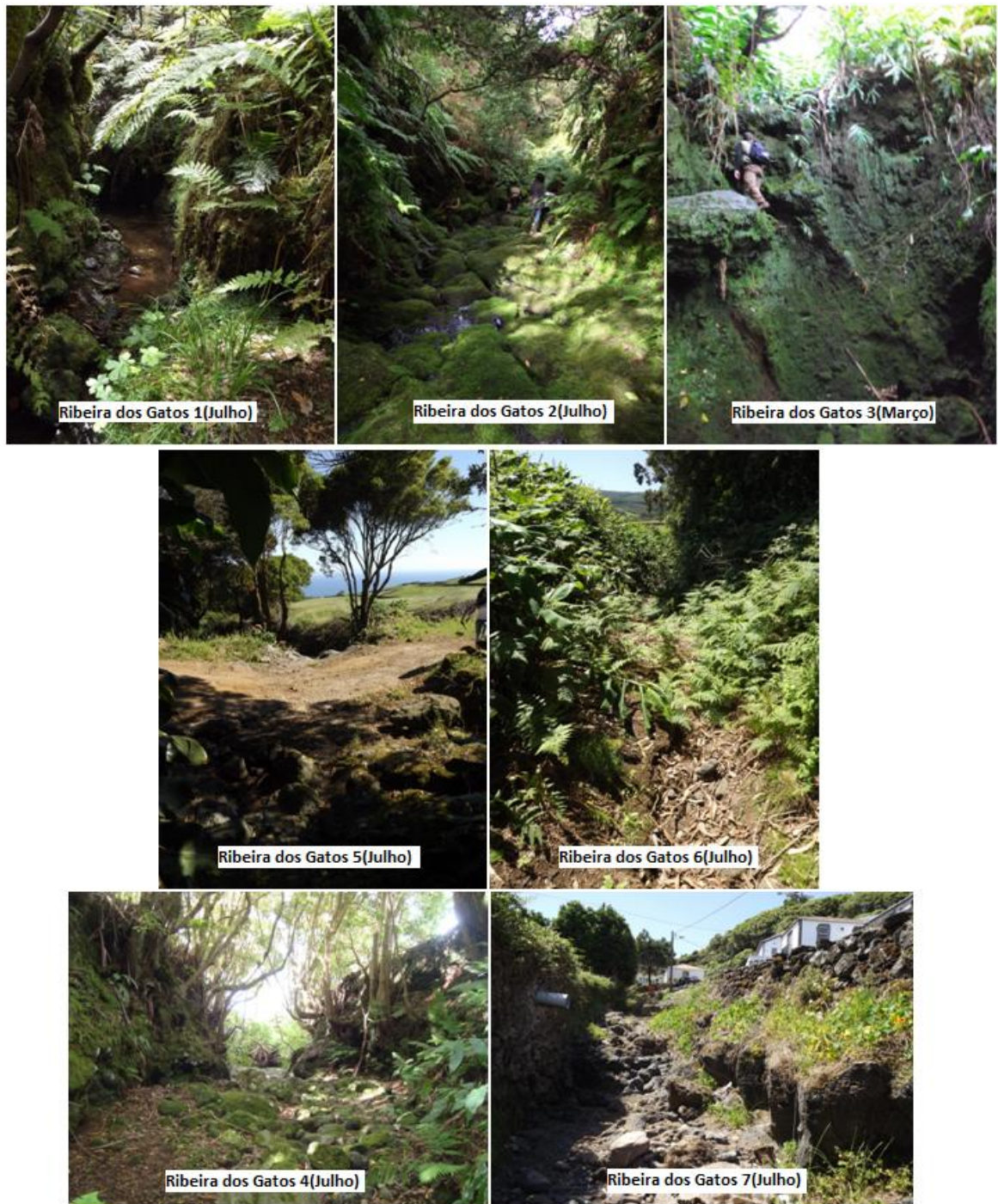


Figura 14: Fotografias dos locais de amostragem, com indicação do mês em que foram tiradas, da Ribeira dos Gatos. (Fotos: Fernando Pereira)



Figura 15: Fotografias dos locais de amostragem, com indicação do mês em que foram tiradas, da Ribeira do Além. (Fotos: Fernando Pereira)

### 3.3- Uso do solo

A ocupação do uso do solo foi analisada recorrendo às classes de uso do solo utilizadas na Carta de Ocupação do Solo da RAA (SRAM/DROTRH, 2007) (Figura 8) para a Ilha Terceira.

Deste modo, foi possível proceder a uma classificação da ocupação do solo com base numa descrição mais detalhada, conforme se apresenta no Quadro 5.

**Quadro 5: Classes de uso do solo de acordo com SRAM/DROTRH (2007).**

Classes	Descrição
Espaços Urbanos	Cidades, Vilas, Aeroportos, Aeródromos, Rede Viária, Áreas Portuárias
Espaços Industriais	Indústria, Infra-estruturas de produção de energia, Infra-estruturas de captação, tratamento e abastecimento de água, Infra-estruturas de tratamento de resíduos
Espaços Agrícolas	Culturas Anuais (ex. Cereais) Culturas Permanentes (ex. Chá, Estufas de Ananás, Pomares, Vinha) Outras culturas (ex. Inhame, Beterraba, Tabaco)
Pastagens	Pastagens permanentes
Espaços Florestais	Criptoméria, Eucalipto, Pinheiro, Acácia, Incenso
Espaços de Vegetação Natural	Inclui florestas, matos ou turfeiras ricos em vegetação endémica
Incultos	Barreiros de Santa Maria, Zonas de derrames lávicos recentes, Areeiros do Pico
Áreas Descobertas	Pedreiras, Praias, Rocha-nua
Lagoas	Lagoas

Os dados recolhidos tem como objetivo o relacionamento destes com a composição das comunidades de diatomáceas e com a avaliação da qualidade ecológica da água nestes pontos.

### 3.4- Análises físico-químicas

A monitorização da qualidade da água por meio de parâmetros físicos-químicos é muito importante para verificar determinados níveis de algumas substâncias, nomeadamente, nutrientes, pesticidas, entre outras (Round, 1991). No entanto, é muito difícil de interpretar o “estado químico” da ribeira ou de um troço desta devido aos diversos e complexos efeitos que ocorrem permanentemente nas formações aquáticas. Acrescentar a estas variações ainda há os fatores climáticos como a precipitação, a temperatura, a pressão, que afetam a velocidade da corrente, a diluição/concentração de nutrientes, o oxigénio dissolvido, entre outros. Deste modo, a avaliação da qualidade da água é quase sempre incompleta porque o número de parâmetros determinados é limitado e frequentemente varia consoante o interesse do estudo e os custos das análises (Oliveira, 2007).

O conjunto de parâmetros físico-químicos escolhidos para análise foram a temperatura, o pH, a condutividade, os sólidos suspensos, o oxigénio dissolvido, e as concentrações de nitratos e fosfatos.

A temperatura, o pH, a condutividade, os sólidos suspensos e o oxigénio dissolvido foram medidos *in situ*, ou seja, no local de colheita. A temperatura, o pH, a condutividade e os sólidos suspensos foram medidos com dois medidores da *HANNA Instruments*. O oxigénio dissolvido foi igualmente determinado com um medidor portátil digital (*Oxi315i* da *WTW*) e calibrado antes da sua utilização.

A concentração de nitratos e fosfatos foram determinados pelo INOVA, Instituto de Inovação Tecnológica dos Açores. A água foi colhida no local de amostragem com frascos em polietileno de alta densidade, tampa estanque e inviolável com 500 ml. As amostras foram mantidas à temperatura de 4°C até serem entregues no laboratório.

As recolhas da água para as análises foram efetuadas nos locais de amostragem escolhidos inicialmente, tentado sempre que possível efetuar a recolha no mesmo local nas duas campanhas de amostragem, exceto em casos de seca, ausência de água, é que o local foi mudado.

Nem todos os locais de amostragem foram sujeitos a análises físico-químicas devido ao carácter temporário das ribeiras em alguns locais não se encontrava água, estavam secos.

### 3.4.1-Temperatura

---

A temperatura da água é influenciada por diversos fatores tais como a latitude, a altitude, a estação do ano, o período do dia, a profundidade a que está a ser medida entre outros.

Desempenha um papel principal de controlo no meio aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físico-químicos.

A temperatura é um dos parâmetros mais importantes nas águas superficiais porque estas estão constantemente sujeitas a variações bruscas de temperatura. As temperaturas elevadas nestas águas podem afetar o meio de sobrevivência de diversos organismos que nele habitam, a solubilidade do oxigénio na água e a atividade bacteriana (Spellman & Drinan, 2000).

A temperatura dos cursos de água varia mais do que a dos lagos, lagoas ou albufeiras, embora a sua amplitude esteja compreendida dentro de limites mais estreitos. Por outro lado, qualquer que seja o meio aquático considerado existe um ciclo diário de temperatura e um ciclo sazonal.



### 3.4.2-pH

O pH de uma água representa uma medida da sua acidez (ou da sua alcalinidade), traduzida pela concentração de hidrogeniões e influenciada pelo carácter tampão que lhe confere.

O pH da água ou de outra solução constitui a forma de exprimir a atividade do ião hidrogénio (Mendes, 2004).

A escala de pH varia entre 0 e 14, os quais denotam vários graus de acidez e alcalinidade. Valores abaixo de 7 indicam acidez, e acima de 7 alcalinidade, sendo neutro quando o pH é de valor igual a 7.

Uma água apresenta naturalmente um valor de pH que é influenciado pela sua origem e pela natureza dos terrenos atravessados. As águas superficiais podem, como consequência da atividade biológica das algas, apresentar, em especial no Verão, valores de pH anormalmente elevados (Oliveira, 2004).

O pH é muito influenciado pela quantidade de matéria morta a ser decomposta, ou seja, quanto maior a quantidade de matéria orgânica disponível, menor será o valor de pH, pois para ocorrer a decomposição deste material, muitos ácidos são produzidos, como por exemplo, o ácido húmico. Por vezes, são ligeiramente alcalinas devido à presença de carbonatos e bicarbonatos. Nestes casos, o pH reflete o tipo de solo que a água percorre.

### 3.4.3-Conductividade

A condutividade de uma água permite avaliar, de uma forma rápida e global, o seu grau de mineralização. Este facto resulta da relação existente entre o teor em sais minerais dissolvidos na água e a resistência que ela oferece à passagem da corrente elétrica. A origem desses sais é diversa. Parte pode resultar de processos de lixiviação dos solos e a outra parte provir de efluentes e resíduos agrícolas e/ou industriais, que contaminem essas águas.

Em relação à medição da condutividade, deve ter-se em consideração a influência da temperatura já que esta apresenta uma relação diretamente proporcional (Brower *et al.*, 1998), razão pela qual deve ser medida *in situ*.

No caso das águas superficiais, pode ainda verificar-se a contaminação dessas massas de água por sais, veiculados por via atmosférica.

### 3.4.4-Sólidos suspensos

Os sólidos suspensos na água podem ser provenientes de sólidos presentes na água bruta, ou serem resultado do desenvolvimento de organismos diversos no meio hídrico.

Os sólidos suspensos apresentam, normalmente, dimensões superiores a 10  $\mu\text{m}$ , estando por isso na origem da turbidez que a água pode apresentar.

Os sólidos suspensos totais presentes na água compreendem argilas, limo, areias, lamas diversas, partículas coloidais orgânicas, plâncton, microrganismos entre outros. O teor e a composição dos sólidos suspensos de uma água são muito variáveis, de acordo com a sua origem. Podem ter uma justificação geológica, isto é, ser resultado da natureza dos terrenos atravessados, ou ecológica, isto é, depende do clima e da estação do ano considerada, ou serem de origem antropogénica.

### 3.4.5-Oxigénio dissolvido

Na água, o oxigénio está presente na forma de gás dissolvido no meio hídrico, sob a forma combinada na molécula de água, e na matéria presente em solução e em suspensão, quer ela seja orgânica ou inorgânica.

A concentração em oxigénio dissolvido da água é variável com a temperatura e com a pressão parcial do gás na atmosfera. O teor em sais dissolvidos afecta, igualmente, o teor da concentração a que corresponde o máximo de solubilidade em oxigénio, para uma dada temperatura.

Depende, com mais rigor ainda, da atividade física, química e bioquímica que se verifica numa qualquer massa de água. Trata-se de um parâmetro essencial no controlo da sua qualidade e do seu nível de poluição, em especial orgânica.

O oxigénio dissolvido e a sua percentagem de saturação são parâmetros importantes para a avaliação da qualidade do meio aquático porque traduzem o poder oxidativo. É necessário algum cuidado na interpretação destes parâmetros, visto que nem sempre uma elevada percentagem de saturação de oxigénio é sinónimo de boa qualidade da água. Em locais onde a produtividade primária é acentuada podem verificar-se altos valores de oxigénio dissolvido devido à sua libertação pelos organismos fotossintéticos durante o dia.

### 3.4.6-Nitratos

---

O Azoto é um elemento que está presente no ar numa percentagem de aproximadamente de 78%. Este elemento está constantemente a entrar e a sair da atmosfera por troca com os meios aquático e terrestre.

O processo da transformação do Azoto imobilizado na água em nitratos envolve duas fases: amonificação e nitrificação.

Os nitratos presentes na água devem-se essencialmente à agricultura intensiva que recorre a elevadas quantidades de fertilizantes contendo azoto inorgânico, aos dejetos de animais, à industrialização, à inexistência de tratamento de esgotos e à proximidade dos cursos de água a fossas sépticas.

Atualmente a agricultura é a fonte principal de poluição por nitratos através da utilização de fertilizantes e adubos azotados. A entrada de nitratos num corpo de água, a partir de uma zona agrícola, é função de diversos parâmetros, como por exemplo da superfície da área de drenagem e do seu potencial para lixiviar nutrientes do solo (Carapeto, 1999).

### 3.4.7-Fosfatos

---

O fósforo é um nutriente que contribui para o crescimento das algas e tem um papel muito importante na eutrofização dos ecossistemas aquáticos. O fósforo combinado com o azoto constituem os nutrientes limitantes mais frequentes em sistemas naturais de água doce, um aumento de um ou ambos os elementos, devido a atividades antropogénicas, pode levar à eutrofização de massas de água.

Os fosfatos aparecem nas águas superficiais e subterrâneas como resultado da lixiviação dos minerais, como um dos processos naturais de degradação ou de drenagem da agricultura, como um dos produtos de decomposição da matéria orgânica e como resultado dos resíduos industriais.

## 3.5-Diatomáceas bentónicas

---

Os organismos englobados pela designação “alga” não constituem um grupo taxonómico, um táxon, no sentido atual do termo. São, antes, um conjunto de organismos muito diversos quanto à sua organização, origem e características morfológicas, fisiológicas e ecológicas. Constituem, no entanto, e de diversos pontos de vista, um conjunto importantíssimo de organismos (Reviere, 2006).

Um dos grupos mais importantes de algas fitoplanctónicas é o das diatomáceas (*Bacillariophyceae*). Mais de 5600 espécies de diatomáceas são diferenciadas em todo o mundo e quase outras tantas são conhecidas apenas em registos fósseis (Stern, 1994).

As diatomáceas (*Bacillariophyceae*), que ocorrem em elevado número em águas doces ou salgadas, são algas de dimensões microscópicas, unicelulares, às vezes reunidas em colónias, que se caracterizam pela presença de uma parede celular (frústula) composta por duas válvulas que encaixam uma na outra como se de uma caixa de Petri se tratasse (Raymont, 1976; Moore, 1995). A frústula é uma estrutura silicosa bivalve complexa, apresentando bandas conectivas. As células apresentam um núcleo mais ou menos central e, em geral, dois ou vários plastídios.

Classicamente as diatomáceas são divididas em cêntricas, com simetria radial ou axial, e penadas, com simetria bilateral.

Podem encontrar-se diatomáceas amplamente distribuídas na natureza, uma vez que, assim como as cianobactérias e as algas verdes, estão aptas a colonizar todos os meios aquáticos. Podem ser bentónicas ou planctónicas, dulciaquícolas, de águas salobras ou marinhas. Podem também viver tanto em águas paradas como em águas com correntes. Às vezes, são terrestres, necessitando, neste caso, de periodicamente existir a passagem de água.

### 3.5.1-Amostragem

A amostragem das diatomáceas foi realizada sempre em épocas de caudal constante, existindo a necessidade de prolongamento das campanhas de amostragem devido a elevadas precipitações que poderiam perturbar as comunidades.

As diatomáceas nos rios ou ribeiros podem ser perifíticas ou planctónicas. Este trabalho incide principalmente sobre as diatomáceas perifíticas, as quais são associadas a diversos substratos (Round, 1973).

As diatomáceas perifíticas podem subdividir-se em epilíticas, epífitas, epipsâmicas e epipélicas. As espécies epilíticas encontram-se nas superfícies das rochas (Round, 1973) e a sua amostragem faz-se por raspagem de pedras. O estudo incidiu somente sobre as diatomáceas epilíticas.

O substrato amostrado foi substrato grosseiro, na maioria das vezes pedras e ocasionalmente blocos. As pedras são utilizadas como substrato preferido dado que apresentam algumas vantagens tais como: (a) existirem quase sempre ao longo dos rios; (b) a amostragem ser eficaz; (c) poder definir-se uma área amostral; (d) não serem seletivas e (e) serem facilmente colonizáveis (Almeida, 1998).

As amostras de diatomáceas epilíticas foram obtidas através da raspagem de 5 pedras ou blocos, com o auxílio de uma escova de dentes dura. As pedras foram escolhidas ao acaso tendo apenas em conta a presença de biofilme. Após a colheita a escova era lavada com água do local seguido de água destilada de forma a não existir contaminação entre amostragens.

Nas duas campanhas de amostragem foi sempre escolhido o mesmo local de amostragem para a recolha das diatomáceas, excerto na segunda campanha onde se verificou em diversos locais cenários de seca, sendo necessário recorrer a locais um pouco diferentes.

Após a recolha das amostras estas foram conservadas com álcool 96%.

### 3.5.2-Tratamento das amostras

O tratamento das amostras recolhidas inclui três etapas: remoção do fixador, oxidação da matéria orgânica celular e, por fim, a montagem das frústulas em preparações definitivas para a observação microscópica.

O fixador deve ser removido antes de se iniciar a oxidação da matéria orgânica das frústulas.

Para se proceder a uma identificação adequada das diatomáceas é necessário eliminar todo conteúdo celular. Este processo é efetuado expondo a amostra a agentes oxidantes fortes, neste caso o método utilizado foi o do ácido nítrico.

Foi retirado num primeiro tratamento 2ml da amostra para um tubo de ensaio, e excepcionalmente, quando se verificavam poucos indivíduos por amostra, foi utilizado 4ml da mesma. Centrifugou-se a 1500 rpm durante 5 minutos, eliminando de seguida o sobrenadante. Adicionou-se 4ml água destilada voltando-se a centrifugar.

Adicionou-se 2ml de ácido nítrico em cada amostra juntamente com uns cristais de dicromato de potássio (pequena quantidade, com o auxílio de uma espátula). Aqueceu-se os tubos de ensaio à chama até à sua oxidação completa. Após o seu arrefecimento foram centrifugadas as amostras com ácido, retirou-se o sobrenadante voltando-se a adicionar água destilada e repetindo o processo mais duas vezes na centrifugadora durante 5 minutos à velocidade de 1500rpm. No final acrescentou-se a quantidade de água mais conveniente para a obtenção de uma concentração de frústulas adequada para a sua observação e quantificação.

Por fim, para a preparação definitiva das amostras uma vez alcançada a densidade de valvas ideal, colocou-se uma gota do meio de montagem (*naphrax*) numa lâmina pré-aquecida e, de seguida, colocou-se a face da lamela contendo as diatomáceas em cima do meio de montagem. Aqueceu-se a lâmina até que o *naphrax* se espalhesse e o solvente evaporasse. Pressionou-se levemente a lamela para reduzir a espessura da preparação.

Para cada amostra foram preparadas duas lâminas, para que ficasse uma de reserva.

### 3.5.3- Identificação taxonómica e quantificação

---

O estudo das diatomáceas bentónicas das ribeiras amostradas foi feito predominantemente em microscópio ótico Leica DM750 com câmara fotográfica digital, e ocasionalmente, num microscópio ótico ZEISS AXIOIMAGE A1, equipado com contraste de fase e contraste de interferência diferencial de Nomarski e câmara fotográfica digital.

As preparações foram observadas utilizando a objetiva 100x (objetiva de imersão) e ocular com escala, recorrendo, sempre que necessário, à análise morfométrica detalhada das valvas através do software Axiovision, nas imagens capturadas pela câmara fotográfica digital acoplada ao microscópio.

A identificação taxonómica das diatomáceas presentes nas amostras em estudo foi efetuada até ao limite mais baixo possível, na maioria dos casos até à espécie ou variedade, através da sua observação em microscopia ótica. Nessa identificação seguiu-se principalmente as obras de Krammer & Lange-Bertalot (1986; 1988; 1991a;1991b; 2000), embora atualizando a nomenclatura conforme indicado na base de dados do OMNIDIA v 5.3 (Lecointe *et al.*, 1993).

Em cada amostra foram contadas pelo menos 400 valvas, seguindo as recomendações da norma europeia (CEN, 2004) e o manual nacional para a avaliação biológica das massas de água através das diatomáceas (INAG, 2008). A contagem foi efetuada ao longo de transeptos aleatórios até se ter atingido o número mínimo de valvas pré-estabelecido. De forma a eliminar erros de identificação foram excluídos das contagens todos os indivíduos que não se encontravam inteiros. As vistas conectivas de alguns exemplares que não puderam ser associadas a um táxon específico foram contadas em separado, sendo depois, no final da contagem distribuídas pelos *taxa* a que poderiam pertencer, na proporção representativa das respetivas vistas valvares nessa contagem. No final da contagem efetuou-se o estudo completo da preparação para registo fotográfico e registo de alguns *taxa* que não tinham sido identificados na contagem das 400 valvas.

A abundância de cada espécie foi expressa em termos de abundância relativa (%).

## 3.6-Análises dos dados

---

Na avaliação da qualidade da água através das diatomáceas podem usar-se índices bióticos e índices matemáticos. Sob a designação de índices bióticos incluem-se os índices

diatomológicos de saprobia (que medem a poluição orgânica), tróficos (que medem o grau de eutrofização) e multipressão (que avaliam simultaneamente várias pressões ambientais). Entre os inúmeros e diversificados índices matemáticos frequentemente utilizados na avaliação da qualidade dos ecossistemas, salienta-se o índice de diversidade de Shannon-Weaver e o índice de equitabilidade. Qualquer um dos tipos de índices (bióticos e de diversidade) faz uma avaliação aproximada da qualidade da água pelo que os índices bióticos devem ser comparados, com algumas reservas e cuidados, com os de diversidade, porque enquanto os primeiros medem a poluição com base nas reações dos diferentes taxa ao meio ambiente, os segundos revelam unicamente alterações na estrutura da comunidade que pode ou não alterar-se com a poluição.

### **3.6.1-Avaliação das comunidades de diatomáceas bentônicas**

---

Como tema principal do estudo, a caracterização das diatomáceas através do gradiente altitudinal, é um dos principais dados a observar, desta forma será estudado a variação das comunidades de diatomáceas ao longo da altitude, tentando interpretar alguns dos resultados e relacionando com outras variáveis.

Para essa avaliação foram escolhidas apenas as espécies mais importantes, ou seja, as espécies que apareciam como dominantes, ou as espécies mais comuns, que apareciam em maior número de amostras. Após as espécies estarem escolhidas, através da altitude e das diferentes ribeiras, tentar relacionar e interpretar as suas variações.

O método a utilizar, para esta interpretação ser mais objetiva e explícita, será através de gráficos que relacionam a abundância relativa das espécies com a altitude das amostras. O programa utilizado foi o Microsoft Office Excell.

#### **3.6.1.2-Índices de diversidade**

---

A estrutura das comunidades pode ser avaliada utilizando, entre outros, os índices de diversidade. A relação entre o número de taxa e o número de indivíduos em cada táxon designa-se por índice de diversidade de espécies (Odum, 2001). O termo diversidade tem tido diferentes interpretações consoante o autor. Washington (1984) apresenta um resumo histórico completo, em relação a este assunto e conclui que a diversidade também denominada “diversidade ecológica” ou “diversidade específica” é um parâmetro de estrutura da comunidade, envolvendo espécies e as suas abundâncias. Ao longo dos anos várias

definições têm sido dadas para o “índice de diversidade” e existe um ponto de convergência quanto à necessidade do índice ter uma componente relativa ao número de espécies e outra que meça a abundância dos indivíduos nas espécies, e de traduzir num único número, a relação entre estas duas componentes. Esta diversidade tende a ser pequena nos ecossistemas poluídos.

Os índices de diversidade estão dependentes do número de espécies presentes e do número de indivíduos de cada espécie.

Quando o índice de diversidade diminui, indica que há competição interespecífica e que o local é menos diversificado, tendendo a dominância de uma determinada espécie, porém quando há um aumento deste índice, há um indicativo de que o local é bastante diversificado, mesmo que o número de indivíduos seja reduzido

Atualmente estão disponíveis uma série de métricas, umas conferindo informações muito simples acerca das comunidades, como o número total de indivíduos ou o número total de espécies, outras que medem a forma como o número total de indivíduos é dividido pelas diferentes espécies, ou seja, os índices de diversidade e equitabilidade, como os índices de diversidade de Shannon-Wiener (Shannon & Weaver, 1963) e de Margalef (Legendre & Legendre, 1976) ou o índice de equitabilidade de Pielou (Pielou, 1966).

Os índices de diversidade escolhidos para analisar foram a riqueza de espécies (S), Margalef (d), índice da equitabilidade (J'), Shannon-Wiener (H') e por último o segundo número de Hill (N2). Para o cálculo desses índices foram utilizados os programas informáticos OMNIDIA 5.3 (Lecointe *et al.*, 1993) e PRIMER 6 (Clarke & Gorley, 2006).

O índice de Shannon-Wiener (H') é dos índices de diversidade mais utilizados (Almeida, 1998; Butcher *et al*, 2003; Reiss & Kröncke, 2005). Tem surgido ao longo dos anos inúmeros índices de diversidade, no entanto, destaca-se o índice Shannon-Wiener. Em 1949 Shannon estabeleceu claramente a fórmula para o índice (citado por Washington 1984):

$$H' = - \sum_{i=1}^s n_i / N \times \log_2 n_i / N$$

s – número de espécies;

$n_i$  – número de indivíduos da espécie i;

N – número total de indivíduos.

O índice de diversidade de Margalef é um índice simples de diversidade, que é uma forma utilizada na ecologia para estimar na variedade da biodiversidade numa determinada comunidade tendo por base a distribuição numérica dos indivíduos das diferentes espécies.



Este índice é calculado através da seguinte fórmula:

$$d = \frac{S - 1}{\log N}$$

S=número de espécies;

N=número total de indivíduos-

A equitatividade é o termo empregado para definir a uniformidade, ou homogeneidade, da distribuição de abundância de espécies numa comunidade. Com efeito, reflete o grau de dominância de espécies. Numa comunidade, a equitatividade será baixa quando há poucas espécies altamente dominantes em meio a um grande número de espécies raras. Se não houver espécies altamente dominantes, a equitatividade será maior.

O índice da equitabilidade de Pielou é derivado do índice de diversidade de Shannon e permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes (Pielou, 1966). O seu valor apresenta uma amplitude de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima). Este índice é calculado através da seguinte expressão:

$$J' = \frac{H'}{H_{\max}}$$

H'=índice de Shannon-Wiener;

H max=ln(S);

S= número total de espécies amostradas.

O Índice de Hill, desenvolvido por Hill (1973), é um índice de equidade que expressa a diversidade em uma escala uniforme. É obtido por meio de uma relação entre o número de espécies abundantes e o número de espécies muito abundantes. Quando todas as espécies numa amostra são igualmente abundantes, o índice de equidade deve assumir o valor máximo e decresce, tendendo a zero, à medida que as abundâncias relativas das espécies divergem dessa igualdade (Moreno, 2001).

O número de Hill utilizado foi o segundo, número 2 de Hill, que dá a medida indicativa da importância da espécie nas amostras.

### 3.6.2-Avaliação da qualidade ecológica

A avaliação de qualidade ecológica dos sistemas aquáticos tem tido nas últimas décadas uma elevada relevância, tanto em estudos científicos, como em trabalhos de monitorização ambiental. Esta crescente importância deve-se, em grande parte, às recentes exigências a nível europeu em termos de avaliação de qualidade ambiental em sistemas aquáticos, que surgiram com a necessidade de implementação da Diretiva Quadro da Água (DQA).

A DQA visa “conservar e melhorar o ambiente aquático na Comunidade”, sendo que os vários Estados-Membros devem procurar alcançar, pelo menos, o objetivo de um bom estado das águas até 2015, através da definição e execução das medidas consideradas necessárias, e manter este estado quando tal se verifique. Assim, o principal objetivo desta Diretiva é estabelecer um enquadramento para a proteção e melhoria, entre outras, das águas superficiais interiores (EU, 2000).

A determinação da qualidade da água baseada em parâmetros físico-químicos é bastante importante para a caracterização do meio aquático, contudo, é incompleta porque é pontual no espaço e no tempo. Os métodos biológicos para avaliação da qualidade da água, complementando os métodos físico-químicos, são capazes de revelar situações de poluição contínua ou intermitente e de integrar as variações ambientais.

As algas unicelulares são os principais produtores primários da maioria dos rios nas regiões temperadas, existindo diversas propostas para a sua utilização na monitorização ambiental (Whitton *et al.*, 1991). As diatomáceas bentónicas são consideradas, por diferentes investigadores, como essenciais na monitorização da qualidade ecológica devido às suas características específicas, nomeadamente: estarem presentes em abundância desde a nascente até à foz do rio, apresentando uma distribuição ubíqua que permite comparações entre diversos *habitats* apesar de algumas espécies e variedades apresentarem uma distribuição restrita (Cox, 1991; Whitton *et al.*, 1991); evidenciaram uma relação clara com a qualidade da água, sendo algumas espécies utilizadas como indicadoras; não dispõem de um ciclo de vida faseado que as ausentaria dos sistemas aquáticos; desenvolverem-se em *habitat* específico, bem definido e facilmente amostrável (Whitton *et al.*, 1991). Complementarmente, possuem parede celular siliciosa, o que evita a deterioração aquando da remoção dos substratos. Presentemente, recorrendo-se às modernas floras disponíveis, é possível proceder a uma identificação e quantificação relativamente rápida, facto que lhes confere uma vantagem acrescida em programas de monitorização (Round, 1991).

As diatomáceas são indicadores excelentes das condições ecológicas dos rios, no entanto, a sua utilização como indicadores da qualidade de água é limitada, em parte, devido à falta de

informação detalhada da auto-ecologia dos *taxa* (Charles *et al.*, 2006). Estes organismos indicadores são sensíveis a vários parâmetros ambientais incluindo luz, condições de humidade, temperatura, velocidade de corrente, salinidade, pH, oxigénio, nutrientes inorgânicos, carbono orgânico e nitrogénio orgânico (Van Dam *et al.*, 1994).

Os índices calculados foram o IPS (índice poluossensibilidade específica), o TDI (índice trófico de diatomáceas) e IBD (índice biológico de diatomáceas). Estes índices foram calculados através do programa OMINIDIA 5.2.

### 3.6.2.1-Índice Poluossensibilidade Específica (IPS)

---

O índice de poluossensibilidade específica - IPS (Cemagref, 1982) deriva diretamente do método de Descy (1979), diferindo dele simplesmente na alteração de certos valores das “sensibilidades específicas” ( $I_i$ ) e de “valores indicadores” ( $V_i$ ). Este índice usa todos os *taxa* presentes nas amostras tendo em conta a sua abundância relativa, a sua sensibilidade à poluição e o seu valor indicador.

O IPS é o índice que incorpora o maior número de *taxa* na sua base de dados e que é normalmente considerado como o índice de referência.

O Índice de Descy proposto em 1979, fundamentado em estudos de análise fatorial em que relacionou os parâmetros físico-químicos com os *taxa* diatomológicos, estabeleceu cinco classes de poluossensibilidade que variam de 1 (para as diatomáceas resistentes) a 5 (para as mais sensíveis). Associa também a cada espécie um valor indicador que varia de 1 (formas mais ubíquas) a 3 (para os *taxa* mais característicos).

Os valores obtidos para o IPS variam de 1 a 5, tendo sido transformados por Descy & Coste (1988) de modo a variarem de 1 até 20 (Descy & Coste, 1988). O Índice de Descy tem a seguinte fórmula:

$$Id = \frac{\sum_{i=1}^n A_i I_i V_i}{\sum_{i=1}^n A_i V_i}$$

em que:

$A_i$  – abundância relativa da espécie  $i$ ;

$I_i$  – “índice de sensibilidade” da espécie  $i$  (varia de 1 a 5)

$V_i$  – “valor indicador” da espécie  $i$  (varia de 1 a 3)

### 3.6.2.2-Índice Biológico Diatómico (IBD)

---

O IBD foi elaborado para aplicação, sobretudo, em águas correntes e pode ser aplicado para: (a) avaliar a qualidade biológica de uma estação bem definida; (b) estudar a evolução temporal da qualidade biológica de uma estação; e (c) verificar a evolução espacial da qualidade biológica de um curso de água e (d) avaliar as consequências de uma perturbação sobre o meio (Prygiel & Coste, 2000).

Para a obtenção deste índice [IBD], é necessário calcular em % a abundância (A) de cada *taxon* emparelhado acumulando os casos dos taxa associados, eliminar os taxa emparelhados que apresentem uma abundância inferior aos valores limiares, calcular de seguida a frequência ponderada da comunidade estudada para cada uma das sete classes da qualidade da água utilizando a seguinte fórmula:

$$F(i) = \frac{\sum_{x=1}^n A_x P_{x(i)} V_x}{\sum_{x=1}^n A_x V_i x}$$

em que:

A<sub>x</sub> – é a abundância do *taxon* emparelhado X expresso em %;

P<sub>x</sub> (i) – é a probabilidade de presença do *taxon* emparelhado X para a classe de qualidade de água;

V<sub>x</sub> – é o valor indicador do *taxon* emparelhado X;

N – é o número de *taxa* emparelhados/retidos após aplicação dos valores limiares.

### 3.6.2.3-O índice trófico de diatomáceas (TDI)

---

O índice trófico de diatomáceas – TDI (Kelly & Whitton 1995), é frequentemente usado como parte do conjunto de técnicas para detetar a eutrofização em rios causada em grande parte por esgotos (Harding & Kelly 1999). Através de um plano de amostragem rigoroso ao longo de 2 a 3 anos, este índice fornece informações estatísticas fiáveis sobre o impacto da introdução de nutrientes no meio aquático. A “performance” do índice foi avaliada em locais acima e abaixo de uma estação de tratamento de esgotos onde a remoção de nutrientes foi considerada. Algumas modificações foram propostas como resultado da avaliação. Isto incluiu alterações na escala de 1 (poucos nutrientes) até 5 (muitos nutrientes) para uma escala de 0 a 100, na remoção de taxa que são predominantemente planctónicos do índice, no ajustamento

da sensibilidade e do valor indicador de alguns *taxa*. Cada *taxon* foi designado de 1 até 5 consoante a sua sensibilidade aos nutrientes, onde o número 1 indica uma baixa sensibilidade a nutrientes e o 5 alta sensibilidade a nutrientes. Os *taxa* são igualmente designados por um valor indicador que varia de 1 a 3, onde 3 é um bom indicador de nutrientes e o 1 é um mau indicador de nutrientes.

O índice TDI é calculado da seguinte forma:

$$TDI = 25 \times (WMS - 1)$$

Onde WMS é “*Weighted Mean Sensitivity*” e é calculado da seguinte forma:

$$WMS = \frac{\sum_{j=1}^n a_j s_j v_j}{\sum_{j=1}^n a_j v_j}$$

$a_j$  - é a abundância da espécie  $j$  na amostra;

$s_j$  - é a sensibilidade à poluição (1 a 5) da espécie;

$v_j$  - é o valor indicador (1 a 3).

Assim, o índice TDI varia de 0 (equivalente a baixas concentrações de nutrientes) e 100 (indicando altas concentrações de nutrientes)

A maioria dos índices bióticos tem escalas diferentes entre si, o que tornava mais complicado a sua compreensão e comparação entre eles. Desta forma uniformizou-se a sua escala para uma pontuação de 1 a 20, utilizando as equações de conversão de Descy & Coste (1990).

Para a interpretação dos valores obtidos nos índices bióticos, os seguintes quadros dão a indicação das classes em que se enquadra cada valor e correspondentemente o seu grau de poluição e qualidade ecológica da água.

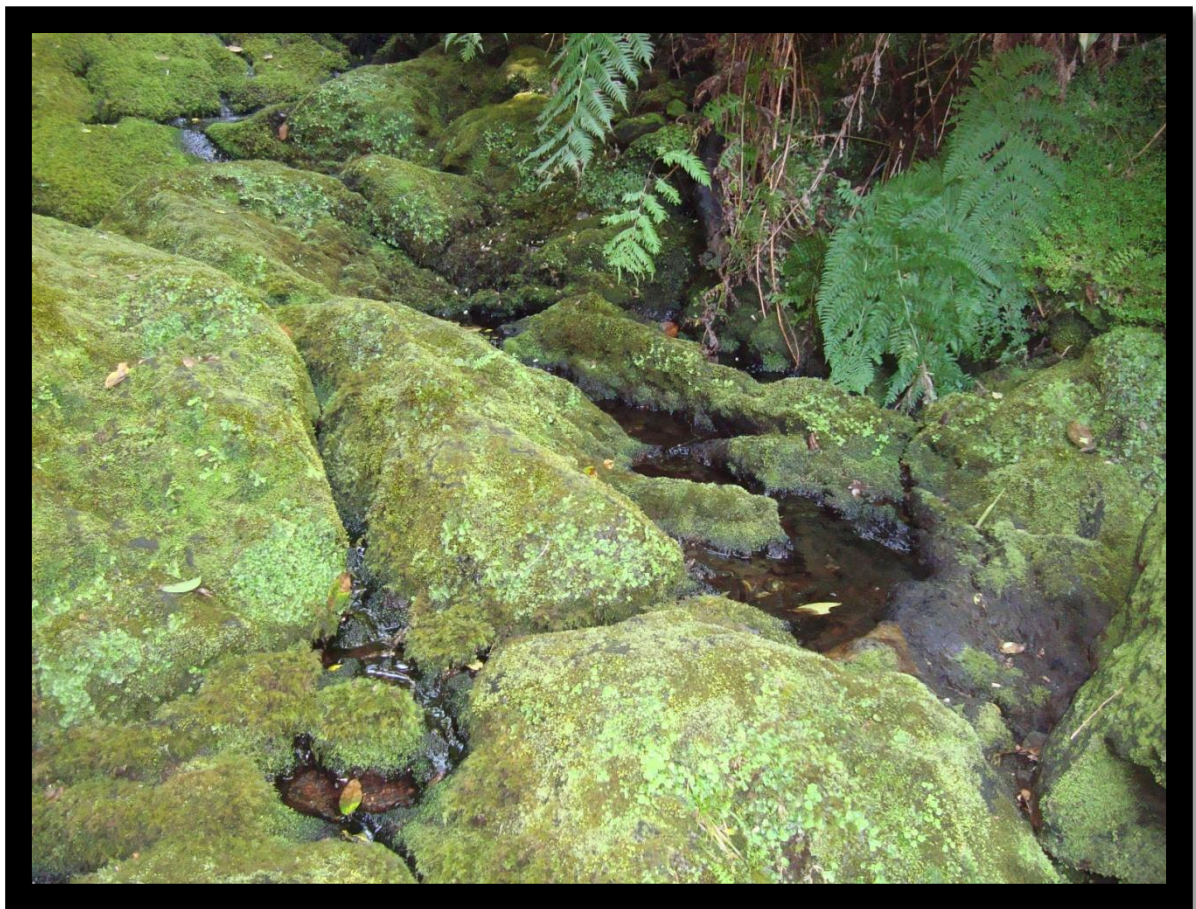
**Quadro 6: Classes dos índices bióticos e correspondente grau de poluição e qualidade ecológica da água.**

Classes	IPS	TDI	IBD	Classes	Poluição	Qualidade ecológica
1	17 a 20	16 a 20	17 a 20	1	nula	excelente
2	13 a 17	13 a 16	13 a 17	2	baixa	boa
3	9 a 13	10 a 13	9 a 13	3	moderada	razoável
4	5 a 9	7 a 10	5 a 9	4	elevada	mediocre
5	1 a 5	1 a 7	1 a 5	5	muito elevada	má

---

## 4-Resultados

---



## 4.1- Uso do solo

A ocupação do uso do solo ao longo das três ribeiras segue um padrão, sendo a montante inseridas em matas naturais e a jusante em áreas urbanizadas.

**Quadro 7: Uso do solo, nas margens direita e esquerda (no canal e após a margem, até uma distância de 50m), nos vários locais de amostragem da Ribeira da Ponte.**

	Uso do solo			
	Margem esquerda		Margem direita	
	Canal	<50 m	Canal	<50 m
RP1	Natural	Natural	Natural	Natural
RP2	Natural	Florestal	Florestal	Pastagem
RP3	Florestal	Florestal	Florestal	Florestal
RP4	Florestal	Florestal	Florestal	Florestal
RP5	Florestal	Pastagem	Pastagem	Pastagem
RP6	Florestal	Pastagem	Pastagem	Pastagem
RP7	Agrícola	Agrícola	Agrícola	Agrícola
RP8	Urbano	Urbano	Agrícola	Agrícola

**Quadro 8: Uso do solo, nas margens direita e esquerda (no canal e após a margem, até uma distância de 50m), nos vários locais de amostragem da Ribeira dos Gatos.**

	Uso do solo			
	Margem esquerda		Margem direita	
	Canal	<50 m	Canal	<50 m
RG1	Natural	Natural	Natural	Natural
RG2	Natural	Natural	Natural	Natural
RG3	Florestal	Florestal	Florestal	Florestal
RG4	Florestal	Florestal	Florestal	Pastagem
RG5	Florestal	Pastagem	Pastagem	Pastagem
RG6	Florestal	Florestal	Pastagem	Pastagem
RG7	Urbano	Urbano	Agrícola	Pastagem

**Quadro 9: Uso do solo, nas margens direita e esquerda (no canal e após a margem, até uma distância de 50m), nos vários locais de amostragem da Ribeira do Além.**

	Uso do solo			
	Margem esquerda		Margem direita	
	Canal	<50 m	Canal	<50 m
RA1	Natural	Natural	Natural	Natural
RA2	Natural	Florestal	Natural	Florestal
RA3	Florestal	Pastagem	Florestal	Pastagem
RA4	Florestal	Pastagem	Pastagem	Pastagem
RA5	Agrícola	Urbano	Agrícola	Agrícola

## 4.2-Parâmetros Físico-químicos

---

O pH é o parâmetro que tem um intervalo de valores menor, ou seja, varia muito pouco ao longo do gradiente altitudinal. Na ribeira da Ponte, o pH tende a decrescer de jusante para montante, sendo a única ribeira em que se verifica essa tendência. Nas outras duas ribeiras o pH varia muito ao longo da altitude, não se verificando nenhuma tendência. O valor mais elevado de pH foi de 7,5 e o menor de 5, sendo respetivamente de jusante e montante. Nas três ribeiras os valores de pH foram sempre mais elevados na segunda colheita.

Os sólidos suspensos totais, por sua vez, mantêm em todas as ribeiras a tendência de decrescer com o aumento da altitude. A ribeira da Ponte é a ribeira que apresenta valores mais baixos de sólidos suspensos totais, e a ribeira do Além a que apresenta valores com maior disparidade entre si. Em relação à diferença entre as duas colheitas, os valores da segunda colheita são, em regra, ligeiramente mais elevados, sendo este o parâmetro que menos variou entre as duas colheitas. Os valores de sólidos suspensos totais variam entre 11ppm a montante (RP1) e 128ppm a jusante (RA5).

O oxigénio dissolvido, contrariamente a todos os outros parâmetros, é o único que varia diretamente com o gradiente altitudinal, isto é, diminui com o decréscimo da altitude. Este facto deve-se à falta de corrente nos pontos a jusante, que associada à acumulação de matéria orgânica, cria condições para o estabelecimento de ambientes quase anóxicos. A ribeira da Ponte é a ribeira em que se verifica a situação mais extrema entre as duas colheitas, em que na primeira colheita os valores eram relativamente elevados e na segunda colheita quase nulos. Este padrão de decréscimo da concentração de oxigénio dissolvido repetiu-se na ribeira do Além, observando-se os valores mais elevados na primeira colheita e os mais baixos na segunda, época com menos água disponível nos locais de amostragem. A ribeira dos Gatos é a única que apresenta na segunda colheita valores mais elevados de oxigénio dissolvido. No geral, os valores de oxigénio dissolvido variam de 0 mg/L a 7,3 mg/L.

Por último, o nitrato, parâmetro que auxilia a uma interpretação de possível poluição das águas, mantém valores muito baixos em todos os pontos, exceto nos pontos RP7 (ribeira da Ponte) e RG7 (ribeira dos Gatos). Ambos estes pontos encontram-se a jusante, sendo águas mais paradas e por outro lado estando inseridos em zonas habitacionais. A ribeira do Além foi a ribeira que não apresentou valores elevados de nitratos. O valor mais elevado registado foi de 4,12 mg NO<sub>3</sub>/L, e o mais baixo foi 0 mg NO<sub>3</sub>/L.

O fosfato apesar de apresentar maioritariamente valores abaixo do limite de quantificação, registaram-se três valores acima deste limite: 0,46 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/L na ribeira da Ponte 4, 0,43 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/L na ribeira da Ponte 7 e 0,36 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/L na ribeira do Além 5, todos na 1ª colheita.



A interpretação das variáveis físico-químicas torna-se difícil devido ao regime torrencial e temporário das ribeiras que dificulta a compreensão da sua variação. Em muitos locais de amostragem não existia escoamento superficial, sendo amostrada água em poças, o que faz com que os resultados sejam muito variáveis. Apesar destes condicionalismos, observaram-se alguns padrões de variação significativos, que confirmam a importância do gradiente altitudinal na variação das características físico-químicas da água das ribeiras açorianas.

O diagrama de componentes principais (PCA) apresentado na Figura 19, elaborado a partir dos resultados das variáveis físico-químicas estudadas [exceto os sólidos suspensos totais que foram removidos por estarem altamente correlacionados com a condutividade ( $r=0,977$ ;  $p<0,001$ )] e da altitude dos locais de amostragem, põe em evidência a importância da altitude.

**Ribeira da Ponte**

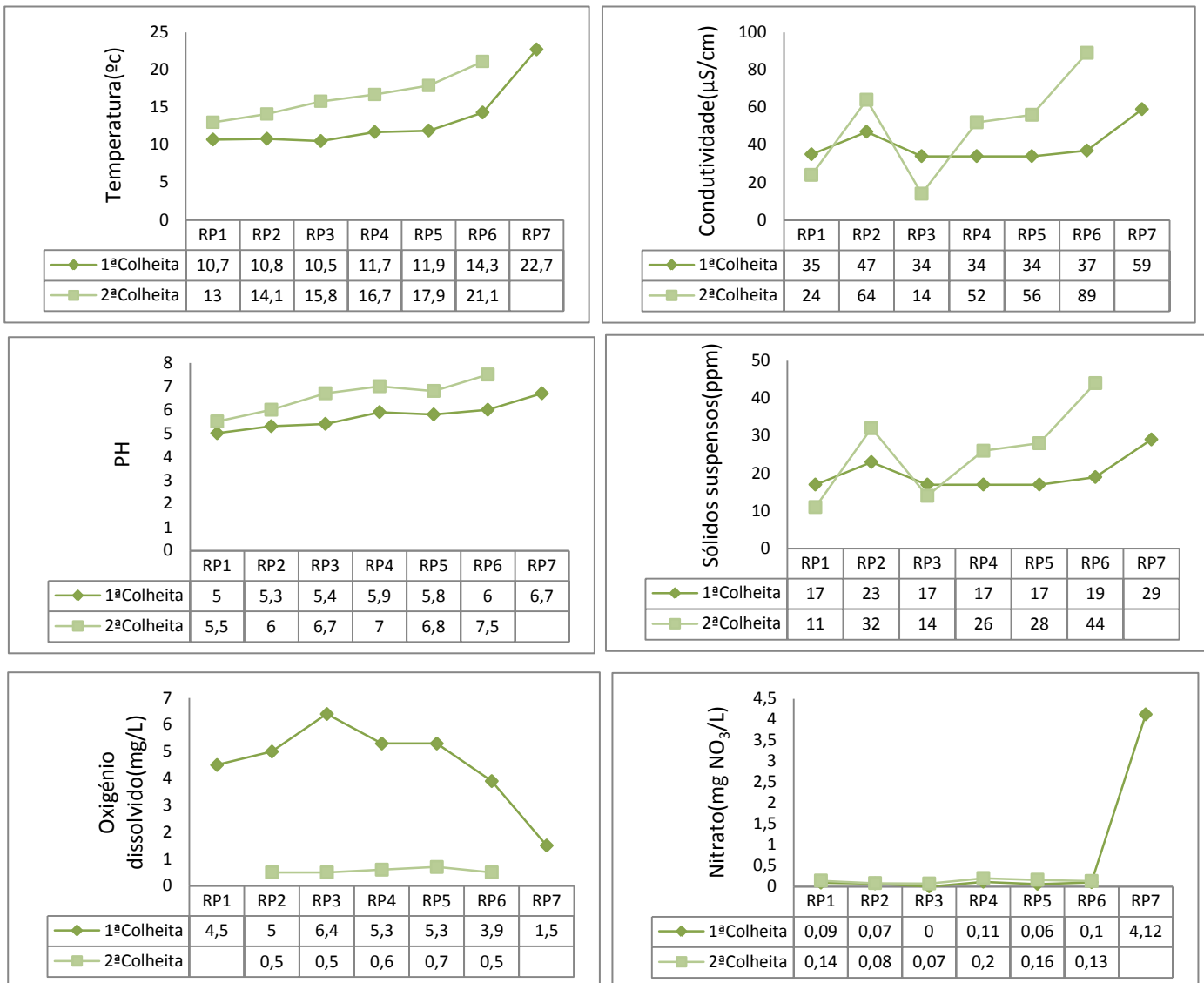


Figura 16: Parâmetros físico-químicos da Ribeira da Ponte em Março (1ª Colheita) e Julho (2ª colheita) de 2012 (temperatura da água, condutividade, pH, sólidos suspensos, oxigênio dissolvido e nitrato).

**Ribeira dos Gatos**

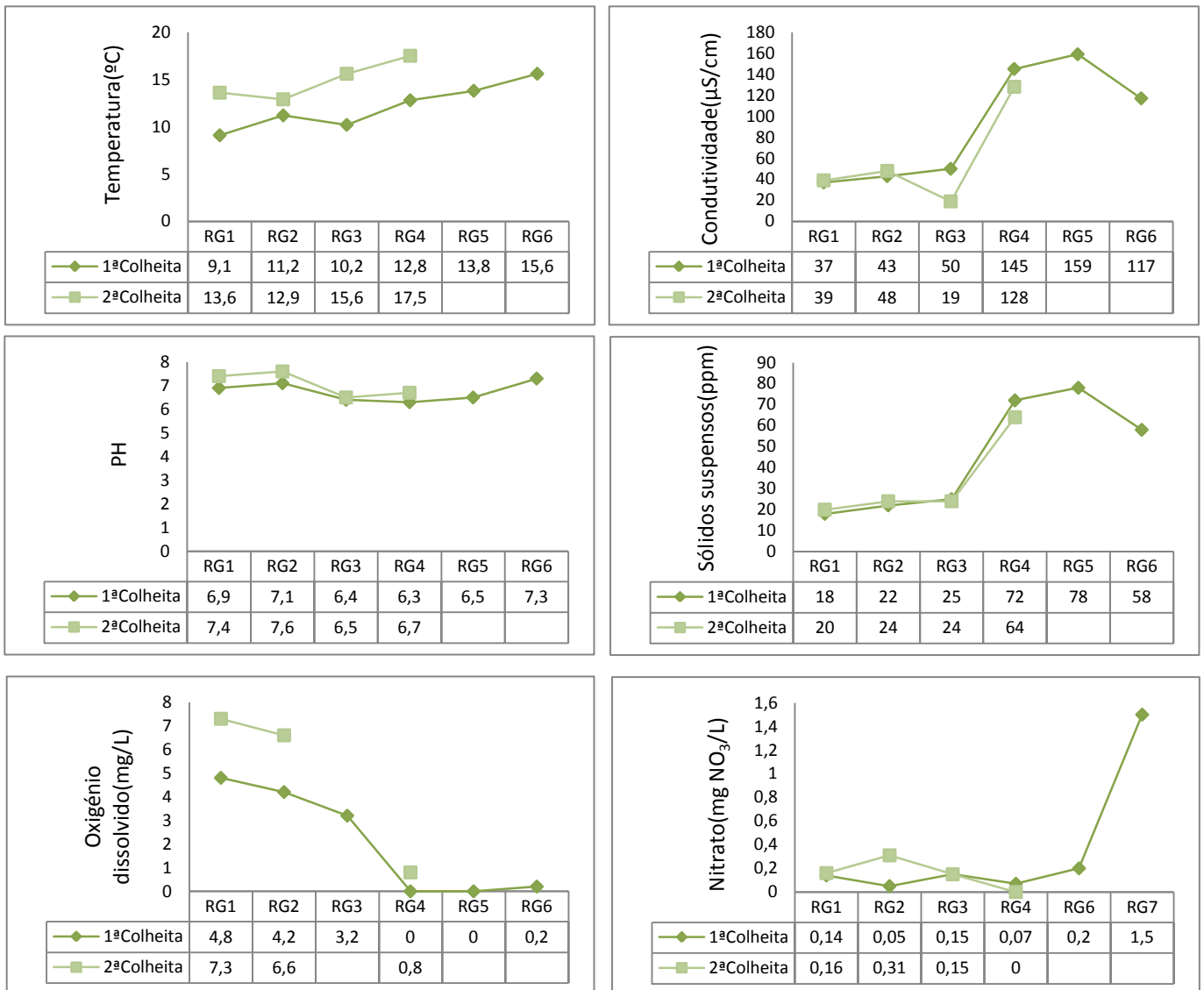


Figura 17: Parâmetros físico-químicos da Ribeira dos Gatos em Março (1ª Colheita) e Julho (2ª colheita) de 2012 (temperatura da água, condutividade, pH, sólidos suspensos, oxigénio dissolvido e nitrato).

Ribeira do Além

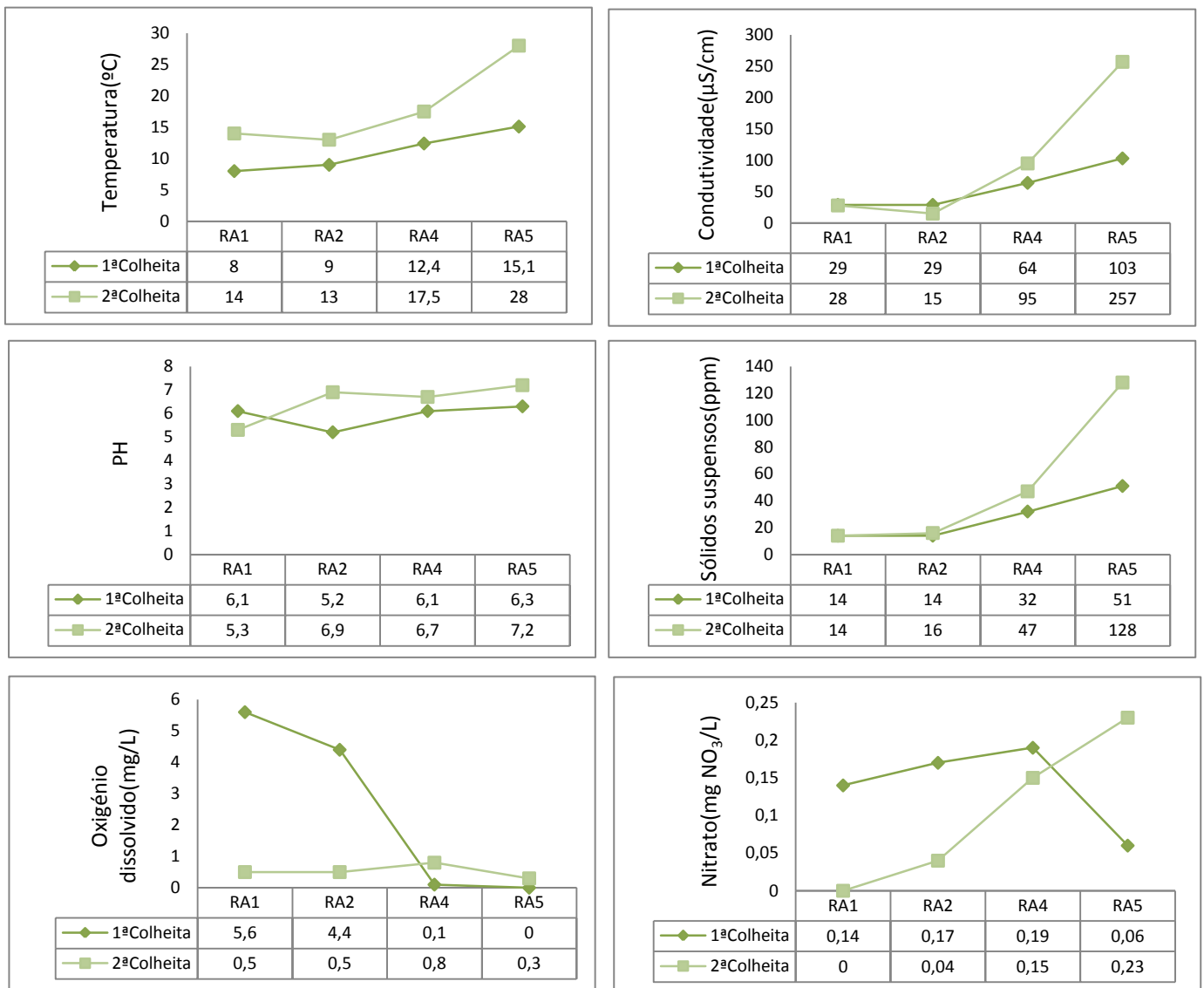


Figura 18: Parâmetros físico-químicos da Ribeira do Além em Março (1ª Colheita) e Julho (2ª colheita) de 2012 (temperatura da água, condutividade, pH, sólidos suspensos, oxigénio dissolvido e nitrato).

Quadro 10: Médias, máximos e mínimos dos parâmetros físico-químicos nas ribeiras estudadas.

Ribeira	Parâmetro físico-químico	Colheita	Média	Máximo	Mínimo
Ribeira da Ponte	PH	Março	5,7±0,6	6,7	5,0
		Julho	6,6±0,7	7,5	5,5
Ribeira dos Gatos	PH	Março	6,8±0,4	7,3	6,3
		Julho	7,1±0,5	7,6	6,5
Ribeira do Além	PH	Março	5,9±0,5	6,3	5,2
		Julho	6,5±0,8	7,2	5,3
Ribeira da Ponte	Condutividade(μs)	Março	40,0±9,6	59,0	34,0
		Julho	49,8±27,3	89,0	14,0
Ribeira dos Gatos	Condutividade(μs)	Março	91,8±55	159,0	37,0
		Julho	58,5±47,9	128,0	19,0
Ribeira do Além	Condutividade(μs)	Março	56,3±35,3	103,0	29,0
		Julho	98,8±111,2	257,0	15,0
Ribeira da Ponte	Sólidos suspensos(ppm)	Março	19,9±4,6	29,0	17,0
		Julho	25,8±12,1	44,0	11,0
Ribeira dos Gatos	Sólidos suspensos(ppm)	Março	45,5±27	78,0	18,0
		Julho	33,0±20,8	64,0	20,0
Ribeira do Além	Sólidos suspensos(ppm)	Março	27,8±17,7	51,0	14,0
		Julho	51,3±53,4	128,0	14,0
Ribeira da Ponte	Oxigénio dissolvido(mg/L)	Março	4,6±1,6	6,4	1,5
		Julho	0,6±0,1	0,7	0,5
Ribeira dos Gatos	Oxigénio dissolvido(mg/L)	Março	2,1±2,3	4,8	0,0
		Julho	4,9±3,6	7,3	0,8
Ribeira do Além	Oxigénio dissolvido(mg/L)	Março	2,5±2,9	5,6	0,0
		Julho	0,5±0,2	0,8	0,3
Ribeira da Ponte	Nitrato(mg NO <sub>3</sub> /L)	Março	0,7±1,5	4,1	0,0
		Julho	0,1±0	0,2	0,1
Ribeira dos Gatos	Nitrato(mg NO <sub>3</sub> /L)	Março	0,4±0,6	1,5	0,1
		Julho	0,2±0,1	0,3	0,0
Ribeira do Além	Nitrato(mg NO <sub>3</sub> /L)	Março	0,1±0,1	0,2	0,1
		Julho	0,1±0,1	0,2	0,0

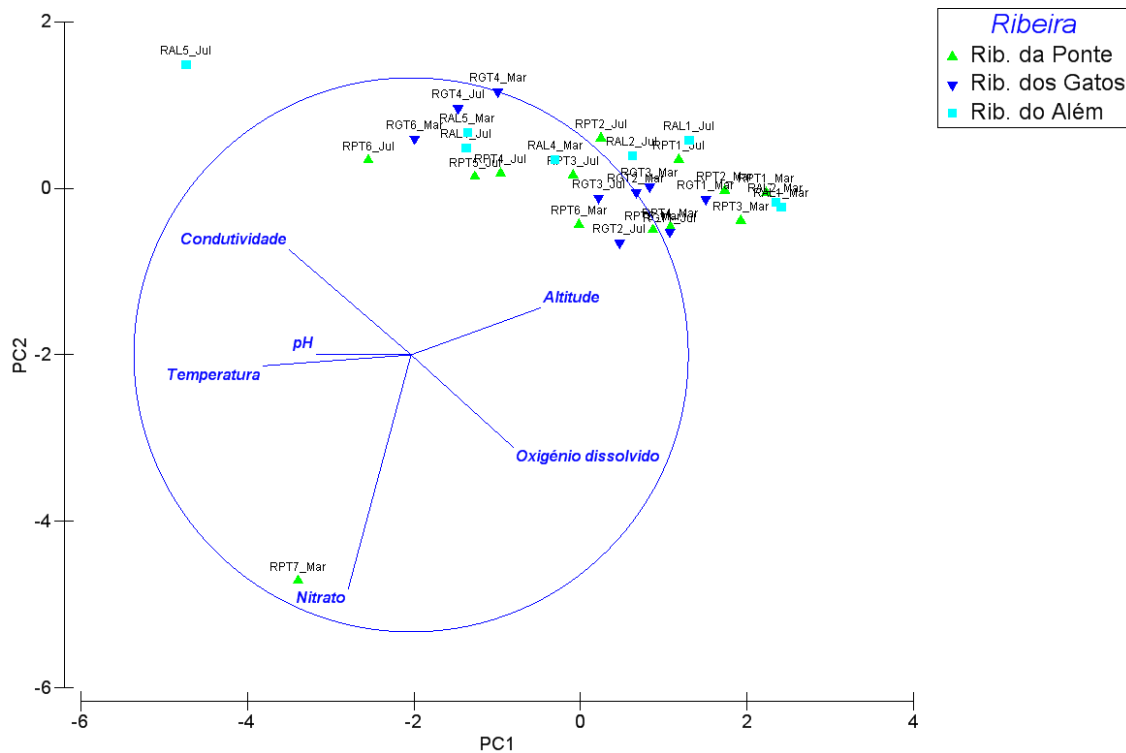


Figura 19: Diagrama resultante da Análise de Componentes Principais dos resultados dos parâmetros físico-químicos da água (temperatura, condutividade, pH, oxigênio dissolvido e nitrato) e da altitude nos locais analisados e nas duas campanhas (Março e Julho).

Na diferenciação físico-química entre os locais de amostragem. O primeiro eixo da PCA, com um valor próprio de 3 e que explica 50% da variação observada, está relacionado com a altitude ( $r=-0,466$ ) e com as variáveis que com ela estão relacionadas (temperatura, condutividade e pH). O segundo eixo da PCA possui um valor próprio de 1,05, explicando 16,7% da variância observada. O principal gradiente patente neste eixo é a trofia, estando a concentração de nitrato altamente correlacionada ( $r=0,845$ ) com este eixo. Enquanto o primeiro eixo separa os locais de amostragem, principalmente, em função da sua altitude, com a diminuição da altitude da esquerda para a direita do diagrama, o segundo eixo separa o ponto 7 da ribeira da Ponte que apresenta os valores mais elevados de nitrato.

Estes resultados vêm confirmar a importância do gradiente altitudinal na diferenciação das características abióticas nas ribeiras açorianas evidenciado em estudos anteriores (Gonçalves *et al.* 2008)

### 4.3-Caracterização das comunidades bentónicas de diatomáceas

---

Na caracterização das comunidades bentónicas de diatomáceas será analisada a sua composição taxonómica e a abundância das espécies, a distribuição geográfica das mesmas e ainda os *taxa* dominantes em função da altitude.

#### 4.3.1-Composição taxonómica

---

Neste trabalho foram analisadas um total de 32 amostras para o estudo das comunidades de diatomáceas bentónicas. Foram identificados 132 *taxa* (espécies e variedades) (Anexo 2). Os *taxa* observados distribuem-se por 43 géneros, como se pode observar no quadro 3. Os géneros *Eunotia* (20 *taxa*), *Navicula* (11 *taxa*), *Pinnularia* (11 *taxa*) e *Nitzschia* (10 *taxa*) foram os mais representados, contribuindo, respetivamente, com 21,5%, 1,53%, 6,69% e 6,8% das valvas observadas. Os géneros *Chamaepinnularia* (6 *taxa*), *Achnanthes* (4 *taxa*), *Fragilaria* (4 *taxa*) e *Gomphonema* (4 *taxa*) também apresentaram um número relativamente elevado de *taxa*, correspondendo respectivamente a 2,22%, 1,11%, 0,1% e 1,27% do total das valvas observadas. Outros géneros contribuíram ainda com uma percentagem de valvas contadas acima da média como *Sellaphora* (12,55%), *Diadlesmis* (6,88%), *Frustulia* (6,12%), *Brachysira* (4,49%), *Tabellaria* (3,39%), *Cavinula* (1,93%), *Gomphonema* (1,27%) e *Mayamaea* (1,13%). Os restantes apresentaram um número de *taxa* igual ou inferior a 3, contribuindo com uma percentagem reduzida no total dos *taxa* observados.

O número de *taxa* em cada amostra variou entre 18 (Ribeira dos Gatos) e 41 (Ribeira da Ponte e Ribeira do Além), a que correspondeu a uma média geral de 30 *taxa* por amostra. Nenhum dos 132 *taxa* esteve presente em todas as amostras e 23 ocorreram em mais de 50% delas, constituindo as diatomáceas mais ubíquas, nomeadamente *Eunotia* sp.1 (93,9%), *Diadlesmis contenta* (90,9%), *Sellaphora minima* (78,8%), *Achnantheidium minutissimum* (78,8%), *Pinnularia perirrorata* (78,8%), *Eunotia implicata* (75,8%), *Brachysira brebissonii* (75,8%), *Eunotia exigua* (75,8%), *Tabellaria flocculosa* (75,8%), *Cavinula lapidosa* (69,7%), *Eunotia mucophila* (69,7%), *Chamaepinnularia mediocris* (66,7%), *Eunotia paludosa* (66,7%), *Eunotia incisa* (63,6%), *Frustulia crassinervia* (60,6%), *Microcostatus krasskei* (57,6%), *Pinnularia subcapitata* (57,6%), *Diadlesmis perpusilla* (57,6%), *Eunotia microcephala* (54,5%), *Encyonema perpusillum* (51,5%), *Frustulia rhomboides* (51,5%), *Caloneis hyalina* (51,5%) e *Surirella linearis* (51,5%). Pelo contrário, um número considerável de *taxa* apresentou uma ocorrência esporádica, nomeadamente 37 *taxa* foram observadas apenas em uma amostra e 15 em duas amostras.

No que se refere à abundância média das espécies nas amostras, *Achnantheidium minutissimum* (17,15%), *Sellaphora minima* (11,29%), *Eunotia* sp.1 (9,63%), *Diadsmis contenta* (5,85%) e *Pinnularia perirrorata* (5,68%) foram as espécies que apresentaram os valores médios mais elevados. Outras espécies, como *Frustulia crassinervia* (4,21%), *Brachysira brebissonii* (3,67%), *Tabellaria flocculosa* (3,41%) e *Eunotia mucophila* (3,21%) também apresentaram uma abundância média significativa.

Para selecionar as espécies mais importantes nas comunidades de diatomáceas bentônicas foram utilizados os valores de N2 calculados para os locais de amostragem, considerando, de um modo simultâneo, a frequência e a abundância de cada espécie. Desta forma selecionaram-se as espécies que apresentaram um N2 superior a 10, um N (número de amostras em que está presente) superior a 15, ou seja, que está presente em mais de 50% das amostras, e uma abundancia máxima superior a 10%.

Com base nos valores de N2 foram selecionadas 12 taxa, *Eunotia* sp.1, *Sellaphora mínima*, *Achnantheidium minutissimum*, *Pinnularia perirrorata*, *Eunotia implicata*, *Diadsmis contenta*, *Chamaepinnularia mediocris*, *Microcostatus krasskei*, *Brachysira brebissonii*, *Eunotia exígua*, *Pinnularia subcapitata* e *Cavinula lapidosa*. Com N superior a 15 e simultaneamente abundancia máxima superior a 10% foram selecionados 12 taxa, 6 dos quais já tinham sido selecionados por N2, ficando assim 6 taxa, *Diadsmis perpusilla*, *Eunotia mucophila*, *Eunotia paludosa*, *Frustulia crassinervia*, *Frustulia rhomboides* e *Tabellaria flocculosa*. Com menos importância, mas selecionados para o estudo das comunidades ao longo do gradiente altitudinal foram selecionadas os taxa apenas com N superior a 15, ou seja, que apareceram em mais de 50% das amostras. Sendo selecionados 7 taxa, *Coloneis Hyalina*, *Chamaepinnularia soehrensii*, *Encyonema perpusillum*, *Eunotia incisa*, *Eunotia microcephala*, *Gomphonema parvulum* e *Surirela linearis*. Por fim foram selecionadas os taxa com abundância máxima superior a 10% sendo representados por *Achnanthes rupestoides*, *Nitzschia gracilis*, *Nitzschia inconspícua*, *Nitzschia palea*, *Nitzschia perminuta* e *Sellaphora seminulum*. Perfazendo assim um total de 31 taxa dominantes.

**Quadro 11:** Lista de géneros observados com a indicação do número de indivíduos observados e a percentagem representativa no total das amostras.

Género	Total de indivíduos observados	Percentagem representativa
<i>Achnanthes</i>	152	1,11%
<i>Achnantheidium</i>	2365	17,30%
<i>Adlafia</i>	38	0,28%
<i>Amphora</i>	13	0,10%



Quadro 11 (Continuação)

Género	Total de indivíduos observados	Percentagem representativa
<i>Aulacoseira</i>	66	0,48%
<i>Brachysira</i>	614	4,49%
<i>Caloneis</i>	119	0,87%
<i>Cavinula</i>	264	1,93%
<i>Chamaepinnularia</i>	304	2,22%
<i>Coconeis</i>	2	0,01%
<i>Cyclotella</i>	2	0,01%
<i>Cymbella</i>	2	0,01%
<i>Denticula</i>	1	0,01%
<i>Diadesmis</i>	941	6,88%
<i>Encyonema</i>	81	0,59%
<i>Eunotia</i>	2938	21,50%
<i>Fistulifera</i>	52	0,38%
<i>Fragilaria</i>	13	0,10%
<i>Frustulia</i>	836	6,12%
<i>Geissleria</i>	4	0,03%
<i>Gomphonema</i>	173	1,27%
<i>Kobayasiella</i>	9	0,07%
<i>Luticola</i>	7	0,05%
<i>Mayamaea</i>	155	1,13%
<i>Melosira</i>	1	0,01%
<i>Microcostatus</i>	69	0,50%
<i>Navicula</i>	209	1,53%
<i>Neidium</i>	2	0,01%
<i>Nitzschia</i>	929	6,80%
<i>Nupela</i>	14	0,10%
<i>Pinnularia</i>	914	6,69%
<i>Placoneis</i>	3	0,02%
<i>Planothidium</i>	32	0,23%
<i>Psammothidium</i>	6	0,04%
<i>Rhopalodia</i>	46	0,34%
<i>Sellaphora</i>	1715	12,55%
<i>Stauroforma</i>	4	0,03%
<i>Stauroneis</i>	29	0,21%
<i>Stenopterobia</i>	1	0,01%
<i>Stephanodiscus</i>	1	0,01%
<i>Surirella</i>	68	0,50%
<i>Tabellaria</i>	463	3,39%

### 4.3.2-Distribuição geográfica

Quanto a distribuição geográfica das comunidades de diatomáceas bentónicas nas três ribeiras, existem 43 taxa que aparecem em todas, *Achnanthes rupestoides*, *Achnanthidium minutissimum*, *Aulacoseira ambígua*, *Brachysira brebissonii*, *Caloneis hyalina*, *Cavinula lapidosa*, *C. variostrata*, *Chamaepinnularia mediocris*, *Ch. soehrensis*, *Ch. submusciola*, *Ch. evanida*, *Chamaepinnularia* sp., *Diademsis contenta*, *D. perpusilla*, *Encyonema perpusillum*, *Eunotia bilunaris*, *E. exigua*, *E. implicata*, *E. incisa*, *E. mucophila*, *E. paludosa*, *Eunotia* sp., *Eunotia* sp.1, *Frustulia rhomboides*, *Gomphonema parvulum*, *Luticola mutica*, *Mayamaea agrestis*, *Microcostatus krasskei*, *Navicula difficillima*, *N. festiva*, *Nitzschia acidoclinata*, *N. brevissima*, *N. inconspicua*, *N. palea*, *N. perminuta*, *Pinnularia subcapitata*, *Sellaphora minima*, *Surirella linearis* e *Tabellaria flocculosa*.

Vinte taxa só ocorrem na Ribeira da Ponte (*Encyonema neogracile*, *Eunotia faba*, *E. tetraodon*, *E. veneris*, *Fragilaria tenera*, *Melosira diekiei*, *Navicula notha*, *N. reichardtiana*, *N. tenelloides*, *Naviculadicta vaucheriae*, *Pinnularia interrupta*, *P. saprofila*, *P. subgibba*, *Pinnularia* sp.1, *Planothidium lanceolata*, *Psammothidium ventrale*, *Stauroforma exiguiformis*, *Stenopterobia delicatissima*, *Stephanodiscus* sp. e *Tabellaria fenestrata*).

Existem 22 taxa que foram encontrados apenas na Ribeira dos Gatos (*Achnanthidium subatomoides*, *Cymbella* sp., *Denticula subtilis*, *Diademsis gálica*, *Eunotia arcus*, *E. diodon*, *E. minor*, *E. steineckii*, *Frustulia vulgaris*, *Geissleria decussis*, *Gomphonema clavatum*, *G. exilissimum*, *Mayamaea permitis*, *Navicula gregaria*, *N. medioconvexa*, *N. modica*, *Navicula* sp, *Nitzschia capitelata*, *Pinnularia decrescens*, *Placoneis elginensis*, *Planothidium frequentissimum* e *P. granum*).

Por fim, na Ribeira do Além, existem apenas 7 taxa exclusivos desta ribeira, (*Eunotia fallax*, *Fragilaria delicatissima*, *Luticola cohnii*, *Neidium ampliatum*, *N. bisulcatum*, *Pinnularia microstauron* e *Sellaphora mutata*).

Segundo a listagem dos organismos terrestres e marinhos dos Açores, para a Ilha Terceira foram observadas 74 taxa novos, (*Achnanthes coarctata*, *A. lutheri*, *A. rupestoides*, *Achnanthidium subatomoides*, *Adlafia minúscula*, *Amphora montana*, *Asterionela formosa*, *Aulacoseira ambígua*, *Caloneis hyalina*, *Cavinula lapidosa*, *Chamaepinnularia soehrensis*, *Ch. submusciola*, *Ch. evanida*, *Denticula subtilis*, *Diademsis galica*, *Diademsis perpusilla*, *Encyonema silisiacum*, *Eunotia bilunaris*, *E. diodon*, *E. fallax*, *E. implicata*, *E. microcephala*, *E. mucophila*, *E. paludosa*, *E. paludosa* var. *trinacria*, *E. steineckii*, *E. subarcuatooides*, *E. sudetica*, *E. tetraodon*, *Fistulifera pelliculosa*, *Fragilaria tenera*, *F. ulna*, *Frustulia creassinervia*, *Geissleria decussis*, *Gomphonema exilissimum*, *Luticola cohnii*, *Mayamaea atomus*, *M. permitis*, *Melosira*

*diekiei*, *Navicula cryptotenella*, *N. difficillima*, *N. festiva*, *N. gregaria*, *N. medioconvexa*, *N. modica*, *N. notha*, *N. obsoleta*, *N. reichardtiana*, *N. subrotundata*, *N. tenelloides*, *Naviculadicta vaucheriae*, *Neidium ampliatus*, *N. bisulcatum*, *Nitzschia acidoclinata*, *N. brevíssima*, *N. inconspicua*, *N. linearis*, *N. perminuta*, *N. terrestres*, *Nupela imperfecta*, *Pinnularia decrescens*, *P. perirrorata*, *P. saprofila*, *P. sinistra*, *Placoneis elginensis*, *Planothidium frequentissimum*, *P. granum*, *Psammothidium ventrale*, *Rhopalodia rupestres*, *Sellaphora mínima*, *S. mutata*, *Stauroneis thermicola* e *Stenopterobia delicatissima*). E para o arquipélago dos Açores existem 10 taxa que são novos, (*Diadesmis gallica*, *Eunotia paludosa* var. *trinacria*, *E. steineckii*, *E. subarcuatoides*, *Gomphonema exilissimum*, *Navicula medioconvexa*, *Nupela imperfecta*, *Pinnularia saprofila*, *Sellaphora mutata*, *Stauroneis thermicola*).

**Quadro 12:** Lista de taxa observados, respetiva distribuição nas três ribeiras estudadas, Ribeira da Ponte (RP), Ribeira dos Gatos (RG) e Ribeira do Além (RA), e indicação das espécies registadas pela primeira vez para a Ilha Terceira (NIT) ou para o arquipélago dos Açores (NAZ).

Taxa	RP	RG	RA	NIT	NAZ
<i>Achnanthes coarctata</i>	x	x		x	
<i>Achnanthes lutheri</i>	x	x		x	
<i>Achnanthes rupestroides</i>	x	x	x	x	
<i>Achnanthes sp</i>	x				
<i>Achnanthidium minutissimum</i>	x	x	x		
<i>Achnanthidium subatomoides</i>		x		x	
<i>Adlafia minuscula</i>		x		x	
<i>Adlafia subminuscula</i>	x	x			
<i>Amphora montana</i>		x	x	x	
<i>Amphora sp</i>	x				
<i>Asterionela formosa</i>		x	x	x	
<i>Aulacoseira ambigua</i>	x	x	x	x	
<i>Aulacoseira distans</i>	x		x		
<i>Brachysira brebissonii</i>	x	x	x		
<i>Brachysira neoexilis</i>	x	x			
<i>Caloneis hyalina</i>	x	x	x	x	
<i>Cavinula lapidosa</i>	x	x	x	x	
<i>Cavinula variostrata</i>	x	x	x		
<i>Chamaepinnularia begerii</i>	x		x		
<i>Chamaepinnularia mediocris</i>	x	x	x		
<i>Chamaepinnularia soehrensii</i>	x	x	x	x	
<i>Chamaepinnularia sp</i>	x	x	x		
<i>Chamaepinnularia submuscolica</i>	x	x	x	x	
<i>Chamaepinnularia evanida</i>	x	x	x	x	
<i>Coconeis plancentula</i>	x				
<i>Cyclotella sp</i>	x		x		
<i>Cymbella sp.</i>		x			

Quadro 12 (Continuação)

<i>Taxa</i>	RP	RG	RA	NIT	NAZ
<i>Denticula subtilis</i>		x		x	
<i>Diadasmus contenta</i>	x	x	x		
<i>Diadasmus gallica</i>		x		x	x
<i>Diadasmus perpusilla</i>	x	x	x	x	
<i>Encyonema neogracile</i>	x				
<i>Encyonema perpusillum</i>	x	x	x		
<i>Encyonema silisiacum</i>	x	x		x	
<i>Eunotia arcus</i>		x			
<i>Eunotia bilunaris</i>	x	x	x	x	
<i>Eunotia diodon</i>		x		x	
<i>Eunotia exigua</i>	x	x	x		
<i>Eunotia faba</i>	x				
<i>Eunotia fallax</i>			x	x	
<i>Eunotia implicata</i>	x	x	x	x	
<i>Eunotia incisa</i>	x	x	x		
<i>Eunotia microcephala</i>	x		x	x	
<i>Eunotia minor</i>		x			
<i>Eunotia mucophila</i>	x	x	x	x	
<i>Eunotia paludosa</i>	x	x	x	x	
<i>Eunotia paludosa var. trinacria</i>	x		x	x	x
<i>Eunotia sp</i>	x	x	x		
<i>Eunotia sp1</i>	x	x	x		
<i>Eunotia steineckii</i>		x		x	x
<i>Eunotia subarcuatoides</i>	x		x	x	x
<i>Eunotia sudetica</i>	x	x		x	
<i>Eunotia tetraodon</i>	x			x	
<i>Eunotia veneris</i>	x				
<i>Fistulifera pelliculosa</i>	x		x	x	
<i>Fragilaria delicatissima</i>			x		
<i>Fragilaria sp</i>	x		x		
<i>Fragilaria tenera</i>	x			x	
<i>Fragilaria ulna</i>	x		x	x	x
<i>Frustulia sp</i>	x		x		
<i>Frustulia creassinervia</i>	x		x	x	
<i>Frustulia rhomboides</i>	x	x	x		
<i>Frustulia vulgaris</i>		x			
<i>Geissleria decussis</i>		x		x	
<i>Gomphonema clavatum</i>		x			
<i>Gomphonema exilissimum</i>		x		x	x
<i>Gomphonema gracile</i>	x		x		
<i>Gomphonema parvulum</i>	x	x	x		
<i>Kobayasiella subtilissima</i>	x		x		
<i>Luticola cohnii</i>			x	x	x

Quadro 12 (Continuação)

<i>Taxa</i>	RP	RG	RA	NIT	NAZ
<i>Luticola mutica</i>	x	x	x		
<i>Mayamaea agrestis</i>	x	x	x		
<i>Mayamaea atomus</i>		x	x	x	
<i>Mayamaea perinitis</i>		x		x	
<i>Melosira diekiei</i>	x			x	
<i>Microcostatus krasskei</i>	x	x	x		
<i>Navicula cryptocephala</i>	x	x			
<i>Navicula cryptotenella</i>	x		x	x	
<i>Navicula difficillima</i>	x	x	x	x	
<i>Navicula festiva</i>	x	x	x	x	
<i>Navicula gregaria</i>		x		x	
<i>Navicula medioconvexa</i>		x		x	x
<i>Navicula modica</i>		x		x	
<i>Navicula notha</i>	x			x	
<i>Navicula obsoleta</i>	x	x		x	
<i>Navicula reichardtiana</i>	x			x	
<i>Navicula sp</i>		x			
<i>Navicula subrotundata</i>	x	x		x	
<i>Navicula tenelloides</i>	x			x	
<i>Navicula veneta</i>		x	x		
<i>Naviculadicta vaucheriae</i>	x			x	
<i>Neidium ampliatum</i>			x	x	
<i>Neidium bisulcatum</i>			x	x	
<i>Nitzschia acidoclinata</i>	x	x	x	x	
<i>Nitzschia brevissima</i>	x	x	x	x	
<i>Nitzschia capitellata</i>		x			
<i>Nitzschia gracilis</i>	x	x			
<i>Nitzschia inconspicua</i>	x	x	x	x	
<i>Nitzschia linearis</i>	x	x		x	
<i>Nitzschia palea</i>	x	x	x		
<i>Nitzschia perminuta</i>	x	x	x	x	
<i>Nitzschia sp</i>		x	x		
<i>Nitzschia terrestris</i>	x	x		x	
<i>Nupela imperfecta</i>		x	x	x	x
<i>Pinnularia borealis</i>	x		x		
<i>Pinnularia decrescens</i>		x		x	
<i>Pinnularia interrupta</i>	x				
<i>Pinnularia maior</i>	x	x			
<i>Pinnularia microstauron</i>			x		
<i>Pinnularia perirrorata</i>	x	x	x	x	
<i>Pinnularia saprophila</i>	x			x	x
<i>Pinnularia sinistra</i>	x		x	x	
<i>Pinnularia sp1</i>	x				

Quadro 12 (Continuação)

Taxa	RP	RG	RA	NIT	NAZ
<i>Pinnularia subcapitata</i>	x	x	x		
<i>Pinnularia subgibba</i>	x				
<i>Placoneis elginensis</i>		x		x	
<i>Planothidium frequentissimum</i>		x		x	
<i>Planothidium granum</i>		x		x	
<i>Planothidium lanceolata</i>	x				
<i>Psammothidium exiguum</i>		x	x		
<i>Psammothidium ventrale</i>	x			x	
<i>Rhopalodia rupestris</i>		x	x	x	
<i>Sellaphora minima</i>	x	x	x	x	
<i>Sellaphora mutata</i>			x	x	x
<i>Sellaphora seminulum</i>		x	x		
<i>Stauroforma exiguiformis</i>	x				
<i>Stauroneis termicola</i>		x	x	x	x
<i>Stenopterobia delicatissima</i>	x			x	
<i>Stephanodiscus sp</i>	x				
<i>Surirella linearis</i>	x	x	x		
<i>Tabellaria fenestrata</i>	x				
<i>Tabellaria flocculosa</i>	x	x	x		

### 4.3.3-Índices de diversidade

No Quadro 13 apresentam-se os resultados obtidos para quatro índices descritores das comunidades de diatomáceas bentónicas nas Ribeiras estudadas, nomeadamente o índice de riqueza taxonómica (S), o índice de diversidade de Margalef (d), o índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') e o índice de equitabilidade de Pielou's (J').

Quadro 13: Valores dos índices de riqueza taxonómica, Margalef, equitabilidade de Pielou's e Shannon-Weaver em todas as amostras.

RP Março	S	d	J'	H'
RP1	28	4,45	0,69	2,28
RP2	29	4,63	0,77	2,59
RP3	33	5,27	0,76	2,65
RP4	31	4,92	0,78	2,66
RP5	41	6,64	0,79	2,94
RP6	38	6,11	0,8	2,89
RP7	40	6,42	0,81	2,99
Média	34,3±5,35	5,5±0,89	0,8±0,04	2,7±0,25
Máximo	41	6,6	0,8	3
Mínimo	28	4,5	0,7	2,3

Quadro 13 (Continuação)

<b>RG Março</b>	<b>S</b>	<b>d</b>	<b>J'</b>	<b>H'</b>
RG1	31	4,96	0,69	2,36
RG2	32	5,08	0,62	2,15
RG3	27	4,27	0,64	2,13
RG4	18	2,82	0,62	1,79
RG6	27	4,29	0,75	2,46
RG7	30	4,79	0,75	2,55
Média	27,5±5,09	4,4±0,83	0,7±0,06	2,2±0,28
Máximo	32	5,1	0,8	2,6
Mínimo	18	2,8	0,6	1,8
<b>RA Março</b>	<b>S</b>	<b>d</b>	<b>J'</b>	<b>H'</b>
RA1	31	4,95	0,79	2,71
RA2	28	4,45	0,78	2,58
RA4	27	4,29	0,59	1,96
RA5	41	6,61	0,76	2,83
Média	31,8±6,40	5,1±1,06	0,7±0,09	2,5±0,39
Máximo	41	6,6	0,8	2,8
Mínimo	27	4,3	0,6	2
<b>RP Julho</b>	<b>S</b>	<b>d</b>	<b>J'</b>	<b>H'</b>
RP1	29	4,62	0,81	2,73
RP2	29	4,61	0,76	2,55
RP3	36	5,8	0,65	2,34
RP4	41	6,63	0,8	2,96
RP5	31	4,97	0,68	2,33
RP6	39	6,31	0,78	2,85
Média	34,2±5,23	5,5±0,88	0,7±0,07	2,60,26
Máximo	41	6,6	0,8	3
Mínimo	29	4,6	0,7	2,3
<b>RG Julho</b>	<b>S</b>	<b>d</b>	<b>J'</b>	<b>H'</b>
RG1	24	3,78	0,67	2,14
RG2	28	4,44	0,64	2,13
RG3	20	3,13	0,67	2,01
RG4	23	3,64	0,7	2,19
RG6	29	4,64	0,74	2,49
Média	24,8±3,7	3,9±0,61	0,7±0,04	2,2±0,18
Máximo	29	4,6	0,7	2,5
Mínimo	20	3,1	0,6	2

Quadro 13 (Continuação)

RA Julho	S	d	J'	H'
RA1	28	4,46	0,79	2,64
RA2	21	3,31	0,73	2,22
RA4	26	4,11	0,64	2,1
RA5	33	5,32	0,69	2,42
Média	27±4,97	4,3±0,83	0,7±0,06	2,3±0,24
Máximo	33	5,3	0,8	2,6
Mínimo	21	3,3	0,6	2,1

O valor médio do índice de riqueza taxonómica (S) no conjunto das ribeiras estudadas foi 30,28 (aproximadamente 30 taxa por amostra). O valor médio deste índice para cada ribeira foi de 34,2 para a ribeira da Ponte, de 26,3 para a ribeira dos Gatos e de 29,4 para a ribeira do Além. Os valores mais elevados deste índice para cada ribeira registaram-se na ribeira da Ponte 4 em Julho e 5 em Março (41), na ribeira dos Gatos 7 em Março (30) e na ribeira do Além 5 em Março (41).

Nos índices de diversidade, Margalef e Shannon-Weaver, os seus valores médios são respetivamente de 4,84 e 2,46. Sendo o valor médio em cada ribeira de 5,5 e 2,7 para a ribeira da Ponte, 4,2 e 2,2 para a ribeira dos Gatos e 4,7 e 2,4 para a ribeira do Além. No índice de Margalef os valores mais elevados em cada ribeira foram de 6,64 na ribeira da Ponte 5 em Março, de 5,08 na ribeira dos Gatos 2 em Março e de 6,61 na ribeira do Além 5 em Março. Por outro lado o índice de Shannon-Weaver apresentou os seus valores mais elevados em cada ribeira na ribeira da Ponte 7 em Março (2,99), na ribeira dos Gatos 7 em Março (2,55) e na ribeira do Além 5 em Março (2,83). Segundo o índice de Shannon-Weaver, os valores mais elevados de diversidade encontram-se nos pontos mais a jusante de todas as ribeiras, e ambos no mês de Março.

Por fim o índice de equitabilidade de Pielou's apresenta um valor médio de 0,72. Os valores médios em cada ribeira do mesmo índice são de ribeira da Ponte (0,8), ribeira dos Gatos (0,7) e ribeira do Além (0,7). O valores mais elevado de equitabilidade na ribeira da Ponte foi de 0,81 para a ribeira da Ponte 7 em Março e 1 em Julho, na ribeira dos Gatos foi de 0,75 para a ribeira dos Gatos 6 e 7 em Março e para a ribeira do Além foi de 0,79 para a Ribeira do Além 1 em Março e Julho.

A ribeira da Ponte foi a ribeira que apresentou os valores mais elevados em todos os índices.



#### 4.3.4-Variação altitudinal dos taxa dominantes

Como foi explicado anteriormente os taxa dominantes foram escolhidos com base em três parâmetros/índices, respetivamente, o número de amostras presentes (N), a abundancia máxima (MAX) e o N2 de Hill (N2).

Numa primeira análise, e com mais pormenor, irão ser estudados os taxa que apresentam simultaneamente  $N > 15$  e  $MAX > 10$ , e com  $N2 > 10$ . Estes taxa serão estudados por ribeira e no final por altura em todas as ribeiras para uma melhor compreensão da interação entre elas.

De seguida serão estudados os taxa que tenham um  $N > 15$  e um  $N2 > 10$ , e por fim os taxa com  $MAX > 15$ , que se revelam importantes para alguns pontos mais a jusante.

##### **Ribeira da Ponte**

O taxon *Achnanthydium minutissimum* apresenta o seu valor máximo no ponto 2 (20,4%) e o seu mínimo no ponto 4 (3,4%). Este taxa esta presente em todas as amostras desta ribeira exceto nas duas amostras referentes ao ponto de altitude máxima, ribeira da Ponte 1. Na primeira colheita o valor foi sempre superior exceto nos pontos 2 e 5 que a colheita de julho foi superior. Os dois pontos com mais abundancia relativa nas duas colheitas foram respetivamente o 2 e o 5 (Figura 20).

O taxon *Brachysira brebissonii* apresenta o seu valor máximo e mínimo no ponto 2, sendo estes de 17,2% e 0,5% respetivamente. Pode-se encontrar este taxa ao longo de toda a ribeira exceto no ponto mais a jusante. Os valores da segunda colheita, em Julho, foram sempre superiores aos de Março exceto no ponto 4. O ponto que se encontra as maiores abundâncias relativas por amostra é o ponto dois (Figura 21).

O taxon *Diademesis contenta* esta representado em todas as amostras desta ribeira, sendo o seu valor máximo 19,4% no ponto 6 e o seu valor mínimo de 0,5% no ponto 2. A distribuição entre as duas colheitas não segue nenhuma tendência, sendo algumas mais elevada na primeira e outras na segunda. Este taxon aparece em maior número nos pontos mais a jusante (Figura 22).

A distribuição do taxon *Diademesis perpusilla* ao longo da ribeira é dispersa, aparecendo no ponto 1, 4, 5 e 6 e em valores de abundância relativa muito baixos. Sendo o seu valor mais alto de 0,9% no ponto 1 e mais baixa de 0,2% no ponto 4. Apesar dos valores baixos a segunda colheita apresentou sempre valores mais elevados (Figura 23).

O taxon *Eunotia mucophila* encontra-se distribuído pela ribeira toda com exceção do ponto mais a jusante. A sua distribuição tende a decrescer ao longo da altitude, apresentando o seu valor mais elevado no ponto 1 (18,4%) e o seu valor mais baixo no ponto 5 (0,7%). Na

primeira colheita registou-se sempre valores mais elevados, e em alguns dos casos com diferenças muito significativas (Figura 24).

O *taxon Eunotia paludosa* aparece maioritariamente nos pontos a montante, não aparecendo nos pontos 6 e 7, nem na segunda colheita dos pontos 4 e 5. O valor mais elevado de abundância relativa registou-se no ponto 2 (6,6%) e o menor valor no ponto 3 (1%). Este *taxon* é mais abundante na primeira colheita (Figura 25).

O *taxon* mais abundante em todas as amostras foi o *Eunotia* sp.1, estando presente em todas elas e em valores relativamente elevados. O valor mais elevado de abundância relativa é de 23,4% no ponto 3 e o valor menor de 0,7% no ponto 6. Apresenta uma diferença grande entre a primeira e segunda colheita, sendo a primeira com valores mais elevados. Os pontos a montante apresentam valores elevados decrescendo a jusante (Figura 26).

O *taxon Frustulia crassinervia* está presente em todos os pontos da ribeira mas com maior representatividade no ponto 1. A abundância relativa decresce ao longo do gradiente altitudinal, sendo muito elevada a montante. O valor mais elevado de abundância relativa é de 27,2% no ponto 1 e o menor valor de 0,7% nos pontos 6 e 7. Quanto à distribuição por colheitas neste *taxon* não se evidencia nenhuma tendência (Figura 27).

O *taxon Frustulia rhomboides* está presente em todos os pontos da ribeira, em alguns apenas numa colheita, mas com maior representatividade no ponto 1. Ao longo da ribeira este *taxon* vai diminuindo a sua abundância relativa apresentando o seu menor valor no ponto mais a jusante de 0,5% e o seu maior valor de 10,3% no ponto de maior altitude (Figura 28).

Ao longo de toda a ribeira o *taxon Pinnularia perirrorata* está presente, sendo com valores menores a montante crescendo até ao ponto 5 e decrescendo no ponto 6 e 7. O valor mais elevado de abundância relativa é de 18,4% no ponto 5, e o menor de 1,2% no ponto 1. Os valores de abundância são maioritariamente mais elevados na primeira colheita (Figura 29).

O *taxon Sellaphora minima* está distribuído ao longo de toda a ribeira exceto no ponto 1, à altitude mais elevada. Apresenta uma tendência crescente ao longo do gradiente altitudinal, de montante para jusante, registando o seu valor máximo no ponto 5 de 34,7% e o valor mínimo no ponto 3 de 1,4%. Na segunda colheita, em Julho, os valores foram superiores aos da primeira colheita (Figura 30).

O *taxon Tabellaria flocculosa* está presente em todas as amostras da ribeira, sendo que, nos pontos 1 e 2 somente na segunda colheita e com uma abundância relativa pequena. Os valores de abundância relativa são relativamente equilibrados ao longo da ribeira aparecendo um valor no ponto 3 de 40,2% (máximo) que se distancia de todos os outros. No ponto 1 regista-se o valor mínimo de 1,2% (Figura 31).

Por fim, nesta ribeira, os taxa com maior representatividade são *Achnanthydium minutissimum*, *Brachysira brebissonii*, *Eunotia* sp.1 e *Pinnularia perirrorata*.

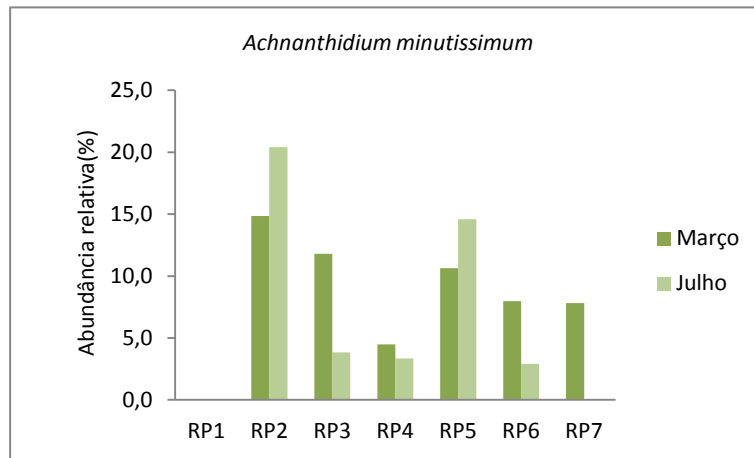


Figura 20: Abundância relativa de *Achnanthydium minutissimum* ao longo da altitude na Ribeira da Ponte.

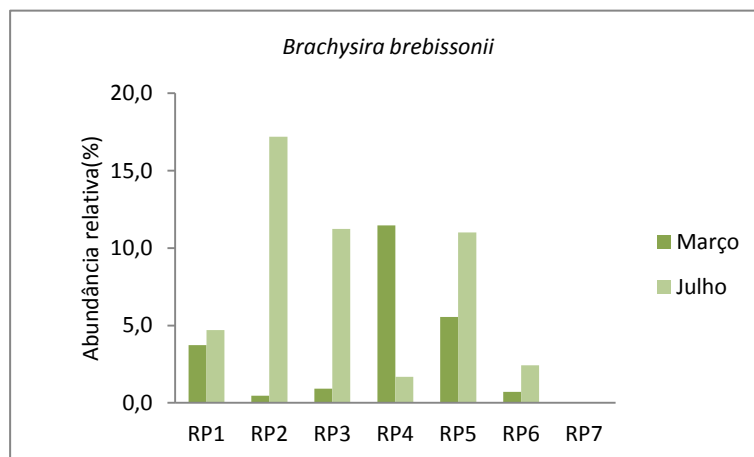


Figura 21: Abundância relativa de *Brachysira brebissonii* ao longo da altitude na Ribeira da Ponte.

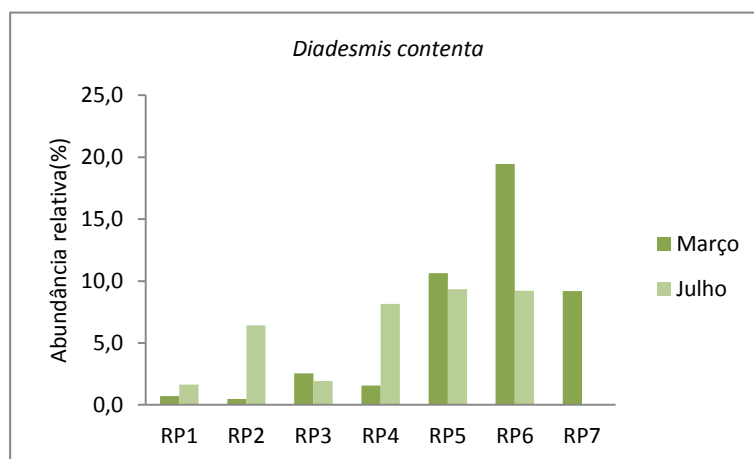


Figura 22: Abundância relativa de *Diadesmis contenta* ao longo da altitude na Ribeira da Ponte.

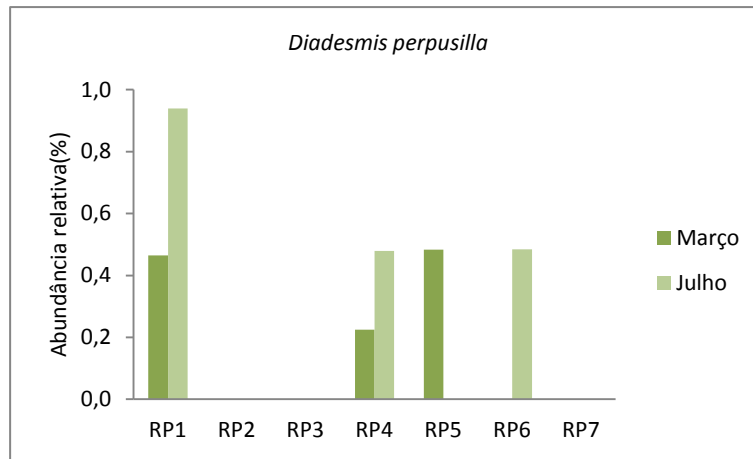


Figura 23: Abundância relativa de *Diademsis perpusilla* ao longo da altitude na Ribeira da Ponte.

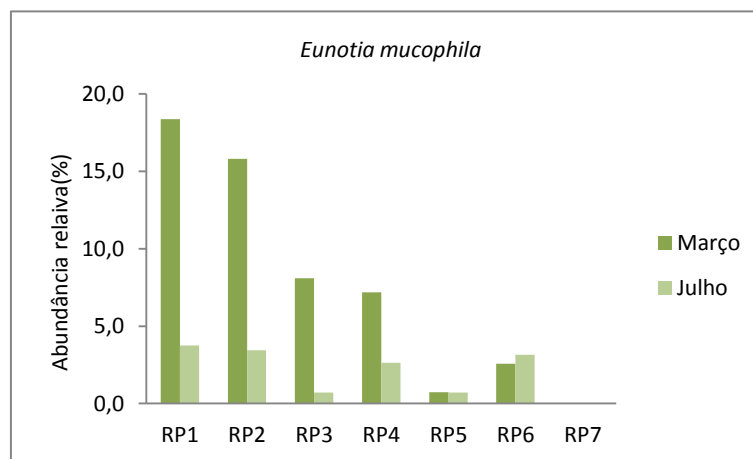


Figura 24: Abundância relativa de *Eunotia mucophila* ao longo da altitude na Ribeira da Ponte.

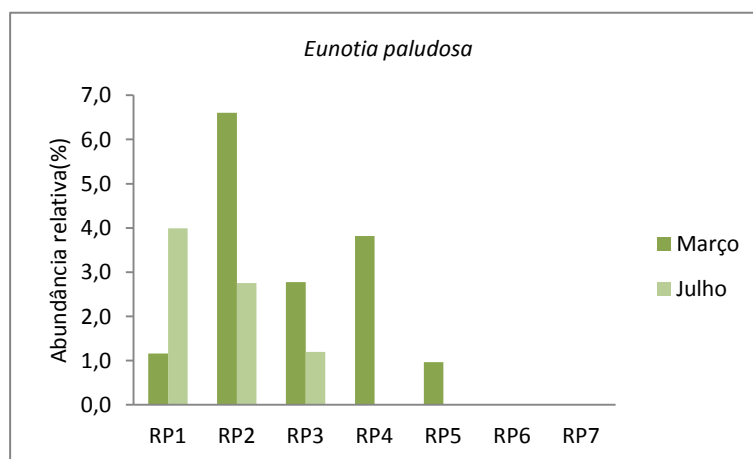


Figura 25: Abundância relativa de *Eunotia paludosa* ao longo da altitude na Ribeira da Ponte.

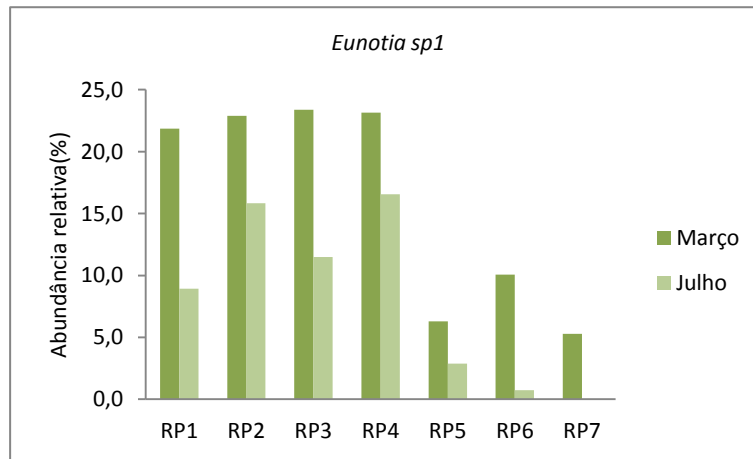


Figura 26: Abundância relativa de *Eunotia sp1* ao longo da altitude na Ribeira da Ponte.

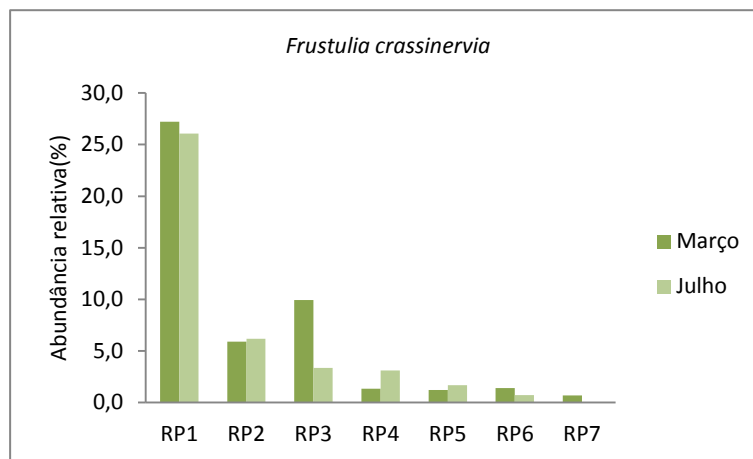


Figura 27: Abundância relativa de *Frustulia crassinervia* ao longo da altitude na Ribeira da Ponte.

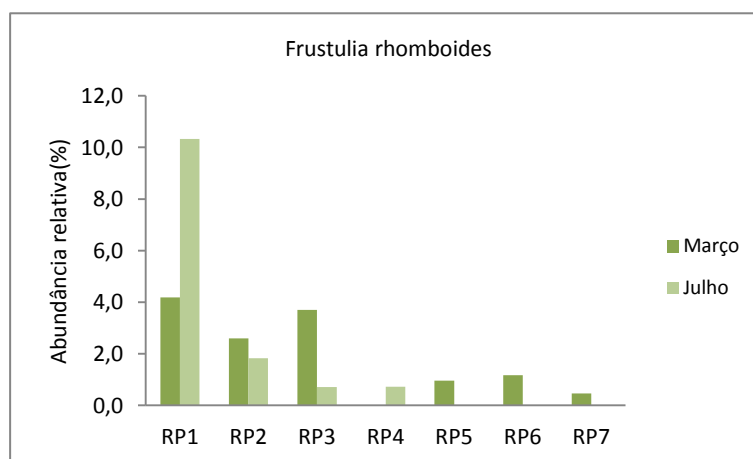


Figura 28: Abundância relativa de *Frustulia rhomboides* ao longo da altitude na Ribeira da Ponte.

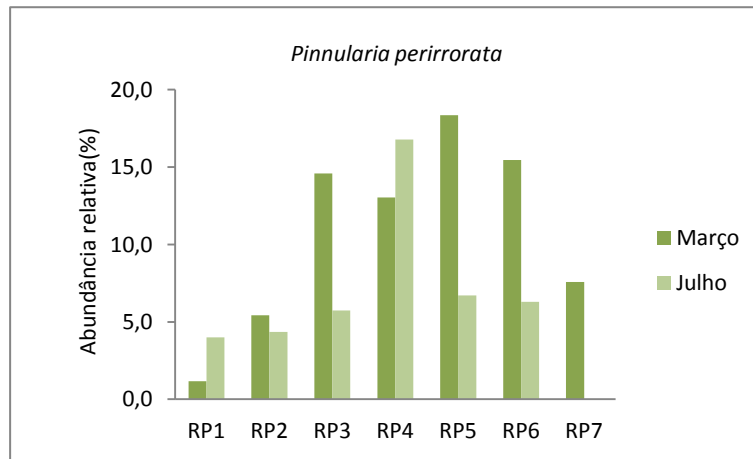


Figura 29: Abundância relativa de *Pinnularia perirrorata* ao longo da altitude na Ribeira da Ponte.

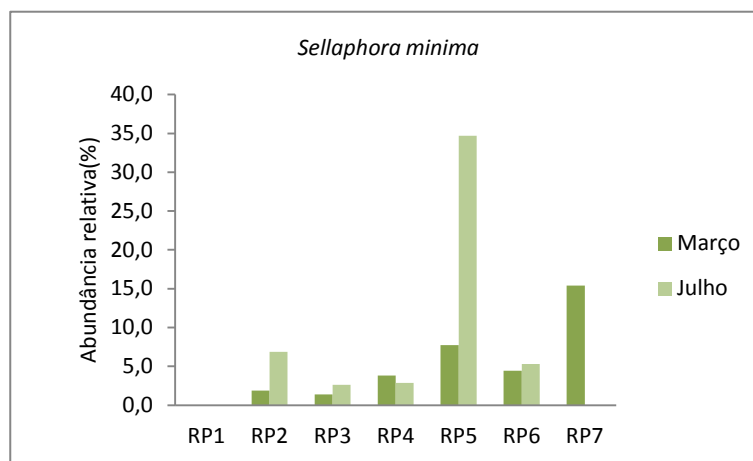


Figura 30: Abundância relativa de *Sellaphora minima* ao longo da altitude na Ribeira da Ponte.

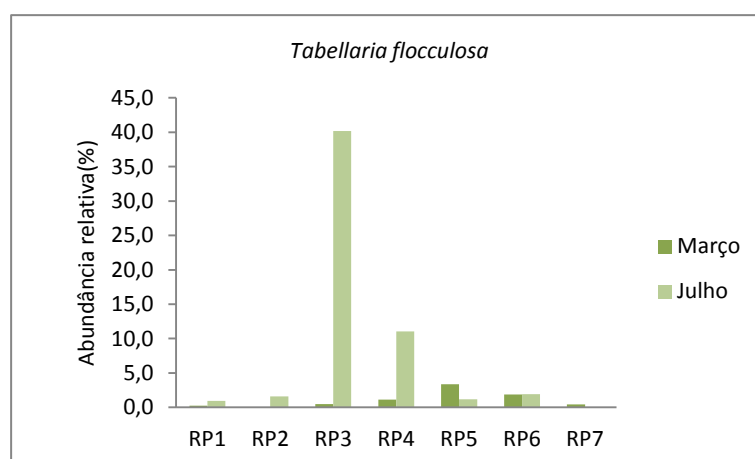


Figura 31: Abundância relativa de *Tabellaria flocculosa* ao longo da altitude na Ribeira da Ponte.

### **Ribeira dos Gatos**

Na Ribeira dos Gatos o *taxon Achnanthidium minutissimum* encontra-se presente em todas as amostras ou pontos de amostragem efetuados e com abundâncias relativas muito elevadas. A sua distribuição ao longo da ribeira tem uma variação muito grande sendo sempre registados valores de abundância relativa elevados em ambas as colheitas. O ponto com o valor máximo de 50,3% foi o ponto 2 e o valor mínimo no ponto 1 de 6,6% (Figura 32).

O *taxon Brachysira brebissonii* só se encontra presente nos pontos a montante, respetivamente o ponto 1, 2 e 3. Atinge o seu valor máximo de abundância relativa no ponto 2 com 13,9% e o valor mínimo no ponto 3 com 0,2%. O seu valor tende a decrescer ao longo do gradiente altitudinal, de montante para jusante (Figura 33).

Quanto ao *taxon Diadismis contenta* verifica-se a sua presença ao longo de todos os pontos de amostragem da ribeira com uma tendência a verificar-se um aumento da abundância relativa até ao seu ponto intermédio, ponto 4, e seguido duma diminuição até à foz. O valor máximo de abundância relativa é de 8% no ponto 3 e o mínimo de 0,5% no ponto 1. Ambas as colheitas, Março e Julho, encontram-se relativamente equilibradas exceto no ponto 1 e 3 que existem valores mais elevados (Figura 34).

O *taxon Diadismis perpusilla* encontra-se distribuído ao longo da ribeira exceto no ponto mais a jusante, ponto 7. A sua distribuição segue a mesma regra que o *taxon* anterior, crescendo até ao ponto quatro, e decrescendo de seguida no ponto 6, de montante para jusante. O ponto que registou o valor máximo de abundância relativa foi o ponto 4 com 16,5% e os pontos com o valor mínimo de 0,5% foram o 1,3 e 6. Os valores de abundância relativa foram sempre superiores na 1ª colheita (Figura 35).

Apenas a montante o *taxon Eunotia mucophila* se encontra presente. A abundância relativa deste *taxon* é relativamente pequena nesta ribeira, atingindo o seu valor máximo no ponto 1 com 4,5% e o seu valor mínimo no ponto 2 com 0,2%. O ponto 1 em ambas as colheitas apresenta a maior abundância relativa em relação aos outros (Figura 36).

O *taxon Eunotia paludosa* está distribuído ao longo de toda a ribeira mas apenas numa das colheitas por ponto, exceto no primeiro ponto que se registou em ambas as colheitas. A abundância relativa observada é muito baixa a não ser no ponto 1 na 2ª colheita que regista um valor máximo de 29,9%. O valor mínimo regista-se no ponto 4 de 0,2% (Figura 37).

O *taxon Eunotia* sp.1 encontra-se distribuído ao longo de toda a ribeira com a exceção do ponto 7, a jusante. O ponto 1 regista o maior valor de abundância relativa de 10,3%, sendo muito superior aos restantes valores, e o menor valor observado foi de 0,2 no ponto 6 em ambas as colheitas (Figura 38).

O *taxon Frustulia rhomboides* apenas está presente num dos pontos da ribeira, no ponto 4, e com uma abundância relativa muito baixa de 0,2% (Figura 39).

Quanto ao *taxon Pinnularia perirrorata* só é observado nos pontos a montante, 1, 2 e 3, não sendo observado a jusante. A sua abundância relativa é sempre relativamente baixa e regista o seu valor máximo no ponto 1 com 3,4% e o seu valor mínimo no ponto 3 com 0,5%. Nesses três pontos verifica-se a tendência decrescente da abundância relativa ao longo do gradiente altitudinal, de montante para jusante. Os valores da segunda colheita foram sempre superiores aos da primeira (Figura 40).

O *taxon Sellaphora minima* está distribuído ao longo de toda a ribeira com valores de abundância relativa elevados. O valor mais elevado é de 26,1% no ponto de altitude máxima, ponto 1, e o valor mais baixo é de 10,1% no ponto 2. Os valores de abundância relativa são sempre mais elevados na 2ª colheita (Figura 41).

O *taxon Tabellaria flocculosa* apenas é observado nos pontos 1 e 2, em ambas as colheitas e no 4 em apenas uma das colheitas. Os valores de abundância relativa são baixos obtendo o seu máximo no ponto 2 com 3,4% e o seu mínimo no ponto 1 em ambas as colheitas com o valor de 0,2% (Figura 42).

Na Ribeira dos Gatos os *taxa* mais importantes, ou com maior abundância relativa são sem dúvida o *Achnantheidium minutissimum* e o *Sellaphora minima*. Ocorrendo em alguns pontos valores mais elevados de abundância relativa dos *taxa Brachysira brebissonii*, *Diadesmias perpusilla*, *Eunotia paludosa* e *Eunotia* sp.1. O *taxa Frustulia crassinervia* não se encontra presente ao longo desta ribeira.

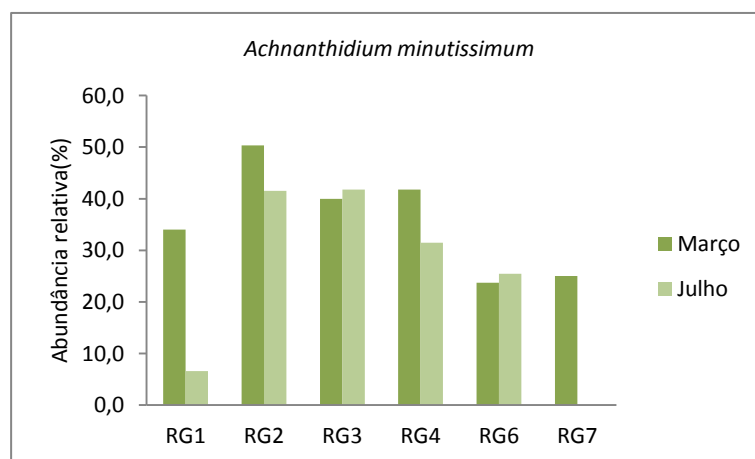


Figura 32: Abundância relativa de *Achnantheidium minutissimum* ao longo da altitude na Ribeira dos Gatos.



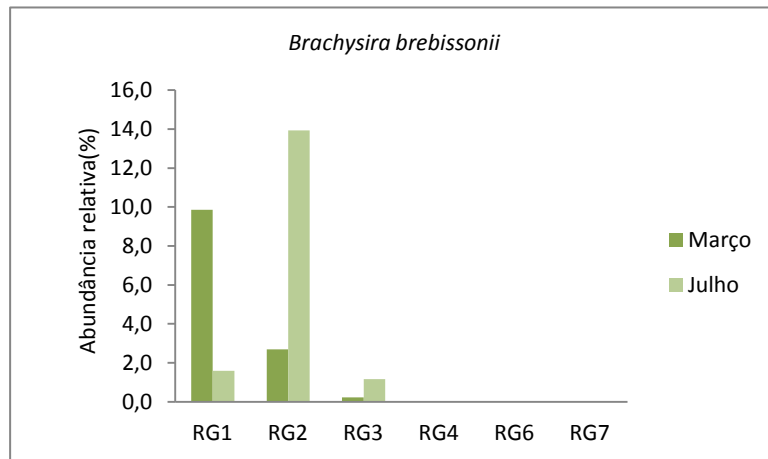


Figura 33: Abundância relativa de *Brachysira brebissonii* ao longo da altitude na Ribeira dos Gatos.

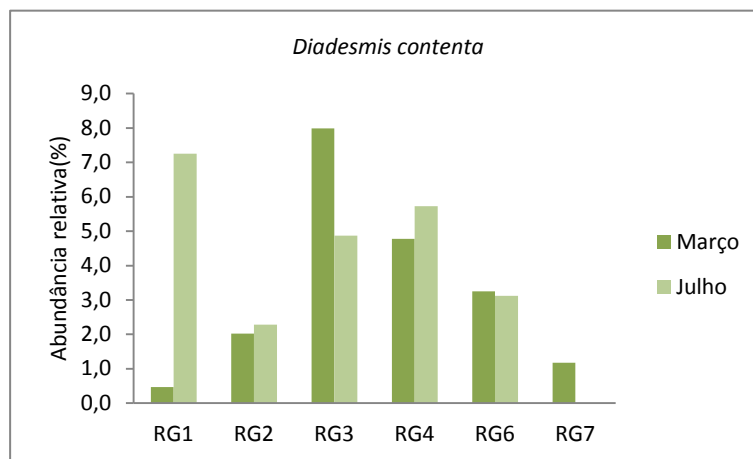


Figura 34: Abundância relativa de *Diademsis contenta* ao longo da altitude na Ribeira dos Gatos.

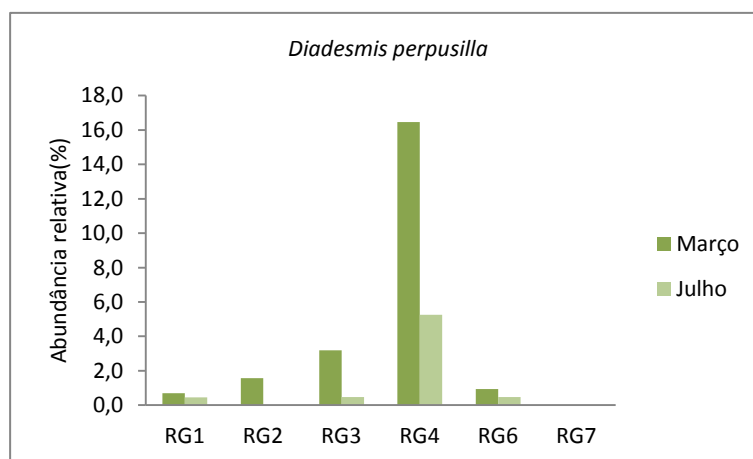


Figura 35: Abundância relativa de *Diademsis perpusilla* ao longo da altitude na Ribeira dos Gatos.

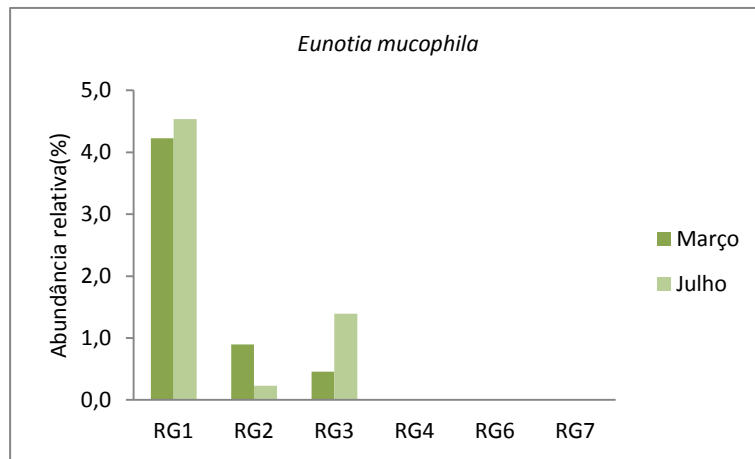


Figura 36: Abundância relativa de *Eunotia mucophila* ao longo da altitude na Ribeira dos Gatos.

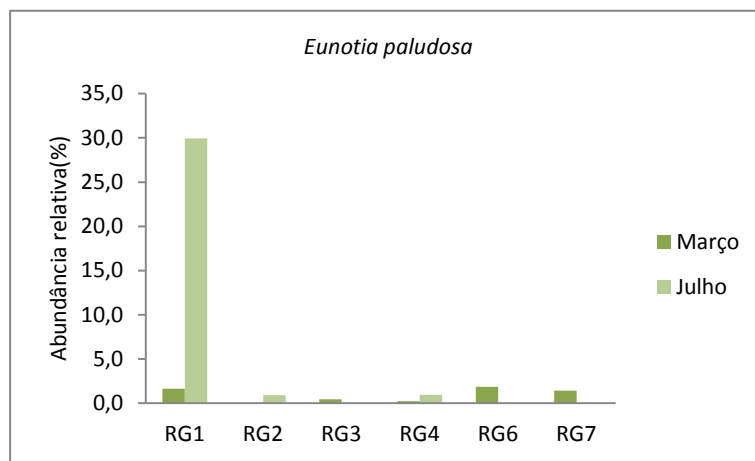


Figura 37: Abundância relativa de *Eunotia paludosa* ao longo da altitude na Ribeira dos Gatos.

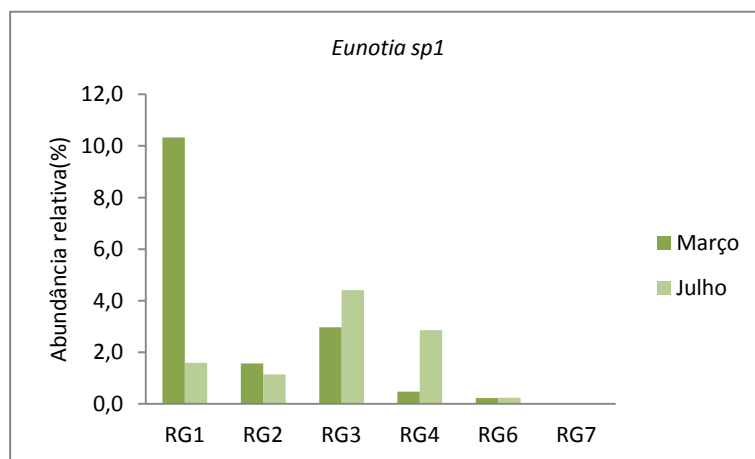


Figura 38: Abundância relativa de *Eunotia sp1* ao longo da altitude na Ribeira dos Gatos.

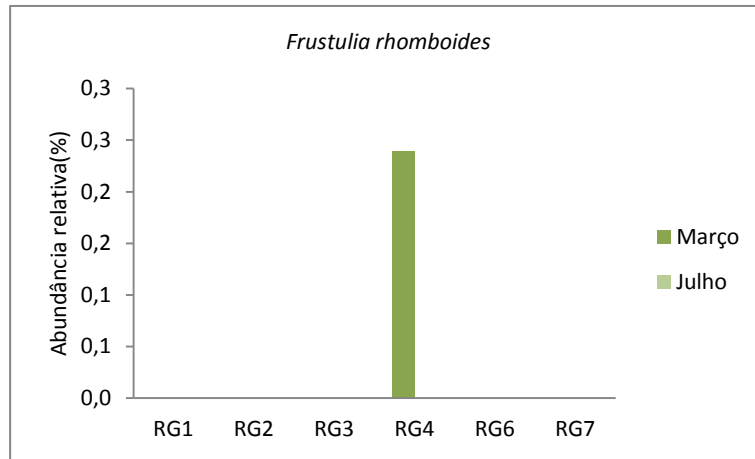


Figura 39: Abundância relativa de *Frustulia rhomboides* ao longo da altitude na Ribeira dos Gatos.

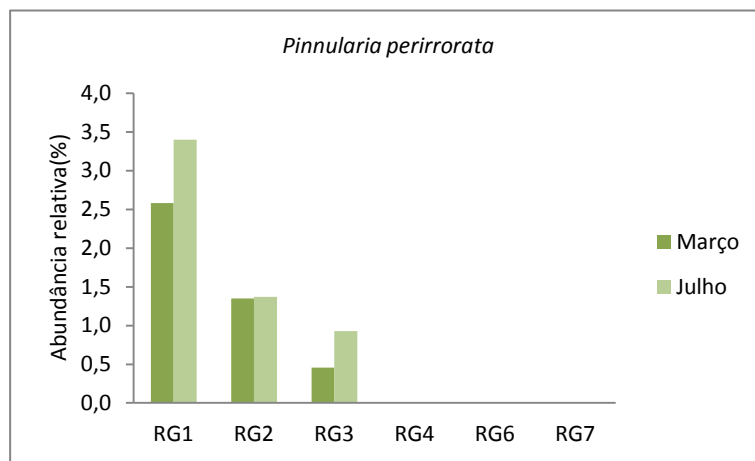


Figura 40: Abundância relativa de *Pinnularia perirrorata* ao longo da altitude na Ribeira dos Gatos.

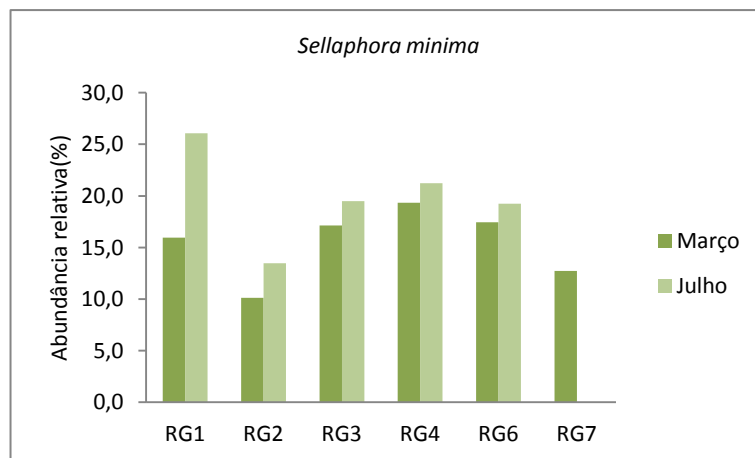


Figura 41: Abundância relativa de *Sellaphora minima* ao longo da altitude na Ribeira dos Gatos.

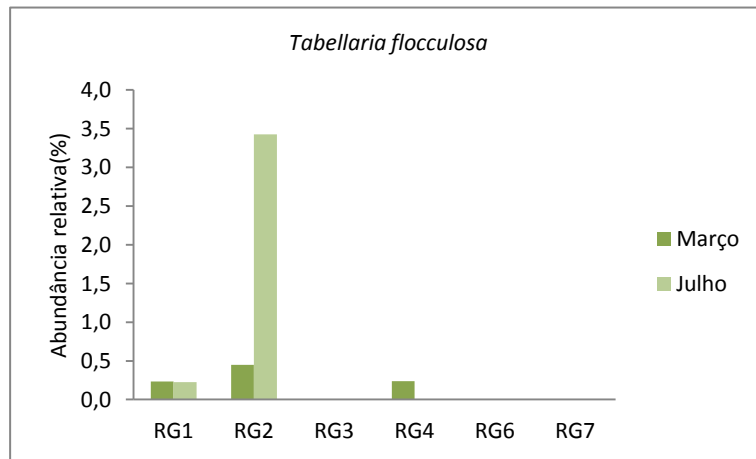


Figura 42: Abundância relativa de *Tabellaria flocculosa* ao longo da altitude na Ribeira dos Gatos.

### **Ribeira do Além**

Na Ribeira do Além o *taxon Achnantheidium minutissimum* apenas foi observado nos pontos a jusante, respetivamente, no ponto 4 e 5. O valor máximo de abundância relativa é atingido no ponto 4 com 49,1% e o mínimo no ponto 5 com o valor de 7,1%. Os valores da primeira colheita são mais elevados do que os da segunda (Figura 43).

O *taxon Brachysira brebissonii* aparece em todos os pontos de colheita ao longo da ribeira, e obtém valores mais elevados a montante. O valor máximo de abundância relativa é de 8,4% no ponto 2 e o valor mínimo de 0,5% nos pontos 4 e 5 (Figura 44).

O *taxon Diademsis contenta* observa-se maioritariamente nos pontos a jusante, aparecendo apenas numa colheita num dos pontos a montante e com uma abundância relativa muito baixa de 0,2%. O seu valor máximo de abundância relativa regista-se no ponto 5 com 34,1%. A segunda colheita é sempre mais abundante neste *taxon* (Figura 45).

No ponto 2 desta ribeira não se encontra o *taxon Diademsis perpusilla*, ao contrário dos outros pontos que é observado em apenas uma das colheitas (exceto o ponto 5 em ambas). O valor de abundância relativa aumenta de montante para jusante, obtendo o seu máximo no ponto 5 com o valor de 0,7% e o valor mínimo no ponto 1 de 0,2%. Apresenta valores muito baixos de abundância relativa (Figura 46).

O *taxon Eunotia mucophila* não foi observado no ponto 5 da ribeira, sendo que nos outros pontos se encontra com uma abundância relativa baixa exceto no ponto 2 que regista um valor muito elevado em relação aos restantes de 16,6%. O ponto com valor mínimo de abundância relativa é o ponto 1 com 0,2%. Os valores são superiores na primeira colheita (Figura 47).

Ao longo de toda a ribeira encontra-se o *taxon Eunotia paludosa*, que está maioritariamente representado a montante com valores de abundância relativa mais elevados. No ponto um os valores de ambas as colheitas são os mais elevados sendo o valor máximo de 5,1% e o mínimo de 0,5% no ponto 4 (Figura 48).

O *taxon Eunotia* sp.1 encontra-se representado ao longo de toda a ribeira e em ambas as colheitas. Existe uma diferença nos valores de abundancia relativa a montante e jusante sendo mais elevados nos pontos a montante. O valor máximo observado foi de 24,8% no ponto 1 e o mínimo de 2,5% no ponto 4 (Figura 49).

O *taxon Frustulia crassinervia* está presente em toda a ribeira apesar de ser mais abundante na primeira colheita. No ponto 2 pode-se observar os valores maiores de abundância relativa com uma percentagem de 26,9. O ponto com o valor mínimo é o 4 com 0,4%. Os pontos a montante apresentam valores mais elevados do que a jusante (Figura 50).

O *taxon Frustulia rhomboides* também é identificado em todos os pontos de amostragem, com maior abundância na primeira colheita. Os pontos a montante têm valores de abundância relativa mais elevados do que a jusante. O ponto com maior abundância relativa é o ponto 1 com 7% e o com menos valor o ponto 5 com 0,7% (Figura 51).

No *taxon Pinnularia perirrorata* distribuição ao longo da ribeira é maior a montante e menos a jusante. Com valores elevados de abundância relativa aparecem os pontos 1 e 2 com o seu máximo no ponto 2 com 18,2% e nas altitudes mais baixas o ponto 4 e 5 com menores valores de abundância relativa, registando o valor mínimo no ponto 4 com 2,3% (Figura 52).

O *taxon Sellaphora minima* é observado apenas nos pontos a jusante, respetivamente, o ponto 4 e 5, com valores de abundância relativa muito elevados. Atinge o seu máximo no ponto 4 com 37,9% e o seu mínimo no ponto 5 com 19,4% (Figura 53).

Por último, o *taxon Tabelaria flocculosa* está presente em todos os pontos de amostragem e maioritariamente a montante, vindo a decrecer ao longo da altitude até que nos pontos a jusante é menor. A abundância relativa mantém-se sempre mais elevada na primeira colheita exceto no ponto 5. O valor máximo é de 14,8% no ponto 1 e o mínimo de 0,5% no ponto 4 (Figura 54).

Nesta ribeira é possível fazer a distinção entre os *taxa* mais importantes a montante e a jusante, sendo os mais importantes a montante o *Eunotia* sp.1 e *Tabelaria flocculosa*. Os mais importantes a jusante por sua vez são o *Achnantheidium minutissimum*, *Sellaphora minima* e *Diademsis contenta*. Ocorrendo em alguns pontos valores mais elevados de abundância relativa dos *taxa* *Eunotia mucophila*, *Frustulia crassinervia* e *Pinnularia perirrorata*, ambos a montante.

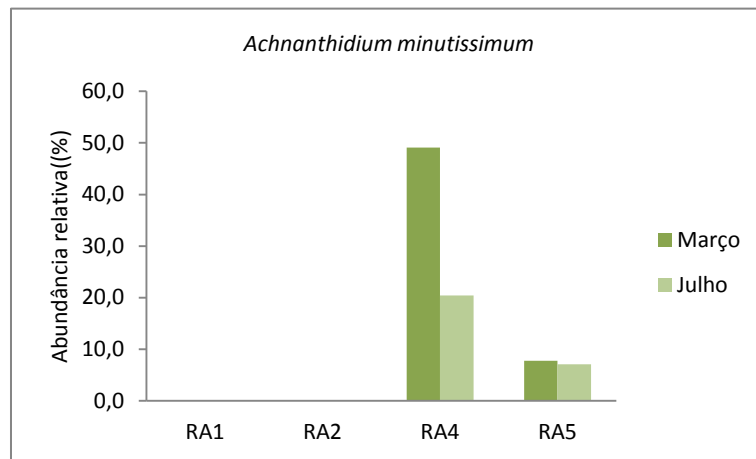


Figura 43: Abundância relativa de *Achnanthydium minutissimum* ao longo da altitude na Ribeira do Além.

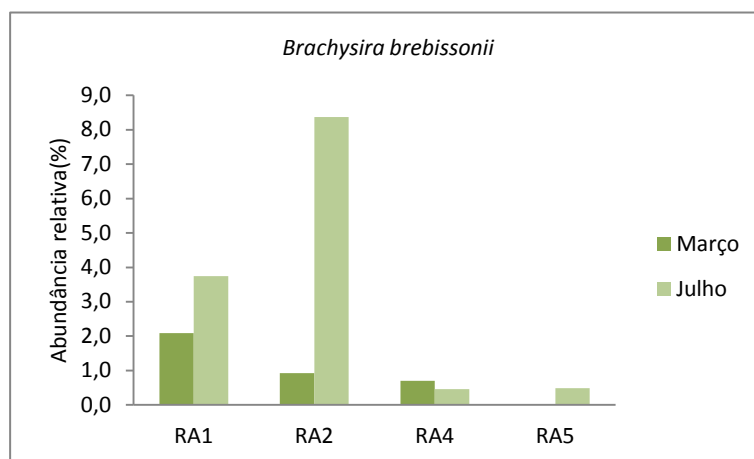


Figura 44: Abundância relativa de *Brachysira brebissonii* ao longo da altitude na Ribeira do Além.

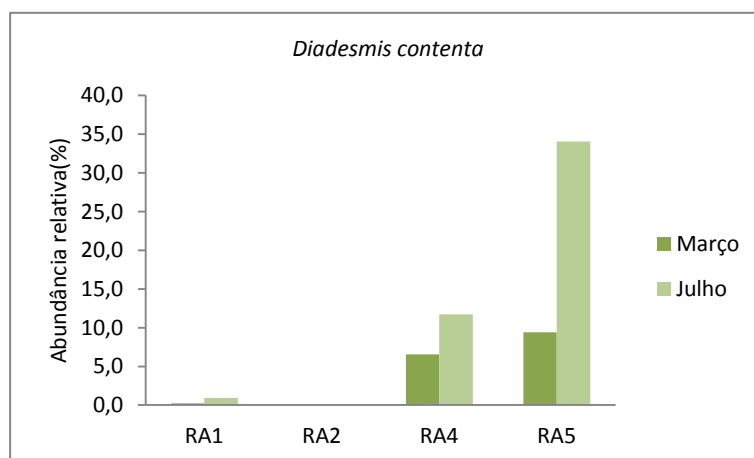


Figura 45: Abundância relativa de *Diadesmis contenta* ao longo da altitude na Ribeira do Além.

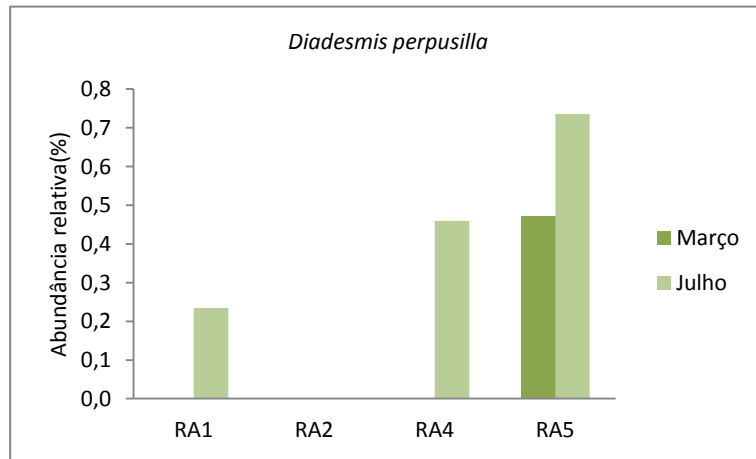


Figura 46: Abundância relativa de *Diademsis perpusilla* ao longo da altitude na Ribeira do Além.

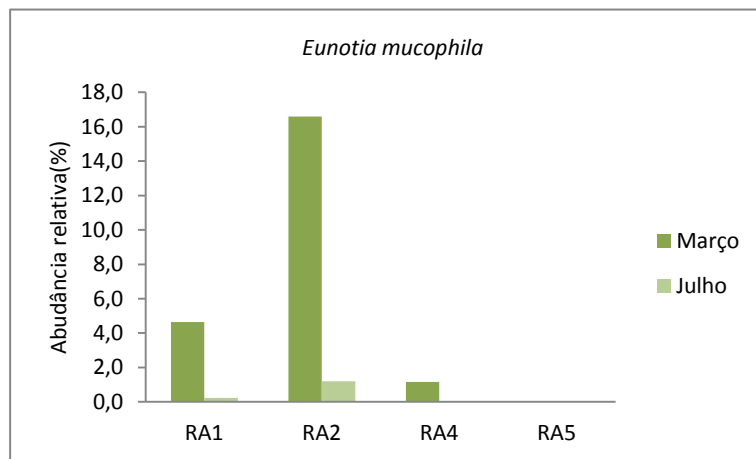


Figura 47: Abundância relativa de *Eunotia mucophila* ao longo da altitude na Ribeira do Além.

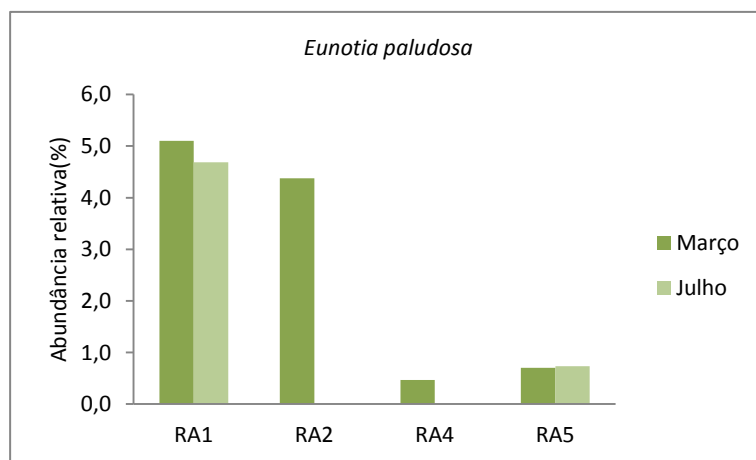


Figura 48: Abundância relativa de *Eunotia paludosa* ao longo da altitude na Ribeira do Além.

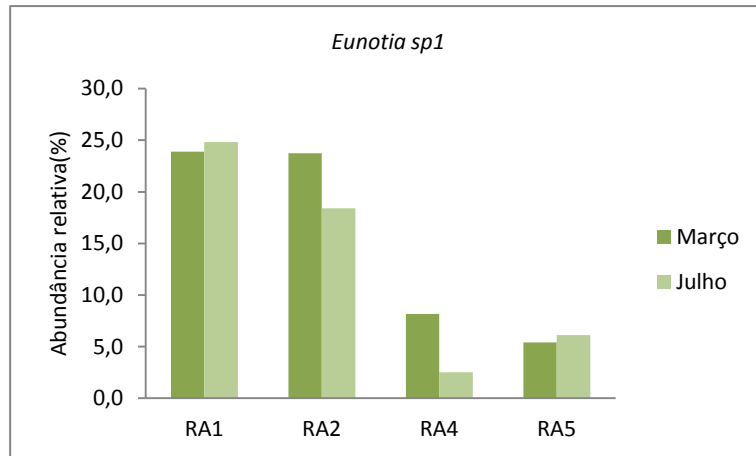


Figura 49: Abundância relativa de *Eunotia sp1* ao longo da altitude na Ribeira do Além.

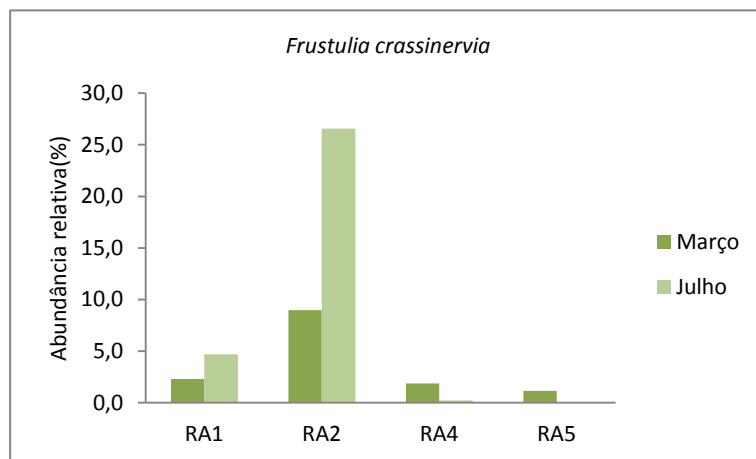


Figura 50: Abundância relativa de *Frustulia crassinervia* ao longo da altitude na Ribeira do Além.

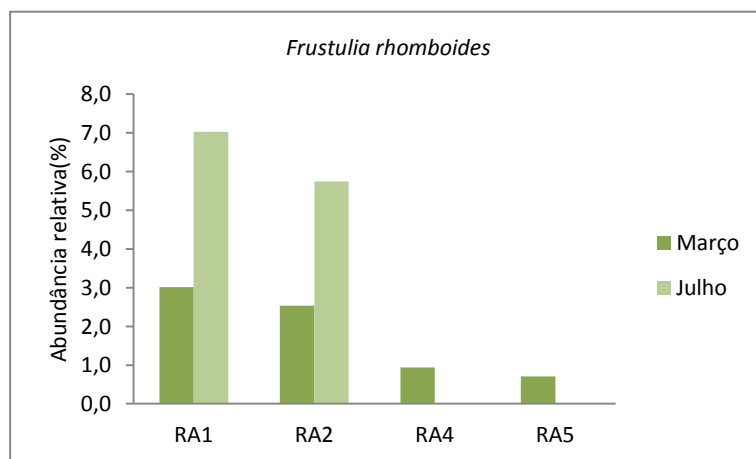


Figura 51: Abundância relativa de *Frustulia rhomboides* ao longo da altitude na Ribeira do Além.



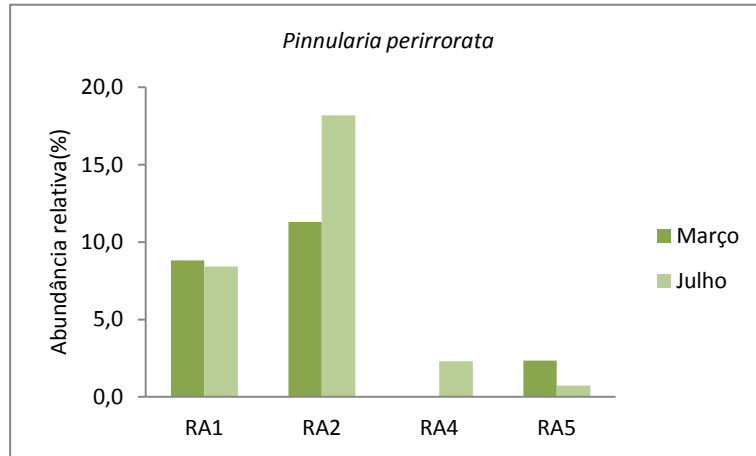


Figura 52: Abundância relativa de *Pinnularia perirrorata* ao longo da altitude na Ribeira do Além.

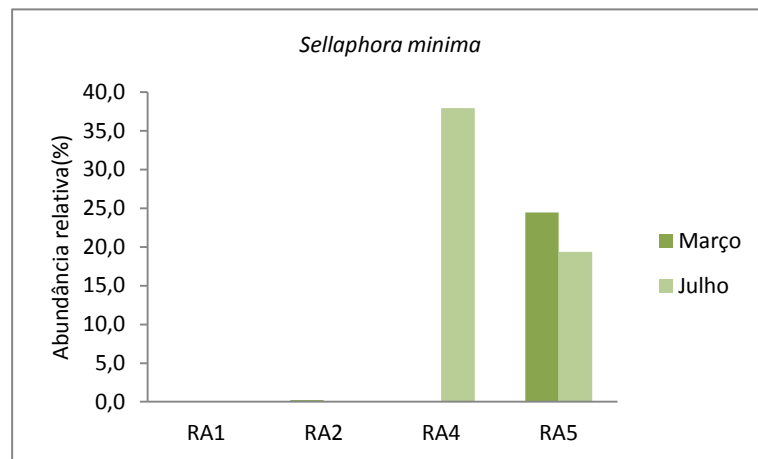


Figura 53: Abundância relativa de *Sellaphora minima* ao longo da altitude na Ribeira do Além.

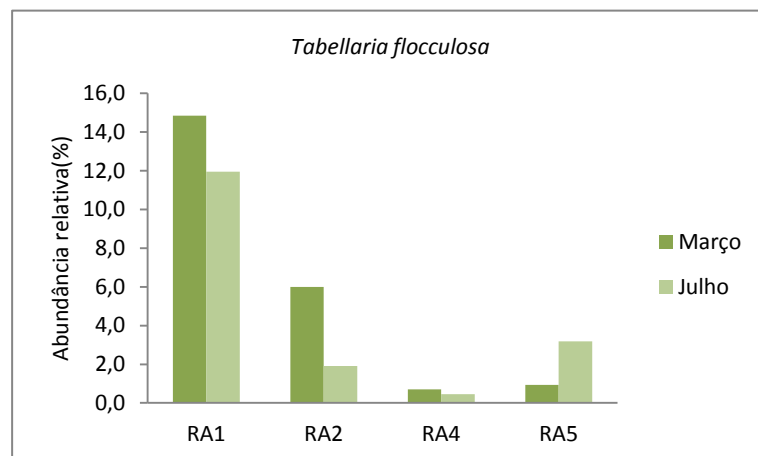


Figura 54: Abundância relativa de *Tabellaria flocculosa* ao longo da altitude na Ribeira do Além.

### Todas as ribeiras

Para a altitude máxima, os *taxas* que não se encontram presentes nas três ribeiras são o *Achnanthydium minutissimum*, *Frustulia crassinervia*, *Frustulia rhomboides* e *Sellaphora minima*. Todos os restantes *taxa*, oito, foram observados nas três ribeiras. Os *taxa* com maior representatividade, ou seja, maior abundância relativa a esta altitude são *Achnanthydium minutissimum*, *Eunotia mucophila*, *E. paludosa*, *Eunotia* sp.1, *Frustulia crassinervia*, *Sellaphora minima* e *Tabelaria flocculosa*. Destes *taxa* apenas o *Eunotia* sp.1 tem abundância relativa elevada em duas ribeiras, sendo assim, o mais representado a esta altitude, os outros apenas obtêm um valor de abundância relativa elevado em uma das três ribeiras. O maior valor de abundância relativa é de 26,6% para *Frustulia crassinervia* (Figura 55).

Para uma altitude aproximada de 600 metros, os *taxa* que não se encontram presentes em ambas as ribeiras são o *Achnanthydium minutissimum*, *Diadsmis contenta*, *Diadsmis perpusilla*, *Frustulia crassinervia* e *Frustulia rhomboides*. Os restantes 7 *taxa* foram observados em todas as ribeiras a essa altitude. Os *taxa* com maior abundância relativa foram o *Achnanthydium minutissimum*, *Eunotia* sp.1, *Frustulia crassinervia*, *Pinnularia perirrorata* e *Sellaphora minima*, sendo que o *Achnanthydium minutissimum* e *Eunotia* sp.1 são os que apresentam valores mais elevados e em duas ribeiras, e os restantes apenas registam valores elevados numa das três ribeiras. O valor máximo de abundância relativa é de 45,9% e pertence a *Achnanthydium minutissimum* (Figura 56).

Para uma altitude aproximada de 500 metros, apenas duas ribeiras são estudadas e os *taxa* que não se encontram presentes em ambas as ribeiras são o *Diadsmis perpusilla*, *Frustulia crassinervia*, *Frustulia rhomboides* e *Tabelaria flocculosa*. Os restantes 8 *taxa* encontram-se presentes na ribeira dos Gatos e do Além. Os *taxa* com maior abundância relativa são o *Achnanthydium minutissimum*, *Eunotia* sp.1, *Pinnularia perirrorata*, *Sellaphora mínima* e *Tabelaria flocculosa*. Os *taxa* com maior abundância relativa só obtêm valores elevados em apenas uma das ribeira, e nunca em ambas. O valor máximo de abundância relativa é de 40,9% e pertence a *Achnanthydium minutissimum* (Figura 57).

*Brachysira brebissonii*, *Eunotia mucophila*, *Frustulia crassinervia* e *Pinnularia perirrorata* são os 4 *taxa* que não se encontram presentes nas três ribeiras aos 400 metros de altitude. Os restantes 8 *taxa* foram observados nas três ribeiras. Os *taxa* *Achnanthydium minutissimum*, *Diadsmis perpusilla*, *Eunotia* sp.1, *Pinnularia perirrorata* e *Sellaphora minima* são os que têm maior abundância relativa a essa altitude, sendo que, o *Achnanthydium minutissimum* e o *Sellaphora minima* apresentam os valores maiores e em duas das três ribeiras. Os restantes

observam apenas um valor elevado numa das três ribeiras. O valor mais elevado de abundância relativa é de 36,6% e pertence ao *taxon Achnanthydium minutissimum* (Figura 38).

Aos 300 metros de altitude as ribeiras estudadas foram a ribeira da Ponte e a do Além. O *taxon* que não se encontra em ambas as ribeiras a essa altitude foi apenas *Eunotia mucophila*. Os restantes 11 taxa estão presentes nas duas ribeiras. Com os valores mais elevados de abundância relativa aparecem os taxa *Achnanthydium minutissimum*, *Diademsis contenta*, *Pinnularia perirrorata* e *Sellaphora minima*. O *taxon Sellaphora minima* apresenta valores elevados em ambas as ribeiras sendo o mais representado a essa altitude com o valor máximo de 21,9% (Figura 59).

Para uma altitude aproximada de 200 metros, são estudadas a ribeira da Ponte e a ribeira dos Gatos, em que *Brachysira brebissonii*, *Eunotia mucophila*, *Eunotia paludosa*, *Frustulia crassinervia*, *Frustulia rhomboides*, *Pinnularia perirrorata* e *Tabelaria flocculosa* estão presentes apenas numa das duas ribeiras. Desta forma são mais os taxa representados apenas numa ribeira a essa altitude, restando 6 taxa que se observam em ambas. Os taxa *Achnanthydium minutissimum*, *Diademsis contenta*, *Pinnularia perirrorata* e *Sellaphora minima* são os que apresentam valores de abundância relativa mais elevados, sendo observados esses valores apenas numa das ribeiras. O valor máximo de abundância relativa a essa altitude é de 24,6% e pertence ao taxa *Achnanthydium minutissimum* (Figura 60).

Aos 100 metros de altitude o taxa *Brachysira brebissonii*, *Diademsis perpusilla* e *Eunotia mucophila* não se encontram presentes em nenhuma das duas ribeiras estudadas a essa altitude. Os taxa *Eunotia sp.1*, *Eunotia paludosa*, *Frustulia crassinervia*, *F. rhomboides*, *Pinnularia perirrorata* e *Tabelaria flocculosa* apenas foram observados numa das duas ribeiras, restando assim apenas 3 taxa que aparecem em ambas as ribeiras. Os taxa mais importantes a essa altitude, ou que registam valores mais elevados de abundância relativa são o *Achnanthydium minutissimum* que apresenta um valor elevado apenas numa das ribeiras e o *Sellaphora minima* que apresentam em ambas as ribeiras valores elevados. O máximo valor atingido de abundância relativa a essa altitude foi de 25% pertencente ao *taxon Achnanthydium minutissimum* (Figura 61).

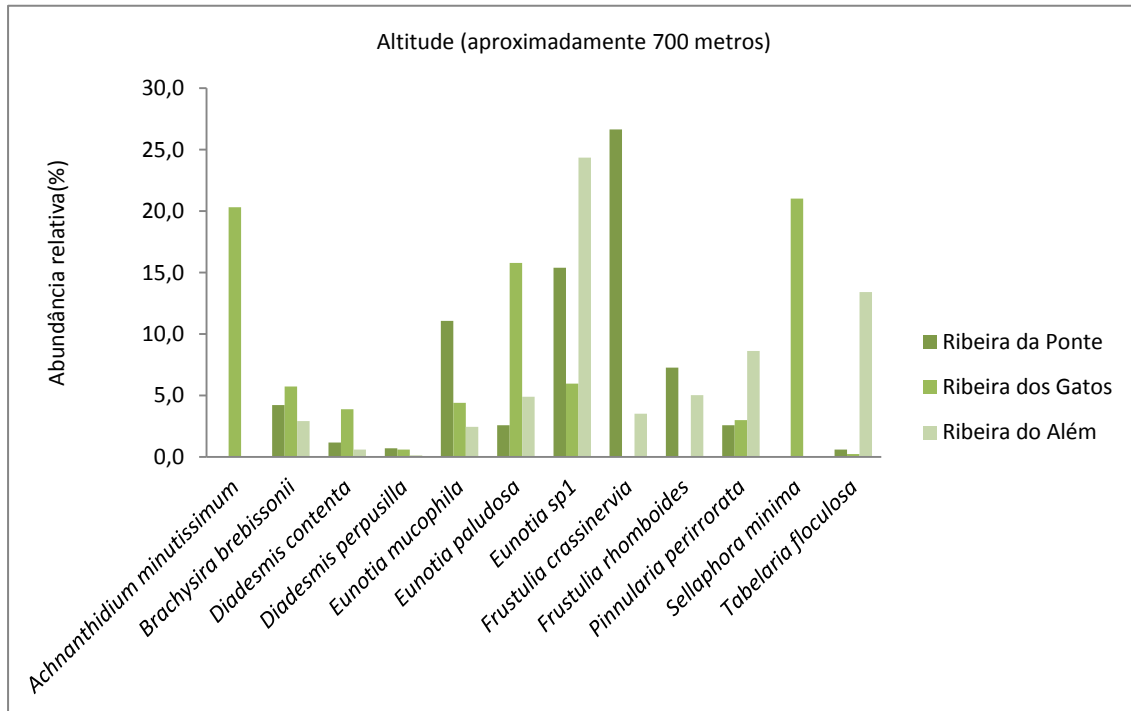


Figura 55: Abundância relativa dos taxa dominantes à altitude 700 em todas as ribeiras.

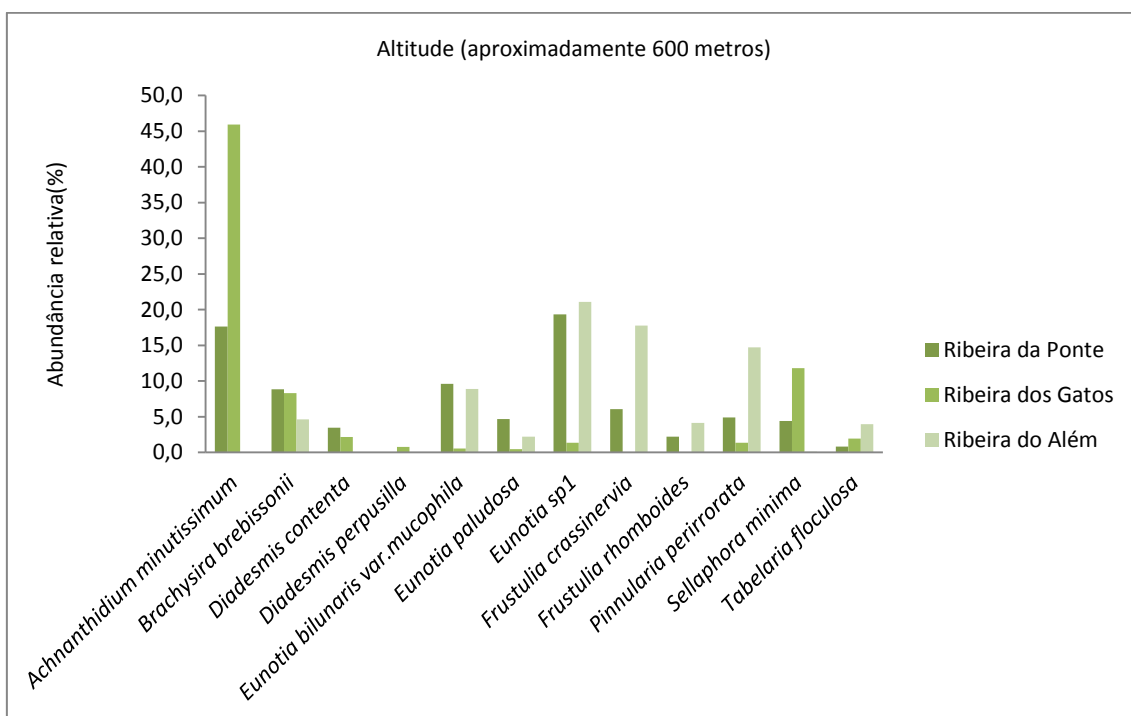


Figura 56: Abundância relativa dos taxa dominantes à altitude 600 em todas as ribeiras.

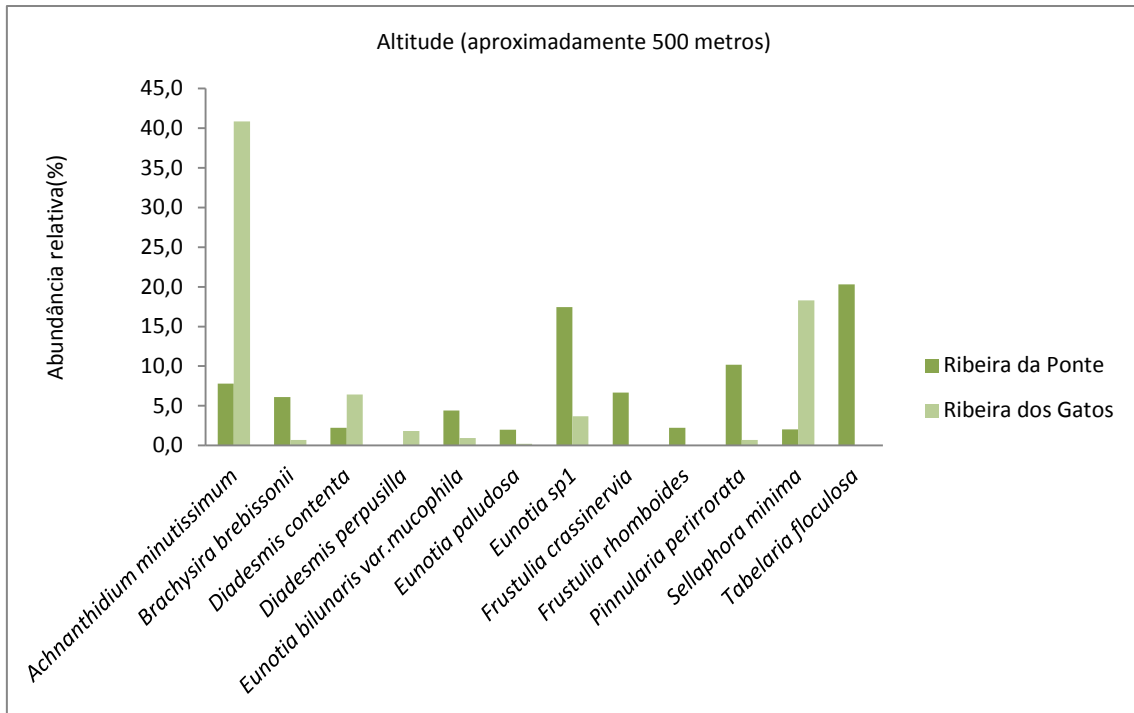


Figura 57: Abundância relativa dos *taxa* dominantes à altitude 500 em todas as ribeiras.

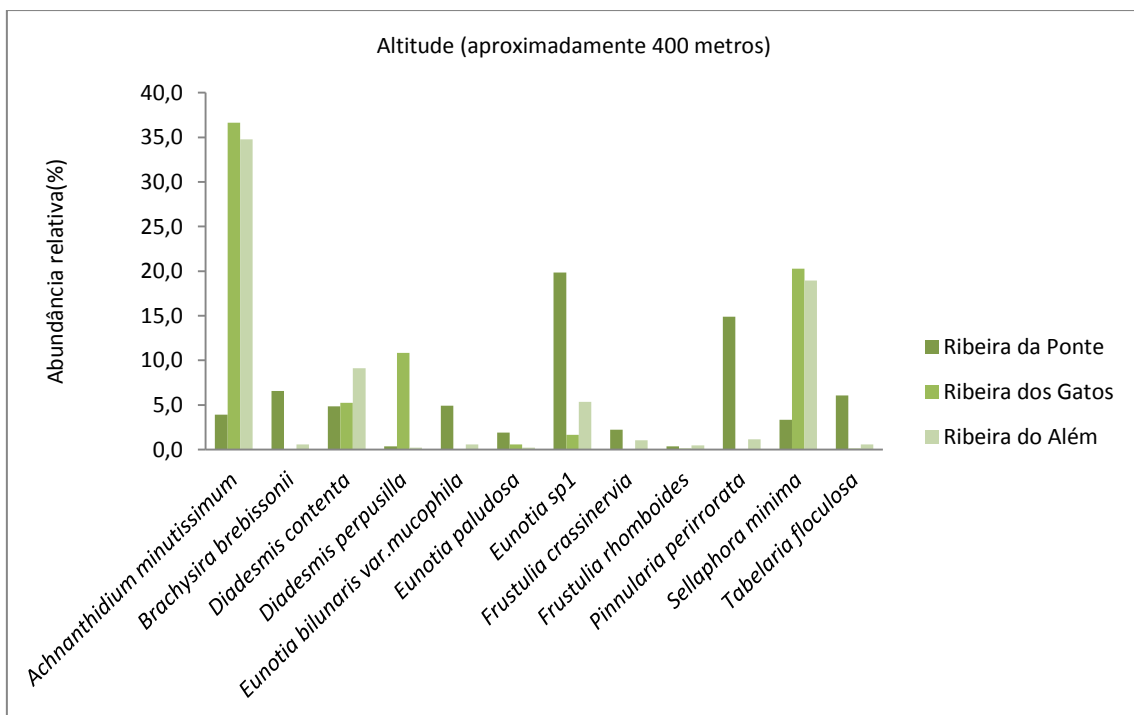


Figura 58: Abundância relativa dos *taxa* dominantes à altitude 400 em todas as ribeiras.

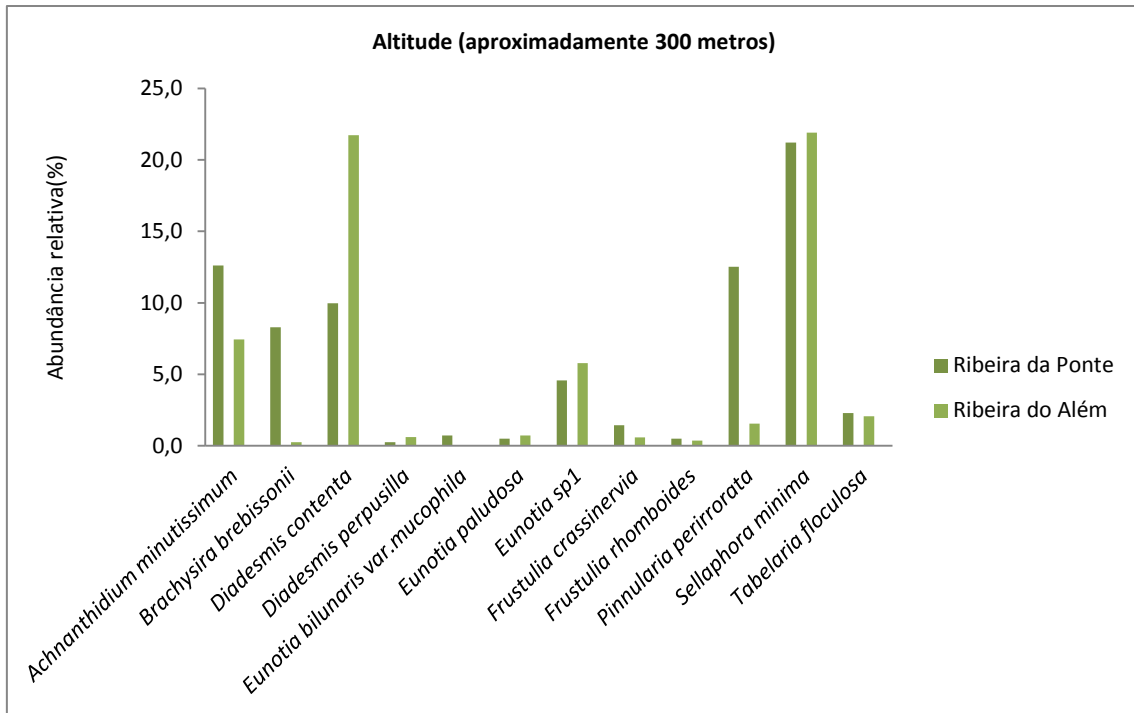


Figura 59: Abundância relativa dos *taxa* dominantes à altitude 300 em todas as ribeiras.

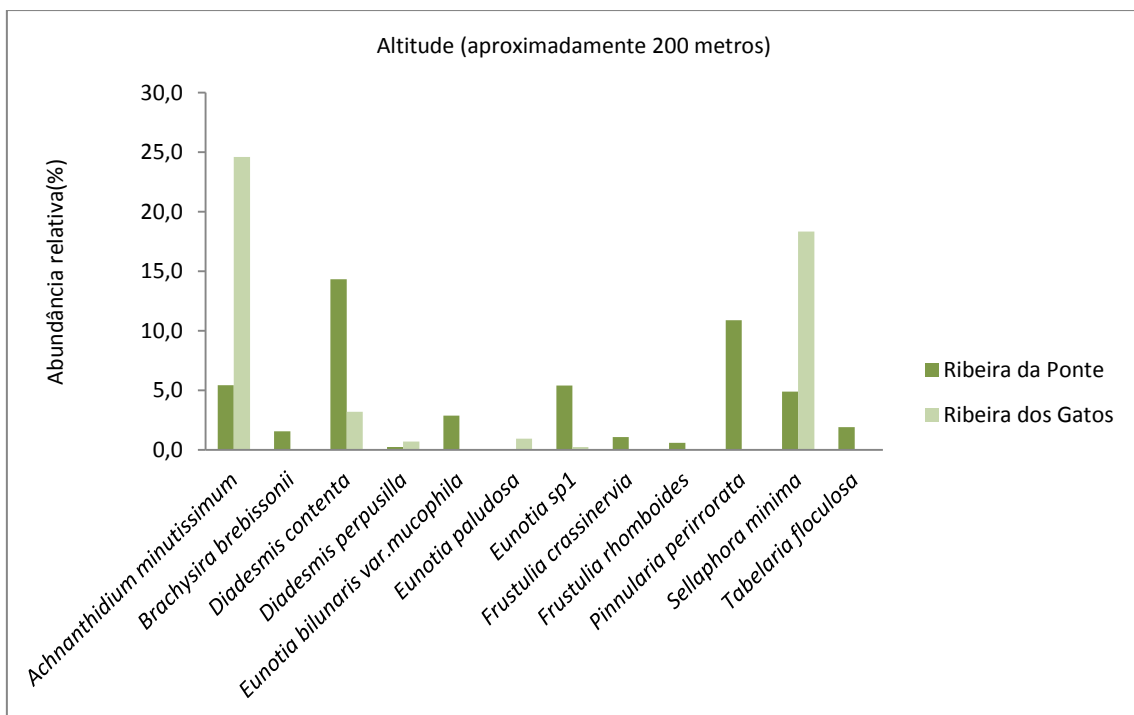


Figura 60: Abundância relativa dos *taxa* dominantes à altitude 200 em todas as ribeiras.

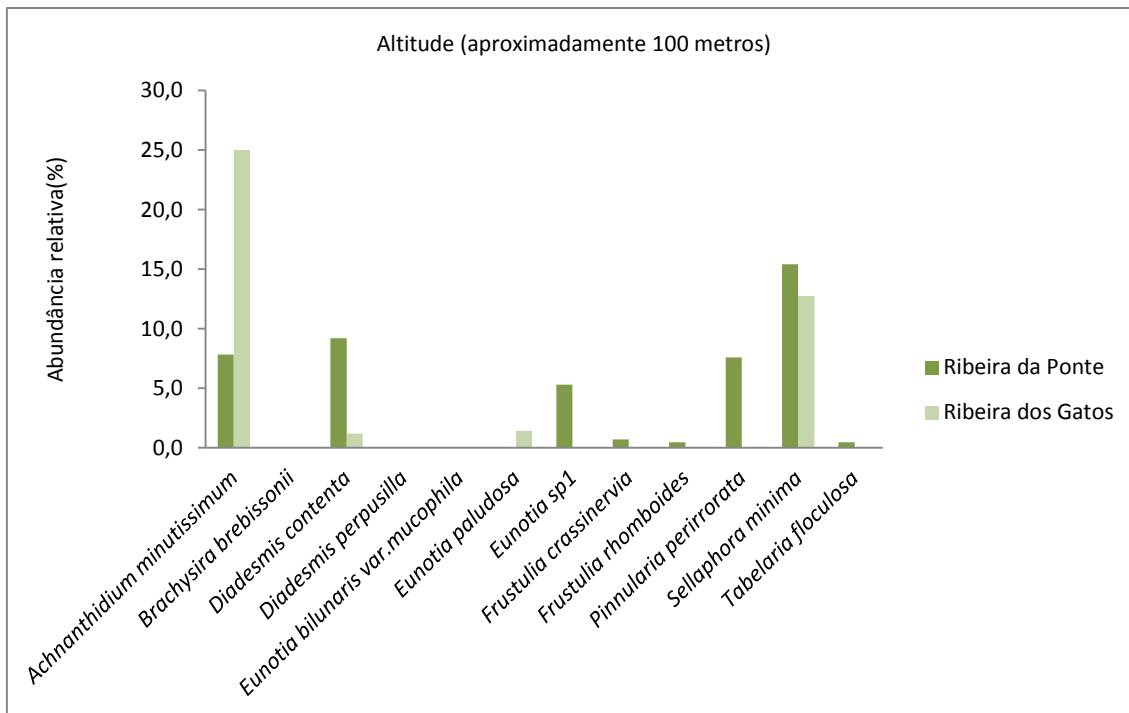


Figura 61: Abundância relativa dos taxa dominantes à altitude 100 em todas as ribeiras.

Os taxa estudados nos gráficos seguintes são os que possuem um  $N > 15$ , ou seja, que aparecem em mais de 50% das amostras, e um  $N_2$  de Hill superior a 10.

Na ribeira da Ponte, os taxa *Chamaepinnularia mediocris*, *Eunotia exígua*, *Eunotia implicata*, *Eunotia incisa*, *Pinnularia subcapitata* e *Surirella linearis* estão distribuídos ao longo de toda a ribeira, nos pontos de amostragem. Os taxa *Chamaepinnularia soehrensis*, *Encyonema perpusillum* e *Microcostatus krasskei* também aparecem em todos pontos de colheita exceto no último ponto, o 7. Quanto ao *Gomphonema parvulum* é o taxa que aparece em menos pontos de amostragem. Os taxa que registam valores mais elevados de abundância relativa são *Chamaepinnularia mediocris*, *Chamaepinnularia soehrensis*, *Eunotia exígua*, *Eunotia implicata*, *Eunotia incisa* e *Surirella linearis*. O valor mais elevado de abundância relativa foi de 8,8% pertencente ao taxa *Eunotia exígua*. Na primeira colheita a abundância relativa foi um pouco superior à da segunda colheita (Figuras 62 e 63).

Na ribeira dos Gatos a abundância relativa dos taxa é menor, existindo apenas dois taxa que aparecem em todos os pontos, o *Cavinula lapidosa* e *Gomphonema parvulum*. Em contrapartida o número de taxa que surge apenas em um dos pontos é de 3 taxa, *Chamaepinnularia soehrensis*, *Encyonema perpusillum* e *Pinnularia subcapitata*. Os taxa que registam valores de abundância relativa mais elevados e por conseguinte mais importantes nesta ribeira são o *Cavinula lapidosa* e *Gomphonema parvulum*, sendo que o primeiro

apresenta valores mais elevados em diversos pontos, sendo o máximo valor de 9% mas para o taxa *Gomphonema parvulum* a primeira colheita nesta ribeira revelou-se relativamente inferior à segunda relativamente aos valores de abundância relativa (Figuras 64 e 65).

Por fim na ribeira do Além o taxa *Chamaepinnularia mediocris*, *Encyonema perpusillum*, *Eunotia exigua*, *Eunotia implicata*, *Eunotia incisa*, *Microcostatus kraskei* e *Pinnularia subcapitata* estão presentes em todos os pontos amostrados da ribeira. Por outro lado o taxa *Surirella linearis* apenas se encontra presente num dos pontos estudados. Os taxa que registam valores mais elevados de abundância relativa são *Caloneis hyalina*, *Eunotia implicata*, *Eunotia incisa*, sendo que os dois últimos surgem a montante com valores elevados, e o primeiro surge com valores elevados a jusante. Nesta ribeira os valores da primeira colheita foram superiores aos da segunda (Figuras 66 e 67).

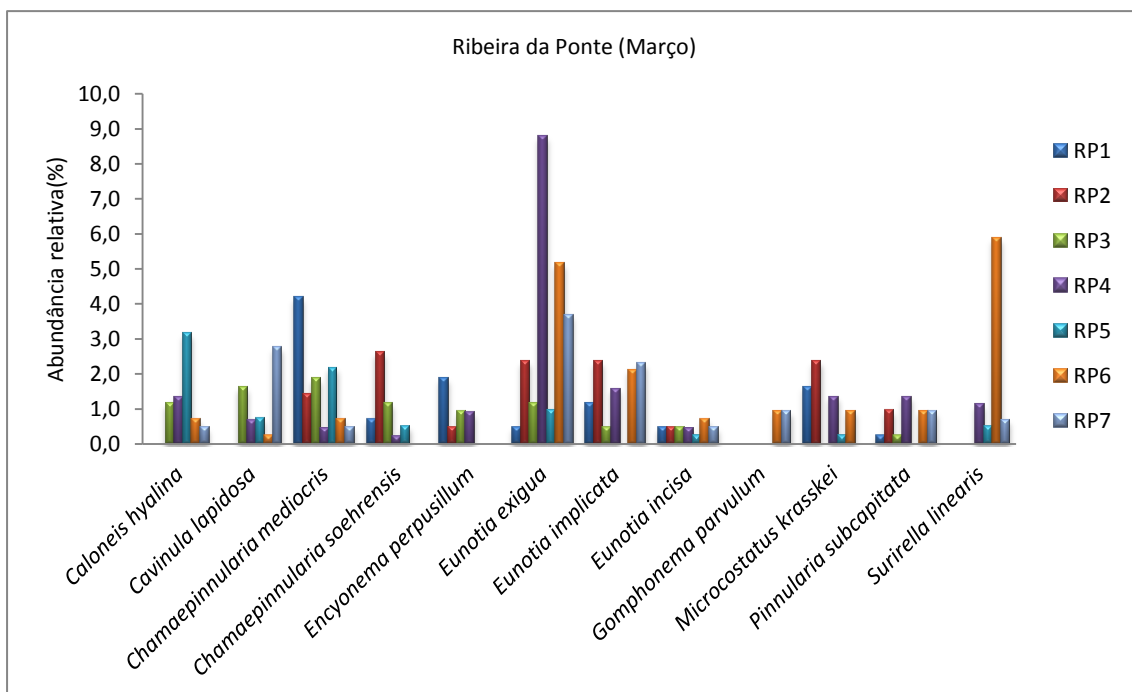


Figura 62: Abundância relativa dos taxa dominantes (N>15 e N2>10) na Ribeira da Ponte em Março.



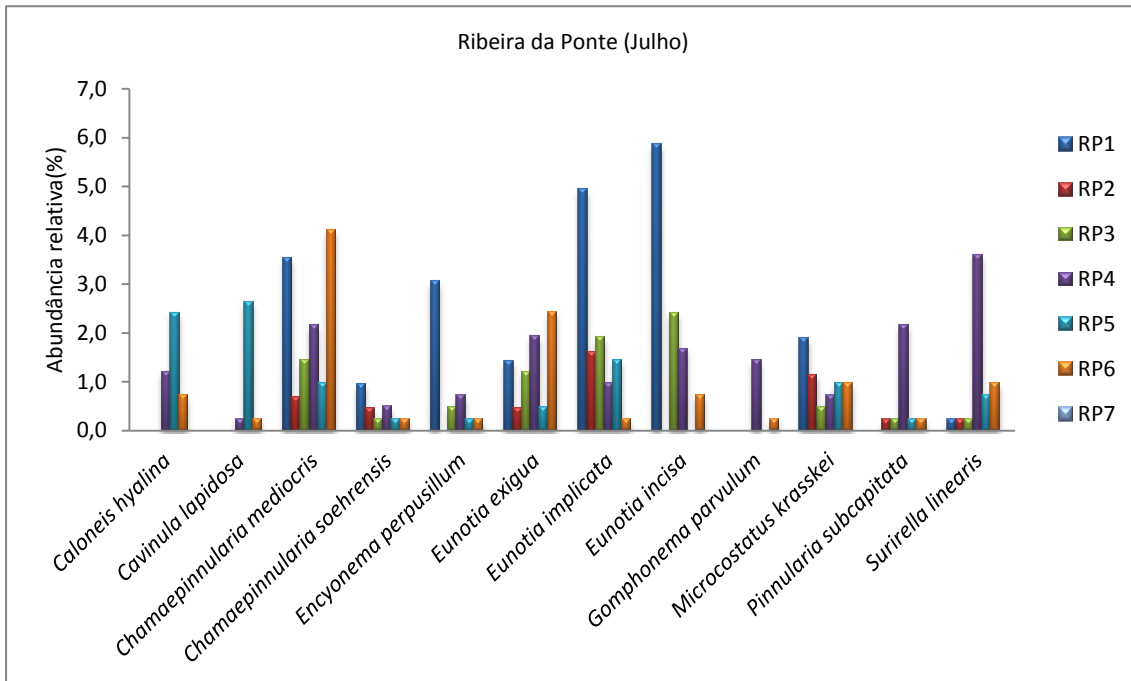


Figura 63: Abundância relativa dos taxa dominantes (N>15 e N2>10) na Ribeira da Ponte em Julho.

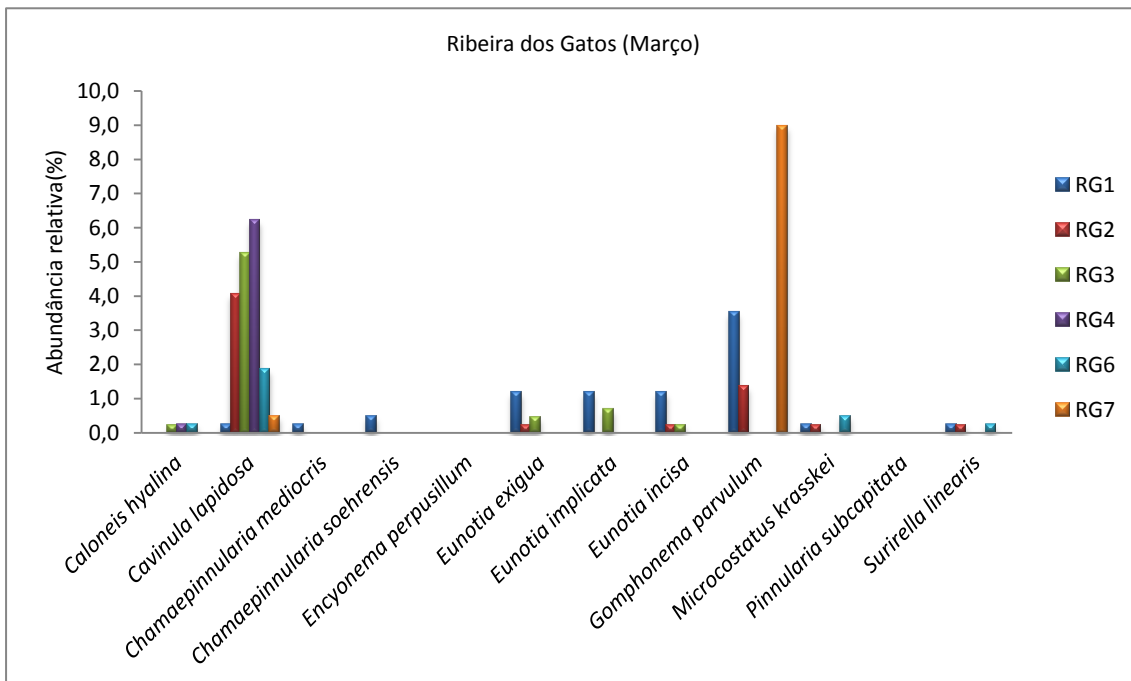


Figura 64: Abundância relativa dos taxa dominantes (N>15 e N2>10) na Ribeira dos Gatos em Março.

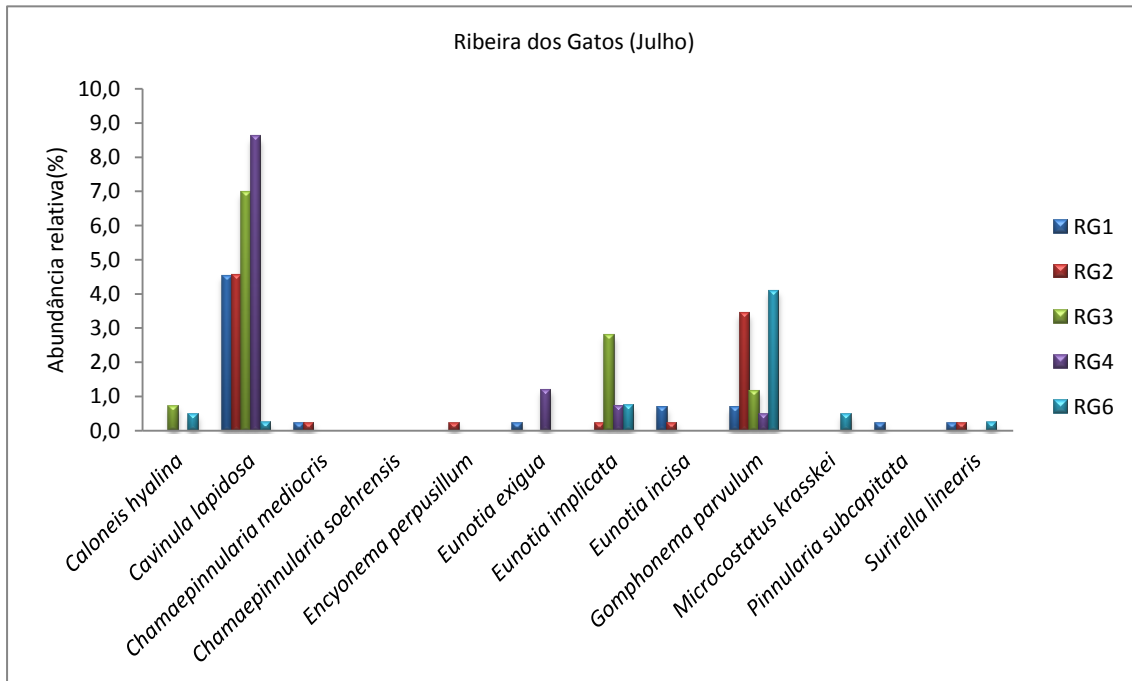


Figura 65: Abundância relativa dos *taxa* dominantes (N>15 e N2>10) na Ribeira dos Gatos em Julho.

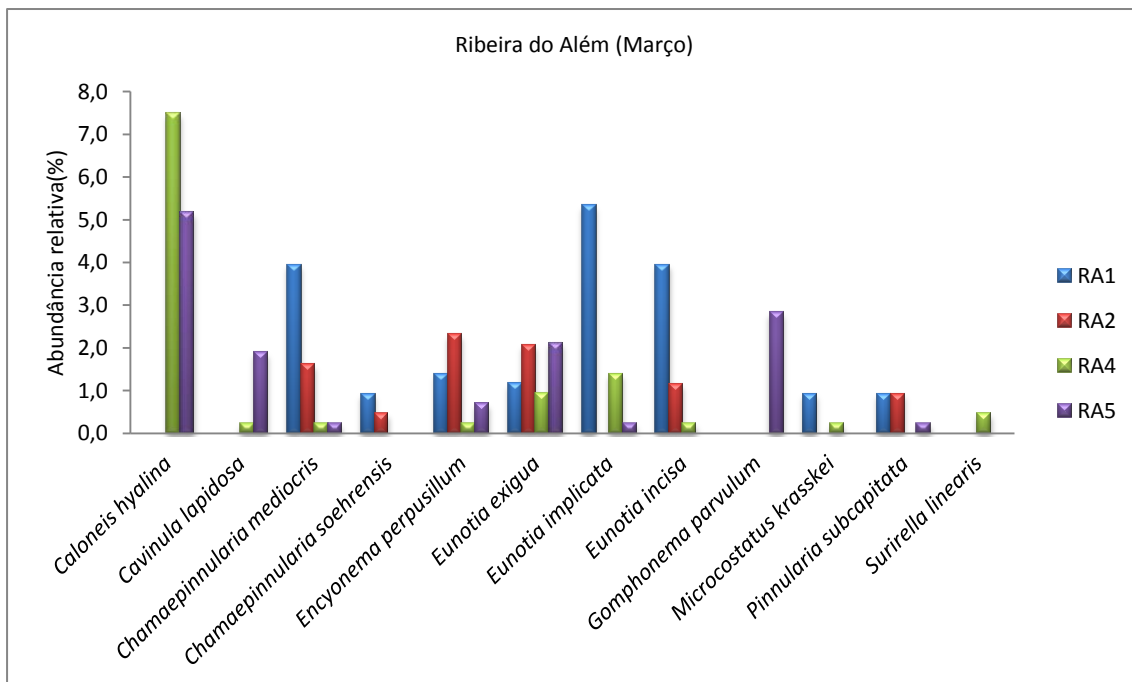


Figura 66: Abundância relativa dos *taxa* dominantes (N>15 e N2>10) na Ribeira do Além em Março.

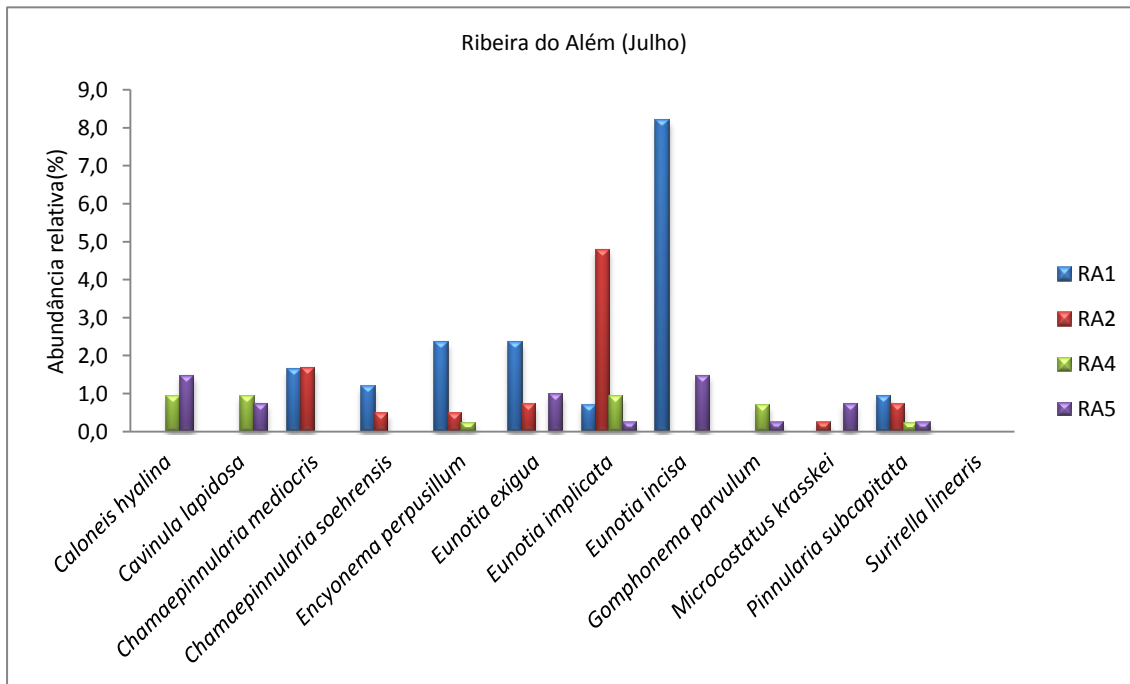


Figura 67: Abundância relativa dos taxa dominantes (N>15 e N2>10) na Ribeira do Além em Julho.

Para terminar a análise dos taxa dominantes, os taxa seguintes são os que apresentam abundância máxima superior a 10.

Na ribeira da Ponte não existe taxa nenhum que esteja presente em todos os pontos de amostragem. O taxon *Sellaphora seminulum* não foi observado em nenhum dos pontos desta ribeira. Nenhum destes taxa está presente nas altitudes mais elevadas, ou seja nos pontos a montante, começando a surgir à altitude de 300 metros até à foz. Os taxa *Nitzschia gracilis* e *N. palea* são os que atingem valores mais elevados de abundância relativa, sendo o seu valor máximo de 23% para o taxa *Nitzschia palea*. A segunda colheita, em Julho, foi muito mais abundante (Figuras 68 e 69).

Quanto à ribeira dos Gatos, nenhum dos taxa está presente em todos os pontos mas também ambas estão presentes em pelo menos um ponto. Os taxa com valores maiores de abundância relativa são o *Achnanthes rupestoides*, *Nitzschia inconspícua* e *Nitzschia perminuta*. O valor mais elevado de abundância relativa é de 14,4% para os taxa *Nitzschia inconspícua* e *Nitzschia perminuta*. E o taxon está mais distribuído ao longo de todo a ribeira apesar de manter valores relativamente baixos de abundância relativa é o *Sellaphora seminulum*. A primeira colheita tem maior abundância relativa que a segunda (Figuras 70 e 71).

Por fim, a ribeira do Além, é a mais pobre de todas as três em termos de abundância relativa destes taxa. Nesta ribeira não existe nenhum taxa que esteja presente nos quatros pontos de amostragem e o taxa *Nitzschia gracilis* não é observado em nenhum destes pontos.

Os únicos taxa que apresentam valores elevados de abundância relativa são o *Nitzschia perminuta* e *Sellaphora seminulum*, sendo o seu valor máximo de 12% para o primeiro deste dois taxa. Nesta ribeira a primeira colheita foi superior à segunda, quanto à abundância relativa destes taxa (Figuras 72 e 73).

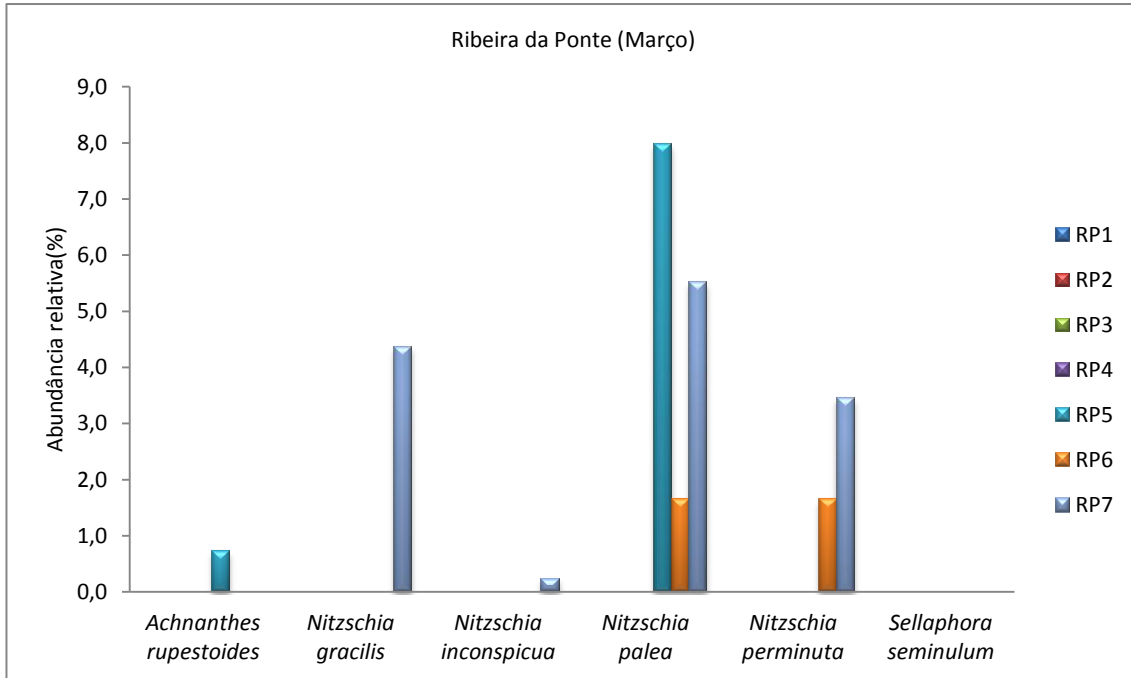


Figura 68: Abundância relativa dos taxa dominantes (MAX>10) na Ribeira da Ponte em Março.

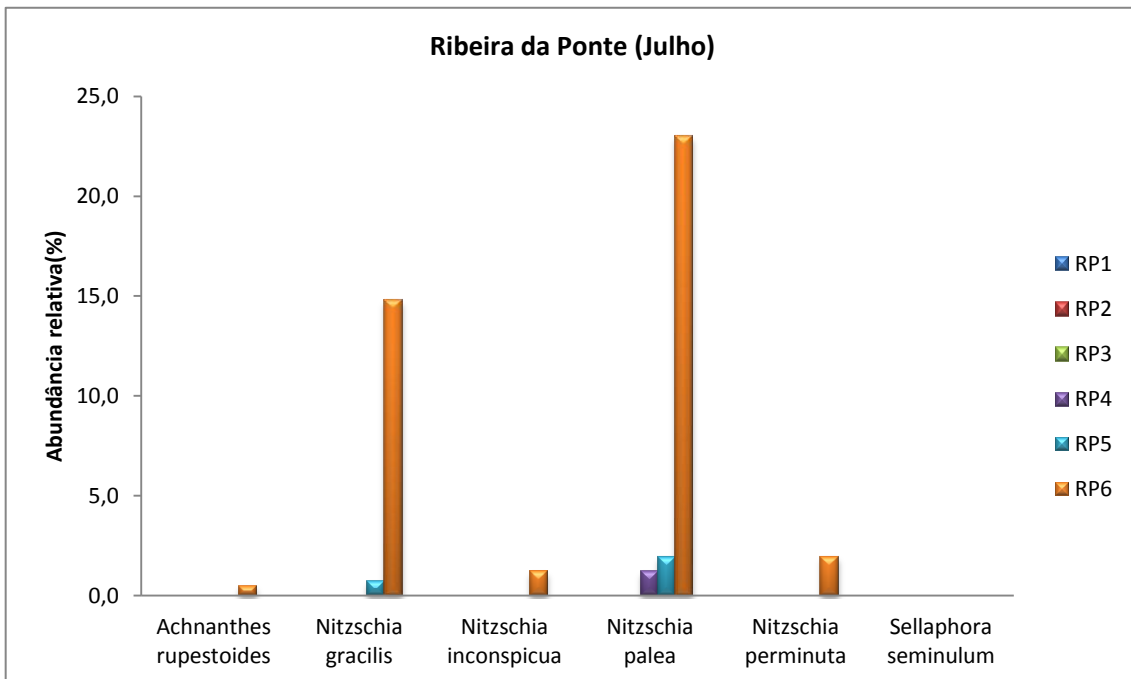


Figura 69: Abundância relativa dos taxa dominantes (MAX>10) na Ribeira da Ponte em Julho.

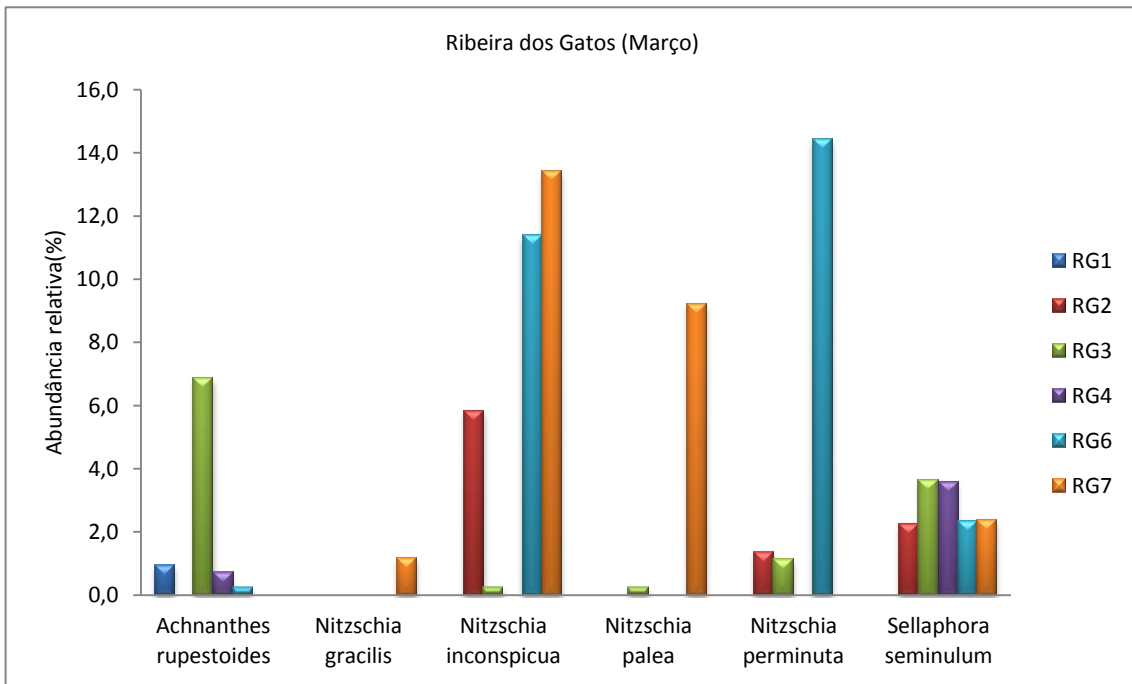


Figura 70: Abundância relativa dos taxa dominantes (MAX>10) na Ribeira dos Gatos em Março.

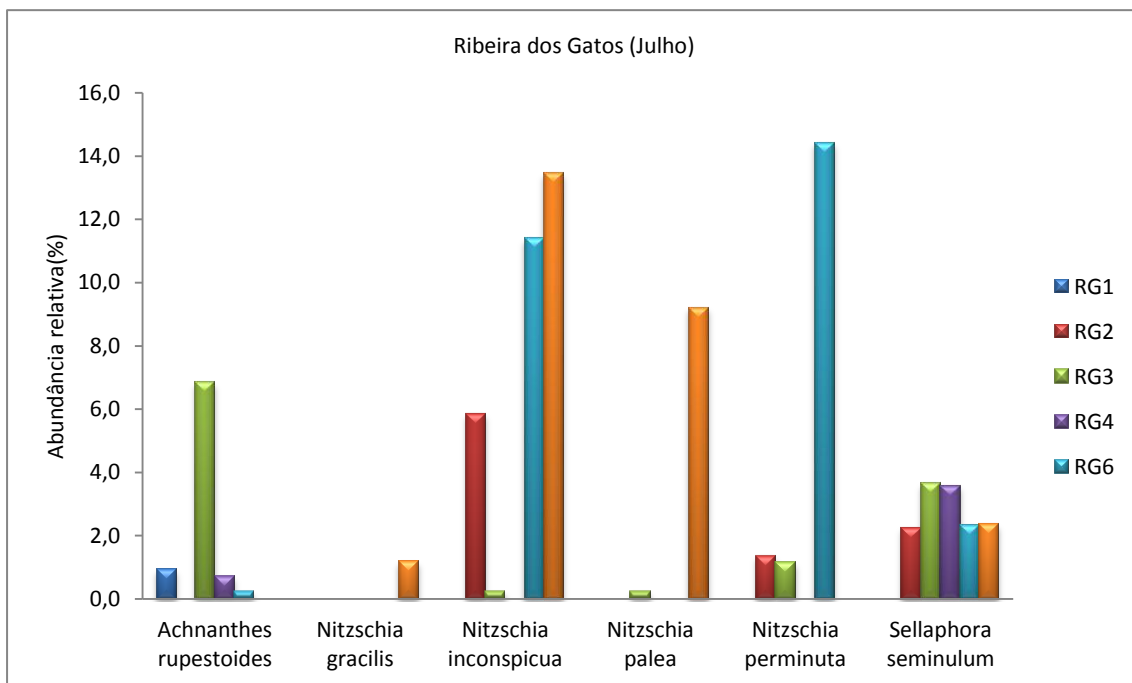


Figura 71: Abundância relativa dos taxa dominantes (MAX>10) na Ribeira dos Gatos em Julho.

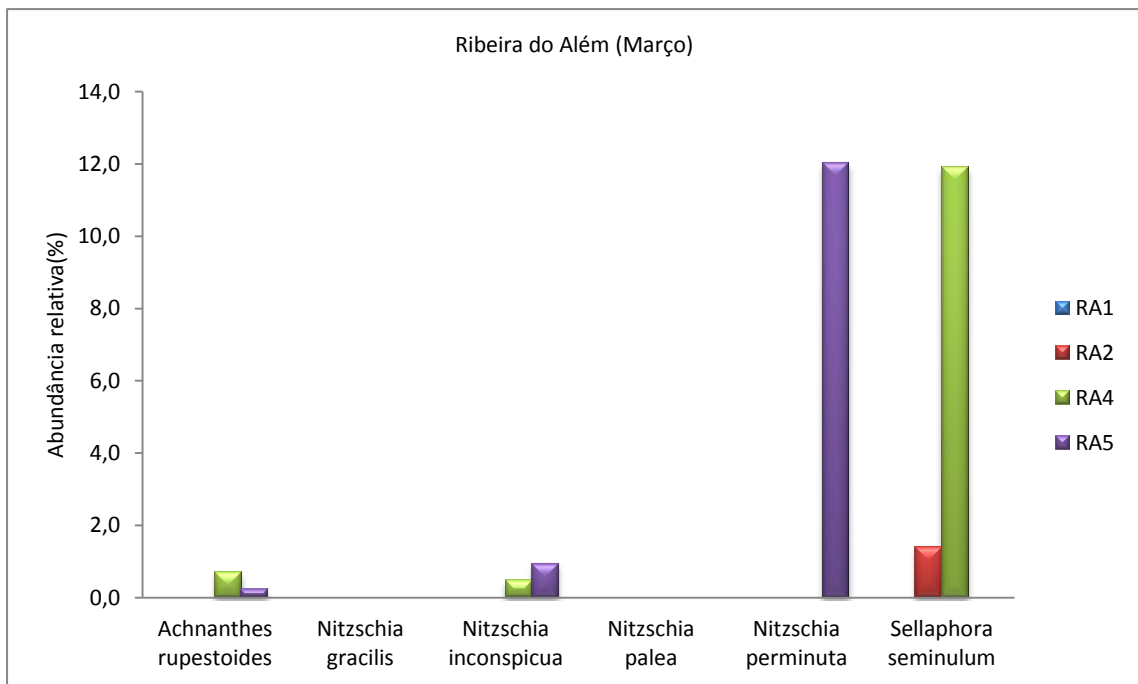


Figura 72: Abundância relativa dos *taxa* dominantes (MAX>10) na Ribeira do Além em Março.

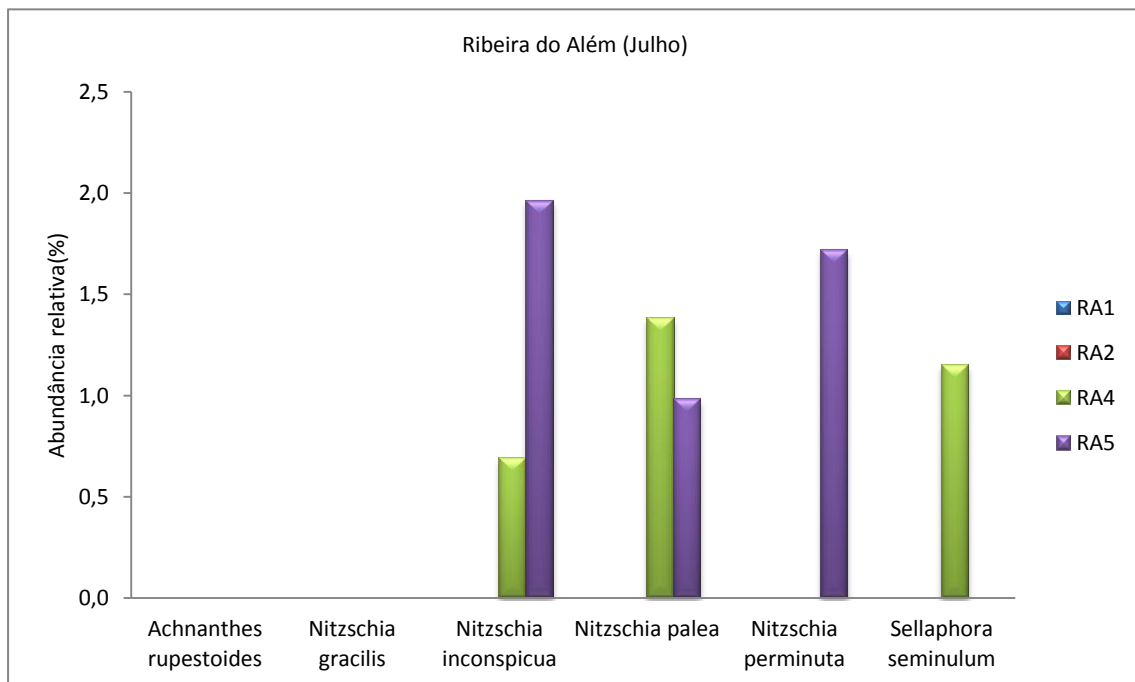


Figura 73: Abundância relativa dos *taxa* dominantes (MAX>10) na Ribeira do Além em Julho.

#### **4.4-Avaliação da qualidade ecológica**

---

Os três índices calculados foram o IPS (índice poluossensibilidade específica), o TDI (índice trófico de diatomáceas) e IBD (índice biológico de diatomáceas). O IBD não será tido em consideração dado que a percentagem de espécies usadas é na sua maioria inferior a 80%, o que reduz a robustez da pontuação obtida, podendo originar classificações erróneas.

Segundo os índices calculados, a qualidade ecológica da água nas três ribeiras situa-se entre os níveis medíocre e excelente, não existindo nenhum ponto em que esta se encontre em mau estado.

##### **Ribeira da Ponte**

Na ribeira da Ponte, segundo o índice de poluossensibilidade (IPS) o estado ecológico da água encontra-se entre razoável a excelente. Na primeira colheita, em Março, os pontos com altitudes mais elevadas, a montante, encontram-se todos com qualidade excelente, sendo que os pontos a jusante, apresentam uma qualidade boa. Na segunda colheita, em Julho, os mesmos pontos a montante, continuam com qualidade excelente, enquanto os pontos a jusante apresentaram respetivamente uma qualidade boa e medíocre. Verificou-se assim uma diminuição da qualidade ecológica da água entre Março e Julho, e ainda uma diferenciação entre os pontos a montante e a jusante.

Segundo o índice trófico de diatomáceas (TDI) a qualidade a montante mantém-se igual, excelente, e a jusante, na primeira colheita, o ponto sete apresentou uma qualidade medíocre em vez da boa no índice anterior. Na segunda colheita ambos os índices deram qualidades ecológicas iguais.

Apesar de ter variado pouco a qualidade ecológica da água entre a primeira e a segunda colheita, no mês mais seco, Julho, verificou-se que esta se encontrava em pior estado ecológico, podendo-se dever-se ao facto de existir menos água nesta estação agravando assim o estado ecológico.

O índice com maior percentagem de espécies utilizadas para o seu cálculo foi o IPS (índice poluossensibilidade específica), que obteve em ambas as colheitas valores superiores ao TDI (índice trófico de diatomáceas). A média da percentagem de espécies usadas para o cálculo do IPS em Março foi de 99,7% e em Julho de 99%, para o TDI a média em Março foi de 97,6% e em Julho de 98%.

### Março

Quadro 14: Valor dos índices e respetivas percentagens de espécies utilizadas para o seu cálculo na ribeira da Ponte em Março.

	IPS	TDI	IBD
RP1	19,5	19,1	20
RP2	19,3	18,6	20
RP3	19	18,6	20
RP4	19,2	19	20
RP5	15,2	15	17,4
RP6	17,4	15,8	18
RP7	13,2	11,8	13,9

	IPS	TDI	IBD
RP1	100%	100%	64,29%
RP2	100%	96,55%	68,97%
RP3	100%	96,97%	66,67%
RP4	100%	100%	77,42%
RP5	97,56%	97,56%	73,17%
RP6	100%	97,37%	76,32%
RP7	100%	95%	80%

### Julho

Quadro 15: Valor dos índices e respetivas percentagens de espécies utilizadas para o seu cálculo na ribeira da Ponte em Julho.

	IPS	TDI	IBD
RP1	19,4	18,9	20
RP2	19	17,6	20
RP3	19,2	17,1	20
RP4	18,2	16,9	19,7
RP5	15,9	13	16,7
RP6	11	10,5	15,8

	IPS	TDI	IBD
RP1	100%	96,55%	65,52%
RP2	100%	96,55%	65,52%
RP3	97,22%	97,22%	58,33%
RP4	100%	97,56%	65,85%
RP5	96,77%	100%	77,42%
RP6	100%	100%	82,05%



### **Ribeira dos Gatos**

Na ribeira da ponte o estado ecológico da água varia entre o estado medíocre a excelente.

Segundo o índice poluossensibilidade específica (IPS) o estado ecológico da água varia entre o estado razoável a excelente. Na primeira colheita os dois pontos com maior altitude, a montante, apresentam excelente qualidade, seguindo-se dos pontos seguintes com uma boa qualidade e o ponto mais a jusante com uma qualidade medíocre. Na segunda colheita a qualidade mantêm os mesmos parâmetros para os mesmos pontos.

Em relação ao índice trófico de diatomáceas (TDI) varia apenas entre uma qualidade ecológica da água medíocre a boa. Na primeira colheita, em Março, os pontos a montante apresentam um boa qualidade ecológica da água, os pontos a jusante uma qualidade medíocre e os pontos intermédios uma qualidade razoável.

Verificou-se assim uma diminuição da qualidade ecológica da água entre os pontos a montante e a jusante, e ainda entre os dois índices, visto que diferenciam bastante.

Em ambos os índices a percentagem de espécies utilizadas para o seu cálculo se encontra elevada e relativamente aproximada, sendo que na primeira colheita, o índice IPS encontra-se mais elevado mas apenas por uma diferença de 0,1%. Em que o IPS apresenta um valor de 98.5% e o TDI de 98,4%. Na segunda colheita o TDI apresenta uma percentagem mais elevada de espécies utilizada para o seu cálculo, com 99,3% e o IPS com 98,6%.

### **Março**

**Quadro 16: Valor dos índices e respetivas percentagens de espécies utilizadas para o seu cálculo na ribeira dos Gatos em Março.**

	<b>IPS</b>	<b>TDI</b>	<b>IBD</b>
RG1	17,8	15,7	19,2
RG2	17,4	13,4	17,6
RG3	16,6	12,2	16
RG4	16,8	10,4	16,1
RG6	16,6	9,4	15,9
RG7	11,7	7,1	13,3

	<b>IPS</b>	<b>TDI</b>	<b>IBD</b>
RG1	100%	96,77%	80,65%
RG2	100%	100%	75%
RG3	96,3%	100%	74,07%
RG4	94,44%	100%	66,67%
RG6	100%	100%	70,37%
RG7	100%	93,33%	90%

## Julho

**Quadro 17: Valor dos índices e respetivas percentagens de espécies utilizadas para o seu cálculo na ribeira dos Gatos em Julho.**

	IPS	TDI	IBD
RG1	17,1	15,9	20
RG2	17,1	14,1	18,3
RG3	16,9	12,8	16,3
RG4	16,4	11	15,4
RG6	13,6	7,2	13,7

	IPS	TDI	IBD
RG1	100%	100%	87,5%
RG2	96,43%	100%	78,57%
RG3	100%	100%	65%
RG4	100%	100%	73,91%
RG6	96,55%	96,55%	72,41%

### Ribeira do Além

Na ribeira do Além a qualidade ecológica varia entre medíocre a excelente.

Para o IPS (índice poluossensibilidade específica), a qualidade ecológica da água apenas obtém duas qualificações, ou excelente ou boa. Na primeira colheita o IPS apresentou uma qualidade ecológica excelente nos pontos a montante, e num de jusante. Na segunda colheita esse mesmo índice qualificou a água como excelente e montante e boa a jusante.

Para o TDI (índice trófico de diatomáceas) a qualidade ecológica da água varia entre medíocre a excelente. Sendo que na primeira colheita os pontos a montante obtém uma classificação de excelente e os pontos a jusante apresentam no 4 uma classificação de boa e no 5 de medíocre, descende radicalmente, saltado a classificação razoável. Na segunda colheita, em Julho, os pontos mais elevados obtém a mesma classificação de excelente e os pontos a jusante de medíocre, tendo uma descida abrupta de qualidade (Figuras 76 e 77).

Nesta ribeira verifica-se uma descida muito grande da qualidade ao longo do gradiente altitudinal, sendo que os pontos a jusante apresentam má qualidade de água em comparação com os pontos de montante.

O IPS nesta ribeira revela-se o índice com mais percentagem de espécies utilizadas para o seu cálculo, sendo que na primeira colheita obtém o valor de 99,4% e o TDI de 95,4%, e na segunda colheita 98,5% e 94,6% respetivamente (Figuras 74 e 75).

## Março

Quadro 18: Valor dos índices e respetivas percentagens de espécies utilizadas para o seu cálculo na ribeira do Além em Março.

	IPS	TDI	IBD
RA1	19,2	18,5	20
RA2	19	19,1	20
RA4	18,1	14,5	18,1
RA5	15,3	9,9	13,6

	IPS	TDI	IBD
RA1	100%	93,55%	70,97%
RA2	100%	92,86%	67,86%
RA4	100%	100%	74,07%
RA5	97,56%	95,12%	73,17%

## Julho

Quadro 19: Valor dos índices e respetivas percentagens de espécies utilizadas para o seu cálculo na ribeira do Além em Julho.

	IPS	TDI	IBD
RA1	19,1	18,9	20
RA2	19,2	19,6	20
RA4	14,8	9,3	13,4
RA5	13,9	9,2	13,4

	IPS	TDI	IBD
RA1	100%	89,29%	71,43%
RA2	100%	95,24%	66,67%
RA4	100%	100%	74,07%
RA5	93,94%	93,94%	69,7%

O índice mais importante foi o IPS (índice poluossensibilidade específica) para a ribeira da Ponte e ribeira do Além, sendo que para a ribeira dos Gatos o índice com maior importância, ou que melhor se adequa, foi o TDI (índice trófico de diatomáceas).

Em ambas as colheitas, e em ambos os índices, a qualidade ecológica da água vem decrescendo de montante para jusante.

O IPS é o índice que qualifica com melhor qualidade as águas, sendo que o TDI dá em alguns pontos pior qualidade que o anterior.

A ribeira que apresenta melhor qualidade ecológica é a ribeira da Ponte, em ambos os índices, e a que apresenta pior qualidade é a ribeira dos Gatos que apresenta por vezes qualidade razoável da água em pontos a montante.

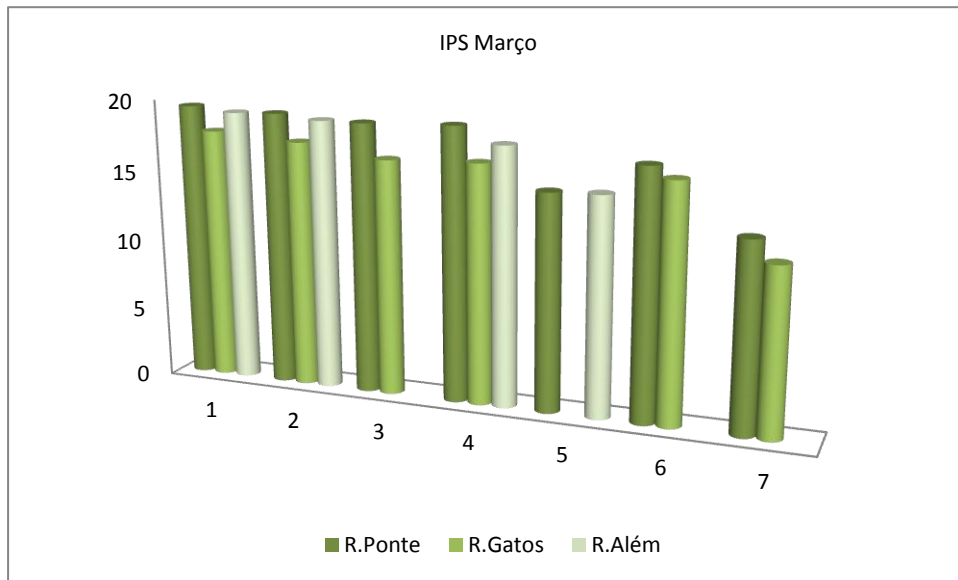


Figura 74: Valores do IPS para as três ribeiras nos seus pontos de amostragem em Março.

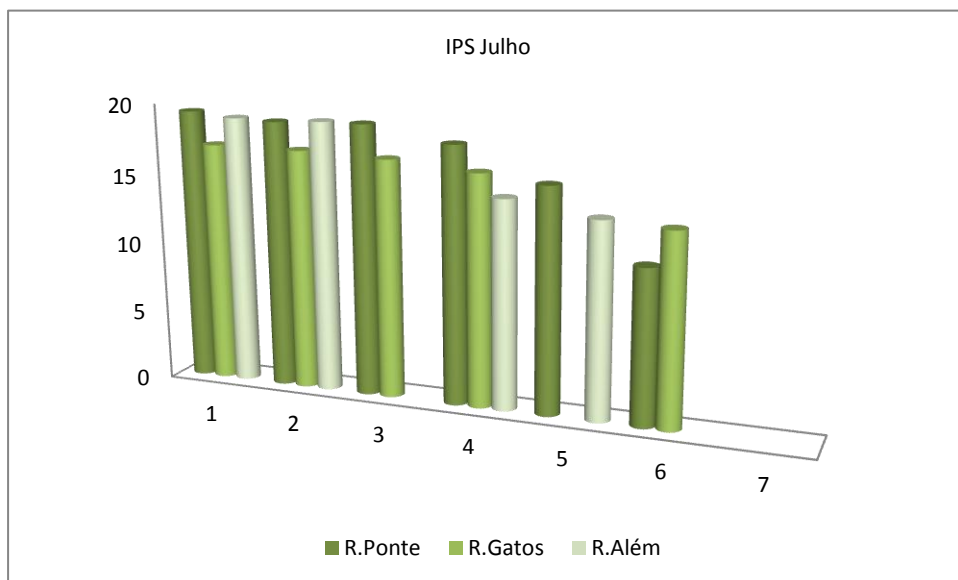


Figura 75: Valores do IPS para as três ribeiras nos seus pontos de amostragem em Julho.

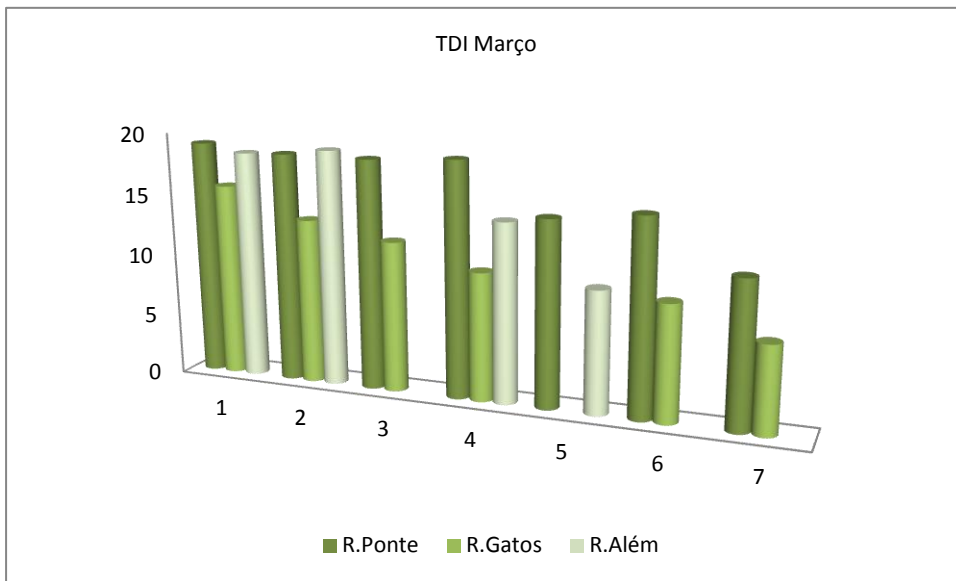


Figura 76: Valores do TDI para as três ribeiras nos seus pontos de amostragem em Março.

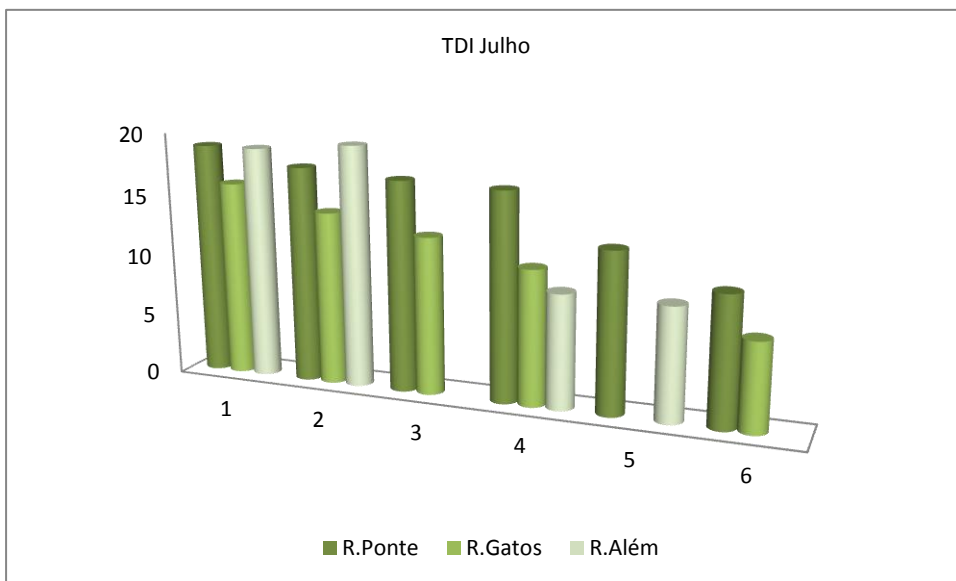
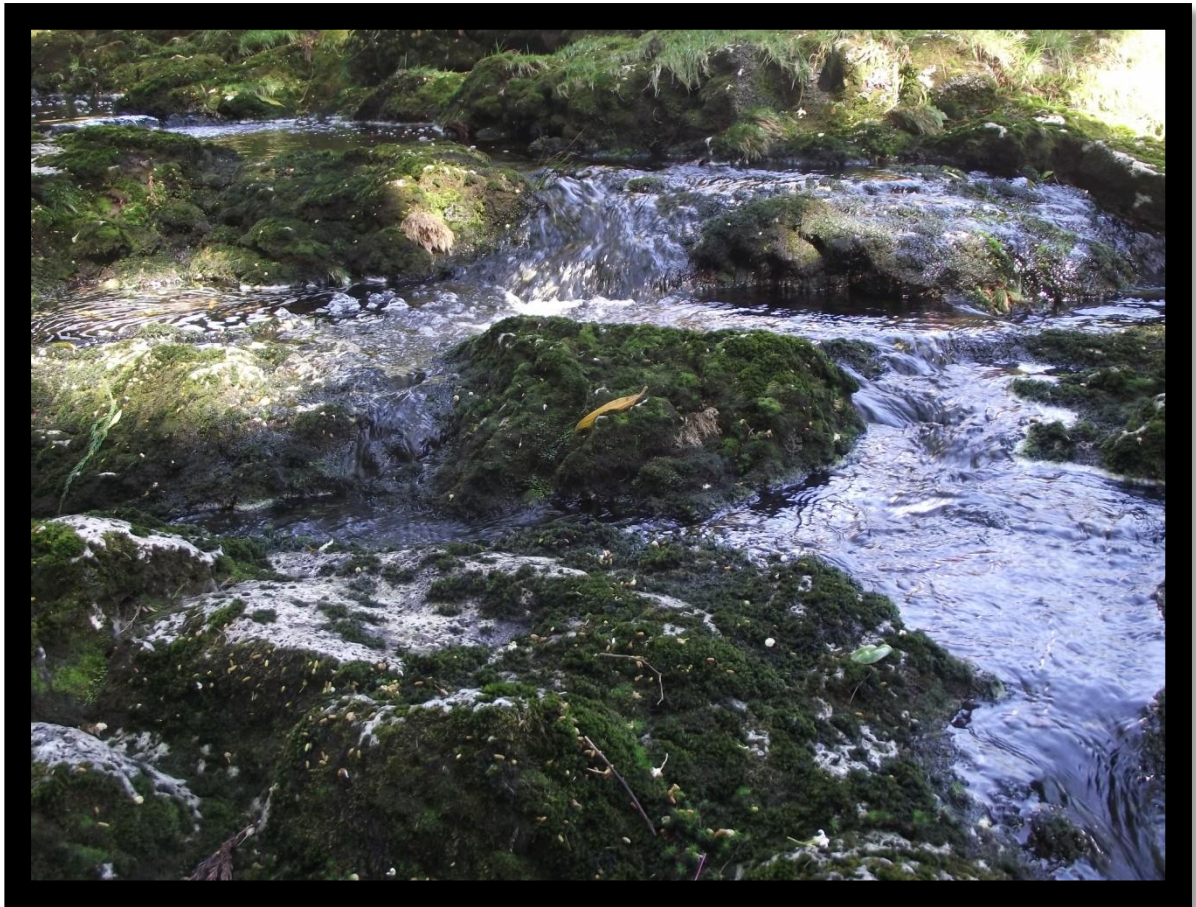


Figura 77: Valores do TDI para as três ribeira nos seus pontos de amostragem em Julho.

---

## 5-Discussão

---



O estudo desenvolvido na presente dissertação contribuiu, de um modo geral, para aumentar o estado atual do conhecimento sobre as comunidades de diatomáceas bentónicas das ribeiras da Ilha Terceira, e a sua relação com o gradiente altitudinal.

A determinação de sete parâmetros físico-químicos das águas permitiu caracterizar do ponto de vista físico-químico as estações de amostragem e a variação sazonal. Embora a água de cada local possua as suas características físico-químicas próprias, foi possível estabelecer comparações entre a qualidade da água das diferentes formações aquáticas e dos locais de amostragem. Apesar do caráter temporário e torrencial das ribeiras estudadas que dificulta a interpretação destes dados físico-químicos e comparação entre eles, os dados recolhidos permitem dizer que com a diminuição da altitude todos os parâmetros estudados aumentam exceto o oxigénio dissolvido que tende a diminuir, diminuindo assim a qualidade da água estudada. Os parâmetros indicadores de poluição da água aumentam nas zonas de menor altitude, associadas a maior pressão humana. Do ponto de vista da variação sazonal, é de realçar, na segunda colheita em Julho, um agravamento das condições físico-químicas nestes locais, facto este que se deveu à falta de pluviosidade.

O oxigénio tende a diminuir com a diminuição da altitude porque a sua concentração é frequentemente alta em locais turbulentos, a montante, e baixa em locais mais afastados, a jusante, onde temperaturas mais altas e corrente mais fraca causam solubilidade reduzida (Townsend, 2009). Os valores pH são mais baixos a montante, principalmente na Ribeira da Ponte, provavelmente devido à maior presença de *Sphagnum* spp. nas áreas naturais, uma vez que é conhecido o efeito acidificador que este género de briófitos possui por absorver catiões (como o cálcio e magnésio) e libertar iões de hidrogénio (Bönmark & Hansson, 2000). A existência de mais sólidos em suspensão é uma característica comum das zonas a jusante da maioria dos meios lóticos e que resulta do transporte de matéria orgânica (principalmente matéria orgânica particulada fina) e inorgânica que ocorre ao longo dos sistemas lóticos (Giller & Malmqvist 1998). O aumento da concentração de nitratos a jusante, e aparecimento de fosfato, está relacionada com as actividades agrícolas, incluindo a pecuária. Pode resultar da aplicação de fertilizantes, da lavagem de saís por efeito da irrigação, da aplicação de pesticidas e herbicidas e dos resíduos sólidos e efluentes líquidos de explorações pecuárias. Também se relaciona com actividades domésticas e com os locais de destino final de resíduos sólidos urbanos. Pode resultar essencialmente da descarga de águas residuais domésticas em fossas sépticas e da rutura de sistemas de esgotos (Cruz, 2004).

O estudo interpretativo dos dados diatomológicos qualitativos permitiu determinar os *taxa* mais importantes para cada local de amostragem quer em abundância, quer em frequência. As espécies dominantes foram as que exerceram maior influência na estrutura geral da

comunidade. Baseado na composição em espécies desses locais foi possível proceder à avaliação da qualidade da água por aplicação dos índices bióticos aos dados relativos das amostras epilíticas revelando-se muito eficazes e capazes de traduzir, de uma forma global, com rigor o grau de poluição orgânica e de poluição das formações aquáticas.

A análise da distribuição geográfica das diatomáceas nas ribeiras permitiu constatar diferenças na composição taxonómica das comunidades, sendo que na ribeira da Ponte, inserida a Sul, existem 20 taxa que só ocorrem na mesma como *Encyonema neogracile*, *Eunotia faba*, *Eunotia tetradon*, *Eunotia veneris*, *Fragilaria tenera*, *Melosira diekiei*, *Navicula notha*, *Navicula reichardtiana*, *Navicula tenelloides*, *Naviculadicta vaucheriae*, *Pinnularia interrupta*, *Pinnularia saprófila*, *Pinnularia sp1*, *Pinnularia subgibba*, *Planothidium lanceolata*, *Psammothidium ventrale*, *Stauroforma exiguiformis*, *Stenopterobia delicatissima*, *Stephanodiscus sp*, *Tabellaria fenestrata*. Na ribeira dos Gatos, inserida a Norte, existem 22 taxa que só ocorrem na mesma como *Achnantheidium subatomoides*, *Cymbella sp.*, *Denticula subtilis*, *Diadesmis gálica*, *Eunotia arcus*, *Eunotia diodon*, *Eunotia minor*, *Eunotia steineckii*, *Frustulia vulgaris*, *Geissleria decussis*, *Gomphonema clavatum*, *Gomphonema exilissimum*, *Mayamaea permitis*, *Navicula gregaria*, *Navicula medioconvexa*, *Navicula modica*, *Navicula sp*, *Nitzschia capitelata*, *Pinnularia decrescens*, *Placoneis elginensis*, *Planothidium frequentissimum*, *Planothidium granum*. E por fim, na ribeira do Além, inserida a Oeste, existem apenas 7 taxa com espécies características, como *Eunotia fallax*, *Fragilaria delicatissima*, *Luticola cohnii*, *Neidium ampliatus*, *Neidium bisulcatum*, *Pinnularia microstauron*, *Sellaphora mutata*.

Para a Ilha Terceira foram observadas 74 taxa pela primeira vez. Para o arquipélago dos Açores foram registados neste trabalho 12 novos taxa;. Estes dados revelam o grande desconhecimento que ainda existe sobre as comunidades de diatomáceas bentónicas de meios lóticos e justifica a intensificação deste tipo de estudos na ilha Terceira e em outras ilhas dos Açores.

A análise das comunidades de diatomáceas bentónicas ao longo do gradiente altitudinal permitiu caracterizar os taxa mais observados por altitude, como *Achnantheidium minutissimum*, *Eunotia mucophila*, *Eunotia paludosa*, *Eunotia sp1*, *Frustulia crassinervia*, *Frustulia rhomboides*, *Sellaphora mínima* e *Tabellaria flocculosa* presentes em maior abundância relativa aos 700 metros, aproximadamente, para as três ribeiras. Aos 600 metros *Achnantheidium minutissimum*, *Brachysira brebissonii*, *Eunotia mucophila*, *Eunotia paludosa*, *Eunotia sp1*, *Sellaphora mínima*, *Frustulia crassinervia* e *Pinnularia perirrorata* são os taxa mais abundantes. Para a altitude de aproximadamente 500 metros os taxa mais abundantes são o *Achnantheidium minutissimum*, *Brachysira brebissonii*, *Eunotia sp1*, *Pinnularia perirrorata*,



*Sellaphora mínima* e *Tabelaria floclulosa*. Aos 400 metros com maior abundância relativa surgem os taxa *Achnanthes rupestoides*, *Achnanthidium minutissimum*, *Brachysira brebissonii*, *Diademsis perpusilla*, *Eunotia sp1*, *Pinnularia perirrorata*, *Sellaphora mínima*, *Tabelaria floclulosa*, *Diademsis contenta* e *Sellaphora seminulum*. Para os 300 metros de altitude o *Achnanthidium minutissimum*, *Brachysira brebissonii*, *Pinnularia perirrorata*, *Sellaphora minima* e *Nitzschia perminuta* são os taxa mais abundantes. Aos 200 metros de altitude os taxa com maior abundância relativa são *Achnanthidium minutissimum*, *Diademsis contenta*, *Eunotia sp1*, *Nitzschia gracilis*, *Nitzschia inconspicua*, *Nitzschia palea*, *Nitzschia perminuta*, *Pinnularia perirrorata* e *Sellaphora íinima*. Aos 100 metros de altitude, na foz, o taxa *Achnanthidium minutissimum*, *Nitzschia inconspicua* e *Sellaphora mínima* são os que obtém valores mais elevados de abundância relativa.

De acordo com Dudgeon (2008), a altitude é o principal fator determinante da composição e diversidade dos macroinvertebrados em ribeiras de regiões tropicais. Numa recente caracterização em larga escala, abrangendo 1 197 locais e 1 397 amostras, de diferentes tipos de biótopos de diatomáceas em diversos países da Europa e a sua relação com diversas variáveis ambientais, confirmou-se que a altitude é um dos principais fatores na explicação da variabilidade das comunidades de diatomáceas bentónicas (Fisher *et al*, 2010). O efeito da altitude está provavelmente relacionado com caracteres hidrológicos, tais como, a sazonalidade do caudal e a velocidade e tipo de corrente.

As espécies *Diasmedis contenta* e *Selaphora mínima* parecem estar sempre associadas às zonas de menor altitude, com mais sazonalidade na presença de água, maior temperatura, menos oxigénio dissolvido, mais sólidos suspensos e maior poluição. Pelo contrário, *Eunotia mucophila* e *E. paludosa*, assim como a *Frustulia crassinervia*, estão claramente associadas aos troços de maior altitude de grande qualidade ecológica. Estes resultados são importantes na procura de espécies indicadoras de qualidade dos meios lóticos dos Açores.

Os resultados obtidos para os quatro índices descritores das comunidades de diatomáceas bentónicas nas Ribeiras estudadas, nomeadamente o índice de riqueza taxonómica (S), o índice de diversidade de Margalef (d), o índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') e o índice de equitabilidade de Pielou's (J'), revelaram que a ribeira da Ponte apresentou os valores médios mais elevados nos índices calculados e por outro lado a ribeira dos Gatos os valores mais baixos nesses índices, associadas de um modo geral, a uma baixa riqueza taxonómica.

A riqueza e diversidade de espécies ao longo das ribeiras tende a aumentar de montante para jusante, não existindo relação entre as duas estações. Segundo Townsend (2009), a riqueza em espécies é influenciada pela variação climática e por distúrbios sobre a estrutura de uma comunidade. Alguns estudos parecem sustentar a ideia que a riqueza em espécies

aumenta com a diminuição da variação climática (Townsend, 2009). Sendo o clima temperado predominante na Ilha Terceira, a variação climática não é elevada, não existindo grandes picos de baixas ou elevadas temperaturas, fazendo com que não exista diferenças grandes entre as duas colheitas ou amostragens.

Apesar de se ter verificado uma variação significativa não muito elevada da abundância das diatomáceas entre as estações do ano início de primavera e verão, em termos globais, as comunidades de diatomáceas bentónicas estudadas não variaram de forma significativa sazonalmente.

Dos índices bióticos utilizados (IPS, IBD e TDI) o índice IBD foi o que se mostrou menos eficaz na avaliação biológica da água, não sendo utilizado para a interpretação dos resultados. O índice IPS foi o que apresentou, de uma forma geral, os resultados mais coerentes com a caracterização físico - química das águas, e que utilizou a maior percentagem de espécies para o seu cálculo. A ribeira da Ponte foi a que apresentou melhores valores destes índices, sendo assim a que apresenta melhor qualidade ecológica da água ao longo do gradiente altitudinal.

O estado de qualidade da água de superfície evidenciou, nas ribeiras, uma tendência para o agravamento da qualidade da água ao longo do seu percurso, com as concentrações dos constituintes químicos a aumentarem em direção à foz. Este gradiente de qualidade reflete os usos do solo, geralmente pouco alterados a montante, com pastagens na zona intermédia e aglomerados urbanos, por vezes com insuficiente saneamento básico, a jusante.

---

## 6-Conclusões

---



- 1) Apesar do seu carácter temporário, as ribeiras estudadas têm, nos troços a montante, em zonas de vegetação natural, uma presença permanente de água;
- 2) Com a diminuição da altitude (para jusante) aumenta a temperatura, o pH, a condutividade, a concentração de sólidos suspensos e a concentração de nitratos. Igualmente nos troços mais a jusante a concentração de oxigénio diminui. Verifica-se desta forma um agravamento das condições físico-químicas de montante para jusante. Existe igualmente um agravamento destas condições durante o Verão;
- 3) No total das amostras estudadas foram identificados 132 *taxa* de diatomáceas bentónicas, dos quais 74 constituem novos registos para a ilha Terceira. Para o arquipélago dos Açores foram observados neste trabalho 12 novos *taxa*;
- 4) As comunidades de diatomáceas bentónicas variam ao longo do gradiente altitudinal. As espécies *Diasmedis contenta* e *Selaphora mínima* parecem estar sempre associadas às zonas de menor altitude. Pelo contrário, *Eunotia mucophila* e *E. paludosa*, assim como a *Frustulia crassinervia*, estão claramente associadas aos troços de maior altitude e grande qualidade ecológica;
- 5) A distribuição geográfica das comunidades de diatomáceas bentónicas também variou entre as três ribeiras existindo 49 *taxa* que apenas se encontram presentes em uma delas;
- 6) A riqueza e a diversidade de espécies tende a aumentar de montante para jusante, não existindo grande variação entre os dois períodos de amostragem (Primavera e Verão). A Ribeira da Ponte apresentou os valores médios mais elevados dos índices de riqueza e diversidade calculados. A Ribeira dos Gatos registou os valores mais baixos nesses índices;
- 7) A Ribeira da Ponte foi a que apresentou melhores valores dos índices IPS, IBD e TDI, sendo assim a que apresenta melhor qualidade ecológica da água ao longo do gradiente altitudinal. O índice IPS foi o que apresentou, de uma forma geral, os resultados mais coerentes.
- 8) Verifica-se uma clara diminuição da qualidade ecológica nos troços mais a jusante, em todas as ribeiras. Este gradiente de qualidade reflete os usos do solo, geralmente pouco ou nada alterados a montante, com zonas florestais e pastagens na zona intermédia e aglomerados urbanos, a jusante.

---

## Bibliografia

---

- Almeida, S. F. P. 1998. Utilização das diatomáceas na avaliação da qualidade das águas doces. Departamento de Biologia. Universidade de Aveiro, Tese de Doutoramento.
- Azevedo, E. M. V. B. 1996. Modelação do clima insular à escala local Modelo CIELO aplicado à ilha Terceira. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Ciências Agrárias. Universidade dos Açores. Angra do Heroísmo.
- Abdel-Monen, A., Fernandez, L. & Boone, G., (1975) - K/Ar ages from the eastern Azores group (Santa Maria, São Miguel and the Formigas Islands. *Lithos* 4.
- Bettencourt, M. L. 1979. O clima de Portugal, Fascículo XVIII. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, Lisboa.
- Brower, J.E., Jerrold, H.Z. & Carl, N. Von Ende., 1998. Field and laboratory methods for general ecology, 4th ed.
- Clarke, K.R. e R.N. Gorley (2006). *PRIMER v6: User manual/tutorial*. PRIMER-E. Plymouth. UK.
- CEN (Comité Européen de Normalisation) (2003). Water quality –guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers. European Standard EN 13946, Brussels.
- CEN (2004), EN13996: Water quality – (Guidance Standart for the identification, enumeration and interpretation of bentic diatom samples from running waters). CEN, Brussels.
- Cemagref (1982). *Étude de les méthodes biologiques d'appréciation de lá qualité des eux*. Rapport Q. E. Lyon- Agence de l'Eau Rhône-Mediterrane Corse.
- Chovelon, P. (1982) - Évolution volcanotectonique des îles de Faial et de Pico, Archipel des Açores – Atlantique Nord “Volcanological and tectonic evolution of Pico and Faial islands, Azores archipelago – Atlantic North”. These présentée pour obtenir le titre de Docteur en Sciences, Université Paris-Sud, Paris
- Cruz, J.V. (2004) – Ensaio sobre a água subterrânea nos Açores. História, ocorrência e qualidade. Ed. SRA, Ponta Delgada, 288 pp. Cruz, J.V. & Amaral, C. (2004) - Major ion chemistry of groundwaters from perched-water bodies at Azores (Portugal) volcanic archipelago. *Applied Geochemistry*.
- Cox, E. J. 1996. *Identification of Freshwater Diatoms from Live Material*. Chapman & Hall, London, UK.

- Charles, D. F., Acker, F.W., Hart, D. D., Reimer, C. W. & Cotter, P. B. 2006. "Large-scale regional variation in diatom-water chemistry relationships: rivers of the eastern United States " *Hydrobiologia*.
- Descy, J. – P. 1973. La végétation algale benthique de la Meuse Belge et ses relations avec la pollution des eaux. *Lejeunia*
- Descy, J. – P. 1976a. Étude quantitative du peuplement algal benthique en vue de l'établissement d'une méthodologie d'estimation biologique de la qualité des eaux courantes. Application au cours belge de la Meuse et de la Sambre. In : Recherche et Technique au service de l'Environnement CEBEDOC (ed.)
- Descy, J. – P. & Coste, M. 1987 – 1988. Utilisation des diatomées benthiques pour l'évaluation de la qualité des eaux courantes. Premier, Deuxième et Troisième Rapports D'Avancement.
- Descy, J. – P. & Coste, M. 1991. A test of methods for assessing water quality based on diatoms. *Verh. Internat. Verein. Limnol*
- DROTRH–INAG (2001) Plano Regional da Água. Relatório técnico. Versão para consulta pública. DROTRH-INAG, Ponta Delgada.
- Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro de 2000 – Directiva Quadro da Água.
- European Parliament & The Council of the European Union, (2000). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and The Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy. Official J. Eur. Communities.
- Gonçalves, V. 2008. *Contribuição para o Estudo da qualidade Ecológica das Lagoas dos Açores. Fitoplâncton e diatomáceas bentónicas*. Dissertação para obtenção do grau de doutor em Biologia, especialidade Biologia Vegetal. Ponta Delgada. Departamento de Biologia, Universidade dos Açores.
- Giller, P. S. & B. Malmqvist. 1998. *The biology of streams and rivers*. Oxford University Press. New York.
- INAG, I. P. (2008). *Tipologia de rios em Portugal Continental no âmbito da implementação da Directiva Quadro da Água. I - Caracterização abiótica*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I. P.
- IM (Instituto de Meteorologia) & AEMET (Agência Estatal de Meteorologia de Espanha), 2012. *Atlas climático dos arquipélagos das Canárias, da Madeira e dos Açores*. AEMET. Espanha.

- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1986. *Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae in Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1988. *Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae in Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991a. *Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, eunotiaceae in Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991b. *Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolate) und Gomphonema Gesamtliteraturverzeichnis. In Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Kelly, M.G., Cazaubon, A., Coring, E., et al. (1998). Recommendations for the routine sampling of diatoms for water quality assessments in Europe. *Journal of Applied Phycology*.
- Lange-Bertalot, H. 1979. Pollution Tolerance of Diatoms as a criteria for Water Quality Estimation. *Nova Hedwigia* Beiheft.
- Lei n.º 11/87, de 7 de Abril. *Lei de Bases do Ambiente* (1987).
- Lecoq, C., Coste, M. & Prygiel, J. 1993. "OMNIDIA": a software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. *Hydrobiologia*.
- Medeiros, M., Mendes, S., Cymbron, R., Pacheco, D. Gaspar, J. (2010) A implementação da Directiva Quadro da Água na Região Autónoma dos Açores. XV Congresso da Associação Ibérica de Limnologia, Ponta Delgada.
- Monteiro, Jacinto (Pe.). *Alguns Aspectos da História Açoriana, nos séculos XV-XVI*. Angra do Heroísmo (Açores): Instituto Açoriano de Cultura, 1982. 160p.
- Nunes, J.C. (2000) - Notas sobre a geologia da Terceira. Açoreana.
- Oliveira, C.S.N. (2005) - Caracterização físico-química e ecológica (diatomáceas) das linhas de água de Aveiro, Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Microbiologia Molecular, Universidade de Aveiro.
- PRA (2000a). Plano Regional da Água – Relatório de Caracterização e diagnóstico da Situação Actual da Hidrografia/Clima/Hidrologia da Superfície. Centro de Geologia Ambiental. Universidade dos Açores.
- Prygiel, J. & Coste, M. 2000. Guide Méthodologique pour la mise en oeuvre de l'Indice Biologique Diatomées. *NF T 90 – 354*. France.

- PGRHI Terceira (2012) - Plano de Gestão de Recursos Hídricos de Ilha Terceira, Secretaria Regional do Ambiente e do Mar.
- Rodrigues, F.C. (1992) - Hidrogeologia da ilha Terceira. Contributo para o seu conhecimento. Provas de A.P.C.C., Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo.
- Rodrigues, F.C. (2002) - Hidrogeologia da ilha Terceira (Açores – Portugal). Contributo para o seu conhecimento. Dissertação para a obtenção do Grau de Doutor em Engenharia do Ambiente, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo
- Round, F. E. 1973. *The Biology of the Algae*. Edward Arnold 2ª.
- Round, F. E., Crawford, R. M. & Mann, D. G. 1991. *The Diatoms - biology and morphology of the genera*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Round, F.E., Crawford, R.M. & Mann, D.G. (1990). *The Diatoms: biology & morphology of the genera*. Cambridge University Press.
- Spellman, F. R. & Drinan, J. 2000. *The drinking Water Quality Handbook*. Techomic Publics Company.
- SRAM/DROTRH (2007). *Carta de Ocupação do Solo da Região Autónoma dos Açores*. Secretaria Regional do Ambiente e do Mar, Direcção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos, Ponta Delgada.
- SREA (2008). *Anuário Estatístico da Região Autónoma dos Açores – 2007*. Serviço Regional de Estatística dos Açores. Angra do Heroísmo.
- Serviço Regional de Estatística dos Açores, SREA, *Censos da População, 2011 – Serviço Regional de Estatística (SREA)*, RAA, Angra do Heroísmo, 2011.
- Serralheiro, A., C.A.M. Alves, V.H. Forjaz & B. Rodrigues, 1987. *Carta Vulcanológica dos Açores, Ilha de Santa Maria*. Escala 1:15.000 (Folhas 1 e 2). *Serviço Regional de Protecção Civil dos Açores e Universidade dos Açores* (Ed.). Ponta Delgada.
- SRAM, INAG (2006) *Relatório síntese da caracterização da região hidrográfica - Arquipélago dos Açores, Portugal*. SRAM edn. Secretaria Regional do Ambiente e do Mar e Instituto da Água, Ponta Delgada.
- van Dam, H., Mertens, A. & Sinkeldam, J. 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*.
- Wetzel, R. G. 1993. *Limnologia*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa
- Zbyszewski, G.; Medeiros, A.C.; Ferreira, O.V. (1971) – *Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50000*. Notícia explicativa da ilha Terceira (Açores).



- Zbyszewski, G. Medeiros, A. C., Ferreira, O. V. e Assunção, C. T. 1968. Carta geológica de Portugal. Notícia explicativa da folha Ilha das Flores (Açores) e rochas eruptivas. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.

---

## **Anexo 1**

---

# Estampas

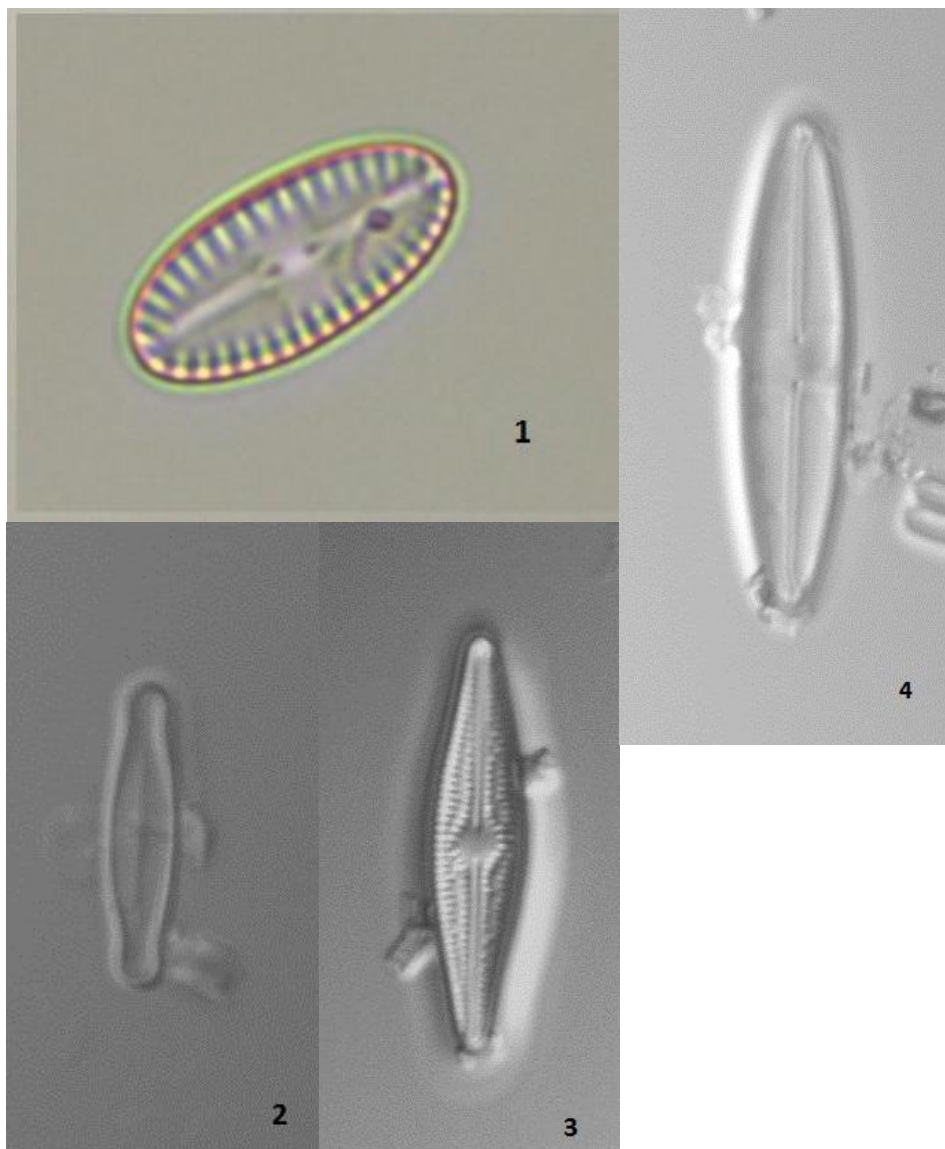
**Estampa 1**

1-*Achnanthes rupestoides* Hohn

2- *Achnanthidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki

3- *Brachysira brebissonii* Ross in Hartley ssp. *brebissonii*

4-*Caloneis hyalina* Hustedt



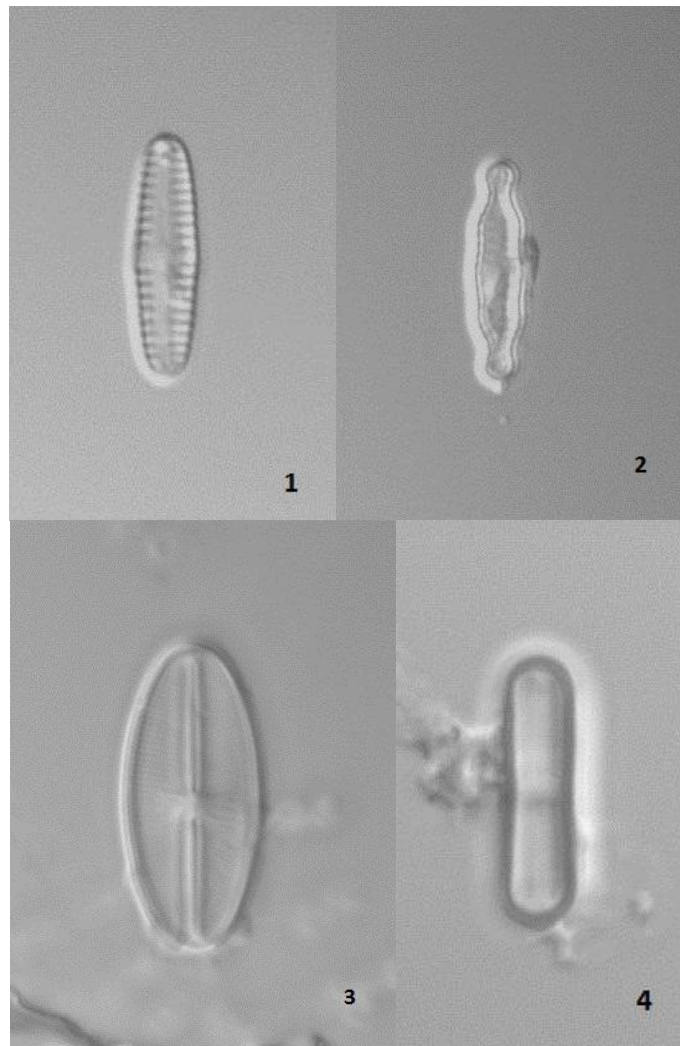
## Estampa 2

1-*Chamaepinnularia mediocris* (Krasske) Lange-Bertalot

2- *Chamaepinnularia soehrensii* (Krass.) Lange-Bertalot & Krammer

3-*Cavinula lapidosa* (Krasske) Lange-Bertalot

4- *Diadsmis contenta* (Grunow ex V.Heurck) Mann



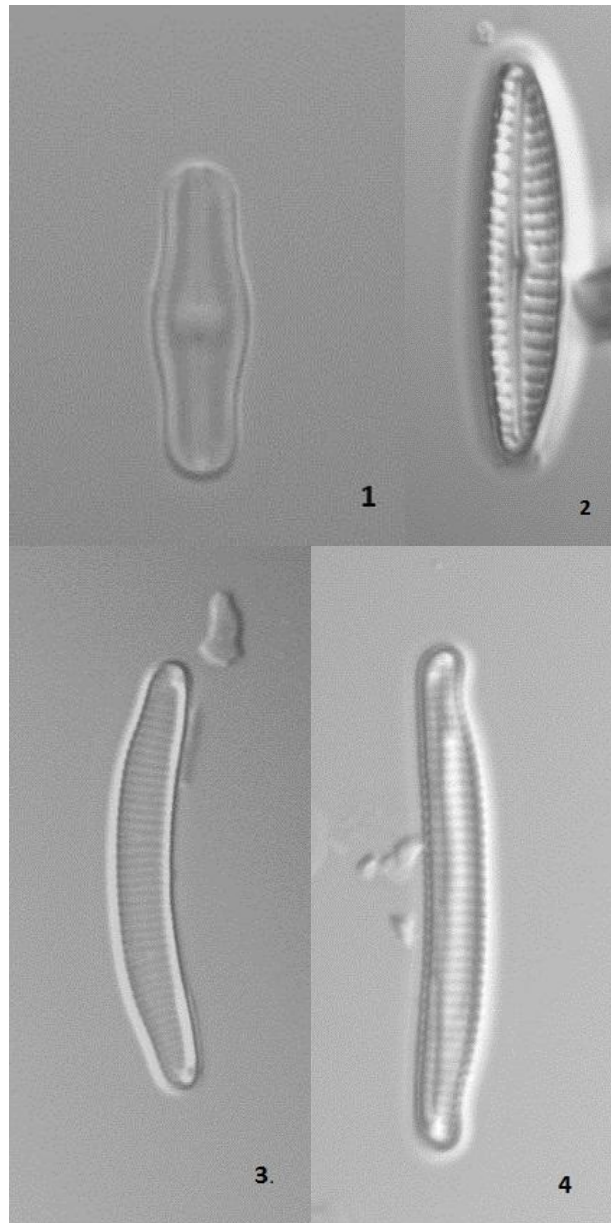
**Estampa 3**

1- *Diadsmis perpusilla* (Grunow) D.G Mann

2- *Encyonema perpusillum* (A.Cleve) D.G Mann

3- *Eunotia mucophila* (Lange-Bert & Norpel Schempp) Lange-Bertalot

4- *Eunotia paludosa* Grunow in Van Heurck var. *paludosa*





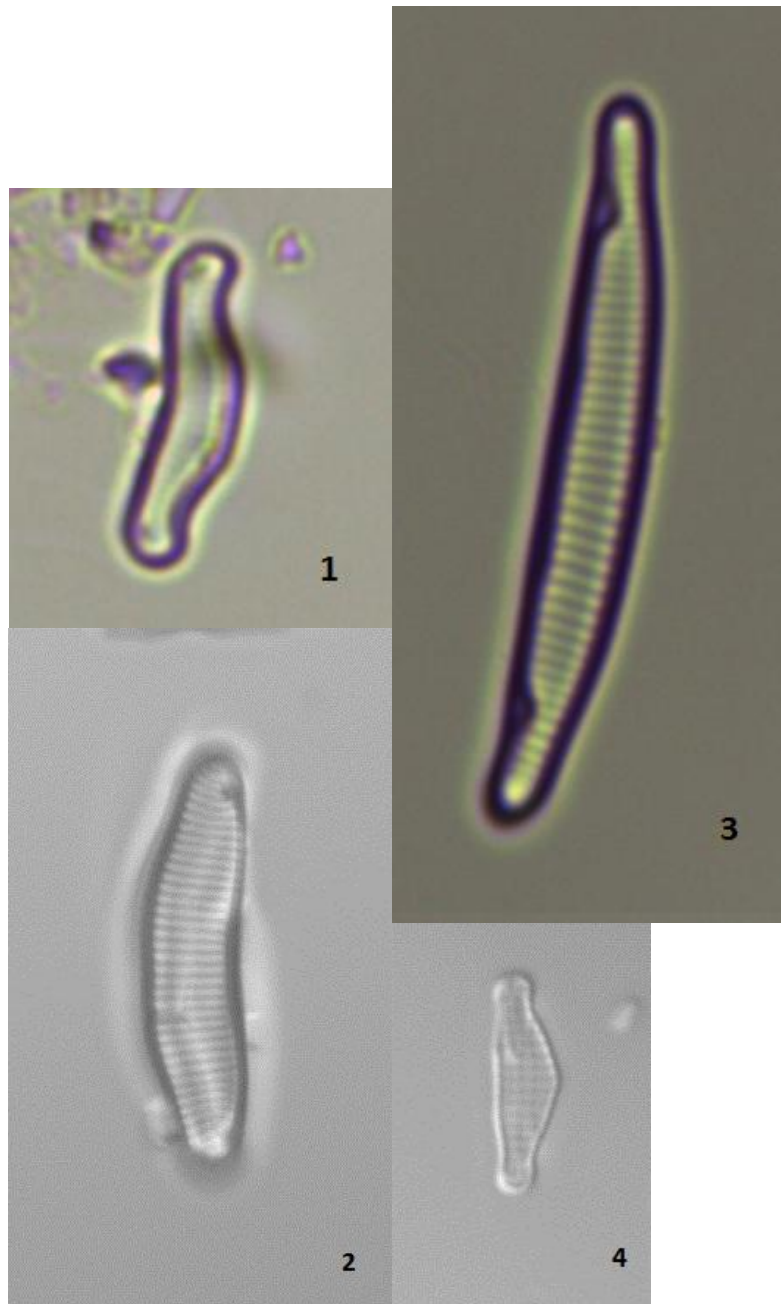
**Estampa 4**

1-*Eunotia exigua* (Brebisson ex Kützing) Rabenhorst

2-*Eunotia implicata* Nöpel. Lange-Bertalot & Alles

3-*Eunotia incisa* Gregory var. *incisa*

4-*Eunotia microcephala* Krasske



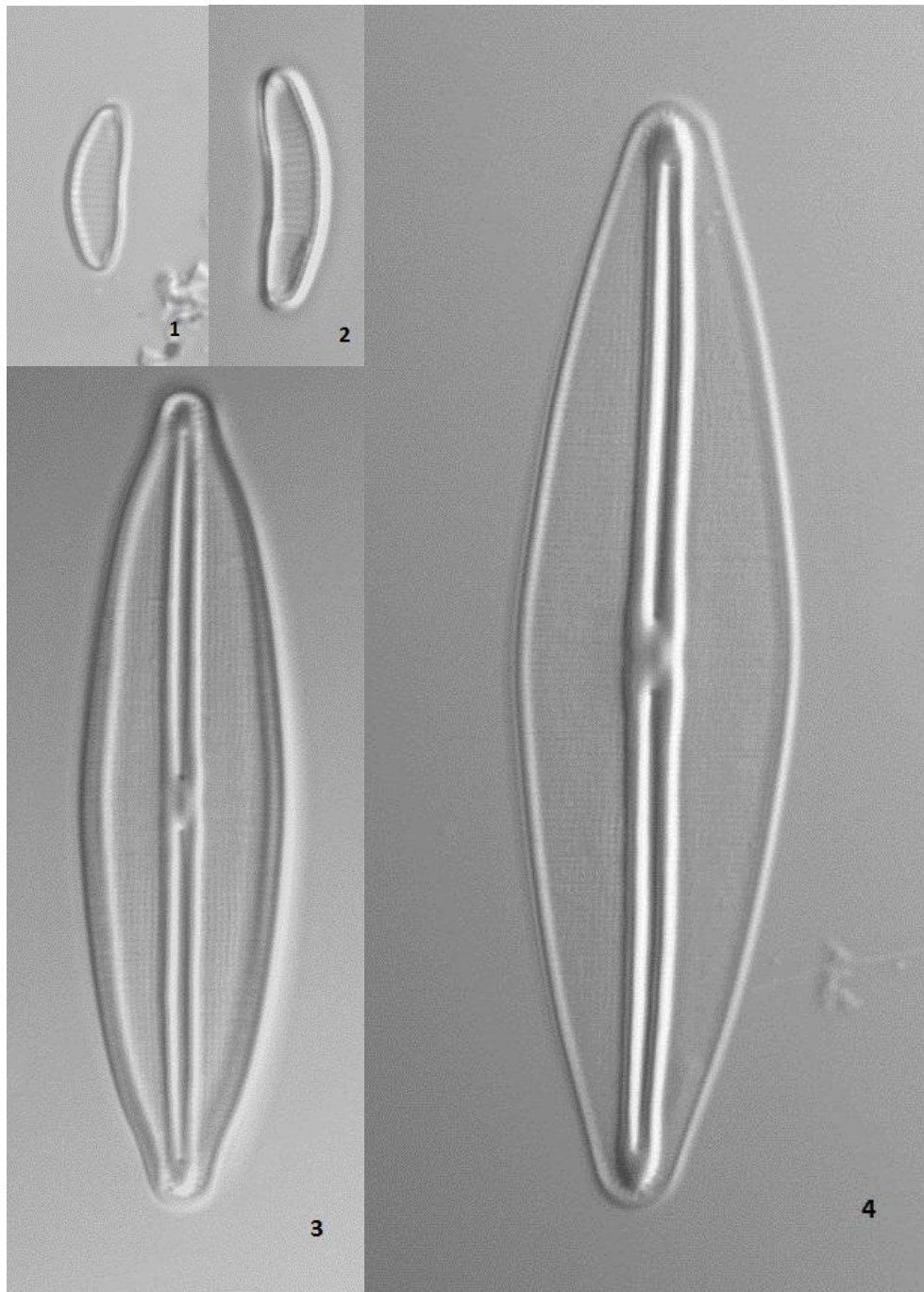
**Estampa 5**

1-*Eunotia sp.1* (Eunotia C.G.Ehrenberg)

2- *Eunotia sp.1* (Eunotia C.G.Ehrenberg)

3- *Frustulia crassinervia* (Breb.) Lange-Bertalot et Krammer

4- *Frustulia rhomboides* (Ehr.) De Toni



**Estampa 6**

1- *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing var. *parvulum*

2- *Microcostatus krasskei* (Hustedt) Johansen & Sray

3- *Nitzschia gracilis* Hantzsch

4- *Nitzschia inconspicua* Grunow



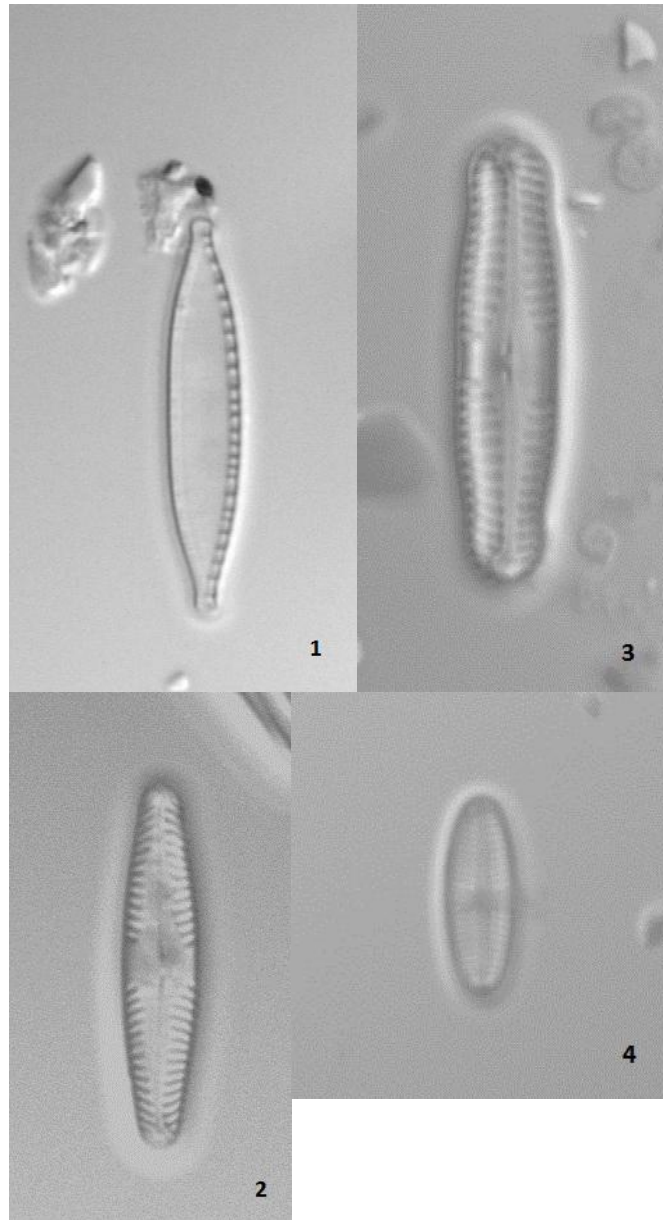
**Estampa 7**

1-*Nitzschia palea* (Kützing) W.Smith

2-*Pinnularia perirrorata* Krammer

3-*Pinnularia saprophila* Lange-Bertalot, Kobayasi & Krammer

4-*Sellaphora mínima* (Grunow) Mann



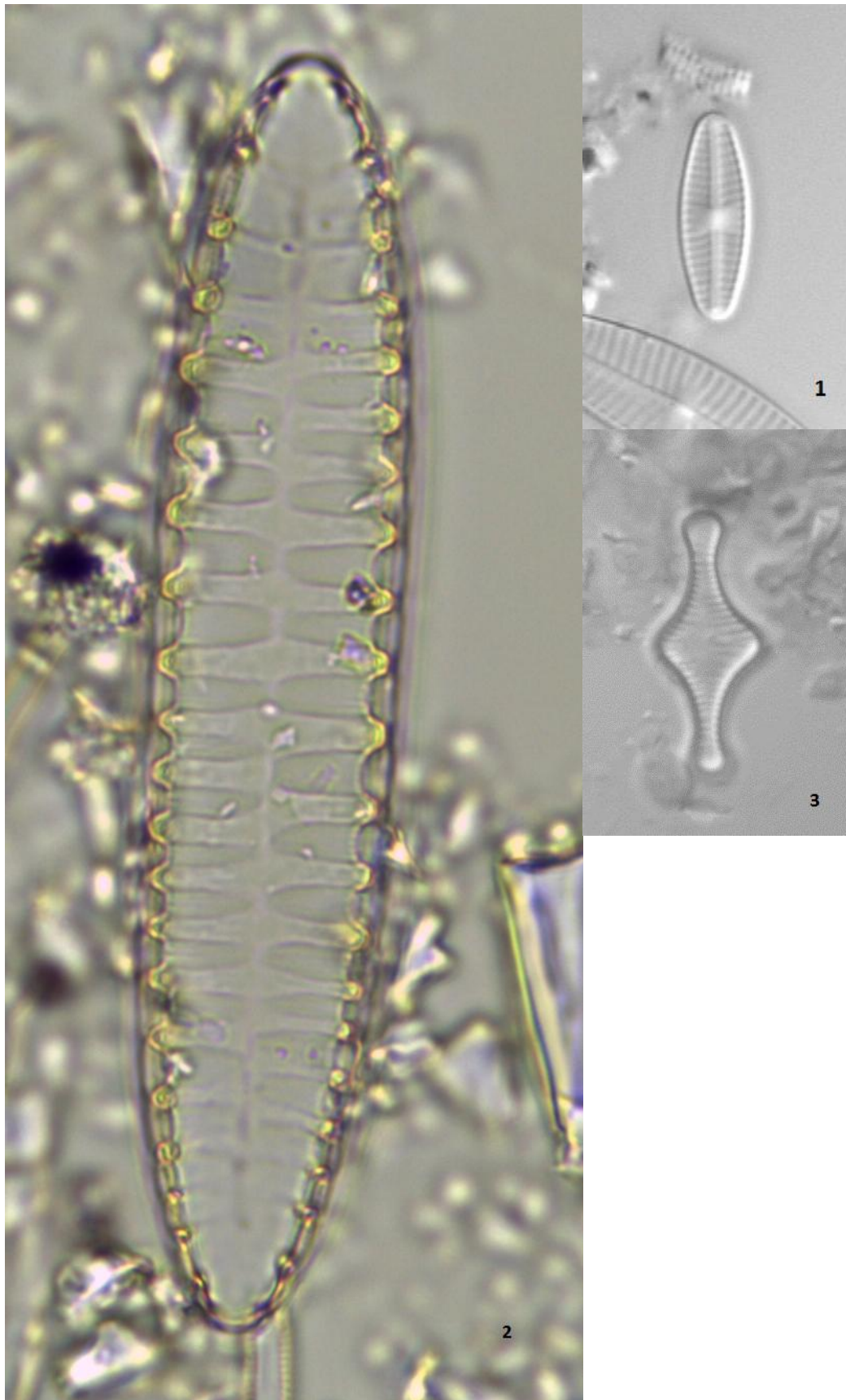


**Estampa 8**

1-*Sellaphora seminulum* (Grunow) D.G.Mann

2-*Surirella linearis* W.M.Smith

3-*Tabellaria flocculosa* (Roth) Kützing



## Anexo 2

Taxa	S	N	N2
<i>Eunotia sp1</i>	31	1320	17,6
<i>Sellaphora minima</i>	26	1543	17,2
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	26	2355	17,0
<i>Pinnularia perirrorata</i>	26	774	15,7
<i>Eunotia implicata</i>	25	175	14,2
<i>Diadesmis contenta</i>	30	792	14,2
<i>Chamaepinnularia mediocris</i>	22	145	13,0
<i>Microcostatus krasskei</i>	19	69	12,8
<i>Brachysira brebissonii</i>	25	503	11,9
<i>Eunotia exigua</i>	25	189	11,8
<i>Pinnularia subcapitata</i>	19	52	11,7
<i>Cavinula lapidosa</i>	23	240	11,5
<i>Encyonema perpusillum</i>	17	72	9,7
<i>Eunotia mucophila</i>	23	442	9,6
<i>Chamaepinnularia soehrensii</i>	16	48	9,6
<i>Frustulia rhomboides</i>	17	200	8,8
<i>Eunotia microcephala</i>	18	138	8,1
<i>Frustulia creassinervia</i>	20	574	7,5
<i>Eunotia incisa</i>	21	134	7,4
<i>Caloneis hyalina</i>	17	119	7,3
<i>Sellaphora seminulum</i>	12	171	7,3
<i>Nitzschia acidoclinata</i>	11	47	7,1
<i>Eunotia sp</i>	13	52	7,1
<i>Gomphonema parvulum</i>	15	132	7,0
<i>Eunotia subarcuatooides</i>	10	76	6,8
<i>Aulacoseira distans</i>	9	38	6,7
<i>Navicula difficillima</i>	10	41	6,2
<i>Mayamaea agrestis</i>	11	78	6,1
<i>Eunotia paludosa var. trinacria</i>	8	33	5,8
<i>Pinnularia saprophila</i>	8	20	5,7
<i>Brachysira neoexilis</i>	14	111	5,6
<i>Frusltulia sp</i>	10	60	5,5
<i>Tabellaria flocculosa</i>	25	461	5,5
<i>Pinnularia sp1</i>	7	14	5,4
<i>Eunotia paludosa</i>	22	333	5,4
<i>Navicula festiva</i>	6	17	5,3
<i>Chamaepinnularia sp</i>	10	43	5,2
<i>Pinnularia maior</i>	5	5	5,0
<i>Surirella linearis</i>	17	68	5,0
<i>Mayamaea atomus</i>	6	71	4,8
<i>Kobayasiella subillissima</i>	6	9	4,8

## Continuação

Taxa	S	N	N2
<i>Nitzschia inconspicua</i>	12	218	4,7
<i>Navicula obsoleta</i>	6	19	4,7
<i>Nitzschia perminuta</i>	9	183	4,5
<i>Nitzschia brevissima</i>	13	102	4,5
<i>Naviculadicta vaucheriae</i>	5	15	4,4
<i>Chamaepinnularia begerii</i>	6	40	4,3
<i>Nitzschia palea</i>	12	230	4,3
<i>Pinnularia sinistra</i>	5	12	4,2
<i>Achnanthes rupestoides</i>	11	122	4,2
<i>Rhopalodia rupestris</i>	8	46	4,0
<i>Cavinula variostrata</i>	6	24	3,9
<i>Achnanthes lutheri</i>	5	21	3,8
<i>Diademsis perpusilla</i>	19	146	3,8
<i>Navicula subrotundata</i>	5	7	3,8
<i>Chamaepinnularia submuscicola</i>	7	19	3,7
<i>Stauroneis termicola</i>	4	29	3,6
<i>Navicula cryptotenella</i>	7	32	3,5
<i>Pinnularia microstauron</i>	4	24	3,3
<i>Pinnularia borealis</i>	4	7	3,3
<i>Eunotia bilunaris</i>	4	8	3,2
<i>Chamaepinnularia evanida</i>	4	9	3,0
<i>Luticola mutica</i>	4	6	3,0
<i>Encyonema silisiacum</i>	3	7	2,9
<i>Gomphonema clavatum</i>	4	21	2,9
<i>Nupela imperfecta</i>	5	14	2,9
<i>Eunotia arcus</i>	4	18	2,7
<i>Aulacoseira ambigua</i>	6	28	2,6
<i>Gomphonema exilissimum</i>	3	13	2,6
<i>Adlafia subminuscula</i>	3	6	2,6
<i>Nitzschia sp</i>	3	6	2,6
<i>Adlafia minuscula</i>	3	32	2,4
<i>Fistulifera pelliculosa</i>	3	52	2,3
<i>Eunotia sudetica</i>	3	5	2,3
<i>Planothidium frequentissimum</i>	3	23	2,2
<i>Nitzschia gracilis</i>	5	96	2,2
<i>Asterionela formosa</i>	4	11	2,2
<i>Achnanthes coarctata</i>	3	8	2,1
<i>Cyclotella sp</i>	2	2	2,0
<i>Encyonema neogracile</i>	2	2	2,0
<i>Eunotia steineckii</i>	2	2	2,0
<i>Navicula veneta</i>	2	9	2,0
<i>Achnantheidium subatomoides</i>	2	10	1,9
<i>Eunotia faba</i>	2	3	1,8

## Continuação

<b>Taxa</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>N2</b>
<i>Fragilaria</i> sp	2	3	1,8
<i>Navicula cryptocephala</i>	2	3	1,8
<i>Gomphonema gracilis</i>	2	7	1,7
<i>Fragilaria delicatissima</i>	2	4	1,6
<i>Stauroforma exiguiformis</i>	2	4	1,6
<i>Fragilaria ulna</i>	2	5	1,5
<i>Psammothidium exiguum</i>	2	5	1,5
<i>Amphora montana</i>	2	12	1,4
<i>Nitzschia linearis</i>	3	19	1,4
<i>Nitzschia terrestris</i>	3	23	1,3
<i>Navicula</i> sp.	2	20	1,2
<i>Achnanthes</i> sp.	1	1	1,0
<i>Amphora</i> sp.	1	1	1,0
<i>Coconeis plancentula</i>	1	2	1,0
<i>Cymbella</i> sp.	1	2	1,0
<i>Denticula subtilis</i>	1	1	1,0
<i>Diadesmis gallica</i>	1	3	1,0
<i>Eunotia diodon</i>	1	1	1,0
<i>Eunotia fallax</i>	1	1	1,0
<i>Eunotia minor</i>	1	6	1,0
<i>Eunotia tetraodon</i>	1	1	1,0
<i>Eunotia veneris</i>	1	1	1,0
<i>Fragilaria tenera</i>	1	1	1,0
<i>Frustulia vulgaris</i>	1	2	1,0
<i>Geissleria decussis</i>	1	4	1,0
<i>Luticola cohnii</i>	1	1	1,0
<i>Mayamaea permitis</i>	1	6	1,0
<i>Melosira diekiei</i>	1	1	1,0
<i>Navicula gregaria</i>	1	25	1,0
<i>Navicula medioconvexa</i>	1	4	1,0
<i>Navicula modica</i>	1	10	1,0
<i>Navicula notha</i>	1	1	1,0
<i>Navicula reichardtiana</i>	1	5	1,0
<i>Navicula tenelloides</i>	1	1	1,0
<i>Neidium ampliatum</i>	1	1	1,0
<i>Neidium bisulcatum</i>	1	1	1,0
<i>Nitzschia capitelata</i>	1	5	1,0
<i>Pinnularia decrescens</i>	1	1	1,0
<i>Pinnularia interrupta</i>	1	1	1,0
<i>Pinnularia subgibba</i>	1	4	1,0
<i>Placoneis elginensis</i>	1	3	1,0
<i>Planothidium granum</i>	1	8	1,0
<i>Planothidium lanceolata</i>	1	1	1,0

## Continuação

<b>Taxa</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>N2</b>
<i>Psammothidium ventrale</i>	1	1	1,0
<i>Sellaphora mutata</i>	1	1	1,0
<i>Stenopterobia delicatissima</i>	1	1	1,0
<i>Stephanodiscus</i> sp.	1	1	1,0
<i>Tabellaria fenestrata</i>	1	2	1,0

S= nº de amostras em que está presente

N= total de valvas contadas

N2= nº 2 de Hill (medida indicativa da importância da espécie nas amostras)

<b>Taxa</b>	<b>N</b>	<b>MAX</b>
<i>Achnanthes coarctata</i>	3	1,18
<i>Achnanthes lutheri</i>	5	1,67
<i>Achnanthes rupestoides</i>	11	10,02
<i>Achnanthes</i> sp.	1	0,24
<i>Achnanthidium minutissimum</i>	26	50,34
<i>Achnanthidium subatomoides</i>	2	1,41
<i>Adlafia minuscula</i>	3	3,61
<i>Adlafia subminuscula</i>	3	0,72
<i>Amphora montana</i>	2	2,36
<i>Amphora</i> sp.	1	0,24
<i>Asterionela formosa</i>	4	1,64
<i>Aulacoseira ambigua</i>	6	3,36
<i>Aulacoseira distans</i>	9	2,32
<i>Brachysira brebissonii</i>	25	17,20
<i>Brachysira neoexilis</i>	14	8,16
<i>Caloneis hyalina</i>	17	7,48
<i>Cavinula lapidosa</i>	23	8,59
<i>Cavinula variostrata</i>	6	2,30
<i>Chamaepinnularia begerii</i>	6	2,76
<i>Chamaepinnularia mediocris</i>	22	4,19
<i>Chamaepinnularia soehrensii</i>	16	2,59
<i>Chamaepinnularia</i> sp.	10	3,26
<i>Chamaepinnularia submuscolica</i>	7	1,85
<i>Chamaepinnularia evanida</i>	4	0,90
<i>Cocconeis plancentula</i>	1	0,46
<i>Cyclotella</i> sp.	2	0,24
<i>Cymbella</i> sp.	1	0,48
<i>Denticula subtilis</i>	1	0,24
<i>Diadismus contenta</i>	30	34,07
<i>Diadismus gallica</i>	1	0,70
<i>Diadismus perpusilla</i>	19	16,47
<i>Encyonema neogracile</i>	2	0,23
<i>Encyonema perpusillum</i>	17	3,05
<i>Encyonema silisiacum</i>	3	0,72
<i>Eunotia arcus</i>	4	2,05
<i>Eunotia bilunaris</i>	4	0,70

## Continuação

<b>Taxa</b>	<b>N</b>	<b>MAX</b>
<i>Eunotia diodon</i>	1	0,23
<i>Eunotia exigua</i>	25	8,76
<i>Eunotia faba</i>	2	0,47
<i>Eunotia fallax</i>	1	0,23
<i>Eunotia implicata</i>	25	5,34
<i>Eunotia incisa</i>	21	8,20
<i>Eunotia microcephala</i>	18	7,49
<i>Eunotia minor</i>	1	1,41
<i>Eunotia mucophila</i>	23	18,37
<i>Eunotia paludosa</i>	22	29,93
<i>Eunotia paludosa var. trinacria</i>	8	2,09
<i>Eunotia sp.</i>	13	3,12
<i>Eunotia sp.1</i>	31	24,82
<i>Eunotia steineckii</i>	2	0,24
<i>Eunotia subarcuatooides</i>	10	3,92
<i>Eunotia sudetica</i>	3	0,70
<i>Eunotia tetraodon</i>	1	0,24
<i>Eunotia veneris</i>	1	0,24
<i>Fistulifera pelliculosa</i>	3	7,13
<i>Fragilaria delicatissima</i>	2	0,71
<i>Fragilaria sp.</i>	2	0,47
<i>Fragilaria tenera</i>	1	0,24
<i>Fragilaria ulna</i>	2	0,94
<i>Frusltulia sp.</i>	10	4,78
<i>Frustulia creassinervia</i>	20	27,21
<i>Frustulia rhomboides</i>	17	10,33
<i>Frustulia vulgaris</i>	1	0,47
<i>Geissleria decussis</i>	1	0,96
<i>Gomphonema clavatum</i>	4	2,25
<i>Gomphonema exilissimum</i>	3	1,37
<i>Gomphonema gracilis</i>	2	1,12
<i>Gomphonema parvulum</i>	15	8,96
<i>Kobayasiella subtilissima</i>	6	0,70
<i>Luticola cohnii</i>	1	0,24
<i>Luticola mutica</i>	4	0,71
<i>Mayamaea agrestis</i>	11	4,19
<i>Mayamaea atomus</i>	6	5,18
<i>Mayamaea permitis</i>	1	1,42
<i>Melosira diekiei</i>	1	0,23
<i>Microcostatus krasskei</i>	19	2,36
<i>Navicula cryptocephala</i>	2	0,48
<i>Navicula cryptotenella</i>	7	3,63
<i>Navicula difficillima</i>	10	2,64
<i>Navicula festiva</i>	6	0,93
<i>Navicula gregaria</i>	1	5,90
<i>Navicula medioconvexa</i>	1	0,93
<i>Navicula modica</i>	1	2,40
<i>Navicula notha</i>	1	0,24
<i>Navicula obsoleta</i>	6	1,21
<i>Navicula reichardtiana</i>	1	1,21

## Continuação

<b>Taxa</b>	<b>N</b>	<b>MAX</b>
<i>Navicula</i> sp.	2	4,19
<i>Navicula subrotundata</i>	5	0,72
<i>Navicula tenelloides</i>	1	0,24
<i>Navicula veneta</i>	2	1,18
<i>Naviculadicta vaucheriae</i>	5	0,97
<i>Neidium ampliatum</i>	1	0,23
<i>Neidium bisulcatum</i>	1	0,23
<i>Nitzschia acidoclinata</i>	11	2,42
<i>Nitzschia brevissima</i>	13	9,20
<i>Nitzschia capitelata</i>	1	1,18
<i>Nitzschia gracilis</i>	5	14,77
<i>Nitzschia inconspicua</i>	12	14,42
<i>Nitzschia linearis</i>	3	3,86
<i>Nitzschia palea</i>	12	23,00
<i>Nitzschia perminuta</i>	9	14,42
<i>Nitzschia</i> sp.	3	0,68
<i>Nitzschia terrestris</i>	3	4,60
<i>Nupela imperfecta</i>	5	1,67
<i>Pinnularia borealis</i>	4	0,74
<i>Pinnularia decrescens</i>	1	0,24
<i>Pinnularia interrupta</i>	1	0,24
<i>Pinnularia maior</i>	5	0,24
<i>Pinnularia microstauron</i>	4	2,39
<i>Pinnularia perirrorata</i>	26	18,36
<i>Pinnularia saprophila</i>	8	1,35
<i>Pinnularia sinistra</i>	5	0,94
<i>Pinnularia</i> sp.1	7	0,93
<i>Pinnularia subcapitata</i>	19	2,16
<i>Pinnularia subgibba</i>	1	0,97
<i>Placoneis elginensis</i>	1	0,71
<i>Planothidium frequentissimum</i>	3	3,30
<i>Planothidium granum</i>	1	1,92
<i>Planothidium lanceolata</i>	1	0,24
<i>Psammothidium exiguum</i>	2	0,94
<i>Psammothidium ventrale</i>	1	0,23
<i>Rhopalodia rupestris</i>	8	4,57
<i>Sellaphora minima</i>	26	37,93
<i>Sellaphora mutata</i>	1	0,25
<i>Sellaphora seminulum</i>	12	11,92
<i>Stauroforma exiguiformis</i>	2	0,72
<i>Stauroneis termicola</i>	4	2,53
<i>Stenopterobia delicatissima</i>	1	0,24
<i>Stephanodiscus</i> sp.	1	0,23
<i>Surirella linearis</i>	17	5,85
<i>Tabellaria fenestrata</i>	1	0,48
<i>Tabellaria flocculosa</i>	25	40,19

N= nº de amostras em que está presente

MAX= % máxima de abundância relativa em todas as amostras