Universidade Federal de Pelotas

Instituto de Biologia

Curso de Ciências Biológicas - Licenciatura

Trabalho de Conclusão de Curso

Diatomáceas (Bacillariophyceae) bentônicas indicadoras de qualidade de água em um arroio rural no município de Morro Redondo, RS

Yasmin Teixeira Mello

Pelotas, 2017

Yasmin Teixeira Mello

Diatomáceas (Bacillariophyceae) bentônicas indicadoras de qualidade de água em um arroio rural no município de Morro Redondo, RS

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Marinês Garcia

Coorientador: Prof. Dr. João Ricardo Vieira Iganci

Pelotas, 2017

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

M527d Mello, Yasmin Teixeira

Diatomáceas (Bacillariophyceae) bentônicas indicadoras de qualidade de água em um arroio rural no município de Morro Redondo, RS / Yasmin Teixeira Mello ; Marinês Garcia, orientadora ; João Ricardo Vieira Iganci, coorientador. — Pelotas, 2017.

72 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) — Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, 2017.

1. Biondicação. 2. Ambiente lótico. 3. Interferências antropogênicas. I. Garcia, Marinês, orient. II. Iganci, João Ricardo Vieira, coorient. III. Título.

CDD : 589.481

Elaborada por Ubirajara Buddin Cruz CRB: 10/901

Yasmin Teixeia Mello

Diatomáceas (Bacillariophyceae) bentônicas indicadoras de qualidade de água em um arroio rural no município de Morro Redondo, RS

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado, como requisito parcial, para obtenção do grau de Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 04 de dezembro de 2017.

Banca examinadora:

Profa. Dra. Marinês Garcia (Orientador) Doutora em Botânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Profa. Dra. Leila de Fátima Nogueira Macias Doutora em Biologia Vegetal pela Universidade Estadual de Campinas.

Profa. Dra. Raquel Lüdtke Doutora em Botânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A todas as pessoas que lutam diariamente contra a vontade de desistir de tentar seguir em frente dedico.

Agradecimentos

Sthéfani e Lucas, Se algum dia você se encontrar presa bem no meio do mar eu velejarei pelo mundo todo para te encontrar, se algum dia você se encontrar perdida na escuridão, e não puder ver eu serei a luz a te guiar. Você pode contar comigo como um, dois, três e eu estarei lá, e sei que quando eu precisar, posso contar com você como quatro, três, dois e você estará lá. Porque é isso que os amigos devem fazer (Obrigada amigos) ♫.

Elisa, Gosto muito de você, leãozinho. Para desentristecer, leãozinho o meu coração tão só basta eu encontrar você no caminho. Um filhote de leão, raio da manhã arrastando o meu olhar como um ímã. O meu coração é o sol, pai de toda cor quando ele lhe doura a pele ao léu. Gosto de te ver ao sol, leãozinho de te ver entrar no mar, tua pele, tua luz, tua juba (Obrigado chuchu) ♫.

Débora, Não é sobre chegar no topo do mundo e saber que venceu é sobre escalar e sentir que o caminho te fortaleceu. É sobre ser abrigo e também ter morada em outros corações e assim ter amigos contigo em todas as situações. A gente não pode ter tudo, qual seria a graça do mundo se fosse assim? Por isso eu prefiro sorrisos e os presentes que a vida trouxe pra perto de mim ♫.

Leila, Raquel, Vera e Carol, Chegou a hora de fechar os livros e os olhares demorados devem acabar. E enquanto eu os deixo eu saberei que estou deixando meu melhor amigo. Um amigo que me ensinou o certo do errado e o fraco do forte. O que, o que eu posso lhe dar em troca? Se você quisesse a lua eu tentaria fazer uma estrela, mas eu gostaria que você deixasse lhe dar meu coração ao Mestre, com carinho ♫.

Maiara, Fabrício, Talena, Adriéle, Andreza, Raphaela, Lis, Ítalo, Marcio, Preta, Camila e Eduardo, Luiza, Manu, Denner, Angelita, Pedro, Priscila, Cintia Se alguém já lhe deu a mão e não pediu mais nada em troca pense bem, pois é um dia especial. Eu sei não é sempre que a gente encontra alguém que faça bem que nos leve deste temporal. O amor é maior que tudo do que todos, até a dor se vai quando o olhar é natural. Sonhei que as pessoas eram boas em um mundo de amor e

acordei nesse mundo marginal. Mas te vejo e sinto o brilho desse olhar que me acalma e me traz força pra encarar tudo ♫.

Francele, Então quando eu estiver pronta para ser corajosa e meus cortes curados com o tempo. Conforto irá descansar em meus ombros e vou enterrar meu futuro para trás. Eu sempre irei lhe guardar comigo. Você sempre estará em minha mente ♫.

João, Quase ninguém vê, quanto mais o tempo passa mais aumenta a graça em te ver. Não escondo quanto gosto de você. Eu amei te ver ♫.

Marinês, É um bichinho bonito, verdinho que dá na água. Que plâncton é esse? É Spyro Gyro, é Spyro Gyro ♫.

ATCB 2017, Eu tive minha porção de areia atirada sobre a minha face, mas eu sobrevivi e nós pretendemos continuar e continuar e continuar. Nós somos os campeões, meus amigos e nós continuaremos lutando até o fim. Nós somos os campeões ♫.

Giovana, Talvez eu saiba que em algum lugar no fundo da minha alma que o amor nunca dura e temos que achar outras maneiras de fazer isso sozinhos, ou ficar com uma expressão séria. E eu sempre vivi assim mantendo uma distância confortável. Até agora eu tinha jurado a mim mesma que eu estava satisfeita com a solidão, porque nada disso algum dia valeu o risco. Bem, você é a única exceção ♫.

Bizi, Eu nunca esquecerei você e você sempre estará ao meu lado. Desde o dia que conheci você eu soube que amaria você até o dia que eu morrer. E eu nunca irei querer muito mais e em meu coração, sempre terei certeza eu nunca esquecerei você, e você sempre estará ao meu lado até o dia que eu morrer ♫.

Dinda Neia, Dinda Leia, Dindo Jandir, Olhe bem no fundo dos meus olhos e sinta a emoção que nascerá quando você me olhar. O universo conspira a nosso favor, a consequência do destino é o amor. Pra sempre vou te amar ♫.

Maria (Beeeemmmmm), Você tem meu coração e nós nunca estaremos em mundos separados, talvez nas revistas, mas você ainda será minha estrela. Baby porque na escuridão podemos ver carros brilhantes e é quando você precisa de mim lá estarei sempre com você, porque quando o sol brilhar, nós brilharemos juntos, jurei que estaria aqui para sempre, disse que sempre serei sua amiga, fiz uma promessa vou manter isso até o fim. Agora que está chovendo mais do que nunca, sei que ainda temos um ao outro, você pode ficar debaixo do meu guarda-chuva ♫.

Allam, Amigo, hoje a minha inspiração se ligou em você e em forma de samba mandou lhe dizer tão outro argumento qual nesse momento me faz penetrar. Por toda nossa amizade esclarecendo a verdade sem medo de agir em nossa intimidade você vai me ouvir. Quero chorar o seu choro, quero sorrir seu sorriso, valeu por você existir, amigo ♫.

Estrela Dalva, Quando eu te invado de silêncio você conforta a minha dor com atenção e quando eu durmo no seu colo você me faz sentir de novo o que eu já não sentia mais. Você me faz tão bem ♫.

Andresa e Arthur, Todo mundo precisa de alguém ao lado, brilhando como um farol em meio ao oceano. Irmão me deixe ser seu abrigo nunca o deixarei sozinho. Eu posso ser aquele que você pode ligar quando você estiver para baixo. Irmão me deixe ser sua fortaleza quando os ventos noturnos estiverem impelindo ser aquele a iluminar o caminho te trazer para casa ♫.

Simone e Marcelo, Eu não sou uma pessoa perfeita há muitas coisas que eu gostaria de não ter feito, mas eu continuo aprendendo. Eu nunca quis fazer aquelas coisas com você e então eu tenho que dizer antes de ir, que eu apenas quero que você saiba: Eu encontrei uma razão para mim, para mudar quem eu costumava ser, uma razão para começar de novo. E a razão é você ♫.

Plantando nasce cuidando dá.
RUBENS, 2016

Resumo

Mello, Yasmin Teixeira. **Diatomáceas (Bacillariophyceae) bentônicas indicadoras de qualidade de água em um arroio rural no município de Morro Redondo, RS**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Pelotas, 2017.

As diatomáceas são microalgas, unicelulares, autótrofas, eucariontes que possuem parede celular com dióxido de sílica. Elas constituem um dos grupos de algas mais importantes uma vez que formam a base das cadeias alimentares dos ambientes aquáticos, além de contribuírem, através da atividade fotossintética, com a produção de 40% de oxigênio da Terra, porém, poucos são os levantamentos de diatomáceas em córregos rurais realizados no Brasil, mesmo considerando as diatomáceas como bioindicadoras da qualidade da água. O presente trabalho teve por objetivo estudar as diatomáceas associadas ao sedimento do leito de um arroio rural situado no município de Morro Redondo, RS, Brasil. O local onde as coletas foram realizadas fica situado sob as coordenadas 31°32'36.5"S 52°36'10.9"W. Foram realizadas duas coletas, uma no inverno e outra na primavera de 2016, em quatro pontos com diferentes níveis de perturbação antropogênica. Os pontos estão situados a cerca de 500 metros um do outro. Para o estudos das diatomáceas foram coletados 10 mL de sedimento (areia) em cada um dos pontos e fixados com formalina 10%. Foram confeccionadas 8 lâminas permanentes seguindo a Técnica de Simonsen com modificações para observação e estudo das diatomáceas. Para as análises quantitativas foi realizada a contagem de 400 valvas para cada lâmina. Os gêneros foram fotografadas em microscópio óptico Olympus BX40 com câmera digital acoplada no aumento de 1000X. Para as analises estatísticas, elaboração das tabelas, gráficos e dendogramas foram utilizados os programas Past e Excel. Como resultado o presente estudo obteve 33 gêneros de diatomáceas identificados pertencentes a 23 famílias distintas. Foi possível observar que o ponto 1 possui maior diversidade e equitabilidade de gêneros e o ponto 4 possui a menor diversidade e equitabilidade. Os gêneros *Achanthes* e *Gomphonema,* que foram observados em maior quantidade nos pontos 1, 2 e 3, são gêneros moderadamente intolerantes ao enriquecimento de fosfato, indicando que estes pontos se encontraram mais preservados que o ponto 4 que possui 39% das valvas contadas do gênero *Nitzschia* que é um gênero considerado indicador de águas ricas em fosfato e com baixos níveis de oxigênio. Como conclusão a presença dos gêneros de diatomáceas apresentam-se distintas nos pontos de coleta, onde o gênero *Cymbella,* que indica que o ambiente se encontra mais preservado, esteve presente nos pontos 1, 2 e 3 e o gênero *Nitzschia* esteve presente em maior quantidade no ponto 4, indicando que o mesmo possui um maior nível de poluição orgânica.

Palavra-chave: biondicação; ambiente lótico; interferências antropogênicas.

Abstract

Mello, Yasmin Teixeira. **Benthic diatoms (Bacillariophyceae) indicating water quality in a rural stream in the municipality of Morro Redondo, RS**. Course Conclusion Paper, Federal University of Pelotas, 2017.

The diatoms are microalgae, unicellular, autotrophic, eukaryotes that have a cell wall with silica dioxide. They are one of the most important groups of algae since they form the basis of the food chains of aquatic environments, besides contributing, through photosynthetic activity, to the production of 40% of oxygen from the Earth, however, few are the diatomaceous in rural streams in Brazil, even considering diatoms as bioindicators of water quality. The objective of the present work was to study the diatoms associated with the sediment of the bed of a rural stream situated in the municipality of Morro Redondo, RS, Brazil. The site where the collections were carried out is located under the coordinates 31 ° 32'36.5 "S 52 ° 36'10.9" W. Two collections were made, one in the winter and another in the spring of 2016, at four points with different levels of anthropogenic disturbance. The points are situated about 500 meters from each other. For the diatom studies, 10 mL of sediment (sand) were collected at each point and fixed with 10% formalin. Eight permanent slides were made following the Simonsen Technique with modifications for observation and diatom study. For the quantitative analyzes, a count of 400 valves was performed for each slide. The genres were photographed under Olympus BX40 optical microscope with digital camera coupled in the 1000X magnification. Statistical analysis, tables, graphs and dendrograms were used in the Past and Excel programs. As a result the present study obtained 33 genera of diatoms identified from 23 different families. It was possible to observe that point 1 has greater diversity and equitability of genera and point 4 has the lowest diversity and equitability. The genera Achanthes and Gomphonema, which were observed in greater numbers in points 1, 2 and 3, are moderately intolerant to phosphate enrichment, indicating that these points were more preserved than point 4 that has 39% of the counts of the genus Nitzschia which is a genus considered an indicator of water rich in phosphate and with low levels of oxygen. As a conclusion the presence of diatom genera is distinct at collection sites, where the genus Cymbella, which indicates that the environment is more preserved, was present in points 1, 2 and 3 and the genus Nitzschia was present in greater quantity in point 4, indicating that it has a higher level of organic pollution.

Keywords: biondicación; Lotic environment; Anthropogenic interference.

Lista de figuras

Figura 1 Mapa de localização da área de estudo.....21

Figura 2 Fotos dos pontos de coleta.....23

Figura 3 Coleta do material.....24

Figura 4 Prancha I.....28

Figura 5 Prancha II.....29

Figura 6 Prancha III.....30

Figura 7 Prancha IV.....31

Figura 8 Análise quantitativa do ponto 1 no inverno.....35

Figura 9 Análise quantitativa do ponto 1 no inverno.....35

Figura 10 Análise quantitativa do ponto 2 no inverno.....36

Figura 11 Análise quantitativa do ponto 2 no inverno.....36

Figura 12 Análise quantitativa do ponto 3 na primavera.....37

Figura 13 Análise quantitativa do ponto 3 na primavera.....37

Figura 14 Análise quantitativa do ponto 4 na primavera.....38

Figura 15 Análise quantitativa do ponto 4 na primavera.....38

Figura 16 Dendograma da análise de agrupamento dos pontos no inverno.....39

Figura 17 Dendograma da análise de agrupamento dos pontos na primavera.....40

Figura 18- Desenho esquemático de diatomáceas.....47

Figura 19- Estruturas que são utilizadas para identificar as espécies.....48

Figura 20. Desenho esquemáticos mostrando a disposição dos três eixos.....48

Figura 21. Desenho esquemático da frústula de diatomáceas..... 49

Figura 22. Representação das simetrias que as diatomáceas podem possuir.....50

Figura 23. Diferentes simetrias que as diatomáceas podem possuir.....50

Figura 24. Tipos de rafe das diatomáceas. 51

Lista de tabelas

Tabela 1- Gêneros de diatomáceas e suas respectivas famílias do município de Morro Redondo 27

Tabela 2- Distribuição dos gêneros nos pontos quatro de coleta no inverno e de primavera.....32

Sumário

1 Introdução.....14

1.1 Ambientes Lóticos.....14

1.1.2 Diatomáceas 14

1.1.3 Bioindicação a partir de diatomáceas.....16

1.2 Objetivos.....17

1.2.1Objetivo geral 17

1.2.2 Objetivos específicos 17

2 Revisão de literatura 18

3 Material e métodos 21

3.1 Área de estudo 21

3.2 Coleta de diatomáceas 23

3.3 Análise dos dados 26

3.4 Análise da vegetação 26

4 Resultados e Discussão 27

4.1- Estudo da diversidade relativa das diatomáceas bentônicas ao longo dos 4 pontos de coleta.....27

4.2- Análise da frequência relativa das diatomáceas bentônicas ao longo dos 4 pontos de coleta nas diferentes estações do ano.....34

4.3- Análise da similaridade entre os 4 pontos de coleta nas duas estações do ano.....39

5 Conclusão.....41

Referência.....42

Apêndices.....46

1. Introdução

1.1 Ambientes Lóticos

Ambientes lóticos possuem fluxo contínuo da nascente à foz, cujo vetor é determinante das características de cada unidade fluvial e da comunidade biótica que a constitui, as quais apresentam adaptações que as tornam capazes de evitar a deriva em direção à foz. Toda a região pelágica está caracterizada pela instabilidade da água; na região bentônica tem-se uma composição de diferentes tipos de comunidades, em dependência da força de água ou da velocidade da correnteza ou, em última análise, da declividade do rio ou arroio. As comunidades se tornam, por este motivo, bioindicadores que caracterizam as condições ambientais em distintas zonas do rio (SCHÄFER, 1985).

Estes ambientes são caracterizados pela grande variabilidade e complexidade dos parâmetros bióticos e abióticos. A grande dinâmica dos ecossistemas lóticos os torna fundamentalmente estruturados pelos regimes climáticos, pelas características ambientais físicas (luz, temperatura, correnteza) e químicas (carbono orgânicos e inorgânico, oxigênio e nutrientes) (SILVEIRA, 2004).

1.1.2 Diatomáceas

A diatomáceas são organismos pertencentes ao Reino:Chromalveolata, Divisão: Heterokontophyta, Classe: Bacillariophyceae, Ordens: Penales e Centrales. Esta classe se distingue das demais classes da divisão Heterokontophyta por possuir uma parede composta de SiO(sílica) com pectina, a qual, por sua vez, é revestida por uma película composta de aminoácidos e açúcares.

As diatomáceas são microalgas, unicelulares, autótrofas, eucariontes que apresentam um curto ciclo de vida com reprodução assexuada e sexuada.

Reprodução vegetativa: Ocorre através de divisão binária, porém logo após a divisão, uma das células é um pouco maior que a outra na reprodução espórica:

Formam esporos chamados estatosporos em condições adversas no ambiente, na reprodução gamética: Pode ser oogâmica ou isogâmica. A reprodução oogâmica ocorre na Ordem Centrales, que possui ciclo de vida haplobionte diplonte. O gameta masculino chama-se anterozóide e possui um flagelo. O gameta feminino é aflagelado e chama-se oogônio. O zigoto formado chama-se auxósporo. A meiose ocorre na formação dos gametas.

A reprodução isogâmica ocorre na Ordem Pennales, que é haplobionte diplonte. Os gametângios se originam de células vegetativas e formam dois tipos de célula, uma imóvel e uma móvel por movimentos amebóides, que se fundem. O zigoto é chamado de auxósporo. A fusão de dois gametas da mesma célula é chamada de autogamia. Quando não ocorre o processo sexual nem meiose gamética, mas mesmo assim a célula mãe desenvolve um auxósporo, este processo recebe o nome de apomixia.

Apresentam parede celular é denominada de frústula que é externa à membrana plasmática, consiste em duas partes encaixadas denominadas valvas, as quais apresentam ornamentação diversificada. As diatomáceas crescem como células únicas (medindo de 2 a 500 µm), ou formam filamentos simples ou colônias, podendo ser planctônicas ou bentônicas (ROUND et al., 1990). Em contraste com a maioria dos grupos de algas, a morfologia da parede celular formou a base sobre a qual as diatomáceas foram classificadas (COX, 1996).

As diatomáceas são divididas em dois subgrupos distintos segundo a morfologia das células: as Pennatae (às vezes consideradas como uma ordem, Pennales), que apresenta simetria bilateral, tendo um único plano de simetria que passa longitudinalmente pelo meio das valvas, e as Centricae (ou Centrales), com simetria radial e, portanto com vários planos de simetria passando pelo ponto central, perpendicular às valvas (OLIVEIRA, 2008).

São geralmente encontradas em diferentes ambientes como na água doce, no mar e ambientes terrestres úmidos (ROUND, 1983). Atualmente estima-se que as diatomáceas estão representadas por cerca de 250 gêneros e 100.000 espécies (SILVA, 2007), porém Round et al. (1990) estimam a existência de 200.000 espécies. Existem espécies marinhas, de água doce e ambientes terrestres úmidos estando distribuídas por todo o planeta.

As diatomáceas constituem um dos grupos de algas mais importantes uma vez que formam a base das cadeias alimentares dos ambientes aquáticos, além

de contribuírem, através da atividade fotossintética, com a produção de 40% de oxigênio da Terra (MANN, 2002).

1.1.3 Bioindicação a partir de diatomáceas

Segundo Round (1983) as diatomáceas são um dos componentes biológicos dos sistemas lóticos mais adequados para o monitoramento da qualidade da água, sendo assim, contribuem para a descrição dos impactos ambientais, sejam eles naturais ou produzidos pelo homem.

Através de análises estatísticas, é possível estimar a resposta de cada táxon, em relação a uma dada variável ambiental. Assim, as condições ambientais podem ser calculadas através da composição de espécies nas amostras, baseadas em estimativas quantitativas das respostas das espécies derivadas das séries de calibração feitas por outros autores em ambientes similares (FRITZ et al., 1999).

Tendo em vista que há poucos trabalhos sobre diatomáceas em arroios rurais no Rio Grande do Sul e que as mesmas são capazes de responder de forma rápida a variações ambientais, estudos sobre diatomáceas são importantes para contribuir com o conhecimento dos espécimes e a sua distribuição, correlacionando sua ocorrência com variáveis abióticas do ambiente, propiciando que elas sejam usadas como meio natural de bioindicação.

O trabalho tem como hipótese que gêneros específicos como *Nitzschia* e *Cymbella* que são gêneros que responde de forma peculiar quando postos a variáveis ambientais diferentes, estarão presentes em pontos distintos do arroio que foram submetidos a diferentes ações antropogênicas.

De acordo com Cavalcanti & Larrazábal (2004), a equitabilidade varia entre 0 e 1, e é considerada alta quando maior que 0,5. De acordo com esses autores, um baixo valor de equitabilidade significa que existe a dominância de uma ou mais espécies na comunidade estudada, enquanto equitabilidade alta significa distribuição uniforme entre as espécies na amostra e demonstra que, apesar da complexidade da comunidade, os indivíduos encontram-se bem distribuídos. A equitabilidade alta também explica a estabilidade ambiental, o que, segundo Levinton (1995), significa pequenas amplitudes nas variáveis ambientais em curto prazo.

1.2 Objetivos

1.2.2 Objetivo geral

Estudar a biodiversidade de diatomáceas de ambientes lóticos rurais do extremo Sul do Brasil.

1.2.3 Objetivos específicos

Listar os gêneros de diatomáceas encontradas nos pontos de coleta;

Comparar a distribuição dos gêneros entre os pontos de coletas;

Ilustrar gêneros e espécies com fotos de microscopia óptica;

Selecionar possíveis gêneros de diatomáceas como bioindicadoras de qualidade da água estudando sua distribuição e frequência nos pontos de coleta

2 Revisão de literatura

A maioria dos trabalhos realizados sobre diatomáceas no Brasil tanto em rios como em arroios são levantamentos taxonômicos, sendo estes principalmente em rios com maiores extensões hidrográficas e normalmente as coletas são próximas da nascente destes ou distribuídas ao longo do percurso como nos trabalhos realizados por Silva (1987); Oliveira et al. (2001); Oliveira et al. (2002); Wetzel et al. (2002), Diáz-Castro et al. (2003); Hermany; Landucci; Ludwig (2005), Souza; Senna (2009); Bere; Tundisi; (2009), Bere; Tundisi (2010). Grande parte dos trabalhos realizados foram na região Sul do país como os trabalhos de Düpont et al. (2007); Talgatti et al. (2007); Costa et al. (2008), Lobo et al. (2010); Lobo et al. (2010); Bes et al. (2012); Bartozek et al. (2013); Silva (2014).

Até o momento foram realizados poucos estudos em arroios rurais destacando-se alguns trabalhos como os realizados por Schneck et al. (2007), Moresco et al. (2011), Bes et al. (2012), Heinrich et al. (2014), Moresco et al. (2015).

Os trabalhos sobre análise de diatomáceas em sedimentos superficiais são ainda escassos no Brasil, concentrados em manguezais, praias e lagoas costeiras, entretanto, muitos deles realizaram apenas levantamentos da flora algal como nos trabalhos de Silva & Cimardi (1989); Callegaro & Lobo (1990); Fernandes & Mosimann (1994); Garcia-Baptista (1996); Sylvestre et al. (2001); Gomes et al. (2005); Ribeiro (2007); Ribeiro et al. (2007).

Trabalhos utilizando diatomáceas como indicadoras de qualidade de água, tanto em rios como em arroios, são recentes no Brasil e tiveram seu início no século XXI, porém, já vem sendo realizados diversos estudos deste tipo em muitos países como nos trabalhos realizados por Passy; Pan; Lowe; (1999) na Hungria; Bellinger et al. (2006) na Tanzânia; Sala; Ramírez; Plata

(2008) na Argentina; Angeli et al. (2010) na Itália. No entanto, poucos trabalhos com o enfoque de bioindicação utilizando diatomáceas foram realizados até o momento no Brasil destacando os trabalhos de Lobo et al. (2004); Düpont et al. (2007); Costa et al. (2008); Lobo et al. (2010);.Salomani et al. (2011).

No livro escrito por Hoek et al. (1995) diatomáceas são citadas como ótimos indicadores de qualidade de água, tanto em nível de espécie como nível de gênero, embora os últimos sejam mais indicados para este tipo de avaliação, pois estudos taxonômicos de gêneros são mais fáceis e comumente realizados. Neste trabalho, o gênero *Eunotia* como um todo, é visto como um forte indicador de águas ácidas, oligotróficas, ricas em oxigênio e pobres em compostos orgânicos nitrogenados. No entanto algumas espécies deste mesmo gênero não exigem tais condições e habitam outros tipos de águas.

O estudo realizado por Hill et al. (2001) em riachos, utiliza gêneros e espécies de diatomáceas para indicar tolerância a acidez da água, indicadores de eutrofização e tolerantes a poluição. O trabalho apresenta alguns gêneros como *Eunotia, Frustulia, Pinnularia* e *Tabellaria* como altamente tolerantes a altas concentrações de pH e os gêneros *Achnanthes, Anomoeoneis, Aulocoseira, Cymbella, Fragilaria, Navicula, Neidium, Stenopterobia* e *Surirella* não sendo tolerantes a altas concentrações de ácido. Hill et al. (2001) também salientam que os gêneros *Achnanthes, Caloneis, Cyclotella, Cymbella, Fragilaria, Frustulia, Gomphonema, Mastogloia, Navicula, Neidium, Pleurosira, Stauroneis, Stephanodiscus* e *Surirella* não são tolerantes a eutrofização. *Nitzschia* é o único gênero representante de diatomáceas tolerantes a poluição.

Kelly (2003) realizou um estudo em um riacho situado no norte da Inglaterra onde as diatomáceas são submetidas a diferentes aportes de nutrientes. A pesquisadora utilizou gêneros de diatomáceas para monitorar a eutrofização e estado ecológico da água. A partir deste estudo, pode-se constatar que o gênero *Nitzschia* pode ser considerado como tolerante/moderado ao enriquecimento da água com fosfato e que o gênero também é tolerante a baixas concentrações de oxigênio. O estudo constatou também que o gênero *Epithemia* se desenvolve abundantemente na presença de Nitrogênio, já que esta microalga realiza endossimbiose com cianobactéria.

O trabalho realizado por Bellinger et al. (2006) utilizou gêneros de diatomáceas para indicar qualidade da água em um lago na Tanzania. Sendo

realizados estudos físicos-químicos da água assim como um levantamento arbóreo que se encontrava em torno deste lago. A partir dos resultados foi realizada uma comparação com os gêneros presentes nos locais e uma correlação entre gêneros de diatomáceas e sua indicação de eutrofização. Os autores observaram observam que os gêneros *Amphora, Encyonema* e *Achnanthes* são tolerantes a eutrofização. Já o gênero *Eunotia* é indicador de fosfato e ph, sendo este intolerante a altas concentrações de fosfato e de pH. Os gêneros *Achanthes, Gomphonema* e *Navicula* são moderadamente intolerantes ao enriquecimento de fosfato. *Nitzschia* é considerado como típico de águas ricas em fosfato e com baixos níveis de oxigênio.

Mesmo tendo a comprovação que as diatomáceas possuem boas características para serem utilizadas como bioindicadoras de qualidade de água, como responder rapidamente a variações do meio ambiente, fácil acesso a chaves de identificação dos gêneros, poucos são os trabalhos realizados dando este enfoque para o grupo.

3 Material e Métodos

3.1 Área de Estudo

O arroio, popularmente chamado de “Arroio Pingela” pelos locais, onde foram realizadas as coletas fica situado no município de Morro Redondo (Fig. 1), Rio Grande do Sul (RS), Brasil sob as coordenadas 31°32'36.5"S 52°36'10.9"W. A área esta situada na região fisiográfica da Encosta Sul da Serra do Sudeste, com altitude aproximada entre 50 e 70 metros. Em torno do arroio há a existência de uma mata nativa fragmentada.

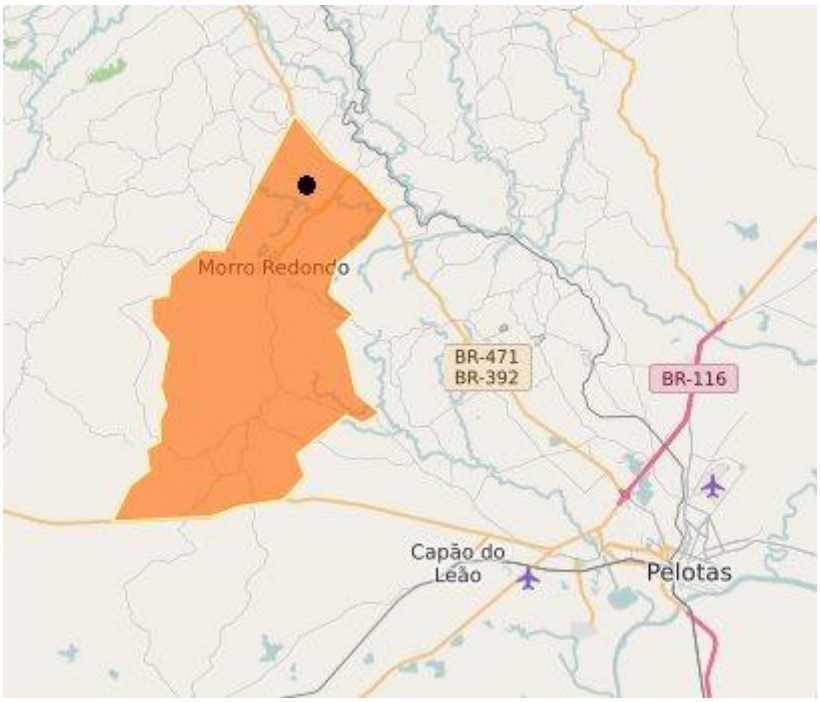


Figura 1- Mapa do Município de Morro Redondo, circulo preto indica local do arroio onde as coletas foram realizadas.

Fonte: IBGE.

O arroio onde o estudo foi realizado é um arroio de primeira ordem, que se bifurca e da origem ao arroio Cadeia.

Foram estabelecidos quatro pontos de coleta que estão separados por 500 metros um do outro, sendo que estes sofrem diferentes ações antropogênicas. Estes pontos foram diferenciados da seguinte maneira: Ponto 1 – ponto de menor interferência antropogênica, Ponto 2 e 3 – pontos de media interferência e Ponto 4 – ponto de maior interferência antropogênica.

Ponto 1: É o ponto de coleta que está localizado mais próximo à nascente, que fica próximo também a um açude, este ponto de coleta é bem protegido, apresentando-se sombreado com pouca entrada de luminosidade e preservado, sendo possível observar a presença da pteridófita *Blechnum brasiliensis* (Desv.) Presl e da pteridófita aquática *Azolla* sp, que são plantas comuns a ambientes não impactados.

E possível observar também que somente uma das margens do arroio neste ponto apresenta mata nativa.

Neste ponto o arroio apresenta aproximadamente 10 cm de profundidade e 1,5 m de largura. O leito do arroio é formado por sedimento arenoso e por rochas de arenito.

Ponto 2: Neste ponto ocorre uma redução da vegetação nas margens, e um aumento da luminosidade. Neste ponto de coleta foi possível observar a presença de lixo (sacolas plásticas e matérias feitos de borracha) na margem do arroio, indicando maior interferência antrópica.

Neste ponto o arroio apresenta aproximadamente 15 cm de profundidade e 2 m de largura. O leito do arroio é formado por sedimento arenoso e por rochas de arenito.

Ponto 3: Este ponto de coleta possui mais vegetação que o ponto anterior e a margem mais protegida pela mata do local.

Neste ponto o arroio apresenta aproximadamente 5 cm de profundidade e 1 m de largura. O leito do arroio é formado por sedimento arenoso e por rochas de arenito.

Ponto 4: Não possui vegetação no entorno da margem que apresenta muita luminosidade. Outra característica importante deste ponto é que o mesmo passa por cima de uma “ponte” utilizada por pedestres, indicando uma intensa ação antrópica.

Neste ponto o arroio apresenta aproximadamente 10 cm de profundidade e 40 cm de largura. O leito do arroio é formado por sedimento arenoso e por rochas de arenito.

Figura 2- Imagens dos pontos de coleta A. Ponto 1; B. Ponto 2; C. Ponto 3; D. Ponto 4.

3.2 Coleta de Diatomáceas

Foram realizadas duas coletas em cada um dos quatro ponto de coleta. Uma coleta ocorreu no mês de agosto (inverno) e outra no mês de dezembro (primavera) no ano de 2016, totalizando oito amostras. As amostras foram depositadas no Herbário PEL sob os números 24.226, 24.227, 24.228, 24.229, 24.327, 24.328, 24.329, 24.330,

Para o estudo das diatomáceas bentônicas foi coletado 10 mL de sedimento (areia) por ponto de coleta que foram fixados com formalina 10%. Uma alíquota do material coletado foi oxidada com Permanganato de Potássio e Ácido Clorídrico, seguindo a Técnica de Simonsen (1974) com modificações.

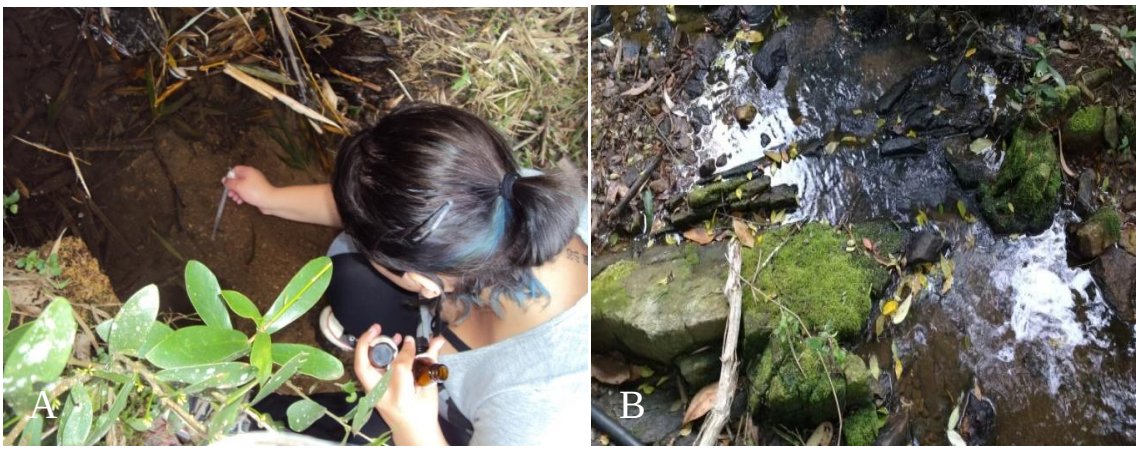


Figura 3- A-B Coleta dos materiais nos pontos de estudo.

A técnica de Simonsen (1974), com modificações, consiste de cinco etapas:

1ª etapa:

Identifica-se os tubos de ensaio e as pipetas de vidro com os respectivos locais de coleta das amostras, coloca-se uma alíquota da amostra (2ml), acrescenta-se água destilada até a metade do tubo de ensaio. Deixa-se reservado o material nos tubos de ensaio e prepara-se uma mistura saturada de permanganato de potássio.

Após, coloca-se o dobro de permanganato de potássio saturado em cada amostra e deixa-se descansar por um dia, cobrindo as amostras com plástico e deixando, de preferência, na capela.

2ª etapa:

Retira-se o sobrenadante das amostras, deixando apenas um mL da amostra que já passou pelo processo anterior, esta será completada novamente com água destilada até a metade e acrescentado a mesma quantidade de ácido clorídrico com uma pipeta graduada, este processo é realizado dentro da capela com o exaustor ligado.

Após colocar em todas as amostras o ácido clorídrico elas são levadas para o banho maria por aproximadamente 1h e 30min em uma temperatura de 80°C.

Quando amostras estiverem limpas, desliga-se a chapa aquecedora e deixa-se a amostra esfriar.

3ª etapa:

Depois da amostra limpa, a mesma será centrifugada cinco vezes. A cada vez será retirado o sobrenadante e adicionado água destilada, para retirada do ácido clorídrico e para completar a limpeza da amostra. A centrifugação é a 2000 rpm/s, por 10 minutos.

Enquanto o material está sendo centrifugado, vai sendo realizando as etiquetas das lâminas, colocando-se os dados das amostras como data de coleta, local, que tipo de sedimento.

4ª etapa

As lâminas são colocadas em cima da placa aquecedora em temperatura de 40°C, coloca-se a lamínula em cima da lâmina esta previamente limpa com ácido nítrico e água destilada.

Após, retira-se o sobrenadante com a pipeta das amostras para evitar movimentos bruscos e acrescenta-se uma gota generosa do material biológico em cima da lamínula. Deixa-se o material secar, coloca-se duas gotas de resina Naphrax em cima da lâmina e verte-se a lamínula em cima com o auxílio de uma pinça procurando realizar uma leve pressão em cima da amostra, acrescenta-se um peso em cima (polca) da lamínula e deixa-se ainda ligada a placa aquecedora por aproximadamente 5 minutos, cuidando para que a lamínula não se movimente de cima da lâmina, após se desliga e deixa as laminas em repouso por pelo menos um dia para depois iniciar as observações ao microscópio.

5ª etapa

Após o termino da confecção das lâminas, coloca-se o restante do material biológico oxidado em eppendorf com 2 gotas de álcool, estes devem ser devidamente identificados e guardados em local apropriado.

As observações e as contagens das lâminas permanentes ocorreram em microscópio óptico (MO) Olympus BX40 em aumento de 1000 X. As espécimes foram fotografadas com câmera Opticam acoplada ao microscópio e a identificação ocorreu com auxílio de literatura específica. Foram realizadas oito lâminas permanentes. Para análise quantitativa foram contadas 400 valvas em cada uma das lâminas.

3.3 Análise dos Dados

Estudos relacionados com inventários biológicos normalmente geram resultados que podem ser sumarizados em matrizes, sendo nelas registradas a presença ou a ausência das espécies no ambiente. A utilização de matrizes é fundamental para a compreensão dos padrões de ocorrência das espécies no ambiente quando se busca relacionar os dados bióticos e abióticos (PRADO et al. 2002).

Para análise dos dados foi realizada, primeiramente, a contagem das diatomáceas presentes nas lâminas permanentes e depois uma tabela para presença e ausência, além de gráficos de frequência relativa dos gêneros.

A matriz de presença /ausência (1 para presente e 0 para ausente) foi utilizada para construção dos gráficos de similaridade entre os pontos de coleta. Os programas Past e Excel foram utilizados para a elaboração das matrizes e construção dos dendogramas, utilizando o índice de Jacarad, organização das tabelas e dos gráficos de similaridade e freqüência.

A equitabilidade foi calculada a partir do índice de Shannon, adotando-se os valores maiores que 0,50 como sendo de alta equitabilidade,valores acima de 0,30 de media e abaixo destes valores de baixa equitabilidade.

3.4 Análise da vegetação

Para verificar o nível de ação antropogênica dos pontos de coleta foi realizada uma análise da vegetação ao entorno do ponto. Onde foi observada a degradação da mesma e a presença ou ausência de vegetação nativa.

4 Resultados e discussão

4.1- Estudo da diversidade relativa das diatomáceas bentônicas ao longo dos 4 pontos de coleta.

Durante a analise das lâminas permanentes foram identificados **33** gêneros distribuídos em **23** famílias presentes na Tabela 1.

É possível notar na Tabela 1 que as famílias que tiveram mais representantes foram respectivamente: Achnanthacea e Cymbellaceae, com quatro gêneros, Diadesmidaceae e Naviculaceae com dois gêneros e as demais famílias tiveram somente um gênero representante.

Tabela 1. Gêneros de diatomáceas e suas respectivas famílias do município de Morro Redondo.

Família	Gênero
Achnanthacea	***Achnanthes*** Bory
	Achnanthidium Kützing
	Lemnicola Round and Basson
	Platessa Lange-Bertalot
Achnanthidiaceae	***Planothidium*** Round and Bukhtiyarova
Amphipleuraceae	***Frustulia*** Rabenhorst
Aulacoseiraceae	***Aulacoseira*** Thwaites
Bacillariaceae	***Nitzschia*** Hassall
Brachysiraceae	***Nupela*** Vyverman and Compere
Catenulaceae	***Amphora*** (Ehrenberg) Kützing
Cocconeidaceae	***Cocconeis*** Ehrenberg
Cymbellaceae	***Cymbella*** Agardh
	Cymbopleura (Krammer) Krammer
	Encyonema Kützing
	Placoneis Mereschkowsky
Diadesmidaceae	***Diadesmis*** Kützing
	Luticola Mann in Round, Crawford and Mann
Diploneidaceae	***Diploneis*** (Ehrenberg) Cleve
Eunotiaceae	***Eunotia*** Ehrenberg
Fragilariaceae	***Ctenophora*** (Grunow) Williams and Round

Tabela 1. Gêneros de diatomáceas e suas respectivas famílias do município de Morro Redondo.

Gomphonemataceae	***Geissleria*** Lange-Bertalot and Metzeltin
	Gomphonema Ehrenberg
Naviculaceae	***Hippodonta*** Lange-Bertalot, Witkowski and Metzeltin
	Navicula Bory de Saint-Vincent
Neidiaceae	***Neidium*** Pfitzer
Orthoseiraceae	***Orthoseira*** Thwaites
Pleurosigmataceae	***Pleurosigma*** W. Smith
Pinnulariaceae	***Pinnularia*** Ehrenberg
Rhopalodiaceae	***Rhopalodia*** O. Muller
Sellaphoraceae	***Sellaphora*** Mereschkowsky
Stauroneidaceae	***Stauroneis*** Ehrenberg
Stephanodiscaeae	***Cyclotella*** (Kützing) Brébisson
Surirellaceae	***Surirella*** Turpin

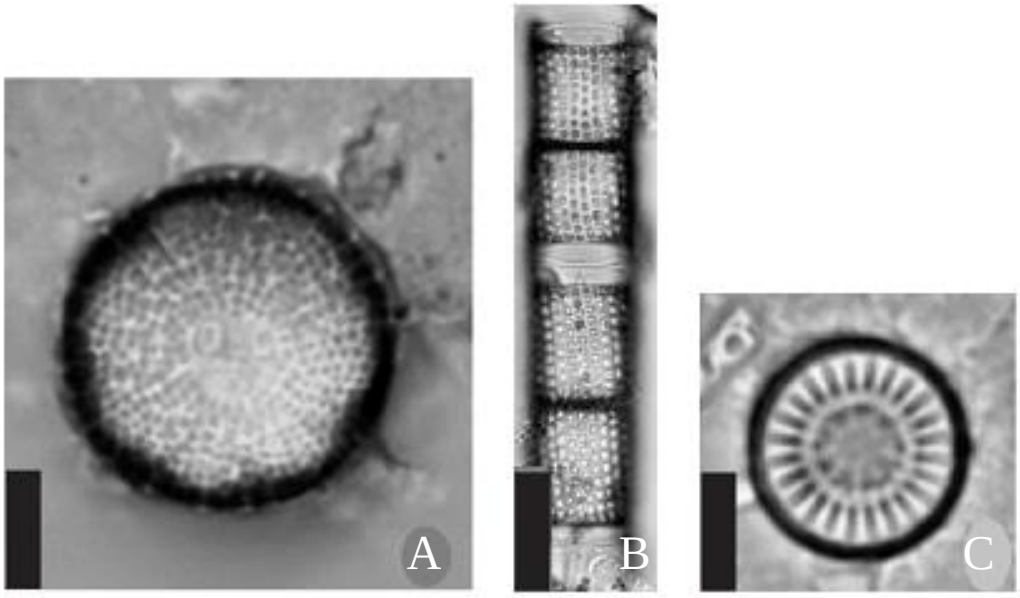


Figura 4 – Imagens em microscopia ótica das diatomáceas cêntricas. A. *Orthoseira*; B. *Aulacoseira*; C. *Cyclotella*. Escala 10um.

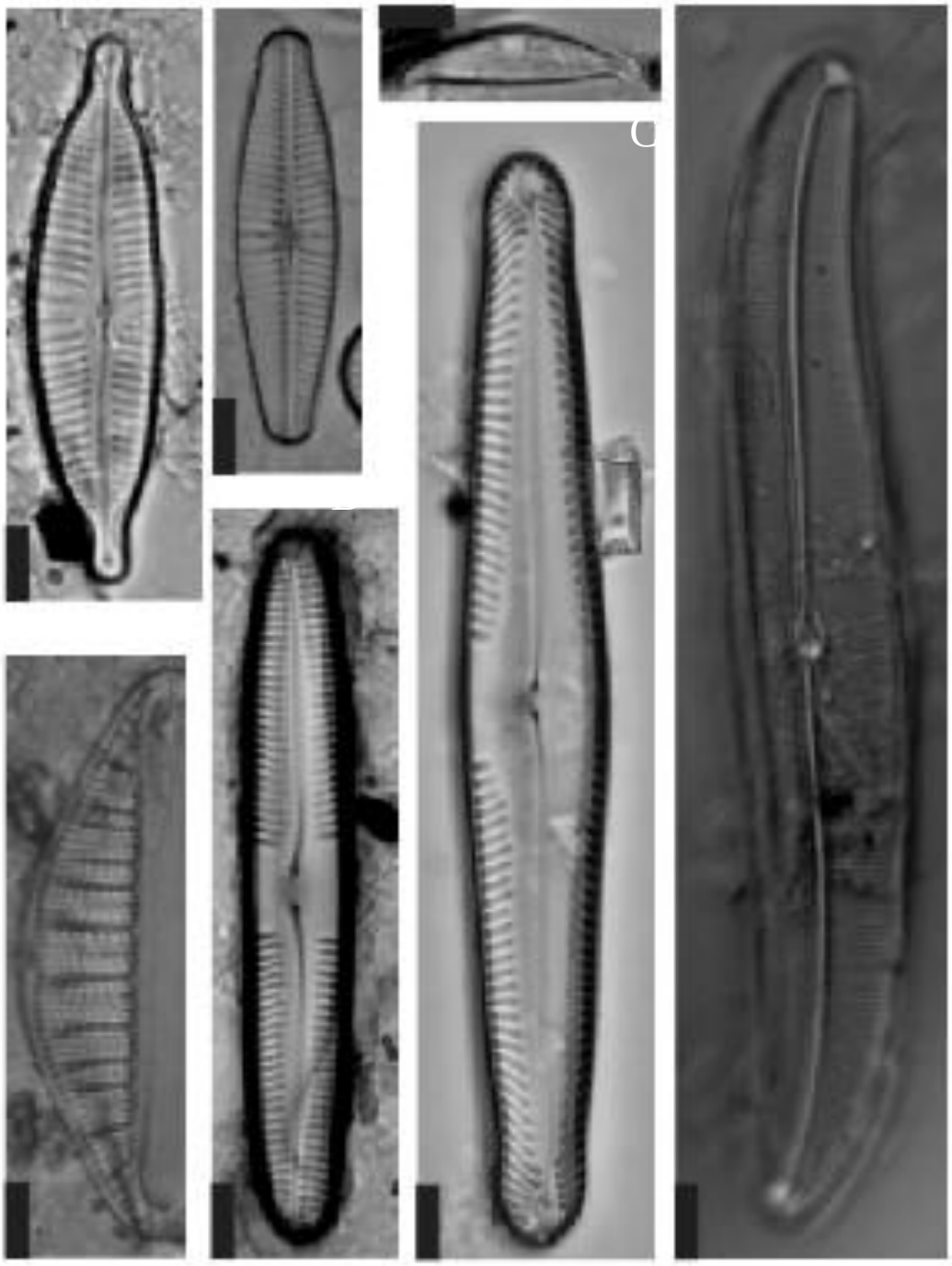


Figura 5 – Imagens em microscopia ótica das diatomáceas penadas. A. *Cymbopleura*; B. *Navicula*; C. *Amphora*; D. *Rhopallodia*; E. *Stauroneis*; F. *Pinnularia*; G. *Pleurosigma*. Escala 10um.

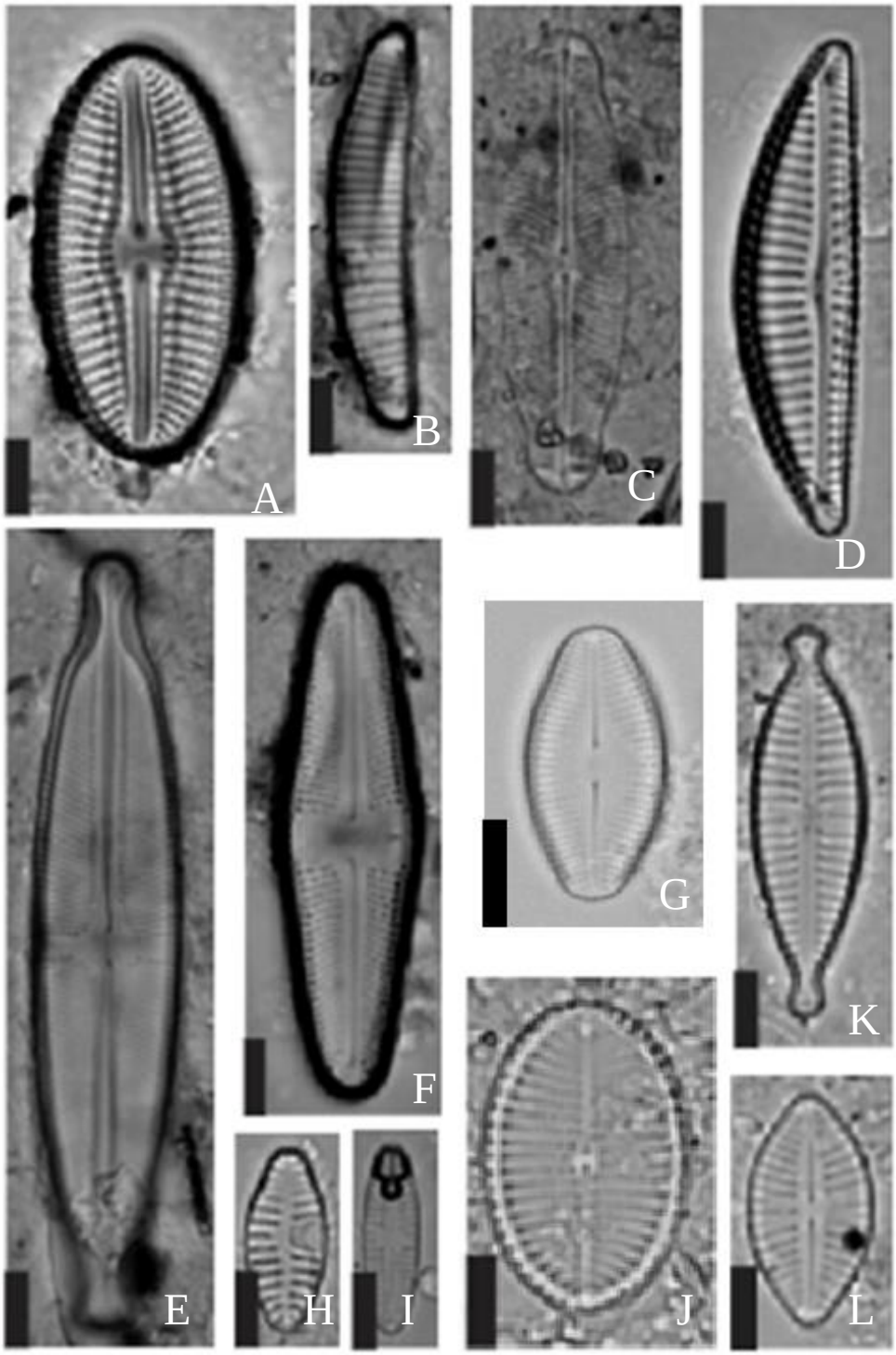


Figura 6 – Imagens em microscopia ótica das diatomáceas penadas. A. *Diploneis*; B. *Eunotia*; C. *Sellaphora*; D. *Encyonema*; E. *Neidium*; F. *Luticola*; G. *Diadesmis*; H. *Planothidium*; I. *Platessa*; J. *Cocconeis*; K. *Gomphonema*; L. *Placoneis*. Escala 10um.

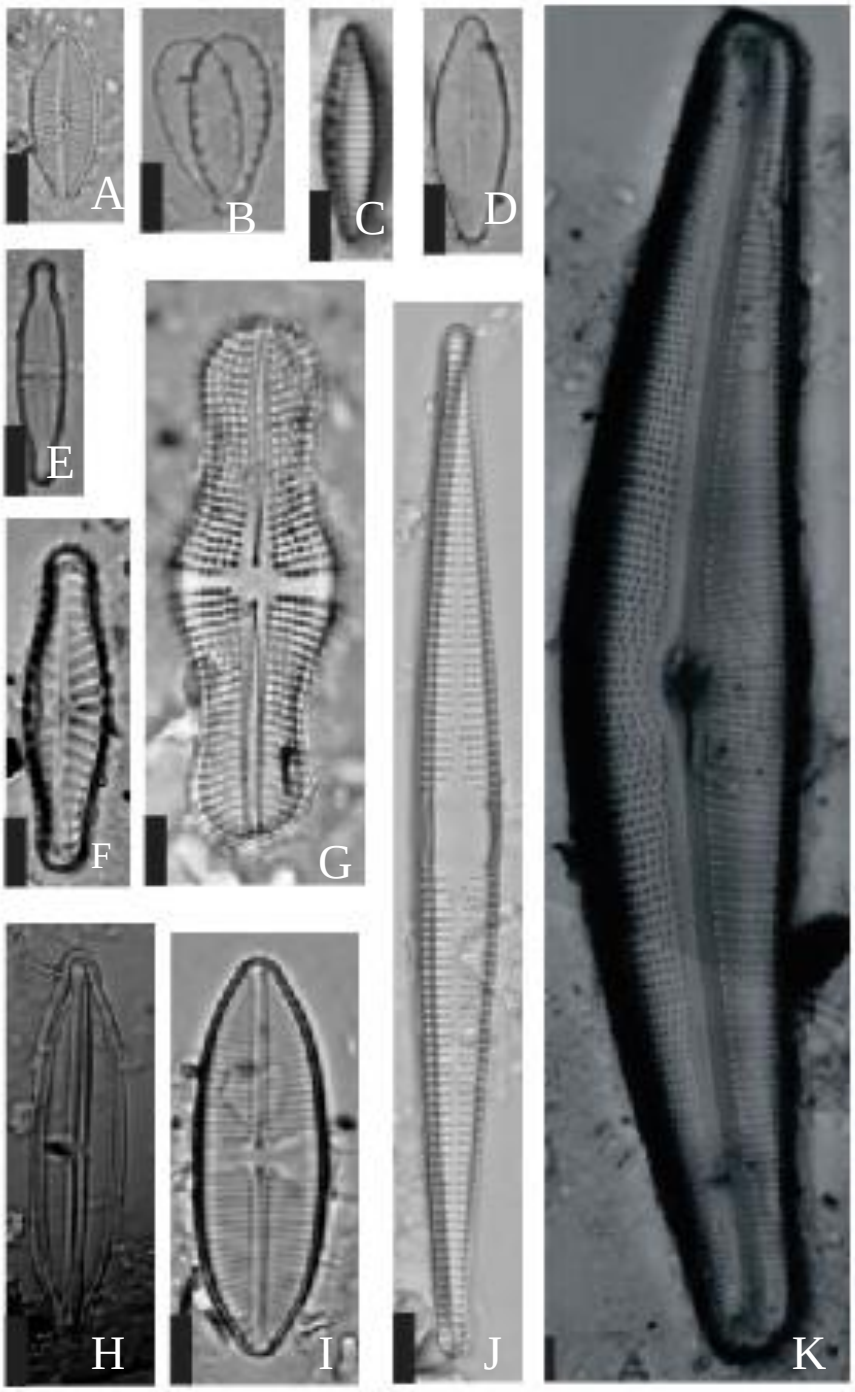


Figura 7 – Imagens em microscopia ótica das diatomáceas penadas. A. *Achnanthidium;* B. *Surirella*; C. *Nitzschia*; D . *Nupella*; E. *Geissleria*; F. *Hippodonta*; G. *Achnanthes*; H. *Frustulia*; I. *Lemnicola*; J. *Ctenophora*.; K. *Cymbela*. Escala 10 um.

É possível observar na tabela 2 que há uma maior diversidade de gêneros no inverno do que na primavera. Isto ocorre, provavelmente, pois o arroio fica próximo a uma trilha para turistas e na primavera as trilhas são mais freqüentadas do que no inverno, fazendo com que o arroio tenha menos interferência no inverno e possua uma maior diversidade de gêneros.

Tabela 2. Distribuição dos gêneros nos pontos de coleta no inverno e na primavera.

Gêneros	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4	
	Inv	Prim	Inv	Prim	Inv	Prim	Inv	Prim
Achanthes	X	X		X		X		X
Achnanthidium		X						
Amphora				X	X	X		X
Aulacoseira	X							
Cocconeis	X	X	X	X	X	X	X	X
Ctenophora	X							
Cyclotella	X	X	X	X	X	X	X	X
Cymbella	X	X	X		X			
Cymbopleura	X							X
Diploneis	X	X	X	X	X	X	X	
Encyonema	X	X	X	X		X	X	
Eunotia	X	X	X	X		X	X	X
Frustulia				X				
Gomphonema	X	X	X	X	X	X	X	X
Hippodonta								X
Lemnicola	X	X		X		X	X	X
Luticola	X	X	X	X	X	X	X	X
Navicula	X	X	X	X	X	X	X	X
Neidium			X		X			
Nitzschia	X	X	X	X	X	X	X	X
Nupela		X	X	X	X	X		X
Orthoseira			X					
Pinnularia	X	X	X	X	X	X	X	X
Placoneis	X	X	X	X	X	X	X	X
Planothidium	X	X	X	X	X	X	X	X
Pleurosigma	X				X			
Rhopalodia	X		X					
Sellaphora	X							
Stauronies	X							
Surirekka	X	X						

A partir da frequência relativa dos gêneros realizado a partir da contagem das lâminas percebe-se que nem todos os 33 gêneros estiveram distribuídos em todos os pontos estudados. Sendo que, dos 33 apenas 16 gêneros foram comuns a todos

os pontos de coleta sendo eles *Achananthes, Amphora, Cocconeis, Cyclotella, Diploneis, Encyonema, Eunotia, Gomphonema, Lemnicola, Luticola, Navicula, Nitzschia, Nupela, Pinnularia, Placonei* e *Planothidium*.

Os gêneros que foram encontrados em todos os pontos de coleta são normalmente encontrados em ambientes lóticos e a grande maioria deles apresenta ampla tolerância a distintas condições ambientais como citados por Bellinger et al. (2006); Lobo et al. (2010), Wu (1999), Angelli et al. (2010); Delgado et al. (2012).

Os gêneros *Achnanthidium, Sellaphora, Stauroneis* e *Surirella* estiveram restritos somente ao ponto 1 e o gênero *Orthoseria* esteve presente somente no ponto 2, provavelmente por causa de uma contaminação na amostra. Os demais pontos de coleta não apresentaram gêneros com distribuição restrita.

Em um estudo realizado por Bellinger et al. (2006) em 10 arroios, em 5 ambientes florestados e 5 ambientes não florestados, observaram a diferença na composição de gêneros de diatomáceas e a diferença da respectiva frequência destes gêneros entre os diferentes ambientes. O estudo tráz os gêneros *Amphora, Encyonema, Achnanthes*, *Gomphonema* e *Navicula* como gêneros indicadores de eutrofização. É possível notar, na tabela 2, que estes gêneros estiveram presentes em todos os quatro pontos de coleta do presente estudo indicando que o arroio ao todo se encontra em processo de eutrofização. Porém, quando observamos as análises quantitativas, nota-se que estes gêneros estão presentes de forma mais significativa nos pontos que ficam mais afastados da nascente, o que indica que o ponto 1 é o ponto que se encontra mais preservado de todos os 4 pontos estudados.

Bellinger et al. (2006) também consideram o gênero *Eunotia* como intolerante a altas concentrações de fosfato. Este gênero também está presente em todos os pontos de coleta e nas análises quantitativas não demonstrou diferenças significativas entre os pontos de coleta e nem entre as estações do ano.

Em um trabalho realizado por Delgado et al. (2012) em rios na Espanha, os autores observaram os gêneros *Nitzschia, Navicula, Gomphonema, Achnanthidium, Amphora, Fragillaria, Cymbella* e *Encyoneopsis* distribuídos abundantemente pelo arroio. Destacou os gêneros *Nitzschia* e *Amphora* como gêneros tolerantes a eutrofização e os gêneros *Cymbella* e *Encyonopsis* como sensíveis a eutrofização. É possível notar que o gênero *Amphora* não foi observado em todos os pontos de coleta exceto no ponto 1, corroborando com a hipótese de que o ponto 1 é mais

conservado. Já o gênero *Cymbella* esteve presente em todos os pontos de coleta exceto no ponto 4, corroborando com a hipótese de que este ponto sofre uma maior interferência antropogênica.

Os gêneros *Navicula* e *Nitzschia* apresentaram-se em todos os pontos de coleta nas duas estações do ano corroborando com as observações de Bellinger et al. (2006) e Delgado et al.(2012) de que são gêneros mais tolerantes a eutrofização.

Sobre a diversidade total de gêneros de diatomáceas e cada ponto estudado, o ponto 1 foi o que apresentou maior diversidade. O ponto 4 o que apresentou a menor diversidade de gêneros, desta forma corroborando com a hipótese levantada de que o ponto 1, por estar em um local de mais difícil acesso, sofre menor interferência antropogênica e o ponto 4 por estar em um local de fácil acesso possui uma maior interferência antropogênica.

Como demonstram os dados e trabalhos que já foram discutidos até o momento, os gêneros de diatomáceas respondem de forma diferente quando postas a interferências antropogênicas diferentes, podendo assim utilizar gêneros de diatomáceas como indicadores de qualidade de água.

O gênero Cymbella pode ser considerado como um gênero indicador de águas com menos poluição, já que este esteve presente em quase todos os pontos de coleta, exceto no ponto 4, que é ponto que tem maior interferência antropogenica

4.2- Análise da frequência relativa das diatomáceas bentônicas ao longo dos 4 pontos de coleta nas diferentes estações do ano.

Através das contagens de 400 valvas nas lâminas permanentes foi possível observar que o ponto 1 tanto no inverno quanto na primavera possui uma maior equitabilidade de gêneros se comparado aos demais pontos. Os pontos 2 e 3 possuem uma equitabilidade média se comparado aos demais pontos de coleta e o ponto 4 é o ponto que possui menor equitabilidade de gêneros.

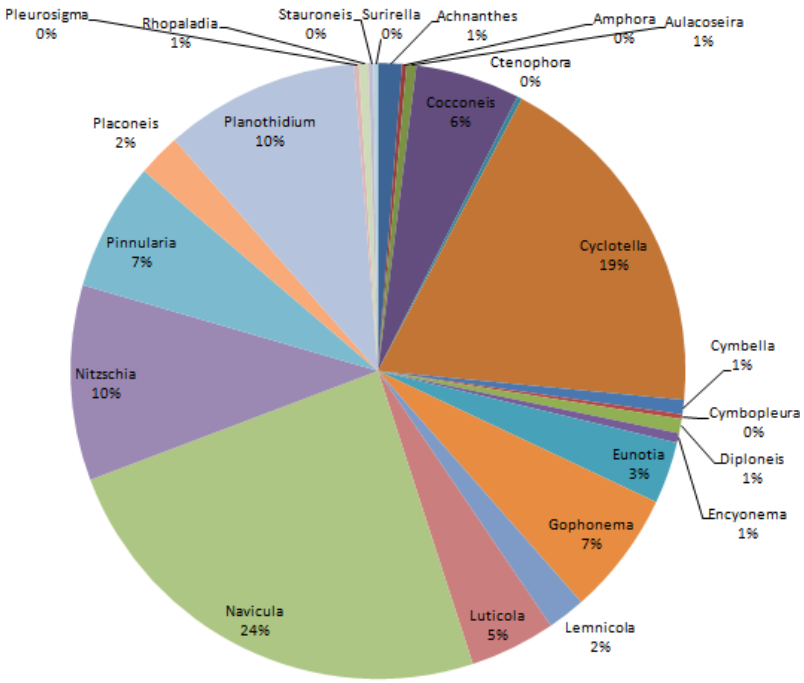


Figura 8. Análise quantitativa do ponto 1 no inverno. *Todos os zeros devem ser lidos como 0,25%.

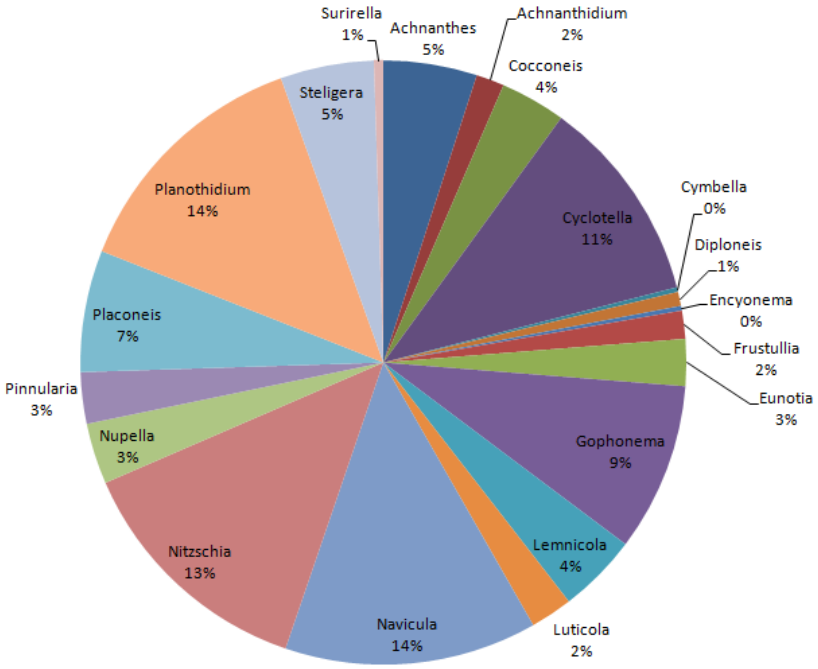


Figura 9. Análise quantitativa do ponto 1 na primavera. *Todos os zeros devem ser lidos como 0,25%.

Esta similaridade na distribuição em porcentagem dos gêneros no ponto 1 se dá ao fato deste ponto estar mais protegido que os demais tanto no inverno como no

primavera, possuindo assim, uma menor interferência antropogênica por estar em um local de difícil acesso.

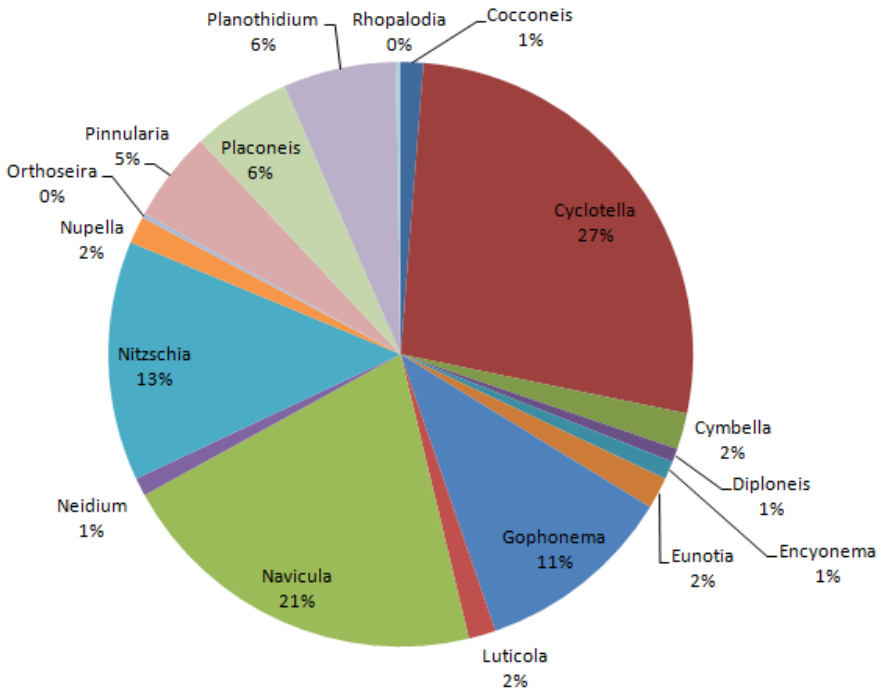


Figura 10. Análise quantitativa do ponto 2 no inverno. *Todos os zeros devem ser lidos como 0,25%.

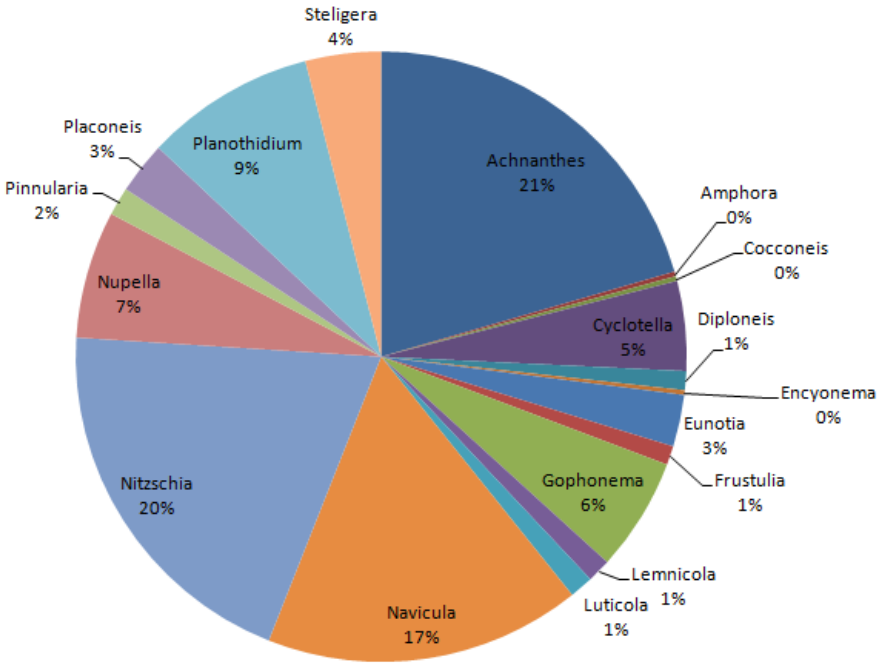


Figura 11. Análise quantitativa do ponto 2 na primavera. *Todos os zeros devem ser lidos como 0,25%.

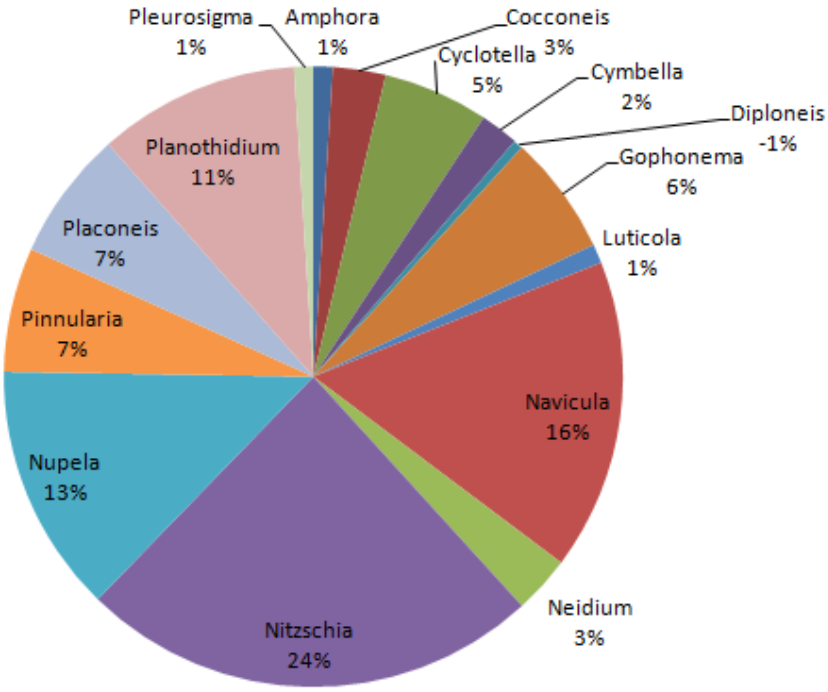


Figura 12. Análise quantitativa do ponto 3 no inverno.

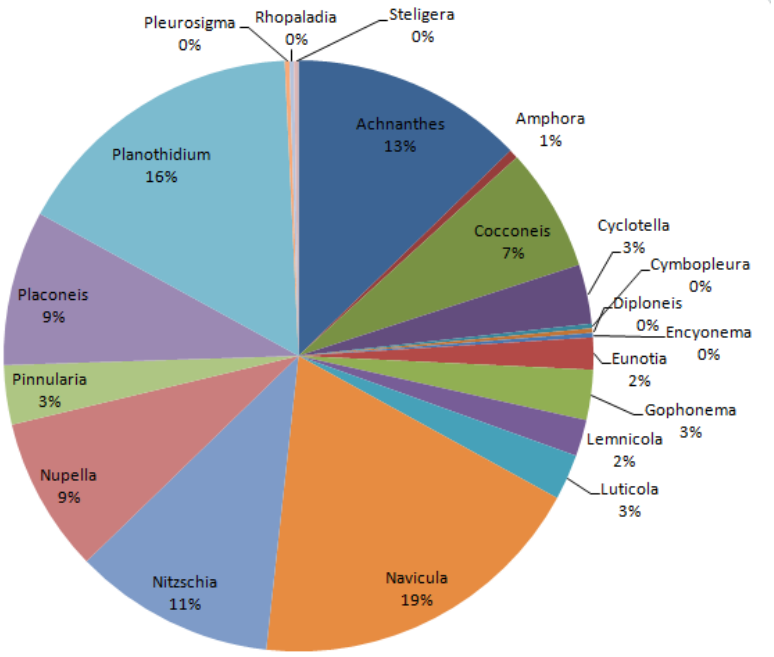


Figura 13. Análise quantitativa do ponto 3 na primavera. *Todos os zeros devem ser lidos como 0,25%.

Por serem considerados pontos de interferência média que sofrem os mesmos tipos de interferência antropogênica, o ponto 2 e 3 possuem uma distribuição em porcentagens de gêneros mais similar entre si.

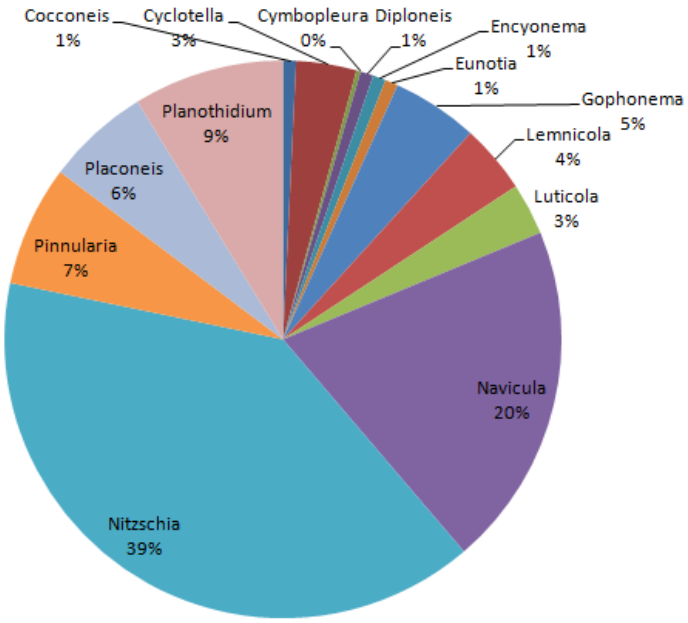


Figura 14. Análise quantitativa do ponto 4 no inverno. *Todos os zeros devem ser lidos como 0,25%.

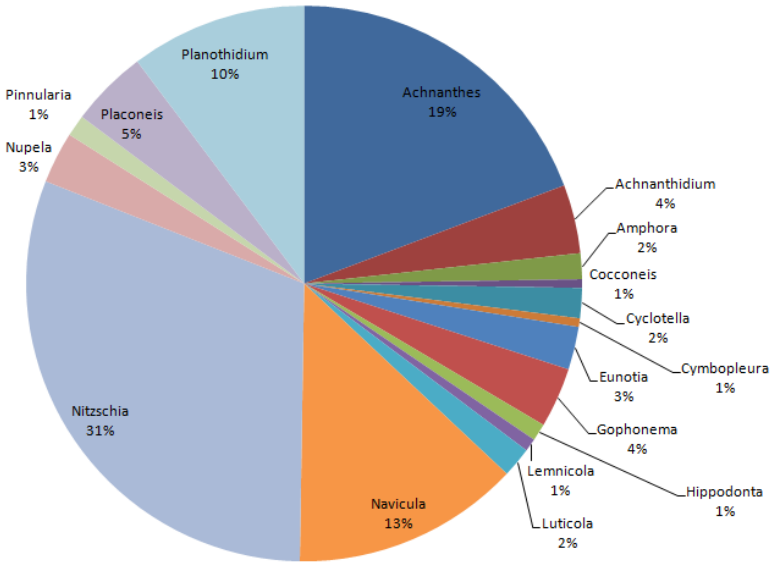


Figura 15. Análise quantitativa do ponto 4 na primavera.

O ponto 4, por possuir uma maior interferência antropogênica é o ponto que possui menor equitabilidade de gêneros.

É possível observar que o gênero *Nitzschia* foi o gênero que possui maior número de valvas contadas tanto no inverno como na primavera, corroborando mais uma vez para a hipótese.

Sendo assim este gênero pode ser considerado como indicador de água com poluição orgânica elevada, já que o mesmo possui uma maior representatividade no ponto que sofre maior ação antropica.

4.3- Análise da similaridade entre os 4 pontos de coleta nas duas estações do ano.

É possível observar através do dendograma feito para a coleta de inverno (Figura 12) que a similaridade entre os ponto é relativamente baixa, mas o ponto 2 e 3 apresentam-se agrupados, com maior similaridade entre si.

O ponto 1 é o que apresenta menor similaridade com os demais pontos. Isto se dá por este ponto ser mais próximo a nascente e sofrer menor interferência antropogênica e a maior diversidade de gêneros.

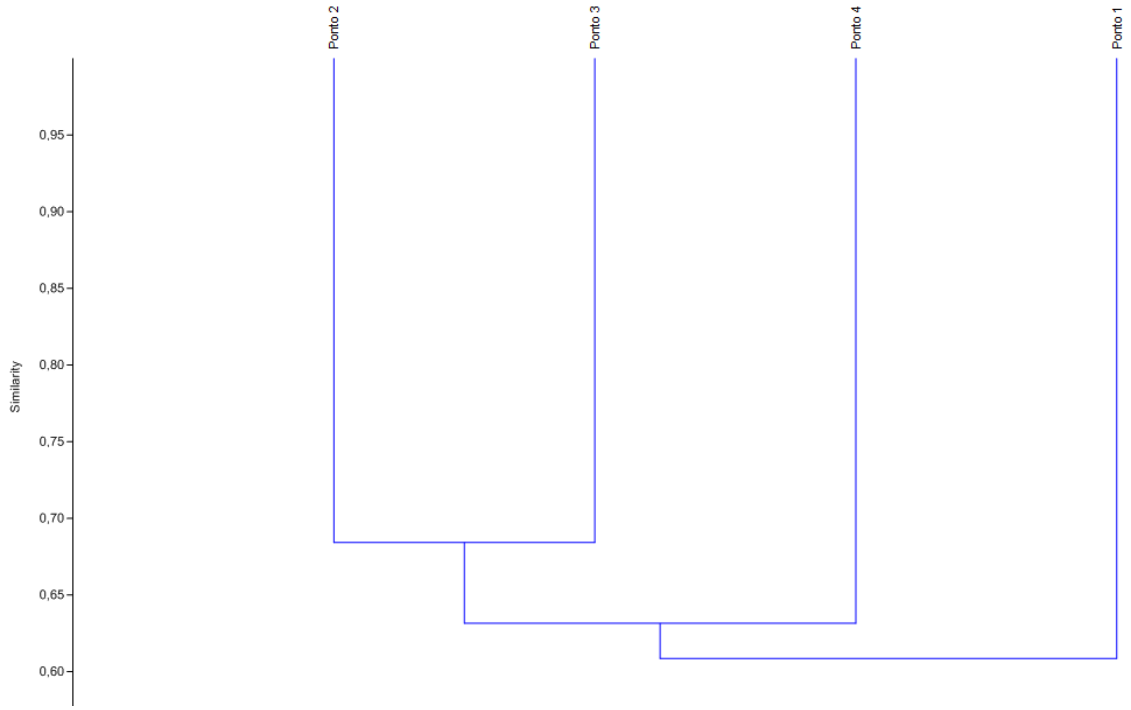


Figura 16. Dendograma da Análise de agrupamento dos pontos no inverno realizada com o Índice de Jaccard, com taxa de 95 % de confiabilidade, para os pontos de coleta.

Já no dendograma feito para a coleta de primavera (Figura 13) a similaridade entre os ponto 2 e 3 é bastante alta. O ponto 4 é o que apresenta menor similaridade com os demais pontos. Isto pode estar relacionado ao número de visitantes ao arroio, já que o mesmo está situado próximo a uma trilha ecológica que possui mais procura para visitação nesta estação do ano, e faz com que este ponto possua uma diversidade diferente dos demais pontos.

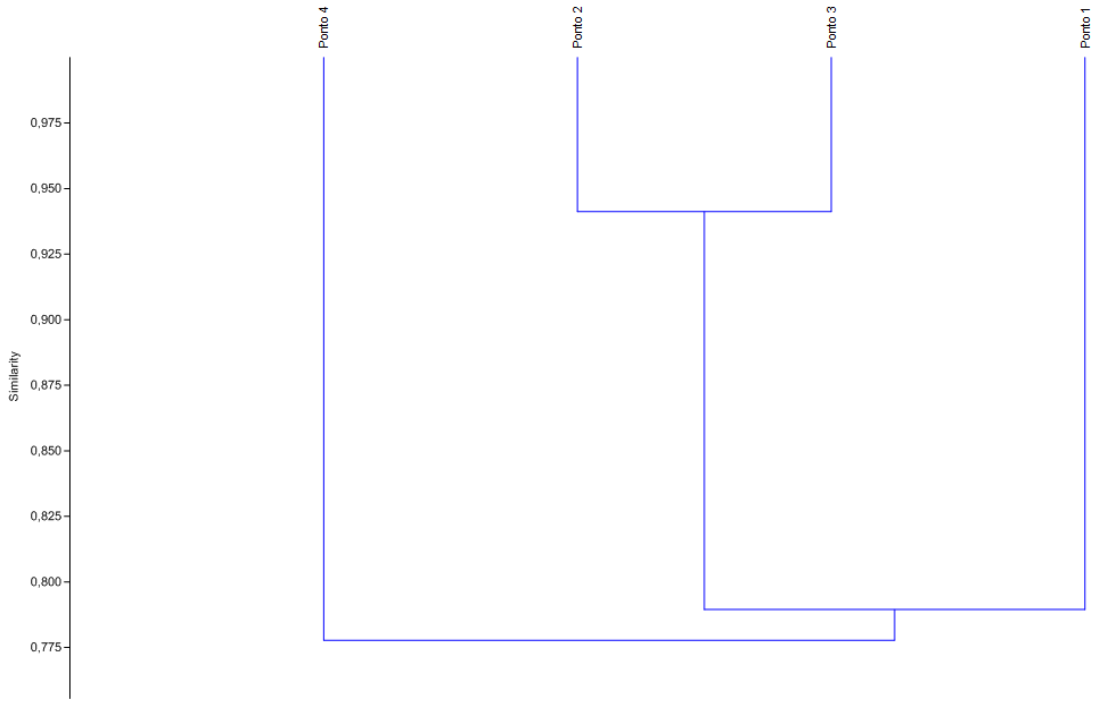


Figura 17. Dendograma da Análise de agrupamento dos pontos no inverno realizada com o Índice de Jaccard, com taxa de 95 % de confiabilidade, para os pontos de coleta.

5 Conclusão

O estudo contribuiu para ampliar o conhecimento sobre diatomáceas bentônicas de córregos rurais do Rio Grande do Sul, visto que existem poucos trabalhos sobre o tema no Brasil.

A hipótese do trabalho foi corroborada, onde o local com menor interferência apresentou maior diversidade e equitabilidade de gêneros em ambas as estações do ano, em contra partida o ponto que recebe maior interferência apresentou menor diversidade e equitabilidade de gêneros.

O gênero *Cymbella*, que esteve presente em no ponto de baixa e nos pontos de media interferência é um gênero que pode ser utilizado como indicador de qualidade de água. Este gênero indica que a água não apresenta altos níveis de poluição, já que o mesmo não se encontra em locais que possuíssem poluição orgânica acentuada.

Já o gênero *Nitzschia,* pode ser considerado um gênero indicador de poluição orgânica, já que o mesmo é típico de ambientes com alto grau de eutrofização. Este gênero esteve presente em maior quantidade no ponto 4 que por possuir muita interferência antropogênica no seu entorno é ponto mais impactado.

Mais estudos são necessários para elucidar os padrões de distribuição das diatomáceas em arroios rurais do Sul do Brasil.

Referências

ANGELI, N.; CANTONATI, M.; SPITALE, D.; LANGE BERTALOT, H. A comparison between diatom assemblages in two groups of carbonate, low-altitude springs with different levels of anthropogenic disturbances. **Fottea,** Czech Republic, n. 10, p. 115-128, 2010.

BELLINGER,B.J.; COCQUYT,C.; O'REILLY,C.M. Benthic diatoms as indicators of eutrophication in tropical streams. **Hydrobiologia,** v 573, p.75-87, 2006.

BERE ,T.; TUDINSI, J.G.; Weighted average regression and calibration of conductivity an pH of benthic diatom assemblages in streams by urban pollution – São Carlos-SP, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Rio Claro, v. 21, p. 317-325, 2009.

BERE,T.; TUNDISI, J.G. Epipsammic diatoms in streams influenced by urban pollution, São Carlos, SP, Brazil. **Journal of Biology Brazilian**, São Paulo, v.70, n.3, p. 493 - 502, 2010.

BES, D.; ECTOR, L.; TORGAN, L. C.; LOBO, E. A.. Composition of the epilithic diatom flora from a subtropical river, Southern Brazil. **Iheringia**: Série Botânica, Porto Alegre, n.67, p. 93 – 125, 2012.

CALLEGARO, V. L. M.; LOBO, E. A. Distribuição horizontal da comunidade de diatomáceas em turfeiras holocênicas da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. **Caderno de Pesquisa**: Série Botânica, Santa Cruz do Sul, v. 21, n. 1, p. 5-22, 1990.

CAVALCANTI, E. A .H.; LARRAZÁBAL, M. E. L. Macrozooplâncton da zona econômica exclusiva do Nordeste do Brasil (segunda expedição oceanográfica – REVIZEE/NE II) com ênfase em Copepoda (Crustacea). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.21, p.467-475, 2004.

COSTA, A. B. Avaliação do impacto ambiental: estudo de caso do arroio São Rafael, Município de Cruzeiro do Sul, RS, Brasil. **Cadernos de Pesquisa**: Série Biologia, Santa Cruz do Sul, n.20, p. 17-30, 2008.

COX, E.J. Indentification of freshwater diatoms from live material. London: Chapman & Hall, p. 158, 1996.

DELGADO, C.; PARDO, I.; GARCÍA, L. Diatom communities as indicators of ecological status in Mediterranean temporary streams (Balearic Islands, Spain). **Ecological Indicators**, v. 15, n. 1, p. 131-139, 2012.

DIÁZ-CASTRO, J. G. Composição da comunidade de diatomáceas perifíticas do rio Jaú, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, Novo Airão, n.33, p.583-606, 2003.

DÜPONT, A.; LOBO, E. A; COSTA, A. B.; SCHUCH, M. Avaliação da qualidade da água do arroio do Couto, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. **Caderno de Pesquisa**: Série Biologia, Santa Cruz do Sul, n.19, p. 56-74, 2007.

FEMANDES, F. G.; MOSIMANN, R. M. S. Diatomáceas no sedimento do manguezal de Itacorubi-Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Insula**, Florianópolis, p.149-215, 1994.

FRITZ, S. C.; CUMMING, B. F.; GASSE, F.; LAIRD, K. R. Diatoms as indicators of hydrologic and climatic change in saline lakes. **The diatoms:** applications for the environmental and Earth sciences, 2, p. 186-208, 2010.

GARCIA-BAPTISTA, M. The distribution of psammic algae on a marine beach at Praia Azul, Brazil. In: **Proceedings of the Thirtieth Diatom Symposium. Bristol: Biopress**. p. 183-205, 1996.

HEINRICH, C. G.; LEAL, V. L.; DÜPONT, M. S. A.; LOBO, E. A.. Epilithic diatoms in headwater areas of the hydrographical sub-basin of the Andreas Stream, RS, Brazil, and their relation with eutrophication processes. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 26, n. 4, p. 347-355, 2014.

HERMANY, Guilherme. **Ecologia da comunidade de diatomáceas epilíticas de um sistema de rio de baixa ordem da região Hidrográfica do Guaíba: subsídios ao monitoramento ambiental de ecossistemas aquáticos sul brasileiros**. 2005.

HOEK, C; MANN, D; JAHNS, H. M. **Algae: an introduction to phycology**. Cambridge University Press, 662 p.1995.

HILL, B.H.; STEVENSON, R.J.; PAN, Y.; HERLIHY, A.T.; KAUFMANN, P.R.; JOHNSON, C. B. Comparison of correlations between environmental characteristics and stream diatom assemblages characterized at genus and species levels. **Journal of the North American Benthological Society,** Washington, v.20, p.299-310, 2001.

KELLY, M, G. Short term dynamics of diatoms in an upland stream and implications for monitoring eutrophication. **Environmental Pollution**, v. 125, n. 2, p.117-122, 2003.

LEVINTON, J.S. Marine biology: function, biodiversity, ecology. **New York: Oxford University Press**, 420p., 1995.

LOBO, E. A.; KATOH, K.; MAYAMA, S.; BLANCO LANZA, S.; WETZEL, C. E.; ECTOR, L. Response of epilithic diatom communities to environmental gradients in subtropical temperate Brazilian rivers. **Limnetica**, Madri, v.29, p. 323-340, 2010.

MANN, D.G. 'What have the Romans ever done for us' - the state of taxonomy and the role of culture collections in diatoms. **Abstracts, Culture Collections of Algae: increasing accessibility and exploring Algal Biodiversity**, Göttingen University, Germany, September p. 2-6 2002.

MORESCO, C. Diatomáceas perifíticas abundantes em três córregos com diferentes ações antrópicas em Maringá, PR, Brasil. **Revista Brasilica Botânica** ,Feira de Santana, n.34, p. 359-373, 2011.

MORESCO, Carina; GUBIANI, Eder André; RODRIGUES, Liliana. Periphytic diatoms as bioindicators in a tropical stream: from urban to rural environments. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 37, n. 4, p. 427-437, 2015.

OLIVEIRA, M. A.; TORGAN, L. C.; LOBO, E. A.; SCHARZBOLD, A. Association of periphytic diatom species of artificial substrate in lotic environments in the Arroio Sampaio basin, RS, Brazil: relationships with abiotic variables. **Brazilian Journal of Biology**, v. 61, n. 4, p. 523-540, 2001.

OLIVEIRA, M. A.; TORGAN, L. C.; RODRIGUES, S.C. Diatomáceas perifíticas dos arroios Sampaio e Sampainho, Rio Grande do Sul, Brasil, **Acta Botânica Brasilica,** Feira de Santana, v.16, p. 151-160, 2002.

OLIVEIRA, P. H. **Introdução à Biologia Vegetal**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

PASSY,S.I.; PAN,Y.; LOWE,R.L.; Ecology of the major periphytic diatom communities from the Mesta River, Bulgaria. **International Review of Hydrobiology**, v.84, p.129-174, 1999.

RIBEIRO, Fábio Campos Pamplona. **Palinomorfos aquáticos (diatomáceas) em sedimentos lamosos de intermaré da praia de Itupanema, município de Barcarena,** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural da Amazônia, Pará, 76p., 2006.

RIBEIRO, F. C. P.; SENNA, C. S. F.; COSTA, B. O. Análise de diatomáceas e relação água doce/água salgada na planície costeira de Soure/PA. In: **Anais do XI Congresso aa Associação Brasileira de Estudos do Quaternário–Abequa. CDROM de resumos expandidos**. 2007.

ROUND, F. E**. Biologia das Algas.** 2ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, p.263, 1983.

ROUND, F. E.; CRAWFORD, R. M.; MANN, D. G. **The diatoms biology e morphology of the genera**. Cambridge University Press. Great Britain.p.74,1990.

SALA, S. E.; RAMÍREZ J. J.; PLATA, Y. Diatoms from lentic and lotic systems in Antioquia, Chocó and Santander Departments in Colombia. **Revista Biologia Tropical**, v.56, p.1159-1178, 2008.

SALOMONI, S. E. et al. Application of water quality biological indices using diatoms as bioindicators in the Gravataí river, RS, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 71, p. 949-959, 2011.

SCHÄFER, A. **Fundamentos de ecología y biogeografía das águas continentais**. Dt. Ges. für Techn. Zsarb., 1985.

SCHNECK, F.; TORGAN, L. C;. SCHWZARBOLD, A. Epilithic diatom community in a high altitude stream impacted by fish farming in southern Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Rio Claro, 19, n.3, p.341-355, 2007.

SHANNON, C.E.. A mathematical theory of communication. **Bulletin of System Tecnology Journal** 27: 379-423, 1948.

SILVA, R. L.; CIMARDI, J. M. Nota sobre a utilização do" Trapping Method" no estudo das diatomáceas epipélicas do manguezal de Ratones-Florianópolis-SC. **INSULA Revista de Botânica**, v. 19, p. 299-304, 1989.

SILVA et al. Gomphonemaceae (Bacillariophyceae) do Rio São Francisco Falso, Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Biociência**, Porto Alegre,v.5, p 306 – 308, 2007.

SILVA, Juliana Ferreira. **Cenário ambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Grande a partir das diatomáceas epilíticas e fatores abióticos**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

SILVEIRA, Mariana Pinheiro. **Aplicação do Biomonitoramento de Avaliação da Qualidade da Água de Rios.** Embrapa Meio Ambiente, Documentos, n.36, p.1-68, 2004.

SOUZA, M. G. M.; SENNA, P. A. C. Diatomáceas epiliticas da subordem Sellaphorineae do rio do Mojolinho, São Carlos, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasilica,** Feira de Santana, v.23, p. 618 - 629, 2009.

SYLVESTRE. F.; BECK-EICHLER, B.; DULEBA, W.; DEBENAY, J. P. Modem benthic diatom distribution in a hypersaline coastal lagoon: the Lagoa de Araruama (RJ), Brazil. **Hydrobiologia**, p. 213-231, 2001.

TALGATTI, D. M.; GARCIA, M.; SCHEFFER, L. O gênero Eunotia Ehrenberg (Bacillariophyta) do arroio do Ecocamping Municipal de Pelotas, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 22, p. pg. 756-758, 2008.

TREMARIN, Priscila Izabel. **Diatomáceas (Bacillariophyta) do Rio Guaraguaçu, Pontal do Paraná, Paraná: Coscinodiscophyceae, fragilariophyceae e bacillariophyceae (Achnanthales).** 2002.

WETZEL, C. E. et al. Diatomáceas epilíticas relacionadas a fatores ambientais em diferentes trechos dos rios Pardo e Pardinho, Bacia Hidrográfica do Rio Pardo, RS, Brasil: resultados preliminares. **Caderno de Pesquisa**: Série. Biologia, Santa Cruz do Sul, v. 14, n. 2, p. 17-38, 2002.

Apêndices

Apêndice A- Glossário Ilustrado

Desenho esquemático da frústula de uma diatomácea, com suas estruturas indicadas.

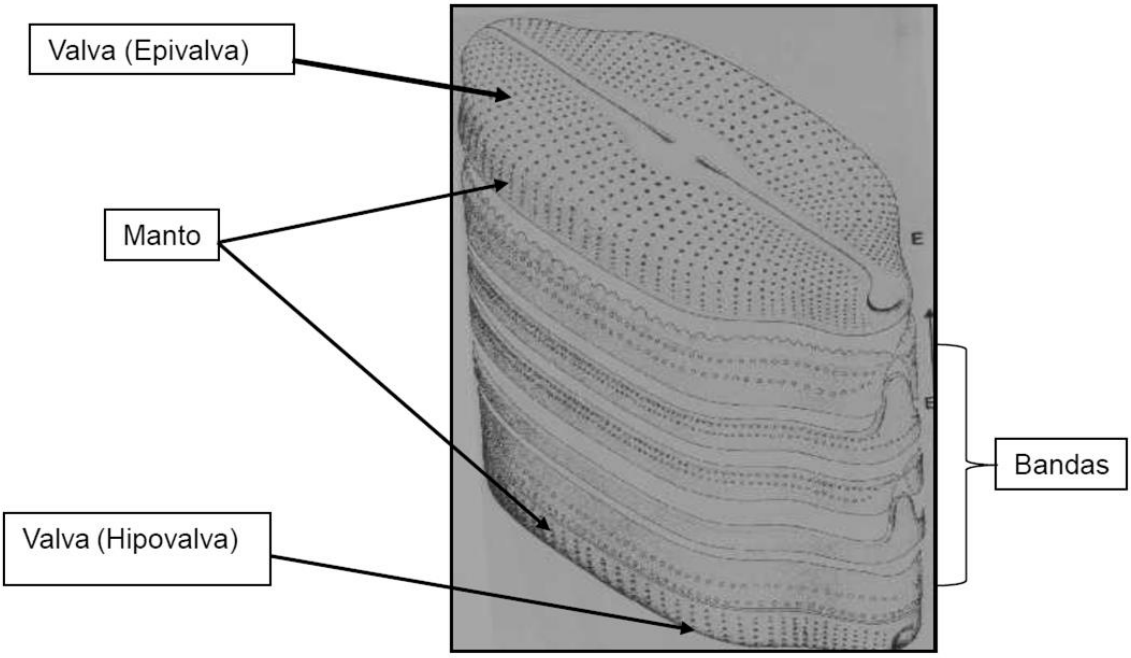


Figura 18- Desenho esquemático de diatomáceas, mostrando as estruturas básicas. Imagem retirada de Round et al. 1990.

O estudo taxonômico das diatomáceas se dá pelo estudo da morfologia da valva (Fig. 19), sendo que a mesma pode ser feita através da observação em microscópio óptica (MO) e/ou observação em microscopia eletrônica de varredura (MEV), pois alguns ornamentos presentes na frústula como formato de rafe, estrias, aréolas, poros entre outros caracteres presentes podem ser utilizados para diferenciar os espécimes.

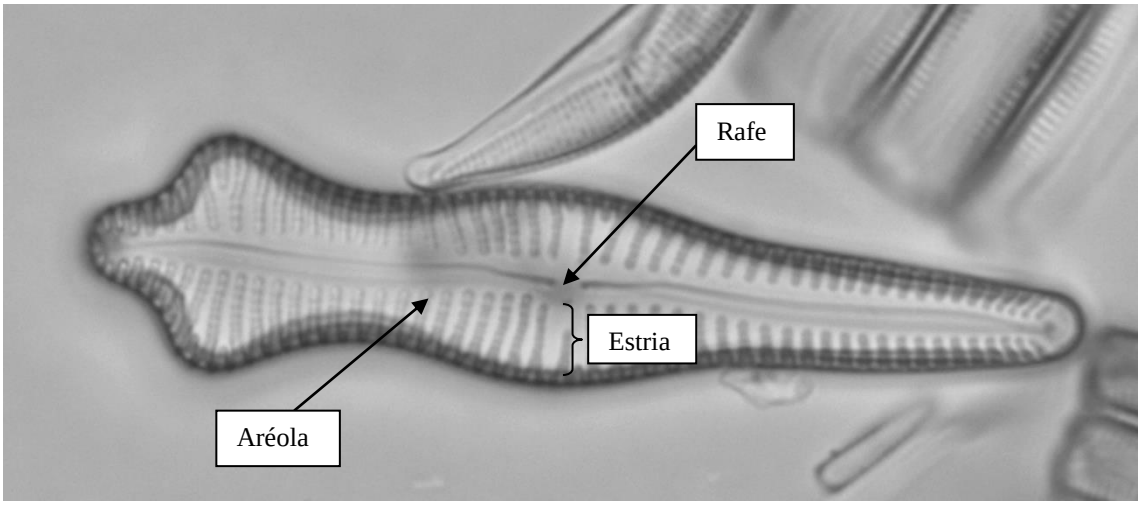


Figura 19- Foto em microscópio óptico mostrando as estruturas que são utilizadas para identificar as espécies.

Disposição dos eixos da valva

Eixo apical: eixo maior ao logo da diatomácea com simetria bilateral, entendendo-se entre as extremidades da valva e da frústula.

Eixo pervalvar: eixo que passa pela região central da frústula.

Eixo transapical: eixo que passa pelo centro da valva cruzando o eixo apical.

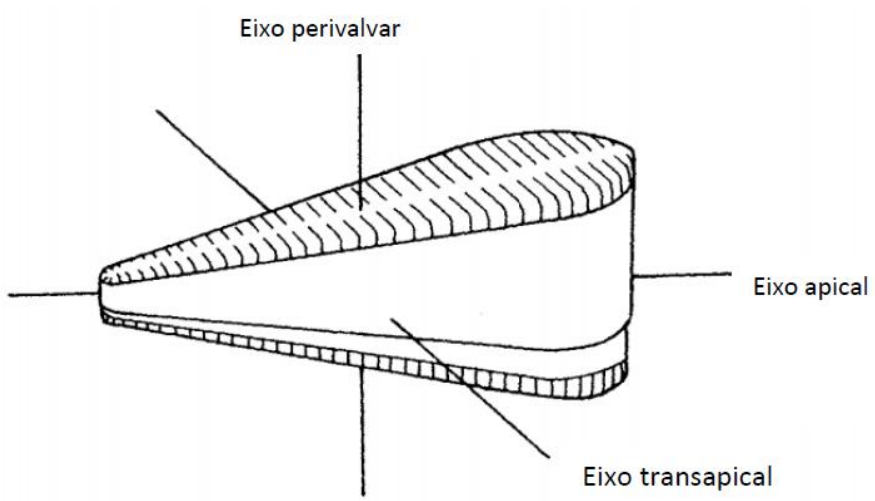


Figura 20. Desenho esquemáticos de uma diatomácea mostrando a disposição dos três eixos (CARMELO, T. 1997).

Principais estruturas presentes em uma frústula

Frústula: São as duas valvas e as bandas que formam a parede das diatomáceas.

Epiteca: Valva maior da sobreposição da frústula e das bandas.

Hipoteca: Valva menos da frústula e das bandas.

Valva: pode ser a epi ou hipvalva que é a parede de SiO2 das diatomáceas.

Manto da valva: parte lateral da valva.

Cingulo (cintura): parte da frústula entre a epi e a hipovalva, consequentemente chamada de epi ou hipocingulo.

Banda: único elemento da cintura.

Valvocopula: banda adjacente a valva.

Esterno: Área hialina, geralmente linear, que se estende de um ápice a outro da superfície valvar.

Sulco (Reingleiste): Dobra especial que ocorre em algumas espécies Aulacoseíra na extremidade da valva.

Colum: Área hialina na borda do manto da valva.

Estauro: Nódulo central transapicalmente expandido, alcançando as margens valvares, composto de extensões estreitas e profundas que se cruzam centralmente.

Carinopórtula: Processos únicos na superfície da valva.

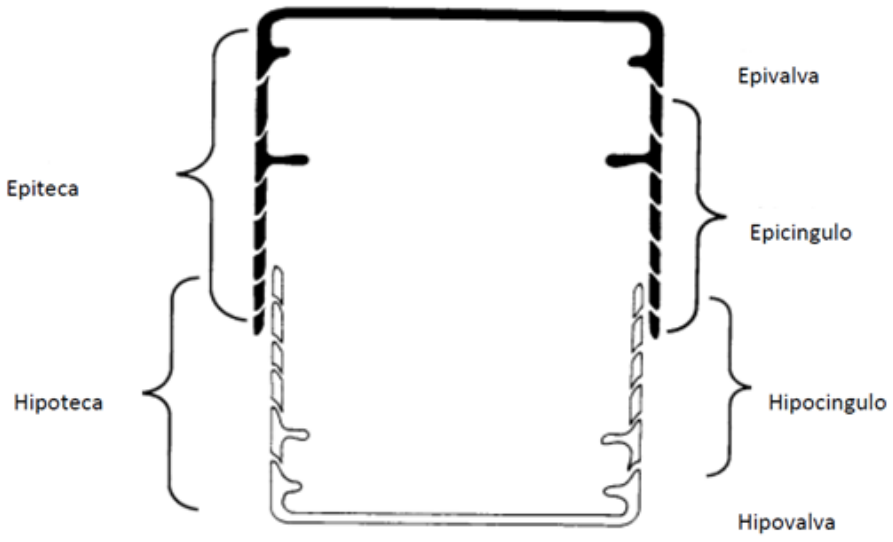


Figura 21. Desenho esquemático da frústula de diatomáceas. (CARMELO, T. 1997).

A simetria da valva em relação do eixo transapical pode levar a formação de uma valva isovalvar, que é quando as duas metades da valva são iguais (Figura 22A), ou heterovalvar, que é quando as duas metades da valva são diferentes (Figura 22B).

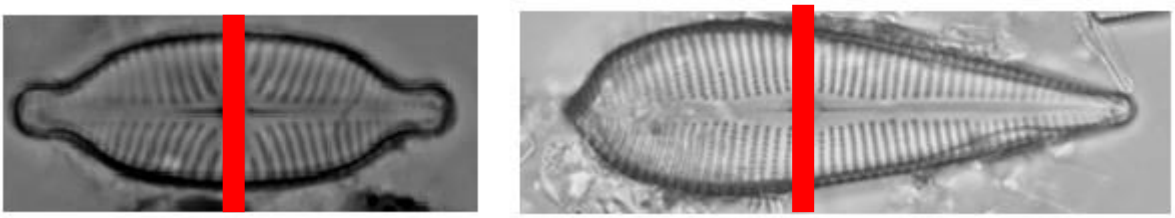


Figura 22. Representação das simetrias que as diatomáceas podem possuir. A- Simetria isopolar; B- Simetria heteropolar.

Quanto a localização do eixo longitudinal na valva, esse pode variar em dorsiventral quando apresenta tamanhos e formas diferentes normalmente encontradas nos gêneros *Encyonema* (Fig.23A), sigmóide quando as extremidades distais da valva estão dispostas em sentidos opostos como se metade da valva estivesse e um sentido e o outro no sentido oposto, comum em gêneros como *Pleurosigma* (Fig. 23B) e isobilateral quando os dois lados são iguais, que é o tipo de simetria normalmente mais comum, sendo encontrado nos mais diversos gêneros como no gênero *Fallacia* (Fig. 23C).

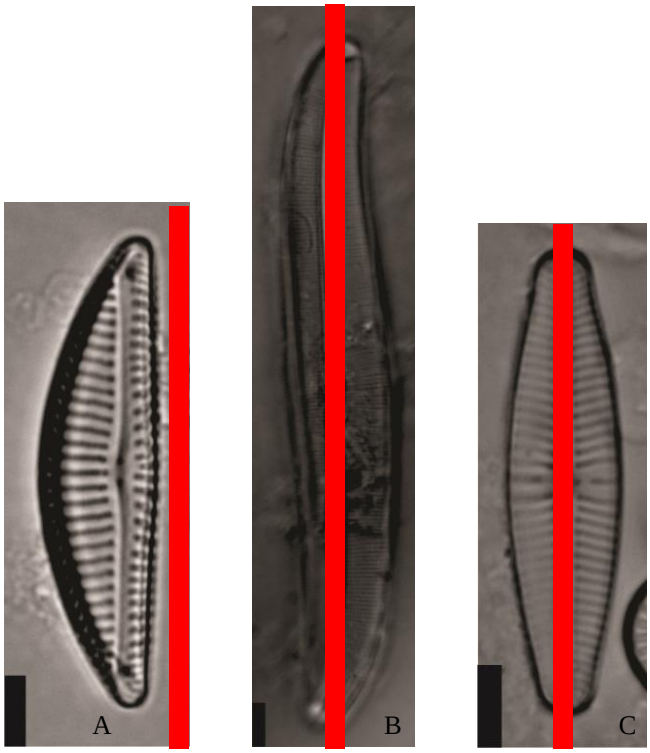


Figura 23. Diferentes simetrias que as diatomáceas podem possuir. A. Simetria dorsiventral; B. Simetria sigmóide; C. Simetria isobilateral.

A rafe não está presente em todos os grupos de diatomáceas e nos grupos em que ela esta presente, a rafe pode estar presente nas duas valvas ou somente em uma valva. As que apresentam as duas valvas com rafe são chamadas de birrafídeas (Fig.24A), os gêneros que apresentam apenas rafe em uma das valvas são chamadas de monorafídeas (Fig. 24B). Algumas apresentam duas rafes, restritas aos pólos da valva sendo chamadas de braquirrafídeas (Fig. 24C). os gêneros penadas que não apresentam rafe são agrupados entre as diatomáceas arrafídeas. (Fig. 24D).

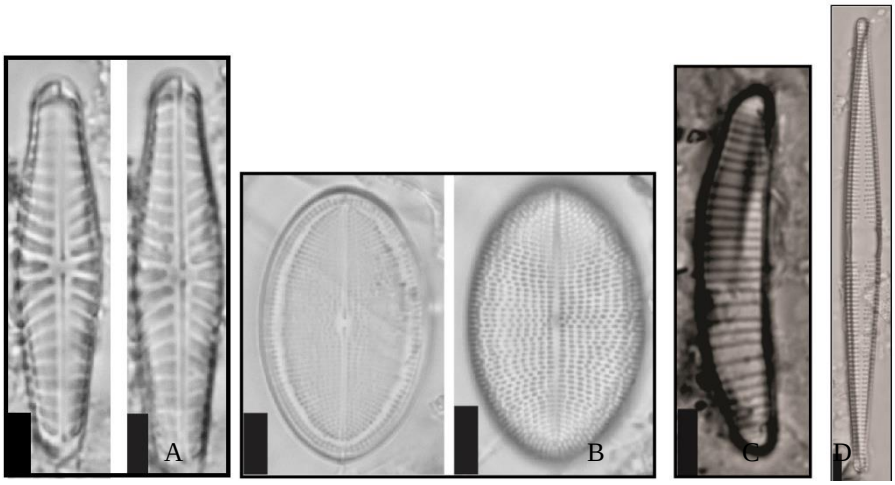


Figura 24. Tipos de rafe das diatomáceas. A. Birrafídeas; B. Monorrafídeas; C. Braquirrafídeas; D. Arrafídeas.

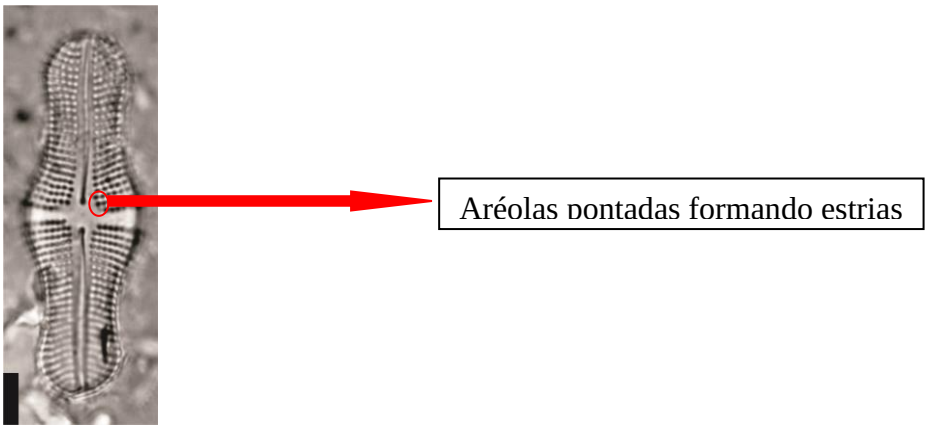
Apêndice B- Descrição dos gêneros de diatomáceas do município de Morro Redondo, apresentado em ordem alfabética

Achnanthes

CLASSE: Bacillariophyceae

ORDEM: Achnanthales

FAMÍLIA: Achnanthaceae



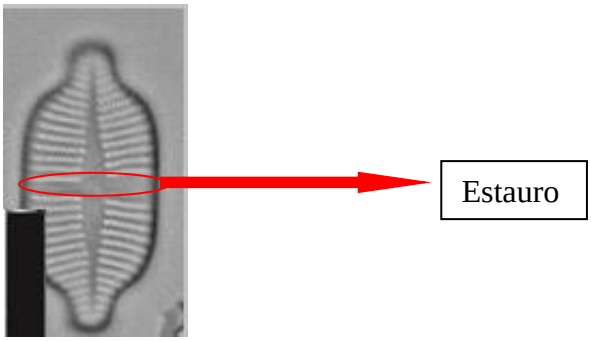
O gênero *Achnanthes* possui as frústulas de forma heterovalvar. A valva que possui rafe geralmente tem uma área central de sílica espessada, chamada de estauro. A valva que não tem essa área central tem o esterno que é posicionado perto da margem da valva. Na vista da cintura, o manto da valva sem rafe parece ser mais ornamentado do que o da valva que possui rafe. As estrias possuem aréolas nítidas que são uni, bi ou triseriadas.

Achnanthidium

CLASSE: Bacillariophyceae

ORDEM: Achnanthales

FAMÍLIA: Achnanthaceae



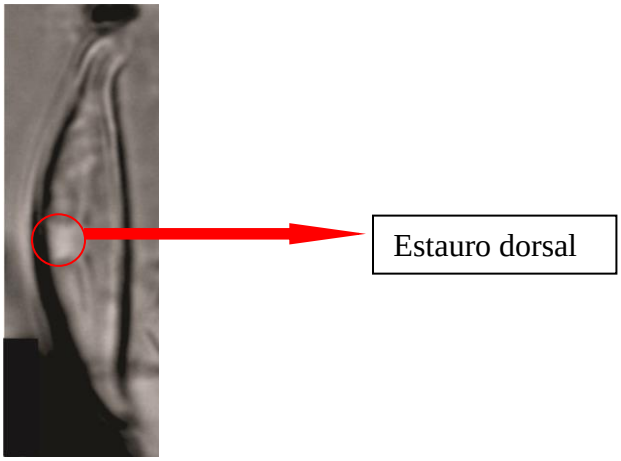
Possui frústulas heterovalvares, isto é, uma valva possui uma rafe, enquanto a outra não possui. A forma das valvas difere por espécies, mas as extremidades normalmente são arredondadas. Na vista da cintura, as frústulas aparecem arqueadas. A face da valva que possui rafe é côncava, enquanto a outra é convexa. A área central da valva de rafe pode formar um estauro. As fissuras de rafe terminal estão geralmente presentes. As estrias são geralmente uniseriadas.

Amphora

CLASSE: Bacillariophyceae

ORDEM: Thalassiophysales

FAMÍLIA: Catenulaceae



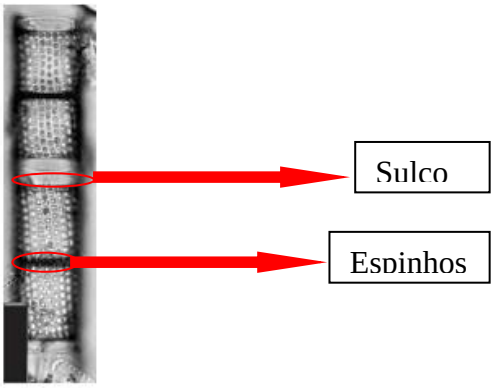
Possui valvas assimétricas ao eixo apical e simétricas ao eixo transpical. Na margem dorsal, o manto da valva é mais profundo do que na margem ventral. Como resultado, a frústula é em forma de cunha. A rafe é de moderada a fortemente excêntrica, e posicionada no lado ventral da face da valva. A rafe pode ser reta, arqueada ou ligeiramente sigmóide. Geralmente, as estrias na margem dorsal são interrompidas junto ao estauro dorsal. As estrias na margem ventral são curtas e podem ser compostas por uma única aréola.

Aulacoseira

CLASSE: Coscinodiscophyceae

ORDEM: Aulacoseirales

FAMÍLIA: Aulacoseiraceae



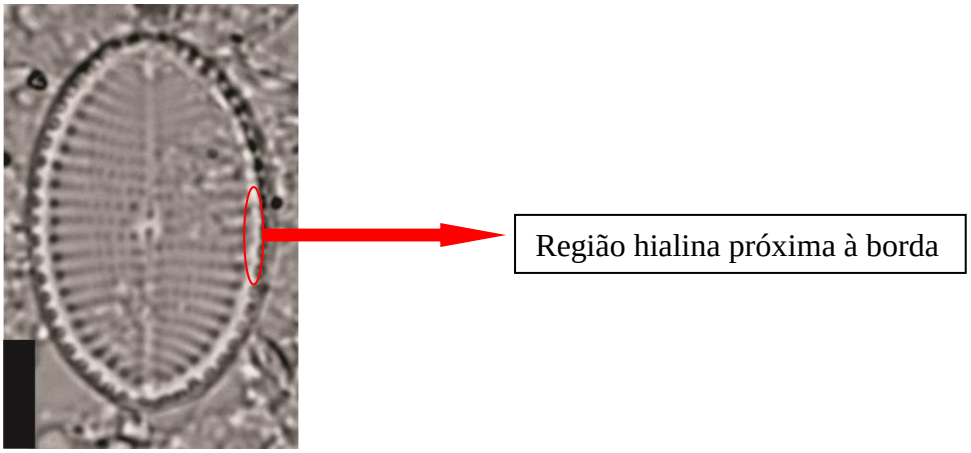
As frústulas centrais de *Aulacoseira* são ligadas uma por espinhos. As células são tipicamente vistas na vista da cintura, devido ao manto da valva profunda. Possui normalmente aréolas circulares. As células formam freqüentemente filamentos. Rimoportulas estão presentes no manto da válvula e são frequentemente associadas com o sulco que é um anel internamente espessado de sílica. A expressão externa das rimoportulas pode ser de poros simples, enquanto internamente as rimoportulas podem formar estruturas complexas. Algumas espécies possuem uma área hialina chamada um sulco na borda do manto da valva.

Cocconeis

CLASSE: Bacillariophyceae

ORDEM: Achnanthales

FAMÍLIA: Cocconeidaceae



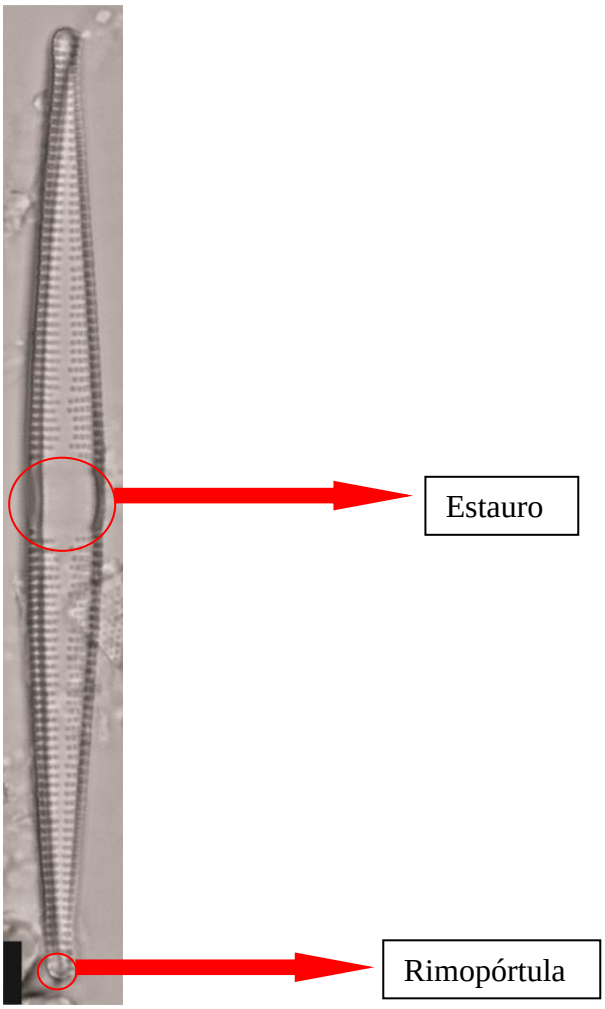
Este gênero é heterovalvar, isto é, a ornamentação da valva que possui rafe é diferente daquela da valva que não possui rafe. O manto da valva é estreita em relação à face da valva, de modo que as células raramente são vistas na vista da cintura. As valvas podem ser flexionadas, ou arqueadas, ao longo do eixo apical formando uma forma de "sela". As estrias são freqüentemente uniseriadas, mas algumas espécies podem possuir estrias multiseriadas. Em vários táxons, a valva com rafe está marcada por uma região próxima à borda da valva.

Ctenophora

CLASSE: Fragilariophyceae

ORDEM: Fragilariales

FAMÍLIA: Fragilariaceae



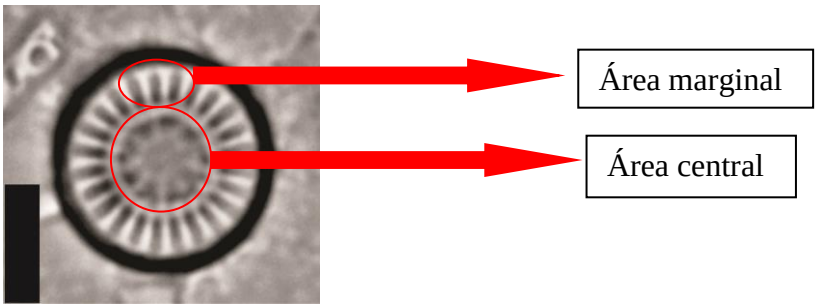
A valva de *Ctenophora* é alongadas e lineares-lanceoladas. A parte central da valva tem uma área espessada formando um esterno. Cada pólo contém uma rimopórtula junto do esterno.

Cyclotella

CLASSE: Coscinodiscophyceae

ORDEM: Thalassiosirales

FAMÍLIA: Stephanodiscaeae



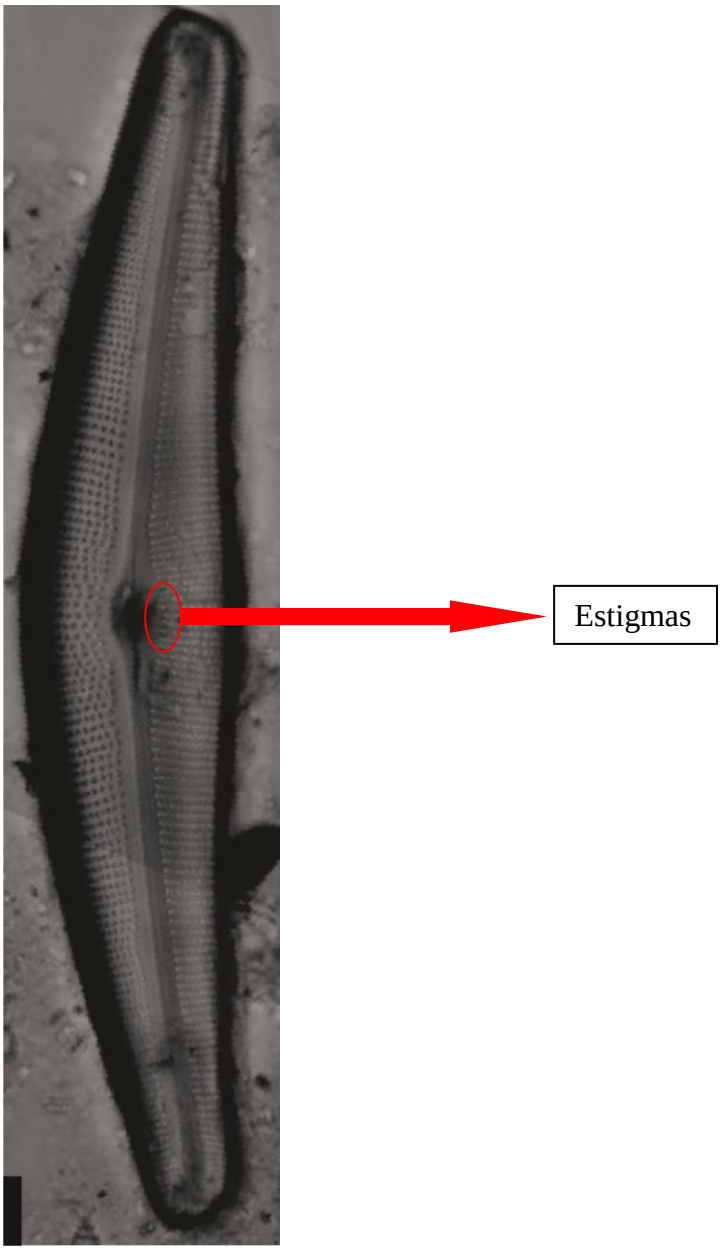
O gênero *Cyclotella* possui estrias radias e marginais. A porção central da valva é ornamentada de forma diferente se comparada com a área marginal. A rimopórtula central é posicionada dentro do anel de fultoportulas marginais. Na área central a estriação pode ser plana e lisa.

Cymbella

CLASSE: Bacillariophyceae

ORDEM: Cymbellales

FAMÍLIA: Cymbellaceae



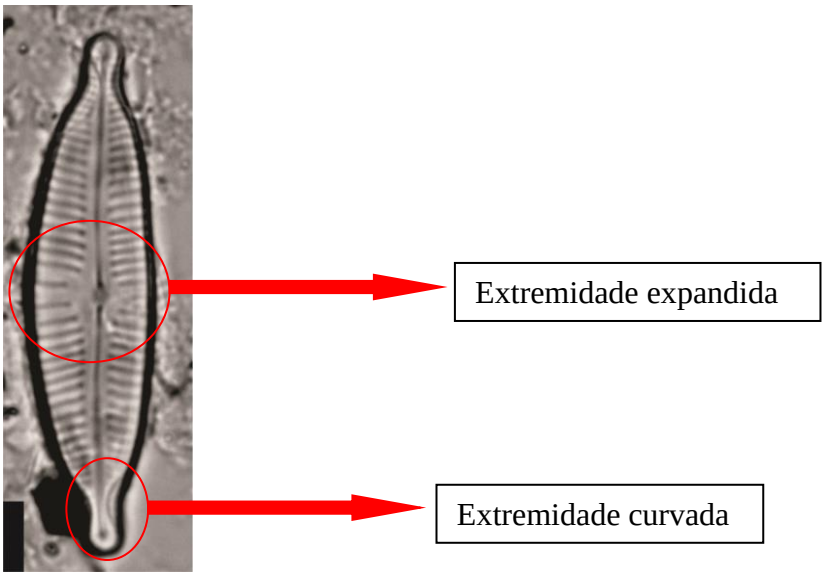
Possui valvas de ligeiramente a fortemente dorsiventrais, ou assimétricas ao eixo apical. As valvas são simétricas ao eixo transapical. As fissuras de rafe terminal são derecionada para o lado dorsal, diferente do gênero *Encyonema* que apresenta extremidades distais da rafe direcionadas para o lado ventral. Campos de poros apicais estão presentes em ambos os pólos. As estrias são uniseriadas. Um ou mais estigmas podem estar presentes e quando estão presentes, eles estão localizados no lado ventral da área central.

Cymbopleura

CLASSE: Bacillariophyceae

ORDEM: Cymbellales

FAMÍLIA: Cymbellaceae



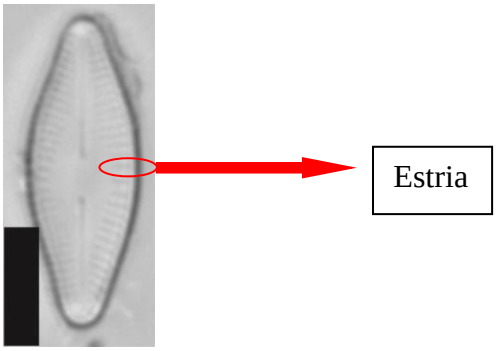
As frústulas de *Cymbopleura* são relativamente largas na valva. As frústulas normalmente são assimétricas ao eixo apical, tipicamente com uma margem ventral convexa e uma margem dorsal convexa ainda mais larga. As estrias são compostas de aréolas arredondadas. As extremidades proximais da rafe são expandidas, enquanto que as fissuras terminais da rafe são enganchadas e dorsalmente curvadas.

Diadesmis

CLASSE: Bacillariophyceae

ORDEM: Naviculales

FAMÍLIA: Diadesmidaceae



O gênero *Diadesmis* é birafideo. Possui geralmente menos de 30 µm de comprimento. As estrias são compostas de aréolas alongadas na direção

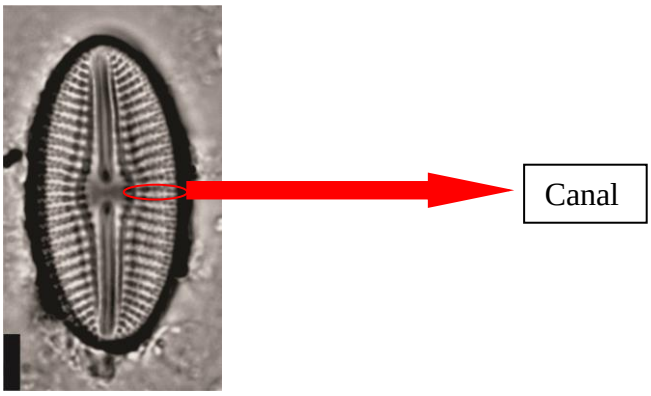
transapical. Suas frústulas formam cadeias retilíneas, que podem ser ligadas por espinhos marginais. Na visão da cintura é possível observar um nódulo central.

Diploneis

CLASSE: Bacillariophyceae

ORDEM: Naviculales

FAMÍLIA: Diploneidaceae



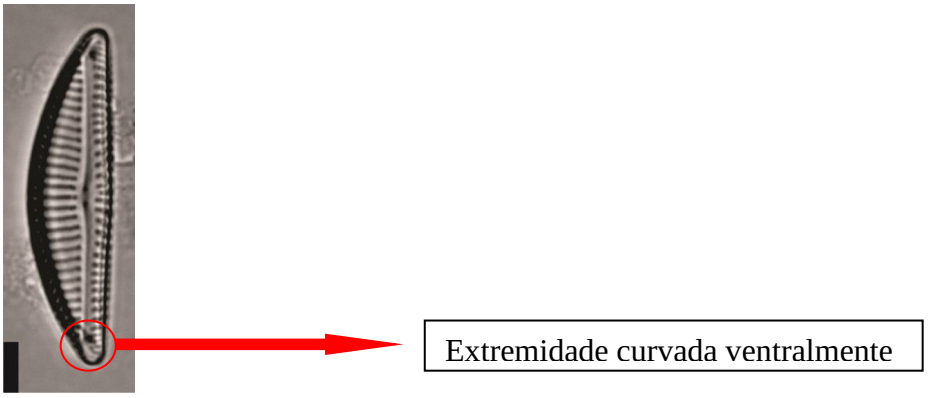
Possui frústulas tipicamente elípticas, com ápices sem corte arredondados. Cada valva possui dois canais longitudinais, em cada lado da rafe. Os canais são posicionados dentro da parede da célula e abertos para o exterior através dos poros, mas sem aberturas para o interior da célula. Neste gênero as estrias são grosseiras e formadas por duas fileiras de aréolas não visíveis em microscópio óptico.

Encyonema

CLASSE: Bacillariophyceae

ORDEM: Cymbellales

FAMÍLIA: Cymbellaceae



As frústulas do gênero *Encyonema* são assimétricas ao eixo apical e simétricas ao eixo transapical. A margem dorsal é altamente arqueada, enquanto a

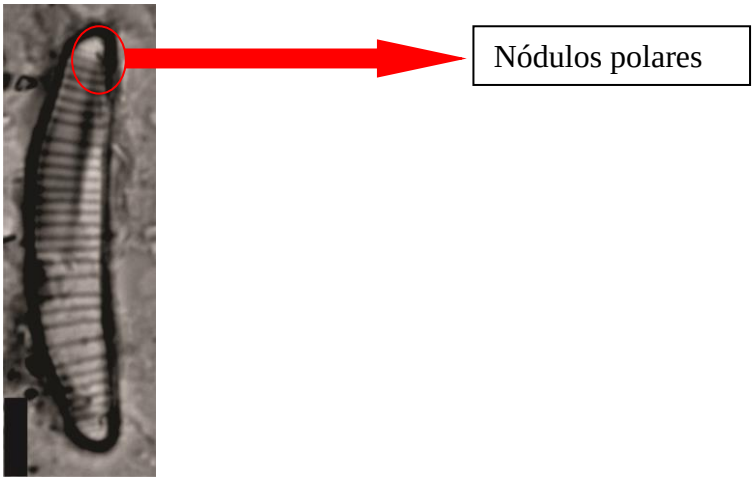
margem ventral em é retilínea ou quase reta. Os estigmas podem estar presentes ou ausentes, quando está presente, ele está localizado no lado dorsal da área central. As extremidades da rafe são curvadas ventralmente.

Eunotia

CLASSE: Bacillariophyceae

ORDEM: Eunotiales

FAMÍLIA: Eunotiaceae



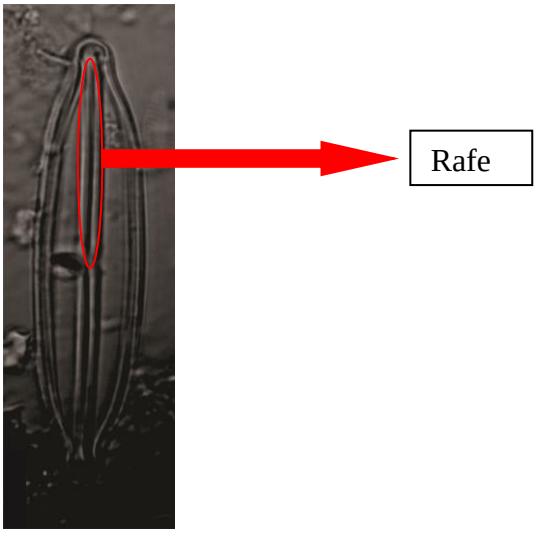
Possui nódulos terminais que são posicionados sobre o manto onde está a rafe braquerrafídea. Como resultado desta morfologia, os ramos de rafe são visíveis na vista da cintura. As valvas são assimétricas ao eixo apical. A margem dorsal é convexa, lisa ou ondulada. A margem ventral é reta ou côncava. As estrias são uniseriadas e estendem-se através da face da valva. Normalmente possui uma rimoportula presente em um ápice de cada valva, embora ocasionalmente pode haver duas rimoportulas.

Frustulia

CLASSE: Bacillariophyceae

ORDEM: Naviculales

FAMÍLIA: Amphipleuraceae



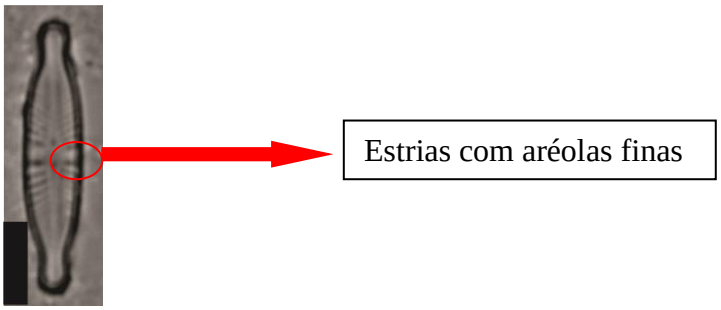
As valvas possuem a forma linear-lanceolada. As estrias são compostas de aréolas finas, arranjadas em padrões que parecem formar linhas apicais e transapicais. O gênero possui distintas estrias medianas e longitudinais que se estendem pela maior parte do comprimento da valva. A rafe está localizada entre as nervuras longitudinais.

Geissleria

CLASSE: Bacillariophyceae

ORDEM: Naviculales

FAMÍLIA: Gomphonemataceae



As valvas são de elípticas a linear-elípticas, tornando-se obtusas, amplamente arredondadas nas extremidades. As estrias são constituídas por aréolas finas em

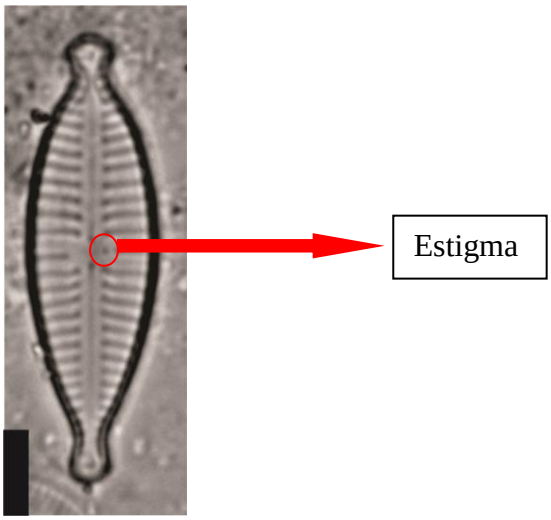
forma de linha. A rafe é reta e filiforme, com extremidades proximais retas. Um ponto (estigma) isolado pode estar presente na área central.

Gomphonema

CLASSE: Bacillariophyceae

ORDEM: Cymbellales

FAMÍLIA: Gomphonemataceae



As valvas são simétricas ao eixo apical, e assimétricas ao eixo transapical. Um estigma pode estar presente em um lado da área central. Um campo de poros apical está presente. As estrias são uniseriadas. Possui as extremidades mais finas.

Hippodonta

CLASSE: Bacillariophyceae

ORDEM: Naviculales

FAMÍLIA: Naviculaceae

As valvas são espessas e fortemente silicificadas. As valvas são geralmente lanceoladas e no contorno da valva existem pólos de várias formas. As estrias são

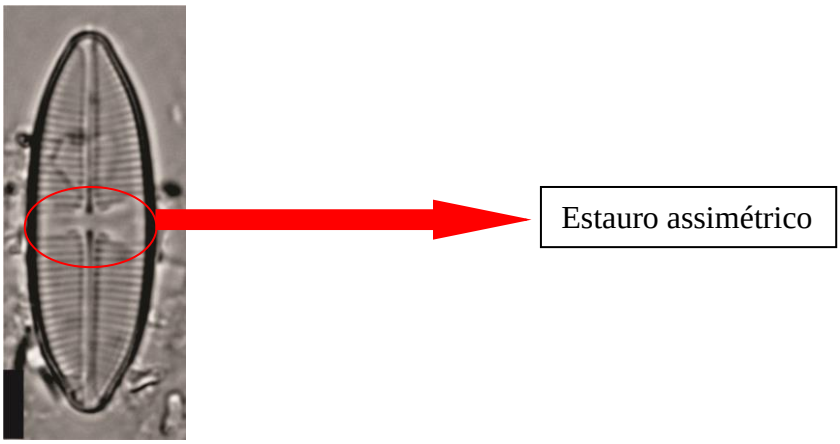
distintas e largas podendo ser uniseriadas ou biseriadas. A rafe é reta e as extremidades proximais da rafe são dilatadas.

Lemnicola

CLASSE: Bacillariophyceae

ORDEM: Achnanthales

FAMÍLIA: Achnanthaceae



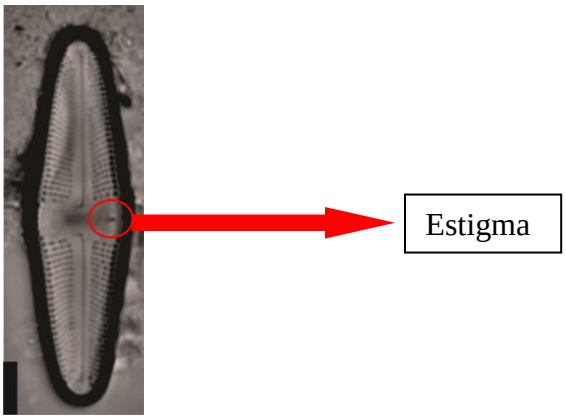
As valvas são de lineares a lineares-elípticas. Os ápices das valvas podem ser estreitados e arredondados. As estrias são ligeiramente radiais longitudinalmente e compostas de aréolas circulares. A valva de rafe tem um estauro assimétrico.

Luticola

CLASSE: Bacillariophyceae

ORDEM: Naviculales

FAMÍLIA: Diadesmidaceae



As valvas têm uma área central expandida com um estigma distinto na área central. As estrias são pontuadas. As extremidades proximais da rafe são

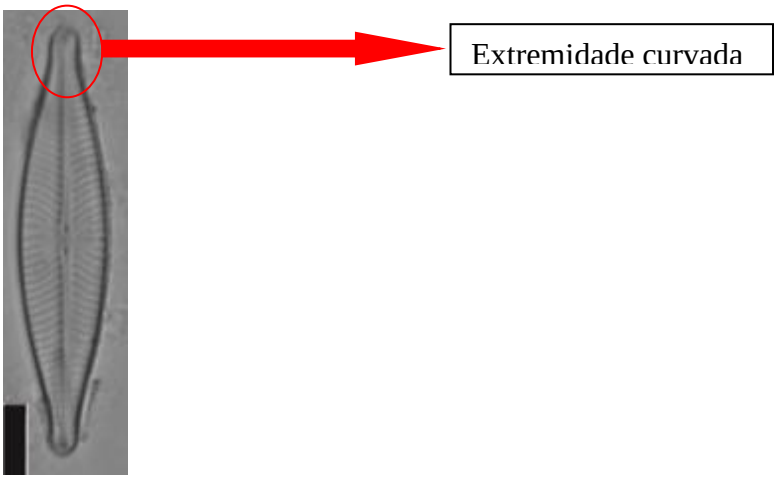
ligeiramente desviadas unilateralmente. As extremidades distais da rafe são direcionadas para o mesmo lado que as extremidades proximais da rafe.

Navicula

CLASSE: Bacillariophyceae

ORDEM: Naviculales

FAMÍLIA: Naviculaceae



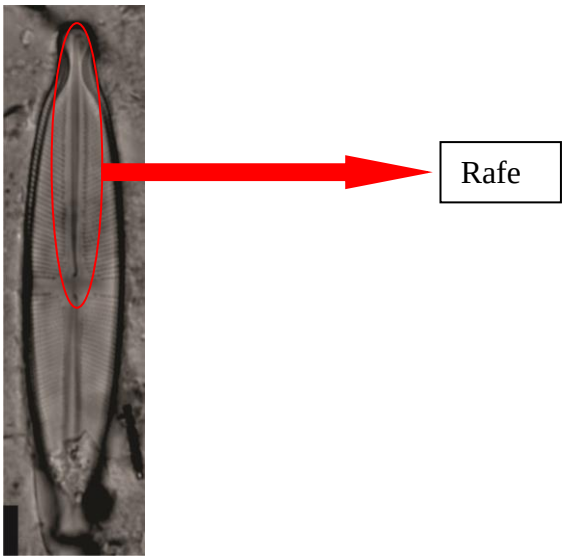
As valvas deste gênero tendem a ser de elípticas a largamente lanceoladas no contorno. As extremidades das valvas podem ser capitadas, agudas, arredondadas ou não expandidas. O esterno central é espessado e este espessamento pode ser um tanto assimétrico. A rafe é reta e filiforme, ou lateral em algumas espécies. As extremidades proximais da rafe são ligeiramente direcionadas para um dos lados.

Neidium

CLASSE: Bacillariophyceae

ORDEM: Naviculales

FAMÍLIA: Neidiaceae



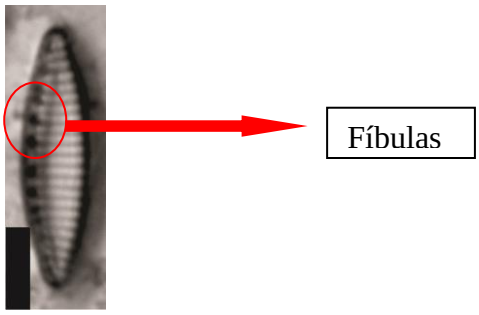
As valvas são de lineares a elípticas-lineares. As extremidades são variadas em forma entre as espécies e podem ser arredondadas, capitadas, rostratadas ou prolongadas. Linhas longitudinais estão presentes, formadas por canais internos posicionados ao longo das margens da valva. As extremidades proximais da rafe são desviadas bilateralmente ou retas. Interrupções nas estrias ou descontinuidades estão freqüentemente presentes. As descontinuidades são posicionadas no lado secundário da área axial ao longo de cada ramo de rafe. As estrias são uniseriadas e compostas de aréolas arredondadas e distintas.

Nitzschia

CLASSE: Bacillariophyceae

ORDEM: Bacillariales

FAMÍLIA: Bacillariaceae



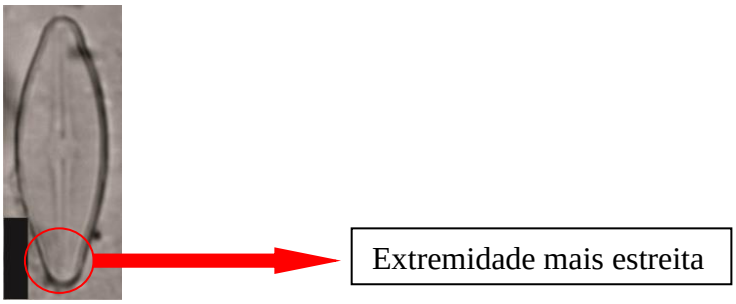
A rafe deste gênero é excentricamente na margem da valva (entre a face e o manto) e é posicionada dentro de uma quilha que é suportada por fíbulas. Valvas não têm esterno. Dentro do gênero, as espécies têm uma escala grande no tamanho que variam de muito pequeno a muito grande.

Nupela

CLASSE: Bacillariophyceae

ORDEM: Naviculales

FAMÍLIA: Brachysiraceae



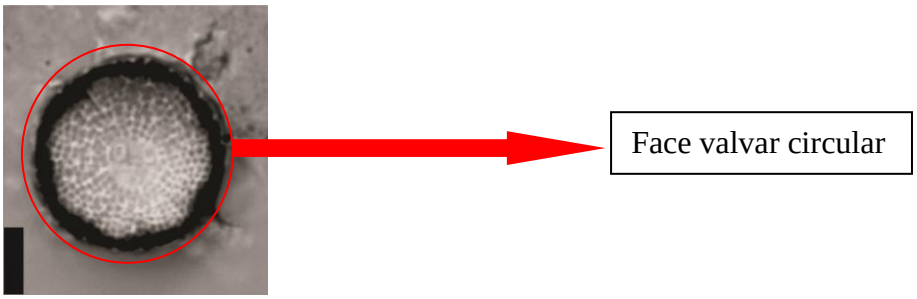
O gênero possui espécies que são heterovalvares. As valvas de *Nupela* são ligeiramente assimétricas ao eixo apical e a área central é assimétrica. A área central pode estender-se quase até a margem da valva. As aréolas são elípticas-alongadas no eixo transapical e são dispostas em estrias de comprimento variável. Existem faixas estreitas e longitudinais junto às estrias.

Orthoseira

CLASSE: Coscinodiscophyceae

ORDEM: Orthosirales

FAMÍLIA: Orthoseiraceae



Possui frústulas cilíndricas. A superfície da valva é plana e possui um ou mais processos únicos chamados de carinopórtulas. Internamente, as valvas podem ter

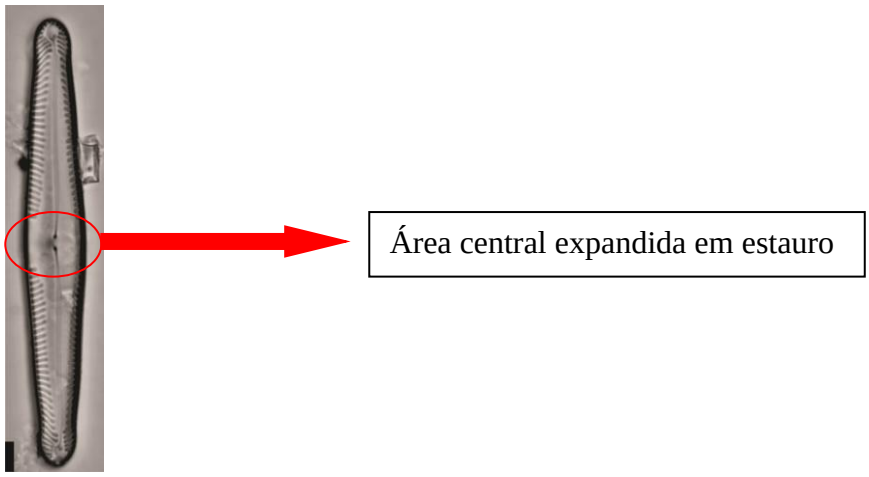
lacunas internas, posicionadas na interface do manto da valva. Os espinhos marginais, se presentes, são variáveis em comprimento.

Pinnularia

CLASSE: Bacillariophyceae

ORDEM: Naviculales

FAMÍLIA: Pinnulariaceae



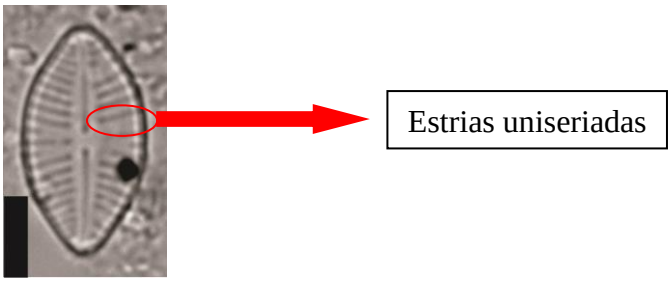
As frústulas deste gênero podem ser grandes, até 300 µm de comprimento. As estrias são alveoladas. O sistema de rafe pode ser reto ou complexo. Externamente, as extremidades proximais da rafe são expandidas e curvadas ligeiramente para o mesmo lado. As extremidades distais da rafe podem formar uma curva distinta. A área central pode ser expandida para um ou ambos os lados.

Placoneis

CLASSE: Bacillariophyceae

ORDEM: Cymbellales

FAMÍLIA: Cymbellaceae



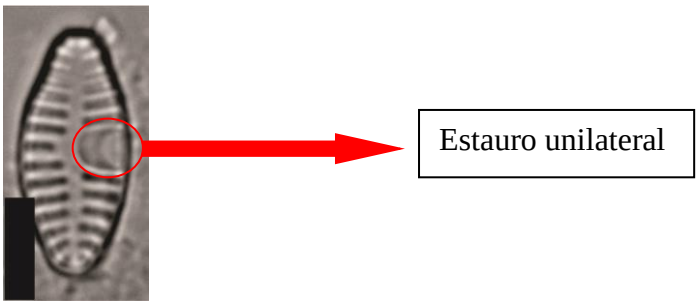
O contorno da valva é de linear a lanceolado. As aréolas são loculadas e internamente obstruídas. As aréolas formam estrias uniseriadas. As extremidades da rafe proximal são retas e ligeiramente expandidas externamente.

Planothidium

CLASSE: Bacillariophycideae

ORDEM: Achnanthales

FAMÍLIA: Achnanthidiaceae



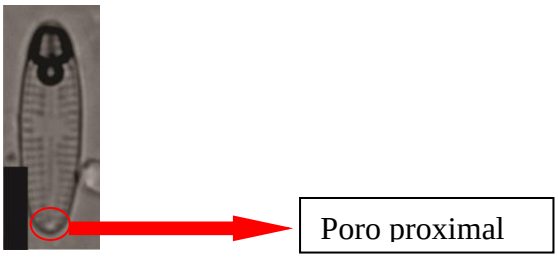
As valvas são de elípticas a lanceoladas, com vértices arredondados, rostratados ou capitados. As estrias são multiseriadas. As fissuras da rafe terminal são longas, curvadas e desviadas unilateralmente. Muitas espécies de *Planothidium* possuem uma área central assimétrica na valva que não possui rafe. Na valva sem rafe há um estauro unilateral que é característico para cada espécie.

Platessa

CLASSE: Bacillariophyceae

ORDEM: Achnanthales

FAMÍLIA: Achnanthaceae



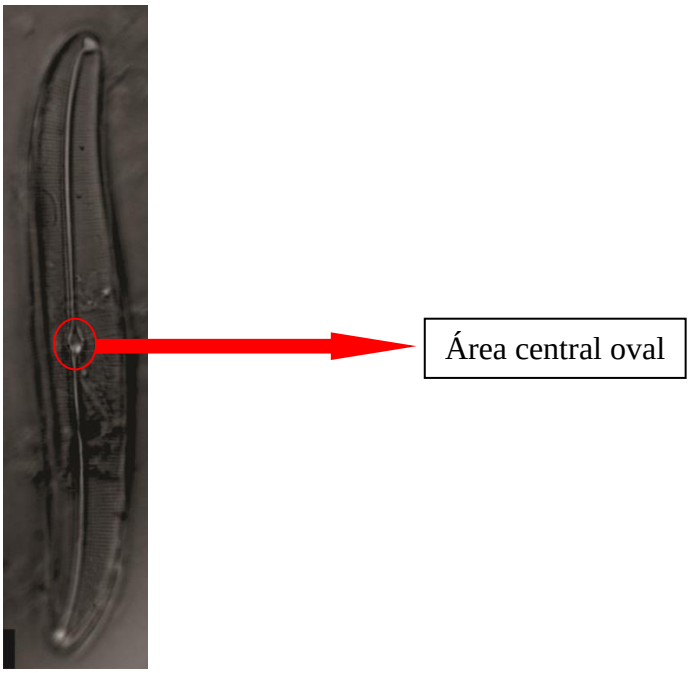
As valvas podem ser elípticas, linear-elípticas ou elípticas-lanceoladas. Ambas as faces da valva são quase planas. As estrias são principalmente biseriadas, mas em algumas espécies pode ser uniseriada. Fissuras da rafe proximal estão ausentes. Em vez disso, a extremidade distal da rafe apresenta poros distintos.

Pleurosigma

CLASSE: Bacillariophyceae

ORDEM: Naviculales

FAMÍLIA: Pleurosigmataceae



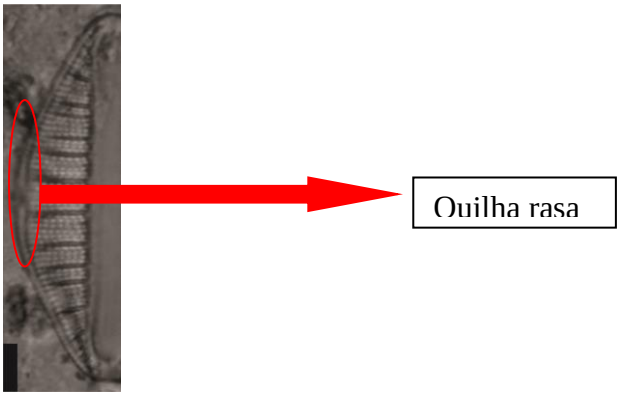
As valvas variam de alongadas a sigmóides. As estrias são compostas de linhas uniformemente espaçadas que são dispostas em: uma linha trans-apical e duas linhas oblíquas opostas. A rafe é fortemente sigmóide, com uma área axial estreita. O esterno é engrossado igualmente em ambos os lados. A rafe termina em uma pequena área central oval e expandida definida por duas nervuras que são curvas. As extremidades proximais da rafe são ligeiramente infladas e retas, ou unilateralmente dobradas. As extremidades distais da rafe são enganchadas e desviadas para lados opostos do manto.

Rhopalodia

CLASSE: Bacillariophyceae

ORDEM: Rhopalodiaceae

FAMÍLIA: Rhopalodiaceae



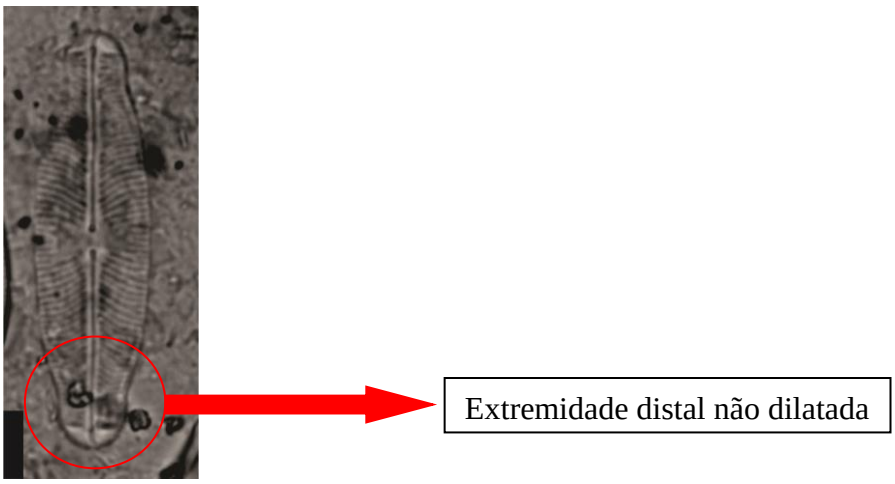
As frústulas têm uma forte simetria dorsiventral. A rafe é posicionada no lado dorsal de cada valva em uma quilha rasa. A face da valva é quase plana.

Sellaphora

CLASSE: Bacillariophyceae

ORDEM: Naviculales

FAMÍLIA: Sellaphoraceae



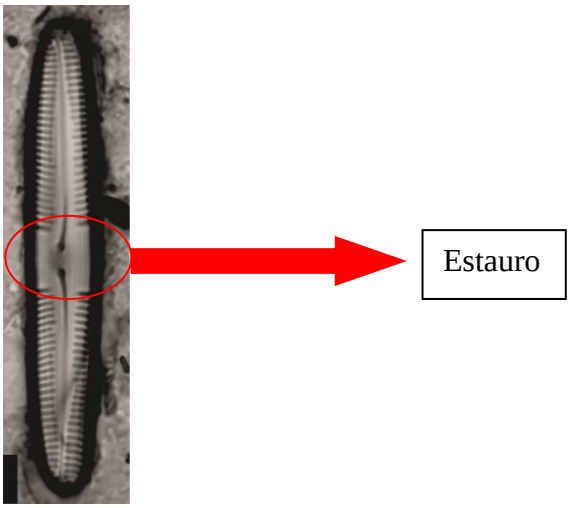
A valva pode ser linear, lanceolada ou elíptica com pólos arredondados. Espessamento transapical, está presente em algumas espécies. A área axial é distinta, e pode ser expandida ao longo do eixo apical. As extremidades proximais da rafe externa são dilatadas enquanto as extremidades distais da rafe são simples.

Stauroneis

CLASSE: Bacillariophyceae

ORDEM: Naviculales

FAMÍLIA: Stauroneidaceae



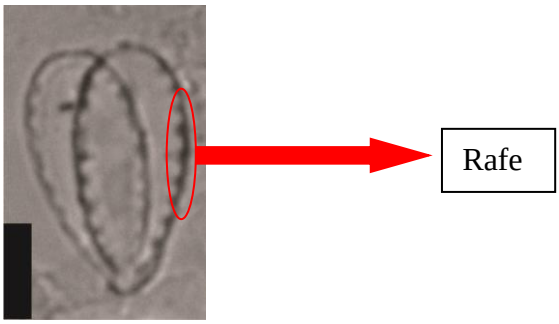
As valvas variam entre linear, lanceolada e elíptica-lanceolada. A área central é uma região transversal proeminente, conhecida como estauro. O estauro central tipicamente estende-se para as margens da valva, onde uma ou várias estrias curtas podem estar presentes. As estrias são uniseriadas e pontuadas. As aréolas são geralmente redondas, mas são transversalmente alongadas em algumas espécies.

Surirella

CLASSE: Bacillariophyceae

ORDEM: Surirellales

FAMÍLIA: Surirellaceae



As frustras podem ser isopolares ou heteropolares. O sistema da rafe é posicionado ao longo da margem da valva. As células podem ser altamente silicificadas, com espinhos e nódulos de sílica na superfície da valva.