

FACULDADE CATÓLICA SALESIANA DO ESPÍRITO SANTO

KATHIANI VICTOR BASTOS

**COMUNIDADE FICOPERIFÍTICA COMO BIOINDICADORA DA QUALIDADE
AMBIENTAL DA LAGOA JACUNÉM (SERRA, ES)**

VITÓRIA
2014

KATHIANI VICTOR BASTOS

**COMUNIDADE FICOPERIFÍTICA COMO BIOINDICADORA DA QUALIDADE
AMBIENTAL DA LAGOA JACUNÉM (SERRA, ES)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade Católica Salesiana do Espírito Santo,
como requisito obrigatório para obtenção do título de
Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. MSc. Danilo Camargo Santos

VITÓRIA
2014

KATHIANI VICTOR BASTOS

**COMUNIDADE FICOPERIFÍTICA COMO BIOINDICADORA DA QUALIDADE
AMBIENTAL DA LAGOA JACUNÉM (SERRA, ES)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Católica Salesiana do Espírito Santo,
como requisito obrigatório para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovado em _____ de _____ de _____, por:

Prof. MSc. Danilo Camargo Santos, FCSES – Orientador

Prof^a. Dra. Selma Aparecida Hebling, FCSES

Prof^a. Dra. Valéria de Oliveira Fernandes, UFES

À Deus, minha família, amigos e orientador.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, em primeiro lugar, a Deus, pela força e coragem durante toda esta longa caminhada.

A minha mãe, Maria José, pelo apoio e amor incondicional.

A minha irmã Ketlen e ao Marcos, que com muito carinho e apoio não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

A Larissa Bassani, que me apresentou o mundo das algas de tal forma que não tive como não me apaixonar.

Dedico especial agradecimento ao Danilo Camargo, orientador dedicado que com sabedoria soube dirigir-me os passos e os pensamentos para o alcance de meus objetivos, e que nos momentos de desespero sempre tinha um chocolate.

À professora doutora, Valéria de Oliveira Fernandes por sua gentileza e por ter me recebido como estagiária em seu laboratório. Obrigada também pela oportunidade e apoio na elaboração deste trabalho.

Agradeço a todos os professores que me acompanharam durante a graduação, por me proporcionar o conhecimento, por se dedicarem a mim, e não só por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender. A palavra mestre, nunca fará justiça aos professores dedicados, aos quais deixo eternos agradecimentos

A Gislaíne, minha parceira em praticamente toda jornada. Obrigado por muitas vezes ter me ajudado quando eu estava perdida e por me fazer companhia, até mesmo, quando também estava desesperada.

Ao Laboratório de Taxonomia e Ecologia de Algas Continentais (LATEAC), pelo espaço físico, equipamentos e materiais.

Ao Brenner e a Sandra, um agradecimento mais que especial, pelo companheirismo e por estarem sempre dispostos a me auxiliar nas coletas e ensinamentos, a sua participação foi indispensável para a realização deste trabalho.

Aos integrantes do Laboratório de Taxonomia e Ecologia de Algas Continentais, Nayara, Lorena (Bah), Gabriel, Frederico, Lorena, Fernanda, Pâmela e aos demais companheiros do LATEAC, obrigada por toda ajuda, por todo o aprendizado e também pelos momentos de diversão juntos.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

“Tudo aquilo que o homem ignora, não existe para ele. Por isso o universo de cada um, se resume ao tamanho de seu saber.”

Albert Einstein

RESUMO

Esta pesquisa visou avaliar a qualidade ambiental da Lagoa Jacuném (Serra, ES) através da análise estrutural da comunidade perifítica e das variáveis ambientais do ecossistema em questão. Foram realizadas duas coletas: uma na estação seca e outra na chuvosa (agosto de 2013 e março de 2014, respectivamente) em duas estações amostrais (E.A 1 e E.A 2). As amostras foram obtidas através do corte de pecíolos da macrófita aquática *Eichhornia crassipes*, os quais foram acondicionados em frascos e levados ao laboratório para raspagem e obtenção do material perifítico. Foram analisados o peso seco e as principais variáveis ambientais da Lagoa: temperatura do ar e da água, profundidade máxima, transparência da água, salinidade, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, pH, nutrientes e turbidez. A comunidade perifítica da Lagoa durante o período de estudo esteve composta por 56 táxons distribuídos entre 7 classes (21 Cyanophyceae, 18 Chlorophyceae, 10 Bacillariophyceae, 4 Oedogoniophyceae, 1 Zygnemaphyceae, 1 Cryptophyceae e 1 Coscinodiscophyceae). A classe mais representativa em termos de riqueza de táxons foi Cyanophyceae (37% dos táxons), em seguida temos a classe chlorophyceae (32%), Bacillariophyceae (18%) e Oedogoniophyceae (7%). As classes Zygnemaphyceae, Cryptophyceae e Coscinodiscophyceae foram as menos representativas com cerca de 2% dos táxons encontrados. As densidades totais apresentaram números mais elevados no período chuvoso e oscilaram de 118,243 ind/cm² no período seco a 136,813 ind/cm² no período chuvoso na E.A1. A E.A2 apresentou os maiores valores encontrados, com 172,551 ind/cm² e 211,973 ind/cm², nos períodos de seca e chuva, respectivamente. A classe Cyanophyceae apresentou maior densidade relativa, seguida da classe Chlorophyceae e Bacillariophyceae em todos os períodos estudados e em todas as estações amostrais. Com base nos resultados obtidos, pode-se inferir que a Lagoa Jacuném (Serra), apresenta sinais do processo de eutrofização artificial, além da elevada densidade de cianobactérias e clorófitas, aliadas as variáveis abióticas analisadas, evidenciando que a qualidade ambiental da lagoa em questão está comprometida.

Palavras-chave: Lagoa Jacuném. Comunidade perifítica. Qualidade ambiental.

ABSTRACT

This research's aim is to evaluate the environmental quality of the Jacuném lagoon (SERRA, ES) through the structural analysis of the periphytic community and the variables in the environment of the ecosystem in question. Two collections had been carried out: one in the dry season and one in the rainy season (in August and March of 2014, respectively) in two sampling seasons (E.A 1 and E.A 2). The samples had been obtained by cutting the petiole of the aquatic macrophyte *Eichhornia crassipes*, which had been conditioned in bottles and taken to the laboratory for scraping and attainment of the periphytic material. The dry weight and the dry weight free of ashes had been analyzed. Also the main environmental quality of the lagoon had been determined: air temperature, maximum depth, transparency of the water, salinity, electrical conductivity, water temperature, dissolved oxygen, pH, nutrients and turbidity. The periphytic community of the Jacuném lagoon during the study period was composed of 56 taxons distributed between 7 classes, 21 of them pertaining to the Cyanophyceae class, 18 Chlorophyceae, 10 Bacillariophyceae, 4 Oedogoniophyceae, 1 Zygnemaphyceae, 1 Cryptophyceae and 1 Coscinodiscophyceae. The class containing the most taxons was the Cyanophyceae class with 37% of taxons found, after that we have the Chlorophyceae class with 32% of taxons, Bacillariophyceae with 18% and Oedogoniophyceae with 7%. The Zygnemaphyceae class, Cryptophyceae and Coscinodiscophyceae had the least with about 2% of taxons found. The total density, generally, had greater variation in the rainy season in comparison to the dry season. The variation between the two study periods was significant in the two seasonal samples varying from 118,243 ind/cm² in the dry period to 136,813 ind/cm² in the rainy period in the E.A1. The E.A2 presented the biggest values found in the study periods with 172,551 ind/cm² and 211,973 ind/cm², in periods of drought and rain, respectively. The Cyanophyceae class presented greater relative density, followed by the Bacillariophyceae class and Chlorophyceae in all the studied periods and all the seasonal samples. Based on the results we can conclude that the Jacuném lagoon presents signs of artificial eutrophication, additionally the increased density of Cyanobaphyta and Chlorophyta, together with the analyzed abiotic variable, shows that the environmental quality of the lagoon is compromised.

Keywords: Jacuném lagoon. Periphytic community. Environmental quality

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
3 METODOLOGIA.....	29
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	29
3.2 PERIODICIDADE DAS COLETAS E ESTAÇÕES AMOSTRAIS.....	32
3.3 AMOSTRAGEM DO PERIFÍTON E TRATAMENTO DAS AMOSTRAS.....	33
3.4 VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS.....	35
3.5 VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS.....	35
3.5.1 Em Campo.....	35
3.5.2 Em laboratório.....	36
3.6 ANÁLISE QUALITATIVA.....	36
3.7 ANÁLISE QUANTITATIVA.....	37
3.8 PESO SECO (PS).....	39
3.9 TRATAMENTO ESTATÍSTICO.....	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1 DADOS CLIMATOLÓGICOS.....	41
4.2. VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS.....	43
4.2.1 Transparência (m), Zona eufótica (m), Profundidade (m).....	43
4.2.2 pH.....	45
4.2.3 Condutividade Elétrica (µS/cm).....	46
4.2.4 Salinidade.....	47
4.2.5 Oxigênio dissolvido (% de Saturação), Oxigênio Dissolvido (mg/L) e Temperatura da água.....	47
4.2.6 Nutrientes.....	50
4.2.6.1 Nitrogênio Total (µg/L).....	51
4.2.6.2 Nitrogênio amoniacal (µg/L).....	52
4.2.6.3 Nitrato (µg/L).....	53
4.2.6.4 Silicato (µg/L).....	54

4.2.6.5 Fósforo Total ($\mu\text{g/L}$).....	55
4.2.6.6 Ortofosfato ($\mu\text{g/L}$).....	56
4.3 ANÁLISE QUALITATIVA.....	58
4.3.1 Índice de Similaridade de Sorensen.....	65
4.4 ANÁLISE QUANTITATIVA.....	67
4.4.1 Densidade Total (ind/cm^2).....	67
4.4.2 Densidade relativa.....	68
4.4.3 Espécie abundante e espécie dominante.....	70
4.4.4 Diversidade e equitabilidade.....	70
4.5 PESO SECO.....	72
4.6 TRATAMENTO ESTATÍSTICO.....	73
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
REFERÊNCIAS.....	77

1 INTRODUÇÃO

Lagoas costeiras são corpos d'água que frequentemente se orientam paralelos à costa, com pequena profundidade e destacados do mar por uma barra ou conectados ao oceano por um ou mais canais (KJERFVE, 1994). Possuem grande representatividade no território brasileiro, sendo conhecidas por suas elevadas taxas de produtividade orgânica (ESTEVES, 1998). Assim, podem apresentar elevados valores de produtividade primária líquida por unidade de área (até $300 \text{ g C m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$), que podem ser comparados com a produção de estuários ($300 \text{ g C m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$) e menores apenas do que os valores de produtividade de zonas de ressurgência ($500 \text{ g C m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$) (KNOPPERS, 1994).

Esses ecossistemas aquáticos dulcícolas oferecem condições necessárias à vida do homem como, por exemplo, a disposição de água e a obtenção de alimento através da pesca e, por isso, é muito comum o desenvolvimento econômico ocorrer próximo a esses ambientes. Porém, esse uso muitas vezes traz consequências negativas, como superexploração de recursos pesqueiros, retificação e desvio do curso natural de lagoas, lançamento de efluentes domésticos e industriais sem tratamento, introdução de espécies exóticas e/ou invasoras, construção de barragens e represas, entre outros. Essas ações levam a uma expressiva queda da qualidade da água e da biodiversidade aquática devido às alterações químicas e físicas sofridas pelas comunidades biológicas (GOULART; CALLISTO, 2003).

As lagoas (costeiras ou não) podem ser divididas em região litorânea, região limnética, região bentônica e interface água-ar. A região litorânea representa a seção do ecossistema aquático que está em contato direto com o ecossistema terrestre vizinho (ESTEVES, 1998), sendo uma área de interface de extrema importância por ser muito dinâmica e controlar a maioria dos organismos, matéria, energia e nutrientes dentro desta região, além de fazer a ligação entre os ecossistemas terrestre e aquático (POMPÊO; MOSCHINI-CARLOS, 2003). A região limnética ocorre em quase todos os ecossistemas aquáticos, e é em geral muito homogênea horizontalmente, podendo ser heterogênea verticalmente em razão de diferenças de gradientes nas concentrações ou valores de variáveis como luz, pH, oxigênio, temperatura e salinidade. Já a região bentônica é, em geral, bastante heterogênea, tanto na sua dimensão vertical quanto na horizontal, e compreende os

substratos não consolidados ou consolidados que estão associados ao fundo do ecossistema aquático. (ESTEVES, 1998).

Como a maioria dos ecossistemas aquáticos continentais tropicais caracterizam-se por serem rasos, normalmente são constituídos por extensas regiões litorâneas, sendo assim um dos biótopos mais produtivos dos quais se tem conhecimento, pois nesse local frequentemente ocorre colonização por diferentes espécies de macrófitas aquáticas que se associam com as microalgas fitoplanctônicas e perifíticas (ESTEVES, 2011).

As microalgas são organismos microscópicos que fazem parte da biota de uma lagoa costeira, possuem altas taxas de produção primária e, por isso, grande capacidade de assimilação de dióxido de carbono. Desta forma, na maioria das vezes, seu metabolismo encontra-se diretamente relacionado com o aumento de tamanho através da utilização da luz como fonte de energia (COLEMAN; PROSCHOLD, 2005). Podem fazer parte da comunidade fitoplanctônica, que é composta por pequenos organismos fotossintetizantes cuja distribuição é determinada pelo movimento das águas (WETZEL, 2001), ou da comunidade perifítica que é caracterizada como “uma complexa comunidade de microorganismos (algas, bactérias, fungos e animais), detritos orgânicos e inorgânicos aderidos ou associados a substratos inorgânicos ou orgânicos, vivos ou mortos” (WETZEL, 1983).

Segundo Sládecková (apud MOSCHINI-CARLOS, 1999, p. 02):

O perífiton "verdadeiro" é composto de organismos fixos, imóveis e adaptados à vida sésil através de rizóides, pedúnculos gelatinosos, entre outros órgãos de fixação. O "pseudo" perífiton, é constituído de organismos frouxamente aderidos, que vivem associados sem fixar-se ao substrato.

Dessa forma, o perífiton é uma comunidade que apresenta grande sensibilidade as alterações ambientais.

Em sistemas lacustres as algas perifíticas (ficoperífiton) têm grande importância ecológica pois são a base da cadeia trófica, podendo afetar o crescimento, sobrevivência e a reprodução destes organismos que ocupam níveis tróficos superiores (CAMPEAU; MURKIN; TITMAN, 1994). Assim, o perífiton é uma importante fonte alimentar para invertebrados e peixes, sendo rico em proteínas, vitaminas e minerais, além de servirem de abrigo para algumas espécies, especialmente aquelas que buscam fugir de predadores. Além disso, as algas

perifíticas são capazes de originar formas planctônicas, as quais podem apresentar um desenvolvimento muito acelerado (*bloom*), em determinadas épocas do ano (FERNANDES, 1997).

A comunidade perifítica possui papel considerável na interface entre os componentes bióticos e abióticos dos ecossistemas aquáticos, tornando a interação entre esses fatores um tanto quanto complexa. O desenvolvimento do perifíton pode ser influenciado por 2 grupos de fatores: os recursos, que podem limitar desenvolvimento e o crescimento da comunidade, como a baixa disponibilidade de luz, nutrientes e/ou espaço, o qual possui um importante papel na estrutura do perifíton; e os distúrbios, como abrasão, turbulência e herbivoria, os quais compõem o segundo grupo, e podem causar a perda de biomassa do perifíton, principalmente por ação física (LOWE, 1996).

A estrutura da comunidade perifítica, assim como das demais comunidades em ecossistemas aquáticos, podem sofrer alterações ao receber contaminantes de origem orgânica ou inorgânica, (ROLDÁN, 1992). Fatores como complexos portuários, turismo e saturação populacional podem causar mudanças nas comunidades de algas e outros organismos, uma vez que elas são sensíveis às alterações originadas pela antropização (ORTEGA, 2000). A reação a tais condições pode ser individual (modificações fisiológicas e bioquímicas), populacional, comunitária ou ecossistêmica, e sua proporção se altera com o tempo, a intensidade e a natureza da perturbação (PINILLA, 2000). Dessa maneira, o estudo das comunidades algais pode fornecer informações importantes sobre a qualidade da água e o grau de perturbação antrópica de uma lagoa costeira.

Por possuir modo de vida sésil no ecossistema aquático, a comunidade perifítica sofre as consequências de mudanças ambientais e demonstra rapidamente alterações em sua estrutura. Segundo Lowe e Pan (apud ALMEIDA, 2011, p. 13):

Diversas características conferem ao perifíton vantagens como bioindicador em estudos ambientais, destacando-se: curto ciclo de vida dos organismos, modo de vida sésil, respondendo rapidamente a mudanças ambientais, capacidade de converter compostos inorgânicos em orgânicos, além de uma grande riqueza de espécies, servindo como um grande banco de informações.

Evidencia-se assim, seu uso como bioindicador da qualidade trófica de ecossistemas aquáticos, com custos muitas vezes mais baixos do que análises físico-químicas da água.

Os ambientes aquáticos, especialmente as lagoas, têm grande importância ecológica não só para os organismos que vivem ali, mas também para o homem. Por isso, há necessidade de estudos sobre a qualidade ambiental desses corpos aquáticos. O Estado do Espírito Santo possui um grande número de lagoas costeiras que são importantes para o turismo, servem como fonte econômica e de estudo. Desse modo, podemos dar destaque à bacia hidrográfica do rio Jacaraípe, o qual alimenta duas lagoas na região serrana: a lagoa Jacuném e a lagoa Juara (OLIVEIRA apud SILVA, 2013). A Lagoa Jacuném é um ambiente aquático natural costeiro que está inserido na parte urbana do município de Serra; possui vegetação de Mata Atlântica em seu entorno, fazendo parte da Área de Preservação Ambiental (APA) da Lagoa Jacuném (SERRA, 2013). Porém, existem poucos estudos ecológicos nesse ecossistema e nenhuma contribuição enfocando a comunidade perifítica. Nesse contexto, a comunidade perifítica pode ser analisada para a qualidade ambiental da Lagoa, já que sua utilização permite uma avaliação mais segura e mais confiável da qualidade de um ambiente sem que haja necessariamente um alto custo. Os seres vivos presentes nessa comunidade podem nos fornecer informações rápidas sobre o todo, no que diz respeito ao equilíbrio nas comunidades animais e vegetais, mesmo em graus diferentes de deterioração (LIMBERGER, 2011).

Nesse contexto, o presente estudo objetivou avaliar a estrutura da comunidade ficoperifítica da Lagoa de Jacuném através de seus principais atributos: riqueza de táxons, densidade total, abundância, dominância e diversidade específica, além de caracterizar as estações amostrais de acordo com as principais variáveis ambientais da lagoa: temperatura do ar, profundidade máxima, transparência da água, salinidade, condutividade elétrica, temperatura da água, oxigênio dissolvido e pH. Por fim, relacionar essas variáveis com a estrutura da comunidade perifítica e inferir sobre a qualidade ambiental do ecossistema baseado nos resultados obtidos.

É importante salientar que o estado do Espírito Santo possui uma carência de estudos ecológicos em lagoas costeiras, portanto, este trabalho apresenta relevada importância, visto que, foi realizado em um ecossistema aquático de grande significância regional e possibilitou avaliar a qualidade ambiental deste ambiente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

As lagoas costeiras são oriundas da alteração do nível do mar a partir do Pleistoceno, extendendo-se até os últimos dois mil anos do Holoceno, quando ocorreu a gênese da maior parte das lagoas costeiras do Brasil, notadamente das lagoas costeiras do sul da Bahia, do Espírito Santo e do Rio Grande do Sul (ESTEVES, 1998). Segundo Barnes (apud ALMEIDA, 2011, p. 12) “esse tipo de ecossistema pode ocupar até 13% da área costeira do mundo todo, sendo que na América do Sul chega a representar 12,2% da costa, os quais representam 10,3% das lagoas costeiras do mundo”.

No entanto, apesar de sua extrema importância, esses ecossistemas lacustres vem sofrendo grandes alterações de suas condições naturais em consequência de atividades antrópicas (ESTEVES; ROLAND; BOZELLI, 1990; ESTEVES, 1998; SOUZA, 2008). Segundo Roldan (1992) essas interferências nos ecossistemas aquáticos podem alterar a estrutura das comunidades que ali existem, como a comunidade ficoperifítica.

“A história da terminologia associada às comunidades microbianas aderidas aos substratos, é longa e cheia de inconsistências e redundâncias” (WETZEL apud MOSCHINI-CARLOS, 1999, p. 02). Um dos primeiros termos para denominar o perifíton foi "sésil", quando o alemão Seligo (1905), utilizou o termo "Aufwuchs" (crescer sobre) referindo-se aos organismos fixos que não penetram no substrato. Posteriormente, o perifíton foi designado por Sládecková (apud MOSCHINI-CARLOS, 1999, p. 02), como uma “comunidade que vive aderida a um substrato”. 21 anos depois, surgiu a definição mais ampla e recente para o perifíton dada por Wetzel (1983), que designou o perifíton como uma “complexa comunidade de microbiota (bactérias, fungos, algas, protozoários e, até mesmo, microcrustáceos), detritos inorgânicos e orgânicos aderidos ou associados a substratos, sejam eles orgânicos ou inorgânicos, vivos ou mortos”. Segundo Moschini-Carlos (1999), essas inconsistências sobre a nomenclatura dessas comunidades “se deve a variada natureza dos substratos e organismos componentes”.

De acordo com Stevenson (1996) as mudanças terminológicas ligadas à comunidade perifítica indicam a evolução do conhecimento, se tornando necessárias

cada vez mais pesquisas que discutam questões relacionadas à estrutura e ao funcionamento dos ecossistemas.

“A estrutura da comunidade perifítica é representada pela composição de organismos e pela arquitetura. A composição diz respeito ao conjunto de organismos e aos detritos orgânicos e inorgânicos presentes em sua bioderme” (MOSCHINI-CARLOS, 1999). “A arquitetura está relacionada ao arranjo espacial destes componentes nesta camada” (WETZEL, 1983). Esta comunidade possui um processo de colonização influenciado diretamente pelas condições ambientais, assim como pela competição interespecífica por alimento e espaço que ocorre em pequena escala de tempo (MOSCHINI-CARLOS, 1999).

Dessa forma, o perifíton caracteriza-se funcionalmente como um microcosmo, onde simultaneamente ocorrem processos autotróficos e heterotróficos evidenciados como processos internos em sua bioderme, além de processos de trocas com o meio externo (água circundante). Por sua rápida dinâmica nos processos que ocorrem durante seu desenvolvimento, o perifíton pode ser utilizado como modelo experimental para a compreensão de vários problemas referentes à ecologia teórica, como os processos de sucessão ecológica, a competição por espaço e a herbivoria (WETZEL, 1983)

As comunidades algais, tanto perifíticas quanto planctônicas, possuem atributos relativamente importantes para bioindicação, dentre eles: ubiquidade, já que se disseminam em praticamente todos ambientes aquáticos; são comumente ricas em espécies, propiciando um sistema rico de informações ecológicas para o monitoramento ambiental (LOWE; PAN, 1996); as espécies expressam curtos ciclos de vida, e desta forma respondem mais rapidamente às alterações ambientais (MCCORMICK; STEVENSON, 1998) do que outros organismos, como macroalgas e invertebrados bentônicos (LOWE; PAN, 1996; PLANAS, 1997).

O perifíton possui duas vantagens principais sobre o fitoplâncton em relação à bioindicação: apresenta modo de vida sésil, não migrando em condições adversas, e desta forma, respondem às mudanças abióticas da água de forma rápida; e formam uma comunidade espacialmente compactada, com delimitações bem definidas, o que a torna apropriada para testes de hipóteses gerais, referentes à

colonização, sucessão, biodiversidade, estabilidade, entre outras (STEVENSON, 1996).

De acordo com Hill e Webster (1982), as algas que compõem o perifíton são as produtoras dominantes nos ecossistemas lóticos de baixa ordem. O perifíton também se destaca por ser o maior regulador do fluxo de energia e nutrientes nos ecossistemas aquáticos (LOCK et al., 1984; WETZEL, 1990). Lowe e Pan (1996) ainda enfatizam o papel fundamental que as algas perifíticas desempenham nas cadeias alimentares de ambientes aquáticos, sendo a ligação entre os componentes biótico e físico-químico, visto que, alterações na composição, estrutura ou biomassa levarão a mudanças na dinâmica das cadeias alimentares destes ecossistemas.

Frente à sua importância ecológica os estudos sobre o perifíton, ainda são pouco numerosos. A maioria dos trabalhos existentes são principalmente referentes aos aspectos qualitativos da comunidade, sendo que a percentagem de trabalhos ecológicos que tratam tanto de aspectos da dinâmica quanto da função desta comunidade nos ecossistemas aquáticos, é muito menor. Huszar e outros (2005) asseguram que, mesmo com o crescente interesse sobre o perifíton, ainda existe uma escassez de informações sobre a comunidade perifítica, tanto em escala mundial quanto no Brasil.

O estudo do perifíton no Brasil vem ocorrendo há pouco tempo quando comparamos com pesquisas já realizadas com as comunidades fitoplanctônicas. Pode-se dizer que um dos cientistas pioneiros a realizar trabalhos com esse tipo de comunidade foi Rocha (1979), que avaliou e comparou a estrutura do perifíton em um lago natural com um lago artificial. Subsequentemente podemos dar destaque a várias contribuições e estudos do perifíton no Brasil, como as pesquisas de Bicudo (1990), que publicou uma síntese de métodos empregados na contagem de algas do perifíton; Moschini-Carlos (1996), que descreveu a dinâmica e a estrutura da comunidade perifítica na zona de desembocadura do rio Paranapanema na represa de Jupimirim em São Paulo; Fernandes (1997), que avaliou a variação temporal da estrutura e dinâmica da comunidade perifítica na Lagoa Imbossica, em Macaé no Rio de Janeiro; Rodrigues (1997), que analisou a influência do pulso de inundação no estabelecimento da comunidade ficoperifítica em três ambientes na planície de inundação do alto Rio Paraná, em Maringá no Paraná; Moschini-Carlos (1999), que descreveu a importância, a estrutura e a dinâmica da comunidade perifítica nos

ecossistemas aquáticos e, por fim, Biolo e Rodrigues (2011), que analisaram a composição de algas perifíticas em distintos substratos naturais na planície de inundação do Alto Rio Paraná no estado do Paraná. A maioria destes trabalhos desenvolvidos com as comunidades perifíticas são particularmente voltados aos estudos da estrutura e da sua importância no metabolismo dos ecossistemas aquáticos (MOSCHINI-CARLOS, 1999). Mesmo assim, ainda existe muito para se conhecer sobre a estrutura e funcionamento desta comunidade.

Podemos destacar também a publicação de livros que dão foco a aspectos da comunidade perifítica como o de Lobo e outros (2002) que retrata a “Utilização de algas diatomáceas epilíticas como indicadores de qualidade de água em rios e arroios da região hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil” e o de Pompêo e Moschini-Carlos (2003) sobre “Macrófitas aquáticas e perifíton, aspectos ecológicos e metodológicos”.

No Espírito Santo a estrutura e a dinâmica da comunidade perifítica tem sido investigada em diferentes ecossistemas aquáticos desde 2002. Ainda assim temos pesquisas de grande valor sobre o assunto com destaque para Martins (2002), que avaliou a estrutura da comunidade perifítica e fitoplanctônica na lagoa da UFES (Vitória) e objetivou comparar quali e quantitativamente as duas comunidades utilizando-as como bioindicadores da qualidade da água. Foi registrado um maior número de táxons e densidades mais elevadas no perifíton em relação ao fitoplâncton com predominância da classe Chlorophyceae. Com base nos resultados obtidos, a lagoa analisada apresentou sinais de eutrofização artificial.

Semionato (2002) que avaliou a variação temporal da comunidade perifítica e sua utilização como bioindicadora da qualidade da água, também na Lagoa da UFES (Vitória), onde registrou 50 táxons de algas no perifíton com predominância de clorofíceas e cianofíceas. Juntamente com as variáveis abióticas concluiu-se que a lagoa de estudo apresentava sinais de eutrofização.

Cetrangolo (2004), que analisou a variação temporal e espacial das algas perifíticas no Reservatório de Duas Bocas (Cariacica). A estrutura da comunidade foi avaliada através de seus principais atributos: riqueza de táxons, densidade dos organismos, abundância, diversidade, dominância, frequência de ocorrência e equitabilidade.

Registrou-se 98 táxons com dominância da classe Cyanophyceae, que também teve a maior densidade, o que indica trofia deste ambiente.

Cavati (2006), que estudou a variação espacial e temporal da comunidade perifítica na lagoa Juparanã e Rio Pequeno (Linhares) onde as classes predominantes foram Cyanophyceae e Bacillariophyceae e os índices de Nygaard caracterizaram os ambientes em questão como oligotróficos. A predominância de cianobactérias potencialmente tóxicas salienta a necessidade de monitoramento desses corpos d'água.

Martins e Fernandes (2007) que avaliaram a estrutura da comunidade perifítica em substrato natural na lagoa da UFES (Vitória). O trabalho objetivou analisar a estrutura da comunidade fitoplanctônica e relacioná-la com variáveis físicas e químicas da água e climatológicas da região. A classe predominante quali e quantitativamente foi Chlorophyceae com representantes da Ordem Chlorococcales. A transparência, a temperatura e a precipitação da água foram as variáveis abióticas de maior influência na estrutura do fitoplâncton da lagoa em questão, o que salienta a variação temporal da comunidade.

Almeida e Fernandes (2010), cuja pesquisa objetivou avaliar o efeito da piscicultura e de efluentes doméstico sobre a estrutura da comunidade perifítica na Lagoa Juara (Serra). As concentrações dos nutrientes avaliados (nitrogênio total, nitrato, nitrogênio amoniacal, ortofosfato e silicato) foram diferentes entre as estações amostrais estudadas, entretanto, a densidade total, riqueza, equitabilidade e diversidade de espécies não apresentaram diferenças. Foram encontrados quatro táxons que se relacionam com impactos ocasionados por lançamento de efluentes domésticos e quatro relacionados à piscicultura intensiva. A densidade por classes da comunidade ficoperifítica mostrou-se o melhor atributo para avaliação do efeito de tais atividades.

Costa (2011), que analisou as respostas da comunidade perifítica sob diferentes intensidades de luz na Lagoa da UFES (Vitória) onde foram registrados 54 táxons com predominância de clorofíceas, cianobactérias e diatomáceas. O padrão sucessional da comunidade perifítica em relação à riqueza, densidade e biomassa foi semelhante entre os tratamentos, porém, os maiores índices pluviométricos e concentrações de nutrientes foram favoráveis ao aumento da biomassa e da

densidade nos estágios finais. Os resultados salientaram que a comunidade perifítica do corpo d'água estudado é sensível às diferentes intensidades de luz, o que contribui para o conhecimento da função da luz como variável e fator controlador da comunidade perifítica.

Almeida (2011), que estudou a ecologia das algas perifíticas na Lagoa Juara (Serra) e avaliou as respostas do perifíton sujeitos a diferentes impactos antrópicos. As estações amostrais se mostraram diferentes em relação à densidade e biovolume, porém, a riqueza, a clorofila b, a diversidade, carotenóides, feofitina e peso seco não apresentaram diferenças significativas. Salienta-se que impactos diferentes acarretam em respostas diferentes na comunidade perifítica, principalmente em relação à sua composição.

Apesar de ser muito utilizada pela população e possuir grande importância para o Espírito Santo, a lagoa Jacuném ainda é pouco estudada, o que torna importante salientar os últimos trabalhos realizados, como Leal (2006), que objetivou o conhecimento da estrutura e do funcionamento deste ecossistema através da utilização de diferentes indicadores (sedimento, concentração de matéria orgânica, nutrientes, fitoplâncton, perifíton, zooplâncton e produção primária) e Léllis (2006) que realizou a análise ambiental da bacia da Lagoa Jacuném como subsídio ao planejamento costeiro.

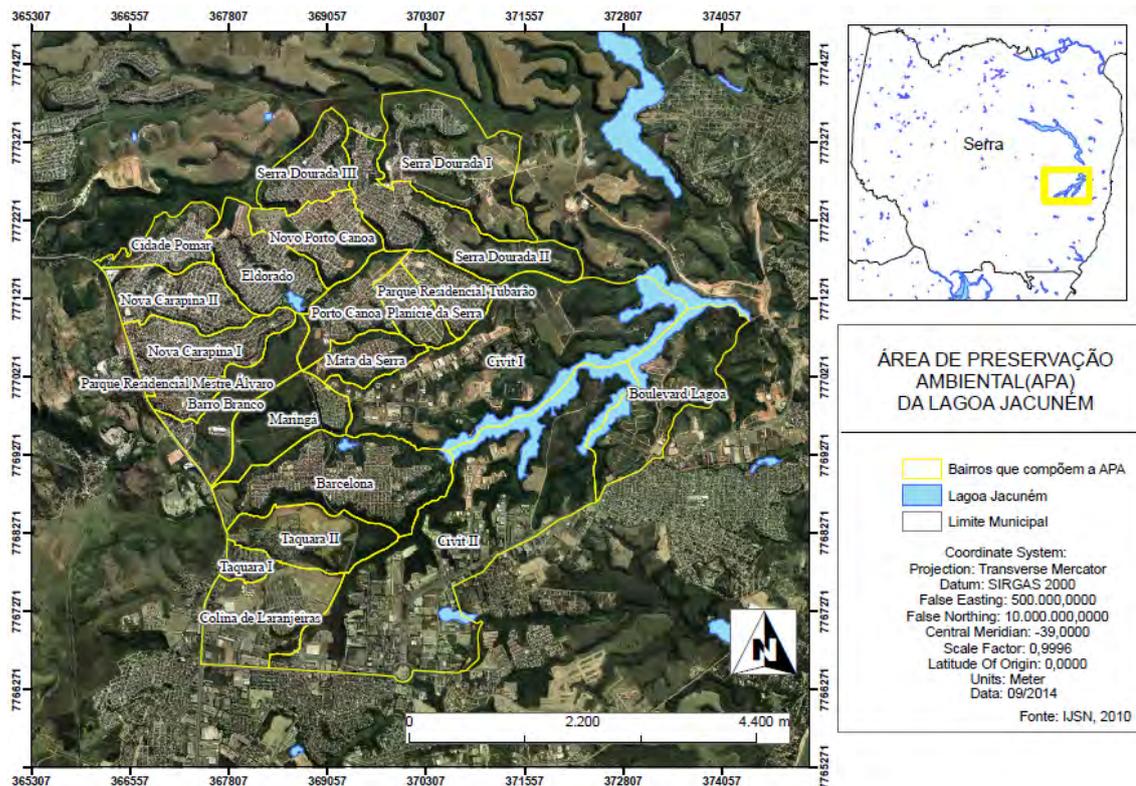
Finalmente, podemos observar que, apesar da sua extrema importância, existem poucas pesquisas realizadas com a comunidade perifítica. No Espírito Santo, mesmo com rios de grande importância e muitas lagoas costeiras (ambientes muito utilizados pela população para pesca, lazer ou recreação), ainda existe pouco conhecimento sobre a ecofisiologia das algas perifíticas que fazem parte desses ecossistemas. Além disso, nas últimas décadas os ecossistemas aquáticos vêm sofrendo grandes impactos negativos do ponto de vista ecológico e sanitário devido à ação humana. Esses fatores aceleram o processo de eutrofização nesses corpos d'água, o que acarreta em várias alterações físicas e químicas que podem ser detectadas e avaliadas com a utilização da comunidade perifítica como bioindicadora.

3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A lagoa Jacuném (Figura 01) está localizada no município de Serra, Espírito Santo, ($20^{\circ}9'35''S$ $40^{\circ}13'23''W$), com uma área aproximada de $1,46 \text{ km}^2$ e profundidade média estimada de 2m (DIAS JUNIOR,1995). Fazendo parte da Área de Preservação Ambiental (APA) da Lagoa Jacuném foi criada através da Lei Municipal nº 2.135 de 25 de novembro de 1998. A APA abrange os bairros de Barcelona, Maringá, Mata da Serra, Chico City, Colina de Laranjeiras, Porto Canoa, Novo Porto Canoa, Serra Dourada I, II e III, Eldorado, Cidade Pomar, Barro Branco, Boulevard Lagoa, Nova Carapina e Civit I, compondo parte da bacia hidrográfica do Rio Jacaraípe (SERRA, 2014).

Figura 01 – Mapa da Área de Preservação Ambiental (APA) da lagoa Jacuném



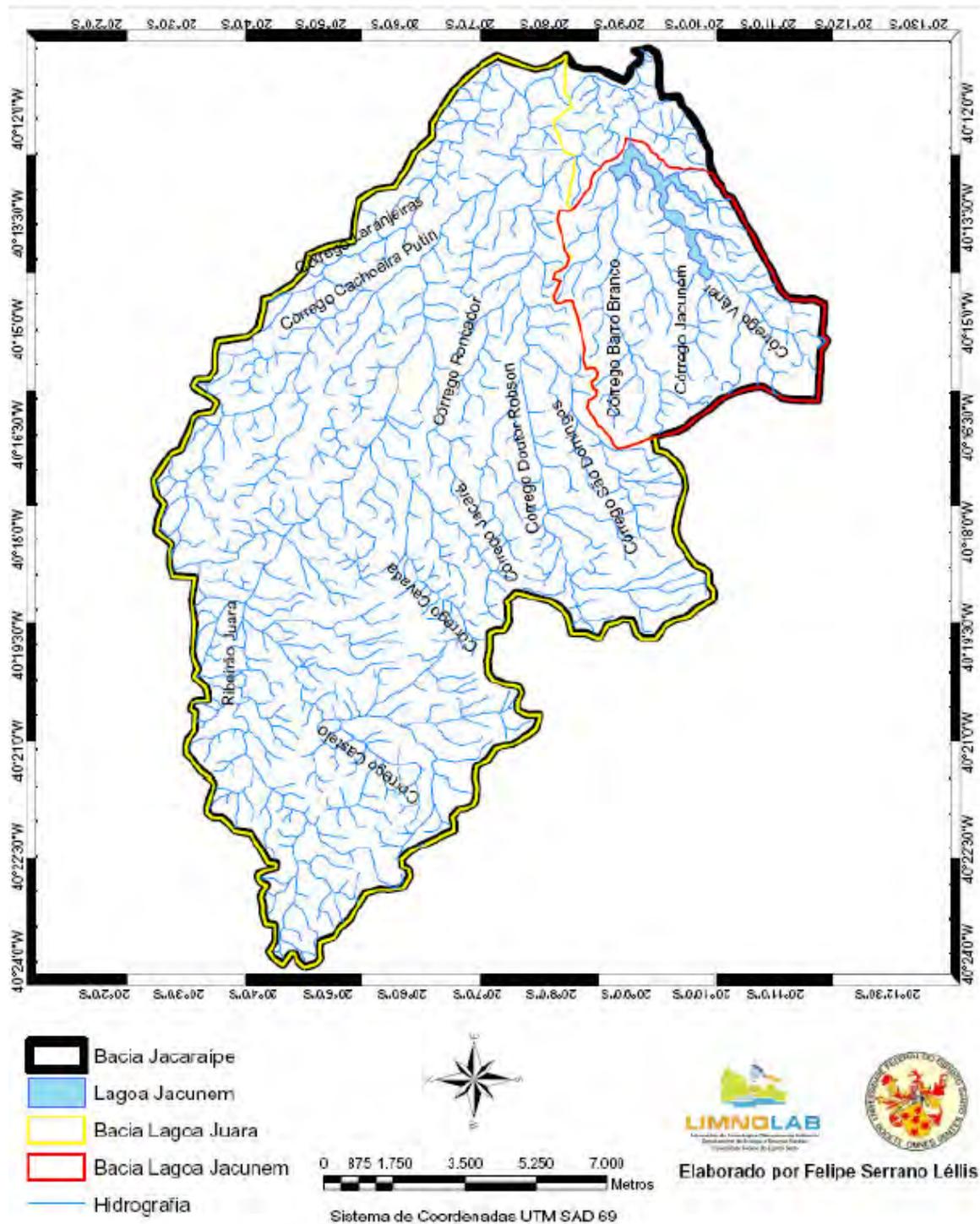
Fonte: Elaboração própria

A região caracteriza-se por apresentar clima Aw, que segundo a classificação climática de Köppen, seria um clima tropical úmido (DASSIE, 2001) e apresenta a média das temperaturas máximas de 28,8°C e a média das temperaturas mínimas de 21,5°C. Além disso, possui umidade relativa média anual de 78,5% e precipitação total anual em torno de 1.300 e 1.400 mm (LEAL, 2006).

A bacia hidrográfica do Rio Jacaraípe (Figura 02) ocupa aproximadamente 200,6 km², e é constituída por duas sub-bacias, a da lagoa Jacuném (32,6km²), e a da lagoa Juara (193,34km²). A rede fluvial da bacia se forma por córregos que alimentam as lagoas as quais, por fim, constituem a bacia do rio Jacaraípe (LELLIS, 2006).

A lagoa Jacuném possui uma bacia de drenagem composta pelos córregos Barro Branco, Jacuném e Vêner (Figura 02) e já foi utilizada como abastecimento de água até o fim de 1983, quando o sistema de captação foi interrompido. Desde então o crescimento desorganizado da população e o crescimento industrial na região trouxe degradação ambiental e mau uso dos recursos naturais existentes ali (LELLIS, 2006). Dessa forma, a Lagoa Jacuném encontra-se em crescente eutrofização devido ao lançamento de efluentes domésticos e/ou industriais, que são carreados através dos córregos que ali desembocam (LEAL, 2006). Assim, pode se dizer que a bacia de drenagem da lagoa Jacuném possui cerca de 48% de sua área urbanizada, o que caracteriza a grande parte de sua área total e apresenta um mosaico de uso e ocupação com presença de áreas residenciais, Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), indústrias químicas produtoras de fertilizantes e de produtos de limpeza (LÉLLIS, 2006).

Figura 02 – Mapa hidrográfico da bacia do rio Jacaraípe

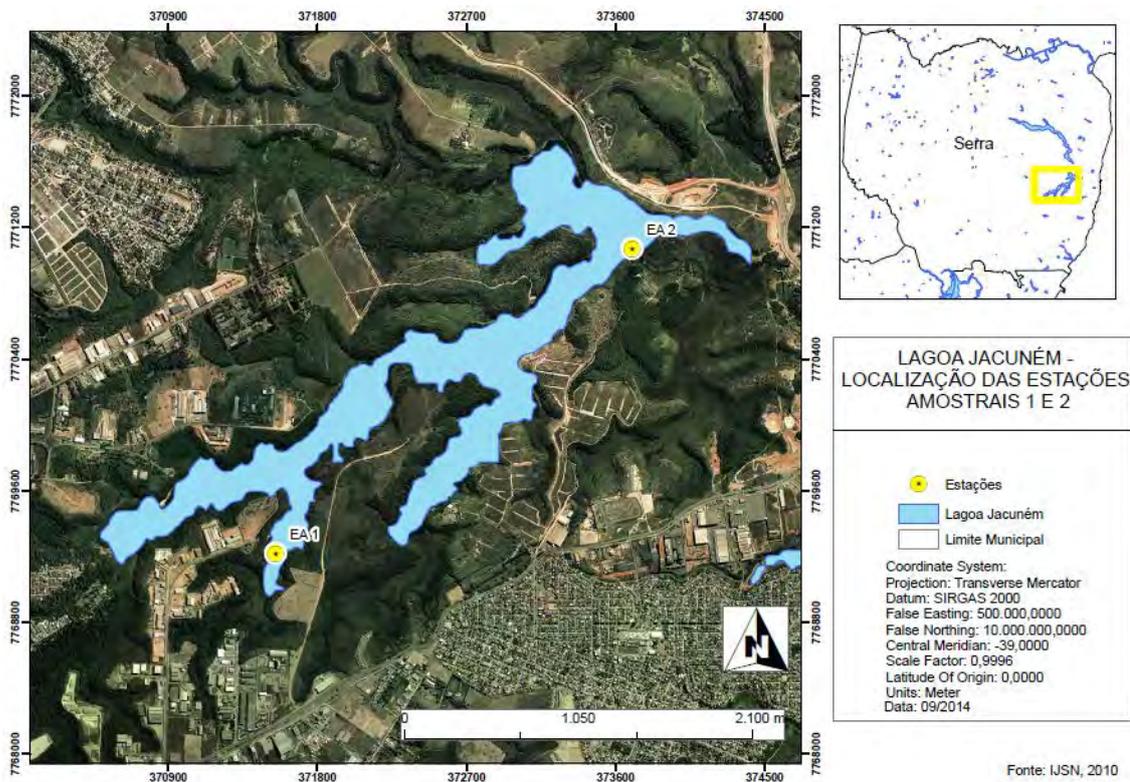


Fonte: Lélis (2006)

3.2 PERIODICIDADE DAS COLETAS E ESTAÇÕES AMOSTRAIS

Foram realizadas duas coletas, sendo uma na estação seca (Agosto/2013) e outra na estação chuvosa (Março/2014). As amostras de água e de substrato foram coletadas em duas estações amostrais conforme destacado na Figura 03, cujas coordenadas estão descritas na Tabela 01. A localização desses pontos em campo foi feita com o auxílio de um GPS. Nesses locais, existe grande quantidade da macrófita aquática *Eichhornia crassipes*, mais conhecida como aguapé, que serve como substrato natural para o perifíton. Cada estação amostral foi previamente definida, sendo uma no local supostamente menos impactado da lagoa por ser mais isolado e sem atividade pesqueira, e a outra em local supostamente mais impactado por ser um local de saída de água e receber um fluxo de água proveniente de toda a lagoa.

Figura 03 – Mapa da Localização das estações amostrais 1 e 2 na lagoa Jacuném



Fonte: Elaboração própria.

Tabela 01 – Coordenadas geográficas das estações amostrais (E.A) 01 e 02

Estação de Amostragem	Coordenadas Geográficas	
	Latitude	Longitude
E.A 01	S 20 °10',205"	W 40° 13',753"
E.A 02	S 20 °09',209"	W 40° 12',511"

Fonte: Elaboração própria

Em cada estação climática as amostragens foram feitas em um único dia e pela manhã em cada uma das estações amostrais, conforme a disponibilidade da embarcação de apoio cedida pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente da Serra.

3.3 AMOSTRAGEM DO PERIFÍTON E TRATAMENTO DAS AMOSTRAS

A comunidade perifítica da lagoa Jacuném foi obtida a partir do pecíolo de *Eichhornia crassipes* (Figura 04 e 05), uma macrófita aquática flutuante que ocorre em praticamente toda a extensão da lagoa.

Figura 04 – Espécimes da macrófita aquática *Eichhornia crassipes* na lagoa Jacuném



Fonte: Arquivo próprio

Em cada estação amostral foram obtidos 8 pecíolos de indivíduos adultos com o auxílio de uma tesoura comum, os quais foram colocados diretamente em frascos de vidro de 100mL previamente preenchidos com 50mL de água de torneira para evitar a dessecação do substrato. Ainda em campo, os pecíolos foram agrupados da seguinte maneira:

- 2 pecíolos para análise qualitativa (amostra viva).
- 2 pecíolos para análise de peso seco (amostra viva).
- 2 pecíolos para análise qualitativa (fixada com formol 4%) (BICUDO E MENEZES, 2005).
- 2 pecíolos para análise quantitativa (fixada com lugol acético 5%).

Figura 05 – Coleta dos pecíolos de *Eichhornia crassipes* na lagoa Jacuném

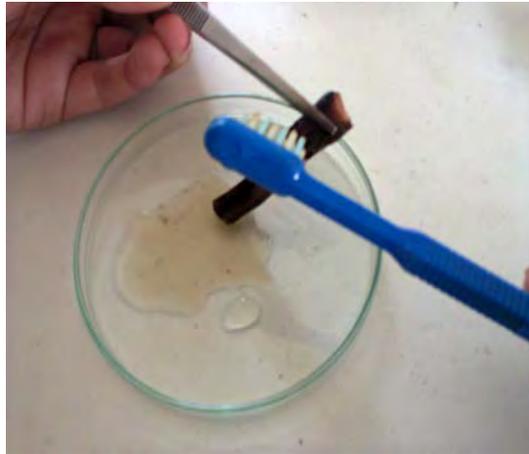


Fonte: Arquivo próprio

Todos os frascos com os pecíolos foram acondicionados em caixas de isopor com gelo até a chegada ao Laboratório de Taxonomia e Ecologia de Algas Continentais (LATEAC), onde foi realizada a raspagem de todos os substratos com escova de cerdas macias e jatos de água destilada, conforme a Figura 06. As amostras de água contendo a comunidade perifítica foram armazenadas em seus respectivos frascos,

enquanto os pecíolos tiveram o diâmetro e o comprimento medidos com um paquímetro para a determinação da área do substrato.

Figura 06 – Raspagem do substrato para obtenção da comunidade perifítica



Fonte: Arquivo próprio

3.4 VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS

Os dados climatológicos de precipitação pluviométrica (mm) (diária acumulada) do município de Serra referentes aos meses de coleta (Agosto de 2013 e Março de 2014) foram obtidos junto à Agência Nacional de águas (ANA). *In Situ* também foram determinadas a velocidade do vento ($m.s^{-1}$) com anemômetro portátil Instrutherm AD-250, e a temperatura do ar ($^{\circ}C$) com o auxílio do termômetro de bulbo.

3.5 VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS

As variáveis limnológicas foram analisadas em triplicata ($n=3$) e amostradas a 20cm da subsuperfície da coluna d'água onde estavam os substratos.

3.5.1 Em Campo

Com o auxílio do profundímetro Speedtech foi medida a profundidade da lagoa e com a utilização do disco de Secchi avaliada a transparência (m) da água para estimar a profundidade da zona eufótica. Para serem determinados o oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$), a condutividade elétrica ($\mu S.cm^{-1}$), a temperatura da água ($^{\circ}C$) e

a salinidade (ppt) foi necessária a utilização do medidor Multiparâmetros YSI 85. O pH foi determinado com a utilização do pHmetro Micronal na sub-superfície.

3.5.2 Em laboratório

Foram avaliadas as concentrações dos nutrientes. Para isso, as amostras foram coletadas na sub-superfície (20 cm de profundidade), acondicionadas em frascos de polietileno e transportadas em caixa térmica até o LATEAC onde foram determinadas as concentrações de: Nitrogênio total, Nitrogênio amoniacal, Nitrato, Fósforo total, Ortofosfato e Silicato, de acordo com as seguintes metodologias:

- Nitrogênio total (VALDERRAMA, 1981)
- Nitrogênio amoniacal (KOROLEFF, 1976)
- Nitrato (MACKERETH et al., 1978)
- Fósforo Total (VALDERRAMA, 1981);
- Ortofosfato (STRICKLAN; PARSONS, 1960);
- Silicato (GOLTERMAN et al., 1978).

3.6 ANÁLISE QUALITATIVA

As amostras qualitativas foram fixadas com solução formalina 4% (BICUDO & MENEZES, 2005) e analisadas em microscópio óptico Olympus CX 41 equipado com câmara clara. Os táxons foram esquematizados, medidos e identificados com a utilização de bibliografia especializada, objetivando a identificação ao nível de espécie, sempre que possível.

Basicamente utilizou-se a seguinte bibliografia para a identificação dos táxons: a de gênero, Bourrelly (1966, 1968) e Bicudo e Menezes (2005). Para a identificação ao nível específico foram utilizados Komárek e Anagnostidis (1988, 1989), Sant'Anna e Azevedo (2000) para a classe Cyanophyceae; Komárek (1983), Trancana (1985), para a classe Chlorophyceae; Callegaro (1981), Torgan (1985), Rosa e Callegaro (1998) e Tavares (2001) para a classe Bacillariophyceae; Bicudo e outros

(1986,1993) para a classe Zygnemaphyceae e Landucci e Ludwig (2004) para a classe Coscinodiscophyceae.

Também foi utilizado o índice de similaridade de Sorensen (1945) para determinar a similaridade entre as estações amostrais e entre as estações do ano com base nos dados de riqueza de táxons, sendo calculado por:

$$Cs = \frac{2a}{2a + b + c}$$

Sendo:

Cs= coeficiente de similaridade

a = Número de espécies comuns entre as duas amostras

b = Número de espécies exclusivas da amostra A

c = Número de espécies exclusivas da amostra B

Um coeficiente de similaridade igual a 1 representa similaridade total e contempla associação completa, ou seja, comunidades que compartilham todas as espécies. Já um coeficiente de similaridade igual 0 significa que não existe associação, ou seja, nenhuma espécie é compartilhada.

3.7 ANÁLISE QUANTITATIVA

A análise quantitativa foi feita a partir de amostras fixadas com solução de lugol acético 5% e sedimentadas em câmaras, seguindo Utermöhl (1958). A contagem foi realizada em microscópio invertido Nikon Eclipse TS 100, com o tempo de sedimentação determinado por Bicudo (1990). A contagem foi realizada através de campos aleatórios (UEHLINGER, 1964) em câmaras de sedimentação de 10mL, até que a espécie predominante atingisse pelo menos 100 indivíduos (LUND et al, 1958). Para a determinação da densidade das algas encontradas foi feita a utilização da fórmula proposta em Apha (2005):

$\text{Ind/cm}^2 = \frac{\text{n}^\circ \text{ de organismos contados} \times \text{área do fundo da câmara} \times \text{volume da amostra}}{\text{área do campo} \times \text{vol. da câmara} \times \text{área raspada} \times \text{n}^\circ \text{ de campos contados}}$

Após a obtenção dos valores quantitativos foi possível a determinação das espécies dominantes (espécies que tiveram ocorrência superior a 50% do número total de indivíduos por amostra) e abundantes (espécies que tiveram ocorrência numérica superior ao valor do número médio do número total de indivíduos por amostra) (LOBO; LEIGHTON,1986).

Também foi calculada a diversidade específica, através do índice de diversidade de Shannon-Weanner (1963) e expressa em bits/ind segundo a expressão:

$$H' = -\sum_{i=1}^n p_i \text{Log}_2 p_i$$

$$p_i = n_i/N$$

Sendo:

- H= diversidade específica
- n_i = densidade da espécie i
- N = densidade total da amostra

Através da fórmula, proposta por Pielou (1996), apud LEGENDRE & LEGENDRE (1983), foram obtidos os valores de equitabilidade (J'):

$$J' = H'/H'_{\max}$$

Sendo:

J' = equitabilidade;

H' = diversidade da amostra;

H'_{\max} = diversidade máxima da amostra ($H_{\max} = \text{Log}_2 S$);

S = número de espécies da amostra.

3.8 PESO SECO (PS)

O peso seco foi determinado através da raspagem do material perifítico seguido de filtração em baixa pressão com a utilização de microfiltro de fibra de vidro GF-1 (47 mm), previamente calcinados, pesados e secos em estufa à 60°C. Após serem retirados da estufa os microfiltros foram pesados mais uma vez, e a diferença entre o peso final (P1) e o peso inicial (P0) foi dividida pela área raspada e seus resultados expressos em g m^{-2} (APHA, 2005).

3.9 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Os resultados obtidos foram avaliados a partir do uso da estatística descritiva e da análise da variação dos dados. A ocorrência de variações significativas entre os dados bióticos e abióticos foi analisada a partir da utilização do teste não paramétrico de correlação de Spearman ao nível de significância de ($p < 0,05$), para identificar possíveis relações entre essas variáveis.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DADOS CLIMATOLÓGICOS

A temperatura média do ar registrada no período seco foi de 27,5°C enquanto no período chuvoso foi de 31,5°C. Na estação amostral 1 foi registrado o menor valor, cerca de 27° C durante o período seco, enquanto o maior valor foi registrado na estação amostral 2 no período chuvoso, 32°C.

O aumento da temperatura atmosférica faz com que o ar absorva mais umidade, o que resulta em um índice mais elevado de precipitações pluviométricas (RIDGWEL e VALDES, 2009), por isso, os maiores valores de temperatura do ar foram registrados no período chuvoso, quando também foram registradas as maiores pluviosidades e maiores temperaturas da água.

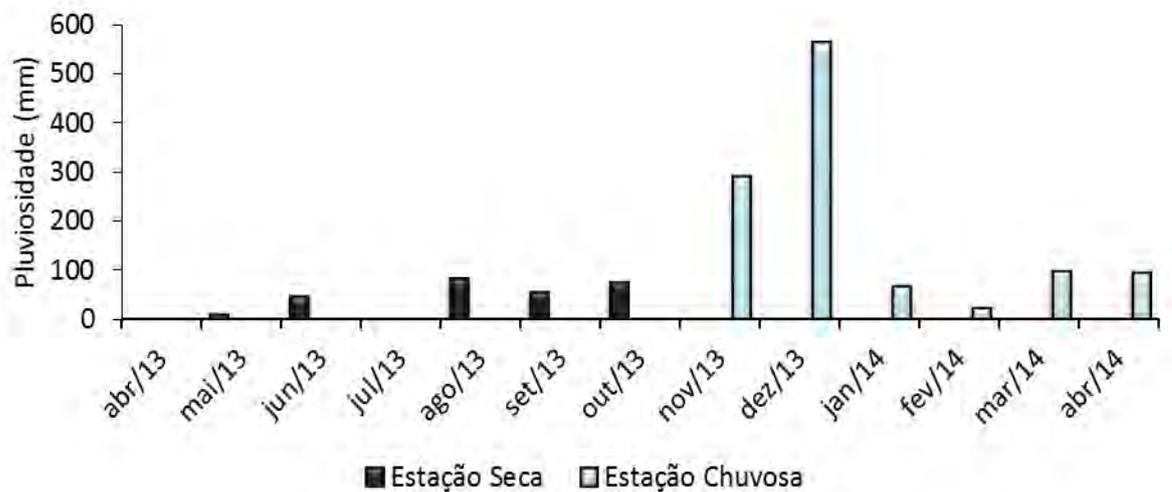
As regiões tropicais normalmente não apresentam sazonalidade em relação ao que é registrado em regiões temperadas, pois não possuem períodos com características bem definidos como verão, outono, inverno e primavera. Assim, a precipitação pluviométrica, tem sido utilizada em larga escala para a determinação de estações como chuvosa e seca (SOUZA, 2005), o que ocorre na região da lagoa Jacuném.

Os dados climatológicos obtidos durante um ano (abril/13 a abril/14) caracterizam os meses de maio/13 a outubro/13 como período de seca, apresentando os menores índices de pluviosidade; e os meses de novembro/13 a abril/14 como o período chuvoso, onde foram registrados os maiores índices de pluviosidade. É importante salientar que não houve registros pluviométricos em abril/13 e julho/13 no período de seca e que nos meses de novembro/13 e dezembro/13 ocorreram registros de pluviosidade elevados (292,2 mm e 564,9 mm, respectivamente), que são atípicos para a região.

A pluviosidade tem influência direta nos ambientes aquáticos, acarretando na elevação nos níveis de água e aumentando a concentração de matéria orgânica dissolvida, conseqüentemente causando o aumento de partículas provenientes da ressuspensão do sedimento, e das águas tributárias e superficiais e ocasionando uma diluição nas concentrações de nutrientes (ESTEVEZ, 1998).

O mês de amostragem durante a estação seca (agosto/13) apresentou a maior pluviosidade registrada na estação, com o valor de 82,5 mm de chuva, enquanto a menor pluviosidade registrada para a estação foi de 10,9 mm no mês de maio. Em contrapartida, o mês de amostragem na estação chuvosa (maio/14) apresentou um dos menores valores de pluviosidade da estação, 98,6 mm de chuva, enquanto no mês de dezembro foram registrados 564,9 mm (Figura 07).

Figura 07 – Dados de pluviosidade média mensal entre os meses de abril (2013) e abril (2014)



Fonte: Elaboração própria

A velocidade do vento oscilou entre 5,0 m/s e 7,9 m/s nos momentos de coleta, sendo o menor valor registrado na estação amostral 2 durante o período seco, e o maior valor na estação amostral 1 durante o período chuvoso. As características limnológicas são influenciadas pela ação do vento, o qual promove a homogeneização da temperatura e do oxigênio dissolvido na coluna d'água e a ressuspensão dos sedimentos (FERNANDES, 1997), o que pode ocasionar valores de oxigênio dissolvidos consideravelmente baixos como os encontrados no período chuvoso.

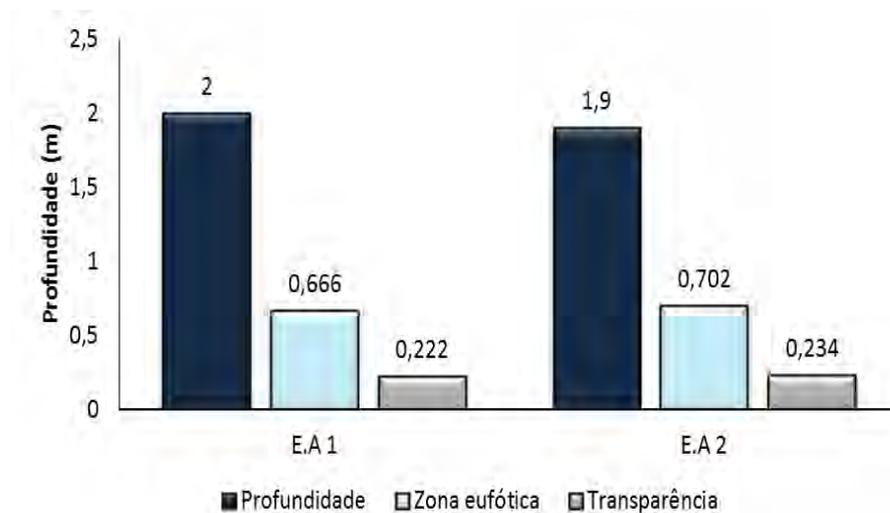
4.2. VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS

4.2.1 Transparência (m), Zona eufótica (m), Profundidade (m)

Os valores de transparência (m), profundidade (m) e zona eufótica obtidos durante o período seco (agosto/2013) e chuvoso (março/2014) estão representados nas Figuras 08 e 09 respectivamente.

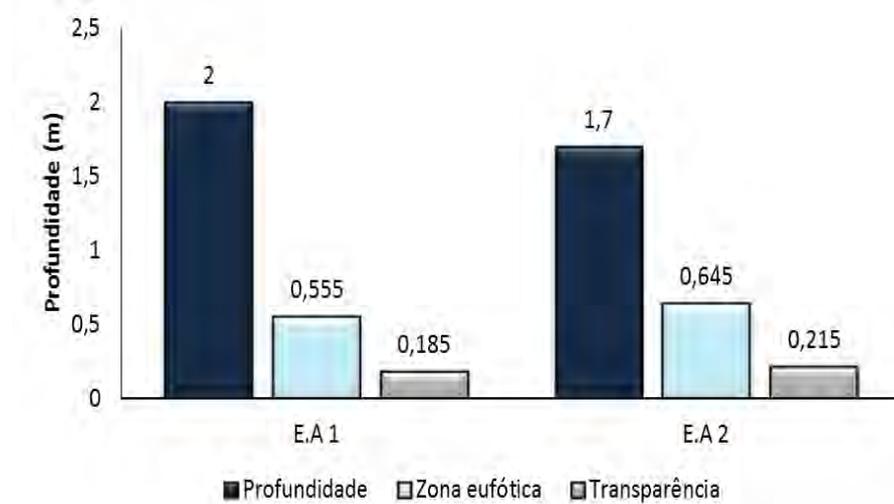
Praticamente não houve variação de profundidade nas estações amostrais nos períodos de coleta, onde o menor valor registrado foi de 1,7 m na estação amostral 2 no período chuvoso e o valor máximo de 2,0 m registrado estação amostral 1, tanto no período chuvoso quanto no seco. A zona eufótica aproximada apresentou baixa variação nas estações amostrais entre os períodos seco e chuvoso.

Figura 08 – Variação da Profundidade (m), Zona eufótica (m) e Transparência (m) da água durante o período seco (agosto/2013)



Fonte: Elaboração própria

Figura 09 – Variação da Profundidade (m), Zona eufótica (m) e Transparência (m) da água durante o período chuvoso (Março/2014)



Fonte: Elaboração própria

Devido aos baixos valores de transparência, a zona eufótica foi muito reduzida, nunca ultrapassando um metro de profundidade na lagoa. Dessa forma, a luz não está disponível em toda a coluna d'água, sendo um fator limitante aos organismos produtores nas profundidades acima de um metro. Porém, é importante salientar que a comunidade perifítica foi amostrada dos pecíolos de *E. crassipes*, uma macrófita aquática flutuante, ou seja, para as microalgas do perifíton, havia luz durante todo o período de estudo, uma vez que a coleta foi realizada na subsuperfície, onde estão os pecíolos da macrófita.

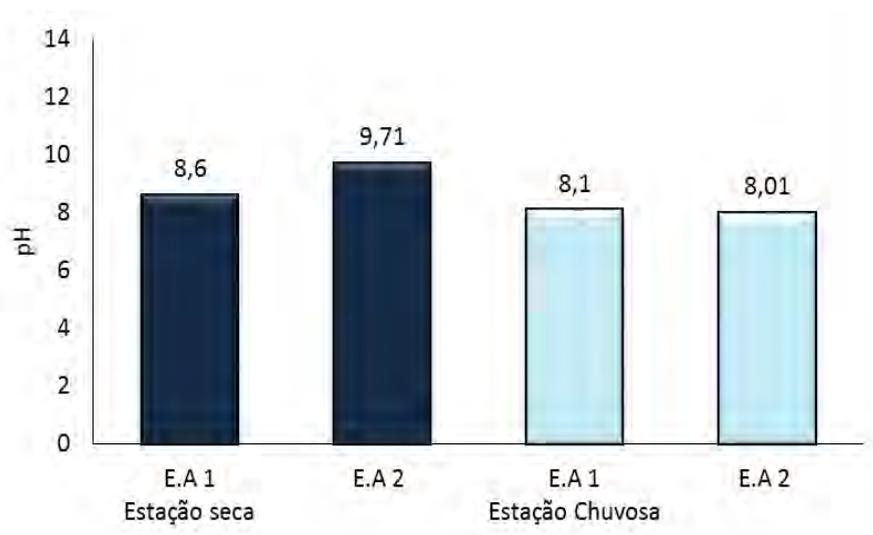
Não houve variação significativa da transparência em nenhuma estação amostral para nenhum dos períodos estudados. A transparência pode ser considerada o oposto da turbidez (ESTEVES, 1998) e expõe o quanto, em termos de profundidade a luz consegue penetrar na coluna d'água (FERNANDES, 1993). Um importante fator com influência direta sobre a transparência é a pluviosidade. De acordo com Schaeffer (1985) a pluviosidade interfere na dinâmica de ambientes aquáticos elevando o nível da água e a diluição dos compostos orgânicos dissolvidos, aumentando a entrada de materiais alóctones e promovendo a ressuspensão do sedimento, além de diminuir a transparência da coluna d'água e elevar a disponibilidade de nutrientes.

Porém, nesse estudo, é possível perceber que a transparência praticamente não variou nos períodos de estudo. Primeiramente, a Figura 07 mostra que o mês de Março (quando foi realizada a coleta da estação chuvosa) apresentou baixa pluviosidade (98,6 mm) quando se considera que esse mês faz parte do período chuvoso. Logo, a quantidade de materiais carregados para a lagoa pode ter sido baixa para o período. Além disso, a presença do banco de macrófitas aquáticas atua reduzindo a transparência, pois acaba sombreando o ambiente aquático perto das estações amostrais.

4.2.2 pH

Os valores de pH (potencial hidrogeniônico) no período de amostragem variam de 8,01 a 9,71. Os maiores valores foram registrados na estação seca, 9,71 na estação amostral 2 e 8,6 na estação amostral 1. Sendo assim, os menores valores de pH foram registrados durante a estação chuvosa, com 8,1 na estação amostral 1 e 8,01 na estação amostral 2 (Figura 10).

Figura 10 – Variação do pH nas estações amostrais, resultante das amostragens da na estação seca (agosto/2013) e chuvosa (março/2014)



Fonte: Elaboração própria

Os valores elevados de pH registrados durante todos os períodos de estudo caracterizam as águas da lagoa Jacuném como alcalinas e com pouca variação entre as estações amostrais, exceto, a estação amostral 2 durante o período seco,

que apresentou valor mais elevado em relação aos demais registrados. Isso pode ser consequência, principalmente, da elevada densidade de algas fitoplanctônicas presentes na coluna d'água nos dias de coleta. Segundo Esteves (1998), as comunidades aquáticas fotossintetizantes, durante o processo de fotossíntese, através da assimilação do gás carbônico, podem ocasionar uma elevação do pH, o que pode explicar os altos valores observados em todos os períodos de coleta.

4.2.3 Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Os valores de condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), apresentados na Figura 11, praticamente não variaram na estação seca em comparação com a estação chuvosa. No período seco registrou-se 222,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na estação amostral 1 e 225,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na estação amostral 2. No período chuvoso os valores de condutividade elétrica mantiveram-se elevados nas duas estações amostrais com registro de 250,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na estação amostral 1 e 237,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na estação amostral 2.

Figura 11 – Variação de condutividade elétrica, nos períodos seco (agosto/2013) e chuvoso (março/2014) na lagoa Jacuném



Fonte: Elaboração própria

A condutividade elétrica é a capacidade do meio conduzir correntes elétricas em função de íons presentes, tornando possível a detecção de fontes poluidoras (ESTEVES, 1998; MORAES, 2001). Assim, pode contribuir para o reconhecimento

de impactos ambientais que estejam ocorrendo no ecossistema aquático. Essa variável também pode conceder importantes informações sobre o metabolismo de ambientes aquáticos e a influência de efluentes oriundos da ação antrópica (PEREIRA, 2008).

A condutividade elétrica se apresentou elevada nas estações amostrais em ambos os períodos, podendo ser explicada pela pequena profundidade da lagoa, a ação dos ventos e a pluviosidade, que além de promover a ressuspensão do material presente no fundo da lagoa, provoca o carreamento de matérias alóctones para o ambiente. Segundo Esteves (1998), essa elevada condutividade elétrica também pode ser explicada pela concentração de íons provenientes de fontes poluidoras (efluentes domésticos e industriais) do ecossistema aquático em questão, conforme foi comentado anteriormente em “Área de Estudo”.

4.2.4 Salinidade

A salinidade é uma variável que pode oscilar de acordo com as estações, podendo ser maior na estação seca devido à ocorrência de diluição na estação chuvosa. Porém, no ecossistema aquático estudado não houve variação de salinidade em nenhuma das estações amostrais e épocas, sendo registrado o valor de 0,1 em ambos os períodos amostrais. Dessa forma, podemos caracterizar a lagoa Jacuném como dulcícola (ESTEVES, 1998).

4.2.5 Oxigênio dissolvido (% de Saturação), Oxigênio Dissolvido (mg/L) e Temperatura da água.

A saturação do oxigênio dissolvido se mostrou mais elevada durante a estação seca com registro de 102% e 143,5% nas estações amostrais 1 e 2, respectivamente, em comparação com 43,7% registrado na estação amostral 1 e 56,8% registrado na estação amostral 2 durante o período chuvoso, como pode se observar na Figura 12.

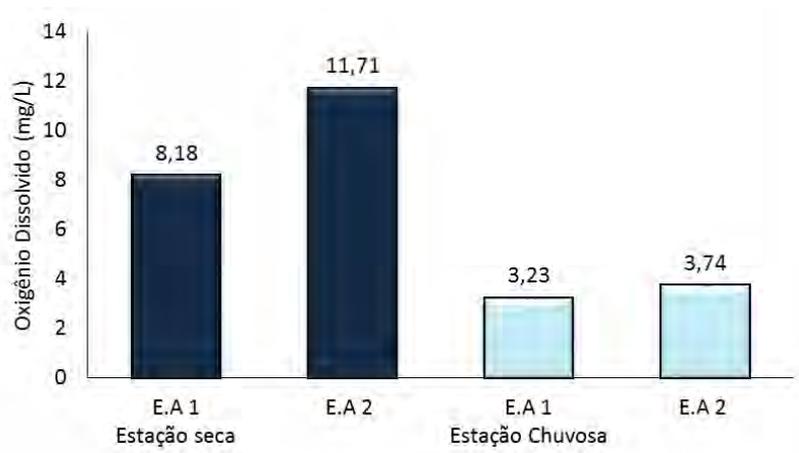
Figura 12 – Variação do Oxigênio Dissolvido (% sat.) nos períodos seco (agosto/2013) e chuvoso (março/2014) na lagoa Jacuném.



Fonte: Elaboração própria

Os valores de oxigênio dissolvido (mg/L) se apresentaram muito mais elevados durante o período seco com maior valor 11,71 mg/L encontrado na estação amostral 2 e o menor valor de 8,18 mg/L registrado na estação amostral 1. Em contrapartida a estação chuvosa apresentou os menores valores, sendo registrados 3,23 mg/L na estação amostral 1 e 3,74 mg/l na estação amostral 2 (Figura 13).

Figura 13 – Variação do oxigênio dissolvido (mg/L) nos períodos seco (agosto/2013) e chuvoso (março/2014) na lagoa Jacuném.

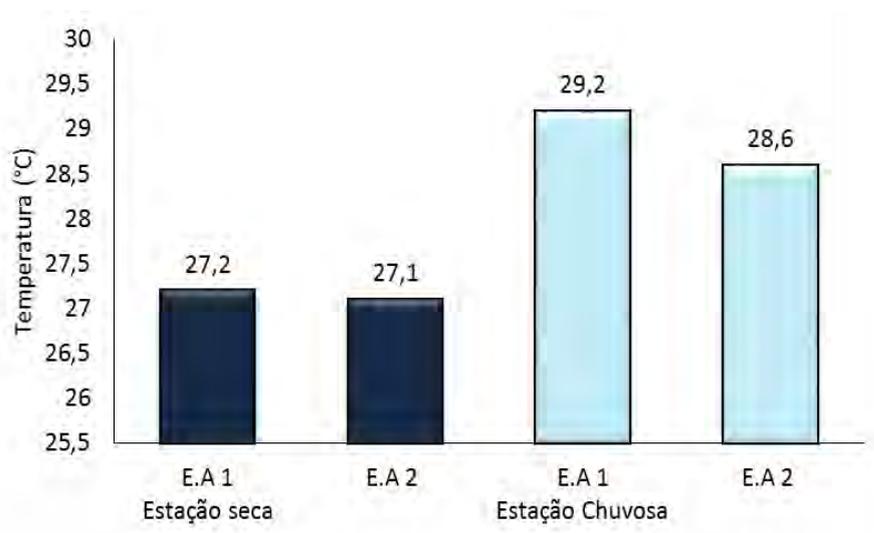


Fonte: Elaboração própria

No estudo de Fernandes (1997) as influências da concentração de matéria orgânica sobre a variação do oxigênio na coluna d'água são perceptíveis durante os períodos com elevados registros de pluviosidade, ou por consequência de ventos fortes e/ou chuvas duradouras e intensas. Na época das chuvas ocorre um aumento de decomposição na lagoa, oriunda da suspensão de sedimentos ou a partir do escoamento superficial. Estes fatores elevam a quantidade de detritos nos ecossistemas aquáticos que, ao sofrer decomposição, ocasionam a diminuição do oxigênio dissolvido. Esse fato também ocorreu no presente trabalho, como observado na Figura 13, onde os valores de oxigênio dissolvido foram menores no período chuvoso. Por fim, é importante ressaltar que na estação chuvosa a zona eufótica foi menor, o que pode ter reduzido a produção de oxigênio por fotossíntese (o que é corroborado pelos menores valores de pH nessa mesma estação).

A temperatura da água praticamente não apresentou variações entre as estações amostrais com registro de 27,2°C na estação amostral 1 e 27,1°C na estação amostral 2 no período seco e 29,2°C na estação amostral 1 e 28,6°C na estação amostral 2 durante o período chuvoso, como observado na Figura 14.

Figura 14 – Variação da temperatura (°C) nos períodos seco (agosto/2013) e chuvoso (março/2014) na lagoa Jacuném.



Fonte: Elaboração própria

Segundo Esteves (1998) a solubilidade do oxigênio na água depende da temperatura e da pressão. Dessa forma, a elevação da temperatura e diminuição da

pressão, ocasiona uma diminuição da solubilidade do oxigênio na água, conforme foi possível verificar nas Figuras 12 e 13.

Observa-se claramente essa relação no ambiente estudado, que demonstrou as maiores temperaturas e os menores valores de oxigênio dissolvido nas coletas realizadas no período chuvoso. As amostragens do perifíton ocorreram na subsuperfície da água onde a pressão é consideravelmente menor, dessa forma, conclui-se que a temperatura foi a principal variável responsável pelas alterações no oxigênio dissolvido.

4.2.6 Nutrientes

As concentrações de nutrientes em ambientes aquáticos frequentemente estão relacionadas ao grau de poluição do ecossistema. Assim, a presença de elevadas concentrações de nutrientes significam excesso de importação de nutrientes e, geralmente, coincidem com situações de eutrofização. Determinados valores de concentrações de nutrientes podem determinar se o ambiente se encontra em condições oligotróficas ou em condições de eutrofização (CARMOUZE, 1994). Segundo Branco (1978), a eutrofização dos ecossistemas aquáticos continentais está vinculada a concentração de nutrientes, que é delimitada pelo aumento da urbanização e da industrialização, utilização de fertilizantes químicos e lançamento de efluentes.

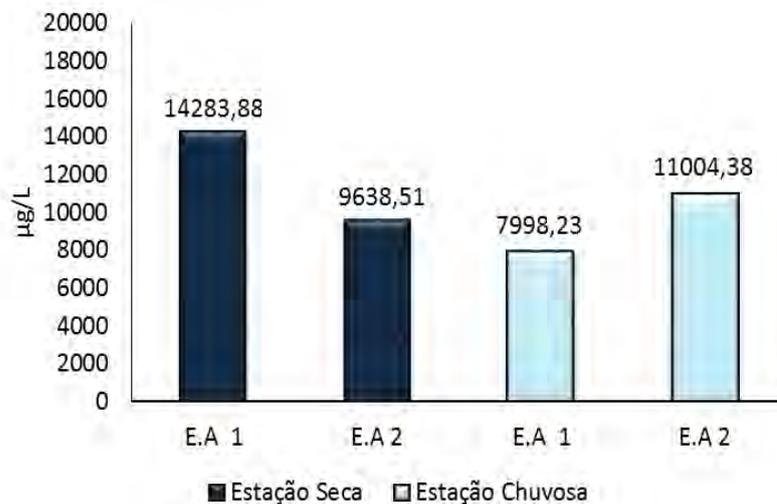
O controle da contaminação dos corpos d'água nas regiões subtropicais e tropicais é menor, dessa forma, as algas e plantas aquáticas utilizam os nutrientes de forma permanente e são favorecidas pelas condições temperaturas mais elevadas ao longo de todo o ano (ROLDAN, 1992).

De modo geral, os nutrientes registrados na lagoa Jacuném durante o período de estudo sofreram variações entre as estações amostrais e entre a entre os períodos estudados, apresentando, na maioria das vezes, maiores concentrações no período chuvoso.

4.2.6.1 Nitrogênio Total ($\mu\text{g/L}$)

De acordo com a Figura 15 podemos observar que o nitrogênio total apresentou valores mais elevados durante a estação seca com registros de 14283,875 $\mu\text{g/L}$ na estação amostral 1 e 9638,51 $\mu\text{g/L}$ na estação amostral 2. Durante o período chuvoso registrou-se o menor valor 7998,23 $\mu\text{g/L}$ na estação amostral 1 e na estação amostral 2 foi registrado 11004,376 $\mu\text{g/L}$.

Figura 15 – Variação do Nitrogênio total ($\mu\text{g/L}$) nos períodos seco (agosto/2013) e chuvoso (março/2014) na Lagoa Jacuném.



Fonte: Elaboração própria

Encontrado em abundância na forma de gás na atmosfera, o nitrogênio (N) é um dos principais elementos químicos da natureza. É fundamental para o funcionamento metabólico e constituição celular fazendo parte de proteínas, peptídeos e aminoácidos. Assim, o nitrogênio se torna importante para os organismos e um fator limitante para a produção primária e secundária (ESTEVES, 2011).

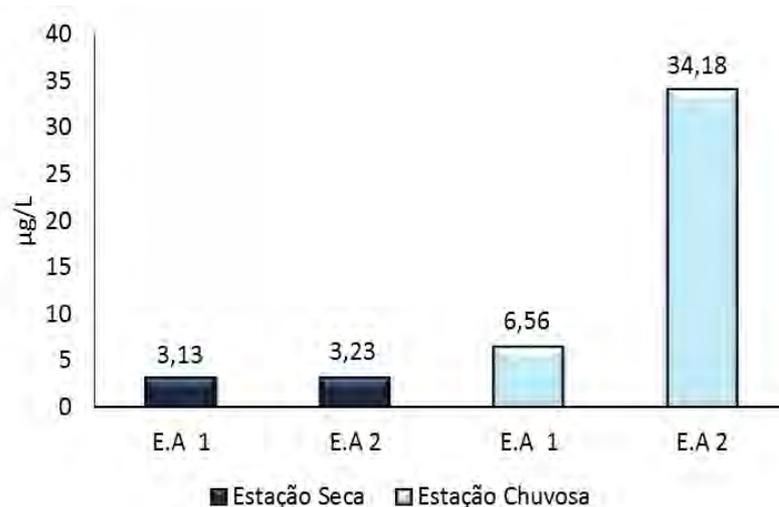
Em um ecossistema aquático continental as principais fontes de nitrogênio são as chuvas, aporte orgânico e inorgânico a partir da região próxima e pelo aporte de efluentes de origem doméstica e industrial (SILVA, 2013). Dessa forma, os elevados valores de nitrogênio encontrados tanto na estação seca quanto na chuvosa podem ser explicados pelas fortes chuvas que precederam os períodos de coleta,

juntamente com o lançamento de efluentes doméstico e industrial que se faz na Lagoa.

4.2.6.2 Nitrogênio amoniacal ($\mu\text{g/L}$)

Conforme observado na Figura 16, o nitrogênio amoniacal sofreu uma variação considerável entre a estação seca e chuvosa onde registrou-se o valor mínimo de $3,14 \mu\text{g/L}$ na estação amostral 1 durante o período seco, chegando a $34,19 \mu\text{g/L}$ na estação amostral 2 durante o período de chuva.

Figura 16 – Variação do Nitrogênio amoniacal ($\mu\text{g/L}$) nos períodos seco (agosto/2013) e chuvoso (março/2014) na Lagoa Jacuném.



Fonte: Elaboração própria

Em ecossistemas aquáticos, o nitrogênio pode ser observado em sua forma oxidada, como o nitrato, ou reduzida, como o nitrito e nitrogênio amoniacal. Essas formas reduzidas são de grande importância para esses ambientes, pois são as principais fontes de nitrogênio assimiladas pelos produtores primários. O nitrogênio amoniacal pode ser encontrado sob a forma não ionizada (NH_3), amônia, e na forma ionizada (NH_4^+), amônio, sendo esta a principal forma utilizada metabolicamente pelas algas (ESTEVEZ, 2011; ALMEIDA, 2012).

O teor de amônio nas águas pode variar de 1 a $3 \mu\text{moles } \text{x}1^{-1}$, em águas livres de poluição e bem oxigenadas, chegando a valores mais elevados, acima de $10 \mu\text{moles } \text{x}1^{-1}$, em dias de forte declínio da massa planctônica (CARMOUZE, 1994). Wetzel

(2001) afirma que a concentração dos íons de amônia depende do grau de poluição apresentada pelo corpo d'água.

Assim, os menores valores de nitrogênio amoniacal registrados durante o período de seca podem ser consequência da elevada densidade de algas fitoplanctônicas na lagoa, e por representar a forma de nitrogênio preferencialmente assimilável e de menor gasto energético pelas algas, o que consequentemente, ocasionou uma elevação no teor do oxigênio dissolvido na água durante o período de coleta.

4.2.6.3 Nitrato ($\mu\text{g/L}$)

Conforme se pode observar na Figura 17 os maiores valores registrados de nitrato ($\mu\text{g/L}$) ocorreram no período chuvoso, chegando a 897,55 $\mu\text{g/L}$ na estação amostral 1. Em contrapartida, a estação amostral 2 no período seco apresentou o menor valor, com registro de cerca de 128,56 $\mu\text{g/L}$.

O nitrato e a amônia são as fontes de nitrogênio mais importantes para os produtores primários, por consequência de sua abundância e por serem preferencialmente absorvidos pelas células, devido à rapidez de reações associadas ao baixo consumo de energia (REYNOLDS, 1984).

Figura 17 – Variação do Nitrato ($\mu\text{g/L}$) nos períodos seco (agosto/2013) e chuvoso (março/2014) na Lagoa Jacuném



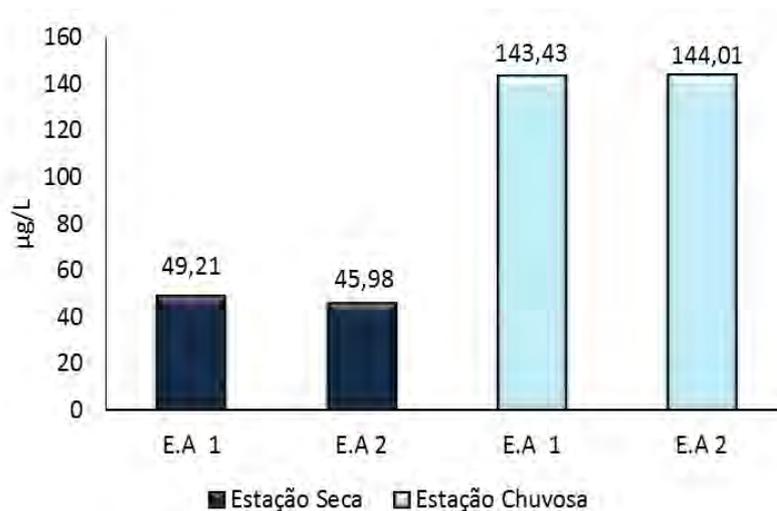
Fonte: Elaboração própria

O nitrato é resultante da oxidação enzimática do amônio que, durante a fotossíntese, pode ser assimilado diretamente pelo organismo. Entretanto, o nitrato deve obrigatoriamente passar para a forma do amônio dentro da célula. Assim, o amônio produzido pela respiração aeróbica pode ser assimilado pelos organismos sem a etapa de produção de nitrato por oxidação do amônio (CARMOUZE, 1994). O elevado valor de nitrato na estação chuvosa pode ser explicado pelo carreamento de substâncias poluidoras para o interior da lagoa, além disso, as microalgas tem preferência na assimilação do amônio, o que evidencia os menores valores desse nutriente em comparação com os maiores valores de nitrato.

4.2.6.4 Silicato ($\mu\text{g/L}$)

Os valores registrados de silicato foram considerados entre os padrões para lagos e lagoas. Praticamente não houve variação entre as estações amostrais durante os dois períodos estudados, porém o período chuvoso apresentou valores mais elevados, chegando a $144,018 \mu\text{g/L}$ na estação amostral 2 (Figura 18).

Figura 18 – Variação do Silicato ($\mu\text{g/L}$) nos períodos seco (agosto/2013) e chuvoso (março/2014) na lagoa Jacuném.



Fonte: Elaboração própria

Em ambientes aquáticos continentais a sílica encontrada é proveniente naturalmente do intemperismo de rochas sedimentares, e pode ser encontrada em três formas:

solúvel, sílica coloidal e sílica particulada (ESTEVES, 1998), sendo assim, um dos principais componentes da areia. As concentrações de sílica dissolvida que podem ser observadas em águas naturais podem oscilar, em média, de 15 a 150 $\mu\text{oles x l}^{-1}$ (CAMOURZE, 1994). A sílica em sua forma solúvel se torna de grande importância para as algas, planctônicas ou perifíticas, pois é um composto utilizado por diatomáceas na elaboração de carapaças (ESTEVES, 2011).

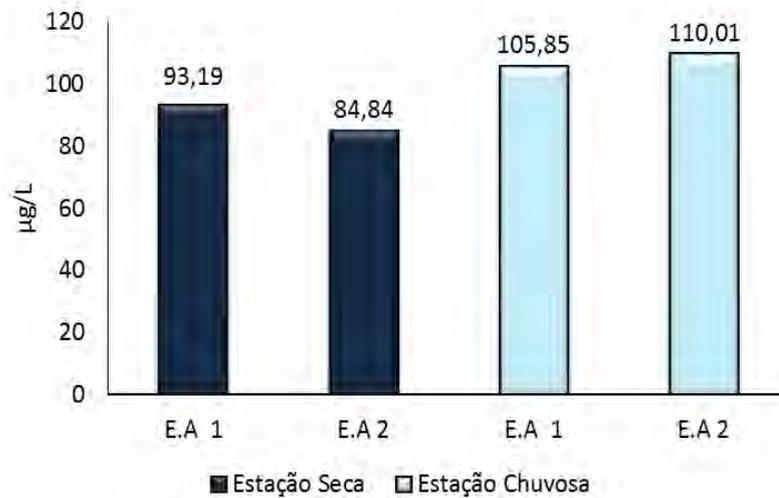
Observa-se que os valores de sílica registrados estão mais elevados durante a estação chuvosa, o que pode ser explicado justamente pelo período chuvoso, que pode carrear areia proveniente de outros ambientes para a lagoa ou ocasionar a ressuspensão do sedimento. Porém, embora o teor de sílica tenha aumentado na estação chuvosa, a densidade relativa de diatomáceas não sofreu mudanças consideráveis. Ou seja, esse composto químico esteve, em sua maior parte, dissolvido na água e não nas carapaças das diatomáceas.

4.2.6.5 Fósforo Total ($\mu\text{g/L}$)

O Fósforo é um nutriente essencial, dinâmico, biologicamente ativo. É uma das moléculas constituintes do DNA, dos lipídeos, das membranas celulares, além de fazer parte das moléculas de armazenamento de energia (ATP e ADP), sendo assim, um importante integrante de todas as formas de vida (CORREL, 1998 *apud* LOURO, 2011). Esse nutriente pode ser encontrado nos ambientes aquáticos de água doce nas seguintes formas: fósforo particulado, fósforo orgânico e o fósforo inorgânico dissolvido (ortofosfato), sendo este último, a forma mais utilizada pelas microalgas (ESTEVES, 1998).

Conforme a Figura 19 observa-se que a variação entre os períodos estudados não foi muito significativa com registro mínimo de 84,84 $\mu\text{g/L}$ na estação amostral 2 no período seco e máximo de 110,01 $\mu\text{g/L}$ na estação amostral 2 no período chuvoso.

Figura 19 – Variação do Fósforo Total ($\mu\text{g/L}$) nos períodos seco (agosto/2013) e chuvoso (março/2014) na Lagoa Jacuném



Fonte: Elaboração própria

O fósforo total é utilizado como estimativa do grau de eutrofização já que é um regulador da produtividade primária aquática (ESTEVES, 2011), e movimenta-se lentamente a partir de depósitos em solos e sedimentos para os organismos vivos e vice versa. Por formar compostos solúveis, o P é carregado facilmente pela chuva para lagos e rios, onde, em excesso, pode causar a eutrofização (CARPENTER, 2008; SCHINDLER et al. apud LOURO, 2011).

Além disso, a elevação do teor de nutrientes encontrados em corpos d'água pode ser consequência das atividades antrópicas como lançamento de efluentes domésticos e industriais e assoreamento (LOURO, 2011). Dessa forma, podemos inferir que os elevados teores de fósforo total presentes nas duas estações amostrais e durante os dois períodos de estudo são resultantes da eutrofização do ecossistema em questão. Os maiores valores de fósforo total na estação chuvosa podem ser explicados pela maior pluviosidade no período, o que pode ter transportado formas fosfatadas para o interior da lagoa Jacuném.

4.2.6.6 Ortofosfato ($\mu\text{g/L}$)

Conforme observa-se na Figura 20 houve uma grande variação nos valores registrados entre os períodos estudados sendo os maiores valores registrados

durante a estação seca e os menores valores registrados na estação chuvosa. O maior valor registrado foi de 31,505 µg/L na estação amostral 1 no período seco e o menor valor foi de 2,575 µg/L na estação amostral 2 no período chuvoso.

Figura 20 – Variação do Ortofosfato (µg/L) nos períodos seco (agosto/2013) e chuvoso (março/2014) na lagoa Jacuném.



Fonte: Elaboração própria

O ortofosfato é a forma assimilada mais facilmente por produtores primários em ambientes aquáticos (ESTEVES, 2011) e sua fonte principal é o intemperismo de rochas sedimentares provenientes das bacias de drenagem, decomposição de matéria orgânica, excretas de animais, entre outras (FERREIRA *et. al.*, 2005; ESTEVES, 2011). Detergentes presentes em águas com efluentes domésticos fornecem grandes quantidades de ortofosfato (CAMOURZE, 1994), o que pode explicar os baixos valores desse nutriente encontrados nas duas estações amostrais no período seco, já que a lagoa Jacuném normalmente recebe esse tipo de efluente. Porém, no período chuvoso, houve uma queda considerável no teor de ortofosfato, que pode ter ocorrido devido à grande pluviosidade do período, diminuindo a sua concentração por conta da diluição. Além disso, havia maior proliferação de macrófitas aquáticas na lagoa, e esses organismos podem ter incorporado grande parte do ortofosfato disponível no meio aquático.

4.3 ANÁLISE QUALITATIVA

A comunidade perifítica da Lagoa Jacuném durante todo o período de estudo esteve composta por 56 táxons distribuídos entre 7 classes, sendo 21 pertencentes à classe Cyanophyceae, 18 da classe Chlorophyceae, 10 da classe Bacillariophyceae, 4 da classe Oedogoniophyceae, 1 da classe Zygnemaphyceae, 1 da classe Cryptophyceae e 1 da classe Coscinodiscophyceae, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Posicionamento taxonômico e ocorrência dos táxons, considerando todas as estações amostrais e períodos de estudo.

(Continua)

Identificação do táxon	Estação Seca		Estação Chuvosa	
	EA1	EA2	EA1	EA2
DIVISÃO CYANOPHYTA				
Classe Cyanophyceae				
Ordem Chroococcales				
Família Microcystaceae				
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	x	x	x	x
<i>Microcystis protocystis</i> W.B.Crow	x	x	x	x
Família Spirulinaceae				
<i>Spirulina subtilissima</i> Kützing ex Gomont	x	x	x	x
Família Chroococcaceae				
<i>Chroococcus distans</i> (G.M.Smith) Komárková-Legnerová & Cronberg	x	x	x	x
<i>Chroococcus dispersus</i> (Keissler) Lemmermann			x	x
<i>Chroococcus minor</i> (Kützing) Nägeli	x			
Família Cyanobacteriaceae				
<i>Aphanothece zulanirae</i> Werner & Sant'Anna	x	x	x	x
Ordem Synechococcales				
Família Merismopediaceae				
<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauvageau	x	x	x	x
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing	x	x	x	x
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann			x	x
<i>Aphanocapsa conferta</i> (West & G.S.West) Komárková-Legnerová & Cronberg	x	x	x	x
<i>Aphanocapsa parasitica</i> (Kützing) Komárek & Anagnostidis			x	
<i>Aphanocapsa rivularis</i> (Carmichael) Rabenhorst				x
Família Synechococcaceae				
<i>Synechococcus elongatus</i> (Nägeli) Nägeli	x	x	x	x
<i>Synechococcus nidulans</i> (Pringsheim) Komárek in Bourrelly	x			

Tabela 2 - Posicionamento taxonômico e ocorrência dos táxons, considerando todas as estações amostrais e períodos de estudo.

(Continua)

<i>Rhabdoderma sancti-pauli</i> Komárek & Komárková	x	x	x	x
Ordem Pseudanabaenales				
Família Pseudanabaenaceae				
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg	x	x	x	x
<i>Geitlerinema</i> sp.1	x	x		
<i>Geitlerinema</i> sp.2		x		
Ordem Oscillatoriales				
Família Phormidiaceae				
<i>Phormidium aerugineocoeruleum</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	x	x		
DIVISÃO CHLOROPHYTA				
Classe Chlorophyceae				
Ordem Sphaeropleales				
Família Scenedesmaceae				
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat	x	x	x	x
<i>Scenedesmus acutus</i> Meyen	x	x		
<i>Scenedesmus dimorphus</i> (Turpin) Kützing				x
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehrenberg) Chodat			x	
<i>Scenedesmus obliquus</i> (Turpin) Kützing	x	x		
<i>Desmodesmus armatus</i> (R.Chodat) E.Hegewald	x	x	x	x
<i>Desmodesmus communis</i> (E.Hegewald) E.Hegewald	x	x	x	x
<i>Desmodesmus denticulatus</i> (Lagerheim) S.S.An, T.Friedl & E.Hegewald	x	x		x
<i>Desmodesmus intermedius</i> (Chodat) E.Hegewald				x
<i>Desmodesmus maximus</i> (West & G.S.West) E.H.Hegewald	x	x		
Família Selenastraceae				
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) Möbius	x	x	x	x
<i>Kirchneriella contorta</i> (Schmidle) Bohlin	x			x
Ordem Chlamydomonadales				
Família Haematococcaceae				
<i>Chlorogonium fusiforme</i> Matvienko		x	x	x
Ordem Chlorellales				
Família Chlorellaceae				
<i>Closteriopsis acicularis</i> (Chodat) J.H.Belcher & Swale	x		x	x
Família Oocystaceae				
<i>Oocystis</i> sp.1				x
Ordem Chaetophorales				
Família Chaetophoraceae				
<i>Stigeoclonium</i> sp. 1/ <i>Chaetophora</i> sp.1	x	x		

Tabela 2 - Posicionamento taxonômico e ocorrência dos táxons, considerando todas as estações amostrais e períodos de estudo.

(Continua)

Classe Oedogoniophyceae				
Ordem Oedogoniales				
Família Oedogoniaceae				
<i>Oedogonium</i> sp.1	x	x	x	x
<i>Oedogonium</i> sp.2	x	x	x	x
<i>Oedogonium</i> sp.3	x	x	x	x
<i>Bulbochaete</i> sp.				x
Classe Zygnemaphyceae				
Ordem Desmidiales				
Família Closteriaceae				
<i>Closterium gracile</i> Brébisson ex Ralfs				
DIVISÃO CRYPTOPHYTA				
Classe Cryptophyceae				
Ordem Cryptomonadales				
Família Cryptomonadaceae				
<i>Cryptochrosis</i> sp.1				x
DIVISÃO BACILLARIOPHYTA				
Classe Bacillariophyceae				
Ordem Aulacoseirales				
Família Aulacoseiraceae				
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	x	x	x	x
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	x	x	x	x
Ordem Naviculales				
Família Naviculaceae				
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	x	x	x	x
Família Pinnulariaceae				
<i>Pinnularia obscura</i> Krasske	x	x		x
Ordem Cymbellales				
Família Cymbellaceae				
<i>Cymbella minuta</i> Hilse in Rabenhorst	x	x	x	x
<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) van Heurck		x		x
Ordem Eunotiales				
Família Eunotiaceae				
<i>Eunotia pectinalis</i> (Kützing) Rabenhorst	x	x		
<i>Eunotia curvata</i> (Kützing) Lagerstedt			x	x
Ordem Rhopalodiales				
Família Rhopalodiaceae				
<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson		x		

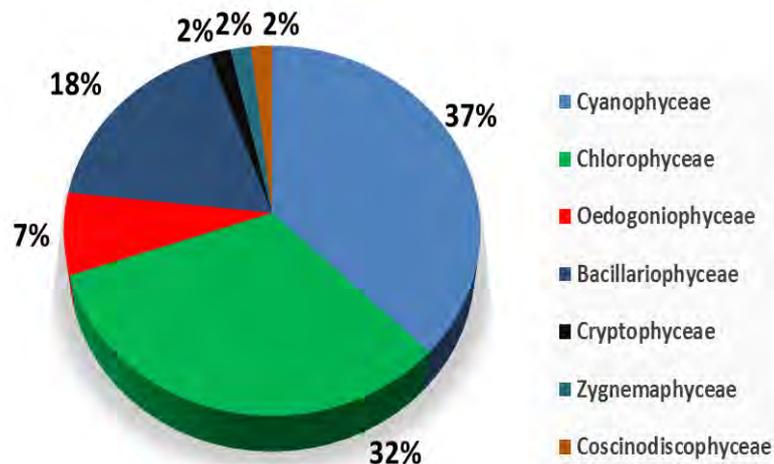
Tabela 2 - Posicionamento taxonômico e ocorrência dos táxons, considerando todas as estações amostrais e períodos de estudo.

(Conclusão)	
Classe Coscinodiscophyceae	
Ordem Thalassiosirales	
Família Stephanodiscaceae	
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	x

Fonte: Elaboração própria

Conforme demonstra a Figura 21, a classe mais representativa em termos de riqueza de táxons foi a classe Cyanophyceae com 37% dos táxons encontrados, seguida das classes Chlorophyceae, com 32% dos táxons, Bacillariophyceae com 18% e Oedogoniophyceae com 7%. As classes Zygnemaphyceae, Cryptophyceae e Coscinodiscophyceae foram menos representativas, com cerca de 2% dos táxons encontrados para cada uma delas.

Figura 21 - Contribuição relativa das Classes de algas (%) em termos de riqueza de táxons

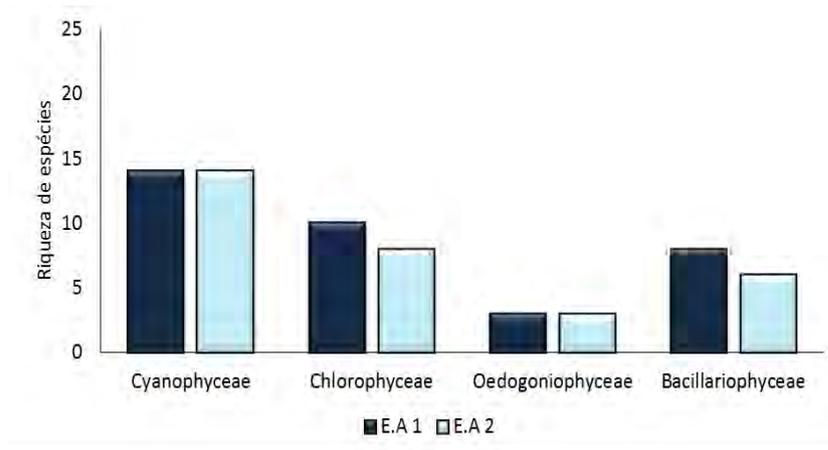


Fonte: Elaboração própria

Durante o período seco foram encontrados representantes de 4 das 7 classes registradas durante a pesquisa, sendo a classe Cyanophyceae, com 14 espécies em ambas as estações, a com maior número de táxons registrados, seguida da classe Chlorophyceae com 10 táxons na estação amostral 1 e 8 na estação amostral 2. A

Classe Bacillariophyceae ocupa a terceira posição com 8 táxons registrados na estação amostral 1 e 6 na estação amostral 2, seguida da classe Oedogoniophyceae com 3 táxons registrados em ambas as estações amostrais. (Figura 22).

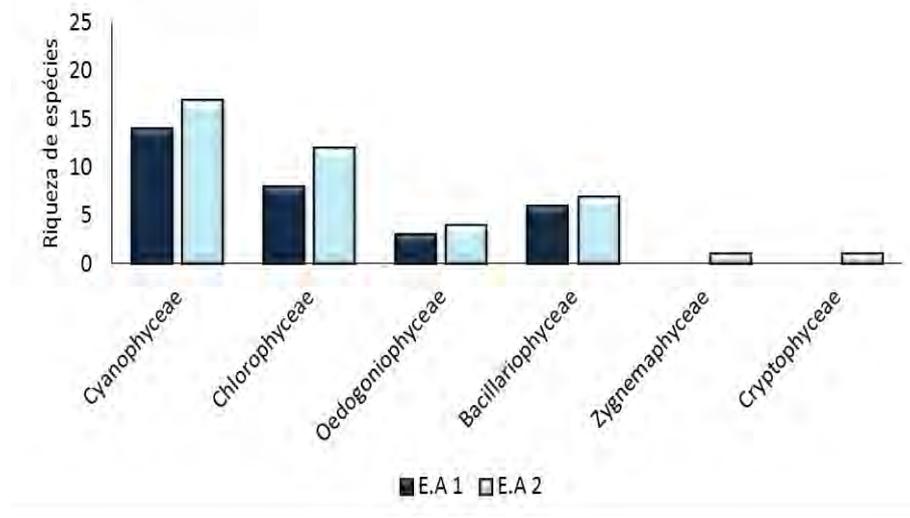
Figura 22 – Riqueza de táxons por classe de algas perifíticas nas estações amostrais no período seco



Fonte: Elaboração própria

No período chuvoso foram encontrados representantes das 7 classes encontradas na lagoa, e novamente, a classe Cyanophyceae se destacou com o maior número de táxons sendo 14 na estação amostral 1 e 17 na estação amostral 2. Em seguida está a classe Chlorophyceae, com 8 táxons na estação amostral 1 e 12 táxons registrados na estação amostral 2. Na terceira posição se encontra a classe Bacillariophyceae com registro de 6 táxons na estação amostral 1 e 7 na estação amostral 2, seguida da classe Oedogoniophyceae com registros de 3 táxons na estação amostral 1 e 4 na estação amostral 2, e das classes Zygnemaphyceae e Cryptophyceae que só tiveram representantes na estação amostral 2 (Figura 23).

Figura 23 - Riqueza de táxons por classe de algas perífíticas nas estações amostrais no período chuvoso



Fonte: Elaboração própria

De acordo com as análises qualitativas observou-se uma riqueza de táxons similares entre as duas estações amostrais e climáticas, com exceção das classes Zygnemaphyceae e Cryptophyceae, que só foram registradas na estação amostral 2 durante o período chuvoso. Dessa forma, a comunidade perífítica apresentou estabilidade em sua estrutura qualitativa, sendo que, a maioria dos táxons foram constantes em todas as estações amostrais para os dois períodos estudados.

A classe Cyanophyceae apresentou maior biodiversidade em ambas as estações amostrais e em todos os períodos estudados. As espécies com maior representatividade nessa classe foram *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis proctocystis*, *Rhabdoderma sancti-pauli*, *Synechocystis aquatilis*, *Planktolyngbya limnetica*, *Synechococcus elongatus* e *Synechococcus nidulans*.

Os organismos dessa classe de algas são bem adaptados a ambientes lênticos, pH de neutro a alcalino, elevadas concentrações de nutrientes e de elevadas temperaturas (CAMARGO-SANTOS apud SILVA, 2013). A alta pluviosidade registrada no mês de coleta do período seco e os altos índices pluviométricos registrados durante o período chuvoso contribuíram para o enriquecimento da lagoa com nutrientes carregados pelas chuvas. Os nutrientes constituem um fator modificador de grande importância em ecossistemas que estão submetidos a

influência antrópica e estão sujeitos ao lançamento de efluentes domésticos (FERNANDES, 2007).

De acordo com Henry (apud CETRANGOLO, 2004) o enriquecimento de nutrientes está associado a elevados valores de condutividade elétrica, o que pode ser observado em todas as estações amostrais em ambos os períodos de coleta. Segundo Burkholder e Wetzel (apud POMPÊO e MOSCHINI-CARLOS, 2003) outro fator que possivelmente elevou os teores de nutrientes e pode ter favorecido o desenvolvimento das cianofíceas são as macrófitas aquáticas, que servem de substrato para o perifíton e são fonte de nutrientes, seja por meio da pulsão de nutrientes dos sedimentos ou por meio de nutrientes oriundos de seus tecidos mortos.

Segundo Yunes (apud CETRANGOLO, 2004) um ambiente lântico, que é uma característica de zonas lacustres, aliados a altas temperaturas pode se transformar em um ambiente que favoreça o desenvolvimento de cianofíceas, principalmente quando está aliado a uma grande oferta de nutrientes, tanto de origem alóctone quanto autóctone.

A segunda classe predominante foi a classe Chlorophyceae, que teve como maiores representantes as espécies *Kirchneriella lunaris*, *Kirchneriella contorta*, *Closteriopsis acicularis* e *Desmodesmus armatus*. Os organismos pertencentes a essa classe também devem ter se beneficiado dos mesmos fatores que proporcionaram o crescimento das cianofíceas. Além disso, as algas pertencentes a essa classe são, em sua grande maioria, cosmopolitas e podem sobreviver em ambientes mesotróficos ou eutróficos (ESTEVES, 1998). Segundo Felisberto e Rodrigues (2012) a temperatura média de 25°C a 30°C favorece colonização de clorófitas e oedogoniófitas, juntamente com a colonização de macrófitas por praticamente toda a lagoa e a pouca profundidade do ambiente estudado. Resultados similares foram encontrados no trabalho de Martins (2006).

Em ambos os períodos de estudo as algas filamentosas tiveram grande representatividade, principalmente aquelas que fazem parte do euperifíton, pois possuem adaptações morfológicas que auxiliam o organismo em sua fixação ao substrato, bem como, as algas pertencentes à classe Oedogoniophyceae.

A classe Bacillariophyceae também teve uma grande representatividade nos resultados obtidos na Lagoa Jacuném assim como os valores encontrados por Moschini-Carlos (1996), Fernandes (1997) e Rodrigues (1998). Entre as espécies mais abundantes dessa classe no presente estudo foram *Aulacoseira granulata*, *Aulacoseira ambígua*, *Navicula radiosa* e *Cymbella minuta*.

De acordo com Wetzel (1993) as diatomáceas são caracterizadas por serem resistentes a baixas temperaturas e baixa incidência de luz na coluna d'água, o que possibilita aos organismos dessa classe sobreviver em ambientes com amplas variações ambientais. As algas dessa classe também apresentam estruturas que servem para sua fixação ao substrato, como os pedúnculos mucilaginosos, produção de matrizes mucilaginosas e colônias em forma de estrela que se fixam pela base (ROUND apud RODRIGUES, 1998). Além dessas adaptações, essas algas, por serem muito densas, associam-se ao biofilme, o que evita a sua sedimentação (FERNANDES apud CAVATI, 2006).

As demais classes exibiram baixa representatividade taxonômica com representantes das classes Zygnemaphyceae e Cryptophyceae que só foram registradas na estação amostral 2 no período chuvoso, provavelmente pelo aumento da pluviosidade e das temperaturas do ar e da água.

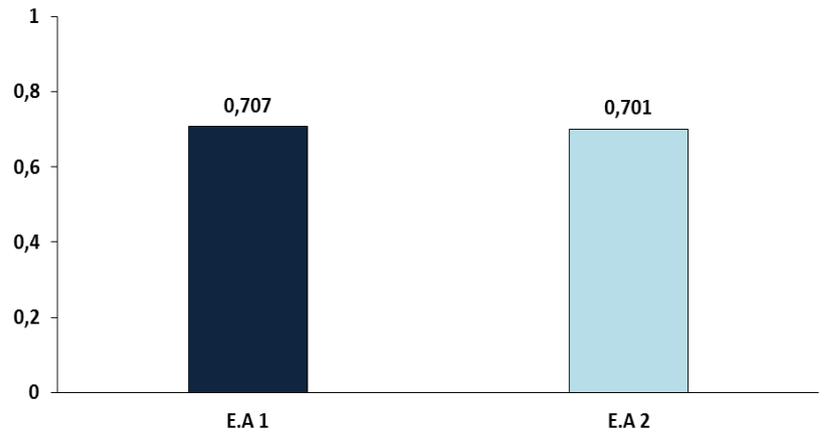
De forma geral, as classes Chlorophyceae, Cyanophyceae e Bacillariophyceae apresentaram-se abundantes ao longo das estações amostrais em todos os períodos de estudo, pois apresentam grande flexibilidade a adaptações morfológicas, bioquímicas, fisiológicas, genéticas e reprodutivas, o que garante a permanência e distribuição destes organismos (PEREIRA apud SILVA, 2013).

Salienta-se ainda, que táxons encontrados nessa pesquisa são considerados por Watanabe (apud SEMIONATO, 2002), como indicadores de poluição, sendo estes: *Navicula viridula*, *Nitzschia palea*, *Scenedesmus acuminatus*, *Oedogonium*, *Oocystis*, *Aphanocapsa*, *Chroococcus* e *Merismopedia*.

4.3.1 Índice de Similaridade de Sorensen

Como pode se observar na Figura 24, os dois períodos estudados se apresentam similares quanto à riqueza de táxons.

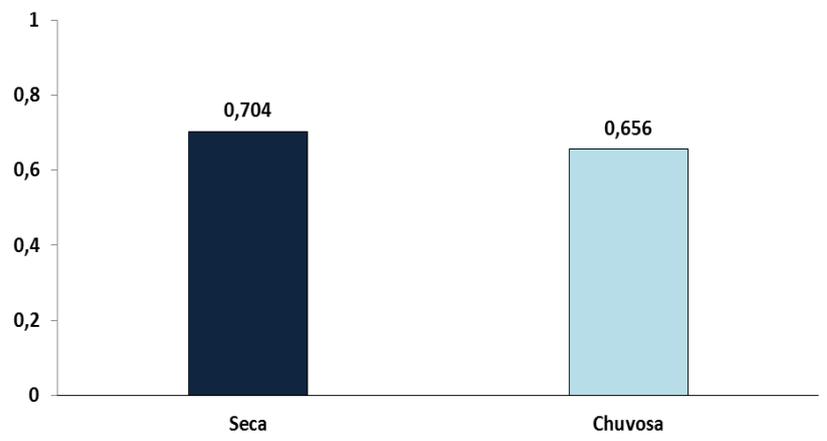
Figura 24 - Índice de similaridade de Sorensen, comparando os períodos estudados para cada estação amostral.



Fonte: Elaboração própria

As duas estações amostrais também foram similares nos dois períodos de estudo como demonstrado na Figura 25.

Figura 25 - Índice de similaridade de Sorensen, comparando as duas estações amostrais dentro de cada período estudado



Fonte: Elaboração própria

De acordo com Matteucci e Colma (apud SILVA, 2013) o índice de similaridade de Sorensen faz a relação entre a similaridade de duas amostras a partir da comparação do número de espécies comuns com o número de espécies exclusivas e baseando-se na presença ou ausência de espécies durante o período de amostragem.

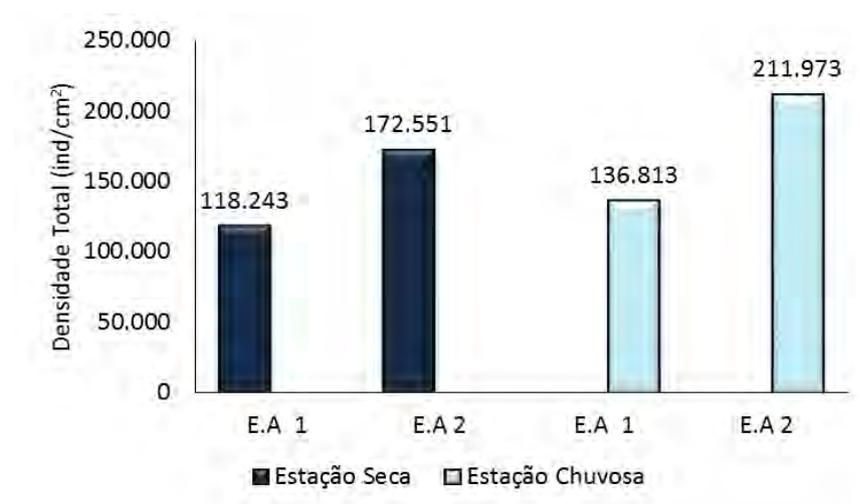
Como observado na Figura 24 e 25, a similaridade entre as estações amostrais nos dois períodos estudados é elevada, assim como, a similaridade entre as estações amostrais dentro de cada período de estudo. Dessa forma, observamos que há maior uniformidade nas espécies ocorrentes na Lagoa Jacuném durante todo o período de estudo, indicando que a sazonalidade e a variação espacial não foram fatores determinantes para provocar mudanças consideráveis na composição taxonômica da comunidade perifítica da lagoa Jacuném.

4.4 ANÁLISE QUANTITATIVA

4.4.1 Densidade Total (ind/cm²)

As densidades total, no geral, apresentaram maior variação no período chuvoso em comparação com o período seco. A variação entre os dois períodos de estudo foi significativa variando de 118.6243 ind/cm² no período seco a 211.973 ind/cm² no período chuvoso (Figura 26). A estação amostral 2 apresentou os maiores valores encontrados nos períodos de estudo com 172.551 ind/cm² e 211.973 ind/cm², nos períodos de seca e chuva, respectivamente.

Figura 26- Variação temporal da Densidade Total (ind/cm²) da comunidade perifítica na Lagoa Jacuném



Fonte: Elaboração própria

De acordo com o estudo da comunidade ficoperifítica na lagoa Jacuném, é possível afirmar que entre as estações amostrais não houve diferenças marcantes em relação à riqueza de táxons, porém ocorreu uma variação na densidade das algas registradas em cada estação.

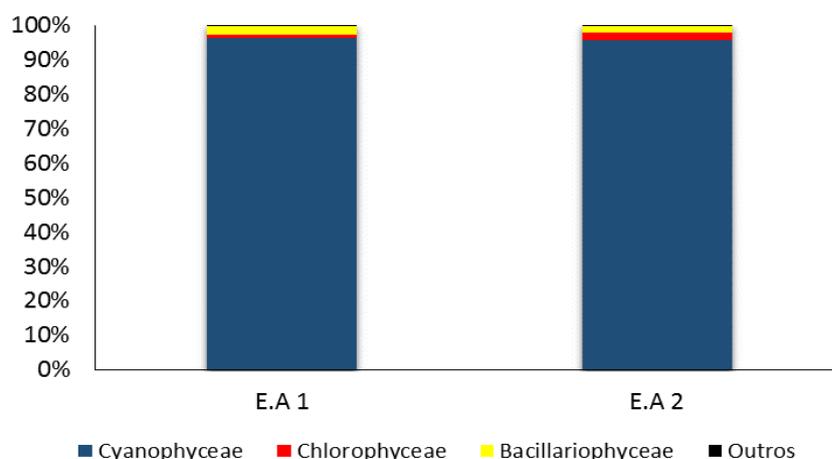
A densidade total da comunidade perifítica mostrou uma variação significativa nas diferentes estações amostrais em todos os períodos de estudo. Os valores mais elevados foram na estação amostral 2, que é um local de saída de água da Lagoa Jacuném e recebe a água proveniente de toda a lagoa, o que pode aumentar a concentração de nutrientes e favorecer o crescimento das algas perifíticas.

O valor mais alto de densidade celular foi encontrado na estação chuvosa, o que, de acordo com Chagas (apud SILVA, 2013), pode ser explicado provavelmente devido a maior quantidade de nutrientes provenientes da região continental.

4.4.2 Densidade relativa

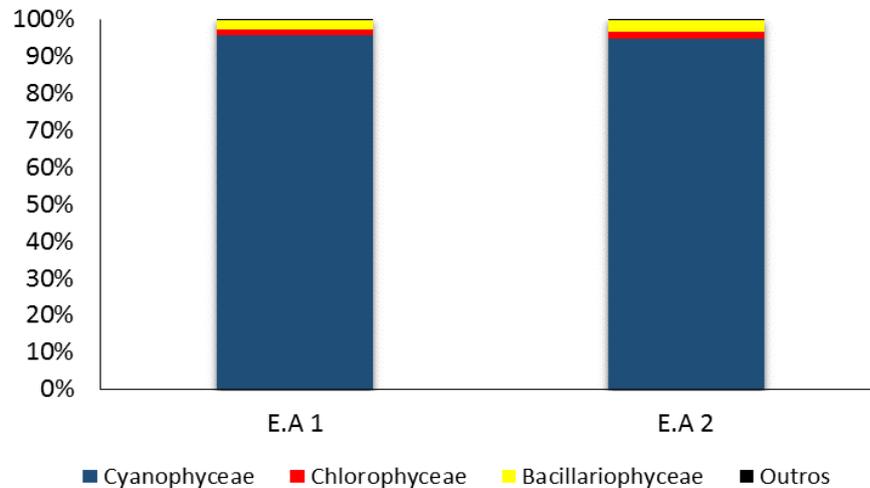
A classe Cyanophyceae apresentou maior densidade relativa, seguida da classe Bacillariophyceae e Chlorophyceae em todos os períodos estudados e em todas as estações amostrais. As demais classes apresentaram baixa representatividade, apresentando valores inferiores a 1% (Figuras 27 e 28).

Figura 27 - Densidade relativa da comunidade perifítica no período seco



Fonte: Elaboração própria

Figura 28 - Densidade relativa da comunidade perifítica no período chuvoso



Fonte: Elaboração própria

Observa-se que a Classe Cyanophyceae apresentou os maiores valores de densidade celular em ambas as estações amostrais durante a estação seca e chuvosa. A maior densidade para essa classe foi registrada na estação amostral 2 no período chuvoso com cerca de 200.52 ind/cm². Em seguida está a classe Bacillariophyceae com 70.22 ind/cm² e da classe Chlorophyceae com registro de até 42.16 ind/cm², também na estação amostral 2 no período chuvoso. As demais classes tiveram baixa representatividade.

As cianofíceas apresentaram as maiores densidades no perifíton provavelmente por apresentarem-se principalmente em formas filamentosas e que possuem mucilagem, o que favorece suas associações ao biofilme e a bioderme perifítica (CETRANGOLO, 2004).

Além disso, as cianobactérias ainda são capazes de fixar nitrogênio através dos heterócitos (estruturas especializadas na fixação do nitrogênio atmosférico), de produzir células diferenciadas que funcionam como esporos de resistência em condições adversas (acinetos), toleram grandes variações de temperatura e possuem ainda, a capacidade de armazenar fósforo no citoplasma (SANT'ANNA et. al; MARTINS apud CAVATI, 2006).

Em seguida estão as algas da classe Bacillariophyceae que também foram representativas. Essas algas também possuem estruturas q facilitam sua aderência

ao perifíton. Segundo Hoagland e outros (apud CETRANGOLO, 2011) essas algas secretam fios mucilaginosos, o que as permite aderir apical ou lateralmente ao substrato.

4.4.3 Espécie abundante e espécie dominante

A espécie dominante foi a *Synechocystis aquatilis* Sauvageau, pertencente a classe Cyanophyceae, que apresentou dominância em ambos os períodos de estudo e em todas as estações amostrais. Os valores registrados variam de 81.495 ind/cm² a 107.463 ind/cm² na estação chuvosa, representando o menor e o maior valor encontrado, respectivamente.

A espécie abundante foi representada por *Synechococcus elongatus* (Nägeli) Nägeli, também pertencente à classe Cyanophyceae, que foi abundante em todos os períodos estudados e em todas as estações amostrais. A espécie em questão apresentou menores valores no período chuvoso onde foram registrados 20.940 ind/cm² na estação amostral 1 e 29.282 ind/cm² na estação amostral 2. No período seco, onde foram encontrados os maiores valores, foram registrados 24.353 ind/cm² e 44.124 ind/cm² nas estações amostrais 1 e 2, respectivamente.

Essas cianofíceas se adaptam facilmente ao meio com valores elevados de nutrientes, o que facilita sua proliferação no meio (ALMEIDA, 2012). As algas da comunidade perifítica são suscetíveis a vários fatores abióticos como nutrientes, precipitação e temperatura (MOSCHINI-CARLOS, 1996). A união desses fatores provavelmente é responsável por essa elevada densidade de cianobactérias.

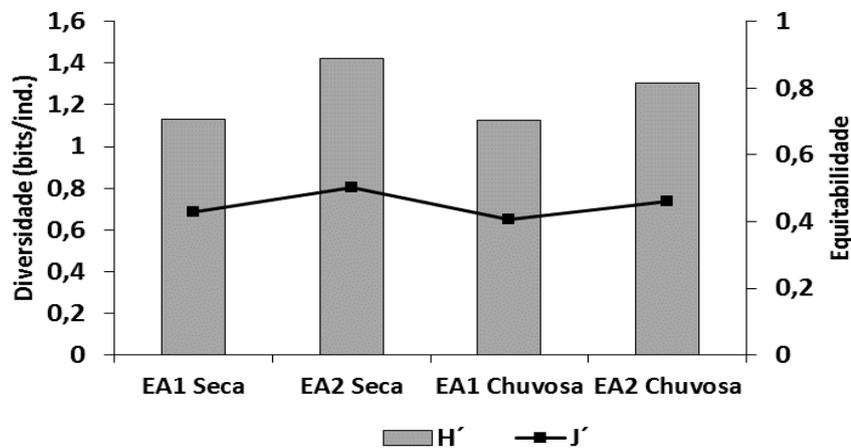
4.4.4 Diversidade e equitabilidade

A Figura 29 mostra que houve uma pequena variação dos valores da diversidade específica entre as estações amostrais, tanto na estação seca quanto na chuvosa. A estação amostral 1 apresentou os menores valores em ambos os períodos, com registro de 1,129 bit/ind. no período seco e 1,127 bit/ind. no período chuvoso. Consequentemente, a estação amostral 2 apresentou os maiores valores, com

registro de 1,422 bits/ind. e 1,305 bits/ind. nas estações seca e chuvosa, respectivamente.

A equitabilidade seguiu o padrão da diversidade específica, variando de 0,42 na estação amostral 1 a 0,50 na estação amostral 2 durante o período de seca. No período chuvoso registrou-se uma variação de 0,40 a 0,46 nas estações amostrais 1 e 2, respectivamente.

Figura 29 - Variação da diversidade específica e da equitabilidade em ambos os períodos de estudo (Agosto/13 e Março/14).



Fonte: Elaboração própria

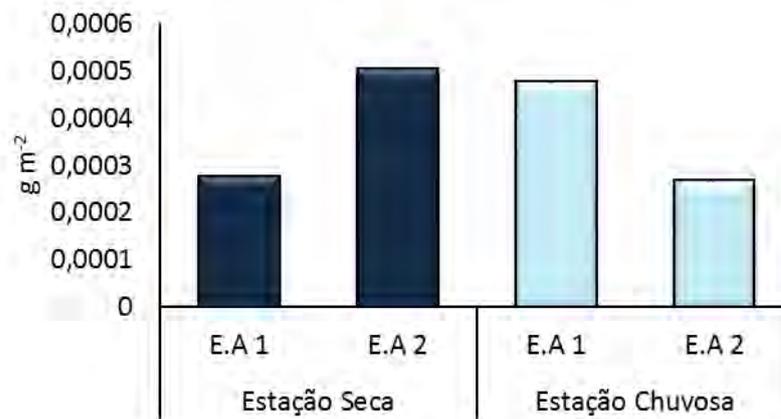
Segundo Margalef (apud SILVA, 2013) “a diversidade específica é uma função do número e abundância de espécies presentes e da equitabilidade, que diz como que os indivíduos estão distribuídos entre as espécies”.

Dessa forma, podemos concluir que a diversidade e equitabilidade da comunidade periférica sofre maior influência da variação espacial do que da variação temporal, pois a estação amostral 2 sempre apresenta maiores valores em relação à estação amostral 1. É importante lembrar que a estação amostral 2 apresentou os maiores valores de densidade celular nas duas estações climáticas, assim como o número de espécies em todas as Classes de microalgas identificadas na estação chuvosa. Também é importante salientar que a presença de uma espécie dominante e outra abundando tende a diminuir os valores de diversidade específica e equitabilidade.

4.5 PESO SECO

Conforme a Figura 30, observa-se que os maiores valores encontrados foram registrados na estação amostral 2 durante o período de seca e na estação amostral 1 no período chuvoso, com registros de $0,000504 \text{ gm}^2$ e $0,000478 \text{ gm}^2$, respectivamente. A estação amostral 2 no período chuvoso apresentou o menor valor com registro de $0,000269 \text{ gm}^2$, seguido da estação amostral 1 no período de seca onde registrou-se $0,000276 \text{ gm}^2$.

Figura 30 - Variação do peso seco em ambos os períodos de estudo (Agosto/13 e Março/14).



Fonte: Elaboração própria

Pode se observar na Figura 30 que os valores registrados de peso seco em ambas as estações amostrais e em todos períodos de estudo foram relativamente baixos. Os valores reduzidos de peso seco podem ser explicado pelo pequeno tamanho celular das algas encontradas, principalmente de cianobactérias, que tiveram o maior valor de densidade específica e pelo alto teor de nutrientes presente na lagoa. Sendo assim, é provável que outras comunidades, como as macrófitas aquáticas e o fitoplâncton, tenham atrapalhado o maior desenvolvimento da comunidade perifítica, uma vez que foi possível observar um grande banco de macrófitas na lagoa Jacuném em todo o período de estudo, assim como a coloração esverdeada da água provocada pela comunidade fitoplanctônica.

4.6 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

O resultado geral da correlação de Spearman não é apresentado nesse tópico, pois apenas uma correlação foi significativamente importante (entre profundidade e densidade total) com valores de $-0,948683$. Isso pode ser explicado pelo fato do perifíton ser coletado na subsuperfície da coluna d'água, conseqüentemente, não sofrendo interferência em relação à profundidade da lagoa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Lagoa Jacuném apresentou homogeneidade quanto à riqueza taxonômica durante as épocas de seca e chuva e entre as estações amostrais, o que evidencia que o ciclo hidrológico e os impactos antrópicos aos quais a lagoa é submetida não provocaram alterações significativas na estrutura da comunidade ficoperifítica, embora o período chuvoso tenha apresentado, na maioria das vezes, valores mais elevados de nutrientes.

A estação amostral 2 apresentou o maior número de espécies registradas em todas as classes de microalgas encontradas durante a estação chuvosa, além de apresentar os maiores valores de densidade celular nas duas estações climáticas indicando que estar em um local de saída de água da Lagoa Jacuném, onde recebe água proveniente de todo o ecossistema aquático, influencia diretamente na comunidade perifítica existente.

Durante a pesquisa foram encontrados táxons indicadores de poluição (*Navicula viridula*, *Nitzschia palea*, *Scenedesmus acuminatus*, *Oedogonium*, *Oocystis*, *Aphanocapsa*, *Chroococcus* e *Merismopedia*). Além disso, a classe Cyanophyceae foi predominante tanto na riqueza de espécies quanto na densidade, com o táxon dominante (*Synechocystis aquatilis* Sauvageau) e táxon abundante (*Synechococcus elongatus* (Nägeli) Nägeli), comumente registradas em ambiente com alto grau de trofia.

Com os resultados obtidos pode-se inferir que a lagoa Jacuném apresenta evidências de eutrofização artificial, indicadas pelas elevadas densidades de cianobactérias aliadas às variáveis limnológicas analisadas, o que caracteriza comprometimento da qualidade da água.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. Z. **Ecologia de algas perifíticas em uma lagoa costeira com múltiplos usos (lagoa Juara, Serra, ES)**. 2011. 79f. Dissertação (Pós-Graduação em Biologia Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011

ALMEIDA, L. B. **Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica em um trecho do Rio São Mateus (São Mateus- ES) com piscicultura intensiva (Tanques-rede)**. 2012. 99 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória. 2012.

ALMEIDA, S. Z.; FERNANDES, V. O. Efeitos da piscicultura intensiva e de efluentes domésticos na comunidade de algas perifíticas em uma lagoa costeira tropical (Juara, Brasil). **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 35, n. 3, p. 335-342, 2013.

APHA – **American Publication Health Association, Standars methods for the examination of water and wastewater**. GREENBERG, A. E.; CLESCERI, L. S.; EATON, A. D. (Eds.). USA: Washington D. C., 2005.

BICUDO, D.C. Considerações sobre metodologias de contagem de algas do perifiton. **Acta Limnologica Brasiliensia**. [S.l], v. 3, n. 1, p. 459-475. 1990.

BICUDO, C.E.M.; UNGARETTI, I. Desmídias (Zygnemaphyceae) da lagoa-represa de Águas Belas, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**. [S.l], v. 46, [S.n], p.285-307. 1986.

BICUDO, D.C.; BICUDO, C.E.M.; CASTRO, A.A.J.; PICELLIVICENTIM, M.M. Diatomáceas (Bacillariophyceae) do trecho a represar do rio Paranapanema (Usina Hidrelétrica de Rosana), Estado de São Paulo, Brasil. **Hoehnea**. [S.l], v. 20, n. 47, p. 68.1993.

BICUDO, D.C. ; MENEZES, M. **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições**. São Carlos: Rima. 2005.

BIOLO, R.; RODRIGUES, L. Composição de algas perifíticas (exceto Bacillariophyceae) em distintos substratos naturais de um ambiente semilótico, planície de inundação do Alto Rio Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**. Maringá, v. 34, n. 3, p. 307-319, 2011.

BOURRELY, P. **Lês algues d'aeu douce – Indication à la Systématique**. Tome I: Les algues vertes. Paris: N. Boubée. 1966.

BOURRELY, P. **Lês algues d'aeu douce – Indication à la Systématique**. Tome II: Les algues jaunes et brunes Crysophycées, Phéophycés, Xanthophycés e Diatomées. Paris: N. Boubée. 1968.

BRANCO, S. M.. **Hidrobiologia Aplicada a Engenharia Sanitária**. 2ª ed. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 1978.

BRASIL. Agência Nacional de Águas (ANA). Disponível em <
<http://www.ana.gov.br/PortalSuporte/frmQuadroEstacao.aspx?estacao=2040003&tipo=Chuvas>> Acesso em: 02/07/2014

CALLEGARO, V. L. M. Diatomáceas da lagoa Negra, Parque Estadual de Itapuã, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Sér. Bot.** Porto Alegre, n. 27, [S.v], p. 69-99. 1981

CAMPEAU, S; MURKIN, H. R; TITMAN, R.D. The relative importance of algae and emergent plant litter to freshwater marsh invertebrates. **Canadian Journal Of Fisheries And Aquatic Science**. [S.l], v. 51, p. 681-692, 1994.

CARMOURZE, Jean-Pierre. **O Metabolismo dos Ecossistemas Aquáticos: Fundamentos teóricos, métodos de estudo e analyses químicas**. 1ª Edição. São Paulo: Editora Edgard Blucher: FAPESP, 1994.

CAVATI, Bruna. **Algas perifíticas em dois ambientes do Baixo Rio Doce (Lagoa Juparanã e Rio Pequeno - Linhares, ES): Variação espacial e temporal da comunidade**. 2006. 97 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES. 2006.

CETRANGOLO, Cristina. **Variação temporal e espacial da comunidade ficoperifítica em um reservatório de abastecimento doméstico no Estado do Espírito Santo (Reservatório Duas Bocas - Cariacica)**. 2004. 79 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES. 2004.

COLEMAN, Annette W.; PRÖSCHOLD, Thomas. Control of Sexual Reproduction in Algae in Culture. In: ANDERSEN, Robert Arthur. **Algal Culturing Techniques**. 1.ed. New York: Academic Press. p. 389-395. 2005.

COSTA, Adriano Goldner. **Respostas da comunidade de algas perifíticas sob diferentes intensidades de luz na lagoa da UFES (Vitória, ES)**. 2011. 124 f.

Dissertação (Pós-Graduação em Biologia Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES. 2011.

DASSIE, Marcia. **Estudo demonstrativo da aplicação de modelos chuva-vazão e de balanço hídrico na análise de captação de água em lagoas naturais.** 2001. 179 f. Dissertação (Pós Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES. 2001.

DIAS JÚNIOR, C. Caracterização do fitoplâncton e possibilidade de seu uso como indicador das condições ambientais da Lagoa Jacunem (Serra - ES). **Cadernos de Pesquisa da Ufes.** Vitória, v. 4, p. 27-35. 1995.

ESTEVES, F. A.; ROLAND, F.; BOZELLI, R. L. Lagoas Costeiras do Rio de Janeiro. **Ciência Hoje.** [S.l.], v. 12, n. 8, p. 68-69, 1990.

ESTEVES, Francisco de Assis. **Fundamentos de Limnologia.** 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência. 1998.

ESTEVES, Francisco de Assis. **Fundamentos de Limnologia.** 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência. 2011.

FELISBERTO, Sirlene Aparecida; RODRIGUES, Liliana. Dinâmica sucessional de comunidade de algas perifíticas em um ecossistema lótico subtropical. **Revista do Jardim Botânico do Rio de Janeiro,** Rio de Janeiro, v. 63, n. 2, p. 32-43, 2012.

FERNANDES, V. O. **Estudos limnológicos na lagoa de Jacarepaguá (RJ): variáveis abióticas e mudanças na estrutura e dinâmica da comunidade perifítica em *Typhadominguensis*.** 1993. 131f. Dissertação (Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais) - UFSCar, São Carlos, SP. 1993.

FERNANDES, V.O. **Variação temporal da estrutura e dinâmica da comunidade perifítica em dois tipos de substratos na Lagoa Imbossica, Macaé (RJ).** 1997. 198 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - UFSCar, São Carlos, SP. 1997.

FERREIRA, R; et. al. Caminho do fósforo em ecossistemas aquáticos continentais. In: ROLAND, F. et. al.. **Lições de limnologia.** São Carlos: Rima, 2005.

GOULART, Michael Dave C.; CALLISTO, Marcos. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Fapam,** Pará de Minas, Mg, v. 01, n. 02, p.153-164, 2003.

GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R. S.; OHNSTAD, M. A. M. **Methods for chemical analysis of freshwater**. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 1978.

HILL, B.H.; WEBSTER, J.R. Aquatic macrophyte breakdown in an Appalachian River. **Hydrobiologia** . [S.l], v.89, p. 53-59. 1982

HUSZAR, V. L. M.; WERNECK, A. M. & ESTEVES, F. A. Dinâmica nictemeral (48h) da comunidade fitoplanctônica em relação aos principais fatores abióticos na lagoa Juparanã, Linhares, Espírito Santo. *Revista Brasileira de Biologia*. [S.l], v. 54, n. 1, p. 111-134.

KOMÁREK, J. **Das Phytoplankton des Subwassers: Systematik und Biologie**. 1983.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 3. Oscillatoriales. **Algological Studies**. [S.l], V. 50, [S.n], p. 327-472. 1988.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 4. Nostocales. **Algological Studies**. [S.l], V. 56, [S.n], p. 247-345. 1989.

KOROLEFF, F. Determination of nutrients. In: GRASSHOFF, K. **Methods of sea water analysis**. 1. Ed. [S.l]. Verlag. Chemie Weinheim. 1976. p. 117-181.

KJERFVE, Bjorn. Coastal Lagoon. In: KJERFVE, Bjorn **.Coastal Lagoon Processes**. 1. ed. Amsterdam: Elsevier Oceanography Series.1994. p. 1-7.

KNOPPERS, B. Aquatic primary production in coastal lagoons. In: KJERFVE, Bjorn **. Coastal lagoon processes**. 1. ed. Amsterdam: Elsevier Oceanography Series. 1994. p. 243-286.

LANDUCCI, M.; LUDWIG, T. A. V. Diatomáceas de rios da bacia hidrográfica Litorânea, PR, Brasil: Coscinodiscophyceae e Fragilariophyceae.

Acta bot. bras. [S.l], v.19, n. 2. P. 345-357. Disponível em :

<<http://www.scielo.br/pdf/abb/v19n2/26230.pdf>> Acesso em : 25/05/2014.

LEAL, Patrícia da Rocha. **Avaliação de Indicadores de Estado Trófico de uma Lagoa Costeira**: Lagoa Jacuném (Serra,ES). 2006. 65 f. Monografia (Graduação em Oceanografia) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória,ES, 2006.

LEGENDRE, L. & LEGENDRE, P. **Numerical Ecology**. Elsevier Sci. Publ. 419 p.. 1983.

LÉLLIS, Felipe Serrano. **Análise ambiental de uma bacia hidrográfica como subsídio ao planejamento costeiro: Bacia da Lagoa Jacuném, Serra (ES)**. 2006. 91 f. Monografia (Graduação em Oceanografia) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Es. 2006

LIMA, A. T. S. **Colonização ficoperifítica em substrato artificial em riacho do semi-árido Paraibano**. 2009. 85 f. Dissertação (Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2009. Disponível em: <
http://www.prpg.ufpb.br/prodema/novosite/smartgc/uploads/arquivos/aretuza_targino.pdf>. Acesso em: 04/02/2014.

LIMBERGER, Salete. **Microalgas perifíticas como bioindicadores ambientais na foz do Rio Ocoy - Tributário Do lago de Itaipu - PR**. 2011. 36 f. Monografia (Curso de Tecnologia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Pr. 2011. Disponível em:<
http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/525/1/MD_COGEA_2011_2_12.pdf>. Acesso em: 08/09/2014

LOBO, E. & LEIGHTON. G. Estruturas comunitarias de las fitocenozes plaktonicas de los sistemas de desembocaduras y esteros de rios de la zona central de Chile. **Rev. Biol. Mar. [S.I.]**, v. 22, n. 1, p. 1 – 29. 1986.

LOBO, E. A.; CALLEGARO, V. L.; BENDER, P. **Utilização de algas diatomáceas epilíticas como indicadoras da qualidade da água em rios e arroios da Região Hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil**. 1. Ed. Santa Cruz do Sul: EDUNISC. 2002.

LOCK, M. A.; WALLACE, R. R.; COSTERTON, J. W.; VENTULLO, R. M.; CHARLTON, S. E. River epilithon: toward a structural-functional model. **Oikos**. [S.I.], v.42, [S.n], p. 10-22, 1984.

LOURO, Q. L. **Respostas relacionais entre nitrato, ortofosfato e biomassa fitoplanctônica da Lagoa de Cima (RJ): Uma abordagem experimental**. 2011. 88 f. Dissertação (Biociências e Biotecnologia) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, RJ. 2011.

LOWE, R. L. Periphyton patterns in lakes. In: STEVENSON, J. R.; BOTHWELL, M. L.; LOWE, R. L. **Algal ecology: freshwater benthic ecosystems**. New York: Academic Press. p. 57-76. 1996.

LOWE, R. L.; PAN, Y. Benthic algal communities as biological monitors. In: STEVENSON, J. R.; BOTHWELL, M. L.; LOWE, R. L. **Algal ecology: freshwater benthic ecosystems**. 1. ed. New York: Academic Press. p. 705-739. 1996.

LUND, J. W.; KIPLIND, C.; LECREN, E. D. The inverted microscope method of estimating algal number and the statistical basis of estimating by counting.

Hydrobiologia. [S.l.], v. 11, p. 143 – 170. 1958.

MACKERETH, F.J.H., HERON, J. E TALLING, JF. **Water analysis: Some revised methods for limnologists**. Freshwater Biological Association.

Scientific Association. Kendall: Titus Wilson & Son Ltd, 117 p. 1978.

MARTINS, F. C. O. **Estrutura das comunidades perifítica (em substrato natural) e fitoplanctônica na Lagoa da UFES (Vitória, ES) e utilização destas comunidades como bioindicadores da qualidade da água**. 2002. 65 f.

Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2002.

MARTINS, F.C.O. **Respostas ecofisiológicas da comunidade perifítica (in situ) a diferentes condições ambientais no rio Santa Maria da Vitória, ES**. 2006. 133f.

Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal)– Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2006.

MARTINS, F. C. O.; FERNANDES, V. O. Fitoplâncton da lagoa do campus

universitário da UFES (Vitória, ES): estrutura da comunidade e considerações

ecológicas. **Neotropical Biology and Conservation**. [S.l.], v. 1, n. 2, p. 101-109, 2006. Disponível em <

https://www.academia.edu/7383845/Fitopl%C3%A2ncton_da_lagoa_do_campus_universit%C3%A1rio_da_UFES_Vit%C3%B3ria_ES_estrutura_da_comunidade_e_considera%C3%A7%C3%B5es_ecol%C3%B3gicas_Phytoplankton_at_the_lagoon_of_the_campus_of_the_Universidade_Federal_do_Esp%C3%ADrito_Santo_Vit%C3%B3ria_ES_Brazil_community_structure_and_ecological_considerations> Acesso em: 10/08/2014.

MOSCHINI-CARLOS, V. **Dinâmica e estrutura da comunidade perifítica (substratos artificial e natural) na zona de desembocadura do Rio**

Paranapanema, Represa de Jupimirim-SP. 1996. 171 f. Tese (Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais) - UFSCar, São Carlos, 1996.

MOSCHINI-CARLOS, V. Estrutura e função da comunidade perifítica nos ecossistemas aquáticos continentais. In: Pompêo, M.L.M. **Perspectivas na limnologia Brasileira**. 1.ed. [S.l.]. Ed. União, 1999. p. 91-103.

MCCORMICK, P.V.; STEVENSON, R. J. Periphyton as a tool for ecological assessment and management in the Florida Everglades. **Journal of Phycology** . [S.l.], v.34, [S.n], p. 726-733. 1998.

ORTEGA, J. L. G. Algas. In: ESPINO, G. L.; PULIDO, S. H.; PÉREZ, J. L. C. **Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores)**.1. ed. México: Playa y Valdés. 2000. p. 109-193.

PEREIRA, T. de A. **Biomonitoramento e qualidade ambiental da Lagoa de Captação da Central de Abastecimento de Carros Pipa da Prefeitura Municipal de Vitória (Vitória, ES)**. 2008. 80f. Curso de Especialização - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2008.

PINILLA, G. **Indicadores biológicos em ecossistemas acuáticos continentales de Colombia: compilación bibliográfica**. Colombia : Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. p. 67. 2000.

PLANAS, D. **Optimização del muestro del perifiton em los estudios de impacto**. In: Congresso Latino-Americano De Ficologia, 4, 1996, Caxambú, MG. Conservação da Biodiversidade e Novas Tecnologias: Promessas e Perigos. Sociedade Ficológica da América Latina e Caribe, São Paulo, p. 295-306. 1997

POMPÊO, Marcelo Luiz Martins; MOSCHINI-CARLOS, Viviane. **Macrófitas Aquáticas e Perifiton: Aspectos Ecológicos e Metodológicos**. São Carlos: Rima, 134 p. 2003.

REYNOLDS, C. S. **The ecology of freshwater phytoplankton. (Cambridge studies in ecology)**. Cambridge: Cambridge University press. 1984.

RIDGWELL, A., VALDES, P.J. Climate and climat e change. **Current Biology**, [S.l.], v. 19, n. 14, p. 563-566. 2009.

ROCHA, A.J.A. **Sucessão do perifiton em substrato artificial em dois lagos de Brasília (DF)**. 1979. 89 f. Dissertação (Pós-Graduação em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 1979.

RODRIGUES, L. **Influência do pulso de inundação no estabelecimento da comunidade ficoperifítica em três ambientes na planície de inundação do alto Rio Paraná**. 1997. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos) - UEM – NUPELIA, Maringá, PR.1997.

RODRIGUES, L. **Sucessão do perifiton na planície de inundação do alto rioParaná: interação entre nível hidrológico e regime hidrodinâmico**. 1998. Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1998.

ROLDÁN, G . **Fundamentos de Limnología Neotropical**. 1. ed. Medellín: Edit Universidad de Antioquia.1992.

ROSA, Z. M.; CALLEGARO, V. L. M. Diatomáceae da Lagoa Tramandaí e da Lagoa do Armazém, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia Sér. Bot.** Porto Alegre, v. 37, [S.n], p. 17-37. 1998

SANT'ANNA, C. L; AZEVEDO, M. T. P. Contribution to the knowledge of potentially toxic Cyanobacteria from Brazil. **Nova Hedwigia**. [S.l], v.71, n. 3-4, p. 359-385, 2000.

SELIGO, A. Über den Ursprung der Fischnahrung. **Mitt Westpr Fisch**. [S.l],v.17, n. 2, p. 52 –56, 1905.

SEMIONATO, S. **Varição temporal da comunidade perifítica (em substrato artificial) e sua utilização como bioindicador da qualidade da água na lagoa da UFES (Vitória, ES)**. 2002. 60 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2002.

SERRA. **Semma discute gerenciamento da APA da Jacuném**. Espírito Santo.2012.Disponível em: < <http://www.serra.es.gov.br/secom-secretaria-de-comunicacao/2012/05/semma-discute-gerenciamento-da-apa-da-jacunem>>. Acesso em: 06 jan. 2014.

SILVA, N. H. V. F. **Comunidade fitoplanctônica em uma lagoa costeira: Lagoa Juara/Serra**. 2013. 87 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Faculdade Católica Salesiana do Espírito Santo, Vitória, 2013.

SCHAEFFER, A. **Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais**.I. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade. UFRGS, 1985.

SHANNON, C.E.; WEANNER.**The Matematical theory of communication**.Univ. Illinois Press, Illp.1963.

SLÁDECKOVÁ, A. Limnological investigation methods for the periphyton (Aufwuchs) community. **Bot. Review**. [S.l], v. 28, n. 2, p. 286-350, 1962.

SORENSEN, T. A method for establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analysis the vegetation on Danish commons. **Biology Skr** , v. 5, n. 4, p. 1-4. 1945

SOUZA, B. D. **Estrutura, dinâmica e produtividade primária do fitoplâncton e variáveis limnológicas na zona fluvial de um reservatório de abastecimento doméstico do Estado do Espírito Santo (reservatório Duas Bocas, Cariacica-ES)**. 2005. 84f. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória. 2005.

SOUZA, B. D. **Estrutura, dinâmica e produtividade primária do fitoplâncton como base para estimativa do estado trófico de uma lagoa costeira no estado do Espírito Santo (lagoa Mãe-Bá, Guarapari)**. 2008. 161 f. Dissertação (Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2008.

STEVENSON et. al., **Algal Ecology**. San Diego, CA: Academic Press, 1996. p. 31–54.

STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. R. **A Manual of Sea Water Analysis**. Bulletin No. 25. Fisheries Research Board, Canada. 1960.

TAVARES, B. **Levantamento florístico das Naviculales (Bacillariophyceae) de águas continentais do Estado de São Paulo**. 2001. Tese de Doutorado – UNESP, Rio Claro, SP. 2001.

TRANCANA, B. C. Algas del Nordeste Argentino (escluyendo las diatomophyceae). **Opera Liloana**. [S.l], [S.v], n.35, [s.p]. 1985.

TORGAN, L. C. Estudo Taxonômico de diatomáceas (Bacillariophyceae) da represa de Águas Belas, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia. Sér. Bot.** Porto Alegre, v. 33, [S.n], p. 17-104. 1985.

UEHLINGER, V. Étude statistique des méthodes de dénombrement planctonique. **Arch. Sci.**, [S.l], v. 17, n. 2, p. 121-123. 1964.

UTERMÖHL, H. Zur vervollkommung der quantitativen phytoplankton: methodik. **Mitt. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol.**, v. 9, p. 1-38. 1958.

VALDERRAMA, JC. The simultaneous analysis of total nitrogen and phosphorus in natural waters. **Marine Chemistry**. [S.l], v. 10, p. 109-122. 1981.

WETZEL, R.G. Opening remarks. In:Wetzel, R.G. **Periphyton of freshwater ecosystems**: Proceedings of the First International Workshop on Periphyton of Freshwater Ecosystems. 1.ed. Boston:The Hague Dr. W. Junk. 1983. p.3-4

WETZEL, R. G. Land- water interfaces: metabolic and limnological regulators. **Verh. Int. Ver. Limnol.** [S.l], v.24, [S.n], p. 6-24, 1990.

WETZEL, R. G. **Limnologia**. Lisboa: Fundação CalousteGulbenkian. 1993.

WETZEL, R. G. **Limnology**. 3. ed. San Diego: Academic Press. 2001.