

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
AQUICULTURA

**ESTRUTURA DO FITOPLÂNCTON E A SUA UTILIZAÇÃO
COMO INDICADOR DE CONDIÇÕES ECOLÓGICAS NO
RESERVATÓRIO DE PEDRA, BAHIA.**

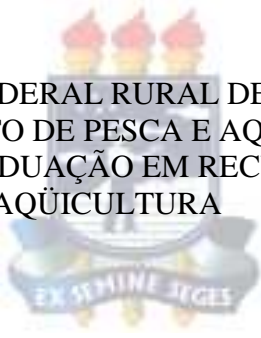
Fábia Gabriela Pflugrath Carraro

Recife, PE
Abril, 2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
AQUICULTURA

ESTRUTURA DO FITOPLÂNCTON E A SUA UTILIZAÇÃO COMO INDICADOR DE CONDIÇÕES ECOLÓGICAS NO RESERVATÓRIO DE PEDRA, BAHIA.

Orientanda: Fábيا Gabriela Pflugrath Carraro

Orientadora: Prof^a. Ariadne do Nascimento Moura
Co-Orientador: Prof. William Severi

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como pré-requisito à obtenção do título de **Mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura**.

Recife, PE
Abril, 2009

C313e Carraro, Fábila Gabriela Pflugrath
Estrutura do fitoplâncton e sua utilização como
indicador de condições ecológicas no reservatório de
Pedra, Bahia / Fábila Gabriela Pflugrath Carraro. –
2009.
59 f. : il.

Orientadora: Ariadne do Nascimento Moura.
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e
Aqüicultura) – Universidade Federal Rural de
Pernambuco, Departamento de Pesca.
Inclui referências e anexo.

1. Fitoplâncton 2. Bioindicadores 3. Reservatórios de
Hidrelétrica 4. Estado trófico I. Moura, Ariadne do
Nascimento II. Título

CDD 589.4

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
AQUICULTURA

**ESTRUTURA DO FITOPLÂNCTON E A SUA UTILIZAÇÃO COMO INDICADOR
DE CONDIÇÕES ECOLÓGICAS NO RESERVATÓRIO DE PEDRA, BAHIA.**

Por: Fábiana Gabriela Pflugrath Carraro

Esta dissertação foi julgada para a obtenção do título de **Mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura** e aprovada em 24 / 04 / 2009 pelo Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, em sua forma final.

Prof. Dr. Paulo Eurico Pires Ferreira Travassos
Coordenador do Programa

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Ariadne do Nascimento Moura - Orientadora
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Karine Matos Magalhães - Membro externo
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Alfredo Moura Matos Junior - Membro externo
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. William Severi - Membro interno
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Carmen Silvia Zickel - Membro externo (Suplente)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, Selma e Wanderley,
meu irmão Giuliano e minha avó
Cecília, pelo apoio e carinho.*

*Ao meu companheiro Eden Pontes
Soares, pelo amor, carinho e
compreensão.*

AGRADECIMENTOS

A professora Ariadne do Nascimento Moura, pela orientação e apoio, além da paciência e amizade.

Ao professor William Severi, co-orientador, por sua paciência, compreensão e assessoria na realização deste estudo.

Ao meu amigo Ivo pela amizade, companheirismo e ajuda na realização das atividades deste trabalho.

Aos amigos do Laboratório de Taxonomia e Ecologia de Microalgas, Viviane, Ênio, Silvana e Emanuel, Helton, Micheline, João, Arthur, Péricles, Hugo e Rosângela, pelo apoio na realização deste trabalho.

Aos meus amigos Igor Gouveia Costa e Rafael Sales Bandeira, pela amizade e carinho durante todos estes anos.

À minha família, pela oportunidade e incentivo de frequentar a faculdade e pelo carinho, amor e amizade.

Ao meu namorado, Eden Pontes Soares, pelo apoio com todo amor e amizade.

Às pessoas que encontrei e fizeram parte dessa jornada na faculdade, que de algum modo tocaram meu coração me dando forças para querer viver mais um dia.

RESUMO

O presente trabalho teve o objetivo de identificar as espécies de algas planctônicas e relacionar a presença delas com a qualidade da água do reservatório Pedra-BA, em diferentes períodos sazonais e em escala bianual. Foram realizadas oito amostragens trimestrais em 13 estações previamente estabelecidas ao longo do reservatório, através de arrastos verticais ao longo da zona eufótica. Foram determinadas as densidades algais, a abundância e a diversidade da comunidade, as associações ecológicas e calculados índices de qualidade de água. A comunidade fitoplanctônica esteve representada por 126 táxons infragenéricos, assim distribuídos: 41 Bacillariophyta; 41 Chlorophyta; 31 Cyanophyta; 8 Euglenophyta; 3 Cryptophyta; 2 Dinophyta e 1 Chrysophyta. A diversidade específica foi considerada baixa, enquanto a equitabilidade foi baixa no período de estudo. A densidade algal foi baixa e *Aulacoseira granulata* (Bacillariophyta) foi a espécie mais numerosa no período de estudo. Não foram observadas diferenças significativas entre as densidades do primeiro e segundo ano e nem entre as estações amostrais. Com relação à qualidade da água, os índices utilizados mostraram que o reservatório encontra-se mesotrófico, ao longo dos diferentes períodos do ano. A utilização de fitoplâncton em índices ecológicos é uma boa ferramenta para a determinação do estado trófico e acompanhamento de alterações ambientais em reservatórios tropicais, embora a escolha de índices bióticos esteja sujeita às características do ambiente.

Palavras-chave: fitoplâncton, bioindicadores, reservatório de hidroelétrica, estado trófico.

ABSTRACT

The present work had the objective of identifying the plankton algae species and relates their presence with the water quality in Pedra reservoir, in different seasonal periods and biannual scale. Eight quarterly surveys in 13 previously established stations and the samples collected throughout the euphotic zone. Algae densities, abundance and diversity, and ecological associations were determined and water quality indexes calculated. The phytoplankton community was represented by 126 infrageneric taxa, distributed as follows: 41 Bacillariophyta; 41 Chlorophyta; 31 Cyanophyta; 8 Euglenophyta; 3 Cryptophyta; 1 Chrysophyta and 2 Dinophyta. The diversity was considered low, while the equitability was also low during the period of study. The algal density was low, and *Aulacoseira granulata* (Bacillariophyta) was the species with highest number in the period of study. Significant differences were not observed in densities during the first and the second years, neither between the sample stations. Regarding water quality, the indexes used showed Pedra reservoir as mesotrophic, throughout the different periods of the year. The use of phytoplankton in ecological indexes is a trustworthy tool for determining the trophic state and monitoring environmental alterations in reservoirs, but the choice of biotic indexes is subject to environmental characteristics.

Key words: phytoplankton, bioindicators, reservoir, trophic state.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	5
AGRADECIMENTOS	6
RESUMO	7
ABSTRACT	8
SUMÁRIO.....	9
LISTAS DE TABELAS E FIGURAS.....	10
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO DA LITERATURA	11
3. ARTIGO CIENTÍFICO.....	15
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
5. REFERÊNCIAS	49
6. ANEXO I-	55

LISTAS DE TABELAS E FIGURAS

Tabela I – Densidades de algas ($\text{org}\times\text{L}^{-1}$), associações fitossociológicas (AF) e estratégias ecológicas (EE), encontradas no reservatório de Pedra-BA, durante o período entre novembro de 2005 a Agosto de 2007. (-) ausência e (?) associação não definida. (□) Abundância e (*) dominância.	38
Tabela II - Diversidade (Div) e equitabilidade (Equit) da comunidade fitoplancônica do reservatório Pedra durante o período de estudo.....	42
Tabela III-Associações fitossociológicas do fitoplâncton encontradas no reservatório de Pedra-BA, Brasil e suas estratégias ecológicas.	43
Tabela IV - Índices de Estado trófico calculados para cada período amostral no reservatório de Pedra-BA, segundo os índices <i>IETM</i> - Índice de Estado trófico Modificado, <i>QM</i> - Índice de assembléia de algas, <i>IS</i> - Índice de saprobidade, <i>Q</i> -Índice ecológico e <i>GI</i> - Índice de assembléia de diatomáceas. (-) ausência de informações para o cálculo do índice.....	44
Figura 1 – Localização das estações de coleta ao longo do reservatório de Pedra-BA.....	45
Figura 2 – Riqueza de espécies ao longo do reservatório Pedra-BA no período de novembro de 2005 a agosto de 2006.	46
Figura 3 – Riqueza de espécies ao longo do reservatório Pedra-BA no período de novembro de 2006 a agosto de 2007.	47

1. INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos constituem uma importante matriz biológica, onde se encontram representantes de diversos grupos de seres vivos, dentre eles o fitoplâncton, que apresenta fundamental importância na manutenção da vida aquática, pois é composta por organismos capazes de converter energia luminosa em energia química.

Estes ecossistemas apresentam variabilidade espacial e temporal que sugerem um elevado grau de incerteza com relação às comunidades fitoplanctônicas. Esta variação ambiental é expressa em características físicas e químicas que resultam da própria estrutura do meio líquido em que se desenvolve o fitoplâncton e das suas interações com fatores atmosféricos (BLANCHER, 1984; DE BERNARDI, 1984).

Dentre os ecossistemas aquáticos que melhor expressam esta variabilidade, estão os reservatórios, considerados como ecossistemas intermediários entre rios e lagos naturais (TUNDISI, 2003). Os usos múltiplos desses ecossistemas dificultam seu manejo e aumentam o grau de interferência e instabilidade na biota aquática (REBOUÇAS, 2006).

Por ser um dos poucos países que possuem numerosos rios com potencial de aproveitamento hidrelétrico, é compreensível que o Brasil tenha implantado um parque gerador de energia elétrica de base predominantemente hídrica, sendo um dos maiores do mundo, em termos absolutos e relativos. Atualmente, as usinas hidroelétricas dão sustentação ao desenvolvimento nacional e ao parque industrial brasileiro, respondendo, nos últimos anos, por quase 97% do total de energia gerada no país, tornando-se altamente dependente desta fonte de energia (REBOUÇAS, 2006).

No Nordeste do Brasil, os reservatórios foram construídos a partir da década de 1950 visando à minimização dos impactos provocados pelas secas periódicas que ocorrem na região, e/ou para contenção de enchentes.

A fim de aperfeiçoar o manejo desses ambientes, faz-se necessário o monitoramento da qualidade física, química e biológica da água, em trechos de rio e reservatórios, permitindo reconhecer alterações do ecossistema e subsidiar trabalhos relativos às intervenções em níveis locais, regionais e da bacia hidrográfica.

É relevante o conhecimento da dinâmica da comunidade fitoplanctônica, pois as flutuações temporais e espaciais em sua composição e biomassa podem ser indicadores eficientes das alterações naturais ou antrópicas nos ecossistemas aquáticos. Além disto, o curto tempo de geração das algas (horas a dias) permite que sejam melhor compreendidos processos como a sucessão ecológica, tornando a comunidade fitoplanctônica útil como modelo para um melhor entendimento de outras comunidades (HARRIS, 1986; SOMMER, 1989) e dos ecossistemas em geral (REYNOLDS, 1997).

Portanto, é importante o monitoramento de variações quantitativas e qualitativas dos grandes grupos taxonômicos de algas planctônicas, associações e/ou espécies dominantes, caracterização limnológica e o conhecimento do estado trófico de reservatórios em escalas espacial e temporal.

Tendo em vista a importância acima relatada e a escassez de estudos tratando desta comunidade em reservatórios hidrelétricos na região nordeste do Brasil, este trabalho teve como objetivo inventariar e identificar as espécies de algas planctônicas e relacionar sua presença com a qualidade da água do reservatório de Pedra-Bahia, Brasil, em diferentes períodos sazonais e em escala bianual.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Os reservatórios têm um importante papel econômico, ecológico e social, produzindo muitas mudanças em bacias e rios. Tundisi & Matsumura-Tundisi (1992) e Rapport (1992) relatam que o entendimento de impactos causados por grandes ou pequenas represas requer o conhecimento prévio das condições originais dos sistemas terrestre e aquático, da diversidade, do mecanismo de funcionamento da flora e fauna, da hidrogeoquímica e das flutuações sazonais.

Um dos principais processos causadores da degradação da qualidade das águas em ambientes lênticos tem sido a eutrofização (VIEIRA *et al.*, 1998), que consiste no enriquecimento das águas por substâncias fertilizantes propiciando o crescimento vegetal excessivo, tanto do fitoplâncton quanto de macrófitas aquáticas (TOLEDO-Jr. *et al.*, 1983; VON SPERLING, 1995; HARREMOES, 1998).

Para comunidades fitoplanctônicas alguns trabalhos foram desenvolvidos em reservatórios de usinas hidrelétricas de diferentes regiões do Brasil como em São Paulo: Calijuri *et al.* (2002), Falco & Calijuri (2002); e no Paraná: Gomes & Miranda (2001), Silva *et al.* (2005), Sotero-Santos (2006), Borges *et al.* (2008); no Maranhão/ Piauí: Pompêo *et al.* (1998); e no Ceará: Dantas *et al.* (2008).

Estudos abordando comunidades fitoplanctônicas, em reservatórios de abastecimento de água, no nordeste do Brasil, foram realizados por Huszar *et al.* (2000); Falcão *et al.* (2002); Bouvy *et al.* (1999, 2000, 2001, 2003); Bittencourt-Oliveira & Molica (2003); Chellapa & Costa (2003), Lazzaro *et al.* (2003); Molica *et al.* (2005); Costa *et al.* (2006) e Moura *et al.* (2006, 2007, 2008).

O progresso na identificação de componentes sensíveis de ambientes aquáticos estudados em larga escala permitiu demonstrar que a presença/ausência de certas espécies sugere o estado geral de condição/degradação do ecossistema (BEYRUTH, 2000). A

distribuição das espécies no ambiente reflete aspectos da variação da qualidade ambiental e esta característica é explorada no conceito dos indicadores biológicos. Como as avaliações ambientais geralmente são realizadas com o objetivo de preservar a qualidade de vida, os seres vivos são excelentes indicadores da saúde dos ecossistemas (BEYRUTH, 2000).

A avaliação sanitária determina os possíveis problemas e suas causas e prescreve o tratamento para a manutenção ou a recomposição das estruturas físicas, químicas e biológicas do ambiente (RAPPORT, 1992).

Segundo Washington (1984), bioindicadores são espécies escolhidas por sua sensibilidade ou tolerância a vários parâmetros, como poluição orgânica, derramamento de óleo, alterações de pH da água, lançamento de pesticidas, entre outros.

Hellawell (1989), Rocha (1992) e Beyruth (2000) consideraram as algas como importantes indicadores do estado trófico, por representarem à comunidade que melhor expressa os efeitos do enriquecimento nas águas abertas. Sua tolerância a poluição orgânica e eficiência como indicadores de poluição por pesticidas e metais pesados está bem documentada no trabalho de Moore (1991).

Estes bioindicadores permitem detectar diferentes níveis de carga orgânica em cursos d'água, fundamentando-se em uma metodologia desenvolvida e aperfeiçoada por Kolenat (1848), Kolwitz & Marsson (1902, 1908, 1909), Cohn (1953) & Liberman (1963), citados por Sládeček (1973). As conseqüências desse impacto dependem de uma complexa combinação de fatores, como volume e carga de efluentes. Para avaliar a qualidade dos reservatórios, geralmente são utilizados parâmetros físicos e químicos ou a avaliação de comunidades biológicas (LOBO & CALLEGARO, 2000).

Os parâmetros físicos e químicos refletem as condições da água no momento em que são aferidos, no entanto, parâmetros bióticos avaliam melhor as mudanças ambientais, porque

a comunidade se desenvolve em um período determinado e reflete condições que não estão mais presentes na hora da coleta da amostra e de sua análise (SALOMONI *et al.*, 2006).

Quando as águas superficiais (lagos, represas e rios) são enriquecidas ocorre um crescimento não controlado de plantas aquáticas, com o florescimento de algas e cianobactérias que podem produzir toxinas nocivas ao homem e aos animais. Essas toxinas podem ser classificadas como hepatotoxinas, citotoxinas e endotoxinas e podem ser de difícil remoção, por serem estáveis e resistentes à hidrólise química ou oxidação (TUNDISI, 2003).

Schoeman & Haworth (1986), Kelly & Whitton (1995) e Kelly (2002) estudaram diferentes comunidades que já foram utilizadas para a avaliação da qualidade da água, em especial o uso de diatomáceas como indicadores potenciais de poluição orgânica e eutrofização.

Vários autores desenvolveram uma variedade de índices para esta finalidade. Estes incluem o índice de Descy (DESCY, 1979), o índice de poluosensibilidade (IPS) (COSTE & DESCY 1991), o índice de saprobidade (SI) (SLÁDEČEK, 1973), o índice genérico para diatomáceas (GDI) (COSTE & AYPHASSORHO, 1991), o índice da Comissão da Comunidade Econômica (CEC) (COSTE & DESCY, 1991), o índice biológico para diatomáceas (IBD) (LENOIR & COSTE, 1996), o índice de assembléia de diatomáceas para a poluição orgânica (DAI) (WATANABE *et al.*, 1986) e o índice trófico para diatomáceas (TDI) (KELLY & WHITTON, 1995).

A abordagem de espécie como indicador tem a vantagem de reduzir a lentidão da detecção da resposta global do ecossistema ao distúrbio (BEYRUTH, 2000).

Modelos de avaliações tais como o índice de Carlson (1977), são ferramentas empregadas para a estimativa do estado trófico em ambientes aquáticos. O mesmo tem sido usado em diferentes ecossistemas aquáticos, incluindo lagoas costeiras (SCHÄFER, 1988) e reservatórios (MATSUMURA-TUNDISI *et al.*, 1986; CALEFFI *et al.*, 1994). A modificação

para este índice proposta por Toledo-Jr *et al.* (1983), também tem sido amplamente empregada para estimar o estado trófico, principalmente de lagos e reservatório de regiões tropicais e subtropicais (MERCANTE & TUCCI-MOURA, 1999).

O monitoramento das condições físicas, químicas e biológicas é importante, mas a classificação das algas, com suas flutuações no espaço e no tempo, são fundamentais para a identificação dos períodos favoráveis aos florescimentos e à concentração de toxinas na água (TUNDISI, 2003).

Salomoni *et al.* (2006) utilizaram diatomáceas no rio Gravataí, no Rio Grande do Sul, analisando o perfil da dominância ao longo de um gradiente de poluição, usando um modelo (TWISPAN) para caracterizar e monitorar a qualidade da água.

Reynolds *et al.* (2002) classificaram algas planctônicas em 31 associações funcionais, usando o conhecimento existente sobre a ecologia das espécies, de suas interações filogenéticas, e a variação sazonal causada pela mudança ambiental. Em um contexto mais amplo, as associações fitoplanctônicas e suas estratégias de sobrevivência são boas ferramentas para caracterizar e prever a dinâmica de ecossistemas aquáticos.

Considerando a importância e a escassez de estudos sobre reservatórios de hidrelétrica e a ampla distribuição geográfica e ecológica das algas planctônicas, faz-se necessário o seu conhecimento e monitoramento.

Neste sentido, objetivou-se identificar as espécies fitoplanctônicas e relacioná-las com a qualidade de água no reservatório de Pedra-Bahia, Brasil, durante um período bianual.

3. ARTIGO CIENTÍFICO

ESTRUTURA DO FITOPLÂNCTON E A SUA UTILIZAÇÃO COMO
INDICADOR DE CONDIÇÕES ECOLÓGICAS NO RESERVATÓRIO DE PEDRA,
BAHIA

Artigo científico a ser encaminhado, a
julgo, para o periódico **Acta Limnologia
Brasiliensia** – ISSN: 0102-6712, editado pela
Sociedade Brasileira de Limnologia.

1 **ESTRUTURA DO FITOPLÂNCTON E A SUA UTILIZAÇÃO COMO INDICADOR**
2 **DE CONDIÇÕES ECOLÓGICAS NO RESERVATÓRIO DE PEDRA, BAHIA**
3 **Fábia Gabriela Pflugrath Carraro¹, Ariadne do Nascimento Moura*² e William Severi³**
4
5

6 1- Department of Biology, Federal Rural University of Pernambuco. Rua Dom Manoel de
7 Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brazil. Zip Code: 52.171-900; fax number:
8 (55) 81 3320 6360; fabiacarraro@hotmail.com

9 2- Department of Biology, Federal Rural University of Pernambuco. Rua Dom Manoel de
10 Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brazil. Zip Code: 52.171-900; fax number:
11 (55) 81 3320 6360; ariadne@db.ufrpe.br;

12 3- Department of Fisheries and Aquaculture, Federal Rural University of Pernambuco. Rua
13 Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brazil. Zip Code: 52.171-
14 900; wseveri@depaq.ufrpe.br

15
16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30 **RESUMO: Estrutura do fitoplâncton e sua utilização como indicador de condições**
31 **ecológicas do reservatório de Pedra, Bahia.** Objetivou-se identificar as espécies
32 fitoplanctônicas e relacioná-las com a qualidade de água no reservatório de Pedra – BA,
33 durante um período bianual. Amostras trimestrais, coletadas entre novembro de 2005 e agosto
34 de 2007, em 13 estações, por arrastos na zona eufótica, foram preservadas, identificadas,
35 quantificadas, enquadradas em associações e estratégias ecológicas e aplicados índices
36 ecológicos. Foram identificados 126 taxa. A maior riqueza de espécies foi verificada em
37 fevereiro de 2007, quando foram identificados 21 taxa, enquanto a menor riqueza foi
38 verificada em novembro de 2006, com 3 taxa. Especialmente, a riqueza não diferiu
39 significativamente entre as estações. Os táxons encontrados no reservatório de Pedra foram
40 agrupados em 24 associações, sendo a maioria pertencente às Cyanophyta. A diversidade foi
41 considerada baixa, enquanto a equitabilidade foi baixa no período de estudo demonstrando
42 que os espécimes não estavam bem distribuídos na comunidade. A densidade algal foi baixa,
43 sendo *Aulacoseira granulata* (Bacillariophyta) o táxon mais abundante durante o período de
44 estudo. Não foram observadas diferenças significativas entre as densidades do primeiro e
45 segundo ano e nem entre as estações amostrais. O Índice de Estado Trófico Modificado
46 classificou o reservatório como mesotrófico, enquanto, o Índice de Saprobidade enquadrou o
47 sistema entre β -mesosapróbico e α -mesosapróbico. O Índice de Assembléia de Algas e o de
48 Assembléia de Diatomáceas classificaram o reservatório como oligo-mesotrófico. O Índice
49 Ecológico enquadrou o sistema como eutrófico. A utilização de fitoplâncton em índices
50 ecológicos é uma boa ferramenta para a determinação do estado trófico. Para a escolha destas
51 metodologias, entretanto, necessita-se de uma análise prévia do ecossistema estudado, pois as
52 espécies podem ser de ocorrência esporádica ou decorrente de algum evento climático.
53 Palavras-chave: dinâmica, microalga, estrutura, ecossistema continental, ferramentas
54 biológicas.

55
56 **ABSTRACT: Structure of phytoplankton and its use as indicator of the ecological**
57 **conditions of the Pedra reservoir in the state of Bahia, Brazil.** The aim of the present study
58 was to identify phytoplankton species and relate them to the water quality of the Pedra
59 reservoir (Bahia, Brazil) over a two-year period. Quartely samplings were carried out along
60 the euphotic zone between November 2005 and August 2007 at 13 stations. Samples were
61 preserved, identified, quantified, and classified as to associations and ecological strategies.
62 Ecological indexes were also determined. A total of 126 taxa were identified. Highest species
63 richness occurred in February 2007, when 21 taxa were identified, whereas the lowest one
64 occurred in November 2006, with 3 taxa. There were no significant spatial differences in
65 richness between stations. The taxa found in the Pedra reservoir were grouped into 24
66 associations, the most of which belonged to Cyanophyta. Diversity was considered low,
67 whereas evenness was low, thereby demonstrating that the species were not well distributed in
68 the community. Algal density was low. *Aulacoseira granulata* (Bacillariophyta) was the most
69 abundant taxon throughout the study. No significant differences were observed between
70 densities in the first and second year or between sampling stations. The Modified Trophic
71 State Index classified the reservoir as mesotrophic, whereas the Saprobity Index classified the
72 system as being between β -mesosaprobic and α -mesosaprobic. The Algae Assemblage Index
73 and Diatomacea Assemblage Index classified the reservoir as oligo-mesotrophic. The
74 Ecological Index classified the system as eutrophic. The use of phytoplankton in ecological
75 indexes is a good tool for the determination of the eutrophic state. For the choice of these
76 methodologies, however a previous analysis of the ecosystem studied is needed, as species
77 may have a sporadic occurrence or occur as a result of a climatic event.
78 Keywords: dynamics, microalgae, structure, continental ecosystem, biological tools.
79

80 **1. Introdução**

81 Reservatórios são ambientes importantes para estudos ecológicos de comunidades
82 fitoplanctônicas, devido principalmente à instabilidade abiótica gerada no corpo da água
83 (Thornton et al., 1990). Muitas variáveis bióticas e abióticas regulam a distribuição espacial e
84 temporal do fitoplâncton nos sistemas aquáticos continentais (Tilzer, 1973).

85 O conhecimento da dinâmica da comunidade fitoplanctônica é relevante, pois as
86 flutuações temporais e espaciais em sua composição e biomassa podem ser indicadores
87 eficientes das alterações naturais ou antrópicas nos ecossistemas aquáticos. Além disto, o
88 curto tempo de geração das algas (horas a dias) permite que sejam melhor compreendidos
89 alguns processos, como a sucessão ecológica, e isto torna a comunidade fitoplanctônica útil
90 como modelo para um melhor entendimento de outras comunidades (Harris, 1986; Sommer,
91 1989).

92 Estudos com a comunidade fitoplanctônica em reservatórios de usinas hidrelétricas
93 foram desenvolvidos em diferentes estados do Brasil, Pompêo et al. (1998), analisaram a
94 heterogeneidade espacial do fitoplâncton no reservatório de Boa Esperança-MA/ PI; Gomes
95 and Miranda (2001), em São Paulo, realizaram estudos na bacia do rio Paraná, Brasil-
96 Paraguai, analisando os fatores limitantes da biomassa fitoplanctônica, utilizando para isso, as
97 características químicas, morfológicas e hidrológicas de 13 reservatórios; Calijuri et al. (2002)
98 estudaram as mudanças temporais do fitoplâncton em dois períodos sazonais distintos: um
99 seco e um chuvoso e identificaram 131 taxa; Falco and Calijuri (2002) estudaram a
100 heterogeneidade espacial da comunidade fitoplanctônica, durante os períodos de inverno de
101 1997 e verão de 1996 no reservatório de Americana-SP; Silva et al. (2005) determinaram as
102 variações na estrutura e dinâmica do fitoplâncton em 5 reservatórios em cascata do rio
103 Iguaçu- PR; Sotero-Santos et al. (2006), analisaram a toxicidade das cianobactérias no
104 Reservatório de Barra Bonita- SP; Borges et al. (2008), verificaram a ocorrência de

105 modificações na comunidade fitoplanctônica, ao longo de curtos intervalos amostrais em um
106 braço do reservatório de Rosana-PR e Dantas et al. (2008), no Ceará, estudaram o reservatório
107 de Araras, de setembro de 2005 a Junho de 2006, e encontraram 93 taxa, tendo a maior
108 riqueza sido de Chlorophyta.

109 A ocorrência de determinadas espécies pertencentes ao fitoplâncton ou zooplâncton,
110 permite que se façam inferências sobre a qualidade da água de ecossistemas aquáticos, uma
111 vez que a distribuição das espécies reflete as condições ambientais (Beyruth, 2000). Sobre
112 isto, Washington (1984) diz que são entendidas como “bioindicadores”, aquelas espécies
113 escolhidas para caracterizar o sistema por possuírem sensibilidade ou tolerância a estresses ou
114 determinadas condições ecológicas do ambiente.

115 Os trabalhos desenvolvidos em ambientes brasileiros que utilizam tais bioindicadores
116 são escassos. Apenas Beyruth (2000), que utilizou dados físicos, químicos e biológicos –
117 quali-quantitativos da análise de algas e estas foram utilizadas como indicadores da qualidade
118 da água da represa do Guarapiranga, estudada entre 1991 e 1992, a partir de dados obtidos
119 semanalmente (56 campanhas), em duas estações de amostragem.

120 A vantagem do monitoramento com o uso de bioindicadores é que as comunidades
121 biológicas refletem amplamente a qualidade ecológica e integram os efeitos dos diferentes
122 fatores que fornecem uma medida do impacto ecológico e da flutuação da condição ambiental
123 (Kelly and Whitton, 1995). Vários autores desenvolveram uma variedade de índices
124 utilizando comunidades para esta finalidade, tais como: Nygaard (1949) Sládeček (1973);
125 Kelly and Whitton (1995); Wu (1999) e Padisák et al. (2006).

126 No Brasil, trabalhos têm sido realizados com o uso de índices para classificação de
127 ambientes aquáticos, como o desenvolvido pela CETESB (2006), utilizado por Basso and
128 Carvalho (2007); a classificação do CONAMA (BRASIL, 2005), aplicado por Borges et al.

129 (2008); e o Índice de Estado Trófico de Carlson (1977), modificado por Toledo Júnior et al.
130 (1983), utilizado por Mercante and Tucci-Moura (1991).

131 Considerando a importância dos reservatórios quanto à diversidade florística e tendo
132 em vista a ampla distribuição geográfico-ecológica das algas planctônicas, o presente estudo
133 teve como objetivo inventariar e identificar as espécies de algas planctônicas e relacionar sua
134 presença com a qualidade da água do reservatório de Pedra-BA, Brasil, em diferentes
135 períodos sazonais e em escala bianual.

136

137 **2. Material e Métodos**

138 O reservatório de Pedra (13°52'S e 040°14'W) foi construído a partir do represamento
139 do rio de Contas pela Usina Hidrelétrica de Pedra, que teve início operacional em 1976, e está
140 situado a uma distância de 18 km a montante da cidade de Jequié – BA. Localiza-se numa
141 região limítrofe entre a caatinga e a zona da mata. A região apresenta uma faixa caracterizada
142 por clima tipo BSh (semi-árido quente) (Köppen, 1936).

143 Na região do reservatório de Pedra, nos dois anos de estudo o período seco ocorreu de
144 dezembro a outubro e o período chuvoso foi representado apenas pelo mês de novembro. A
145 temperatura média anual foi de 24°C e a precipitação média foi de 935 mm por ano (INPE,
146 2008).

147 Durante o período estudado, as estações de amostragem do reservatório de Pedra
148 apresentaram profundidade mínima de 0,35m e máxima de 30,0 m, a transparência de Secchi
149 variou entre 0,3 a 4,0 m, águas com oxigênio próximo à saturação, pH variando de neutro a
150 levemente alcalino, baixas concentrações de nitrogênio e elevados teores de fósforo total
151 (William Severi, dados não publicados).

152 Foram realizadas oito amostragens com intervalo trimestral, entre novembro de 2005 e
153 agosto de 2007, sendo o período chuvoso (PC) correspondente a novembro de 2005 e 2006 e

154 o período seco (PS) a fevereiro, maio e agosto de 2006 e fevereiro, maio e agosto de 2007, em
155 13 estações georeferenciadas, distribuídas ao longo das diferentes regiões do reservatório e
156 nas reentrâncias do corpo central (Fig. 1).

157 As coletas do material biológico iniciaram-se a partir da profundidade em que o
158 fotômetro Licor-250[®] detectou o final da zona eufótica até a superfície, a fim de obter algas
159 de diferentes profundidades que estivessem presentes na coluna da água. Os volumes filtrados
160 foram calculados a partir da equação: Volume (m³) = seção transversal da rede (m²) ×
161 distância percorrida (m), onde a distância corresponde à profundidade de arrasto ao longo da
162 coluna. Estes arrastos foram realizados com rede cônico-cilíndrica de 25µm de abertura de
163 malha e as amostras preservadas com solução de lugol acético até o momento da análise.

164 Para a identificação dos táxons foram confeccionadas lâminas permanentes (Carr et al.
165 1986) e semipermanentes observadas em microscópio óptico Zeiss[®] Jenaval[®] e identificadas
166 segundo John *et al.* (2002), Komárek and Anagnostidis (1999; 2005) e Lange-Bertalot (1995).
167 Todas as amostras estão depositadas no Herbário Professor Vasconcelos Sobrinho da
168 Universidade Federal Rural de Pernambuco.

169 A determinação da densidade fitoplanctônica foi realizada segundo Utermöhl (1958)
170 com utilização de transectos verticais e horizontais. A partir da composição fitoplanctônica e
171 das densidades das espécies, foram calculadas a diversidade específica (bit×org⁻¹) e
172 equitabilidade, de acordo com Pielou (1966). A dominância e abundância de espécies foram
173 calculadas segundo Lobo and Leighton (1986).

174 O enquadramento das associações fitoplanctônicas foi baseado na classificação
175 fitossociológica de Reynolds et al. (2002), e as estratégias de sobrevivência segundo Kruk et
176 al. (2002).

177 Para a avaliação do estado trófico do reservatório, foi utilizado o índice de Estado
178 trófico de Carlson (1977), modificado por Toledo Júnior et al. (1983)-*IETM*, que é calculado

179 utilizando-se valores de clorofila-*a*, transparência, fosfato total e fosfato inorgânico. A
180 classificação utilizada foi aquela proposta por Kratzer and Brezonik (1981), onde: ultra-
181 oligotrófico (<20), oligotrófico (21–40), mesotrófico (41–50), eutrófico (51–60) e hipertrófico
182 (<61). Foram calculados também o Índice ecológico-*Q* (Padisák et al., 2006), que é calculado
183 com base nas associações ecológicas, o Índice de saprobidade - *IS* (Sládeček, 1973), que
184 utiliza a riqueza de espécies e atribui peso às espécies frequentes; o Índice de assembléia de
185 algas - *Q_M* (Nygaard, 1949), calculado a partir de coeficientes planctônicos baseados na
186 relação entre diferentes grupos de algas, para caracterizar o grau de trofia, e o Índice de
187 assembléia de diatomáceas – *GI*, proposto por Wu (1999), que foi calculado utilizando seis
188 gêneros de algas.

189 Os dados obtidos foram analisados através de estatística descritiva e teste de variância
190 ($p \leq 0,05$) com auxílio do *software* Statistica[®] v.6 (Statsoft, 2001).

191

192 3. Resultados

193 Durante os dois anos de estudo, a comunidade fitoplanctônica do reservatório de Pedra
194 esteve representada por 125 taxa infragenéricos distribuídos em sete divisões: 41
195 Chlorophyta; 39 Bacillariophyta; 31 Cyanophyta; 8 Euglenophyta; 3 Cryptophyta; 2
196 Dinophyta e 1 Chrysophyta (Tab. I).

197 As Chlorophyta foram melhor representadas por *Closterium* (4 espécies), *Coelastrum*
198 (3 espécies) e *Scenedesmus* (3 espécies). Dentre as Bacillariophyta, *Fragilaria*, *Gomphonema*
199 e *Pinnularia*, todos com quatro espécies e as Cyanophyta por *Oscillatoria* e *Microcystis* com
200 respectivamente, cinco e quatro espécies. Euglenophyta esteve representada por
201 *Trachelomonas* (4 espécies) e *Phacus* (2 espécies). Cryptophyta foi representada por
202 *Cryptomonas* (2 espécies), Dinophyta por *Peridinium* (2 espécies) e Chrysophyta, apenas por
203 *Mallomonas* (Tab. I).

204 A maior riqueza de espécies durante todo o período de estudo, foi verificada em
205 fevereiro de 2007, em PED12, período seco, quando foram identificados 21 taxa, enquanto a
206 menor foi verificada em novembro de 2006, em PED 11, período chuvoso, com 3 taxa.
207 Espacialmente, a riqueza não diferiu significativamente entre as estações ($F=0,58$; $p>0,05$)
208 (Fig. 2 e 3).

209 Durante o primeiro ano de estudo (novembro de 2005 a agosto de 2006) foram
210 identificadas 83 espécies, tendo a menor riqueza sido verificada em PED 09, com apenas uma
211 espécie, e a maior em PED 01 com 21 espécies, ambas em novembro de 2005 (Fig. 2).

212 No primeiro ano de estudo, não foram verificadas diferenças significativas na riqueza
213 entre os períodos sazonais ($F=3,74$; $p>0,05$), nem entre as estações amostrais ($F=9,67$;
214 $p>0,05$).

215 Durante o segundo ano de estudo (novembro de 2006 a agosto de 2007), foram
216 identificadas 90 espécies, tendo a menor riqueza sido verificada em PED 11 em novembro de

217 2006, quando foram identificadas apenas 3 espécies e a maior riqueza em PED 12, quando
218 foram verificadas 21 espécies, em fevereiro de 2007 (Fig. 3).

219 Durante o segundo ano, também não foram verificadas diferenças significativas na
220 riqueza entre os períodos sazonais ($F=4,89$; $p>0,05$) e as estações amostrais ($F=12,41$;
221 $p>0,05$).

222 Não foram observadas diferenças significativas nas densidades entre os períodos
223 sazonais ($F=0,18$; $p>0,05$) e nem entre as estações amostrais ($F=0,59$; $p>0,05$), durante todo o
224 período de estudo.

225 As densidades fitoplanctônicas no primeiro ano de estudo variaram de $1,0 \text{ org} \times \text{L}^{-1}$ em
226 PED 05, em novembro de 2005, a $8,5 \times 10^4 \text{ org} \times \text{L}^{-1}$ em PED 02, verificada em agosto de 2006.

227 Durante o primeiro ano de estudo, ocorreram diferenças significativas nas densidades,
228 entre os períodos sazonais ($F=20,24$; $p \leq 0,05$), no entanto, não ocorreram diferenças
229 significativas entre as estações amostrais ($F=17,48$; $p>0,05$).

230 As densidades fitoplanctônicas no segundo ano de estudo variaram de $28 \text{ org} \times \text{L}^{-1}$ que
231 ocorreu em PED 10, no mês de fevereiro de 2007, a $1,2 \times 10^5 \text{ org} \times \text{L}^{-1}$ em PED 13, em agosto
232 de 2007.

233 No segundo ano, diferenças entre as densidades foram verificadas entre os períodos
234 sazonais ($F=9,64$; $p \leq 0,05$), mas não entre as estações amostrais ($F=14,87$; $p>0,05$).

235 Durante todo o período de estudo, as Chlorophyta apresentaram maior riqueza,
236 respectivamente 31 e 22 espécies para os anos de 2005-2006 e 2006-2007.

237 Durante o período seco do primeiro ano de estudo (novembro de 2005 a agosto de
238 2006), as espécies abundantes foram *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Coelastrum*
239 *pseudomicroporum* Korshikov, *Coelastrum reticulatum* (Dangeard) Senn, *Geitlerinema*
240 *unigranulatum* (Singh) Komárek & Azevedo, *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing,
241 *Oscillatoria terebriformis* Agardh ex Gomont e *Geitlerinema amphibium* (Agardh)

242 Anagnostidis, tendo apenas *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen sido dominante
243 (Tab.1).

244 No período chuvoso deste ano, as espécies abundantes foram *Sphaerocystis schroeteri*
245 Chodat, *Micractinium pusillum* Fresenius, *Dictyosphaerium pulchellum* Wood e apenas
246 *Coelastrum reticulatum* (Dangeard) Senn foi dominante (Tab.1).

247 Durante o período seco do segundo ano de estudo (novembro de 2006 a agosto de
248 2007) as espécies abundantes foram *Geitlerinema unigranulatum* (Singh) Komárek and
249 Azevedo, *Microcystis* sp., *Oscillatoria sancta* Kützing ex Gomont, *Planktothrix agardhii*
250 (Gomont) Anagnostidis & Komárek, *Pseudanabaena limnetica* (Lemmermann) Komárek,
251 *Cyclotella meneghiniana* Kützing, *Cymbella spicula* Hustedt, *Fragilaria crotonensis* Kitton,
252 *Melosira distans* (Ehrenberg) Kützing, *Navicula* sp., *Nitzschia palea* (Kützing) Smith,
253 *Pinnularia subcapitata* Gregory, *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère, *Coelastrum reticulatum*
254 (Dangeard) Senn, *Dictyosphaerium pulchellum* Wood, *Oocystis pusilla* Hansgirg,
255 *Sphaerocystis schroeteri* Chodat, *Spirogyra* sp, *Cryptomonas ovata* Ehrenberg, tendo apenas
256 *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen sido dominante (Tab.1).

257 No período chuvoso deste ano, as espécies abundantes foram *Aulacoseira granulata*
258 (Ehrenberg) Simonsen, *Micractinium pusillum* Fresenius, *Cylindrospermopsis raciborskii*
259 (Woloszynska) Seenaya and Subba Raju, *Microcystis wesenbergii* (Komárek) Komárek e
260 apenas *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing foi dominante (Tab.1).

261 Diferença significativa foi observada na diversidade das algas entre os dois períodos
262 amostrais ($F= 2,59$; $p\leq 0,05$). No primeiro ano, a diversidade foi mais elevada que no segundo
263 ano. A maior diversidade de espécies foi verificada em fevereiro de 2007, enquanto a menor
264 ocorreu em novembro de 2005 ($F= 7,89$; $p\leq 0,01$) (Tab. II), embora não tenha diferido
265 espacialmente ($F= 0,66$; $p>0,05$). Não houve diferença significativa entre os períodos sazonais
266 para a diversidade ($F= 0,66$; $p>0,05$) (Tab. II). Espacialmente, os valores de equitabilidade

267 assemelharam-se ($F= 0,69$; $p>0,05$). Diferença significativa foi observada sazonalmente para
268 a equitabilidade, com o maior e o menor valor respectivamente em fevereiro de 2007 e
269 novembro de 2005 ($F=7,88$; $p\leq 0,01$) (Tab. II).

270 Apesar de não ter sido verificada diferença significativa para os valores de diversidade
271 de espécies ($F=21,57$; $p>0,05$) durante o primeiro ano, houve variação de $0,0001 \text{ bit}\times\text{org}^{-1}$ em
272 novembro de 2005 a $3,12 \text{ bit}\times\text{org}^{-1}$ em maio de 2006, tendo sido verificada alta diversidade.
273 Para a equitabilidade, sazonalmente verificou-se diferença significativa ($F=21,78$; $p\leq 0,05$),
274 uma vez que os valores variaram entre $0,0001$ em novembro de 2005 a $0,51$ em maio de 2006
275 (Tab. II).

276 A diversidade de espécies no segundo ano variou de $0,005$ a $3,4 \text{ bit}\times\text{org}^{-1}$, ambos
277 durante o mês de fevereiro de 2007, no entanto, não foi verificada diferença significativa
278 ($F=10,04$; $p>0,05$). Para a equitabilidade, os valores variaram entre $0,52$ em novembro de
279 2005 a $0,04$ em maio de 2006, embora não tenha sido verificada diferença significativa
280 ($F=13,70$; $p>0,05$).

281 Os táxons encontrados no reservatório de Pedra foram agrupados em 24 associações,
282 sendo Cyanophyta com 8 (H_2 , K, Z, Sn, S_1 , L_0 , M, S_2), estas tiveram como estratégias
283 ecológicas, respectivamente, CS, CS, C, R, R, S, S, R; Chlorophyta com 7 (J, X_1 , P, N, G, F,
284 T), com suas estratégias, CR, C, R, R, CS, CS, S, respectivamente; 4 de Bacillariophyta (P, B,
285 D, A) com, R, CR, R, S; Euglenophyta com 2 (W_1 e W_2) e R/CR/CSR como estratégias para
286 ambas associações e com 1 Chrysophyta (E) com estratégia S, Cryptophyta (Y) com CRS e
287 Dinophyta (L_0) com S (Tab. I e III).

288 O Índice de Estado Trófico Modificado (*IETM*), classificou o reservatório de Pedra
289 como predominantemente mesotrófico, tendo apenas em novembro de 2005 sido classificado
290 como eutrófico (Tab. IV).

291 Ao utilizar o Índice Ecológico (Q), foi verificado que o sistema estudado encontra-se
292 eutrófico, com exceção dos meses de agosto de 2006 e agosto de 2007, quando esteve
293 oligotrófico (Tab. IV).

294 O Índice de Saprobidade (IS) classificou o reservatório entre β -mesosapróbio e α -
295 mesosapróbio, indicando um aumento no grau de trofia entre o primeiro e o segundo ano de
296 estudo (Tab. IV).

297 O Índice de Assembléia de Algas (QM) classificou o reservatório como hipertrófico
298 durante todo o período de estudo, enquanto o Índice de Assembléia de Diatomáceas (GI),
299 mostrou que houve variação na trofia do sistema durante os meses de coleta. Contudo, o
300 reservatório de Pedra foi enquadrado como oligo-mesotrófico, exceto no mês de agosto de
301 2007, quando foi enquadrado como eutrófico (Tab. IV).

302

303 **4. Discussão**

304 A microflora planctônica do reservatório de Pedra apresentou simbólica riqueza de
305 espécies durante o primeiro e o segundo anos de estudo, com 83 e 90 taxa, respectivamente.
306 Em comparação com outros estudos realizados em reservatórios hidrelétricos do Brasil como
307 os desenvolvidos por Calijuri et al. (2002), que identificaram 131 taxa, no reservatório de
308 Barra Bonita-SP; Pompêo et al. (1998) que estudaram a heterogeneidade espacial do
309 fitoplâncton no reservatório de Boa Esperança-PI/MA e observaram a comunidade composta
310 de 102 taxa e Dantas et al. (2008), que estudaram as características da comunidade
311 fitoplanctônica no reservatório de Araras no Ceará e encontraram 93 taxa ao longo de 16
312 estações distribuídas no eixo central do reservatório.

313 Chlorophyta e Bacillariophyta foram os grupos taxonômicos que predominaram em
314 número de taxa no reservatório de Pedra, semelhante ao observado por Calijuri et al. (2002),

315 no reservatório de Barra Bonita-SP e Silva et al. (2005), em reservatórios do rio Iguaçu-PR e
316 Borges et al. (2008).

317 Em relação à sazonalidade, determinada pelo clima da região de estudo, a riqueza das
318 Chlorophyta parece ter sido favorecida pelas temperaturas mais elevadas, enquanto que as
319 Bacillariophyta, segundo Reynolds et al. (2002), estão relacionadas à turbulência na água.
320 Neste sentido, Lopes et al. (2005) comentam que em reservatórios oligo-mesotróficos,
321 algumas espécies de Bacillariophyta ocorrem em maiores densidades devido às suas pequenas
322 dimensões, enquanto Espíndola et al. (1996) relatam que as Bacillariophyta possuem maior
323 capacidade de sedimentação, visto que os seus representantes apresentam densidade superior
324 à da água e a sua distribuição na coluna da água depende da turbulência.

325 No reservatório de Pedra-BA, a Bacillariophyta mais representativa foi *Fragilaria*,
326 enquanto Pompêo et al. (1998), registraram como *Surirella* a mais representativa no
327 reservatório de Boa Esperança-PI/MA.

328 A presença de *Aulacoseira* é um bom indicador da ocorrência de turbulência, visto que
329 suas frústulas pesadas possuem elevada taxa de sedimentação e requerem ambiente turbulento
330 para permanecerem na coluna da água (Wollin and Duthie, 1997). Tundisi (1990) sugeriu que
331 as diatomáceas, especialmente *Aulacoseira*, dominam no plâncton de reservatórios brasileiros,
332 em situações de maior turbulência e durante episódios de ventos fortes, com a diminuição do
333 tempo de residência, corroborando com o que foi encontrado no reservatório de Pedra, onde
334 *A. granulata* foi dominante e presente em quase todas as estações de coleta. Em reservatórios
335 do rio Iguaçu-PR, a dominância de *A. granulata* esteve sempre associada a alta concentração
336 de nutrientes, águas bem misturadas e com alta turbidez, (Silva et al. 2005).

337 No reservatório de Pedra, as Cyanophyta, especialmente *M. aeruginosa*,
338 predominaram durante o mês de novembro de 2006 (período chuvoso), quando ocorreram
339 elevadas concentrações de nutrientes, que causam redução na penetração da luz.

340 A densidade fitoplanctônica total encontrada em Pedra ($9,8 \times 10^5 \text{ org} \times \text{L}^{-1}$) foi
341 semelhante à encontrada em outras pesquisas, como em Costa et al. (2006), que estudou o
342 fitoplâncton na Barragem Armando Ribeiro Gonçalves-RN e que encontrou uma densidade
343 total de $7,4 \times 10^5 \text{ org} \times \text{L}^{-1}$, tendo as Cyanophyta apresentado as maiores densidades, enquanto
344 Calijuri et al. (2002), avaliou as mudanças temporais em dois períodos sazonais, no
345 reservatório de Barra Bonita-SP, e encontrou a densidade de $1,8 \times 10^9 \text{ org} \times \text{L}^{-1}$.

346 Durante o período de estudo os meses de chuva foram caracterizados por maior
347 densidade de cianobactérias, como *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Microcystis aeruginosa*,
348 cuja presença em ecossistemas aquáticos continentais tem aumentado frequentemente como
349 resultados da eutrofização (Dantas et al. 2008).

350 No reservatório de Pedra, as estações de coleta apresentaram uma nítida
351 heterogeneidade espacial, marcada dominância de algumas espécies em diferentes estações
352 amostrais e diferenças nas densidades. As estações que apresentaram alta riqueza de espécies
353 durante o período de estudo foram PED 01, correspondente ao início do reservatório, trecho
354 lótico, caracterizado por maior riqueza de espécies do grupo das Chlorophyta ao longo do
355 período de estudo, enquanto, Pompêo et al. (1998), em Boa Esperança, observaram que
356 algumas estações apresentaram maior riqueza de táxons das classes Cyanophyceae e
357 Chlorophyceae.

358 No reservatório de Pedra, durante o período de estudo foram encontradas 24
359 associações, sendo a maioria pertencentes as Cyanophyta, seguido das Chlorophyta. De modo
360 semelhante, enquanto Dantas et al. (2008), estudaram as características da comunidade
361 fitoplanctônica no reservatório de Araras no Ceará e encontraram 19 grupos funcionais, com
362 predominância de associações de Cyanophyta, seguido das Chlorophyta, o que corrobora com
363 o encontrado no reservatório de Pedra.

364 As metodologias de determinação de estado trófico fundamentados nas comunidades

365 mostraram-se eficientes quando aplicadas em um reservatório tropical (Wu and Kow 2002;
366 Silva 2005; Padisák et al. 2006).

367 As espécies que compõem o fitoplâncton são amplamente utilizadas para avaliação do
368 estado trófico dos ecossistemas aquáticos (Beyruth 2000). Diferentes variáveis foram
369 analisadas para caracterização trófica do reservatório de Pedra. Os resultados obtidos
370 mostraram que o reservatório possui flora característica de ambiente mesotrófico, embora
371 alguns índices tenham apresentado resultados divergentes, devido ao fato de alguns deles
372 serem baseados em espécies com ocorrência esporádica.

373 A análise do índice de estado trófico quando aplicado em um reservatório tropical
374 como o reservatório de Pedra, classificou como oligo-mesotrófico.

375 Nygaard (1949) descreveu coeficientes planctônicos baseados na relação entre
376 diferentes grupos de algas, a fim de caracterizar o grau de trofia. Para o reservatório de Pedra,
377 o Índice de Assembléia de Algas classificou o reservatório como hipertrófico. Silva (2005),
378 quando aplicou o mesmo índice a outro reservatório tropical, o reservatório de Lago Monte
379 Alegre em São Paulo, classificado como eutrófico, levou em conta a complexidade dos táxons
380 e comparou a outros ambientes tropicais, subtropicais e temperados como aspectos para a
381 caracterização trófica. Brook (1981) descreveu algumas deficiências deste índice, mas
382 Nygaard (1991) relata que outros autores atestam sua adequação em avaliações de níveis
383 tróficos, o que é corroborado por Silva (2005) e pelo presente estudo.

384 Wu (1999) utilizou o índice de diatomáceas, que é baseado em seis gêneros, nos rios
385 Keelung e Tsanwun de Taiwan e concluiu ser uma boa ferramenta, embora tenha excluído
386 alguns gêneros ocorrentes nos rios estudados. Este índice classificou o reservatório de Pedra
387 como oligo-mesotrófico.

388 O Índice de Saprobidade classificou o reservatório entre β -mesosapróbio e α -
389 mesosapróbio, mesmo levando em consideração a riqueza de espécies. Algumas

390 determinações para seu cálculo recebem algumas críticas como: os valores atribuídos às
391 espécies são subjetivos e alguns fatores físico-químicos afetam ou limitam a distribuição de
392 certas espécies, considerações também apontadas por Sládeček (1973). Beyruth (2000), na
393 represa do Guarapiranga, estudada entre 1991 e 1992, validou a aplicação do índice, que
394 classificou a represa como oligo-mesotrófico de poluição moderada.

395 Quanto ao Índice Ecológico, que foi calculado com base nas associações ecológicas, o
396 reservatório de Pedra foi classificado como eutrófico, embora os valores atribuídos às
397 associações sejam subjetivos e não levem em consideração espécies que ainda não foram
398 enquadradas nas associações fitoplanctônicas.

399 Padisák et al. (2006) argumentam que o índice Ecológico, descreve as alterações do
400 fitoplâncton e pode ser aplicado para estabelecer o status ecológico sem limitações
401 geográficas.

402 Os índices biológicos foram ferramentas que descreveram a dinâmica trófica do
403 reservatório de Pedra, embora em alguns casos, apresentaram respostas diferentes sobre o
404 mesmo ambiente, deve-se aos diferentes arranjos da comunidade, uma vez que são índices
405 baseados na biota, corroborando com Padisák *et al.* (2006); Silva (2005); Sládeček (1973);
406 Wu (1999).

407

408 **5. Conclusão**

409 No reservatório de Pedra, a flora fitoplanctônica possui uma alta riqueza de espécies,
410 características de ambiente tropical com baixa diversidade e equitabilidade, demonstrando que
411 os espécimes não estavam bem distribuídos na comunidade.

412 No primeiro, ano a diversidade foi mais elevada que no segundo. A equitabilidade não
413 variou durante o período de estudo, indicando um sistema estável, sem grandes alterações.

414 Os resultados obtidos mostraram que o reservatório possui flora característica de

415 ambiente mesótrofico e β -mesosapróbio ao longo do reservatório.

416 Neste trabalho, não é intenção argumentar sobre a superioridade de algum índice em
417 particular, como ferramenta para a monitoração do status ecológico, senão discutir sobre suas
418 possíveis aplicações. No entanto, os índices utilizados, possuem uma sólida qualificação
419 teórica podendo ser utilizados para descrever o estado trófico, embora sejam necessários de
420 estudos adicionais para que se possam adaptar os índices biológicos a os diferentes biomas.

421

422 **Agradecimentos**

423 À Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF) e à Fundação Apolônio Salles de
424 Desenvolvimento Educacional (FADURPE), por fornecerem os subsídios à execução do
425 trabalho.

426

427 **Referências**

428 ANTONELLO, A. Influência das variações sazonais e espaciais nas variáveis limnológicas do
429 reservatório de Boa Esperança, rio Parnaíba, PI-MA. Dissertação (Mestrado em Recursos
430 pesqueiros e Aqüicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2006. 63p.

431 BASSO, ER. and CARVALHO, SL. Avaliação da qualidade da água em duas represas e uma
432 lagoa no município de Ilha Solteira (SP). *Holos Environment*. 2007, v.7, no.1, p.16-29.

433 BEYRUTH, Z. As algas e a previsão da qualidade ambiental - represa do Guarapiranga. In:
434 CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL,
435 27. *Anais...*, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, São Paulo, 2000.

436 BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA.
437 Resolução n. 357, de 17 de Março de 2005: dispõe sobre a classificação dos corpos de água e
438 diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões
439 de lançamentos de efluentes, e dá outras providências. Disponível em:

- 440 <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> > Acessado em: 12 de fevereiro
441 de 2008.
- 442 BORGES, PAF., TRAIN, S. and RODRIGUES, LC. Spatial and temporal variation of
443 phytoplankton in two subtropical Brazilian reservoirs. *Hydrobiologia*, 2008,v. 607 no.1, p.63–
444 74.
- 445 BROOK, AJ. *The Biology of Desmids*. Oxford, Black. Sci. Publ, 1981, 276p.
- 446 CALIJURI, MC., DOS SANTOS, ACA. and JATI, S. Temporal changes in the phytoplankton
447 community structure in a tropical and eutrophic reservoir (Barra Bonita, SP - Brazil). *Journal*
448 *Plankton Research*, 2002, vol. 24, no.7, p.617-634.
- 449 CARR, JM., HERGENRADER, GL. and TROELSTRUP-JR, NH. A simple, inexpensive
450 method for cleaning diatoms. *Transactions of the American Microscopical Society*, 1986, no.
451 105, p.152-157.
- 452 CARLSON, RE. A trophic state index for lakes, Contribution N° 141 – Limnological
453 Research Center, University of Minnesota, Minneapolis, 1977, 17 p.
- 454 CETESB-Compania Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico (2006), Consolidação da
455 seleção de índices e indicadores de qualidade da água. Disponível em:
456 <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/indices.htm>> Acessado em: 12 de fevereiro de 2008.
- 457 COSTA, IAS., AZEVEDO, SMFO., SENNA, PAC., BERNARDO, RR., COSTA, SM. and
458 DANTAS, EW., SEVERI, W., MOURA-JÚNIOR, EG. and MOURA, AN. Heterogeneidade
459 espacial da comunidade fitoplanctonica do reservatório de Araras, estado do Ceará. In:
460 MOURA, AN., ARAÚJO, EL. and ALBUQUERQUE, UP. (eds.). *Biodiversidade, potencial*
461 *econômico e processos ecofisiológicos em ecossistemas nordestinos*. Recife: Comunigraf,
462 2008. 181-205 p.

- 463 ESPÍNDOLA, EG., MATSUMURA - TUNDISI, T. and MORENO, ID. Estrutura da
464 comunidade fitoplanctônica da lagoa albuquerque (Pantanal Matogrossense), Mato Grosso do
465 Sul, Brasil. *Acta Limnológica Brasiliensia*, 1996, no.8, p.13-37.
- 466 FALCO, PB. and CALIJURI, MC. Longitudinal planktonic community distribution in a
467 tropical reservoir (Americana, São Paulo, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 2002,
468 vol.14, p. 27-37.
- 469 GOMES, LC. and MIRANDA, LE. Hydrologic and climatic regimes limit phytoplankton
470 biomass in reservoirs of the Upper Paraná River Basin, Brazil. *Hydrobiologia*, 2001, vol.457,
471 p.205–214.
- 472 HARRIS, GP. *Phytoplankton ecology, structure, function and fluctuation*. London, Chapman
473 & Hall. 1986, 384p.
- 474 INPE, http://satelite.cptec.inpe.br/PCD/historico/consulta_pcdm.jsp.2008
- 475 JONH, DM., WHITTON, BA. and BROOK, AJ. *The freshwater algal flora of the British*
476 *Isles: an identification guide to freshwater and terrestrial algae*, Cambridge University,
477 Cambridge. 2002.
- 478 KELLY, MG. and WHITTON, BA. The tropic diatom index: a new index for monitoring
479 eutrophication in rivers. *Journal of Applied Phycology*, 1995, vol.7, p.433–444.
- 480 KÖPPEN, W. *Das Geographische System der Klimate*. In: *Handbuch der Klimatologie*. Eds.
481 KÖPPEN, W. and GEIGER, R., Gebr. Borntrager, Berlin, Germany. 1936, 1-44p.
- 482 KOMÁREK, J. and ANAGNOSTIDIS, K. Cyanoprokaryota: Chroococales. In: Ettl, H.,
483 Gärtner, G.L., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav
484 Fischer, Stuttgart, 1999, p. 1-545.
- 485 KOMÁREK, J. and ANAGNOSTIDIS, K. Cyanoprokaryota: Oscillatoriales, in: Bridel, B.,
486 Gärtner, G.L., Krienitz, M.S. (Eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Elsevier, London,
487 2005. p. 1-758.

- 488 KRATZER, CR. and BREZONIK, PL. A Carlson type trophic state index for nitrogen in
489 Florida lakes. *Water Resources Bulletin*. 1981, no.17, p.713-714.
- 490 KRUK, C., MAZZEO, N., LACEROT, G. and REYNOLDS, CS. Classification schemes of
491 phytoplankton: selecting an ecological approach for the analysis of species temporal
492 replacement. *Journal Plankton Research*, 2002, vol. 24, p.901-912.
- 493 LANGE-BERTALOT, H. *Iconographia diatomologica: Annotated diatom micrographs*.
494 Konigstein: Koeltz Scientific. 1995.
- 495 LOBO, E. and LEIGHTON, G. Estructuras de las fitocenosis planctonicas de los sistemas de
496 desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. *Revista de Biología Marina y*
497 *Oceanografía*, 1986, no.22, p.143-170.
- 498 LOPES, MRM., BICUDO, CEM. and FERRAGUT, CM. Short term spatial and temporal
499 variation of phytoplankton in a shallow tropical oligotrophic reservoir, southeast Brazil.
500 *Hydrobiologia*, 2005, vol. 542, p. 235-247.
- 501 MERCANTE, CTJ., TUCCI-MOURA, A. Comparação entre os índices de Carlson e de
502 Carlson modificado aplicados a dois ambientes aquáticos subtropicais, São Paulo, SP. *Acta*
503 *Limnologica Brasiliensia*, São Carlos, 1991, v.9, no.1, p.1-14.
- 504 NYGAARD, G. Hydrobiological studies on some Danish ponds and lakes. Part II. The
505 quociente hypothesis and some new or little know phytoplankton organisms. *K. Svenska*
506 *Danke Vidensk Akad. Selskab*. 1949, vol.7, p.1-293.
- 507 PADISÁK, J., BORICS, G., GRIGORSZKY, I. and SOROCZKI-PINTER, E. Use of
508 phytoplankton assemblages for monitoring ecological status of lakes within the Water
509 Framework Directive: the assemblage index. *Hydrobiologia*, 2006, vol.553, p.1-14.
- 510 PIELOU, EC. The measurement of diversity in different types of biological collections.
511 *Journal of Theoretical Biology*, 1966, vol.13, p.131-144.
- 512 POMPÊO, MLM., MOSCHINI-CARLOS, V., COSTA-NETO, JP., CAVALCANTE, PRS.,
513 IBAÑEZ, MSR., FERREIRA-CORREIA, MM. and BARBIERI, R., Heterogeneidade

- 514 espacial do fitoplâncton no reservatório de Boa Esperança (Maranhão-Piauí, Brasil). Acta
515 Limnologica Brasiliensia, 1998, vol.10, p.101-113.
- 516 REYNOLDS, CS., HUSZAR, V., KRUK, C., NASELLI-FLORES, L. and MELO, S.
517 Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. Journal of Plankton
518 Research, 2002, vol.24, p.417-428.
- 519 SILVA, LHS. Fitoplâncton de um reservatório eutrófico (lago Monte Alegre), Ribeirão Preto,
520 São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de Biologia, 2005, v. 59, no. 1 p.281-303.
- 521 SILVA, CA., TRAIN, S. and RODRIGUES, LC. Phytoplankton assemblages in a Brazilian
522 subtropical cascading reservoir system. Hydrobiologia, 2005, vol.537, p.99–109
- 523 SLÁDEČEK, A. System of water quality from the biological point of view. Archiv fur
524 Hydrobiologie, Beiheft Ergebnisse der Limnologie, Heft, 1973, vol.7, p.1-218.
- 525 STRAŠKRABA, M. and TUNDISI, JG. Guideline of lake management: reservoir water
526 quality management. Kusatsu: International Lake Environment Committee Foundation. 1999,
527 229 p.
- 528 STATSOFT, Statistica (data analysis software system), version 6.
529 <<http://www.statsoft.com>>2001.
- 530 SOMMER, U. Plankton ecology, succession in plankton communities. Berlin, Springer
531 Verlag, 1989, 369 p.
- 532 SOTERO-SANTOS, RB., SILVA, CRSE., VERANI, NF., NONAKA, KO. and ROCHA, O.
533 Toxicity of a cyanobacteria bloom in Barra Bonita Reservoir (Middle Tietê River, São Paulo,
534 Brazil). Ecotoxicology and Environmental Safety, 2006, vol. 64, p.163–170.
- 535 THORTON, KW., KIMMEL, BL. and PAYNE, FE. Reservoir Limnology: Ecological
536 perspectives. A wiley Intersciences Publications. Jonh Wiley & Sons, Inc. 1990. p.248
- 537 TILZER, MM. Diurnal periodicity in the phytoplankton assemblage of a high mountain lake.
538 Limnology and Oceanography, 1973, vol. 18, p.15- 30.

- 539 TOLEDO-JÚNIOR, AP., AGUDO, EG., TALARICO, M. and CHINEZ, SJ. Aplicação de
540 modelos simplificados para avaliação da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais, In:
541 *ABES*, Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, CETESB, 1983, São Paulo.
- 542 TUNDISI, JG. Ecologia, limnologia e aspectos socioeconômicos da construção de
543 hidrelétricas nos trópicos. In: Encontro de Tropicologia, 4, 1987, Recife. Anais. Recife:
544 Universidade de Brasília, CNPq, 1990. 47-85 p.
- 545 UTERMÖHL, H. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik.
546 *Mitteilungen Internationale Vereinigung fuer Theoretische und Angewandte Limnologie*,
547 1958, vol.9, p.1-38.
- 548 WASHINGTON, HG. Diversity, biotic and similarity indices: A review with special
549 relevance to aquatic ecosystems. *Water Research*, 1984, v. 18, p. 653-694.
- 550 WOLLIN, JA. and DUTHIE, HC. Diatoms as indicators of water level change in freshwater
551 lakes. In: E. F. Stoermer and J. P. Smol E.D (eds.). *The applications for the environmental
552 and Earth Sciences Cambridge: Cambridge University Press. 1997.*
- 553 WU, JT. and KOW, LT. Applicability of a generic index for diatom assemblages to monitor
554 pollution in the tropical River Tsanwun, Taiwan. *Journal of Applied Phycology*, 2002, vol.14,
555 no.1 p.63–69.
- 556 WU, JT. A generic index of diatom assemblages as bioindicator of pollution in the Keelung
557 River of Taiwan. *Hydrobiologia*, 1999, vol. 397, no.1 79–87p.

558 Tabela I – Densidades de algas (org×L⁻¹), associações fitossociológicas (AF) e estratégias ecológicas (EE), encontradas no reservatório de Pedra-
 559 BA, durante o período entre novembro de 2005 a Agosto de 2007. (-) ausência e (?) associação não definida. (□) Abundância e (*) dominância.

Táxons	Nov/05	Fev/06	Mai/06	Ago/06	Nov/06	Fev/07	Mai/07	Ago/07	AF	EE
BACILLARIOPHYTA										
<i>Achnanthes pusilla</i> (Grunow) De Toni	-	-	-	-	-	429	-	-	?	?
<i>Anomoeneis seriens</i> Grunow	23	-	-	-	-	-	-	-	?	?
<i>Asterionella formosa</i> Hassall	-	-	-	-	-	-	-	451	?	?
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	28	180*	6614*	145506*	3322	464*	16634*	87196*	P	R
<i>Aulacoseira</i> sp.1	-	-	40	-	-	-	-	-	P	R
<i>Aulacoseira</i> sp.2	-	-	78	-	-	-	-	-	P	R
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	20	-	1028	-	-	429	128	61	?	?
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	52	-	115	71	323	1200	-	4048	B	CR
<i>Cyclotella stelligera</i> Cleve & Grunow Heurck	3	57	-	-	-	-	-	-	B	CR
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Lewin & Reimann	-	-	-	94	-	-	-	-	?	?
<i>Cymbella naviculiformis</i> (Auerswald) Cleve	-	-	92	-	-	-	-	-	?	?
<i>Cymbella spicula</i> Hustedt	41	362	-	-	400	17058	-	-	?	?
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) Mann	-	-	64	94	-	-	-	-	?	?
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	-	-	-	-	400	210	-	-	P	R
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	-	-	-	-	-	-	896	941	P	R
<i>Fragilaria javanica</i> Hustedt	-	-	-	-	-	400	-	-	P	R
<i>Fragilaria</i> sp.	-	-	-	-	-	-	289	-	P	R
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg	4	-	-	-	-	-	-	400	D	R
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	11	-	-	-	-	428	-	400	D	R
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	-	-	-	-	-	400	-	-	D	R
<i>Gomphonema turris</i> Ehrenberg	-	-	-	-	-	429	-	-	D	R
<i>Gyrosigma balticum</i> (Ehrenberg) Rabenhorst	18	-	-	-	-	-	-	-	D	?
<i>Gyrosigma</i> sp.	-	-	-	-	-	141	337	47	D	?
<i>Melosira distans</i> (Ehrenberg) Kützing	-	-	-	3071	-	-	1008	-	P	R
<i>Melosira varians</i> Agardh	20	-	-	-	-	734	96	154	P	R
<i>Navicula</i> sp.	-	57	-	94	-	-	2496	1600	D	R
<i>Nitzschia paleaeformis</i> Hustedt	-	-	-	2114	400	-	-	-	D	R
<i>Nitzschia nana</i> Grunow	-	-	-	-	-	1286	-	-	D	R
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) Smith	-	3	73	189	-	80600	-	-	D	R
<i>Pinnularia hemiptera</i> (Kützing) Cleve	-	-	-	-	-	1286	-	-	A	S
<i>Pinnularia maior</i> (Kützing) Cleve	-	56	-	-	-	-	-	-	A	S
<i>Pinnularia mesolepta</i> (Ehrenberg) Smith	-	-	-	-	-	800	-	-	A	S
<i>Pinnularia subcapitata</i> Gregory	-	-	-	-	-	10286	-	-	A	S
<i>Pleurosira laevis</i> Compère	10	-	-	829	2800	-	-	-	?	?

560

561

562

563 Tabela I - Continuação.

Táxons	Nov/05	Fev/06	Mai/06	Ago/06	Nov/06	Fev/07	Mai/07	Ago/07	AF	E Es
<i>Surirella robusta</i> Ehrenberg	-	-	-	-	-	-	-	47	A	?
<i>Synedra acus</i> Kützing	2	-	-	-	-	-	-	-	D	R
<i>Synedra rumpens</i> Kützing	-	78	92	-	81	-	96	-	D	R
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	1	433	143	2525	57	15481	1667	494	D	R
<i>Urosolenia eriensis</i> (Smith) Round & Crawford	-	-	-	-	-	400	-	-	A	S
CHLOROPHYTA										
<i>Actinastrum gracillimum</i> Smith	-	-	-	-	141	-	400	-	J	CR
<i>Ankyra judayi</i> (Smith) Fott	-	-	-	-	-	-	96	-	X ₁	?
<i>Chlorella vulgaris</i> Beijerinck	-	28	-	-	-	-	192	-	X ₁	C
<i>Chlorococcum infusionum</i> (Schrack) Meneghini	20	-	-	-	-	-	-	-	?	?
<i>Closterium ehrenbergii</i> Meneghini ex Ralfs	-	-	-	-	-	-	-	-	P	R
<i>Closterium kuetzingii</i> Brébisson	-	64	-	-	-	-	-	-	P	R
<i>Closterium setaceum</i> Ehrenberg ex Ralfs	-	-	-	-	121	-	-	-	P	R
<i>Closterium</i> sp.	-	35	-	94	-	-	-	400	P	R
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli	-	-	137	259	137	35	770	785	J	CR
<i>Coelastrum pseudomicroporum</i> Korshikov	19	52781	-	-	-	-	-	47	J	CR
<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dangeard) Senn	64205*	28536*	149*	589*	283	3857	192	202	N	R
<i>Cosmarium bioculatum</i> Brébisson ex Ralfs	-	-	-	-	-	28	-	-	N	R
<i>Cosmarium</i> sp.	-	-	73	-	-	-	-	-	N	R
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood	3233	212	236	283	-	332	3110	553	J	CR
<i>Dimorphococcus lineatus</i> Braun	35	-	-	-	-	-	-	-	?	?
<i>Eremosphaera eremosphaeria</i> (Smith) Smith & Bold	-	-	-	-	-	-	-	147	?	?
<i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg	-	-	-	-	-	-	96	-	G	CS
<i>Golenkinia radiata</i> Chodat	-	-	-	71	-	-	-	-	J	CR
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) Möbius	-	-	-	-	-	33	-	-	J	CR
<i>Micractinium pusillum</i> Fresenius	507	1787	-	-	849	-	-	-	?	J
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	37	28	68	-	-	-	-	-	X ₁	C
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová	24	-	-	660	-	170	-	101	X ₁	C
<i>Mougeotia</i> sp.	50	53	-	-	-	1055	-	-	T	S
<i>Neochloris</i> sp.	-	-	-	-	-	1064	-	-	?	?
<i>Oedogonium</i> sp.	1	-	120	-	-	-	-	-	?	?
<i>Oocystis lacustris</i> (Chodat) Smith	-	977	19	-	-2959	26	396	-	F	CS
<i>Oocystis pusilla</i> Hansgirg	1375	4547	-	-	-	5010	460	7254	F	CS

564

565

566

567 Tabela I – Continuação.

Táxons	Nov/05	Fev/06	Mai/06	Ago/06	Nov/06	Fev/07	Mai/07	Ago/07	AF	EE
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i> Smith	-	-	-	-	-	520	-	-	?	?
<i>Quadrigula chodatii</i> (Tanner-Füllemann) Smith	-	-	-	-	-	-	-	247	F	CS
<i>Quadrigula lacustris</i> (Chodat) Smith	-	85	-	-	-	-	-	-	F	CS
<i>Radiococcus planktonicus</i> Lund	-	-	-	-	-	106	1139	202	?	?
<i>Scenedesmus bijugus</i> (Turpin) Kützing	26	64	-	-	-	-	-	-	J	CR
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehrenberg) Chodat	-	-	-	94	-	-	-	-	J	CR
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Brébisson ex Ralfs	-	28	19	-	-	1468	-	-	J	CR
Schroederia sp. 1	-	35	-	-	-	-	-	-	?	/
Schroederia sp. 2	-	35	-	-	-	-	-	-	?	?
Sphaerocystis schroeteri Chodat	1188	747	-	-	-	1300	1507	636	F	CS
<i>Spirogyra</i> sp.	110	250	40	-	-	800	96	2423	?	?
<i>Staurastrum leptocladum</i> Johnson	-	-	-	71	57	-	-	-	J	CR
<i>Staurastrum tetracerum</i> Ralfs	-	389	-	2594	-	-	-	-	J	CR
<i>Tetranephris brasiliense</i> Leite et Bicudo	18	-	-	-	-	-	-	-	?	?
CHRYSOPHYTA										
<i>Mallomonas</i> sp.	-	-	-	-	-	209	-	-	E	S
CRYPTOPHYTA										
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg	60	-	99	2240	202	133	4752	1299	Y	CRS
<i>Cryptomonas</i> sp.	-	-	19	2240	40	0	143	-	Y	CRS
<i>Rhodomonas lacustris</i> Pascher & Ruttner	-	-	-	-	-	35	818	-	?	?
CYANOPHYTA										
<i>Anabaena constricta</i> (Szafer) Geitler	-	-	-	-	1295	-	-	-	H ₂	CS
<i>Anabaena</i> sp.	-	-	-	-	-	-	162	-	H ₂	CS
<i>Aphanocapsa elachista</i> West & West	-	-	-	-	-	1200	-	-	K	CS
<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemmermann) Cronberg & Komárek	-	-	-	-	-	311	-	-	K	CS
<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli	35	198	75	-	-	-	-	-	Z	C
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli	10	276	28	1745	40	-	-	-	Z	C
<i>Cyanosarcina burmensis</i> (Skuja) Kováčik	-	-	200	-	-	-	-	-	H ₂	CS
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju	-	474	-	1037	21789	1543	-	-	Sn	R
<i>Geitlerinema amphibium</i> (Agardh) Anagnostidis	29	28531	40	94	4587	64	192	47	S ₁	R
<i>Geitlerinema uniguanulatum</i> (Singh) Komárek & Azevedo	207	94129	174	755	388	3229	-	-	S ₁	R
<i>Lyngbya majuscula</i> (Dillwyn) Harvey	-	-	-	-	400	-	-	-	-	-
<i>Lyngbya perelegans</i> Lemmermann	-	-	99	-	-	-	-	-	-	-

568

569

570

571 Tabela I – Continuação.

Táxons	Nov/05	Fev/06	Mai/06	Ago/06	Nov/06	Fev/07	Mai/07	Ago/07	AF	EE
<i>Merismopedia elegans minima</i> Beck	10	-	-	-	-	-	-	-	Lo	S
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	7	-	-	-	-	-	-	-	Lo	S
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann	108	34	33	-	-	-	-	-	Lo	S
<i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittrock) Kirchner	-	-	-	-	-	-	-	49	M	S
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	26	85	47	62129	51055*	-	1871	240	M	S
<i>Microcystis wesenbergii</i> (Komárek) Komárek	-	-	10573	495	7110	-	96	-	M	S
<i>Microcystis</i> sp.	-	-	-	-	-	2622	6828	155	M	S
<i>Oscillatoria brevis</i> Kützing ex Gomont	7	-	49	495	-	-	-	-	S1	R
<i>Oscillatoria princeps</i> Kützing ex Gomont	18	-	120	-	-	-	-	-	S1	R
<i>Oscillatoria sancta</i> Kützing ex Gomont	-	-	-	-	-	-	2385	494	S1	R
<i>Oscillatoria terebriformis</i> Agardh ex Gomont	-	-	614	1272	255	-	-	-	S1	R
<i>Oscillatoria</i> sp.	-	224	-	778	71	101	94	94	S1	R
<i>Phormidium molle</i> (Kützing) Gomont	-	-	-	-	-	429	-	-	S1	R
<i>Phormidium</i> sp.	89	3	-	-	-	-	-	303	?	?
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	-	-	-	-	-	2000	1997	-	?	?
<i>Pseudanabaena catenata</i> Lauterborn	-	-	-	2286	-	-	-	-	S1	R
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmermann) Komárek	-	-	-	-	424	2603	5928	51	S1	R
<i>Pseudanabaena</i> sp.	4	-	-	-	-	429	-	-	S1	R
<i>Raphidiopsis mediterrânea</i> Skuja	-	31	-	3722	-	-	-	-	S2	R
EUGLENOPHYTA										
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenberg	-	-	-	141	-	-	-	-	?	?
<i>Euglena acus</i> Ehrenberg	-	-	-	-	-	400	-	-	W1	R/CR/CSR
<i>Phacus curvicauda</i> Svirens	-	-	38	-	40	-	400	-	W1	R/CR/CSR
<i>Phacus</i> sp.	-	-	-	-	-	141	-	-	W1	R/CR/CSR
<i>Trachelomonas armata</i> (Ehrenberg) Stein	-	-	-	-	465	-	-	-	W2	R/CR/CSR
<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemmermann	-	-	-	-	-	-	-	51	W2	R/CR/CSR
<i>Trachelomonas</i> sp.	-	-	-	141	57	-	-	-	W2	R/CR/CSR
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg	-	-	101	1489	424	1032	770	96	W2	R/CR/CSR
DINOPHYTA										
<i>Peridinium cinctum</i> (Müller) Ehrenberg	-	-	-	683	182	400	-	-	Lo	S
<i>Peridinium</i> sp.	-	-	19	-	-	-	-	49	Lo	S

572

573

574

575 Tabela II - Diversidade (Div) e equitabilidade (Equit) da comunidade fitoplanctônica do
 576 reservatório Pedra durante o período de estudo.

Estações		Ped01	Ped02	Ped03	Ped04	Ped05	Ped06	Ped07	Ped08	Ped09	Ped10	Ped11	Ped12	Ped13
nov/05	Div	1,66	0,44	0,24	0,61	0,76	0,76	1,94	1,05	0,00	1,40	1,15	1,31	1,07
	Equit	0,24	0,06	0,04	0,09	0,11	0,11	0,28	0,15	0,00	0,20	0,16	0,19	0,15
fev/06	Div	1,14	1,22	1,10	1,41	2,37	1,64	0,97	2,50	1,85	0,83	1,16	2,01	1,13
	Equit	0,16	0,17	0,16	0,20	0,34	0,23	0,14	0,36	0,26	0,12	0,17	0,29	0,16
mai/06	Div	0,08	2,66	3,12	2,45	2,00	2,03	2,40	2,53	2,81	1,49	2,65	3,56	2,44
	Equit	0,01	0,38	0,44	0,35	0,28	0,29	0,34	0,36	0,40	0,21	0,38	0,51	0,35
ago/06	Div	0,65	1,10	1,69	1,79	2,42	2,21	2,19	2,15	3,41	1,23	2,11	2,73	2,36
	Equit	0,09	0,16	0,39	0,24	0,34	0,32	0,31	0,31	0,49	0,18	0,30	0,39	0,34
nov/06	Div	2,62	0,63	0,53	1,03	1,87	1,17	1,52	1,37	1,41	1,47	0,76	2,20	2,42
	Equit	0,37	0,09	0,08	0,15	0,27	0,17	0,22	0,20	0,20	0,21	0,11	0,31	0,34
fev/07	Div	1,93	2,12	2,82	2,42	1,93	0,95	2,23	2,67	1,89	2,35	2,28	0,00	3,41
	Equit	0,28	0,30	0,40	0,34	0,28	0,14	0,32	0,38	0,27	0,33	0,32	0,52	0,49
mai/07	Div	1,47	1,38	1,09	1,07	2,14	3,39	2,73	1,28	2,42	2,43	2,36	2,43	2,60
	Equit	0,21	0,20	0,16	0,15	0,30	0,48	0,39	0,18	0,34	0,35	0,34	0,35	0,37
ago/07	Div	0,48	1,77	2,65	1,51	1,12	0,88	0,32	1,75	0,55	0,29	1,03	1,27	2,52
	Equit	0,07	0,25	0,38	0,22	0,16	0,13	0,05	0,25	0,08	0,04	0,15	0,18	0,36

577

578

579

580

581

582

583

584

585

586

587

588

589

590

591

592

593

594

595

596

597

598

599

600

601

602

603

604

605

606

607

608

609 Tabela III-Associações fitossociológicas do fitoplâncton encontradas no reservatório de
 610 Pedra-BA, Brasil e suas estratégias ecológicas.

Associações fitossociológicas	Estratégias Ecológicas	Habitat
H ₂	CS	Ambientes ricos em nitrogênio
K	CS	Ambiente rico em matéria orgânica
Z	C	Ambiente de baixa turbidez
Sn	R	Ambiente com altas temperaturas
S ₁	R	Ambiente turbido
S ₂	R	Ambiente turbido e com águas bem misturadas
L ₀	S	Lagos mesotróficos submetidos à insolação
M	S	Ambientes eutrofizado com alta incidência de luz
J	CR	Ambientes rasos e ricos em nutrientes
X ₁	C	Ambiente turbido com baixa profundidade
P	R	Superfície eutrofizada
N	R	Epilímnio mesotrófico
G	CS	Ambiente pobre em matéria orgânica
T	S	Ambiente turbido com alta profundidade
F	CS	Superfície com alta insolação
B	CR	Mesotrófico e águas bem misturadas
D	R	Ambiente raso, turbido e eutrofizado
A	S	Ambiente oligotrófico, homogêneo, com baixos níveis de nutrientes.
W ₁	R/CR/CSR	Ambiente rico em matéria orgânica
W ₂	R/CR/CSR	Lagos rasos mesotróficos
E	S	Ambiente pequeno e oligotrófico
Y	CRS	Ecossistemas eutrófico

611

612

613

614

615

616

617

618

619

620

621

622

623

624

625 Tabela IV - Índices de Estado trófico calculados para cada período amostral no reservatório
 626 de Pedra-BA, segundo os índices *IETM* - Índice de Estado trófico Modificado, *QM* - Índice de
 627 assembléia de algas, *IS* - Índice de saprobidade, *Q* -Índice ecológico e *GI* - Índice de
 628 assembléia de diatomáceas. (-) ausência de informações para o cálculo do índice.
 629

Meses de Coleta	Índices de estado trófico				
	<i>IETM</i>	<i>Q</i>	<i>IS</i>	<i>QM</i>	<i>GI</i>
nov/05	Eutrófico (52.6)	Eutrófico (2)	β -Mesosapróbio (2)	-	Mesotrófico (0,6)
fev/06	Oligotrófico (37)	Eutrófico (1)	β -Mesosapróbio (2)	Hipereutrófico (9)	Oligotrófico (2)
mai/06	Mesotrófico (49.6)	Eutrófico (2)	β -Mesosapróbio (2)	Hipereutrófico (11,5)	Oligotrófico (2)
ago/06	Mesotrófico (46.8)	Oligotrófico (3)	β -Mesosapróbio (2)	Hipereutrófico (8)	-
nov/06	Mesotrófico (45.7)	Eutrófico (0)	α -Mesosapróbio (3)	Hipereutrófico (9)	Oligotrófico (2)
fev/07	Mesotrófico (43)	Eutrófico (2)	α -Mesosapróbio (3)	Hipereutrófico (41)	Mesotrófico (0,75)
mai/07	Mesotrófico (41)	Eutrófico (2)	β -Mesosapróbio (2)	-	-
ago/07	Mesotrófico (42.8)	Oligotrófico (5)	α -Mesosapróbio (3)	Hipereutrófico (30)	Eutrófico (0,5)

630

631

632

633

634

635

636

637

638

639

640

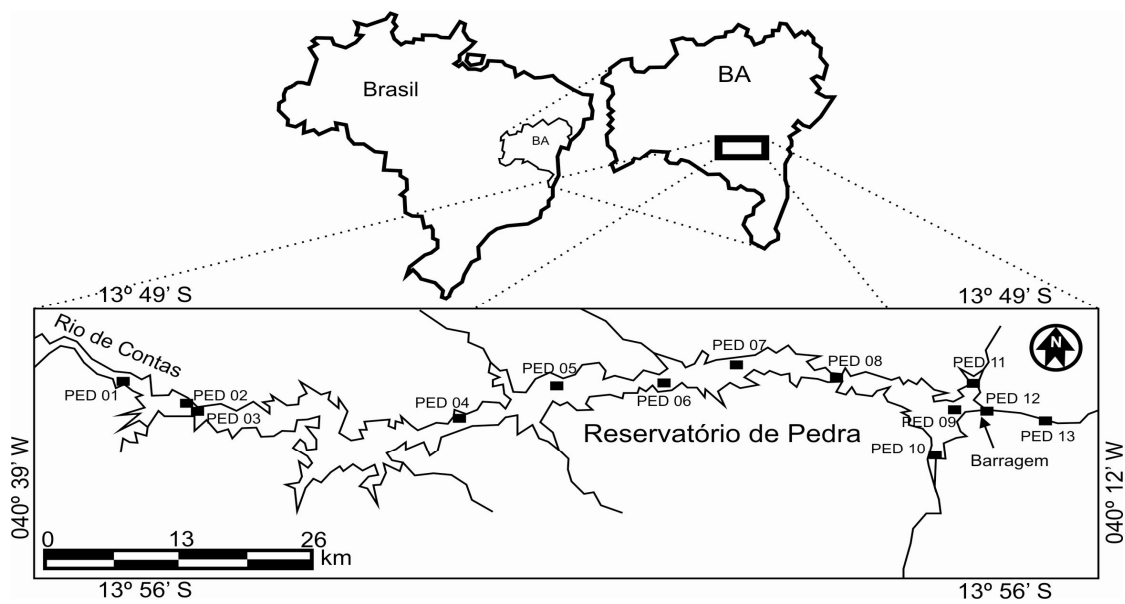
641

642

643

644

645



646

647 Figura 1 – Localização das estações de coleta ao longo do reservatório de Pedra-BA.

648

649

650

651

652

653

654

655

656

657

658

659

660

661

662

663

664

665

666

667

668

669

670

671

672

673

674

675

676

677

678

679

680

681

682

683

684

685

686

687

688

689

690

691

692

693

694

695

696

697

698

699

700

701

702

703

704

705

706

707

708

709

710

711

712

713

714

715

716

717

718

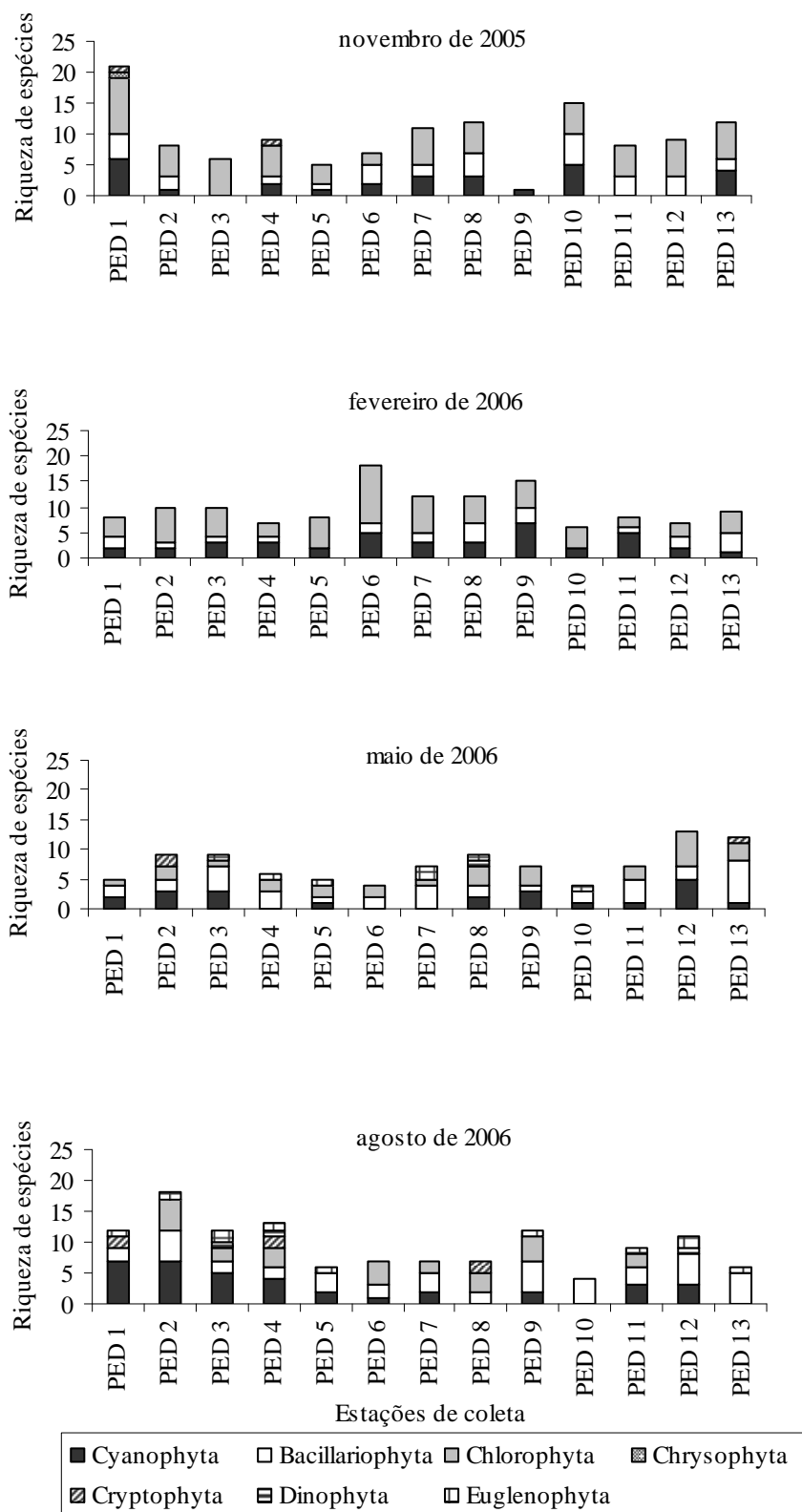


Figura 2 – Riqueza de espécies ao longo do reservatório Pedra-BA no período de novembro de 2005 a agosto de 2006.

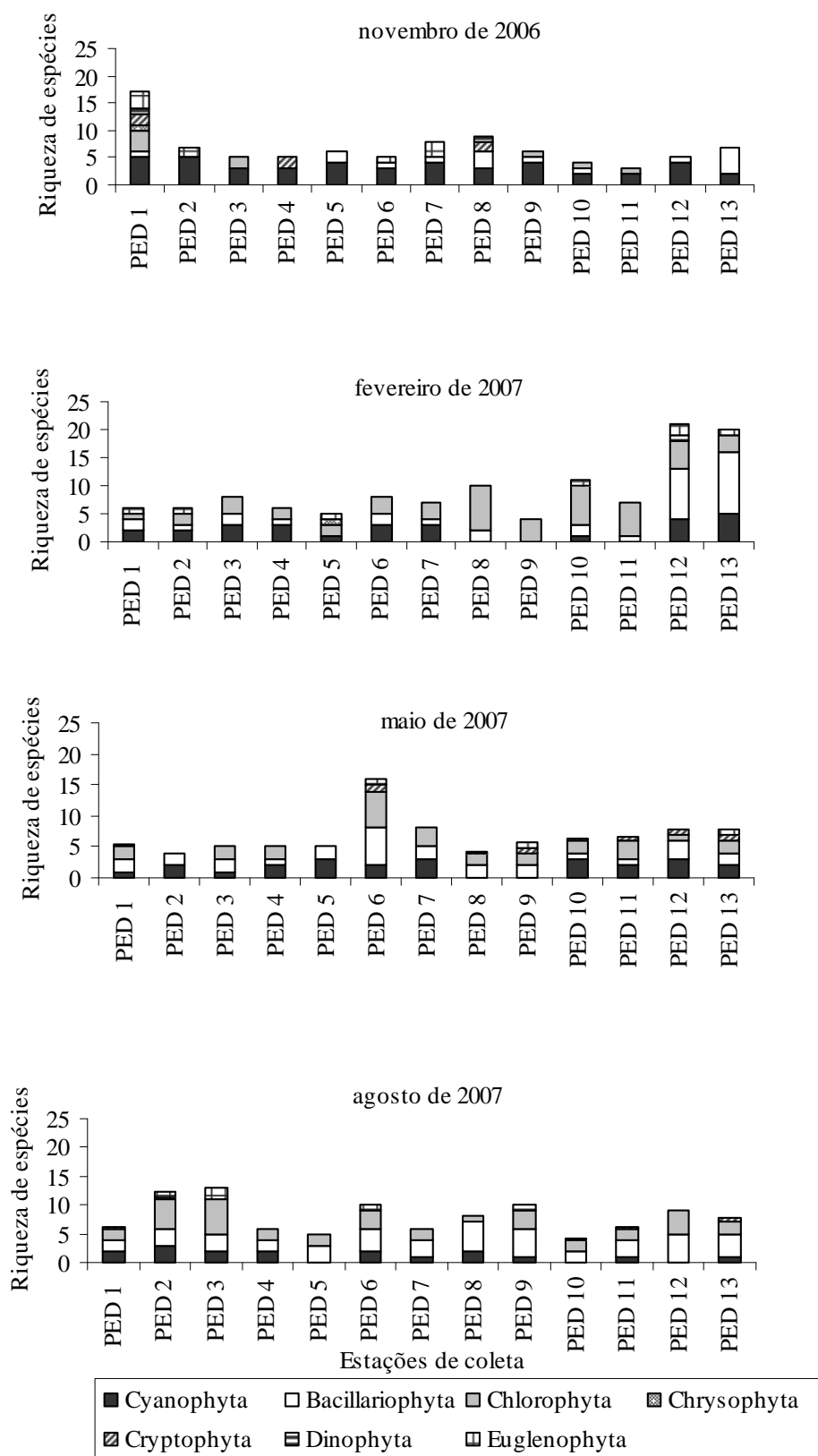


Figura 3 – Riqueza de espécies ao longo do reservatório Pedra-BA no período de novembro de 2006 a agosto de 2007.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de fitoplâncton em índices ecológicos é uma importante ferramenta para a determinação do estado trófico. Para a escolha destas metodologias, necessita-se de uma análise prévia do ecossistema estudado, pois as espécies podem ser de ocorrência esporádica ou decorrente de algum evento climático.

Os índices biológicos foram ferramentas que descreveram a dinâmica trófica do reservatório de Pedra, embora em alguns casos, apresentaram respostas diferentes sobre o mesmo ambiente, o que pode ser atribuído aos diferentes arranjos da comunidade, uma vez que são índices baseados na biota.

Deve-se manter constante o monitoramento do fitoplâncton no reservatório e tentar diminuir a interferência causada pelos usos múltiplos do ecossistema, pois, a adequação do manejo à dinâmica natural, permite a redução dos custos financeiros e ambientais da manutenção da qualidade da água.

5. REFERÊNCIAS

BEYRUTH, Z. As algas e a previsão da qualidade ambiental - represa do Guarapiranga. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27. *Anais...*, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, São Paulo, 2000.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C., MOLICA, R. Cianobactéria invasora: aspectos moleculares e toxicológicos de *Cylindrospermopsis raciborskii* no Brasil. **Biociência e Desenvolvimento**, v.30, p.82-90, 2003.

BLANCHER, E. C. Zooplankton-trophic state relationship in some north and central Florida lakes. **Hydrobiologia**, v.109, p.251-631, 1984.

BORGES, P. A. F., TRAIN, S., RODRIGUES, L. C. Spatial and temporal variation of phytoplankton in two subtropical Brazilian reservoirs. **Hydrobiologia**, v.607, no.1, p.63-74, 2008.

BOUVY, M. *et al.* Dynamics of a toxic cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) in a shallow reservoir in the semi-arid region of northeast Brazil. **Aquatic Microbial Ecology**, v.20, p.285-297, 1999.

BOUVY, M. *et al.* Occurrence of *Cylindrospermopsis* (Cyanobacteria) in 39 Brazilian tropical reservoirs during the 1998 drought. **Aquatic Microbial Ecology**, v.23, p.13-27, 2000.

BOUVY, M., PAGANO, M., TROUSSELLIER, M. Effects of a cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) on bacteria and zooplankton communities in Ingazeira reservoir (northeast Brazil). **Aquatic Microbial Ecology**, v.25, p.215-227, 2001.

BOUVY, M. *et al.* Limnological features in Tapacurá reservoir (northeast Brazil) during a severe drought. **Hydrobiologia**, v. 493, p. 115-130. 2003.

CALEFFI, S., ZANARDI, E. and BEYRUTH, Z. Trophic state of Guarapiranga reservoir in 1991-92. **Vert. Internat. Verein. Limnol.** v.25, p.1306-1310. 1994.

CALIJURI, M. C., DOS SANTOS, A. C. A., JATI, S. Temporal changes in the phytoplankton community structure in a tropical and eutrophic reservoir (Barra Bonita, SP - Brazil). **Journal Plankton Research**, v. 24, n.7, 617-634 p. 2002.

CARLSON, R. E. A trophic state index for lakes, Contribution N° 141 – **Limnological Research Center**, University of Minnesota, Minneapolis, 17p. 1977.

CHELLAPPA, N. T., COSTA, M. A. M. Dominant and co-existing species of Cyanobacteria from a Eutrophicated reservoir of Rio Grande do Norte State, Brazil. **Acta Oecologica**, v. 24, p. 3-10. 2003.

COSTA, I. A. S. *et al.* Occurrence of toxin-producing cyanobacteria blooms in a brazilian semiarid reservoir. **Brazilian Journal of Biology**, Sao Paulo, v.66, p.211-219. 2006.

COSTE, M., DESCY, J. P. A test of methods for assessing water quality based on diatoms. **Verh. int. Ver. Limnol.** v.24, p.2112–2116, 1991.

COSTE, M., AYPHASSORHO, H. **Etude de la qualité des eaux du Bassin Artois-Picardie à l'aide des communautés de diatomées benthiques (Application des indices diatomiques)**. Rapport Cemagref Bordeaux. Agence de l'Eau Artois-Picardie, Douai, 227 pp. 1991.

CRUZ, H. C., FABRIZY, N. L. P. Impactos ambientais de Reservatórios e Perspectivas de uso múltiplo. **Revista Brasileira de Energia**, v.4, n.1, p.1-9. 1995.

DANTAS, E. W. *et al.* Heterogeneidade espacial da comunidade fitoplanctonica do reservatório de Araras, estado do Ceará. In: MOURA, A. N., ARAÚJO, E. L. and ALBUQUERQUE, U. P. (eds.). **Biodiversidade, potencial econômico e processos ecofisiológicos em ecossistemas nordestinos**. Recife: Comunigraf, 181-205 p. 2008.

DE BERNARDI, R. Methods for the estimation of zooplankton abundance. In: DOWNING AND RIGLER, A. **Manual on Methods for the assessment of secondary Productivity in Freshwaters**. 2.ed. Oxford, Blackwell Science Publisher,. 59-63 p. (I.B.P. Hand. 17). 1984.

DESCY J. P. A new approach to water quality estimation using diatoms. **Nova Hedwigia**. v. 64, p. 305–323. 1979.

FALCÃO, D. P. M. *et al.* Diversidade de microalgas planctônicas de mananciais localizados nas zonas fitogeográficas da Mata, Agreste e Sertão do Estado de Pernambuco. In: Tabarelli, M. and Silva, J. M. C. (Eds.) **Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco**. Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, v.1, pp 63-77, 2002.

FALCO, P. B., CALIJURI, M. C. Longitudinal planktonic community distribution in a tropical reservoir (Americana, São Paulo, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v.14, n. 2, p.27-37, 2002.

GOMES, L. C., MIRANDA, L. E., AGOSTINHO, A. A. Fishery yield relative to chlorophyll a in reservoirs of the Upper Paraná River, Brazil. **Fisheries Research**, New York, v.55, p.335–340, 2002.

HARREMOES, P. The challenge of managing water and material balances in relation to eutrophication, **Water Science and Technology**, Oxford, v. 37, n.3, p. 9-17, 1998.

HARRIS, G. P. **Phytoplankton ecology, structure, function and fluctuation**. London, Chapman & Hall. 384p. 1986.

HELLAWELL, J. M. **Biological indicators of freshwater pollution and environmental management**. Elsevier Applied Science, London. 546p. 1989.

KELLY, M. G., WHITTON, B. A. The tropic diatom index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. **Journal of Applied Phycology**, Dordrecht, v.7, p. 433–444, 1995.

KELLY, M. G. Role of benthic diatoms in the implementation of the Urban Wastewater Treatment Directive in the River Wear, North–East England. **Journal of Applied Phycology**, Dordrecht, v.14, p. 9-18, 2002.

HUSZAR, V. L. M. *et al.* Cyanoprokaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian waters. **Hydrobiologia**, Bucarest, v. 424, 67-77 p. 2000.

LAZZARO, X. *et al.* Do fish regulate phytoplankton in shallow eutrophic Northeast Brazilian reservoir? **Freshwater Biology**, Oxford, v.48, p.649-668, 2003.

LENOIR, A., COSTE, M. Development of a practical diatom index of overall water quality applicable to the French National Water Board Network. In: Whitton and Rott (eds), **Use of Algae for Monitoring Rivers II**. Inst. Bot, Univ. Innsbruck., p.29–43, 1996.

LOBO, E. A., CALLEGARO, V. L. M.. Avaliação da qualidade de águas doces continentais com base em algas diatomáceas epiliticas: Enfoque metodológico. p. 277–300. In: TUCCI, C. E., MARQUES, D. M. (Orgs.). **Avaliação e controle da Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ed. Universidade/ UFRGS. p. 558, 2000.

MATSUMURA-TUNDISI, T., HINO, K., ROCHA, O. Características limnológicas da Lagoa do Taquaral (Campinas, SP), um ambiente hipereutrófico. **Ciência e Cultura**, v.38, p.420-425. 1986.

MERCANTE, C. T. J., TUCCI-MOURA, A. Comparação entre os índices de Carlson e de Carlson modificado aplicados a dois ambientes aquáticos subtropicais, São Paulo, SP. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v.9, n.1, p.1-14. 1999.

MOLICA, R. J. R. *et al.* Occurrence of saxitoxins and an anatoxin-a(s)-like anticholinesterase in a Brazilian drinking water supply. **Harmful Algae**, v. 4, p. 743-753, 2005.

MOORE, J. W. **Inorganic contaminants of surface water: research and monitoring priorities**. Springer-Verlag. Springer Series on Environmental Management. New York. 334p. 1991.

MOURA, A. N. *et al.* Composição e estrutura da Comunidade fitoplanctônica relacionadas com variáveis hidrológicas abióticas no reservatório de Botafogo. **Revista de Geografia**, Recife, v. 23, 19-30 p. 2006.

MOURA, A. N. *et al.* Phytoplanktonic associations: a tool to understanding dominance events in a tropical Brazilian reservoir. **Acta Botânica Brasilica**, Porto Alegre, v.21, n.3, p.641-648. 2007.

MOURA, A. N. *et al.* Diversidade e variação sazonal do fitoplâncton em reservatórios de abastecimento público no Estado de Pernambuco. In: Moura A. N., Araújo E. L., Albuquerque, U. P. (Orgs.) **Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos**. Recife: Comunigraf, pp.159-179, 2008.

POMPÊO, M. L. M. *et al.* Heterogeneidade espacial do fitoplâncton no reservatório de Boa Esperança (Maranhão-Piauí, Brasil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.10, p.101-113. 1998.

RAPPORT, D. J. Evaluating ecosystem health. **Journal of Aquatic Ecosystem Health**, v.1, p.15-24 1992.

REBOUÇAS, A. C. *Água doce no mundo e no Brasil*. In: REBOUÇAS, A. C., BRAGA, B., TUNDISI, J. G. (Orgs.) **Águas Doces no Brasil – capital ecológico, uso e conservação**. 3ª ed. São Paulo: Escrituras, 2006.

REYNOLDS, C. S. On the vertical distribution of phytoplankton in the lakes of the val of Rio Doce, Eastern Brasil. In: Tundisi, J.G., Saijo, Y. (Ed.) Limnological studies on the Rio Doce Valley Lake, Brasil. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**. /USP. 227-241 p. 1997.

REYNOLDS, C. S. *et al.* Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. **Journal of Plankton Research**, London, v.24, n.5, p. 417-428, 2002.

ROCHA, A. A. Algae as biological indicators of water pollution. In: Cordeiro-Marino, M., Azevedo, M.T.P., Sant'Anna, C.L., Tomita, N.Y. e Plastino, E.M. (Eds.). **Algae and Environment: a general approach**. SBFic/CETESB. 1992

SALOMONI, S. E. *et al.* Epilithic diatoms as indicators of water quality in the Gravataí river, Rio Grande do Sul, Brazil. **Hydrobiologia**, Bucaresti, v.559, p.233–246, 2006.

SCHÄFER, A. Tipificação ecológica das lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 2, p. 29-55. 1988.

SCHOEMAN F. R., HAWORTH, E. Y. Diatom as indicator of pollution. In: Ricard M. (ed.), **Proceedings of the Eighth International Diatoms Symposium 1984**. Koeltz Scientific Books, Koenigstein. p. 757–766, 1986.

SLÁDEČEK, A. System of water quality from the biological point of view. **Archiv fur Hydrobiologie**, Beiheft Ergebnisse der Limnologie, Heft, v.7, p.1-218. 1973.

SILVA, L. H. S. Fitoplâncton de um reservatório eutrófico (lago Monte Alegre), Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.59, n.2, p. 281-303, 2005.

SILVA, C. A., TRAIN, S., RODRIGUES, L. C. Phytoplankton assemblages in a Brazilian subtropical cascading reservoir system. **Hydrobiologia**, Bucaresti, v.537, p.99–109, 2005.

SOMMER, U. **Plankton ecology, succession in plankton communities**. Berlin, Springer Verlag, p. 369, 1989.

SOTERO-SANTOS, R. B. *et al.* Toxicity of a cyanobacteria bloom in Barra Bonita Reservoir (Middle Tietê River, São Paulo, Brazil). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, vol. 64, 163–170 p. 2006.

STRAŠKRABA, M., TUNDISI, J. G. **Guideline of lake management: reservoir water quality management**. Kusatsu: International Lake Environment Committee Foundation. 1999. 229p.

TOLEDO-JR., A. P. *et al.* Aplicação de modelos simplificados para avaliação da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. In. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 12, 1983, São Paulo. *Anais...* ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. São Paulo: CETESB. 1983.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Eutrophication of lakes and reservoirs: a comparative analysis, case studies, perspectives. In: Cordeiro-Marino (Eds.) **Algae and Environment: A general Approach**. Brazilian Phycological Society. 1992. 1-33 p.

TUNDISI, J. G. **Águas no Século XXI: enfrentando a Escassez**. 2 ed. São Carlos: RiMa, 2003. 248p.

VIEIRA, J. M. P., PINHO, J. L. S., DUARTE, A. A .L. S. Eutrophication vulnerability analysis: a case study. **Water Science and Technology**. v. 37, n. 3, 121-128 p. IAWQ. 1998.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**, vol 1, SEGRAC, Minas Gerais. 1995.

WASHINGTON, H. G. Diversity, biotic and similarity indices: A review with special relevance to aquatic ecosystems. **Water Research**, v. 18, p. 653-694, 1984.

WATANABE, T., ASAI, K., HOUKI A. Numerical estimation to organic pollution of flowing water by using the epilithic diatom assemblage – diatom assemblage index (DAI_{po}). **Science Total Environment**, v. 55, p. 209–218. 1986.

6. ANEXO I-

Acta Limnologica Brasiliensia

ISSN 1516-8913 versão impressa

ISSN 1678-4324 versão online

Instructions to Authors

Preparing the Manuscript: Manuscripts submitted to ACTA LIMNOLOGICA BRASILIENSIA should be original and not being considered for publication elsewhere. An electronic version (in Word for Windows) of the manuscript, including tables and figures should be sent in one file to the Chief Editor. Manuscripts should be submitted in English and an abstract in Portuguese must also be included. Authors whose native language is not English are strongly advised to have their manuscript checked by an English-speaking colleague prior to submission. Manuscripts must be typed in A4 paper, 17 x 23 cm, double-spaced with wide margins. All the pages should be numbered, the same should be made for all the lines of each page. Manuscripts should be examined by two peer reviewers.

Text: The following order must be used. First page: title in English (in bold type) and Portuguese, authors, addresses (including e-mail addresses). All the authors should be identified by a superscript number. Second page: Abstract (in English and Portuguese) and keywords. Third and following pages: text of the article (Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements and References). The following information should accompany all species cited in the text: a) for zoology, the author name and the publication date of the original description should be given the first time that species is cited in the article, and b) for botany, only the name of the author who made the description should be given the first time that species is cited in the article.

Abstract: A concise abstract (250-300 words) should include the objectives, methods, major results and conclusions. Four to five keywords should be supplied. The same must be done for the abstract in Portuguese.

Tables and Figures: Tables should be numbered consecutively with the Arabic numeration. Each table must be typed on a separate sheet (using .doc extension for Word for Windows, separated of the text). Figures should be numbered consecutively using the Arabic numeration and typed on separate sheets (using original version extension files, separated of the text). Photographs in color can be used, but will be subjected to payment of charges. Tables and figures must be mentioned in the text.

Units, Symbols: For decimal numbers use commas "," when the article is in Portuguese (10,5 m) and point "." when the article is in English (10.5 m). Use the International System Units (SI), separating the units from the value with a space (except in the case of percentages), use abbreviations always when possible. For compost units use exponentials and not bars (Ex.: $\text{mg}\cdot\text{day}^{-1}$ instead of mg/day, $\text{Xmol}\cdot\text{min}^{-1}$ instead of Xmol/min). Do not add spaces to change the line if a unit does not fit in the line.

References: Citation in the text: Use the name and year system: Silva(1989), (Silva, 1980), (Silva and Cardoso, 1994). For more three authors use "et al."

Citations from the list of references in line with ISO 690/1987: All references cited in the text should be listed alphabetically in capital letters according to the first authors, References should start on a separate sheet.

Examples:

Journal: The academic paper references must be presented in the correct established way: name of the author abbreviated (surname, given name), title of work, journal title abbreviated according to CCN - Catálogo Coletivo Nacional ([http://ccn.ibict.br/ busca.jsf](http://ccn.ibict.br/busca.jsf)), publishing date, issue number, and page numbers without the omission of any relevant information.

TERRA, NR., FEIDEN, IR., FACHEL, JMG., LEMOS, CT. and NUNES, EA. Ecotoxicological evaluation of sediment and water samples from Sinos River, Rio Grande do Sul, Brazil, using *Daphnia magna* and V79 cells. *Acta Limnol. Bras.*, 2008, vol. 20, no. 1, p. 63-72.

Chapter or Section in Book: YUNES, J., MATTHIESEN, A., CARNEIRO, C., BECKER, V. and CARVALHO, MC. Florações de cianobactérias tóxicas: Mãos à obra ao problema. In: Roland, F., César, D. and Marinho, M. (eds.). *Lições de limnologia*. São Carlos:RimaEditora, 2005. p. 299-323.

Book: ESTEVES, FA. *Fundamentos de Limnologia*. 1a ed. Rio de Janeiro: Interciência - FINEP, 1988, 545 p.

Thesis: MARINHO, M. Dinâmica da comunidade fitoplanctônica de um pequeno reservatório densamente colonizado por macrófitas aquáticas submersas (açude do Jacaré, Mogi-Guaçu, São Paulo, Brasil). Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 1994. [Master thesis in Botany]

Offprints: One complimentary copy of the issue and thirty o. prints will be sent to the first author of the article. In case the Brazilian Society of Limnology have no available funds for the publication, a payment of page cost will be charged from authors of the article.

Copyright 2006. All rights reserved. Brazilian Society of Limnology.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)