



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ

Departamento de Ciências Biológicas

Programa de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais

Área de Concentração: Ecologia

BIOGEOQUÍMICA DO RIO CACHOEIRA (BAHIA, BRASIL)

Ilhéus, Bahia
2010

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

MARIA ZITA TABOSA PINHEIRO DE QUEIROZ LIMA LUCIO

BIOGEOQUÍMICA DO RIO CACHOEIRA (BAHIA, BRASIL)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais da Universidade Estadual de Santa Cruz, para a obtenção do título de Mestre em Sistemas Aquáticos Tropicais

Área de Concentração: Ecologia

Orientador (a): Daniela Mariano Lopes da Silva

Ilhéus, Bahia
2010

L938

Lúcio, Maria Zita Tabosa Pinheiro de Queiroz Lima.
Biogeoquímica do rio Cachoeira (Bahia, Brasil) /
Maria Zita Tabosa Pinheiro de Queiroz Lima Lúcio.
– Ilhéus, BA: UESC, 2010.
31f. : il.

Orientadora: Daniela Mariano Lopes da Silva.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual
de Santa Cruz. Programa de Pós-Graduação em Sis-
temas Aquáticos Tropicais.
Inclui bibliografia.

1. Bacias hidrográficas. 2. Biogeoquímica – Bahia
3. Cachoeira, Rio (Bahia). I. Título.

CDD 551.483

MARIA ZITA TABOSA PINHEIRO DE QUEIROZ LIMA LUCIO

BIOGEOQUÍMICA DO RIO CACHOEIRA (BAHIA, BRASIL)

Ilhéus, 15 de abril de 2010

Comissão Examinadora

Prof.^a. Dr.^a. Daniela Mariano Lopes da Silva
(Orientadora)

Prof. Dr. Francisco Carlos Fernandes de Paula
UESC/DCAA

Prof. Dr. Marcos Sarmet Moreira de Barros Salomão
UENF/Centro de Biociências e Biotecnologia

DEDICATÓRIA

À minha família (meus garotos e minha garota), pelo apoio, carinho e incentivo durante essa jornada. Sem vocês não teria entusiasmo para concluir mais uma etapa na minha vida.

AGRADECIMENTO

À Universidade Estadual de Santa Cruz pelo suporte durante todo o programa de pós-graduação;

À Dr^a. Daniela Mariano Lopes da Silva pela compreensão, dedicação, apoio, ensinamentos, disposição e competência durante a orientação, possibilitando a concretização desse trabalho;

Aos colegas da turma, Alexandra Bonfim, Cezar Falcão, Cybelle Longhini, Débora Daltro, Fênix Sampaio, Julia Sampaio, Liliane Ceuta, Marcella Nunes, Márcio Tolentino, Mariana Soares e Thaila Ourives, pelo convívio e amizade;

Aos professores do curso que contribuíram para a formação de novos conhecimentos;

A toda turma do laboratório de Oceanografia Química, que ajudou, incentivou e alegrou a realização das análises laboratoriais;

Aos assistentes de coleta e motoristas da UESC, sem eles não teria sido possível realizar o trabalho de campo;

Ao Prof. Dr. Francisco Carlos Fernandes de Paula pelo esclarecimento das dúvidas durante a realização deste trabalho;

À banca examinadora pela avaliação, colaboração e sugestões;

BIOGEOQUÍMICA DO RIO CACHOEIRA (BAHIA, BRASIL)

RESUMO

As atividades antrópicas, especialmente ligadas ao manejo florestal e agrícola e a urbanização, apresentam alterações nos ciclos biogeoquímicos dos ecossistemas aquáticos. As principais atividades impactantes no Rio Cachoeira estão associadas às atividades agro-industriais e ao lançamento de esgotos domésticos e resíduos sólidos. Dentro deste contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar as variações espaço temporais da química das águas superficiais e as implicações no metabolismo do Rio Cachoeira. Para tanto foram determinados, em seis pontos de coleta ao longo do rio, os parâmetros abióticos (oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica e temperatura); as formas orgânicas e inorgânicas, dissolvidas e particuladas de nitrogênio e fósforo; os íons maiores (Na^+ , Ca^{+2} , K^+ , Cl^- , Mg^{+2} , SO_4^{-2} e HCO_3^-); a clorofila e o total de sólidos em suspensão (TSS). O metabolismo foi estimado através das taxas de respiração e da pressão parcial do CO_2 ($p\text{CO}_2$). As coletas foram realizadas mensalmente entre agosto de 2008 e agosto de 2009. Padrões diferenciados foram observados em relação à distribuição espaço temporal. Especialmente as variáveis foram influenciadas pela presença de fontes pontuais e difusas de poluição existentes, sendo que os maiores valores foram observados nos pontos 3 e 4. Temporalmente as concentrações encontradas variaram em função da influência da diluição que pode ter ocorrido via precipitação e/ou escoamento superficial, já que não foram observados padrões bem definidos, apesar da influência humana em alguns pontos de coleta. No entanto, as concentrações do fósforo e nitrogênio inorgânico e fósforo orgânico dissolvido foram maiores no período de baixa pluviosidade. As concentrações de nutrientes encontradas nos pontos amostrados do Rio Cachoeira são características de ambientes eutrofizados. A influência antrópica através das atividades agropecuárias, despejos de esgotos domésticos e industriais, entre outros, são os possíveis responsáveis pelas altas concentrações das variáveis analisadas.

Palavras-chave: bacia hidrográfica, influência antropogênica, hidrogeoquímica, Rio Cachoeira.

BIOGEOCHEMISTRY OF THE CACHOEIRA RIVER (BAHIA, BRAZIL)

ABSTRACT

Human activities, especially related to forest management and agriculture and urbanization, present changes in biogeochemical cycles of aquatic ecosystems. The main impacting activities in Cachoeira River are associated with agro-industrial activities and the launch of domestic sewage and solid waste. Within this context, the objective of the present study was to evaluate the spatial temporal variations of surface chemistry and implications in the metabolism of the Cachoeira River. For this were determined, in six sampling sites along the river, abiotic parameters (dissolved oxygen, pH, electrical conductivity and temperature), the organic and inorganic forms, dissolved and particulate nitrogen and phosphorus; the major ions (Na^+ , Ca^{+2} , K^+ , Cl^- , Mg^{+2} , SO_4^{-2} and HCO_3^-), chlorophyll and total suspended solids (TSS). The metabolism was estimated through the rates of respiration and the CO_2 partial pressure ($p\text{CO}_2$). Samples were collected monthly between August 2008 and August 2009. Different patterns were observed in relation to the distribution spatial temporal. Spatial variables were influenced by the presence of prompt and diffuse sources of pollution existing, with the highest values observed in 3, 4 and 5. Temporally concentrations found varied with the influence of dilution that may have occurred via precipitation and/or runoff, since no well-defined patterns were observed, despite the human influence on some sites. However, the concentrations of phosphorus and inorganic nitrogen and dissolved organic phosphorus were higher in the period of low rainfall. Nutrient concentrations found in sampled points in the Cachoeira River are characteristic of eutrophic environments. The anthropogenic influence through agricultural activities, sewage and industrial wastewater, among others, are possibly responsible for the high concentrations of all variables.

Keywords: watershed, anthropogenic influence, hydrogeochemical, Cachoeira River.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa hidrográfico do Rio Cachoeira e a localização dos pontos de coleta.	4
Figura 2 – Precipitação acumulada nos meses de agosto/2008 a agosto/2009 na cidade de Itabuna.	7
Figura 3 -Variáveis físico-químicas nos pontos de coleta no Rio Cachoeira.	8
Figura 4- Valores de fósforo e nitrogênio orgânico e inorgânico dissolvido e particulado ($\mu\text{M.L}^{-1}$) nos pontos amostrados no Rio Cachoeira.	9
Figura 5 – Percentual de concentração das formas orgânicas e inorgânicas de fósforo (A) e nitrogênio (B) nos pontos amostrados no Rio Cachoeira.	10
Figura 6 - Concentração dos nutrientes inorgânicos (P e N) ao longo dos pontos no Rio Cachoeira.	10
Figura 7 – Valores da clorofila_a ($\mu\text{g L}^{-1}$) e total de sólidos em suspensão – TSS (mg L^{-1}) nos pontos amostrados no Rio Cachoeira.	11
Figura 8 - Concentração dos cátions e ânions ($\mu\text{M.L}^{-1}$) nos pontos de coleta do Rio Cachoeira.	12
Figura 9 - Variação temporal do fósforo e nitrogênio orgânico e inorgânico dissolvido e particulado nos pontos amostrados no Rio Cachoeira. Concentração em $\mu\text{M.L}^{-1}$.	13
Figura 10- Variação temporal dos íons (sódio – Na^+ ; cálcio – Ca^{+2} ; potássio – K^+ ; cloreto – Cl^- ; magnésio – Mg^{+2} , sulfato – SO_4^{-2} e bicarbonato – HCO_3^-) nos pontos amostrados no Rio Cachoeira. Concentração em $\mu\text{M.L}^{-1}$.	14
Figura 11 - Variação das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g.L}^{-1}$) - A e TSS (mg.L^{-1}) - B nos meses amostrados no Rio Cachoeira.	15
Figura 12 – Média da variação da porcentagem de oxigênio dissolvido (OD) e da pressão parcial do CO_2 - $p\text{CO}_2$ (μatm) nos pontos amostrados ao longo do Rio Cachoeira.	16
Figura 13 – Relações entre as variáveis associadas ao metabolismo aquático nos pontos amostrados no Rio Cachoeira. A – Relação entre taxa respiratória (TR) e pressão parcial do CO_2 ($p\text{CO}_2$).	

B – Relação entre porcentagem de oxigênio dissolvido (OD) e taxa respiratória (TR).	16
Figura 14 – Variação espacial das concentrações da pressão parcial do gás carbônico ($p\text{CO}_2$) nos meses amostrados no Rio Cachoeira.	17
Figura 15 – Variação espacial das concentrações da porcentagem do oxigênio dissolvido (OD) nos meses amostrados no Rio Cachoeira.	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pontos amostrados ao longo do Rio Cachoeira, suas coordenadas geográficas e uso do solo.	5
Tabela 2 – Índice do estado trófico (IET) e equivalência com medidas de fósforo total (P) e clorofila <i>a</i> (CL) para ambientes lóticos, através do método proposto por Lamparelli (2004).	6
Tabela 7 – Valores do índice do estado trófico (IET) com medidas de equivalência de clorofila <i>a</i> e fósforo nos pontos amostrados no Rio Cachoeira.	18
Tabela 8 – Comparação dos valores do nitrogênio inorgânico dissolvido (NID) encontrados neste trabalho com outros trabalhos realizados em ambientes lóticos. Valores em $\mu\text{M.L}^{-1}$.	20
Tabela 9 – Comparação das concentrações dos íons maiores encontradas neste trabalho com outros trabalhos realizados em ambientes lóticos. Valores em $\mu\text{M.L}^{-1}$.	21

SUMÁRIO

1. Introdução.....	1
2 Materiais e Métodos	3
2.1 Área de Estudo	3
2.2 Metodologia de Campo	4
2.3 Análises Químicas	7
2.4 Análises Estatísticas	7
3 Resultados	8
3.1. Nutrientes inorgânicos e íons maiores	8
3.1.1. Variação Espacial	8
3.1.2 Variação Temporal	13
3.2 Metabolismo	15
3.2.1. Variação Espacial	15
3.2.2. Variação Temporal	17
4. Discussão.....	19
4.1 Nutrientes e íons maiores	19
4.2 Metabolismo	22
5 Conclusão	24
6 Referências	24
7 Normas para Submissão	28
8. ANEXO.....	32

1. Introdução

Em ecossistemas aquáticos o grau de poluição está freqüentemente relacionado com os teores de metais pesados, pesticidas, fertilizantes, resíduos sólidos, esgotos doméstico e industrial além dos nutrientes dissolvidos, que representam o suprimento para produção primária nestes ecossistemas. Por estes motivos, os nutrientes estão freqüentemente associados ao grau de poluição de um ecossistema aquático, uma vez que quanto maior for a concentração destes nutrientes, mais avançada é a eutrofização do meio (Carmouze 1994). Este processo de enriquecimento orgânico e inorgânico altera os ciclos biogeoquímicos causando modificações que levam a uma deterioração da qualidade da água.

Poucas são as bacias que não são afetadas pela atividade humana (Meybeck 2003). As alterações antrópicas nas bacias de drenagem e as mudanças no uso da terra, como a urbanização, a agricultura e a pecuária avançando sob as áreas de vegetação nativa promovem mudanças na química das águas dos rios (Biggs et al. 2002). Isso se deve à entrada de sais e nutrientes que são lançados nas bacias de drenagem de acordo com o uso da terra, ou ainda despejados diretamente nos rios através dos esgotos (Martinelli et al. 1999a; Daniel et al. 2002).

A composição das águas dos rios é muito variável. Esta variação, mesmo em ambientes completamente naturais, é determinada por diversos fatores: clima (temperatura, umidade, ventos, precipitação), tipos de rochas, vegetação, contribuição da água subterrânea, composição da água da chuva e flutuações de vazão (Fritzsos et al. 2003).

O domínio da química da rocha principal na bacia fornece uma compreensão do intemperismo químico na bacia de drenagem, pois diferentes desgastes das rochas-mãe produzem diferentes combinações de cátions e ânions dissolvidos à solução. Essas combinações químicas também podem ser afetadas pelas atividades humanas, devido às atividades industriais e agrícolas (Li e Zhang 2008).

À medida que a água drena solos de diferentes origens e composições químicas, resultantes da geologia local, há interações químicas complexas que são peculiares a cada bacia hidrográfica. As modificações produzidas pelas atividades humanas também contribuem para a alteração na composição química das águas naturais: remoção da cobertura vegetal, tratamentos diversos do solo, despejo industriais e agrícolas (Tundisi 2008).

A alteração na qualidade das águas é consequência de entradas de materiais através de fontes pontuais de poluição, como os esgotos domésticos e industriais ou ainda provocadas pelo aporte de fontes difusas, restos vegetais incorporados aos solos, e a utilização de fertilizantes nas culturas agrícolas. Desta forma, em rios cujas bacias de drenagens sejam fortemente manejadas pelo homem, a qualidade das águas dos rios deve estar diretamente relacionada à distribuição dos diversos usos dos solos (Salomão 2004).

Áreas ocupadas pela pecuária, em sua maioria com manejo não conservacionista, apresentam-se com alto índice de degradação ambiental. Nestes locais a erosão e o assoreamento de rios são marcantes, sendo presente a prática de pastagem (Klump et al. 2002). A criação de áreas para pastagem leva à diminuição da permeabilidade do solo, o que aumenta a freqüência e o volume do escoamento superficial, com maiores concentrações de solutos nos fluxos de saída do que nas águas subterrâneas. (Germer et al. 2009). Porém, devido a sua longa associação com as rochas, a química das águas subterrâneas geralmente é menos variável do que as águas superficiais (Allan e Castillo 2007).

O desmatamento não é apenas um processo de conversão da vegetação para a pecuária e agricultura, mas também envolve a agregação de populações humanas em assentamentos. O solo desnudo fica exposto à lixiviação superficial e profunda, tais processos resultam em empobrecimento do solo e conduzem o material para áreas mais baixas, que em geral convergem para rios e lagos, que pode acarretar aumento no uso de fertilizantes, desequilibrando o conteúdo de nutrientes no solo e expondo-o à contaminação química (Carvalho et al. 2000).

Em sistemas agrícolas, a utilização de adubos orgânicos e minerais pode provocar o excesso de importantes nutrientes nos solos, que pode chegar a córregos e rios, devido a processos como lixiviação, escoamento superficial e erosão do solo (Corriveau et al. 2009).

Nas áreas onde atividades antrópicas são desenvolvidas, o uso do solo contribui também para as características físicas, químicas e biológicas da água (Andrade 2008). Os diversos processos que ocorrem na bacia de drenagem, como por exemplo, intemperismo e lixiviação de solos e rochas, deposição atmosférica, mineralização da matéria orgânica, dentre outros, determinam a química das águas dos rios (Arcova e Cicco 1999).

Os ecossistemas aquáticos possuem capacidade de diluição e purificação naturais. Quando uma carga poluidora é lançada neste ecossistema, ela sofre um processo natural de estabilização, realizado através de fenômenos físico-químicos e biológicos denominado, segundo Branco (1986), de autodepuração que é fundamental para a assimilação da poluição por parte do rio. Os efeitos da poluição podem até ser considerados aceitáveis (Assis 2001), dependendo da capacidade de autodepuração e se a carga poluidora for relativamente pequena.

As principais atividades impactantes sobre os recursos hídricos da bacia do Leste encontram-se associadas às atividades agro-industrial e ao lançamento de esgotos domésticos e resíduos sólidos nas bacias de drenagem dos cursos hídricos (CRA 2001). O não tratamento desses resíduos, bem como sua destinação incorreta, vem contribuindo de forma marcante para o agravamento dos problemas ambientais e de saúde da população humana.

A Bacia do Rio Cachoeira é a maior, em extensão, dentre as bacias localizadas na região hidrográfica da Bacia do Leste. Possui uma grande quantidade de habitantes por agrupar os principais municípios dessa região, além de apresentar marcante diversidade de áreas agrícolas que se distinguem por diferentes características naturais e sistemas de ocupação antrópica (Nacif et al. 2003).

A Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira situa-se no Sul da Bahia, entre as coordenadas 14°42'/15°20'S e 39°01'/40°09'W (BAHIA 2001). Possuindo uma área de drenagem de cerca de 4600 km², abrangendo treze municípios: Firmino Alves, Floresta Azul, Santa Cruz da Vitória, Itajú do Colônia, Ibicaraí, Lomanto Júnior, Itapé Buerarema, Jussari, Itabuna, Ilhéus, Itororó e Itapetinga. A população estimada é de 600 mil habitantes, distribuída nos municípios que se encontram nessa bacia. Está limitada ao norte pelas Bacias dos Rios de Contas e Almada; ao sul pelas Bacias dos Rios Pardo e Una; a oeste pela Bacia do Rio Pardo; e a leste pelo Oceano Atlântico (Nacif et al. 2003).

Essa bacia origina-se nas nascentes do Rio Colônia, em uma altitude de 800 metros, na Serra da Ouricana e atinge seu patamar mais baixo no município de Ilhéus. O Rio Colônia após estender-se por 100 km tem sua confluência com o Rio Salgado, no município de Itapé, passando então a receber a denominação de Rio Cachoeira até a sua foz no Oceano Atlântico (CRA 2001).

Em decorrência de sua importância, tanto em relação a seus diversos usos quanto à manutenção de sua qualidade e quantidade, os recursos hídricos são considerados bens comuns, que devem ser geridos de forma integrada, garantindo, dessa forma, aproveitamento otimizado com o mínimo de conflitos (Calijuri e Budel 2006).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é avaliar as variações espaço temporais da química das águas superficiais e as implicações no metabolismo do Rio Cachoeira.

2 Materiais e Métodos

2.1 Área de Estudo

A Bacia do Rio Cachoeira, que está inserida na região hidrográfica da área da Bacia do Leste, Sul do estado da Bahia, origina-se nas nascentes do Rio Colônia, em uma altitude de 800 metros, na Serra da Ouricana (Município de Itororó), e atinge seu patamar mais baixo na superfície litorânea do município de Ilhéus. O Rio Cachoeira é formado pela união dos Rios Salgado e Colônia e banha três municípios, Itapé, Itabuna e Ilhéus.

Do ponto de vista geotectônico, a Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira está compreendida na borda sudeste do Cráton do São Francisco, unidade formada por terrenos cratonizados no final do ciclo Transamazônico (2,1 – 1,9 bilhões de anos). O seu território apresenta-se, na direção Oeste-Leste, no Cinturão Itabuna (Arqueano/Proterozóico Inferior), desde o contato com o bloco Jequié (Oeste) até o Oceano Atlântico (Leste) (CPRM 1997). Todas as formações encontradas na área estudada estão inseridas no Domínio Coaraci-Itabuna. O Cinturão Itabuna é formado por rochas da Suíte Intrusiva Rio Paraíso ($\sigma 1a$), constituída por granitos e monzonitos; da Suíte Intrusiva Itabuna ($\sigma 2sn$), formada essencialmente por sienito; rochas do Complexo São José (Asj), onde predomina o tonalito; e do Complexo Ibicaraí – Buerarema (Aib) e Unidade Rio Japu (Arj), compostos por rochas gnáissicas (Dana e Franco 1976). O extremo sudeste da bacia, próximo ao litoral, encontra-se sob o domínio dos sedimentos terciários do Grupo Barreiras. Na desembocadura do Rio Cachoeira tem-se mangue e areias litorâneas (Quartenário) (Barbosa e Domingues 1996).

O relevo é o principal determinante das variações pluviométricas. A elevação gradativa do terreno, no sentido leste-oeste, que se constitui em uma barreira orográfica em relação à unidade geomorfológica Depressão Itabuna-Itapetinga, favorece o aparecimento das diversas zonas climáticas (Nacif et al. 2003).

É possível distinguir três espaços climáticos distintos, ao longo da bacia, segundo a classificação de Köppen: uma faixa quente e úmida próxima ao litoral (clima Af), com precipitação superior a 2.000 mm anuais bem distribuída durante todo o ano e a temperatura média anual de 23,3°C em Ilhéus; uma faixa de transição (clima Am), caracterizada pela ocorrência de um período seco nos meses de agosto a setembro, compensado pelos totais pluviométricos elevados e temperatura média anual de 22,7°C em Jussari; e uma faixa típica de clima tropical semi-úmido (clima Aw), com precipitação anual de 800 mm e temperatura média anual de 23,6°C em Itapetinga (Schiavetti et al. 2005). A umidade relativa média anual da bacia decresce do Oceano Atlântico em direção ao interior do continente. Os municípios

próximos a faixa costeira apresentam umidade acima de 85%, decrescendo para 84,2% na região de Jussari e alcançando 76,3% na estação meteorológica de Itapetinga (BAHIA 1995).

A parte superior do Rio Cachoeira encontra-se dominada por gramíneas, existindo ainda pequenas extensões de matas. Na parte média encontra-se uma concentração de cultivo de cacau, florestas em diferentes estágios de regeneração e pequenas pastagens. E na parte inferior, próximo à foz, encontram-se formações de mangue em estágios arbustivos e semi-arbustivos. Ao sul de Ilhéus nota-se uma faixa de restinga, com suas vegetações arbóreas e rasteiras (Oliveira 1997).

2.2 Metodologia de Campo

As coletas foram realizadas mensalmente entre agosto de 2008 e agosto de 2009. Nos meses de setembro e novembro não foi possível ter acesso aos pontos amostrados, devido ao alto nível das águas do rio, impossibilitando a realização das coletas.

Foram estabelecidos seis pontos de coleta, todos georeferenciados com auxílio de GPS (Figura 1; Tabela 1).

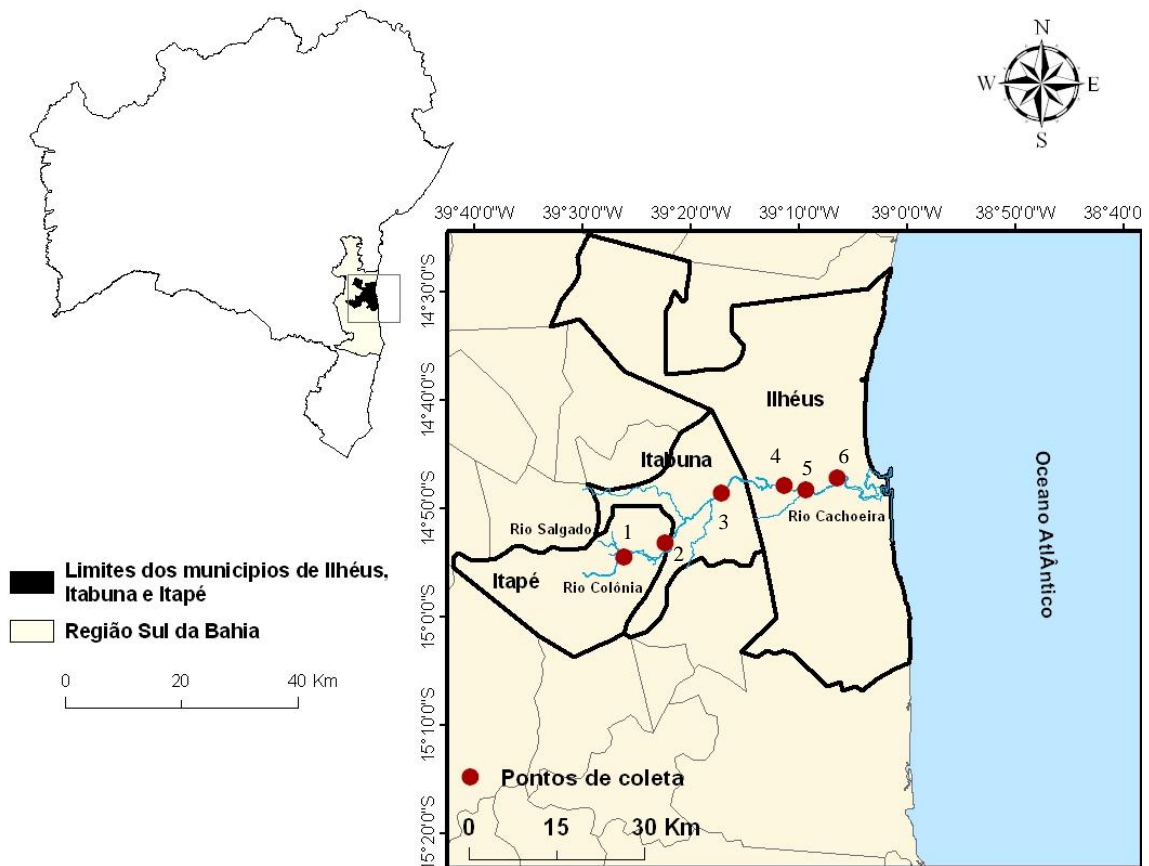


Figura 1- Mapa hidrográfico do Rio Cachoeira e a localização dos pontos de coleta.

Tabela 1 – Pontos amostrados ao longo do Rio Cachoeira, suas coordenadas geográficas e uso do solo.

	Coordenada	Uso do solo	Observação
P1	14°53'89,9"S 39°25'67,4"W	Predomínio de áreas para pastagens (gramíneas).	Próximo à união dos rios Salgado e Colônia na formação do rio Cachoeira.
P2	14°52'72,5"S 39°21'77,7"W	Plantação de cacau no sistema cabruca (consórcio com espécies arbóreas efetuando o sombreamento), pastagem e pequenas áreas de agricultura (sistema agropastoril).	Localizado na zona rural de Ferradas, distrito da cidade de Itabuna.
P3	14°47'95,6"S 39°16'65,6"W	Localizado dentro do centro urbano da cidade de Itabuna.	Recebe diretamente o esgoto de despejos domésticos.
P4	14°47'53,1"S 39°11'21,7"W	Presença de manchas de Mata Atlântica e áreas de pastagem.	Recebe a entrada de afluentes que tem suas nascentes próximas a fazendas na região e que recebe dejetos de uma propriedade rural na qual há a criação de cavalos.
P5	14°48'16,4"S 39°09'17,5"W	Predomínio de áreas para pastagens (gramíneas).	Acesso ao vilarejo de Maria Japi.
P6	14°47'0,77"S 39°06'25,1"W	As margens encontram-se modificadas pela ação antrópica.	Marca o fim da porção dulciaquícola do rio. E nas proximidades existe a presença de uma reserva particular do patrimônio natural – RPPN (Banco da Vitória).

As amostras foram coletadas e preservadas em frascos de polietileno de alta densidade previamente lavados com HCl 1:1 e água destilada, e mantidos em isopor com gelo durante o transporte até o laboratório. Em laboratório as amostras foram filtradas, utilizando-se filtros de fibra de vidro tipo GF/F (0,7 µm) de 47 mm previamente calcinados a 450°C, para posterior análise do material filtrado (dissolvido) e dos filtros (particulado). Filtros de 24 mm foram usados para a análise de clorofila. As medidas de temperatura, condutividade, pH e oxigênio dissolvido foram realizadas no campo utilizando-se medidores digitais portáteis.

Para a determinação das taxas de respiração (TR) as amostras foram coletadas em garrafas (300 ml), as quais foram incubadas por 5 (cinco) dias a 20 °C na ausência da luz. O teor de oxigênio foi medido no início e no final do período de incubação. Assim, a taxa respiratória pôde ser calculada a partir do consumo de oxigênio durante o período de incubação, baseada na seguinte fórmula:

$$TR = (OD_i - OD_f) / \Delta t$$

O material para análise da alcalinidade foi coletado em seringas previamente envenenadas com cloreto de mercúrio (HgCl₂).

O índice de estado trófico (IET) foi calculado através do índice introduzido por Carlson (1977) e modificado por Toledo et al (1983), que é baseado nas medidas de fósforo e clorofila-a. Os cálculos de IET foram baseados nas seguintes fórmulas:

- IET para fósforo:

$$\text{IET (PT)} = 10 \cdot (6 - ((-0,42 - 0,36 \cdot (\ln \text{PT})) / \ln 2)) - 20$$

- IET para clorofila-a:

$$\text{IET (clor-a)} = 10 \cdot (6 - ((-0,7 - 0,6 \cdot (\ln \text{clor-a})) / \ln 2)) - 20$$

- IET Total:

$$\text{IET} = [\text{IET (PT)} + \text{IET (CL)}] / 2$$

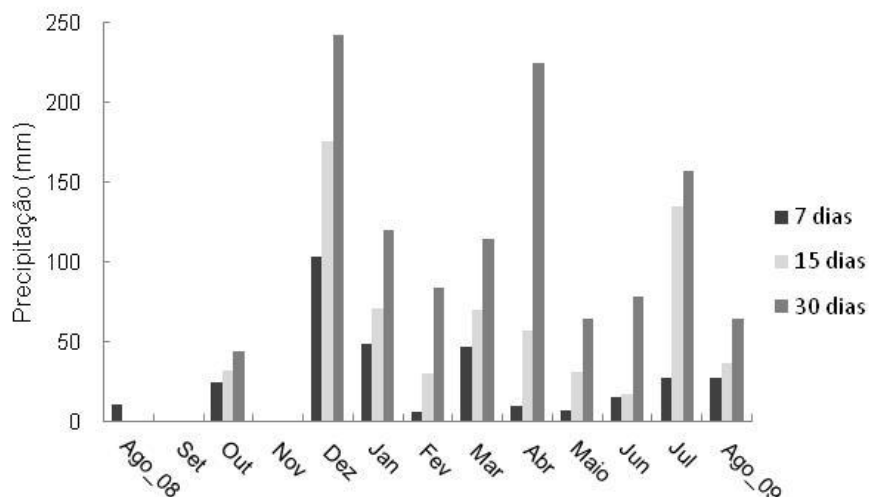
Os resultados encontrados no Rio Cachoeira para o índice do estado trófico (IET) foram comparados com o IET criado por Carlson (1977) e modificado por Lamparelli (2004) (Tabela 2).

Tabela 2 – Índice do estado trófico (IET) e equivalência com medidas de fósforo total (P) e clorofila *a* (CL) para ambientes lóticos, através do método proposto por Lamparelli (2004).

Nível Trófico	Fósforo Total (mg.L ⁻¹)	Clorofila_a (µg.L ⁻¹)	IET
Ultraoligotrófico	≤ 0,013	≤ 0,74	≤ 47
Oligotrófico	0,013 < P ≤ 0,035	0,74 < CL ≤ 1,31	47 < IET ≤ 52
Mesotrófico	0,035 < P ≤ 0,137	1,31 < CL ≤ 2,96	52 < IET ≤ 59
Eutrófico	0,137 < P ≤ 0,296	2,96 < CL ≤ 4,70	59 < IET ≤ 63
Supereutrófico	0,296 < P ≤ 0,640	4,70 < CL ≤ 7,46	63 < IET ≤ 67
Hipereutrófico	> 0,640	> 7,46	> 67

* modificado

Os dados de pluviosidade foram adquiridos junto à Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), Centro de Pesquisa do Cacau (CEPEC) no setor de Climatologia, e foram relacionados com os dados de concentração dos nutrientes (Figura 2).



Fonte: CEPEC/CEPLAC

Figura 2 – Precipitação acumulada nos meses de agosto/2008 a agosto/2009 na cidade de Itabuna.

2.3 Análises Químicas

As concentrações dos cátions e ânions (Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , Na^+ , Cl^- , NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^- , SO_4^{-2}) foram determinadas por cromatografia iônica em DIONEX ICS 1000.

Os nutrientes orgânicos dissolvidos e particulados foram analisados por digestão por persulfato de potássio sendo analisados como NO_3^- e PO_4^- em espectrofotometria.

O Total de Sólidos em Suspensão - TSS foi analisado por gravimetria nos filtros previamente calcinados a 450°C.

A alcalinidade foi determinada por titulação com HCl 0,01N e a alcalinidade total calculada através do programa *Alcagran.Bas* (Carmouze 1994).

A clorofila foi analisada utilizando o método descrito por Strickland e Parsons (1972) que consiste na extração dos pigmentos com acetona e leitura dos picos de absorvância em espectrofotômetro.

A concentração do íon bicarbonato (HCO_3^-) e da pressão parcial do CO_2 ($p\text{CO}_2$) foram calculados por um modelo de associações iônicas utilizando-se o fósforo, silicato, temperatura, alcalinidade e pH com o auxílio do programa CO2SYS.EXE (Lewis e Wallace 1998).

2.4 Análises Estatísticas

Em todas as variáveis foi utilizado o teste paramétrico ANOVA, empregando um nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Para a análise de possíveis diferenças significativas entre as variáveis analisadas e os pontos de coleta e entre os meses amostrados foi utilizada uma análise de variância (*Kruskal Wallis*) seguida pelo teste a posteriori *Tukey HSD*, com auxílio do software Statistica 6.1.

3 Resultados

3.1. Nutrientes inorgânicos e íons maiores

3.1.1. Variação Espacial

Os valores de condutividade não variaram ao longo dos pontos de coleta, apresentando valores de $500,9 \pm 147,9$ a $441,5 \pm 107,6 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, nos pontos 3 e 5 respectivamente. Exceção ao ponto P6 que apresentou valores acima dos demais ($759,0 \pm 1246,7 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) (Figura 3), no entanto não foram encontradas diferenças estatísticas.

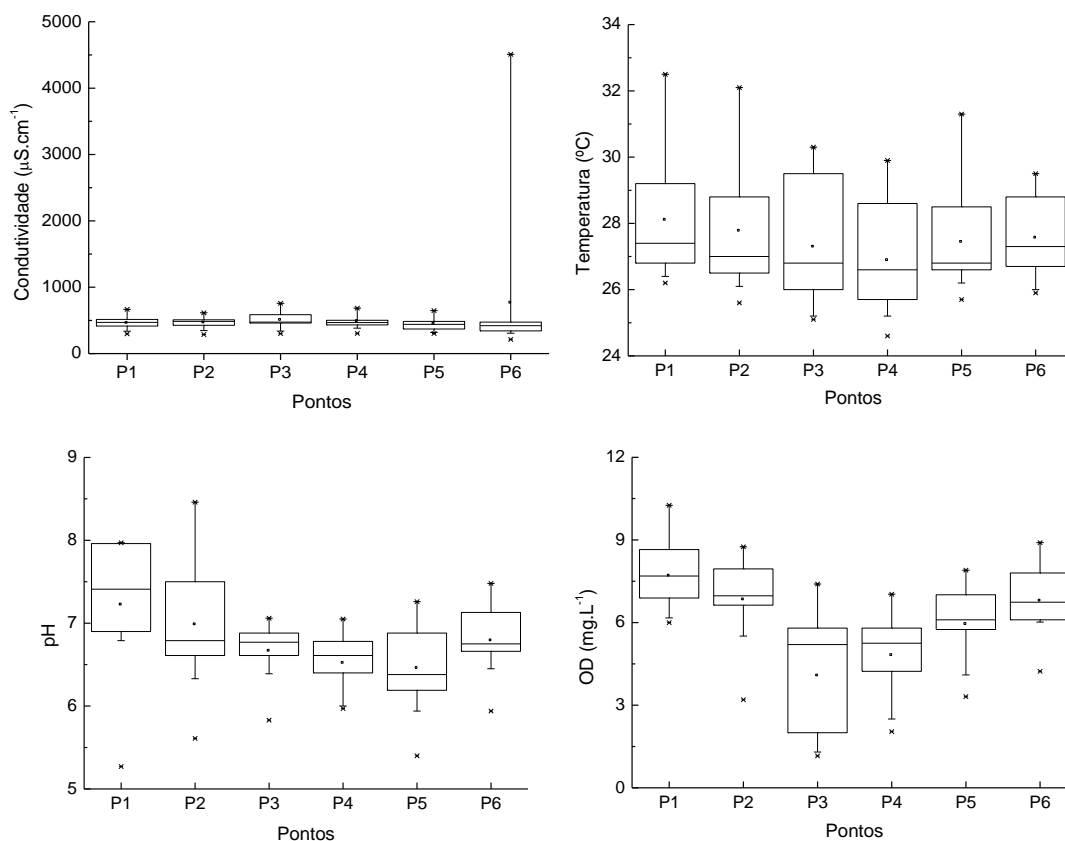


Figura 3 -Variáveis físico-químicas nos pontos de coleta no Rio Cachoeira.

Os maiores valores de temperatura, pH e oxigênio dissolvido ocorreram no ponto 1. A temperatura apresentou valores entre $28,1 \pm 1,9 ^{\circ}\text{C}$ no ponto 1 e $26,9 \pm 1,7 ^{\circ}\text{C}$ no ponto 4. Os menores valores de pH foram observados no ponto 5 ($6,4 \pm 0,5$), estando os valores próximos da neutralidade.

O valores referentes ao oxigênio dissolvido foram mais baixos nos pontos 3 e 4 ($p < 0,05$), apresentando valores de $4,1 \pm 2,3$ e $4,8 \pm 1,4 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ e percentual de saturação de $51,5 \pm 29,7$ e $60,2 \pm 20,8\%$, respectivamente.

As maiores concentrações das formas orgânicas dissolvidas de N (NOD) e P (POD) foram encontradas no ponto 4. No entanto, o ponto 3 apresentou os maiores valores de fósforo e nitrogênio orgânico particulado (POP e NOP) (Figura 4). As formas orgânicas tanto de nitrogênio quanto de fósforo predominaram sobre as formas inorgânicas em todos os pontos amostrados (Figura 5).

Os valores de PID e NID apresentaram diferença estatística entre os pontos, com disparidade entre o ponto 1 e os pontos 4 e 5 para o PID; e o ponto 1 e os pontos 3 e 4 para o NID.

Com relação as formas orgânicas particuladas, as concentrações de NOP não variaram ao longo da bacia, no entanto os valores encontrados para o POP ($p < 0,05$) apresentaram diferença entre o ponto 3 e os demais pontos, com exceção do ponto 4.

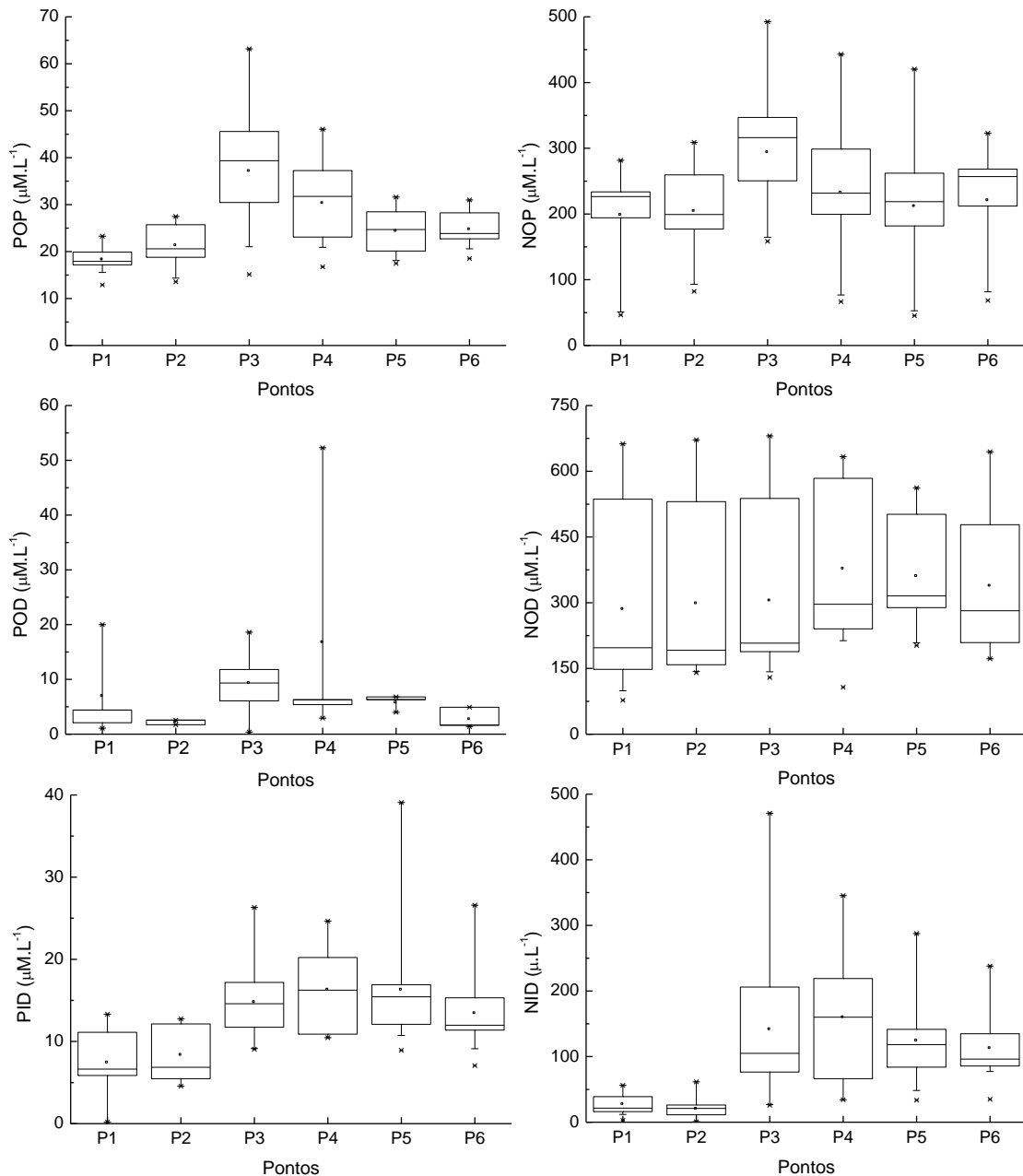


Figura 4- Valores de fósforo e nitrogênio orgânico e inorgânico dissolvido e particulado ($\mu\text{M.L}^{-1}$) nos pontos amostrados no Rio Cachoeira.

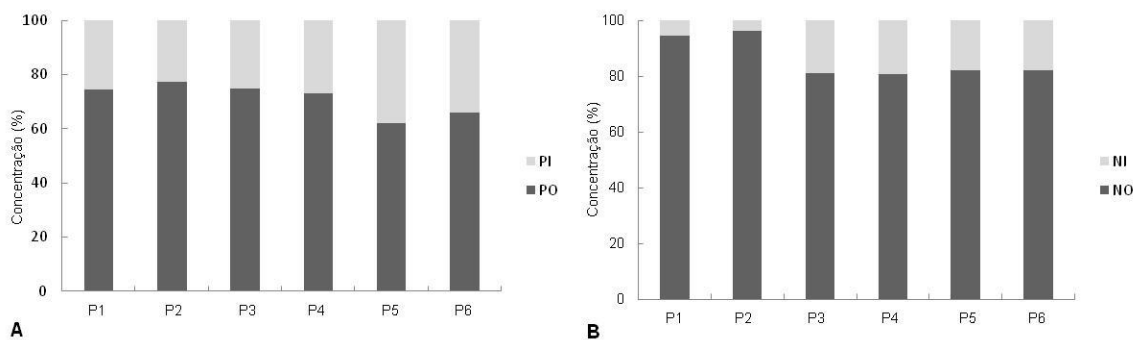


Figura 5 – Percentual de concentração das formas orgânicas e inorgânicas de fósforo (A) e nitrogênio (B) nos pontos amostrados no Rio Cachoeira.

As concentrações encontradas para as formas inorgânicas de nitrogênio (NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+) e fósforo (PO_4^-) apresentaram diferença estatística para as concentrações de nitrito (NO_2^-), onde valores diferentes foram encontrados entre o ponto 4 e os pontos 2 e 3; para o nitrato (NO_3^-) no qual dois grupos foram observados, o primeiro composto pelos pontos 1, 2 e 3 que não foram estatisticamente diferentes entre si, e o segundo composto pelos pontos 4, 5 e 6, onde também não foram encontradas diferenças entre os pontos; o fósforo (PO_4^-) apresentou diferença entre o ponto 1 e os pontos 4 e 5 (Figura.6).

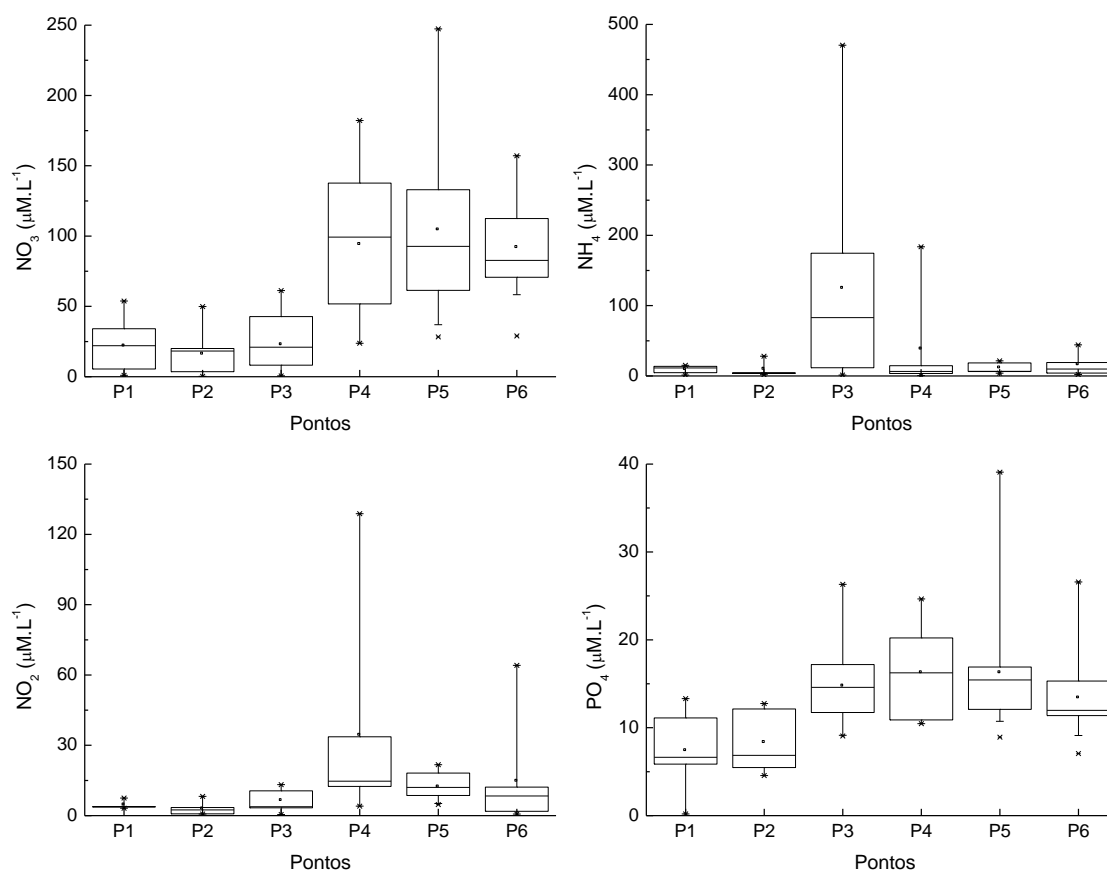


Figura 6 - Concentração dos nutrientes inorgânicos (P e N) ao longo dos pontos no Rio Cachoeira.

Assim como as concentrações de POP e NOP, as maiores concentrações de clorofila-a e TSS também foram encontradas no ponto 3, com valores de $50,8 \pm 125,4 \text{ mg.L}^{-1}$ de clorofila-a e $42,7 \pm 54,3 \text{ mg.L}^{-1}$ de TSS, e as menores encontradas nos pontos 2 e 4, respectivamente (Figura 7). No entanto, não foram encontradas diferenças estatísticas.

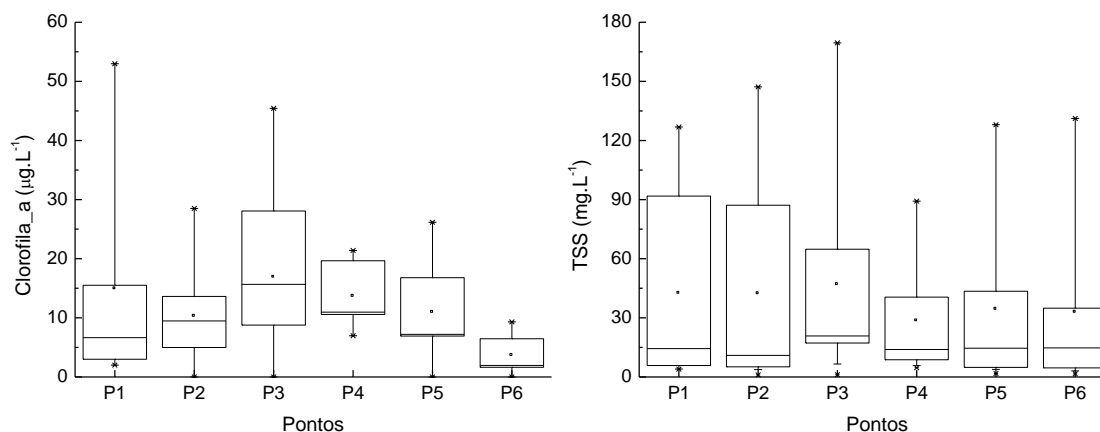


Figura 7 – Valores da clorofila_a ($\mu\text{g.L}^{-1}$) e total de sólidos em suspensão – TSS (mg.L^{-1}) nos pontos amostrados no Rio Cachoeira.

Com relação à variação espacial dos demais íons, o cloreto (Cl^-), sulfato (SO_4^{2-}) e magnésio (Mg^{+2}) não apresentaram variação entre os pontos amostrados ($p < 0,05$), porém pode ser observada uma diminuição ao longo do rio, da montante para a jusante. Seus maiores valores foram encontrados no ponto 1 ($2706,4 \pm 1161,6 \mu\text{M.L}^{-1}$ de Cl^- ; $297,4 \pm 127,3$ de SO_4^{2-} e $654,6 \pm 201,7$ de Mg^{+2}), próximo a formação do Rio Cachoeira, e os menores são encontrados no ponto 6 (Figura 8).

Os íons sódio (Na^+) e potássio (K^+) apresentaram variação entre os pontos amostrados ($p < 0,05$), sendo observado um aumento nas concentrações entre os pontos 1 e 3. Nesses pontos os valores de Na^+ encontram-se entre $1719,3 \pm 647,0$ e $2029,2 \pm 959,6 \mu\text{M.L}^{-1}$, e os de K^+ entre $87,7 \pm 41,2$ e $134,9 \pm 39,4 \mu\text{M.L}^{-1}$, respectivamente nos pontos 1 e 3.

O cálcio (Ca^{+2}) não apresentou uma variação entre os pontos de coleta no rio. Os valores desse íon encontram-se entre $398,7 \pm 131,0$ e $332,3 \pm 114,0 \mu\text{M.L}^{-1}$. O bicarbonato (HCO_3^-) apresentou um aumento de suas concentrações entre os pontos 1 e 4, com valores entre $1198,7 \pm 375,0$ e $1485,2 \pm 376,6 \mu\text{M.L}^{-1}$, respectivamente. Apesar da influência humana, em alguns pontos de coleta, não foi observada diferença entre eles com relação à concentração dos íons.

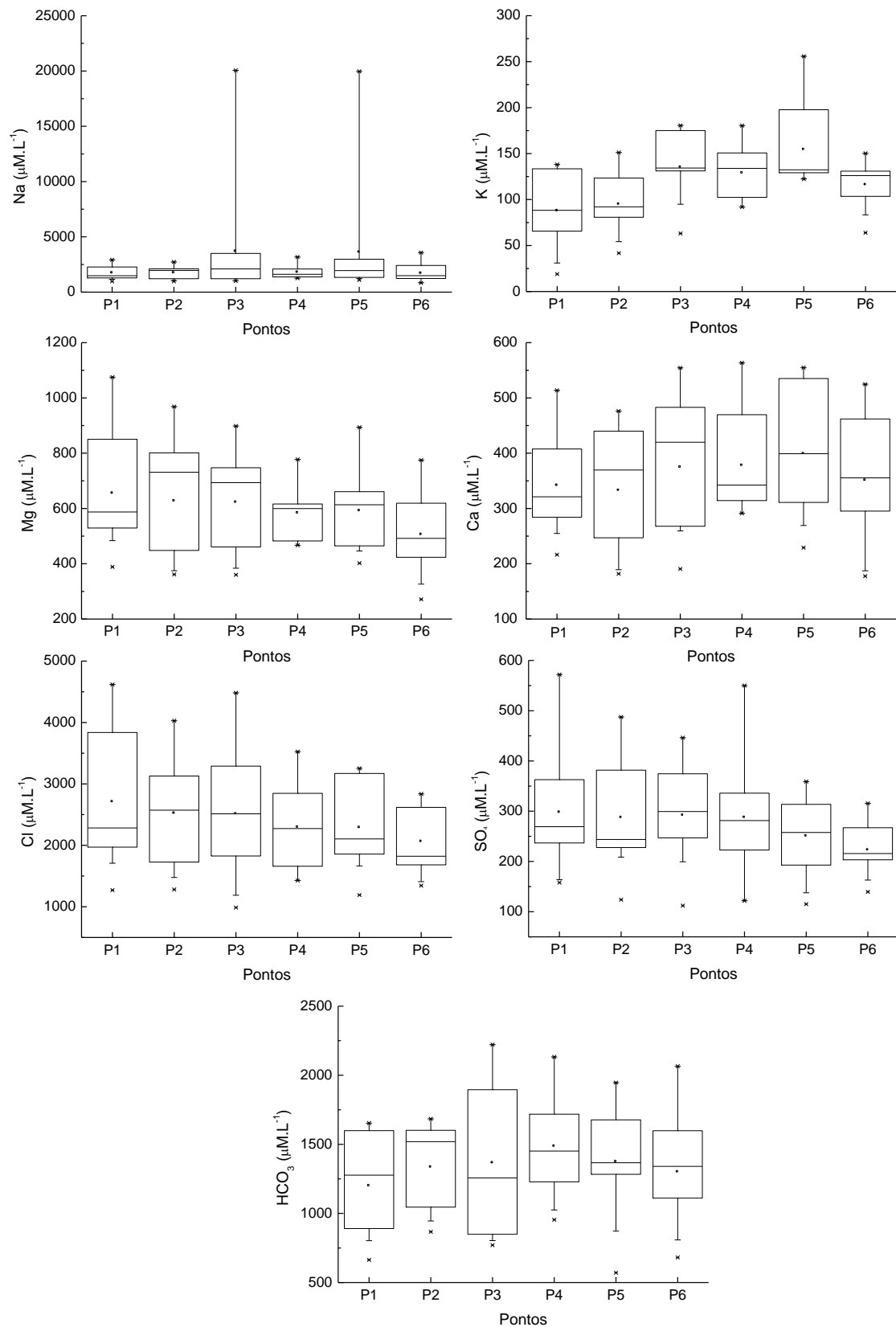


Figura 8 - Concentração dos cátions e ânions ($\mu\text{M.L}^{-1}$) nos pontos de coleta do Rio Cachoeira.

3.1.2 Variação Temporal

As maiores concentrações do fósforo e nitrogênio orgânico particulado (POP e NOP) ocorreram no mês de fevereiro com valores de 63,2 e 492,5 $\mu\text{M.L}^{-1}$, respectivamente. Houve um aumento acentuado das concentrações de NOP entre os meses de agosto/2008 e fevereiro, atingindo os maiores valores, dentre todo o período amostrado, nesse último mês (Figura 5). Tais valores coincidem com um dos meses de menor pluviosidade, fevereiro, mês no qual ocorreu uma precipitação de 82,5 mm (Figura 2).

O valor mais alto encontrado para o fósforo orgânico dissolvido (POD) ocorreu no mês de outubro (52,3 $\mu\text{M.L}^{-1}$), mês que ocorreu o menor evento pluviométrico (34,4 mm), e o mais baixo valor ocorreu em um dos meses de maior precipitação (225,3 mm- maio). Nos meses de dezembro, janeiro, junho e julho as concentrações ficaram abaixo do nível de detecção do aparelho. O nitrogênio orgânico dissolvido (NOD) apresentou sua menor concentração no mês de agosto/2009 (77,4 $\mu\text{M.L}^{-1}$) e atingiu a maior no mês de maio, onde alcançou 680,7 $\mu\text{M.L}^{-1}$.

Os nutrientes inorgânicos dissolvidos (PID e NID) obtiveram as maiores concentrações no mês de outubro (39,1 e 470,9 $\mu\text{M.L}^{-1}$) e os menores em agosto/08 (Figura 9).

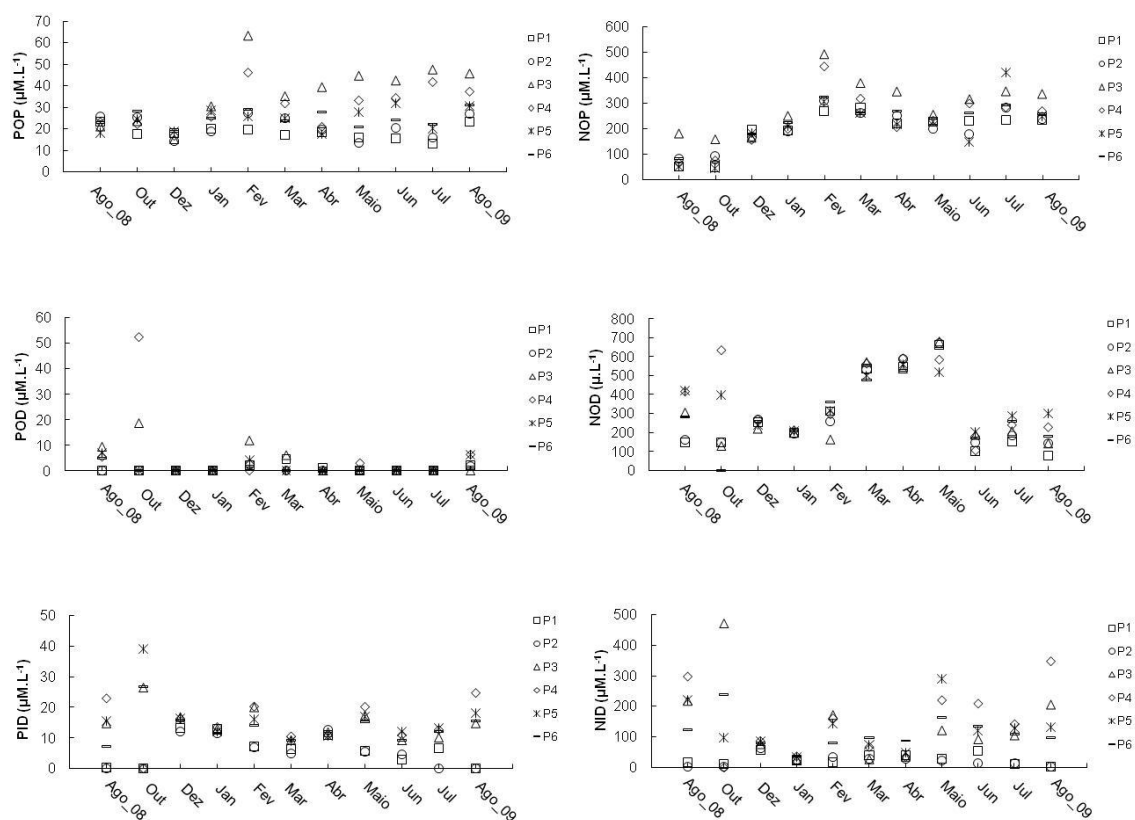


Figura 9 - Variação temporal do fósforo e nitrogênio orgânico e inorgânico dissolvido e particulado nos pontos amostrados no Rio Cachoeira. Concentração em $\mu\text{M.L}^{-1}$.

Com relação à variação temporal dos íons maiores, os meses de agosto/2008 e outubro apresentaram as maiores concentrações da maioria dos íons, entre eles, cálcio (Ca^{+2}) e sódio (Na^+), magnésio (Mg^{+2}), cloreto (Cl^-) e bicarbonato (HCO_3^-). Esses meses também apresentaram os menores índices pluviométricos, com 74,0 mm, em agosto e 34,4 mm em outubro. Um leve aumento nas concentrações destes íons e do íon potássio (K^+) também foi encontrado no mês de fevereiro, com exceção do cloreto (Figura 10).

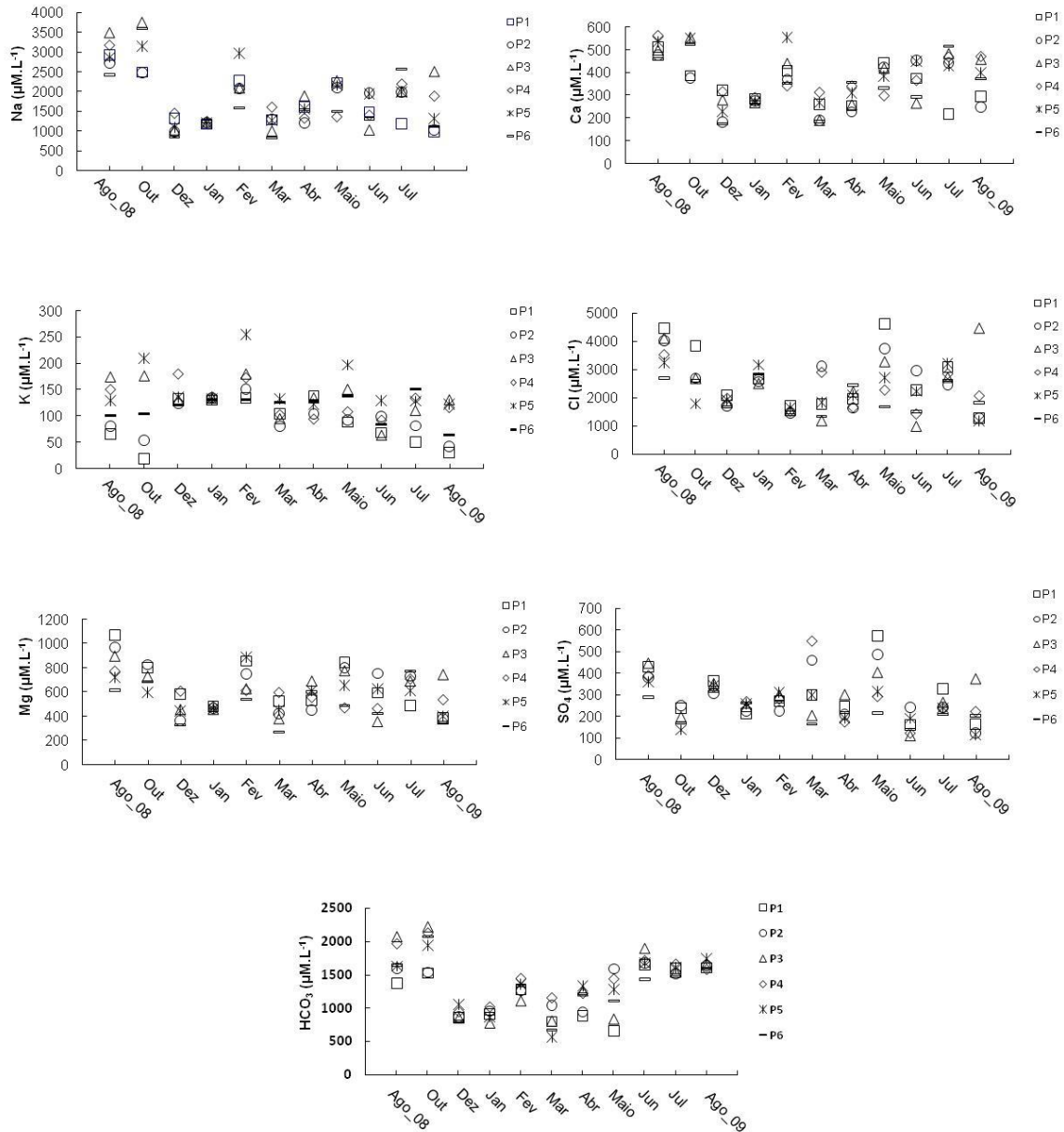


Figura 10- Variação temporal dos íons (sódio – Na^+ ; cálcio – Ca^{+2} ; potássio – K^+ ; cloreto – Cl^- ; magnésio – Mg^{+2} , sulfato – SO_4^{-2} e bicarbonato – HCO_3^-) nos pontos amostrados no Rio Cachoeira. Concentração em $\mu\text{M.L}^{-1}$.

As concentrações mais altas de clorofila e TSS, ao longo dos meses amostrados, foram nos meses de dezembro e janeiro apresentando valores de 114,3 e 102,7 mg.L⁻¹ para o TSS e 43,3 e 33,3 µg.L⁻¹ para a clorofila-a, respectivamente. Nos meses de agosto e outubro de 2008 e maio, junho e julho de 2009 os valores de clorofila assim como os valores de TSS foram mais baixos, sendo alguns valores de clorofila abaixo do limite de detecção (Figura 11).

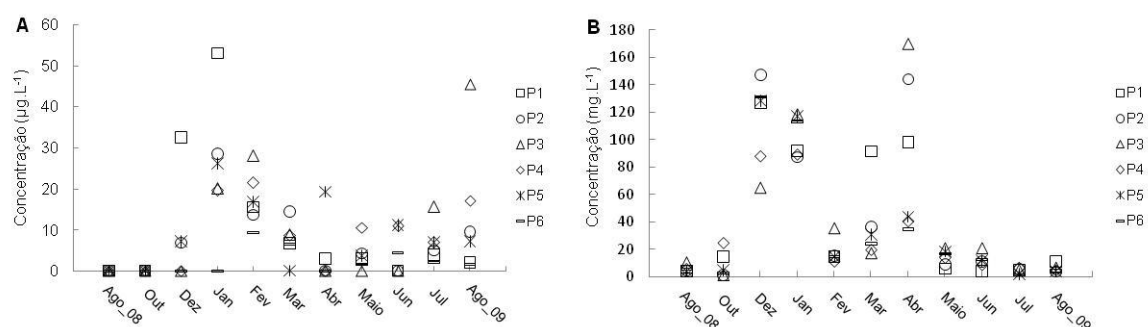


Figura 11 - Variação das concentrações de clorofila-a (µg.L⁻¹) - A e TSS (mg.L⁻¹) - B nos meses amostrados no Rio Cachoeira.

3.2 Metabolismo

3.2.1. Variação Espacial

Os parâmetros utilizados para estimar a atividade metabólica no rio foram porcentagem de saturação de oxigênio dissolvido (OD), pressão parcial do CO₂ na água (*p*CO₂) e taxa de respiração (TR). Com relação à variação do *p*CO₂ nos pontos amostrados, observou-se um aumento gradual das concentrações entre os pontos 1 e 4 e uma diminuição após esse ponto. O *p*CO₂ apresentou diferença estatística entre o ponto 1 e os pontos 4 e 5, e seus valores variaram de 4485 a 21208 nos pontos 1 e 4, respectivamente (Figura 12). Os maiores valores do percentual de oxigênio foram observadas nos pontos 1 e 2 ocorrendo uma redução brusca no ponto 3 (*p*<0,05), após esse ponto um aumento gradual nesses percentuais pode ser notado.

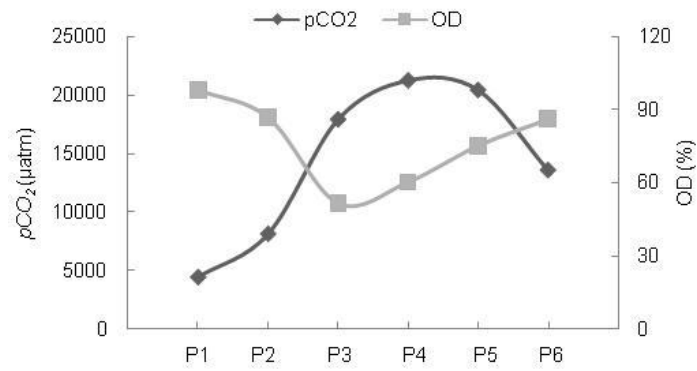


Figura 12 – Média da variação da porcentagem de oxigênio dissolvido (OD) e da pressão parcial do CO₂ - pCO₂ (µatm) nos pontos amostrados ao longo do Rio Cachoeira.

Pode ser observada uma relação positiva entre a TR e o pCO₂ ($r = 0,626$). Por outro lado, a taxa respiratória demonstrou uma relação inversa com o percentual de saturação de oxigênio ($r = 0,922$), sendo os pontos 3, 4 e 5 os pontos de maiores valores de TR e pCO₂ (Figura 13).

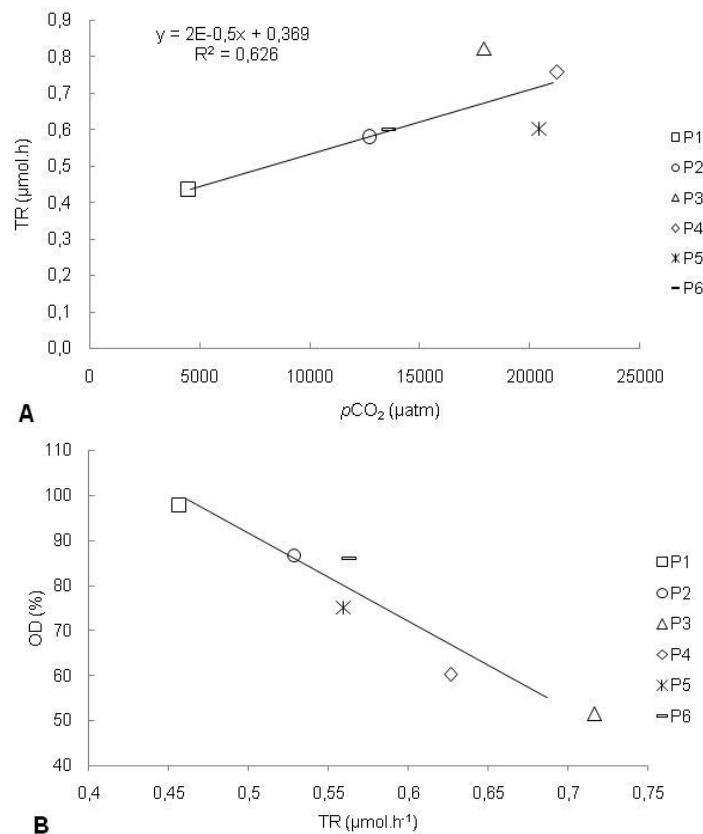


Figura 13 – Relações entre as variáveis associadas ao metabolismo aquático nos pontos amostrados no Rio Cachoeira. A – Relação entre taxa respiratória (TR) e pressão parcial do CO₂ (pCO₂). B – Relação entre porcentagem de oxigênio dissolvido (OD) e taxa respiratória (TR).

3.2.2. Variação Temporal

Com relação à pressão parcial do CO₂ as menores concentrações foram encontradas nos pontos 1 e 2, com valores entre 373,7 μatm no mês de outubro no ponto 2, e 447,7 μatm no mês de maio no ponto 1. As maiores concentrações ocorreram nos pontos 3 e 4 em agosto/08 (49378,6 μatm) e julho (43200,3 μatm), respectivamente (Figura 14).

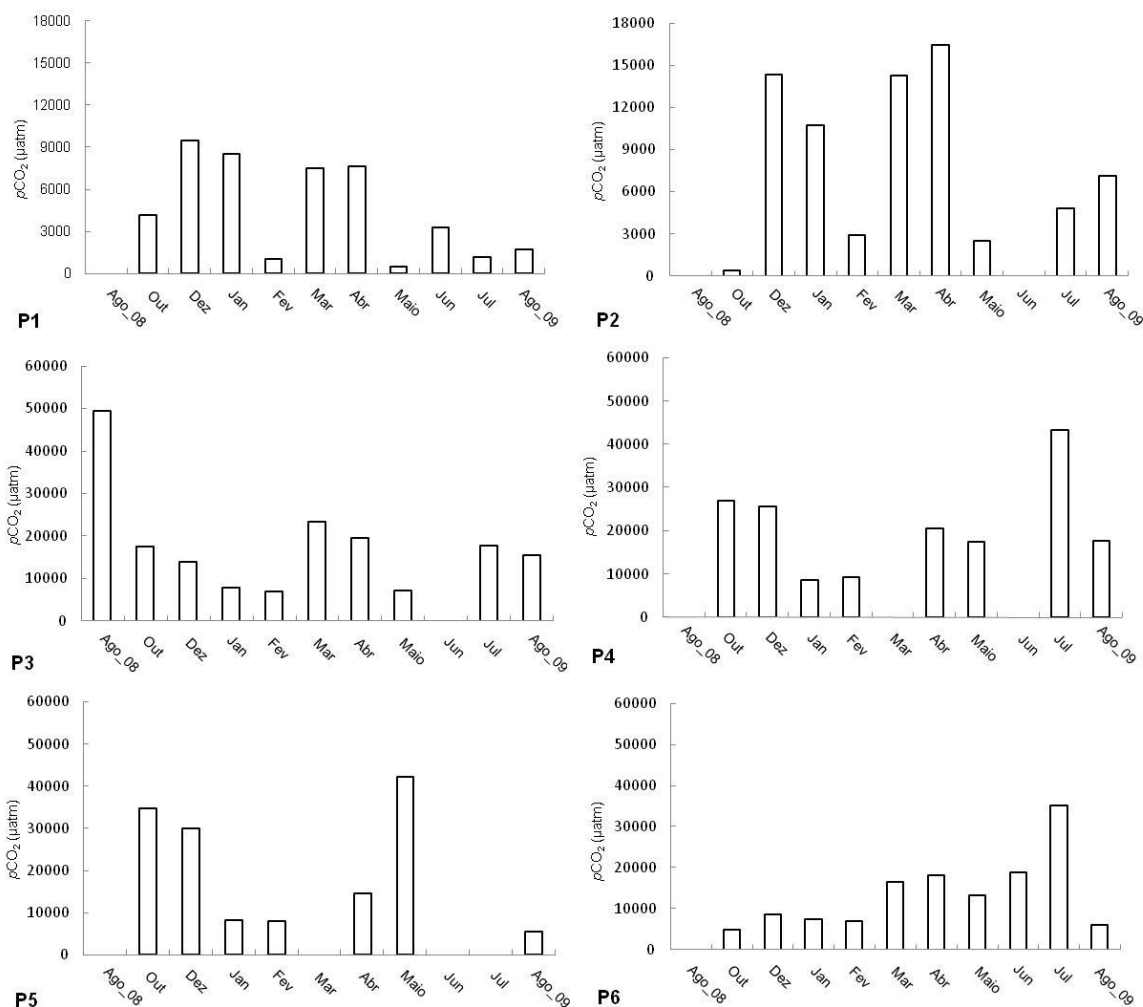


Figura 14 – Variação espacial das concentrações da pressão parcial do gás carbônico (pCO_2) nos meses amostrados no Rio Cachoeira.

As concentrações do percentual de saturação de oxigênio foram mais baixas nos pontos onde ocorreram os maiores valores do pCO_2 , pontos 3 e 4 (14,3 e 25,3 %), no entanto as mais altas concentrações ocorreram nos pontos 1 (129,2 %) e 6 (116,2%) (Figura 15).

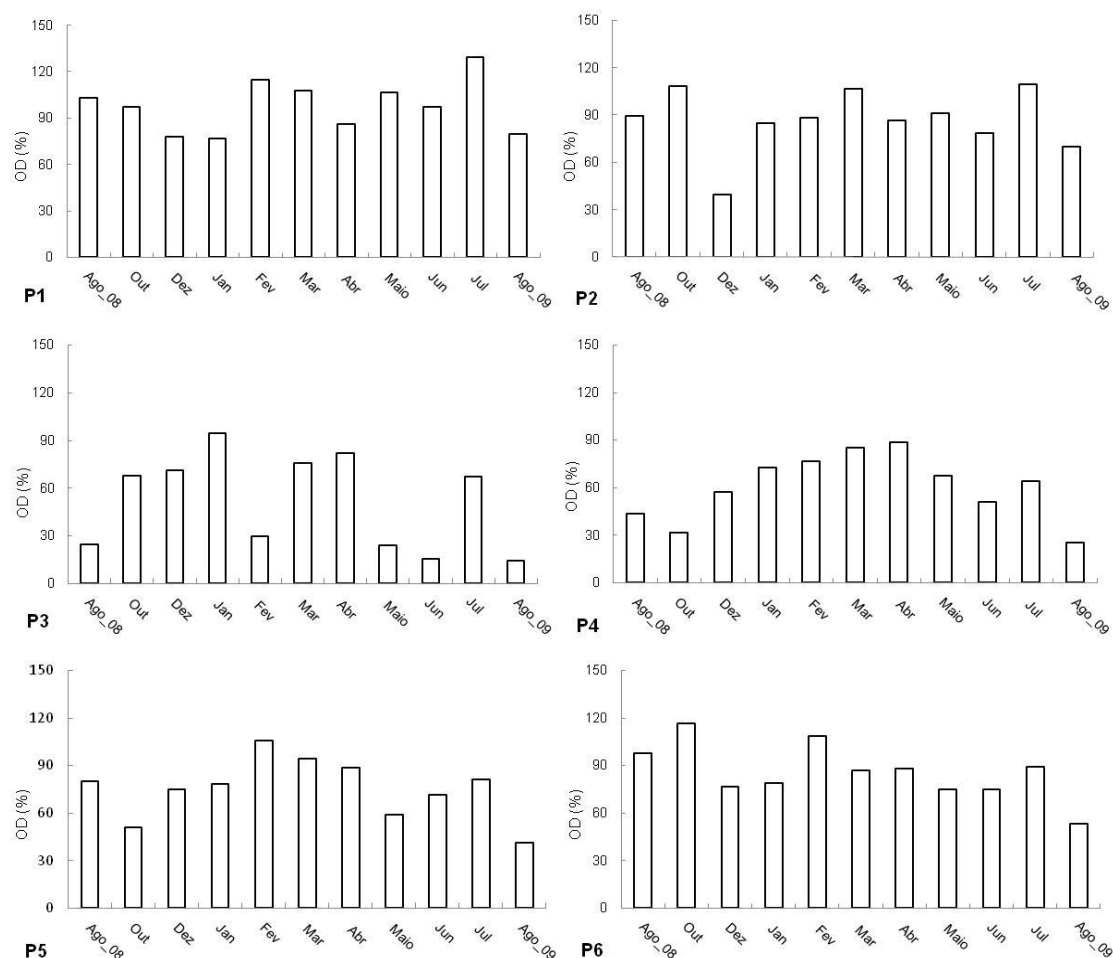


Figura 15 – Variação espacial das concentrações da porcentagem do oxigênio dissolvido (OD) nos meses amostrados no Rio Cachoeira.

O índice do estado trófico (IET) para os meses analisados apresentou variação entre 55,0 e 65,3 para o ponto 2 e 5 respectivamente (Tabela 3). Sendo assim, com base na classificação de Carlson (1977), modificado por Lamparelli (2004), o Rio Cachoeira é considerado como um sistema supereutrófico entre os pontos 3 e 5, eutrófico nos pontos 1 e 6, e mesotrófico no ponto 2.

Tabela 3 – Valores do índice do estado trófico (IET) com medidas de equivalência de clorofila *a* e fósforo nos pontos amostrados no Rio Cachoeira.

	IET_total	Clorofila_a ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	Fósforo Total (mg.L^{-1})
P1	59,1	10,8	0,2
P2	55,0	7,5	0,2
P3	64,3	11,1	0,5
P4	63,6	8,7	0,5
P5	65,3	8,9	0,5
P6	60,4	2,3	0,4

4. Discussão

4.1 Nutrientes e íons maiores

As atividades humanas, principalmente, a urbanização e o conseqüente despejo de esgotos domésticos, parecem ser o principal responsável pelas alterações na distribuição de nutrientes e no metabolismo do Rio Cachoeira. As maiores concentrações dos nutrientes orgânicos e inorgânicos dissolvidos (POD, NOD e NID) e particulados (POP e NOP) foram encontradas nos pontos 4 e 3, respectivamente. As altas concentrações de nitrogênio e fósforo nestes pontos devem-se ao fato do ponto 3 estar localizado dentro de um centro urbano que recebe diretamente o despejo de esgotos domésticos. A importância de várias entradas antropogênicas varia com a presença humana e suas atividades, especialmente às relacionadas a agricultura (Allan e Castillo 2007) Este parece ser o caso do ponto 4, onde podem ser encontrados, além da contribuição do esgoto rio acima, a entrada de afluentes que, provavelmente, despejam no Rio Cachoeira uma matéria orgânica mais refratária, tendo como principal fonte atividades pastoris.

As práticas agrícolas também podem provocar grandes alterações na composição das águas de escoamento: o uso de adubos aumenta a quantidade de nitratos, fosfatos e contribui conseqüentemente na eutrofização dos sistemas hídricos (Todeschini 2005). No caso do Rio Cachoeira as mais altas concentrações dos nutrientes inorgânicos foram encontrados a partir do ponto 3.

Assim como no presente estudo, altas concentrações de fosfato tem sido reportadas em diversos estudos realizados na bacia do Rio Cachoeira (Pinho 2001; Klumpp et al. 2002; Lima 2006). A presença deste nutriente está associada a despejos orgânicos, portanto é de se esperar que haja uma maior concentração deste nutriente, pois é a partir deste trecho do rio que existe o impacto de efluentes industriais e domésticos. Os esgotos domésticos são ricos em fósforo, e a concentração deste vem aumentando devido ao uso de detergentes sintéticos contendo polifosfatos (Paranhos 1996). Segundo Esteves (1988), o fósforo é o principal fator limitante da produtividade das águas continentais e tem sido apontado como principal responsável pela eutrofização artificial destes ecossistemas.

Mesmo padrão foi observado para o nitrogênio inorgânico, sendo a forma predominante no ponto 3 o amônio e nos pontos mais a jusante o nitrato. O nitrogênio presente nos esgotos domésticos entra em ambientes aquáticos inicialmente na forma de nitrogênio orgânico, e é por essa razão que as formas predominantes nesse trecho são as formas orgânicas. Além disso, é possível que o aumento de oxigênio dissolvido a partir do ponto 4 tenha facilitado os processos de nitrificação aumentando a disponibilidade de nitrato nos pontos mais a jusante do rio.

Comparado a outros trabalhos, os valores de NID encontrados no Rio Cachoeira foram superiores aos do Rio Ditinho - SC ($65,6 \mu\text{M L}^{-1}$) (Dorigon et al. 2008); e ao do Rio Cubatão - PR (Todeschini. 2005) com concentrações de $10,3 \mu\text{M L}^{-1}$, exceção aos valores encontrados por Salomão (2004) no Rio Piracicaba -SP ($109 \mu\text{M L}^{-1}$), e em um estudo anterior desenvolvido no Rio Cachoeira, que ocorreu após um grande período de seca ($162,8 \mu\text{M L}^{-1}$) (Klumpp et al. 2002) (Tabela 4). Estas bacias sofrem atividades agropecuárias e têm influência de centros urbanos.

Em relação à variação temporal no mês de outubro ocorreram as maiores concentrações de POD, NID e PID, coincidindo com o mês no qual aconteceu a menor precipitação no período analisado. O mês de fevereiro, que representou o final do período chuvoso, apresentou as concentrações mais extremas de POP e NOP. Mesmo padrão foi observado por Neill et al. (2001), em duas bacias de drenagem localizadas

em Rondônia dominadas por desmatamentos e pela presença de floresta natural, onde as maiores concentrações foram observadas no período seco.

Tabela 4 – Comparação da média dos valores do nitrogênio inorgânico dissolvido (NID) encontrados neste trabalho com outros trabalhos realizados em ambientes lóticos. Valores em $\mu\text{M.L}^{-1}$.

	NO₂	NO₃	NH₄	NID	Referência
Rio Piracicaba, São Paulo	10,0	50,0	49,0	109,0	Salomão (2004)
Rio Ditinho, Santa Catarina	5,4	0,1	60,1	65,6	Dorigon et al. (2008)
Rio Cubatão, Paraná	-	-	-	10,3	Todeschini (2005)
Rio Cachoeira, Bahia	-	-	-	162,8	Klumpp et al. (2002)
Rio Cachoeira, Bahia	28,0	10,8	56,4	95,3	Este Trabalho

Durante o período de baixa precipitação pluviométrica os rios se encontram sob o fluxo de base, durante este estágio a vazão é mantida quase que exclusivamente pelos lençóis freáticos. Na estação chuvosa a vazão dos rios aumenta devido ao aporte de água via escoamento superficial e sub-superficial. Essa diferença de fontes no aporte das águas para os rios é refletida em variações sazonais na qualidade de suas águas (Salomão 2004).

As variações nas condições hidrometeorológicas do rio produzem flutuações nas características das águas. No Rio Cachoeira durante o período de baixa pluviosidade, quando acontece uma diminuição da diluição da entrada de esgotos, ocorre o aumento da concentração de nitrogênio e fósforo. Este fato é acentuado pelo aumento do tempo de residência dessa água no rio, já que o escoamento fluvial em direção ao estuário é muito pequeno durante esse período (Lima 2006). Quando a precipitação torna-se maior, a vazão do rio tende a crescer, promovendo uma maior diluição dos efluentes domésticos e industriais, levando ao decréscimo da intensidade da poluição (Branco 1991).

Nos períodos de pluviosidade mais fraca, os rios transportam pouca carga sólida, de granulometria fina, enquanto que, durante as cheias, principalmente, é capaz de transportar enormes massas de material terrígeno (Oliveira 1997). Este parece ser o principal motivo que contribuiu para as altas concentrações de material particulado no final do período chuvoso no Cachoeira.

Comportamento diferente dos nutrientes foi encontrado para os íons maiores que diminuíram ao longo do rio, principalmente em relação aos íons cloreto (Cl⁻), sulfato (SO₄⁻²) e magnésio (Mg⁺²). O domínio da química da rocha principal fornece uma visão do intemperismo químico na bacia de drenagem, desde intemperismo de rochas-mãe até diferentes combinações de cátions e ânions dissolvidos à solução (Biggs et al. 2002). Os maiores valores foram encontrados no ponto 1 próximo a formação do Rio Cachoeira, na confluência dos Rios Salgado e Colônia, e os menores encontrados no ponto 6. Isto provavelmente se deve a formação geológica do Rio Salgado que apresenta altas concentrações de diversos íons, tais como Cl⁻, Mg⁺², Na⁺, K⁺ e Ca⁺² (Santos 2005). Os valores no Rio Cachoeira são mais baixos devido ao processo de diluição, em virtude da presença de outros rios oriundos de sub-bacias mais preservadas que dilui os íons provenientes do Rio Salgado.

Concentrações similares aos valores encontrados neste trabalho, para Cl⁻, SO₄⁻², Mg⁺², Na⁺ e Ca⁺², foram encontrados por Williams et al. (2001) e Martinelli et al. (2005) na bacia hidrográfica do Rio

Piracicaba que caracteriza-se por possuir uma elevada densidade populacional, grande parte do seu território coberto por pastagens e cultivo de cana-de-açúcar, e ser considerada industrializada; por Ometto et al. (2000) em um tributário do Rio Piracicaba (Rio Pisca) que está localizado em um área poluída da bacia; e por Souza e Tundisi (2003) em um rio da sub-bacia do Tietê/Jacaré (Rio Jaú), onde existe a presença de fontes pontuais de poluição e pouca quantidade de mata ciliar (Tabela 5).

Tabela 5 – Comparação das concentrações dos íons maiores encontradas neste trabalho com outros trabalhos realizados em ambientes lóticos. Valores em $\mu\text{M.L}^{-1}$.

	Uso do solo	Área da Bacia (km^2)	População	Cl	SO4	Mg	Na	Ca	Referência
Rio Salgado (Bahia)	Pastagens	1.020	460.000	9938,0	71,5	1865,3	5136,9	2173,3	Santos (2005)
Rio Piracicaba (São Paulo)	Cultivo de cana de açúcar e pastagens	12.600	3.400.000	197,5	289,5	218,1	466,0	267,0	Williams et al. (2001)
Rio Piracicaba (São Paulo)	Cultivo de cana de açúcar e pastagens	12.600	3.400.000	627,0	349,0	85,0	1354,0	231,0	Martinelli et al. (2005)
Rio Pisca (São Paulo)	Cultivo de cana de açúcar e pastagens	130,0	-	143,7	191,8	305,0	766,2	398,1	Ometto et al. (2000)
Rio Jaú (São Paulo)	Cultivo de cana de açúcar, pastagens e vegetação ripária	745,0	173.920	-	-	169,9	346,9	200,7	Souza e Tundisi (2003)
Rio Cachoeira (Bahia)	Cultivo de cacau e pastagens	4.600	460.000	2361,3	268,4	588,4	1791,4	356,8	Este trabalho

O íon potássio (K^+) obteve sua menor concentração no ponto 1 apresentando variação nos demais pontos de coleta, sendo a maior concentração encontrada no ponto 5. Provavelmente, este aumento ao longo do rio se deve a aumento de áreas desmatadas para cultivos diversos e pastagem, já que este íon é um dos principais constituintes de fertilizantes minerais (Biggs et al. 2002). O potássio apresentou sua maior concentração no mês de fevereiro, no final do período chuvoso; e sua menor concentração foi encontrada em outubro, mês de menor precipitação. Através dessa informação pode-se deduzir que a origem do potássio é da utilização de fertilizantes minerais e que sua concentração no corpo hídrico é influenciada pela quantidade do escoamento superficial.

Com relação à variação temporal dos íons maiores, os meses de agosto/2008 e outubro apresentaram as maiores concentrações de magnésio (Mg^{+2}), cálcio (Ca^{+2}) e sódio (Na^+), coincidindo com os meses nos quais aconteceram as menores precipitações no período analisado. Uma possível explicação para essa variação temporal nas concentrações dos íons foi o efeito da concentração no período de seca do rio, existindo também a contribuição marinha através dos aerossóis.

Santos (2005) em estudo no Rio Salgado também encontrou as maiores concentrações de sódio (Na^+), cálcio (Ca^{+2}) e magnésio (Mg^{+2}) durante o mês menos chuvoso. Durante o período de menor precipitação no trabalho desenvolvido por Martinelli et al. (1999b), no Rio Piracicaba, os maiores valores destes íons também foram encontradas.

Salomão (2004) observou uma correlação entre vazão e concentração de íons, e nos períodos de menor vazão foram encontradas as maiores concentrações de sódio (Na^+) e cálcio (Ca^{+2}) em todas as bacias estudadas. Mesmo padrão foi observado no Rio Cachoeira, com maiores concentrações no período

de menor vazão. Da mesma forma, Silva (1999) encontrou as maiores concentrações de Na^+ no período de baixa vazão na porção inferior do Rio Paraíba do Sul, e relaciona essa variação temporal à diluição do fluxo de base e das fontes antropogênicas. A diluição provocada pelo aumento da influência do escoamento superficial e sub-superficial durante o período das cheias dilui as fontes antropogênicas (esgotos).

As variações nas concentrações de cátions e ânions estão diretamente relacionadas a flutuações nas vazões dos rios (Cameron et al. 1995). A contribuição efetiva para teores de cálcio nas águas superficiais é decorrência da dominância geológica e do clima. Semelhante ao magnésio, o cálcio é bastante sensível à lixiviação, sendo que nos períodos chuvosos, a água de drenagem é o principal contribuinte para o deslocamento desses elementos para os cursos d'água (Boyer et al. 2002).

Além da contribuição da litologia e dos solos, os ambientes aquáticos também recebem contribuição da vegetação, do clima e dos organismos vivos, bem como das atividades humanas. Dentre estas últimas podemos salientar os efluentes domésticos, industriais e agrícolas (Todeschini 2005). Fato que pode ser comprovado neste estudo, pois o Rio Cachoeira sofre influência direta do aporte de esgotos sem tratamento prévio e a água oriunda do escoamento superficial transporta sedimentos (devido à ausência de vegetação ripária), materiais orgânicos e nutrientes associados. O excesso de nutrientes sugere ser a maior responsável pelo aumento das fontes de eutrofização nas águas (Souza e Tundisi 2003).

4.2 Metabolismo

O metabolismo aquático pode ser definido pelo balanço líquido entre os processos fotossintéticos e respiratórios (Esteves 1988). As concentrações dos gases biogênicos (O_2 e CO_2) são consideradas bons indicadores das taxas de produção e consumo da matéria orgânica nos ecossistemas aquáticos (Ballester et al. 1999). Dentro desse contexto, o Rio Cachoeira apresenta uma intensa alteração no metabolismo da montante a jusante. Semelhante aos resultados observados para os nutrientes, o metabolismo também foi modificado a partir do ponto 3 onde há a influência do despejo de esgotos domésticos.

Os esgotos orgânicos de origem doméstica ou industrial contêm grandes quantidades de matéria biodegradável, o que provoca um consumo alto de oxigênio pelos microorganismos decompositores, podendo assim considerar-se que os esgotos brutos, com tratamento primário ou anaeróbico, apresentam oxigênio dissolvido nulo, de forma geral (Von Sperling 1994). No Cachoeira, os pontos que apresentaram as maiores taxas de respiração e menores percentuais de oxigênio dissolvido são os mais afetados pelo aporte de esgotos ou próximos da entrada de afluentes ricos em matéria orgânica.

Os rios promovem a ligação do ciclo do carbono entre os ecossistemas terrestres e os ecossistemas aquáticos (rios, lagos e oceanos), lançando nos oceanos o carbono originado nos ecossistemas terrestres (Ludwig et al. 1996). Nos rios, a ciclagem do carbono é afetada por processos que ocorrem tanto nos canais fluviais quanto na bacia de drenagem como um todo (Raymond e Cole 2003). Existem diversas fontes de CO_2 para as águas dos rios: difusão pela atmosfera, oxidação da matéria orgânica por bactérias e o CO_2 que entra via áreas alagáveis e pelo lençol freático (Cameron et al. 1995; Richey et al. 1990). O dióxido de carbono presente nas águas do lençol freático é originário da respiração (das raízes e microbiana) nos solos e pelo intemperismo dos solos e rochas (Helie et al. 2002). As fontes estritamente aquáticas desse gás têm origem na produção/respiração algal (fitoplâncton e perifíton) e nas

macrófitas submersas (Richey 2002). No entanto, este ciclo vem sendo alterado em função das ações antrópicas, afetando tanto o metabolismo do rio quanto dos ecossistemas que recebem suas descargas.

Os maiores valores da pressão parcial do CO_2 ($p\text{CO}_2$) foram encontradas no ponto 4 e as menores no ponto 1. A aparente supersaturação de $p\text{CO}_2$ é normalmente relacionada com a atividade biótica que é sustentada por matéria orgânica alóctone ou autóctone – natural ou antropogênica (Jarvie et al. 2008). Os pontos menos poluídos (1 e 2) são caracterizados por águas com altas concentrações de OD e baixas concentrações de $p\text{CO}_2$, ocorrendo uma situação oposta nos postos mais poluídos (3, 4 e 5).

O acúmulo de material orgânico depende da variação na vazão do rio, pois o material tende a acumular durante baixas vazões e pode ser exportado nas altas vazões (Allan e Castillo 2007). Durante os períodos de baixa vazão o tempo de residência da água no rio aumenta, já que o escoamento fluvial em direção ao estuário é muito pequeno, favorecendo o aumento da atividade fotossintética (Martinelli et al 1999). No Rio Cachoeira pôde ser observado o aumento dos nutrientes orgânicos no período de baixa precipitação, com o oposto ocorrendo durante o período de chuva.

A atividade primária interna também contribui para o conjunto da matéria orgânica transportada pelos rios. Esta contribuição é mais proeminente durante o período de baixa vazão, onde a menor turbidez e a maior concentração de nutrientes favorecem a produtividade primária autóctone (Young e Huryn 1999). Bancos de macrófitas crescem durante os períodos de altas temperaturas e baixas precipitações no Rio Cachoeira, assim a decomposição dessa grande quantidade de biomassa fornece uma importante fonte de matéria orgânica ao ambiente.

As principais causas da eutrofização estão relacionadas com as entradas de águas residuais domésticas e industriais, a lixiviação, a contribuição de águas subterrâneas, de fertilizantes utilizados na agricultura, erosão do solo e uso excessivo de detergentes não-biodegradáveis. Todas essas condições anteriormente citadas têm contribuído para a eutrofização do Rio Cachoeira.

Essas mudanças antropogênicas afetam tanto o metabolismo dos rios quanto dos ecossistemas adjacentes e localizados à jusante dos rios (estuários e áreas costeiras), quando estes são dominados por entradas alóctones de material orgânico é claramente ineficiente em processar esse material, exportando mais do que é metabolizado (Ludwig et al. 1996). Fato que ocorre no estuário do Rio Cachoeira que recebe uma grande quantidade de material orgânico originário do rio (Silva 2007).

O enriquecimento dos corpos d'água está associado ao aumento da produtividade primária e ocorrência de episódios de desenvolvimento excessivo de algas ou macrófitas aquáticas, as quais podem prejudicar o uso para abastecimento, produção de energia, recreação e proteção da vida aquática (Lamparelli 2004). Visando o acompanhamento deste fenômeno, o índice do estado trófico, introduzido por Carlson (1977) e modificado por Toledo et al (1983), é amplamente utilizado em monitoramento da qualidade de água e tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes. Com base nesse índice o Rio Cachoeira é caracterizado como um sistema supereutrófico entre os pontos 3 e 5, eutrófico nos pontos 1 e 6, e mesotrófico no ponto 2.

5 Conclusão

As variáveis estudadas apresentaram variação espacial de acordo com o tipo de impacto existente em cada ponto de coleta, e temporal, onde teve influência da diluição que pode ter ocorrido via precipitação e/ou escoamento superficial. A concentração de nutrientes entre os pontos varia de acordo com a influência das fontes pontuais e difusas de contaminação existentes, e a prova disso é que os maiores valores dos parâmetros analisados são encontrados nos pontos 3 e 4. A influência humana não interferiu na distribuição dos íons, as variações nas concentrações de cátions e ânions foram diretamente relacionadas com os períodos de seca e chuva, e com a formação geológica. No período de menor precipitação, que ocorreu nos meses de agosto/2008 e outubro, foram encontradas as maiores concentrações de sódio (Na^+), cálcio (Ca^{+2}) e magnésio (Mg^{+2}). O Rio Cachoeira durante o período amostrado é considerado super eutrofizado, devido, principalmente, à entrada de esgoto *in natura*, sendo essa condição acentuada pela baixa descarga fluvial nos meses de estiagem. Para o manejo apropriado das águas superficiais na área estudada é importante que os efluentes sejam coletadas e tratados antes de serem despejados nos corpos d'água.

6 Referências

- Allan, J. D.; Castillo, M. M. (2007). *Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters*. Ed. Springer, 2º ed. 444p.
- Andrade, T. M. B. (2008). *Dinâmica das formas dissolvidas de nitrogênio e carbono em microbacias da Mata Atlântica no município de Ubatuba (SP)*. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba – SP, 100p.
- Arcova, F. C. S.; Cicco, V. (1999). Water quality in small watershed with land uses in Cunha region , State of São Paulo. *Scientia Florestalis*. Piracicaba, 56, 125-134.
- Assis, M. V. G. (2001). *Impacto do despejo de esgotos domésticos e percepção ambiental*. Monografia (Especialização em Oceanografia). Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus- BA, 80p.
- BAHIA. SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS. (1995). *Plano diretor dos recursos hídricos da bacia do leste*. Salvador, v. 1, 198p.
- BAHIA. SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS. (2001). *Programa de recuperação das bacias hidrográficas dos Rios Cachoeira e Almada*. Diagnóstico Regional. Caracterização Hidrológica. Ilhéus-BA, SRH/UESC, v. 1, Tomo IV.
- Ballester, M. V.; Martinelli, L. A.; Krusche, A. V.; Victoria, R. L.; Bernardes, M.; Camargo, P. B. (1999). Effects of increasing organic matter loading on the dissolved O_2 , free dissolved CO_2 and respiration rates in the Piracicaba River Basin, Southeast Brazil. *Water Resource*, Oxford, 33(9), 2119 – 2129.
- Barbosa, J. S. F.; Domingues, J. M. L. (1996). *Mapa geológico do estado da Bahia – Texto explicativo*. Salvador: Universidade Federal da Bahia. Governo do estado da Bahia, 382p.
- Biggs, T. W.; Dunne, T.; Domingues, T. F.; Martinelli, L. A. (2002). Relative influence of natural watershed properties and human disturbance on stream solute concentrations in the southwestern Brazilian Amazon basin. *Water Resources Research*, 38(8), 1-16.

- Boyer, E. W.; Goodale, C. L.; Jaworski, N. A.; Howart, R. N. (2002). Anthropogenic nitrogen sources and relationships to riverine nitrogen export in the northeastern USA. *Biogeochemistry*, 137-169.
- Branco, S. M. (1986). *Hidrologia Aplicada a Engenharia Sanitária*, 3ª edição, CETESB. São Paulo-SP, 620p.
- Branco, S. M. (1991). A água e o Homem. In: PORTO, R.L.L. (Org) *Hidrologia Ambiental*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos – (Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v.3).
- Calijuri, M. C.; Bubel, A. P. M. (2006). Conceituação de microbacias. In: LIMA, W. P. & ZAKIA, M. J. B. (ed.). *Manejo ambiental de florestas plantadas: Operacionalizando o conceito de microbacia como unidade de planejamento*. (pp. 45-60). São Carlos: RIMA.
- Cameron, E. M.; Hall, G. E. M.; Veizer, J.; Krouse, H. R. (1995). Isotopic and Elemental Hydrogeochemistry of a Major River System – Fraser-River, British-Columbia, Canada. *Chemical Geology*, 122, 149-169.
- Carmouze, J. P. (1994). *O metabolismo dos ecossistemas aquáticos*. São Paulo: Edgar Blücher, 254 p.
- Carlson, R. E. (1977). A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, v.22, p.361-369.
- Carvalho, A. R.; Schlittler, F. H. M.; Tornisielo, V. L. (2000). Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. *Química Nova*, 23(5), 618-622.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM. (1997). *Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil*. Itabuna. Folha SD. 24-Y-B-VI. Org. Arcanjo, J. B. A. Brasília: CPRM, 276p.
- Corriveau, J.; Van Bochove, E.; Savard, M. M.; Cluis, D.; Paradis, D. (2009). Occurrence of High In-Stream Nitrite Levels in a Temperate Region Agricultural Watershed. *Water, Air and Soil Pollution*, 1-13.
- CRA - CENTRO DE RECURSOS AMBIENTAIS. (2001). *Bacias Hidrográficas do Leste*. Ilhéus- BA. Disponível em: <http://www.seia.ba.gov.br/SGDIA/transarq/arquivos/Bacia%20Hidrogr%C3%A1fica/AVALIA%C3%87%C3%83O%20DA%20QUALIDADE%20DAS%20%C3%81GUAS%20-%202001/ARQUIVO/leste2001.pdf>. Acessado em: 12/12/2007.
- Dana, J. D.; Franco, R. R. (1976). *Manual de Mineralogia*. Rio de Janeiro: ao livro técnico e científico, v.2. 642 p
- Daniel, M. H. B.; Montebelo, A. A.; Bernardes, M. C.; Ometto, J.; Camargo, P. B.; Krusche, A. V.; Ballester, M. V.; Victoria, R. L.; Martinelli, L. A. (2002). Effects of urban sewage on dissolved oxygen, dissolved inorganic and organic carbon, and electrical conductivity of small streams along a gradient of urbanization in the Piracicaba River basin. *Water, Air and Soil Pollution*, 136, 189-206.
- Dorigon, E. B.; Stolberg, J.; Perdomo, C. C. (2008). Qualidade da água em uma microbacia de uso agrícola e urbano em Xanxerê – SC. *Revista De Ciências Ambientais*, 2(2), 105-120.
- Esteves, F. A. (1988). *Fundamentos de Limnologia*. Interciência: FINEP. Rio de Janeiro-RJ, 575p.
- Fritzsos, E.; Hindi, E. C.; Mantovani, L. E.; Rizzi, N. E. (2003). Conseqüências da alteração da vazão sobre alguns parâmetros de qualidade de água fluvial. *Revista Floresta*, 33(2), 201-214.

- Germer, S.; Neill, C.; Vetter, T.; Chaves, J.; Krusche, A. V.; Elsenbeer, H. (2009). Implications of long-term land-use change for the hydrology and solute budgets of small catchments in Amazônia. *Journal of Hydrology*, v. 364, 349–363.
- Helie, J. F.; Hillaire-Marcel, C.; Rondeau, B. (2002). Seasonal changes in the sources and fluxes of dissolved inorganic carbon through the St. Lawrence River – isotopic and chemical constrain. *Chemical Geology*, 186 (1-2), 117 – 138.
- Jarvie, H. P.; Haygarth, P. M.; Neal, C.; Butler, P.; Smith, B.; Naden, P. S.; Joynes, A.; Neal, M.; Wickham, H.; Armstrong, L.; Harman, S.; Palmer-Felgate, E. J. (2008). Stream water chemistry and quality along an upland–lowland rural land-use continuum, south west England. *Journal of Hydrology*, 350, 215– 231
- Klumpp, A.; Bauer, K.; Franz-Gerstein, C. & Menezes, M. (2002). Variation of nutrient and metal concentrations in aquatic macrophytes along the Rio Cachoeira in Bahia (Brazil). *Environment International*, 28, 165– 171.
- Lamparelli, M. C. (2004). *Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: Avaliação dos métodos de monitoramento*. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade São Paulo, São Paulo-SP, 238p.
- Lewis, E.; Wallace, D. W. R. (1998). Program Developed for CO₂ System Calculations. ORNL/CDIAC-105. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tennessee.
- Li, S.; Zhang, Q. (2008). Geochemistry of the upper Han River basin, China, 1: Spatial distribution of major ion compositions and their controlling factors. *Applied Geochemistry*, 23, 3535–3544.
- Lima, M. C. (2006). *Dinâmica dos nutrientes inorgânicos dissolvidos no Rio Cachoeira*. Relatório final, PIBIC. UESC. Ilhéus- BA.
- Martinelli, L. A.; Ballester, M. V.; Krusche, A. V.; Victoria, R. L.; De Camargo, P. B.; Bernardes, M.; Ometto, J. (1999a). Landcover changes and delta C-13 composition of riverine particulate organic matter in the Piracicaba River Basin (southeast region of Brazil). *Limnology and Oceanography*, 44(7), 1826-1833.
- Martinelli, L. A.; Piccolo, M. C.; Townsend, A. R.; Vitousek, P. M.; Cuevas, E.; McDowell, W. H.; Robertson, G. P.; Santos, O. C.; Treseder, K. (1999b). Nitrogen stable isotopic composition of leaves and soil: tropical versus temperate forests. *Biogeochemistry*, 46, 45 – 65.
- Martinelli, L. A.; Ferraz, E. S. B.; Silva, D. M. L. (org.). (2005). *Caderno de Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo*. São Paulo-SP, 140p.
- Meybeck, M. (2003). Global analysis of river systems: from Earth system controls to Anthropocene syndromes. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*, v.358, (pp.1935-1955).
- Nacif, P. G. S.; Costa, L. M.; Saadi, A.; Fernandes-Filho, E. I.; Ker, J. C.; Costa, O. V.; Moreau, M. S. (2003). *Ambientes naturais da bacia hidrográfica do Rio Cachoeira*. Artigo extraído da Tese (Doutorado no Departamento de Solos). UFV, Viçosa – MG.

- Neill, C.; Deegan, L. A.; Thomas, S. M.; Cerri, C. C. (2001). Deforestation for pasture alters nitrogen and phosphorus in small amazonian streams. *Ecological Applications*, 11(6), 1817-1828.
- Oliveira, M. C. R. A. (1997). *As relações Ambientais da Bacia do Rio Cachoeira (Sul da Bahia)*. Ilhéus-BA. Editus. 112p.
- Ometto, J. P. H. B.; Martinelli, L. A.; Ballester, M. V.; Gessner, A.; Krusche, A. V.; Victoria, R. L.; Williams, M. (2000). Effects of land use on water chemistry and macroinvertebrates in two streams of the Piracicaba river basin, south-east Brazil. *Freshwater Biology*, 44, 327-337.
- Paranhos, R. (1996). *Alguns métodos para análise de água*. Rio de Janeiro: UFRJ, Sub-Reitoria de Ensino de Graduação e Corpo Docente/ SR-1. (Cadernos Didáticos UFRJ; 19). 200p.
- Pinho, A. G. (2001). *Estudo da qualidade das águas do Rio Cachoeira – Região Sul da Bahia*. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente). Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus - BA. 133p.
- Raymond, P. A.; Cole, J. J. (2003). Increase in the Export of Alkalinity from North America's Largest River. *Science*, 301, 88 – 91.
- Richey, J. E.; Hedges, J. I.; Devol, A. H.; Quay, P. D.; Victoria, R.; Martinelli, L. A.; Forsberg, B. R. (1990). Biogeochemistry of carbon in the Amazon River. *Limnol. Oceanogr.* 35(2), 352-371.
- Richey, J. E.; Melack, J. M.; Aufdenkampe, A. K.; Ballester, V. M.; Hess, L. L. (2002). Outgassing from Amazonian rivers and wetlands as a large tropical source of atmospheric CO₂. *Nature* (416), 617 – 620.
- Santos, J. W. (2005). *Fácies hidrogeoquímicas da bacia do Rio Salgado – Sul da Bahia*. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente). Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus - BA. 133p.
- Salomão, M. S. M. B. (2004). *Biogeoquímica de rios do Estado de São Paulo com bacias de drenagem apresentando diferentes características de ocupação de solo*. Tese (Doutorado em Ciências). Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba – SP, 117p.
- Schiavetti, A.; Schilling, A. C.; Oliveira, H. T. (2005). Caracterização sócio-ambiental da bacia hidrográfica do Rio Cachoeira, sul da Bahia, Brasil. In: SCHIAVETTI, A. & CAMARGO, A. F. M. (ed.) *Conceito de bacias hidrográficas: teorias e aplicações*. Ed. Editus. Ilhéus-BA, 293p.
- Silva, C. F. (1999). *Hidrogeoquímica fluvial da porção inferior do Rio Paraíba do Sul, RJ*. Dissertação (Mestrado). Centro de Biociências e Biotecnologia. 130p.
- Silva, M. A. M. (2007). *Biogeoquímica dos nutrientes inorgânicos dissolvidos e biomassa fitoplanctônica no estuário do Rio Cachoeira, Ilhéus- BA*. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Santa Cruz. 123p.
- Souza, A. D. G. & Tundisi, J. G. (2003). Hidrogeochemical comparative study of the Jaú and Jacaré-Guaçu river watersheds, São Paulo, Brazil. *Rev. Brasil. Biol.*, 60(4), 63-570.
- Strickland, J. D. H.; Parsons, T. R. (1972). *A practical handbook of seawater analysis*. Bull. Fish. Res. Board Can., n. 167. 311p.
- Todeschini, M. L. (2005). *Dinâmica espacial e temporal das características físicas e químicas do Rio Cubatão e distribuição espacial da bacia hidrográfica – litoral do Paraná*. Dissertação (Geologia Ambiental). Ciências da Terra. Paraná-PR. 144p.

- Tundisi, J. G. (2008). *Limnologia*. Ed. Oficina de Textos. São Paulo – SP, 631p.
- Von Sperling, M. (1994). Critérios e dados para uma seleção preliminar de sistemas de tratamento de esgotos. *Bio Engenharia Sanitária e Ambiental*. Encarte Técnico, Ano III, 1 (pp. 7-21).
- Young, R. G.; Hury, A. D. (1999). Effects of land use on stream metabolism and organic matter turnover. *Ecological Applications*, 9 (4), 1359 – 1376
- Williams, M. R.; Filoso, S.; Martinelli, L. A.; Lara, L. B.; Camargo, P. B. (2001). Precipitation and River Water Chemistry of the Piracicaba River Basin, Southeast Brazil. *Journal of Environmental Quality*, 30, 967–981.

7 Normas para Submissão

Water, Air and Soil Pollution

Title Page

The title page should include:

- The name(s) of the author(s)
- A concise and informative title
- The affiliation(s) and address(es) of the author(s)
- The e-mail address, telephone and fax numbers of the corresponding author

Abstract

Please provide an abstract of 150 to 250 words. The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references.

Keywords

Please provide 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

Text Formatting

- Manuscripts should be submitted in Word.
- Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.
- Use italics for emphasis.
- Use the automatic page numbering function to number the pages.
- Do not use field functions.
- Use the table function, not spreadsheets, to make tables.
- Use the equation editor or MathType for equations.
Note: If you use Word 2007, do not create the equations with the default equation editor but use the Microsoft equation editor or MathType instead.
- Save your file in doc format. Do not submit docx files.

Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX.
LaTeX macro package

Headings

Please use no more than three levels of displayed headings.

Abbreviations

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

Footnotes

- Footnotes can be used to give additional information, which may include the citation of a reference included in the reference list.
- They should not consist solely of a reference citation, and they should never include the bibliographic details of a reference.
- They should also not contain any figures or tables.
- Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data).
- Footnotes to the title or the authors of the article are not given reference symbols.
Always use footnotes instead of endnotes.

Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section before the reference list. The names of funding organizations should be written in full.

References

Citation

Cite references in the text by name and year in parentheses. Some examples:

- Negotiation research spans many disciplines (Thompson 1990).
- This result was later contradicted (Becker and Seligman 1996).
- This effect has been widely studied (Abbott 1991; Barakat et al. 1995; Kelso and Smith 1998; Medvec et al. 1993).

Reference list

The list of references should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text. Do not use footnotes or endnotes as a substitute for a reference list.

Reference list entries should be alphabetized by the last names of the first author of each work.

Journal article

- Harris, M., Karper, E., Stacks, G., Hoffman, D., DeNiro, R., Cruz, P., et al. (2001). Writing labs and the Hollywood connection. *Journal of Film Writing*, 44(3), 213–245.

Article by DOI

- Slifka, M.K., Whitton, J.L. (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *Journal of Molecular Medicine*, doi:10.1007/s001090000086

Book

- Calfee, R. C., & Valencia, R. R. (1991). *APA guide to preparing manuscripts for journal publication*. Washington, DC: American Psychological Association.

Book chapter

- O’Neil, J. M., & Egan, J. (1992). Men’s and women’s gender role journeys: Metaphor for healing, transition, and transformation. In B. R. Wainrib (Ed.), *Gender issues across the life cycle* (pp. 107–123). New York: Springer.

Online document

- Abou-Allaban, Y., Dell, M. L., Greenberg, W., Lomax, J., Peteet, J., Torres, M., Cowell, V. (2006). Religious/spiritual commitments and psychiatric practice. Resource document. American Psychiatric Association. http://www.psych.org/edu/other_res/lib_archives/archives/200604.pdf. Accessed 25 June 2007.

Journal names and book titles should be italicized.

Tables

All tables are to be numbered using Arabic numerals.

- Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.

- For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table.
- Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption.
- Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

Artwork Guidelines

For the best quality final product, it is highly recommended that you submit all of your artwork – photographs, line drawings, etc. – in an electronic format. Your art will then be produced to the highest standards with the greatest accuracy to detail. The published work will directly reflect the quality of the artwork provided.

Electronic Figure Submission

Supply all figures electronically.

- Indicate what graphics program was used to create the artwork.
- For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format. MS Office files are also acceptable.
- Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.
- Name your figure files with "Fig" and the figure number, e.g., Fig1.eps.

Line Art

- Definition: Black and white graphic with no shading.
- Do not use faint lines and/or lettering and check that all lines and lettering within the figures are legible at final size.
- All lines should be at least 0.1 mm (0.3 pt) wide.
- Scanned line drawings and line drawings in bitmap format should have a minimum resolution of 1200 dpi.
- Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

Halftone Art

- Definition: Photographs, drawings, or paintings with fine shading, etc.
- If any magnification is used in the photographs, indicate this by using scale bars within the figures themselves.
- Halftones should have a minimum resolution of 300 dpi.

Combination Art

- Definition: a combination of halftone and line art, e.g., halftones containing line drawing, extensive lettering, color diagrams, etc.
- Combination artwork should have a minimum resolution of 600 dpi.

Color Art

Color art is free of charge for online publication.

- If black and white will be shown in the print version, make sure that the main information will still be visible. Many colors are not distinguishable from one another when converted to black and white. A simple way to check this is to make a xerographic copy to see if the necessary distinctions between the different colors are still apparent.
- If the figures will be printed in black and white, do not refer to color in the captions.
- Color illustrations should be submitted as RGB (8 bits per channel).

Figure Lettering

- To add lettering, it is best to use Helvetica or Arial (sans serif fonts).
- Keep lettering consistently sized throughout your final-sized artwork, usually about 2–3 mm (8–12 pt).
- Variance of type size within an illustration should be minimal, e.g., do not use 8-pt type on an axis and 20-pt type for the axis label.
- Avoid effects such as shading, outline letters, etc.

- Do not include titles or captions within your illustrations.

Figure Numbering

- All figures are to be numbered using Arabic numerals.
- Figures should always be cited in text in consecutive numerical order.
- Figure parts should be denoted by lowercase letters (a, b, c, etc.).
- If an appendix appears in your article and it contains one or more figures, continue the consecutive numbering of the main text. Do not number the appendix figures, "A1, A2, A3, etc." Figures in online appendices (Electronic Supplementary Material) should, however, be numbered separately.

Figure Captions

- Each figure should have a concise caption describing accurately what the figure depicts. Include the captions in the text file of the manuscript, not in the figure file.
- Figure captions begin with the term Fig. in bold type, followed by the figure number, also in bold type.
- No punctuation is to be included after the number, nor is any punctuation to be placed at the end of the caption.
- Identify all elements found in the figure in the figure caption; and use boxes, circles, etc., as coordinate points in graphs.
- Identify previously published material by giving the original source in the form of a reference citation at the end of the figure caption.

Figure Placement and Size

- When preparing your figures, size figures to fit in the column width.
- For most journals the figures should be 39 mm, 84 mm, 129 mm, or 174 mm wide and not higher than 234 mm
- For books and book-sized journals, the figures should be 80 mm or 122 mm wide and not higher than 198 mm.

Permissions

If you include figures that have already been published elsewhere, you must obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format. Please be aware that some publishers do not grant electronic rights for free and that Springer will not be able to refund any costs that may have occurred to receive these permissions. In such cases, material from other sources should be used.

8. ANEXO

Tabela 6 – Concentrações das variáveis analisadas nos pontos amostrados no Rio Cachoeira. Valores médios (\pm desvio padrão).

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
POP	18,2 (\pm 3,1)	21,2 (\pm 5,1)	37,1 (\pm 13,9)	30,2 (\pm 9,3)	24,3 (\pm 5,1)	24,7 (\pm 3,8)
NOP	198,0 (\pm 78,4)	204,1 (\pm 72,6)	293,4 (\pm 102,8)	231,8 (\pm 109,1)	211,4 (\pm 107,1)	220,3 (\pm 81,6)
POD	1,4 (\pm 1,6)	0,6 (\pm 1,1)	6,6 (\pm 7,1)	9,6 (\pm 19,0)	2,4 (\pm 3,2)	1,1 (\pm 1,8)
NOD	284,5 (\pm 204,3)	297,7 (\pm 198,7)	304,2 (\pm 196,3)	373,7 (\pm 183,0)	359,7 (\pm 128,2)	307,0 (\pm 183,9)
PID	6,7 (\pm 5,1)	6,5 (\pm 4,9)	14,7 (\pm 5,5)	14,8 (\pm 7,0)	16,3 (\pm 9,0)	13,4 (\pm 5,7)
NID	27,8 (\pm 27,8)	20,4 (\pm 27,3)	141,1 (\pm 179,9)	144,8 (\pm 147,1)	123,8 (\pm 89,6)	113,7 (\pm 79,8)
Chl-a	10,8 (\pm 17,0)	7,5 (\pm 8,8)	11,1 (\pm 15,0)	8,7 (\pm 8,2)	8,9 (\pm 8,6)	2,3 (\pm 3,1)
TSS	42,4 (\pm 48,3)	42,2 (\pm 56,7)	42,7 (\pm 54,3)	28,5 (\pm 31,5)	34,3 (\pm 45,4)	32,8 (\pm 45,5)
Na	1.719,3 (\pm 647,0)	1.732,9 (\pm 610,0)	2.029,2 (\pm 959,6)	1.619,8 (\pm 776,4)	1.966,4 (\pm 750,9)	1.681,1 (\pm 842,4)
K	87,7 (\pm 41,2)	94,8 (\pm 30,1)	134,9 (\pm 39,4)	117,1 (\pm 54,6)	154,2 (\pm 48,0)	115,9 (\pm 18,1)
Mg	654,6 (\pm 201,7)	626,8 (\pm 220,0)	621,8 (\pm 190,9)	530,5 (\pm 214,4)	591,5 (\pm 145,5)	505,4 (\pm 137,6)
Ca	341,4 (\pm 87,9)	332,3 (\pm 114,0)	374,5 (\pm 127,0)	343,4 (\pm 144,0)	398,7 (\pm 131,0)	350,8 (\pm 114,5)
Cl	2.706,4 (\pm 1161,6)	2.520,9 (\pm 912,3)	2.509,3 (\pm 1015,2)	2.083,6 (\pm 1023,7)	2.287,1 (\pm 597,6)	2.060,5 (\pm 610,8)
SO4	297,4 (\pm 127,3)	287,1 (\pm 106,7)	291,6 (\pm 106,3)	261,2 (\pm 158,9)	250,3 (\pm 76,7)	222,6 (\pm 61,5)
HCO3	1.198,7 (\pm 375,0)	1.333,7 (\pm 321,3)	1.365,1 (\pm 541,9)	1.485,2 (\pm 376,6)	1.373,0 (\pm 411,0)	1.299,4 (\pm 406,5)
NH4	5,7 (\pm 6,1)	3,4 (\pm 9,1)	113,2 (\pm 154,8)	31,3 (\pm 39,1)	7,2 (\pm 7,9)	7,2 (\pm 14,7)
NO2	2,3 (\pm 2,8)	2,5 (\pm 2,7)	5,2 (\pm 4,2)	28,0 (\pm 40,6)	12,2 (\pm 5,4)	14,7 (\pm 21,4)
NO3	19,8 (\pm 19,0)	14,5 (\pm 15,5)	22,7 (\pm 20,8)	85,5 (\pm 67,5)	104,3 (\pm 76,2)	91,8 (\pm 43,7)
p CO₂	4.485,0 (\pm 3.464,6)	1.2708,2 (\pm 1.5412,0)	1.7903,0 (\pm 1.2379,7)	2.1208,6 (\pm 1.1124,5)	2.0396,0 (\pm 1.4942,2)	1.3589,4 (\pm 9.205,3)
TR	0,457 (\pm 0,335)	0,529 (\pm 0,297)	0,717 (\pm 0,342)	0,626 (\pm 0,378)	0,559 (\pm 0,350)	0,563 (\pm 0,400)

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](#)