

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE DOIS CURSOS HÍDRICOS URBANOS DE GOIÂNIA COM INDICADORES BIÓTICOS

ENVIRONMENTAL DIAGNOSES OF TWO URBAN STREAMS WITH BIOINDICATORS, GOIÂNIA (GO).

ELTÂNIA CRISTINA M. MOTA

Graduada em Química / UFG - Universidade Federal de Goiás, Goiânia – GO e Especialista em Perícia Ambiental / PUCGO – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia – GO.
taniammota@yahoo.com.br

JOSÉ ACLEMIDES A. MARQUES

Graduado em Geografia e Especialista em Perícia Ambiental / PUCGO – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia – GO.
aclemides@hotmail.com

NÚBIA DE OLIVEIRA DIAS

Graduada em Biologia e Especialista em Perícia Ambiental / PUCGO – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia – GO.
nubiaucg@hotmail.com

CARLOS ROBERTO ALVES DOS SANTOS

Mestre em Ecologia / UFG - Universidade Federal de Goiás, Goiânia - GO, Biólogo da SANEAGO – Companhia de Saneamento de Goiás S/A e Docente do Curso de Especialização em Perícia Ambiental da PUCGO – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia – GO.
croberto@saneago.com.br

RESUMO: O presente diagnóstico foi realizado no município de Goiânia em 16 de setembro de 2006 (período de estiagem), onde foram demarcados 8 estações de amostragem, sendo coletados 4 pontos do Córrego Botafogo e 4 no Córrego Samambaia, ao longo destas oito estações, mensurando algumas variáveis físico-químicas. Já a estrutura da comunidade de insetos aquáticos dos referidos cursos hídricos, foi representada por quatorze famílias distribuídas nas seguintes ordens: Díptera Ephemeroptera, Coleóptera, Trichoptera, Odonata, Collembola, Lepidoptera e Megaloptera, com representações de cinco filos: Arthropoda, Annelida, Mollusca, Crustacea, e Platyhelminthes. As variáveis físico-químicas demonstraram maior comprometimento da qualidade no Córrego Botafogo, apresentando o Córrego Samambaia melhores condições para estes parâmetros.

PALAVRAS-CHAVES: Córregos urbanos. Bioindicadores. Qualidade da água. Goiânia.

ABSTRACT: The diagnostic gift was carried through in the city of Goiânia in 16 of september of 2006 (period of drought), where 8 stations of sampling had been demarcated, being collected 4 points of the Botafogo stream and 4 in the Samambaia stream, throughout these eight stations, mensurando some variable physicist-chemistries. Already the structure of the community of aquatic insects of the related urban courses, was represented by fourteen families distributed in the following orders: Díptera Ephemeroptera, Coleopter, Trichoptera, Odonata, Collembola, Lepidoptera and Megaloptera, with representations of five filos: Arthropoda, Annelida, Mollusca, Crustacea, and Platyhelminthes. The 0 variable physicist-chemistries had demonstrated to greater comprometimento of the quality in the Botafogo stream, presenting the Samambaia stream better conditions for these parameters.

KEY-WORDS: Urban streams. Bioindicators. Quality of the water. Goiânia.

1. INTRODUÇÃO

Os ambientes urbanos têm concentrado cada vez mais população no mundo, e em especial no Brasil. Essa concentração, ligada a um crescimento desordenado e acelerado, tem provocado uma série de problemas ambientais influenciados pela expansão urbana. (GUERRA; CUNHA, 2005)

E este crescimento demográfico, existente em quase todo o mundo, levou as pessoas a preocuparem-se com a água e sua utilização. A água potável tornou-se ponto de atenção e debate, mas nada foi solucionado. A aglomeração de pessoas em determinados espaços, em consequência da segunda revolução industrial e da política de urbanização adotada, agravou a problemática da degradação dos mananciais hídricos.

Uma questão importante, no que se refere ao relacionamento entre a sociedade e a água, é o sistema econômico que se adotou após a Segunda Grande Guerra Mundial. O desenvolvimento tecnológico também proporcionou o aumento da migração da zona rural para os centros urbanos, contribuindo para este processo (SANTOS et al., 1999).

Os autores destacam o trabalho de (DIAS, 2002, p. 21) “O intenso crescimento econômico do pós-Segunda Guerra Mundial, que acelerou a urbanização, e os sintomas da perda de qualidade ambiental começavam a aparecer em diversas partes do mundo”.

Segundo PIMENTA (2003), a abordagem socioambiental desenvolvida está fundamentada numa proposta de análise integrada, onde os elementos do ambiente e os processos sociais estão inter-relacionados. Para esse entendimento, procura-se apontar as ocupações e uso do solo, bem como caracterizar os processos morfodinâmicos que ocorreram intensivamente.

Nos dias atuais, pode-se dizer que a organização do espaço urbano de Goiânia reflete coercitivamente o desrespeito pelas questões ambientais e sociais. A urbanização moderna não resultou em políticas ambientais e muito menos projetou soluções sociais plausíveis. Assim, a ação planejadora referente ao poder público municipal, tem insistido num modelo de crescimento urbano caracterizado por maus tratos ao meio ambiente. Por isso mesmo, a redundante insignificância social e histórica de um modelo econômico-neoliberal instalado neste país trouxe grandes consequências sócio-ambientais, dentre os quais pode se destacar a apropriação de espaços de reserva ambiental para o uso habitacional. Neste contexto referimos às áreas de fundo de vale utilizadas pelo capital imobiliário e por práticas sócio-espaciais que

retiraram dos parques, rios e lugares memoráveis da cidade a sua funcionalidade histórica e sua essência geográfica (PIMENTA, 2003).

Nas últimas décadas, os ecossistemas aquáticos têm sido alterados em diferentes escalas como consequência negativa de atividades antrópicas. Assim suas características ambientais especialmente as comunidades biológicas, fornecem informações sobre as consequências das ações do homem. (CALLISTO; GOULART; MORETTI, 2001).

O resultado dessas alterações representa uma queda acentuada da biodiversidade aquática, em função da desestruturação do ambiente físico, químico e alterações na dinâmica e estrutura das comunidades biológicas. Os rios recebem materiais, sedimentos e poluentes de toda sua bacia de drenagem, refletindo os usos e ocupação do solo nas áreas vizinhas.

Os principais processos degradadores, resultantes das atividades humanas nas bacias de drenagem, causam o assoreamento e homogeneização do leito de rios e córregos, diminuição da diversidade de habitats e microhabitats e eutrofização artificial (enriquecimento por aumento nas concentrações de fósforo e nitrogênio e consequente perda da qualidade ambiental) (CALLISTO; GOULART; MORETTI, 2001).

Segundo Moulton (1998) é reconhecido que o clássico monitoramento dos aspectos físicos e químicos não é suficiente para caracterizar as respostas do ecossistema à poluição. Já que o objeto em referência é o ambiente aquático, suas respostas devem ser analisadas de uma maneira mais ampla, levando em consideração organismos bentônicos particularmente da entomofauna, como indicadores da qualidade e da integridade dos ecossistemas aquáticos.

Para se avaliar a qualidade ambiental como um todo, é preciso obter informações que estejam integradas entre os fatores bióticos e abióticos que regem o funcionamento do ecossistema. A avaliação de um ecossistema possui parâmetros físicos, químicos e biológicos.

Os parâmetros físicos estão relacionados a fatores abióticos, tais como, clima, hidrogeologia, solo, relevo, etc. Os aspectos químicos incluem variáveis (p.ex. temperatura, pH, oxigênio dissolvido, teores totais e dissolvidos de nutrientes, etc). Segundo Pratt e Coler (1976) as medidas físicas e químicas da água registram apenas o momento em que foram coletadas, são como uma fotografia do rio, pois necessita de um grande número de análise para a realização de um monitoramento eficiente. O uso de parâmetros biológicos para medir a qualidade da água se baseia nas respostas dos organismos em relação ao meio onde vivem. Como os rios estão sujeitos a inúmeras perturbações, a biota aquática reage a esses estímulos sejam eles naturais ou antropogênicos. (CAIRNS JÚNIOR et al., 1993). Os métodos biológicos são baseados na utilização da comunidade aquática como indicadora da qualidade do ambiente,

os quais mostram algumas vantagens sobre as medições químicas, pois fornecem uma resposta integrada, visto que as variáveis químicas oferecem apenas dados instantâneos (PEREIRA; HENRIQUE, 1996).

Os macroinvertebrados bentônicos constituem uma importante comunidade em rios, riachos e lagoas, servindo de alimentos para peixes e crustáceos, e participando do fluxo de energia e da ciclagem de nutrientes. O seu uso como bioindicadores na qualidade das águas é recomendado, pois são organismos ou comunidades, cujas funções vitais se correlacionam tão estreitamente em determinados fatores ambientais, que podem ser empregados na avaliação de uma dada área, através de sua presença ou ausência, número, morfologia, e fisiologia (ESTEVES, 1998). O conhecimento desta fauna, portanto, constitui um passo fundamental para o entendimento das relações interespecíficas do ecossistema como um todo.

Os conjuntos de organismos macroinvertebrados bentônicos vivem no fundo de corpos hídricos continentais (rios, córregos e lagos), dentre eles predominam as larvas de insetos aquáticos, minhocas d'água, caramujos, vermes e crustáceos, com tamanhos de corpos maiores que 0,2-0,5 mm. (CALLISTO, 2001).

As vantagens dos organismos macroinvertebrados bentônicos, para a avaliação da qualidade da água são devidas principalmente por sua abundância em todos os sistemas aquáticos, por explicarem alterações de padrões temporais causadas por perturbações, pela ampla tolerância a vários graus e tipos de poluição. E por serem bons bioindicadores de qualidade nos ambientes lóticos devido ao seu ciclo de vida longo e as suas características sésseis, comparadas com outros grupos de organismos, por exemplo, os peixes que podem migrar (ROSENBERG; RESH, 1993).

Os Protocolos de Avaliação Rápida (PAR) são abordagens modernas para o tradicional uso de indicadores biológicos empregados para avaliação da qualidade ambiental. Dentre as medidas de análises usadas para determinar o grau de impacto numa comunidade bentônica empregam-se geralmente a combinação de múltiplas medidas, já que nem todos os parâmetros indicam alterações ambientais com a mesma sensibilidade (SANTOS; OLIVEIRA, 2001).

Apesar de serem variadas e diversificadas as estratégias empregadas para avaliação da qualidade da água em biomonitoramentos, verificamos que em grande parte dos trabalhos, tal como o de Santos e Oliveira (2001), os autores utilizam em comum a expressão da estrutura da comunidade através da relação E: P: T (Ephemeroptera: Plecoptera: Trichoptera), dos índices bióticos (índice de diversidade, da riqueza de táxon e de tolerância à poluição) da relação

percentual entre os grupos funcionais (fragmentadores, filtradores, predadores e raspadores), além da utilização da comparação entre localidades naturais e impactadas e de análises estatísticas exploratórias dos dados (análises multivariadas), com o objetivo de evidenciar arranjos possibilitando assim a interpretação das características biológicas relacionadas aos gradientes ambientais, conforme sugere Norris e Georges (1984).

Tem sido cada vez maior o número de trabalhos que avaliam a qualidade ambiental de ecossistemas aquáticos, utilizando-se das mais diversas técnicas e ferramentas. No Córrego Botafogo em especial, pode citar os trabalhos de Nogueira e Rodrigues (1999); Quege (2003) e Podestá e Liang (2005) e, no Córrego Samambaia o de Vieira (2006), que utilizaram como ferramentas o estudo da flora e fauna aquática e avaliação da qualidade da água respectivamente. Assim este trabalho tem como objetivo fazer um diagnóstico da qualidade da água, nos córregos Botafogo e Samambaia e comparar suas características quanto à presença da fauna de macroinvertebrados bentônicos.

2. DETALHAMENTO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido em dois córregos urbanos: o Botafogo (Figura 1) e Samambaia (Figura 2), localizados no Município de Goiânia, capital do Estado de Goiás, cujos cursos hídricos, são tributários da bacia hidrográfica do Rio Meio Ponte, importantes alimentadores regionais da bacia Paranaíba-Paraná.

O Córrego Botafogo possui pequena dimensão ($\geq 1\text{m}$) de largura e localiza-se na área urbana da capital, tem suas nascentes localizadas no Parque Municipal Chico Mendes (Jardim Botânico), entre as coordenadas UTM 22K 685.829,5766 E / 8.149,913,8522 N e 685.186,6404 E / 8.159.544,7736 N, com extensão de 11,342 km aproximadamente (GOIÁS, 2003).

O Córrego Samambaia possui pequena dimensão ($\leq 1\text{m}$) de largura e sua nascente localiza-se na área semi-urbana do município de Goiânia na região norte, próximo ao limite com o município de Santo Antônio de Goiás, entre as coordenadas, UTM 22K 68354,675E/8171877,564N e 682776,731E/8163487,597N, com extensão de 9,811 km aproximadamente.



Figura 1- Mapa de localização das estações de amostragem do Córrego Botafogo.
Fonte: Autores, 2006.

Foram demarcados quatro (4) pontos de amostragem no Córrego Botafogo, e cinco no Córrego Samambaia, sendo que as coletas foram realizadas no dia 16 de setembro de 2006 (período de estiagem) ver tabelas 1 e 2.

➤ CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

• SOLO E RELEVO

Segundo Prado (2003), na área da bacia do Córrego Botafogo ocorre Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico nas porções mais afastadas do leito, e solos hidromórficos – Gleissolos, Neossolos Flúvicos e Organossolos – nas faixas imediatamente marginais ao curso d'água e sujeitas à sua ocupação sazonal ou excepcional. Fora, identificados os solos de duas

áreas: área I com presença de Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, situada à margem esquerda do Ribeirão Botafogo; iniciando-se no Jardim Botânico de Goiânia, à altura da nascente do córrego, estende-se até a Avenida Segunda Radial, na Vila Redenção com 2,66 hectares e área II com presença de solos Hidromórficos – Gleissolos, Neossolos Flúvicos e Organossolos – situada à margem direita do Córrego Botafogo até a Avenida Jamel Cecílio, também na Vila Redenção com 1,37 hectares.

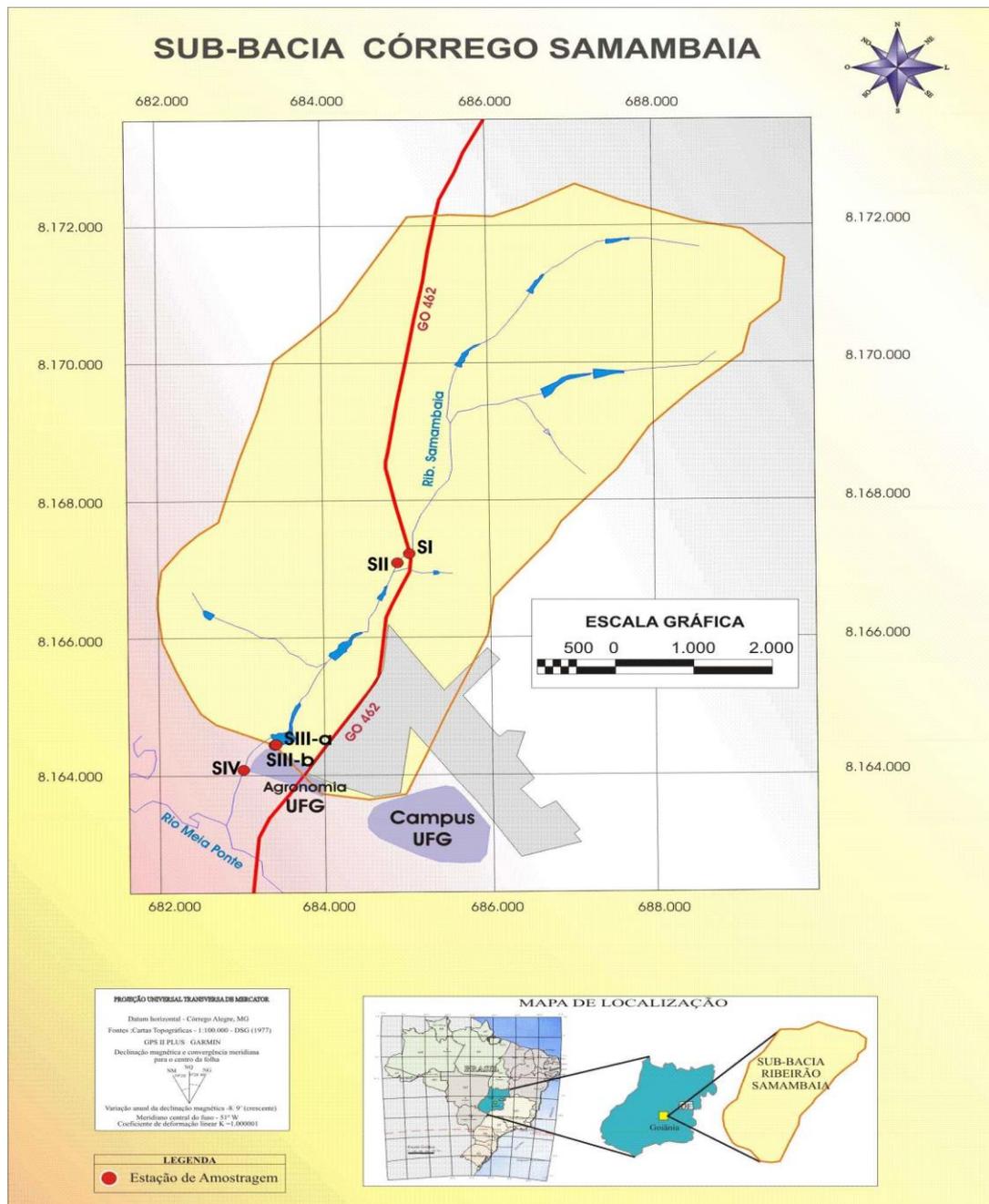


Figura 2- Mapa de localização das estações de amostragem do Córrego Samambaia.
Fonte: Autores, 2006

Tabela 1: Relação dos pontos de amostragem com sua localização, hora da coleta e registro de alguns aspectos gerais do Córrego Botafogo (B).

Pontos	Localização	Hora da Coleta	Aspectos Gerais
BI	Abaixo do Viveiro da COMURG - Rua N Mota, divisa entre o Setor Pedro Ludovico e Vila Redenção.	07h50min	Ambiente lótico; leito raso (≤ 1 m), estreito e não canalizado com substrato do tipo rocha, areia e silte; vegetação ciliar escassa; presença de resíduos sólidos; lançamento de esgoto; margens habitadas por residências.
BII	Avenida 2ª Radial Divisa entre os Setores Pedro Ludovico e Vila Redenção.	08h50min	Ambiente lótico; leito raso, estreito e não canalizado com substrato do tipo rocha, areia e silte; presença relevante de algas; vegetação composta por gramíneas e espécies arbóreas; presença de resíduos sólidos; lançamento de esgoto; margens habitadas por residências.
BIII	Marginal Botafogo, abaixo da Avenida 88 Setor Jardim Goiás.	10:00hs	Ambiente lótico; leito largo (≥ 1 m), margens canalizadas com presença de gabiões, área em torno recoberta por capim e gramíneas; presença de árvores; substrato composto por rochas, areia e silte; eutrofização do córrego.
BIV	Marginal Botafogo divisa entre os Setores Nova Vila e Norte Ferroviário.	10h45min	Ambiente lótico; leito raso, largo e não canalizado com substrato composto por rocha, areia e silte; vegetação ciliar escassa; presença de resíduos sólidos; lançamento de esgoto; margens habitadas por residências.

Fonte: Autores, 2006.

Tabela 2: Relação dos pontos de amostragem com sua localização, hora da coleta e registro de alguns aspectos gerais do Córrego Samambaia (S).

Pontos	Localização	Hora da Coleta	Aspectos Gerais
SI	Rodovia GO - 437 saída para Nova Veneza / Santo Antônio de Goiás Km 3	11h35min	Ambiente lótico; leito estreito; área de nascente; água corrente ligeiramente turva; substrato com cascalho e silte; vegetação ciliar nativa.
SII	Fazenda Santana Rod. GO-462 Km 2,5	12h15min	Ambiente lótico; leito estreito; área alagadiça e turva; grande parte de vegetação nativa; substrato móvel com presença de cascalho e silte.
SIII	Lagoa do Campus II (Samambaia), Faculdade de Agronomia (UFG)	13h20min	Ambiente lótico, semi-represado; água límpida e corrente; presença de mata ciliar.
SIV	Ponte da estrada para o clube Itanhanga (Antiga estrada para Nerópolis)	14h45min	Ambiente lótico; leito parcialmente largo e profundo, água corrente ligeiramente turva; mata ciliar parcialmente preservada, presença de capim.

Fonte: Autores, 2006.

- **VEGETAÇÃO**

Em Goiânia, as áreas de preservação permanente ao longo dos rios e córregos estão protegidas em legislação municipal que estabelece que ocupe em cada margem uma faixa de pelo menos 30 m. Segundo o Dr. Osmar Pires Martins, da Agência Ambiental:

A Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 – Código Florestal e a Resolução 004/85, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) definem a faixa de 30m das margens dos cursos d'água com até 10 metros de larguras, como áreas de preservação permanente. Da mesma forma, a Lei Orgânica de Goiânia confirma a lei federal. Todavia as margens dos córregos estudados a ocupação e consequente degradação são uma realidade. São vários os eventos verificados ao longo de todos os cursos de água que compõem a uma sub-bacia, entre eles o desmatamento, o acúmulo de resíduos sólidos (entulhos) lançamento de esgotos domésticos e industriais, a alteração dos cursos, o uso das margens como pastagens. Por ocasião da elaboração do Plano Diretor, em 1992, os Córregos Botafogo, Cascavel, Macambira, Vaca Brava e Capim Puba, assim como o baixo curso do ribeirão Anicuns, foram classificados como altamente degradados. Os córregos situados em regiões menos urbanizadas apresentavam condições mais satisfatórias, apesar de, já naquela época, suas margens quase totalmente desprovidas das matas ciliares (MARTINS JÚNIOR, 1996).

As matas que ocupam os fundos de vale apresentam a função de reter excedentes pluviais que eventualmente escorreriam pela superfície do solo, bem como devolver parte deste volume para a atmosfera na forma de evapotranspiração. Essa vegetação é de fundamental importância para controlar o fluxo hídrico em uma unidade de paisagem. Em função dessa importância, as matas ciliares são protegidas dentre as formas de vegetação de áreas de preservação permanente por textos legais em âmbito federal e estadual. A preservação da vegetação de fundos de vale é necessária também nas cidades, dada sua função de conservação dos corpos d'água, manutenção da permeabilidade do terreno, prevenção de processos erosivos e como corredores de valorização biológica.

Segundo Naves et al. (2005) Apesar de ser uma cidade relativamente jovem, Goiânia já enfrenta graves problemas relacionados a antropização de seus fundos de vale. As áreas de preservação permanente ao longo dos rios e córregos foram em sua maioria degradadas. No Ribeirão Botafogo as matas ciliares sofreram alterações advindas da urbanização – ocupações ilegais, impermeabilização, compactação, erosão e poluição do solo, monturos de entulhos e outros tipos de resíduos, presença de animais domésticos e desmatamento que superaram seus limites de resiliência. Atualmente, suas faixas marginais são ocupadas por gramíneas exóticas agressivas, plantas ruderais e ornamentais.

O Córrego Samambaia tem como característica principal a vegetação secundária arbustiva (capoeira), que ocorre principalmente em uma pastagem abandonada, situada entre a represa e a mata próxima, além de ocorrências menores em outros locais do

Campus. As principais formações bióticas da área do córrego ocupam uma região originalmente coberta pela mata semi-caducifolia tropical, na qual se encontra uma represa, uma estação de piscicultura e resquícios de mata de galeria restrita a sua margem direita, onde resta apenas uma faixa de poucos metros de largura, onde se encontra também áreas menores, cobertas com vegetação secundária arbustiva, cultivos agrícolas e outras, formando, em seu todo, um mosaico de áreas bastante diversificadas. (BRANDÃO; KRAVCHENKO, 1997).

- **VARIÁVEIS CLIMÁTICAS**

As regiões estudadas possuem clima tropical com duas estações bem marcadas: Verão chuvoso com precipitações máximas de 300 mm e inverno seco com mínimas inferiores a 11 mm. Enquadra-se no tipo sub-úmido/úmido com 4 a 5 meses secos.

Quanto aos regimes térmicos as temperaturas oscilam de amenas a elevada com temperaturas médias anual de 21°C. A média máxima ocorre na primavera (26°C) no mês de outubro e a das mínimas no inverno (18°C) no mês de julho. (NIMER et al., 1989).

- **PONTOS DE AMOSTRAGEM**

Os pontos de amostragem foram selecionados com base no emprego de algumas variáveis limnológicas sugeridas por Anjos e Sperling (1993) e critérios recomendados por Porto et al (1991). Com objetivo de se obter amostras representativas levam em consideração às distancias entre os pontos e as diferentes características estruturais dos córregos.

- **VARIÁVEIS ABIÓTICAS**

Foram coletadas amostras de água em cada um dos pontos para análise físico-química. As mesmas foram acondicionadas em frasco de polietileno de capacidade de um litro e preservadas em caixas térmicas com gelo, até a execução das análises.

As variáveis físico-químicas determinadas para a água foram: matéria orgânica (mg/L O₂) pelo Método da Permanganometria – titulação; ortofosfato (mg/L P-PO₄) pelo método do Cloreto Estanoso; dureza total (mg/L CaCO₃) pelo método de complexação pelo EDTA, turbidez (NTU) com turbidímetro 2100p Hach; cor aparente (COR – mg/L

PtCo); nitrato (mg/L N-NO₃) Método da redução por cádmio; Amônia (mg/L N-NH₄) método da Neslerização) e nitrito (NO₂ – mg/L N –NO₂) pelo método colorimétrico (NED), medidos utilizando-se um Espectrofotômetro DR 2000 Hach.

Potencial hidrogeniônico (pH) com medidor de pH Digimed DM 20; condutividade elétrica (CDN - μS/cm) com Condutivímetro Digimed modelo CD 21; cloretos (CLO – mg/L) pelo Método de Mhor; alcalinidade total (AT – mg/L O₂) pelo Método da neutralização, medidos através de titulometria, sendo estas metodologias descritas por Clesceri et al (1992).

• VARIÁVEIS BIÓTICAS

A comunidade de macroinvertebrados aquáticos é freqüentemente utilizada em projetos de monitoramento e avaliação da qualidade de água (SANTOS, 2000).

Para a análise dos macroinvertebrados bentônicos no Córrego Botafogo, foram utilizadas cinco unidades amostram com um coletor de Surber com rede de malha 240μm, de área 0,1089m². No Córrego Samambaia foi utilizada três dragas de Petersen (BRANDIMARTE, 2004).

Nos pontos onde foi utilizada a draga, foram retiradas três amostras aleatórias de área 0,0936m². Nesses últimos, os dados de densidade das taxas foram extrapolados para a área de 0,1089m² Para tal extrapolação, a área coletada com amostrador de Surber foi dividida pelo valor da área da draga e multiplicada pelo número de réplicas. Assim o resultado obtido dessa operação (3,49) multiplicou a densidade dos taxa coletados em pontos com draga.

O sedimento retido na rede foi depositado em uma bacia circular de polietileno de boca larga, procedendo aproximadamente 5 lavagens desse material, com a água do próprio córrego ate minimizar a turbidez, durante suaves movimentos circulares realizados com a bacia. O material em suspensão foi retido em um coador com uma rede de surber, transferido posteriormente para um frasco leitoso de polietileno, de aproximadamente 200 ml, contendo álcool 70%, e acondicionada em caixa térmica com gelo.

No laboratório, o sedimento foi depositado em placa de petri e triado usando pinça e um microscópio esterioscópico marca Químis e modelo Q734ZTF, no aumento de 7X. Os organismos foram indentificados em nível de família para a Classe insecta e demais grupos até classe e quando possível à família, sendo utilizado as seguintes chaves

taxonômicas de Domingues et al. (1992), Merritt e Cummins (1996), Wiggins (1977) e Peixinho et al. (1999).

2. ANÁLISE DOS DADOS

Para avaliação dos dados coletados nos dois cursos d'água serão utilizados formas gráficas e análise de componentes principais para os dados físico-químicos, a fim de verificar os padrões de variação das estações de amostragem com base nestas variáveis, sendo os dados submetidos a transformação logarítmica (MONDENUTTI; BALSEIRO, 1995) exceto o pH.

Na avaliação dos dados biológicos serão aplicados os índices bióticos de diversidade de Shanon-Wiener (MAGURRAN, 1991), o Índice BMWP (JUNQUERA et al., 2000), a riqueza de taxon, valor de tolerância à poluição-VTP (KING, 1993) e a análise de agrupamento (KREBS, 1989) para determinar os conjuntos das estações com características mais semelhantes com base na composição e abundância dos macroinvertebrados nos cursos d'água em estudo. Na análise de agrupamento foi utilizado o índice Euclidiano e como método de ligação UPGMA para a elaboração do dendrograma.

Os táxons raros (aparecimento em menos de cinco unidades amostrais) foram excluídos da análise a fim de reduzir sua influência sobre a ordenação (KIKUCHI; UIEDA, 2005).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

• ANÁLISE FÍSICA DO AMBIENTE

O Córrego Botafogo é um curso d'água localizada em ambiente urbano, por isso os pontos amostrados apresentam três áreas com aspectos distintos: Onde o córrego encontra-se com o leito natural (ponto BI e BII), áreas onde as margens encontram-se parcialmente canalizadas com presença de gabiões (ponto BIII) e áreas onde as margens encontram-se totalmente canalizadas (ponto BIV).

Foi verificado que o ponto BI e BII apresentaram grande nível de degradação ambiental. Predomina em suas margens uma vegetação pouca expressiva como gramínea e vegetação exótica. Observou-se também que suas margens encontram-se totalmente habitadas, com lançamento de esgoto doméstico e grande quantidade de resíduos sólidos.

No ponto BII verificou-se que o leito do córrego está com desmoronamentos em suas encostas.

No ponto BIII, localizado entre as vias da Marginal Botafogo, não foi observado sinais de degradação tais como lançamentos de efluentes e desmoronamentos, por estar canalizado (presença de gabiões). Observou-se que o curso hídrico está bastante eutrofizado, em uma das margens a vegetação está parcialmente preservada, com presença de capim e gramíneas.

O ponto BIV está no final da canalização da Marginal Botafogo, e é visível a alteração da qualidade da água, com presença de mau cheiro devido o lançamento de poluição orgânica. Observou-se que quanto mais a jusante da nascente ocorre um aumento acentuado na má qualidade da água, devido à presença de novos lançamentos de esgotos, principalmente no final do seu percurso (Setores Ferroviário e Criméia Leste), onde suas margens voltam a ser habitadas. Nesses pontos observa-se que suas águas adquirem uma coloração escura, e o seu leito é coberto de lodo, além da presença de óleo e odor séptico.

O Córrego Botafogo passa pelos seguintes bairros de Goiânia: Jardim das Esmeraldas, Vila Redenção, Bairro Santo Antônio, Vila Maria José, Vila São João, Setor Pedro Ludovico, Jardim Goiás, Setor Sul, Universitário, Setor Central Vila Nova, Nova Vila, Setor Norte Ferroviário e Criméia Leste. É um ambiente lótico de leito raso e estreito (≤ 1 m).

O Córrego Samambaia (S) é um curso d'água localizado em ambiente semi-urbano, atravessa a área do polígono maior nas proximidades da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás. No início da década de 1970 a Universidade construiu uma barragem, dando origem a um pequeno lago com cerca de 40.000m² de superfície. A jusante da barragem o córrego continua por cerca de 1.600m ate desaguar no Rio Meia Ponte. Possui em suas margens matas ciliares parcialmente preservadas com diferentes espécies de gramíneas forrageiras, entre elas os capins brachiaria, jaraguá e elefante, parte da área esta coberta com vegetação secundária arbustiva (BRANDÃO; KRAVCHENKO, 1997).

Os pontos em geral do Córrego Samambaia, apresentam aspectos bem semelhantes: curso natural, estreito (≤ 1 m), águas turvas e margens preservadas. O ponto SI, é uma área bem próxima de nascentes. O ponto SII é uma área alagadiça, com presença de grande quantidade de taboas (*Typha sp*) e flor de São José (*Hedychium coronarium*). O ponto SIII é um ambiente represado com água corrente.

- **VARIÁVEIS ABIÓTICAS**

Quando substâncias ou impurezas de origem orgânica ou inorgânica estão presentes numa água, confere-lhe determinadas propriedades ou características que são importantes conhecer através de análises físico-químicas, para avaliar o uso mais adequado bem como suas condições sanitárias e ecológicas.

A cor e a turbidez são características físicas que afetam a penetração de luz no ecossistema aquático, sendo que a cor é dada pela presença de substâncias pigmentadas em solução (minerais e orgânicas) ou dispersão coloidal, e geralmente é devida a produtos de decomposição de matéria orgânica do próprio manancial, ou do húmus dos solos adjacentes, ou ainda provocadas por águas residuárias (BRANCO 1986). Estudos mais recentes associam à variável turbidez em mananciais que recebem despejos de esgotos domésticos à presença de organismos patogênicos, tornando-se além de um parâmetro de controle estético um parâmetro sanitário de qualidade (SANTOS et al., 1999).

Os registros nos cursos d'água para as variáveis cor e turbidez em estudo, demonstraram baixos valores mensurados, segundo os padrões estabelecidos pelo CONAMA 357/05 para águas de classes 2. Variando de 1,53 a 9,33 UNT no Botafogo e no Samambaia de 8,8 a 16,7 UNT. Os valores de cor observadas no Botafogo variaram de 13 a 25mg/L PtCo, e no Samambaia de 36 a 46 mg/L PtCo.

A água do Samambaia apresentou maior cor e turbidez que a do Botafogo, isto parece estar relacionado ao carreamento de material particulado proveniente do leito do córrego pelo arraste do fluxo da correnteza, por ser o substrato (silte) do Samambaia menos denso do que o encontrado no Botafogo (areia). No Botafogo as variáveis cor e turbidez estiveram bem menores que os estudos realizados por (QUEGE, 2003) (Figura 3).

Valores de pH acima dos padrões ou abaixo causam significativo impacto ao leito do Rio podendo haver a mortandade de peixes e de outros constituintes da flora e fauna aquática. Segundo Thienemam, citado por Esteves (1988), o pH é uma importante variável, podendo ser um fator determinante à colonização dos ecossistemas aquáticos pelos diferentes organismos.

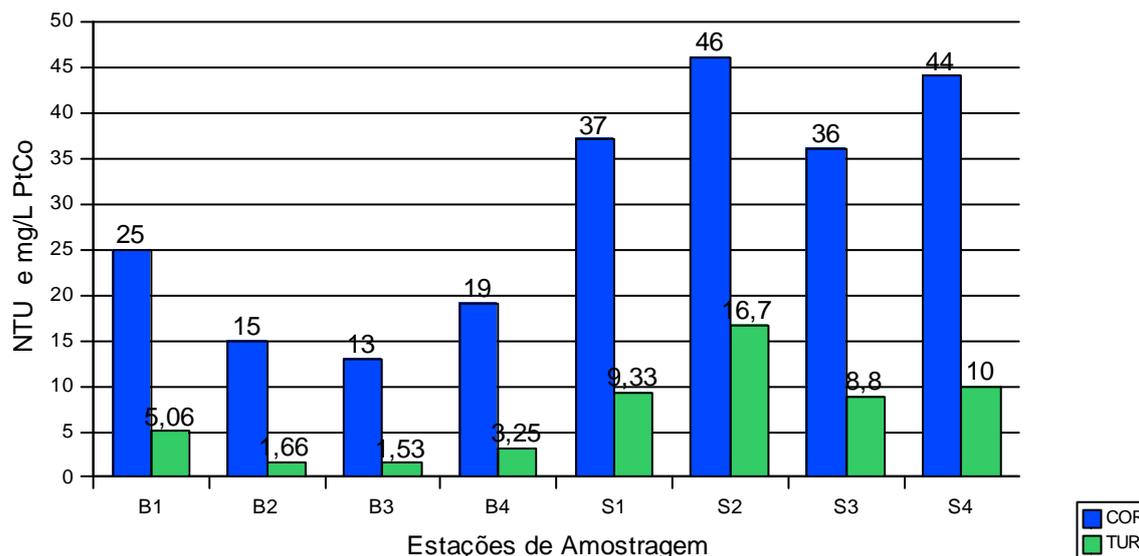


Figura 3 - Dados de cor (mg/L PtCo) e turbidez (NTU) nas estações de amostragem dos córregos Botafogo e Samambaia
 Fonte: Autores, 2006

Nas análises de pH os valores encontrados para os dois ecossistemas oscilaram entre neutro e básico. No Botafogo os valores variaram de 7,08 a 9,01 e no Samambaia, variaram de 7,25 a 7,65. As águas do Botafogo apresentaram características menos ácidas que as do Samambaia, onde o ponto BIV apresentou características bem alcalinas, ultrapassando as recomendações estabelecidas pelo CONAMA 357/05. Esse fato pode estar relacionado ao lançamento de efluentes domésticos de características alcalinas que ocorre nas águas do mesmo (figura 4).

A condutividade elétrica expressa à capacidade de uma solução conduzir a corrente elétrica no meio aquoso, sendo uma função direta de concentração de íons presentes e que elevam o seu teor na proporção da concentração iônica da solução (ESTEVES, 1988). Em locais que recebem contribuição de poluentes orgânicos, em geral é muito alta a concentração de sais na água do local onde se lançam os resíduos líquidos. E ao longo do sistema fluvial, vai decrescendo suavemente até atingir o seu valor natural ou característico do curso d'água receptor de poluentes.

Os valores de condutividade medidos para o Botafogo variaram de 169,6 a 188,3µS/cm e para o Samambaia de 37,8 a 46,5 µS/cm. Os maiores valores de condutividade ocorreram para as águas do Botafogo, influenciados pelo lançamento de efluentes ricos em sais inorgânicos que são lançados nesse córrego. Os valores baixos de

condutividade encontrados para o Samambaia comprovam a ausência de lançamento de efluentes, observada nos pontos de coleta (figura 5).

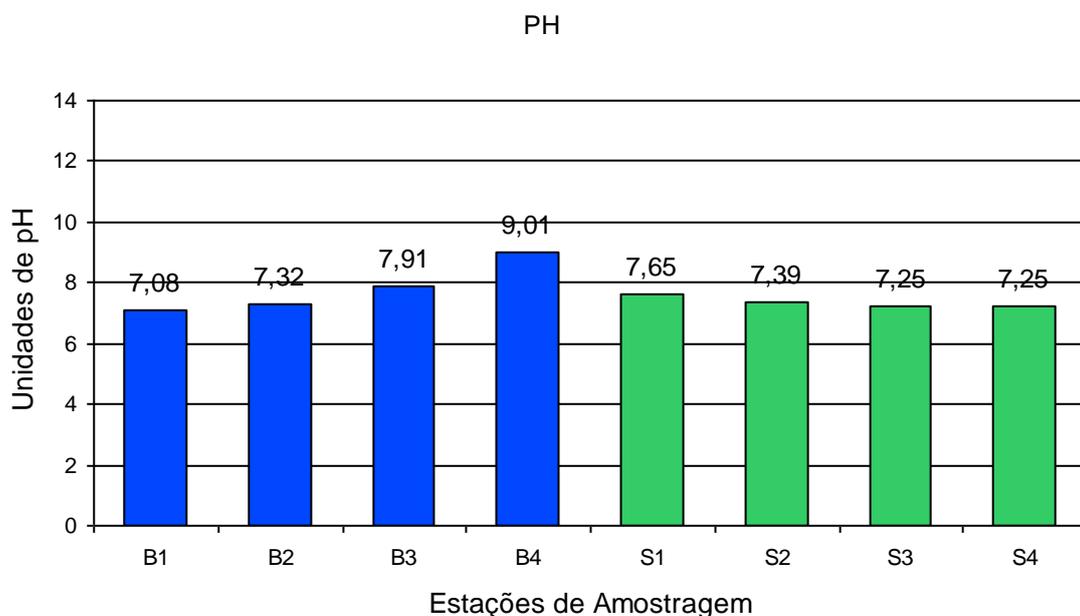


Figura 4 - Dados de pH nas estações de amostragem dos córregos Botafogo e Samambaia
Fonte: Autores, 2006

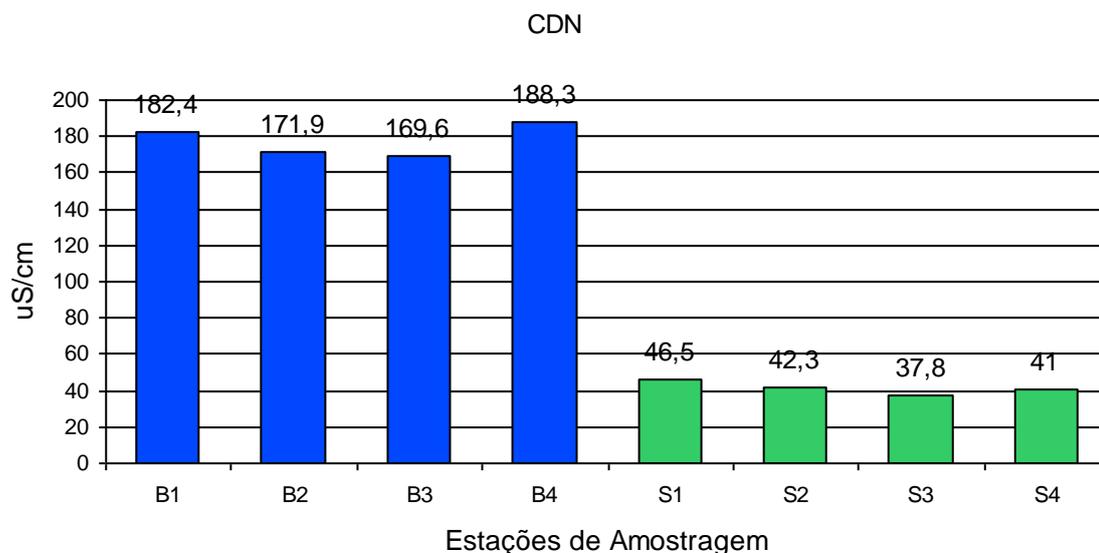


Figura 5 - Dados de CDN ($\mu\text{S}/\text{cm}$) nas estações de amostragem dos córregos Botafogo e Samambaia.
Fonte: Autores, 2006

Koetsier et al (1996) estudando a relação da alcalinidade (50 a 360 mg.L^{-1}) e condutividade elétrica sob os macroinvertebrados, e seis ecossistemas lóticos, verificaram uma relação direta entre esta variável limnológica e estes organismos. Afirmam ainda que uma significativa densidade de macroinvertebrados pode ocorrer em ecossistemas fluviais com uma alcalinidade maior que 20 mg.L^{-1} .

Feldmam e Connor (1992) e Egglshaw (1968), citado por Koetsier et al (1996), afirmam que a alcalinidade abaixo de 50 mg.L^{-1} pode restringir fisiologicamente alguns invertebrados, especialmente gêneros da ordem Ephemeroptera e Plecoptera. Allan (1996) afirma que, assim como a alcalinidade, a dureza está relacionada com o sistema ácido carbônico-carbonato. O cálcio presente nos ecossistemas lóticos é o íon com mais registros de associações com a flora e fauna aquática, como mencionado.

Os valores da alcalinidade total (AT) variaram de 42 a 55 mg/L CaCO_3 no Botafogo e de 17 a 24 mg/L CaCO_3 no Samambaia. A variável dureza no Botafogo variou de $38,22$ a $54,6 \text{ mg/L CaCO}_3$ e no Samambaia $16,38$ a $20,2 \text{ mg/L CaCO}_3$. As informações registradas nos cursos d'água sugerem que os elevados valores de alcalinidade e dureza encontrados no Botafogo estão associados às entradas antrópicas como descarga de efluentes líquidos de origem doméstica que ocorrem ao longo de seu curso (figura 6).

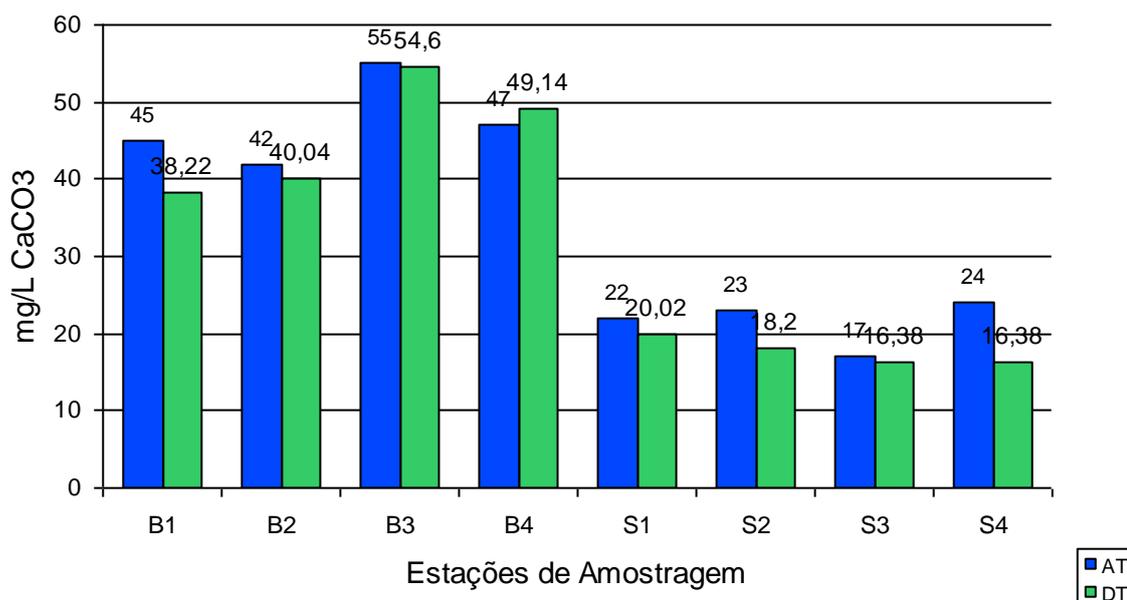


Figura 6 - Dados de alcalinidade e dureza total nas estações de amostragem dos córregos Botafogo e Samambaia.
Fonte: Autores, 2006

O cloreto é um íon conservativo, não participando de maneira significativa nos processos geoquímicos e biológicos, servindo se para caracterizar fontes de poluição por

dejetos humanos, bem como para avaliar processos de diluição e/ou concentração de massas d'água.

Segundo Wetzel (1981), os cloretos podem provocar reações fisiológicas somente quando em grandes quantidades e, como indicador de efluentes domésticos, podem ser empregados desde que a água normalmente os possua em pequena quantidade.

As medidas da concentração de cloretos nos pontos de coleta do Botafogo variaram de 20 a 27,5mg/l Cl⁻, e no Samambaia 5 a 6mg/l Cl⁻. Observou-se que os valores de cloretos no Ribeirão Botafogo estão bem maiores que no Samambaia, refletindo as entradas de fontes de poluição domésticas que ocorrem ao longo de seu curso. Os valores obtidos em todos os pontos em estudo estão dentro dos parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 (figura 7).

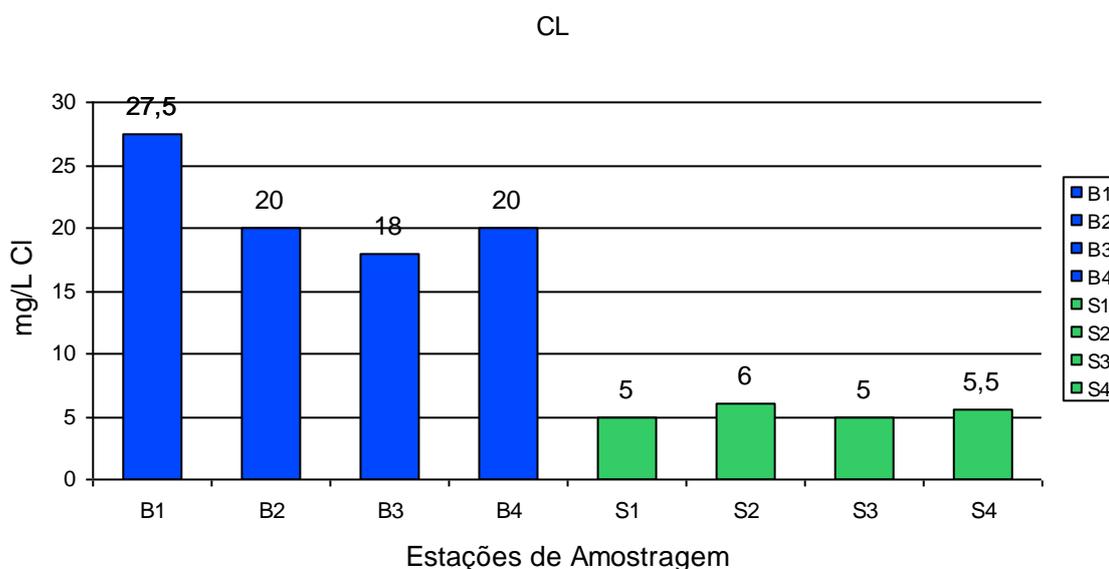


Figura 7 - Dados de Cl (mg/L) nas estações de amostragem dos córregos Botafogo e Córrego Samambaia. Fonte: Autores, 2006

Quantidades maiores de matéria orgânica caracterizam ambiente passível de abrigar a macrofauna bentônica devido à entrada de material nutritivo.

Foi constatado que as quantidades de matéria orgânica nos dois ecossistemas estiveram bem próximas, sendo que no Botafogo variou de 2 a 3,8 mg/L O₂ e no Samambaia 1,5 a 2 mg/L O₂, com valores mais expressivos no primeiro ecossistema aquático, sugerindo um maior aporte de matéria orgânica neste ambiente lótico.

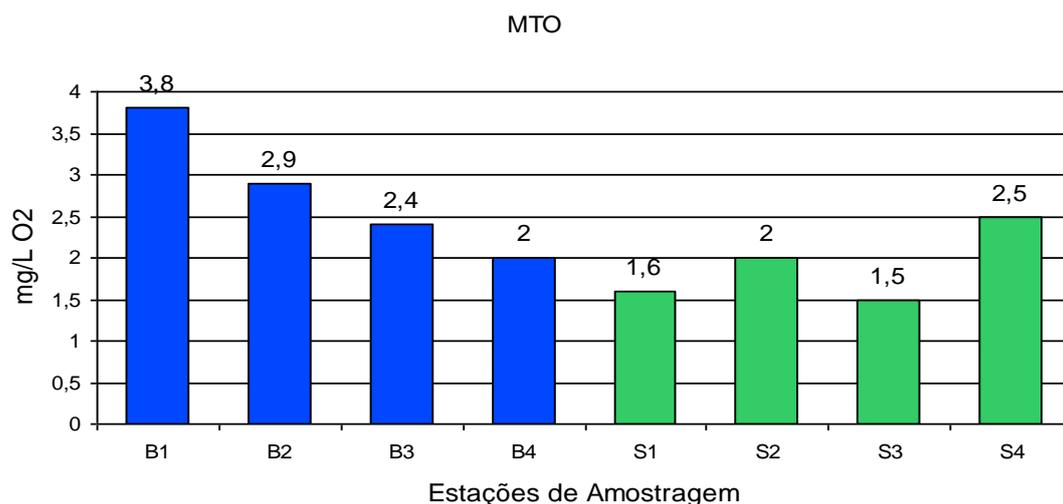


Figura 8 - Dados de MTO (mg/L O₂) nas estações de amostragem dos córregos Botafogo e Samambaia. Fonte: Autores, 2006

Branco (1997) observou que dentre os nutrientes disponíveis nos ecossistemas aquáticos, a elevação de nitrogênio e fósforo em cursos d'água é quase sempre acompanhada da elevação do número de organismos de determinada espécie em particular.

O ortofosfato variou de 0,31 a 1,3mg/L P-PO₄ no Botafogo e no Samambaia de 0,02 a 0,19 P-P O₄. Os valores maiores encontrados para a água do Botafogo em relação ao Samambaia, reflete atividades antrópicas na região do entorno do córrego, uma vez que o mesmo se encontra em área totalmente urbanizada, onde ocorre a presença de vários lançamento de efluentes “in natura” (figura 9).

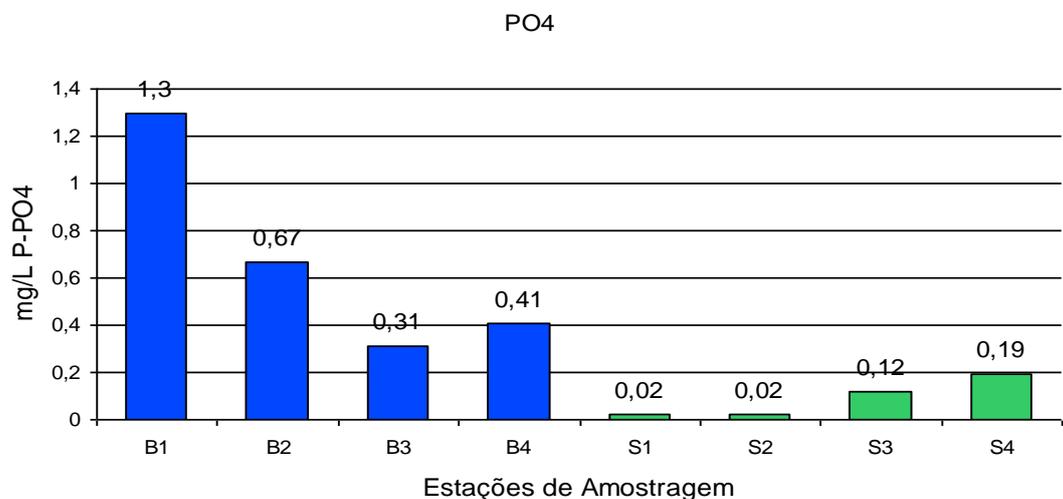


Figura 9 - Dados de P-PO₄ (mg/L) nas estações de amostragem dos córregos Botafogo e Samambaia. Fonte: Autores, 2006

Dentre as três formas de nitrogênio, o nitrato é a última fase da oxidação deste elemento, expressando a oxidação da matéria orgânica existente na água. Os nitritos são compostos transitórios entre a amônia e o nitrato, encontrados em baixas concentrações, notadamente em ambientes oxigenados, e sua presença pode indicar a existência de uma fonte pontual de poluição próxima e contínua. Para a amônia, verifica-se que os teores encontrados revelam características de despejos recentes de acordo com informações de Esteves (1988).

Os valores encontrados para nitrato nos córregos Botafogo e Samambaia variaram de 1,4 a 2,6 e 0,01 a 0,04 mg/L N-NO₃ respectivamente. O nitrito variou de 0,19 a 0,97 e 0,021 a 0,037 mg/L N-NO₂. A amônia variou de 0,346 a 3,176 e 0,231 a 0,337 mg/L N-NH₃, respectivamente.

Os valores de nitrato nos dois ecossistemas ficaram bem abaixo dos limites estabelecidos pelo CONAMA 357/05.

Para a variável nitrito, verificou-se que todos os pontos estão dentro da legislação vigente estabelecidas para as águas de classe 2; entretanto no ponto B2 a concentração de nitrito medida (0,97 mg/L N-NO₂) ficou bem próxima do limite máximo estabelecido pela resolução CONAMA 357/05.

As análises de compostos de nitrogênio constataram uma entrada de fontes de poluição mais relevante no ponto B4, onde foi encontrado um valor elevado para o nitrogênio amoniacal, o registro mais alto foi detectado no ponto B1, porém o ponto B4 foi o mais crítico por estar associado ao pH 9,01, ultrapassou as recomendações do CONAMA, que estabelece para pH > 8,5 um valor máximo de 0,5 mg/L N.

No ponto B2 o valor maior para o nitrito é devido à decomposição parcial do nitrogênio amoniacal, lançada em maior quantidade à montante deste ponto. Para os pontos do Córrego Samambaia os níveis de compostos de nitrogênio ficaram mais baixos comprovando a presença de reduzida fonte deste elemento nos pontos de coleta (figuras 10 e 11).

Com base nas análises físico-químicas realizadas, observou-se que os valores encontrados para o Ribeirão Botafogo estão de acordo com o que foi constatado em trabalhos anteriores realizados por Quege (2003), Podestá e Liang (2005), confirmando as condições de poluição encontrados para este ecossistema (tabela 3 e figura 12).

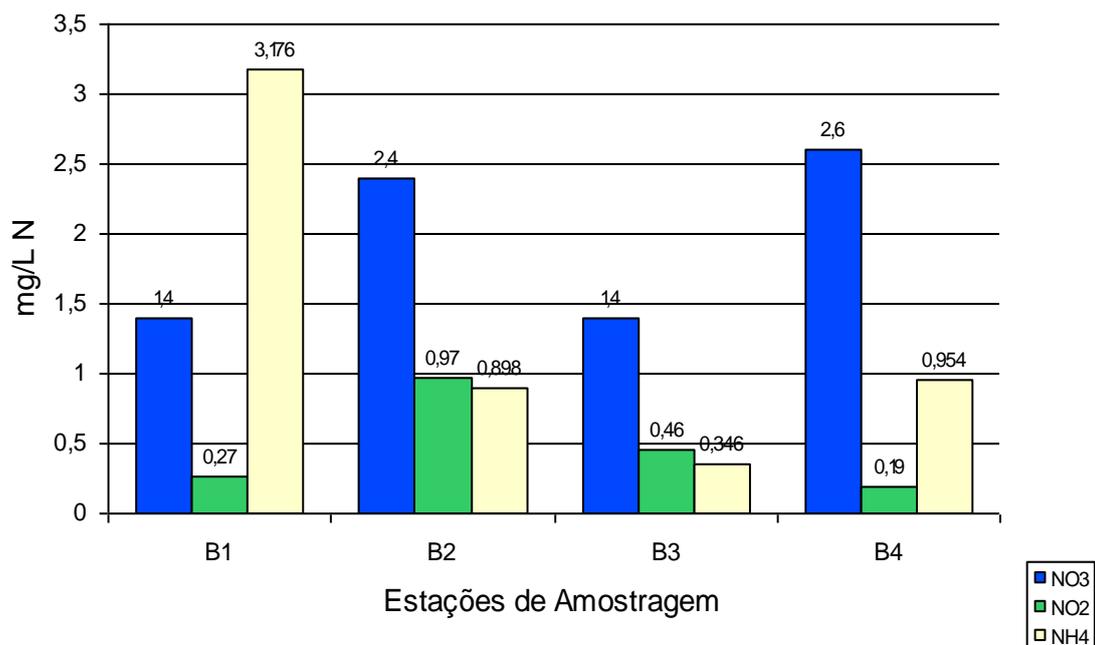


Figura 10 - Dados de NO₃, NO₂ e NH₄ (mg/L) nas estações de amostragem do Córrego Botafogo. Fonte: Autores, 2006

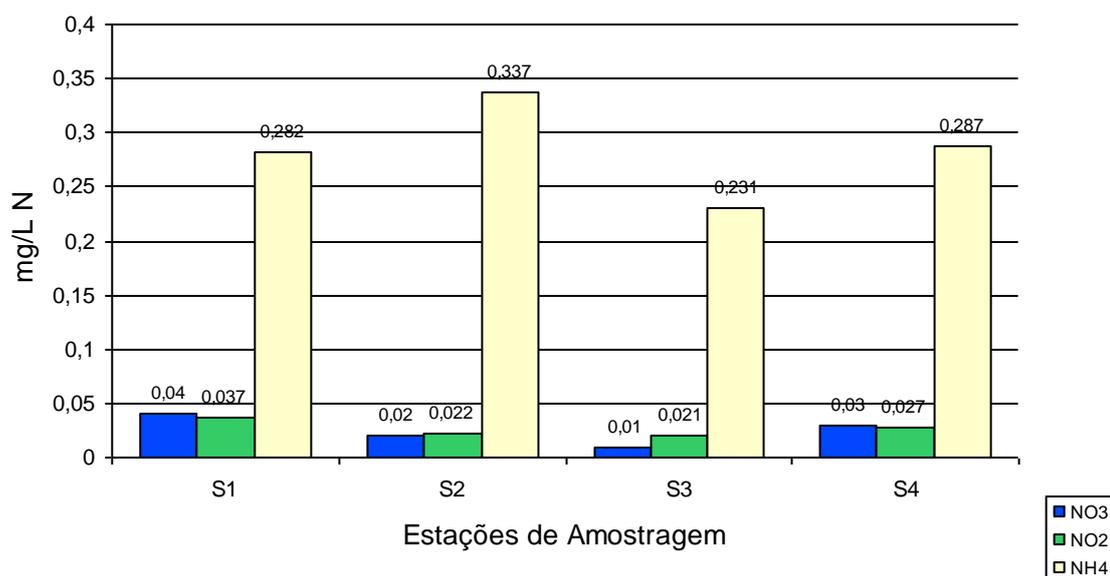


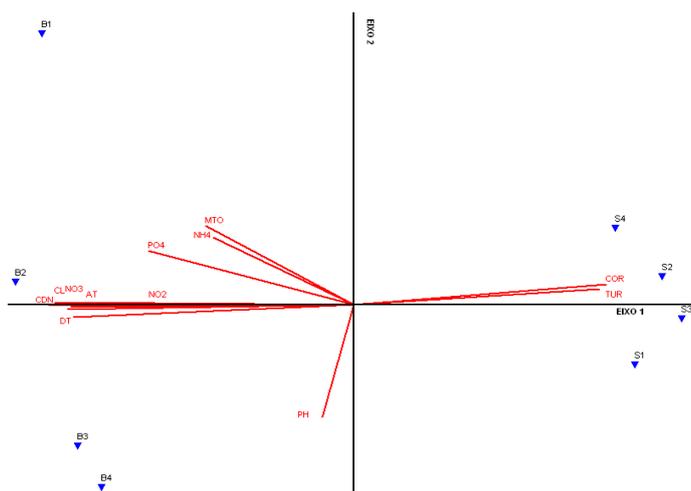
Figura 11 - Dados de NO₃, NO₂ e NH₄ (mg/L) nas estações de amostragem do Córrego Samambaia. Fonte: Autores, 2006

Tabela 3: Correlação das variáveis físico-químicas do Córrego Samambaia e Ribeirão Botafogo com o primeiro componente principal -CP1.

Variáveis	CP1
Cor aparente	0,307
Turbidez	0,303
pH	-0,109
Condutividade elétrica	-0,337
Alcalinidade total	-0,325
Dureza total	-0,323
Cloretos	-0,334
Matéria orgânica	-0,235
Ortofosfato	-0,277
Nitrato	-0,327
Nitrito	-0,276
Amonia (NH ₄)	-0,229
Autovalor	8,67
Percentual de Explicação %	72,21

*Os valores em negrito são aqueles considerados como expressivos.

Organização: Autores, 2006



*COR -cor aparente, (NTU) -Turbidez, pH –potencial Hidrogeniônico, CDN -condutividade elétrica, AT –alcalinidade total, DT -dureza total, Cl –cloretos, MO -matéria orgânica, PO₄– ortofosfato, NO₃ – nitrato, NO₂ –nitrito e NH₄–nitrogênio amoniacal.

Figura 12 - Análise de componentes principais dos pontos de amostragem (p_x) com base nas variáveis físico-químicas ao longo dos dois ecossistemas. Fonte: Autores, 2006

Somente o primeiro componente principal respondeu por 72,21% da variabilidade total dos dados registrados nos cursos d'água em estudo. O primeiro componente está correlacionado negativamente com as seguintes variáveis (tabela 3); pH, dureza total, condutividade elétrica, cloretos, nitrato, alcalinidade total, nitrito, ortofosfato, amônia e matéria orgânica, caracterizando as estações de amostragem do Córrego Samambaia com valores mais baixos em comparação ao Córrego Botafogo.

Nota-se que a concentração de íons foi à variável que melhor diferenciou quimicamente os dois cursos d'água nos períodos observados, seguidos pelos aspectos físicos, cor e turbidez que estiveram correlacionados positivamente com o primeiro componente, revelando elevados valores destas características no Córrego Samambaia.

• VARIÁVEIS BIÓTICAS

As unidades taxonômicas de macroinvertebrados bentônicos registrados no Córrego Botafogo (B) e Córrego Samambaia (S) encontram-se distribuídas nos seguintes taxa: Insecta (Díptera, Ephemeroptera, Trichoptera, Coleóptera, Odonata, Collembola, Lepidoptera, Megaloptera), Oligocheta, Hirudínea, Gastropoda, Pelecypoda, Ostracoda e Turbellaria (Tabela 4, figura 13).

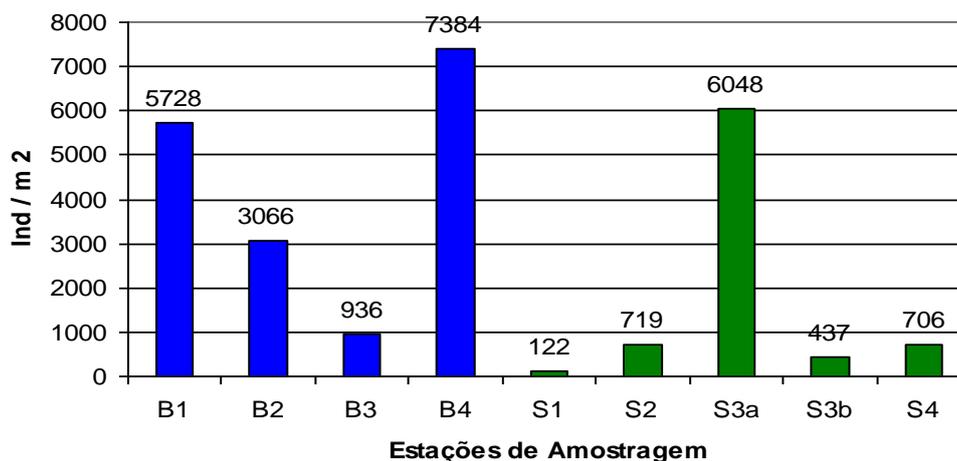


Figura 13 - Valores de abundância de macroinvertebrados (Ind/m²) bentônicos nos córregos Botafogo (B) e Córrego Samambaia (S) ao longo das estações de amostragem.
Fonte: Autores, 2006

Segundo Rosenberg e Resh (1984), a maior densidade de organismo no substrato rochoso e a maior riqueza de espécies no substrato vegetal provavelmente está relacionada á estabilidade e ás múltiplas funções do substrato, que se refere ao grau de resistência ao

movimento, sendo geralmente proporcional ao tamanho das partículas. O substrato rochoso fornece condições ideais para a população crescer que varia desde areia até rochas. O habitat de areia devido a sua instabilidade é geralmente considerado uma área de baixa produtividade bentônica (SANTOS, 2000).

Ambos os córregos em estudo quanto ao substrato foram bem distintos, sendo o Botafogo caracterizado por apresentar um variado tamanho de rochas desde médios e pequenos blocos, seixos e areia, para o Samambaia houve o predomínio de um substrato formado por cascalho e/ou silte (lama).

Dos grupos faunísticos registrados em ambos os cursos d'água, a maior abundância foi coligida no Ribeirão Botafogo (Figura 13), apresentando o Samambaia uma baixa densidade exceto no ponto S3a cuja contribuição das famílias Chironomidae, Simuliidae e Hydropsychidae (tabela 4) foram mais abundantes nesta estação de amostragem analisada. Conforme os registros físico-químico, o Botafogo apresenta-se mais enriquecido por nutrientes (fósforo, nitrato, nitrito e amônia) em comparação ao Samambaia, sendo esta característica bem visível pela elevada ocorrência de florações de algas filamentosas principalmente do gênero *Oedogonium sp* verificado em algumas das estações do Botafogo durante o período de amostragem, além do substrato rochoso apresentar colonizado por algas pela evidência visual expressiva de uma camada em tons de verde sobre as rochas do leito natural e no canal de concreto.

Angrisano e Trémouiles (1995) afirmam que a ordem diptera é uma das mais numerosas e diversificadas em todo o mundo ocupando diversas variedades de habitats.

Em ambos os cursos d'água em estudo foi corroborado esta afirmativa (Figuras 14 e 15) apresentando o Botafogo maior percentual para a ordem diptera (Chironomidae) (Figuras 14 e 16), seguido da ordem tricoptera (Hydropsichidae e Hydroptilidae) (Figuras 14 e 16) e efemeroptera (Baetidae) (Figuras 14 e 16), sendo que o Córrego Samambaia registrou maior percentual para ordem díptera (Simuliidae, Chironomidae e Ceratopogonidae) (Figuras 15 e 17) e coleóptera (Elmidae) (Figuras 15 e 17). Em ambos os cursos d'água as outras duas ordens que predominaram (tricoptera e efemeroptera), apresentam famílias que segundo King (1993) possuem uma moderada tolerância à poluição, o que sugere que apesar da poluição orgânica presente no primeiro curso d'água, este apresenta uma autodepuração satisfatória para os níveis de poluição registrados por Podesta (2005) e Quege (2003) neste mesmo ecossistema aquático.

Tabela 4: Valores de abundância (ind/m²) dos macroinvertebrados bentônicos coligidos nas estações de amostragem do Córrego Samambaia (S) e Córrego (B).

Filo	Classe	Ordem	Família	Código	B1	B2	B3	B4	S1	S2	S3a	S3b	S4	Total	VTP	
ARTHROPODA	Insecta	Diptera	Chironomidae	CHI	5368	1736	636	3440	71	103	360	180	372	12265	7	
			Tabanidae	TAB	48	0	12	160	6	26	8	13	13	286	8	
			Simuliidae	SIM	48	2	0	0	0	0	4984	51	0	5085	6	
			Ceratopogonidae	CER	8	8	8	80	0	257	8	0	13	382	6	
		Efemeroptera	Baetidae	BAE	0	62	0	72	19	0	4	0	0	157	4	
			Caenidae	CAE	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	26	7
		Tricoptera	Hydropsichidae	HYD	0	324	56	24	26	0	648	0	0	1078	4	
			Hydroptilidae	HYP	0	218	0	32	0	0	0	0	0	250	4	
		Coleoptera	Elmidae	ELM	0	0	0	0	0	0	4	0	0	64	68	4
			Hydrophilidae	HYH	16	0	28	16	0	0	0	0	0	0	60	5
		Odonata	Gomphidae	GOM	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	4
		Collembola	Entomobridae	ENT	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	24	5
		Lepidoptera	Pyralidae	PYR	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	16	5
		Megaloptera	Corydalidae	COR	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6
ANNELIDA	Oligochaeta	não identificado	não identificado	OLI	104	88	24	0	0	77	4	90	231	618	8	
	Hirudinea	não identificado	não identificado	HIR	48	2	8	8	0	0	0	0	0	66	10	
MOLLUSCA	Gastropoda	não identificado	não identificado	GAS	48	152	8	80	0	0	8	13	0	309	7	
	Pelecypoda	não identificado	não identificado	PEL	0	52	0	0	0	0	0	0	0	52	7	
CRUSTACEA	Ostracoda	não identificado	não identificado	OST	40	396	152	3472	0	257	0	64	13	4394	8	
PLATYHELMINTHES	Turbellaria	não identificado	Planariidae	TUR	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	4	
Total do número de indivíduos- Ind / m ²					5728	3066	936	7384	122	719	6048	437	706	25146		
Riqueza de Taxon					9	13	10	10	4	5	11	7	6			
Índice de Diversidade Shannon -Wiener - Bits / ind (entomofauna)					0,19	1,29	0,86	0,69	1,56	1,16	0,95	1,38	0,94			
Índice de Diversidade Shannon -Wiener - Bits / ind (macroinvertebrados)					0,51	2,13	1,63	1,44	1,56	1,98	0,89	2,31	1,65			
Índice BMWP					26	40	32	38	16	13	44	19	20			

S3a-substrato artificial canal de concreto

S3b-substrato natural saída da barragem Samambaia

VTP- valor de tolerância a poluição. VTP= 0 a 3 não tolerante a poluição; VTP= 4 a 5 tolerante a moderada poluição; VTP= 6 a 10 muito tolerante a poluição.

BMWP-Biological Monitoring Working Party System

Fonte: Autores, 2006

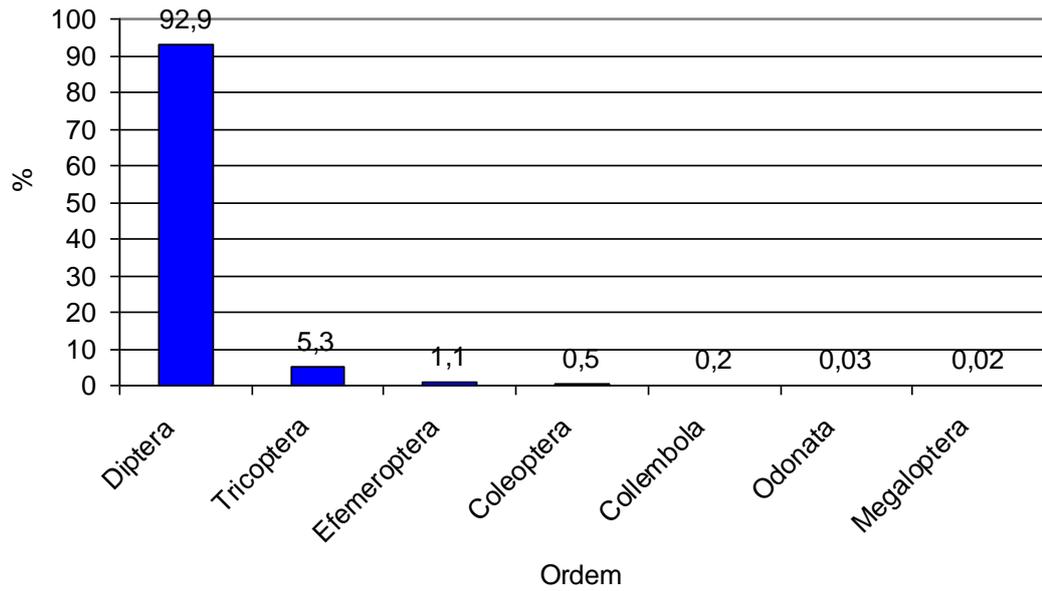


Figura 14 - Percentual de contribuição da ordem insecta no Córrego Botafogo durante o período de estudo.
Fonte: Autores, 2006

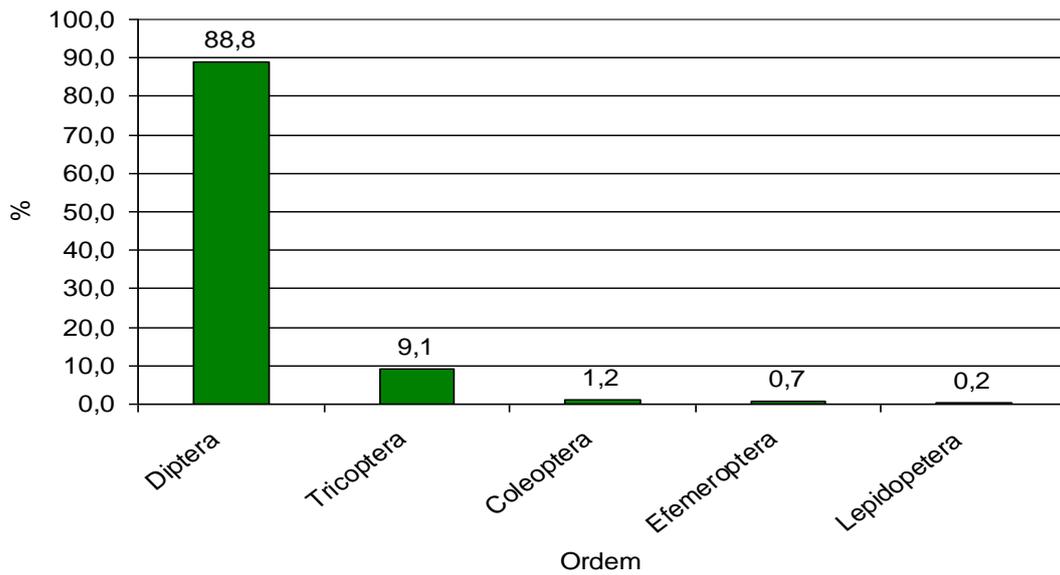


Figura 15 - Percentual de contribuição de cada ordem insecta no Córrego Samambaia durante o período de estudo.
Fonte: Autores, 2006

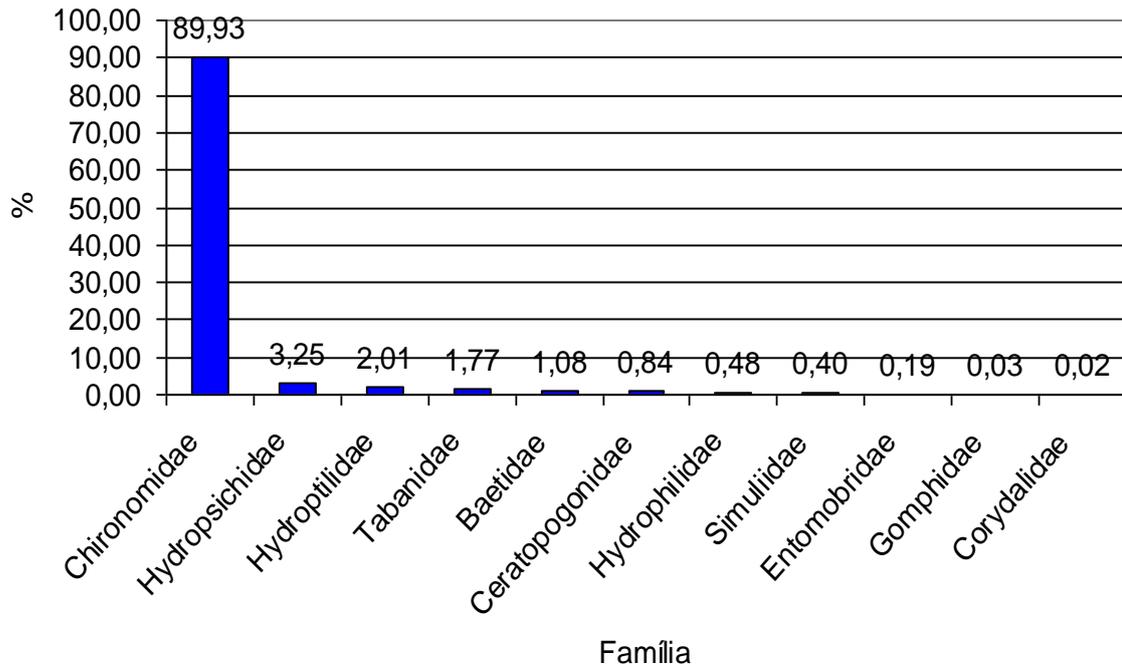


Figura 16 - Percentual de contribuição de cada família de insetos aquáticos no Córrego Botafogo durante o período de estudo.
 Fonte: Autores, 2006

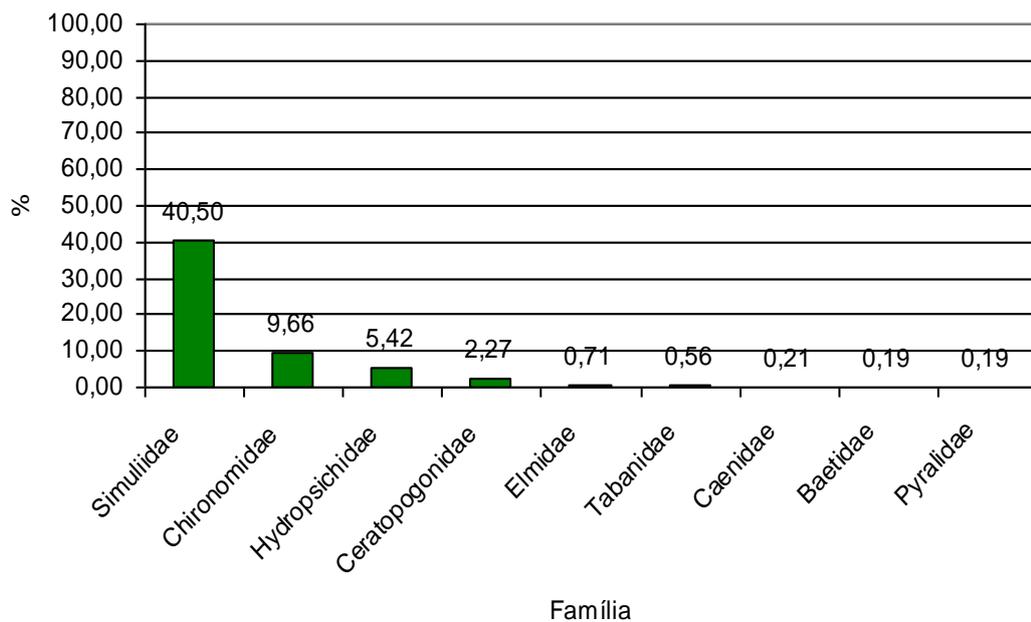


Figura 17 - Percentual de contribuição de cada família de insetos aquáticos no Córrego Samambaia durante o período de estudo.
 Fonte: Autores, 2006

Com base nos dados físico-químicos e biológicos bem como observados em campo sugere que a baixa qualidade da água verificada nos pontos B1, B2 e B4 ocorrem devido à ocupação irregular das margens e a lançamento de esgoto doméstico no leito do Córrego nesta localidade. Já com relação ao ponto B3 não foram observados despejos ou degradação das margens, contudo florações de algas filamentosas caracterizando o processo de eutrofização no córrego, e evidenciando contribuições de nutrientes, proveniente de sítios à montante desta estação.

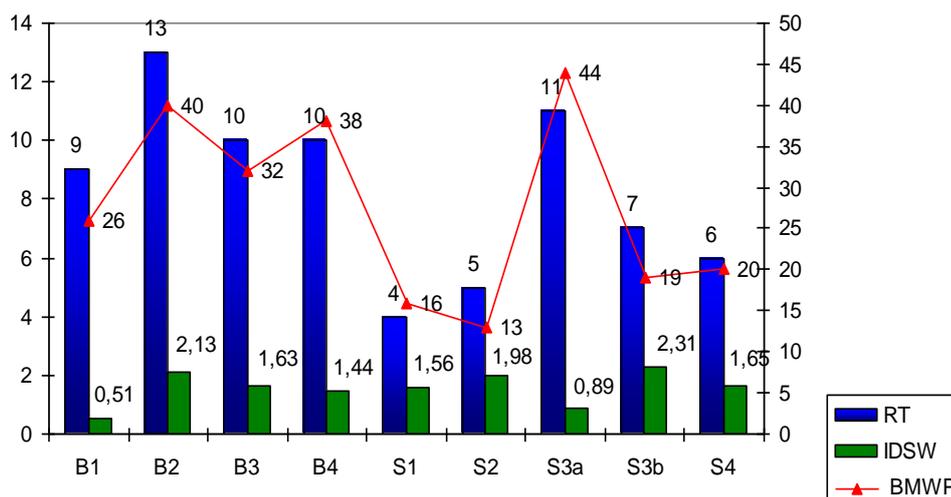


Figura 18 - Variação de alguns atributos (índice de diversidade - IDSW; BMWP e riqueza de taxa - RT) dos macroinvertebrados bentônicos nas estações de amostragem nos córregos Botafogo e Samambaia no período de estudo.

Fonte: Autores, 2006

A riqueza de taxa e o índice BMWP (Fig. 18) foram mais elevados em sua totalidade no Ribeirão Botafogo em comparação ao Córrego Samambaia, apresentando uma baixa diversidade ambos os ecossistema aquáticos, sendo mais elevada no Samambaia em comparação ao Botafogo. A análise de correlação entre estes atributos ecológicos demonstrou que a riqueza de taxon teve uma relação direta com o índice BMWP ($r = +0,93$) e inversa com o índice de diversidade (IDSW) ($r = -0,18$), e este último índice apresentou com o BMWP uma relação inversa ($- 0,31$). Para o primeiro caso, aumentos na riqueza de taxa estão associados a elevações nos valores do índice BMWP em contrapartida a relação inversa com a diversidade é decorrente da distribuição desigual do número de indivíduos por espécime (valores extremo de abundância entre os organismos

presentes na amostra) na amostra analisada, o mesmo ocorrendo para a associação entre IDSW e BMWP.

A análise de agrupamento (Figura 19) demonstrou a formação de dois grandes grupos 1A, 1B e 2A abundância e composição de taxa dos grupos 1A (Botafogo) e 2 (Samambaia), caracterizaram por apresentar uma elevada abundância dos componentes da fauna bentônica e baixa diversidade, em contrapartida o grupo 1B (Samambaia e Botafogo), apresentou baixa abundância e elevada diversidade. As estações do Córrego Samambaia apresentaram uma elevada semelhança na composição faunística exceto a estação S3a (conforme a Tabela 4 acima) em que houve a predominância de tricóptera e díptera diferenciando das estações do Ribeirão Botafogo que apresentaram ostracoda e díptera, ambos os organismos tolerantes à poluição. A composição faunística das estações do Córrego Botafogo B2 e B3 foram as que apresentaram características mais próximas das registradas no Córrego Samambaia sugerindo melhores condições ambientais nestes trechos, visto que a composição encontra-se mais bem distribuída entre os taxa registrados nos cursos d'água.

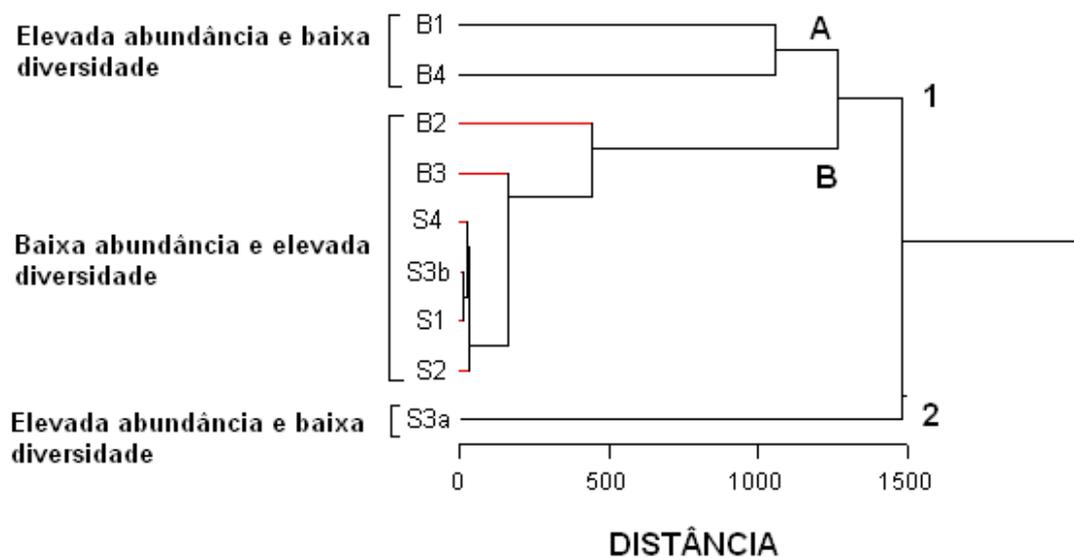


Figura 19 - Dendrograma de dissimilaridade obtido com base na abundância e composição da fauna bentônica registradas nas estações de amostragem nos córregos Botafogo e Samambaia.

Fonte: Autores, 2006

Conforme os valores de tolerância à poluição, encontramos nas estações de amostragem tanto do Córrego Botafogo como no Córrego Samambaia, a presença de organismos sensíveis à moderada resistência à poluição conforme o registro da tabela 4.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- O Córrego Botafogo apresentou condições físicas ambientais comprometidas, sendo que o Córrego Samambaia demonstrou melhor situação;
- A água do Córrego Samambaia é mais colorida e turva em comparação ao Córrego Botafogo;
- O Botafogo apresentou um pH de neutro a básico e o Samambaia predominantemente neutro durante o estudo;
- Há ocorrência de uma maior concentração de sais no Botafogo decorrente da elevada condutividade registrada o que não ocorre no Córrego Samambaia;
- O Córrego Samambaia é fracamente tamponado em relação ao Botafogo que apresenta elevados valores de alcalinidade e dureza;
- Os níveis de cloretos apresentam-se baixos, contudo expressivos no Botafogo;
- Os níveis de matéria orgânica estiveram mais elevados no Botafogo, sendo registrado baixos valores no Samambaia;
- O Botafogo encontra-se mais eutrofizado em comparação ao Samambaia que apresentou baixas concentrações de nutrientes;
- A análise de componentes principais demonstrou que a concentração de íons e os aspectos físicos cor e turbidez são as variáveis que melhor explicam a variabilidade em ambos os cursos d'água;
- A análise de agrupamento demonstrou que ambos os ecossistemas possuem uma entomofauna distinta, onde as estações BII e BIII do Botafogo apresentaram melhores condições ambientais. A estação S3a do Córrego Samambaia apresentou características distintas das demais estações de amostragem.

Diante do exposto, verificamos que apesar de apresentar comprometimento quanto à qualidade de suas águas, o processo de autodepuração do Córrego Botafogo tem permitido a presença de organismos sensíveis à poluição. Assim para que haja uma melhor qualidade da água é necessária conscientização da população no sentido de evitar o lançamento clandestino de resíduos, bem como o promover o reflorestamento em torno de

suas margens. Para o Córrego Samambaia recomendamos como medidas preventivas evitar a supressão de sua mata ciliar e a ocupação irregular de suas margens, como aconteceu com o Córrego Botafogo.

5. REFERÊNCIAS

ALLAN, J. D. **Stream ecology**. London: Chaman & Hall, 1996.

ANJOS, E. F. S.; SPERLING, E. V. – O emprego de parâmetros limnológicos básicos para o estabelecimento de pontos de monitoramento em sistemas lóticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 17, 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CBESA, 1993. 15 p.

ANGRISANO, E. B.; TRÉMOUILES, E. R. Insecta díptera. In: LOPRETTO, E. C.; TELL, G. **Ecosistemas de águas continentales: metodologias para su estudio**. La Plata (Argentina): Ediciones Sur, 1995. p. 1199-1237.

ANTUNES, E. C. **Projeto de recuperação das faixas ciliares do córrego Botafogo**. Goiânia: MPE, 2002.

BRANCO, S. M. **Hidrobiologia aplicada a engenharia sanitária e ambiental**. São Paulo: CETESB, 1986.

BRANDÃO, D. ; KRAVCHENKO, A. **A biota do campus Samambaia: história, situação atual e perspectivas**. Goiânia: CEGRAF, 1997.

BRANDIMARTE, A. L.; SHIMIZU, G. Y.; ANAYA, M.; KUHLMAN, M. L. Amostragem de invertebrados bentônicos. In: BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. **Amostragem em limnologia**. São Carlos: RIMA, 2004.

CAIRNS JÚNIOR, J.; McCORMICK, P. V.; NIEDERLEHNER, B. R.; PRATT, J. R. A proposal framework for developing indicators of ecosystem health. In: ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York: Chapman & Hall, 1993. p.10-27.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramentas para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 1, p. 71-82, jan. / mar. 2001

CONAMA. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Resolução CONAMA nº 357 de 17 março de 2005**. Brasília: CONAMA, 2005. 23 p.

CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E.; TRUSSELL, R. R. **Métodos normalizados para el analisis de águas potables y residuales**. Madrid: Diaz de Santos /APHA / AWWA / WPCF, 1992.

DOMINGUEZ, E.; HUBBARD, M. D.; PETERS, W. L. Clave Pará ninfas y adultos de las familias y gêneros de Ephemeroptera (Insecta) sudamericanos. **Biologia Acuática**, La Plata, n. 16, 1992. 32 p.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1988.

GOIÁS. Secretaria de Indústria e Comércio / Superintendência de Geologia e Mineração. **Diagnóstico hidrológico da região de Goiânia**. Goiânia: SIC-SGM, 2003.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

JUNQUEIRA, M. V.; AMARANTE, M. C.; DIAS, C. F. S.; FRANÇA, E. S. Biomonitoramento da qualidade das águas da bacia do alto Rio das Velhas (Minas Gerais, Brasil) através de macroinvertebrados. **Acta Limnologica Brasiliensia**, n. 13, p. 73-87, 2000.

KIKUCHI, R. M.; UIEDA, V. S. Composição e distribuição dos macroinvertebrados em diferentes substratos de fundo de um riacho no município de Itatinga, São Paulo, Brasil. **Entomologia y Vectores**, v. 12, n. 2, p.193-231, 2005.

KING, K. W. **Laboratory manual and illustrated guide to orders of common Wyoming stream macroinvertebrates**. Wyoming: WDEQ, 1993.

KOETSIER, P., MINSALL, G. W.; ROBINSON, C. T. Benthos and macroinvertebrate drift in six streams differing in alkalinity. **Hidrobiologia**, n. 317, p. 41-49, 1996.

KREBS, C. J. **Ecological methodology**. New York: Harper & Row, 1989.

LUDWIG, J. A.; REYNOLDS, J. F. **Statistical ecology – a primer on methods and computing**. New York: John Wiley & Sons, 1988.

MARTINS JÚNIOR, O. P. **Uma cidade ecologicamente correta**. Goiânia: AB, 1996.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and it's measurement**. London: Chapman & Hall, 1991.

MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. Iwoa: Kendall – Hunt, 1996.

MONDENUTTI, B. E.; BALSEIRO, E. G. Transformación de datos. In: LOPRETTO, E. C.; TELL, G. **Ecosistemas de aguas continentales - metodologias para su estudio**. La Plata: Ediciones Sur, 1995. 4 p.

MOULTON, T. P. Saúde e integridade do ecossistema e o papel dos insetos aquáticos. In: ESTEVES, F. A.; ESTEVES, A. M. **Oecologia Brasiliensis – Ecologia de Insetos Aquáticos**, Rio de Janeiro, v. 5, p 289 -298, 1985.

NAVES, A. R. C.; SILVA, K. A.; (3); PRIMO, P. H. C.; (4); BÁRBARA, V. F.; ANTUNES, E. C.; PASQUALETTO, A. **Recuperação das margens do Córrego Botafogo com espécies arbóreas como compensação ambiental**. Disponível em: <<http://www2.ucg.br/nupenge/pdf/artigo003.pdf>>. Acesso em: 11/12/2014.

NIMER, E. Climatologia da região Centro Oeste. In: NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. p. 393-421.

NOGUEIRA, I. S. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica da represa Samambaia, Goiás, Brasil. Disponível em: <<http://www.prpg.usp.br/usprio/?q=trabalhos/estrutura-e-din%C3%A2mica-da-comunidade-fitoplanct%C3%B4nica-da-represa-samambaia-goi%C3%A1s-brasil>>. Acesso em: 11/12/2014.

NOGUEIRA, I. S.; LEANDRO-RODRIGUES, N. C. Algas planctônicas de um lago artificial do Jardim Botânico Chico Mendes, Goiânia, Goiás: Florística e algumas considerações ecológicas. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 3, p. 377-395, 1999.

NORRIS, R. H.; GEORGES, A. Analisis and interpretation of benthic macroinvertebrates surveys. In: RESH, V. H; ROSEMBERG, D. M. **The ecology of aquatic insets**. New York: Praeger, 1983. p. 235-286.

PEIXINHO, S.; MADEIRA, A. V.; ASSIS, R. F.; BRAZIL, T. K.; CARQUEJA, C.; ROXHA, P. **Chaves dicotômicas para identificação dos principais grupos de**

metazoários recentes. 1999. Disponível em: <<http://www.zoo1.ufba.br/chavemet.htm>>. Acesso em 23/08/2006.

PEREIRA, D. N.; HENRIQUE, R. M. Aplicação de índices biológicos numéricos na avaliação da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 56, n. 2, p. 441-450, 1996.

PIMENTA, J. A. C. **Marginal Botafogo: um estudo da geomorfologia urbana na perspectiva socioambiental**. Goiânia: ITS – PUCGO, 2003.

PODESTÁ, G. M.; LIANG, P. I. **Avaliação da qualidade da água em um ambiente lótico urbano utilizando o protocolo de avaliação rápida - PAR**. 2005. 80 f. Monografia (Especialização em Perícia Ambiental), Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2005.

PORTO, M. F. A.; BRANCO, S. M.; LUCA, S. J. Caracterização da qualidade da água. In: PORTO, R. L. L.; BRANCO, S. M.; CLEARY, R. W.; COIMBRA, R. M.; EIGER, S.; LUCA, S. J.; NOGUEIRA, V. P. Q.; PORTO, M. F. A. **Hidrologia ambiental**. São Paulo: EdUSP-ABRH, 1991. p. 27-65.

PRADO, H. **Solos do Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2003.

PRATT, J. M.; COLER, R. Um procedimento para a avaliação biológica de rotina de escoamento urbano em pequenos rios. **Water Research**, n. 10, p. 1019-1025, 1976.

QUEGE, K. E. Teor de matéria orgânica (DBO5) num ecossistema lótico na cidade de Goiânia. **Revista Estudos da Universidade Católica de Goiás**, Goiânia, v. 30, n. 10, p. 2295-2332, out. 2003.

ROHLF, F. J. **NTSYS-pc**: taxonomia numérica e sistema de análise multivariada, a versão 2.1. New York: Exeter Software, 2000. 98 p.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. Introduction to freshwater biomonitoring and benthic using benthic macroinvertebrates. In: ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York: Chapman & Hall, 1993. 12 p.

SANTOS, C. R. A. **Aspectos limnológicos da sub-bacia do Ribeirão João Leite e suas relações com a entomofauna bentônica num período de estiagem no Estado de Goiás**. 2000. 144 f. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Universidade Federal de Goiás,

Goiânia, 2000.

SANTOS, M. A. S. P. et al. Qualidade da água: estudo de casos, sistema Rio Grande x sistema Rio Claro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 13, 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABRH, 1999. 15 p.

SANTOS. C. R. A.; OLIVEIRA, L. G. Utilização do protocolo de avaliação rápida (PAR) na apreciação da qualidade da água em um sistema lótico de Cerrado, com base na entomofauna aquática. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21, 2001, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: CBESA, 2001. 15 p.

VIEIRA, L. C.; MARQUES, G. S.; BINI, L. M. Estabilidade e persistência de assembléias zooplanctônicas em um pequeno lago tropical. **Acta Scientiarum - Biological Sciences**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 323-328, Oct. / Dec., 2005

WETTZEL, R. G. **Limnologia**. Barcelona: Omega, 1981.

WIGGINS, G. B. **Larvae of the north american caddisfly genera(trichoptera)**. Toronto: University of Toronto Press, 1977.

WILKSON, L. **SYSTAT: the system for statistics**. Evaston: SYSTAT Incorporated, 1990.