

1. APRESENTAÇÃO

Esse documento representa um trabalho final do curso de Especialização em Gerenciamento de Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais.

A área de concentração da pesquisa que fundamentou esse trabalho é a Limnologia, e, o tema, Bioindicadores de Qualidade da Água. O objeto de estudo foi a Lagoa do Nado, um pequeno reservatório artificial raso, localizado no centro de uma Unidade de Conservação na região norte de Belo Horizonte, numa área intensamente urbanizada e formada pelos bairros Planalto e Itapoã.

2. INTRODUÇÃO

Os ambientes lênticos urbanos – por exemplo, os lagos em parques urbanos – são passíveis de impactos provocados pela urbanização. Os usos do solo no entorno desses parques bem como dentro de seu perímetro podem resultar em poluição de natureza física, química e biológica em seus corpos d'água, por fontes pontuais e/ou difusas, considerando a bacia hidrográfica de inserção e de contribuição.

Por outro lado, os parques urbanos são espaços importantes para a conservação dos elementos naturais – fauna, flora, recursos hídricos – e para a vida social. A manutenção desses elementos é importante para o microclima local, para o controle de erosão, para a melhoria da qualidade do ar, proteção dos mananciais, dentre outros. Além disso, parques urbanos têm uma importante função social relacionada com as atividades de lazer, de cultura, enfim, com as interações sociais.

Nesse trabalho, foram utilizados os macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água na lagoa do Nado, um pequeno reservatório artificial raso, localizado em uma Unidade de Conservação (UC) na região Norte de Belo Horizonte (parque municipal),

Tradicionalmente, a qualidade da água tem sido avaliada, e mesmo monitorada, através da utilização de parâmetros físicos e químicos, sendo os mais utilizados a temperatura da água; pH; alcalinidade total; oxigênio dissolvido e elementos nutrientes, notadamente fósforo solúvel reativo, fósforo total, amônia, nitrito, nitrato e nitrogênio total. Essas variáveis têm sido a base para o monitoramento da qualidade da água em todo o país, e serviram de base para a proposição de classes de qualidade de água

regulamentadas pela Resolução 020/86 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).

No caso de Minas Gerais, os indicadores utilizados incluem os seguintes parâmetros e testes:

- **Parâmetros Físicos:** temperatura, condutividade elétrica, sólidos totais, sólidos dissolvidos, cor, turbidez, sólidos em suspensão.
- **Parâmetros Químicos:** pH, oxigênio dissolvido (OD), alcalinidade total, alcalinidade bicarbonato, dureza de cálcio, dureza de magnésio, demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅ e DBO₂₀), demanda química de oxigênio (DQO), série de nitrogênio (orgânico, amoniacal, nitrato e nitrito), fósforo total, surfactantes aniônicos, óleos e graxas, cianetos, fenóis, cloretos, ferro, potássio, sódio, sulfetos, magnésio, manganês, alumínio, zinco, bário, cádmio, boro, arsênio, níquel, chumbo, cobre, cromo (III), cromo (IV), selênio, mercúrio.
- **Parâmetros Microbiológicos:** coliformes fecais, coliformes totais e estreptococos totais.
- **Bioensaios de Toxicidade:** ensaios de toxicidade aguda e crônica.

Para avaliar a situação ambiental no Estado de Minas Gerais, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), através do Projeto Águas de Minas, utiliza, além dos parâmetros monitorados, quatro indicadores de qualidade, quais sejam: Índice de Qualidade das Águas – IQA, Contaminação por Tóxicos – CT, Índice de Estado Trófico (IET) e Ensaios de Ecotoxicidade. Em outros estados brasileiros, os índices são diferentes e adequados à realidade de cada um.

É importante ressaltar que os padrões e parâmetros de qualidade da água dependem do uso da água.

Um avanço importante no monitoramento da qualidade das águas foi a proposta de se utilizar organismos indicadores de qualidade, ampliando, assim, as possibilidades de uma indicação de “melhor qualidade”, uma vez que organismos, através de sua simples presença ou ausência em um dado local, representam não apenas uma situação momentânea, mas expressam o resultado de condições anteriores a um dado evento, e que permitiram sua presença ou ausência. (GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2009: 251)

Vários organismos/grupos de organismos têm sido propostos e utilizados como indicadores biológicos de qualidade de água, apesar das dificuldades de se definir/caracterizar um bom indicador biológico de qualidade de água. Têm sido propostos como bioindicadores de qualidade de água/ambiente microorganismos (leveduras, bactérias heterotróficas), algas/perífiton, macroinvertebrados bentônicos, peixes, macrófitas aquáticas e aves aquáticas. Embora bons indicadores possam ser identificados dentre vários desses grupos, é importante salientar que um bom indicador biológico de qualidade de água deve contemplar espécies ou grupos de espécies com requerimentos ambientais conhecidos, e que respondam a alterações em seu habitat com mudanças em sua abundância, morfologia, fisiologia ou comportamento. Tais organismos mantêm uma estreita tolerância ambiental, permitindo inferir, pela sua presença, que o ambiente possui aquelas condições específicas; mas a sua ausência não indica, necessariamente, a falta das mesmas condições, podendo refletir apenas a distribuição geográfica, raridade, desaparecimentos ocasionais (*shifts*), etc. (*Ibidem*: 252)

Em Minas Gerais, os bioindicadores de qualidade de ambientes aquáticos são utilizados na avaliação da qualidade da água para o enquadramento dos corpos hídricos, conforme deliberação normativa conjunta COPAM/CERH¹ N. 01 de 05 de maio de 2008.

Os macroinvertebrados bentônicos têm sido amplamente utilizados como bioindicadores de qualidade de água por apresentarem as seguintes características: ciclo de vida longo; grande tamanho de corpo – o que facilita a identificação –; relativamente sedentários – o que facilita a coleta –; elevada diversidade taxonômica; sensíveis a diferentes concentrações de poluentes, o que permite ampla faixa de respostas frente a diferentes níveis de contaminação ambiental (PAULA, 2004)

Devido a essas características, o biomonitoramento, com emprego da fauna macrobentônica como bioindicadora de qualidade de água, apresenta uma clara vantagem sobre a avaliação físico-química tradicional, não só em função do baixo custo dos equipamentos e técnicas empregadas como também por fornecer resultados relativamente rápidos. Outra importante vantagem é que a avaliação físico-química registra uma situação momentânea, o que pode não ser apropriado no caso do despejo de efluentes domésticos ou industriais não tratados em rios; ao passo que o biomonitoramento com organismos bentônicos permite uma avaliação de mais longo prazo, já que os organismos vivem várias

¹ Conselho Estadual de Política Ambiental e Conselho Estadual de Recursos Hídricos, respectivamente.

semanas, e por isso são capazes de registrar e refletir um tempo maior de impactos no corpo d'água. (EMBRAPA Meio Ambiente, s.d.)

Além disso, o estudo da macrofauna bentônica permite a detecção de alterações na composição de espécies e na estrutura da comunidade, permitindo uma visão mais ecossistêmica e holística. Entretanto, como a fauna responde às variações das condições físicas e químicas da água e do sedimento de fundo, em um programa de monitoramento de qualidade de água é aconselhável que se façam os dois tipos de análise, ou seja, a físico-química e a biológica, pois os resultados de cada uma se complementam, permitindo uma melhor compreensão dos impactos ambientais ocorridos (*Ibdem*).

Por considerarem o monitoramento biológico como uma ferramenta importante na avaliação das respostas das comunidades biológicas a modificações nas condições ambientais originais, Goulart & Callisto (2003) propuseram a utilização dos bioindicadores nos Estudos de Impacto Ambiental (EIA), como complementação às medidas tradicionais de alterações nas variáveis físicas e químicas.

Propuseram, também, uma revisão da legislação ambiental pertinente à qualidade de água dos ecossistemas aquáticos, bem como a adoção deste método (bioindicadores de qualidade de água) pelos demais órgãos e/ou divisões de licenciamento ambiental. Ressaltam o uso destes organismos, como bioindicadores de qualidade da água por alguns grupos de pesquisa e por órgãos ambientais em Minas Gerais, como o CETEC (Fundação Centro Tecnológico de Pesquisa do Estado de Minas Gerais), DIMIM (Divisão de Extração de Minerais Metálicos) e DIENI (Divisão de Infra-Estrutura e Energia Elétrica) da Fundação Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais (FEAM-MG), além do laboratório de Ecologia de Bentos do Departamento de Biologia Geral, ICB/UFMG.

Estudos mostram que o uso de bioindicadores tem-se tornado frequente na avaliação de condições ambientais. Paula (2004), utilizando os macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores na bacia do reservatório de Ibirité, localizado na bacia hidrográfica do rio Paraopeba, na Região Metropolitana de Belo Horizonte, mostrou o estado de eutrofização do ambiente e o predomínio de espécies resistentes à poluição.

Em trabalho semelhante, Viana (2009) avaliou a estrutura da comunidade e composição taxonômica dos macroinvertebrados bentônicos inferindo sobre o estado trófico de dois reservatórios – Ibirité e Serra Azul –, também na bacia hidrográfica do rio Paraopeba. Foi observada uma substituição de espécies com o aumento da poluição que essa vem contribuindo, também, para o baixo número de famílias na bacia do reservatório de Ibirité.

A utilização de macroinvertebrados bentônicos em estudos de impacto ambiental ainda é bastante incipiente no Brasil. Entretanto, o Estado de Minas Gerais demonstra uma mudança de consciência em relação aos métodos de avaliação de impactos existentes. O estudo ecológico destes organismos como bioindicadores de qualidade de água, apesar de recente para nós (menos de 20 anos), é amplamente utilizado em diversos países da Europa (p. ex., Inglaterra e Espanha), Austrália, Estados Unidos e Canadá. Dentre estes países, os Estados Unidos apresentam-se em um estágio mais avançado quanto à utilização dos macroinvertebrados e outros grupos de organismos na avaliação de impactos ambientais. Para se ter uma idéia, dos cinquenta estados que constituem o país, quarenta e dois utilizam índices biológicos multimétricos, e seis estados estão desenvolvendo abordagens de avaliação biológica (KARR, 1998 *apud* GOULART & CALLISTO, 2003)

Pelo exposto acima, neste estudo optou-se pelo uso dos macroinvertebrados bentônicos como indicadores da qualidade das águas da Lagoa do Nado. Pretende-se que os resultados obtidos neste estudo possam auxiliar na proposição de medidas de conservação e manejo e estratégias e ações a serem tomadas por gestores e pela população no sentido de proteger esse lago urbano.

3. PROBLEMÁTICA E HIPÓTESES

Para verificação da condição ambiental da Lagoa do Nado, foram formuladas as seguintes perguntas:

- a) As águas da lagoa do Nado podem ser consideradas de boa qualidade?
- b) O Parque, como unidade de conservação, vem contribuindo para a preservação de seus recursos hídricos?
- c) A análise da comunidade de macroinvertebrados bentônicos fornece informações suficientes sobre a qualidade das águas da lagoa do Nado?

A partir dessas perguntas, foram elaboradas as seguintes hipóteses:

- a) As águas da lagoa do Nado não são de boa qualidade, sendo que os pontos críticos estão concentrados nas áreas da Lagoa mais sujeitas a interferências antrópicas (estruturas de drenagem pluvial e de esgotamento sanitário) no entorno.

b) Apesar da intensa urbanização no seu entorno e das fontes de poluição, o Parque é importante para a preservação de seus recursos hídricos.

c) A utilização dos macroinvertebrados bentônicos poderá indicar com eficiência a qualidade das águas do ambiente aquático analisado.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo geral

Utilizar os macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água da Lagoa do Nado.

4.2. Objetivos específicos

- Caracterizar a fauna de macroinvertebrados bentônicos da Lagoa do Nado, com relação à composição e à densidade de organismos.
- Analisar possíveis relações entre os organismos identificados com fontes difusas e pontuais de poluição.
- Indicar proposta(s) de conservação para a Lagoa do Nado.

5. JUSTIFICATIVA

O Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado é uma importante área de preservação localizada numa área intensamente urbanizada e ocupada na região norte de Belo Horizonte, em vista de sua beleza cênica representada pela lagoa e sua vegetação de entorno. Além de ser uma unidade de conservação da natureza, o Parque exerce também funções sociais (lazer, práticas esportivas, dentre outras).

Como uma lagoa periurbana, entretanto, a Lagoa do Nado é passível de impactos provocados por poluição difusa ocasionando seu assoreamento e turbidez.

Considerando que as águas dessa Lagoa são afluentes do córrego Vilarinho que, por sua vez é afluente do rio das Velhas; que uma das funções das unidades de conservação deveria ser a preservação dos recursos hídricos; e que as comunidades bentônicas, como bioindicadoras de ambientes aquáticos, podem refletir não só as condições ambientais dos

ecossistemas como também condições sanitárias, optou-se por esse tema e por essa área de estudo.

Além disso, este espaço é freqüentado por um grande número de pessoas, principalmente por moradores do entorno, que utilizam a área para atividades de lazer, e escolas que usam a área para a realização de atividades didático-culturais

6. IMPORTÂNCIA DOS PARQUES URBANOS

O espaço urbano é marcado por usos conflituosos do solo. A própria história de criação do Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado, objeto desse estudo, ilustra um conflito de uso do solo marcado por uma história de mobilização social local, conforme será visto no item referente à história de implementação do Parque, nesse trabalho.

Os parques urbanos, inseridos nesse espaço (urbano), também apresentam conflito de uso, representado pelo desafio “uso e preservação”.

LIMA *et al* (1994) apud FERREIRA (2005) definem parque urbano *como uma área verde com função ecológica, estética e de lazer, com uma extensão maior que as praças e jardins públicos.*

A importância dessas áreas relaciona-se com o contexto histórico e com a ideologia de cada época. Atualmente, devido às preocupações de ordem urbana e natural, sua importância relaciona-se com a qualidade de vida nas cidades e com a preservação dos recursos naturais.

A Figura 1, proposta por Silva & Egler (s.d.), representa esquematicamente a importância dos parques urbanos considerando as dimensões ecológica, urbana e social.

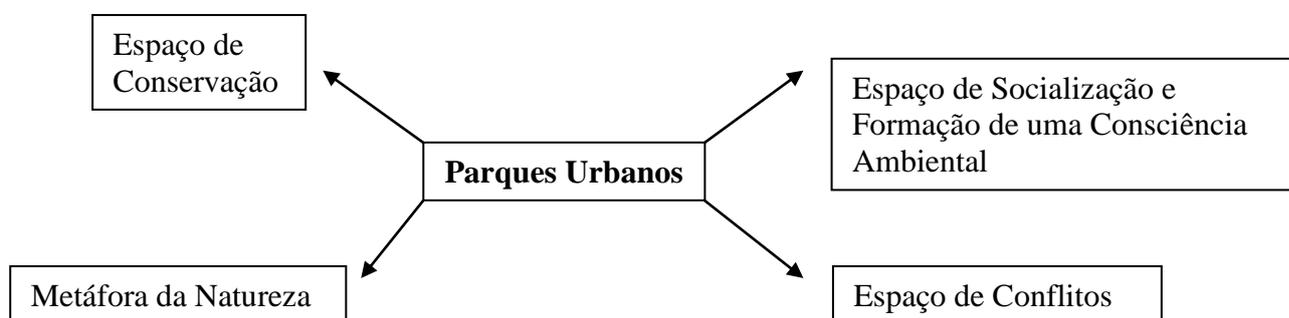


FIGURA 1. Significados de parque urbano, assumidos ao longo de sua história.

Fonte: SILVA & EGLER (s.d.)

São diversas as questões que propiciaram o surgimento dos parques urbanos nas cidades brasileiras. No entanto, observa-se que a temática da evolução das funções ambientais está mais focada para os motivos que levaram à criação e requalificação de novas modalidades de parque, com novas denominações e tipos de uso – por exemplo, parques ecológicos.

O documento Cidades Sustentáveis, mencionado no trabalho de Ferreira (2005:4) deixa claro a importância dos parques urbanos para atingir as metas da sustentabilidade, quando propõe na estratégia nº 1 a ‘melhoria da qualidade ambiental das cidades’.

Uma importância dos parques urbanos, de caráter legal, é conferida pela Lei Federal N. 9985 de 18 de julho de 2000 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação. No total, são doze categorias de unidades de conservação regulamentadas por essa lei. Para a categoria Parque, o SNUC afirma que *as unidades dessa categoria, quando criadas pelo Estado ou Município, serão denominadas, respectivamente, Parque Estadual e Parque Natural Municipal*. De acordo com o SNUC, os objetivos da categoria Parque são:

... preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e turismo ecológico. (SNUC, 2000:11)

Então, de acordo com o SNUC, em apenas uma categoria de Unidades de Conservação – Parques – estão reunidas as atividades de preservação dos ecossistemas, pesquisa científica, educação ambiental e recreação. Conforme Moura (2005), essa síntese *pode gerar conflitos, principalmente entre as atividades ligadas à preservação e as ligadas ao uso público. Esta complexidade influencia os processos de planejamento e gestão da infra-estrutura*.

Esse mesmo autor pontua o desafio do uso de uma unidade de conservação concomitante com a preservação dos recursos naturais, principalmente em áreas urbanas intensamente ocupadas, bem como a importância dos parques urbanos.

O efeito desta concepção teórica para a relação entre conservação da natureza e desenvolvimento pode ser decisivo. Com esta mudança admite-se a intervenção do homem no ambiente natural. Este espaço, dominado por atributos ambientais ligados a ecossistemas naturais, deixa de ser um espaço intocado e intocável, passando a ser um campo não só de preservação, mas de pesquisa e atividades de uso público. Isto viabiliza a criação de Parques próximos a áreas urbanas, revolucionando de certa forma a noção mais radical de distanciamento destas áreas protegidas em relação aos núcleos urbanos. (MOURA. 2005:22)

Outra abordagem sobre a importância dos parques urbanos relaciona-se com a fenomenologia, mais especificamente com a relação entre o homem e as áreas verdes urbanas, por meio da didática da percepção. Segundo Silva e Egler (s.d.) as idéias relativas ao estudo da percepção sobre áreas protegidas foram, inicialmente, propostas pela UNESCO (1973), num programa intitulado ‘L homme et la biosphere’ – MAB ou ‘O homem e a biosfera’ – que preocupava-se em *compreender a percepção que moradores locais possuem sobre áreas protegidas, uma vez que, em muitos casos, há uma não aceitação dos moradores locais sobre essa escolha de uso dos espaços da sua vida cotidiana*. Nesse caso, a importância de um parque urbano, sob a ótica social, depende do envolvimento da comunidade do entorno, principalmente para o uso “preservação”.

Estudos recentes sobre a importância ambiental urbana dos parques e a sua contribuição para a qualidade ambiental² estão sendo realizados para entender a melhor gestão destes espaços e proporcionar ao homem citadino condições mais favoráveis ao seu bem-estar. As necessidades de conforto climático, de satisfação estética e de presença da paisagem natural no interior da massa construída, dando, inclusive, suporte à fauna (aves, mamíferos, insetos, etc.) são atendidas pela arborização viária e pelos grupos arbóreos presentes nos parques (FERREIRA, 2005), bem como pelos recursos hídricos (um lago, uma lagoa, um curso d’água) que interagem com os demais elementos naturais e complementam o ecossistema.

Portanto, os parques urbanos são espaços importantes para a conservação dos elementos naturais – fauna, flora, recursos hídricos – e para a vida social. A manutenção

² Conforme Guerra & Cunha (2009:149), nas cidades, a expressão qualidade ambiental tem como sinônimos: qualidade do habitat; qualidade da infraestrutura à disposição dos cidadãos; qualidade da cultura; qualidade do ar e das águas usadas; e qualidade da paisagem.

desses elementos é importante para o microclima local, para o controle de erosão, para a melhoria da qualidade do ar, proteção dos mananciais, dentre outros. A função social dos parques urbanos relaciona-se com as atividades de lazer, de cultura, enfim, com as interações sociais. No meio urbano, é ainda, um elemento importante no gerenciamento de recursos hídricos, como estratégia de conservação.

6.1. Breve Histórico do Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado

A denominação da Lagoa do Nado relaciona-se, de certa forma, com a história do córrego homônimo. No final do século XIX, tropeiros e mercadores que utilizavam o distrito de Venda Nova como entreposto comercial, descansavam, lavavam suas roupas e banhavam-se às margens de um riacho da redondeza para o qual deram o nome de córrego do Nado. Assim, a história de criação do Parque tem sua origem nas águas límpidas do Córrego do Nado.

Na década de 1960, a área hoje ocupada pelo Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado era uma parte da Fazenda Engenho Córrego do Nado, de propriedade da família do ex-prefeito de BH, Américo René Giannetti. O uso da área, portanto, era restrito à família e aos seus amigos.

A partir dessa década, a área do entorno começou a ser ocupada e a fazenda foi ficando abandonada. Com isso, no início dos anos 70, a comunidade que vivia no entorno passou a utilizá-la como área de recreação e lazer.

Em 1973, um decreto municipal (nº 2408) indicava a desapropriação da área com o intuito de construir um parque ou outra obra de interesse público. Em 1976, a PLAMBEL previa a utilização para fins de lazer e atividades esportivas com a construção de quadras e playground na área de uma das nascentes, uso de barcos a remo e a pedal na lagoa e construção de restaurantes e diversas lojas. No entanto, nenhum dos documentos manifestava qualquer preocupação com a preservação da biodiversidade local. Em 1979, um novo decreto (nº.3568 de 14/09), reafirmou a destinação do espaço para a construção de um parque ou qualquer outra obra de interesse público.

Em 1981, entretanto, através de um decreto estadual (nº.21752 de 30/11), foi sugerida a implantação de um conjunto habitacional. Iniciaram-se, então, as mobilizações da comunidade local e as primeiras manifestações a favor da implantação do Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado, resultando no surgimento da Associação Cultural

Ecológica Lagoa do Nado (ACELN) – uma organização não governamental que liderou as negociações para criação definitiva do parque.

Em 1984, uma lei municipal autorizou a compra do terreno da antiga fazenda pela Prefeitura de Belo Horizonte para a construção de um parque público, mas somente em 1994 o Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado foi inaugurado. A história do Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado, portanto, é também uma história de mobilização social.

Atualmente, essa Unidade de Conservação possui 300 mil metros quadrados, conta com uma lagoa com 22.000 m², formada pelo represamento de três nascentes, e tem como principais objetivos a conservação da paisagem e da biodiversidade; o desenvolvimento de atividades de educação ambiental e eventos culturais; e o lazer contemplativo.

7. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

7.1. Inserção urbana

Para melhor compreender um recorte espacial no que se refere às suas características e condições atuais, é necessário conhecer sua área de entorno e a bacia hidrográfica na qual se insere.

A realização de pesquisas que abordem as bacias hidrográficas como unidades de estudo, incluindo as interações entre os ecossistemas aquáticos, terrestres e ainda aspectos sociais, culturais e econômicos, são fundamentais para a conservação, planejamento e gestão dos recursos hídricos e sua diversidade biológica (TUNDISI, 2006 apud VIANA, 2009).

A Lagoa do Nado localiza-se no centro de uma Unidade de Conservação – um parque municipal – na região norte de Belo Horizonte, entre os bairros Planalto (a leste) e Itapuã (a oeste). Essa localização a caracteriza, portanto, como uma lagoa periurbana.

O córrego do Nado é afluente do córrego Vilarinho que deságua no ribeirão do Onça que, por sua vez, deságua no rio das Velhas, integrando a bacia do rio São Francisco.

De acordo com o zoneamento urbano de Belo Horizonte, Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo – Lei 7166/96, alterada pelas Leis 8137/200 e 9959/2010 – a área de entorno do Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado é considerada como Zona de

Adensamento Preferencial (ZAP), que são regiões passíveis de adensamento, em decorrência de condições favoráveis de infra-estrutura e de topografia.³

O Parque, por sua vez, insere-se na Zona de Preservação Ambiental (ZPAM) que corresponde às regiões que, por suas características e pela tipicidade da vegetação, destinam-se à preservação e à recuperação de ecossistemas, visando a⁴:

I - garantir espaço para a manutenção da diversidade das espécies e propiciar refúgio à fauna;

II - proteger as nascentes e as cabeceiras de cursos d'água;

III - evitar riscos geológicos. (LEI DE PARCELAMENTO, USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DE BELO HORIZONTE. 1996)

A Lagoa do Nado insere-se, portanto, numa área de proteção ambiental cujo entorno é caracterizado por intensa ocupação urbana, conforme se pode observar na Figura 2 – Mapa de Localização da Lagoa do Nado.

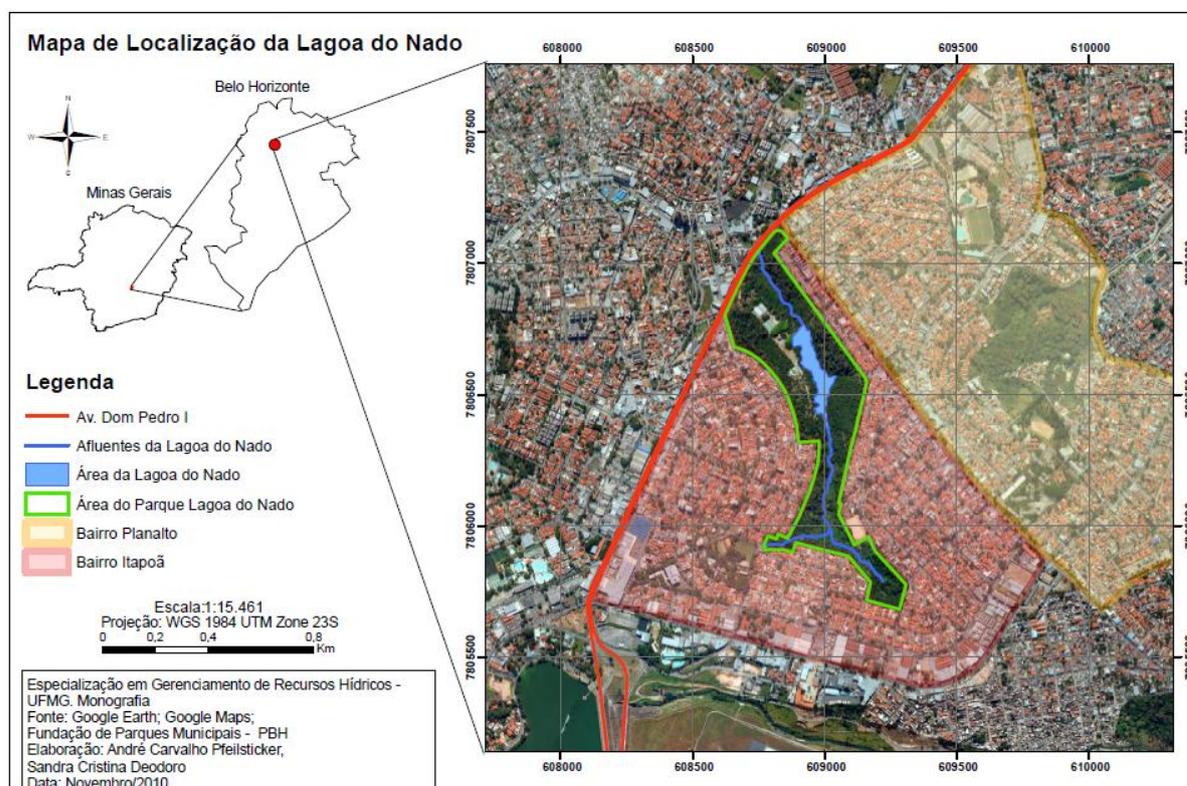


FIGURA 2 – Mapa de localização da Lagoa do Nado.

³ Lei 7166/1996. Cap.II. Art.10.

⁴ *Ibidem*.Art.6.

7.2. Projetos relacionados à água, em desenvolvimento no Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado

O Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado possui as seguintes parcerias para desenvolvimento de atividades e projetos com enfoque sobre a água: Associação dos Catadores de Papel, Papelão e Material Reaproveitável (ASMARE), Mensageiros da Água, Escola Integrada Lídia Angélica, e Projeto SWITCH. Dentre esses, merece destaque o Projeto SWITCH, sigla em inglês para *Gestão Sustentável das Águas para a Saúde das Cidades do Futuro*, proposto pela União Européia e liderado pelo Instituto Internacional da Água (IHE-UNESCO), sediado em Delft, na Holanda. O IHE é uma rede internacional de cooperação científica e tecnológica composta por 32 instituições de 15 países, da qual fazem parte a Prefeitura de Belo Horizonte e a Universidade Federal de Minas Gerais.

A Prefeitura de Belo Horizonte (PBH) assinou contrato, com duração de cinco anos, com o IHE em 11 de abril de 2.006. Na PBH, a coordenação está sendo exercida pela Superintendência de Desenvolvimento da Capital (SUDECAP), tendo por unidade executiva o Núcleo de Execução de Projetos Especiais.

O SWITCH é um projeto que desenvolve atividades nas áreas de planejamento e gestão de águas urbanas – abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana, controle de inundações – e atividades de educação ambiental com comunidades.

Com o objetivo de criar um espaço para debates ligados aos temas quantidade e qualidade de água, uso racional e educação ambiental, o Projeto SWITCH firmou uma parceria com o Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado, para a implementação de um Centro de Referência de Gestão das Águas Urbanas. No espaço criado, funciona um centro de informações e de capacitação da comunidade local, voltado à gestão dos recursos hídricos onde são oferecidos cursos de capacitação, palestras, oficinas, treinamentos e serviços como banco de dados, biblioteca, videoteca e loja ambiental. Um dos objetivos principais do projeto é que ao final, “a comunidade local e a Escola Lídia Angélica se apropriem e reconheçam o Centro de Referência da Água como um lugar de convivência e reflexão sobre os problemas e soluções possíveis que envolvem a gestão dos recursos naturais”. (PROJETO SWITCH:3)

De acordo com o Projeto, este espaço foi construído com base nos experimentos e nas tecnologias alternativas sustentáveis que vem sendo implementadas pelo SWITCH em Belo Horizonte, entre elas: trincheira de infiltração, captação de água de chuva; coberturas verdes, pisos permeáveis, reuso de água nos vasos sanitários e controle de poluição.

A escolha do Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado para um Centro de Referência da Água, de acordo com o Projeto, justifica-se pela própria história de criação do parque que teve sua origem nas águas do córrego do Nado; por outros projetos em andamento relacionados à água; e por sua infraestrutura que permite que o Parque cumpra os objetivos de conservação da paisagem e da biodiversidade, de formação e difusão cultural, de educação ambiental, de lazer contemplativo e práticas esportivas.

A Figura 3 mostra a sede do Centro de Referência da Água no Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado.



FIGURA 3 – Sede do Centro de Referência da Água no Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado (Belo Horizonte-MG). Fonte: Projeto SWITCH.

7.3. Caracterização física e limnológica da Lagoa do Nado

A Lagoa do Nado é formada pelo represamento da água de três nascentes localizadas dentro da área do parque. Embasada pelo Complexo Belo Horizonte, pode ser definida litologicamente por rochas gnáissicas e graníticas, que foram modeladas em um vale (onde a lagoa ocupa a área de menor altitude), de declives suaves, com aproximadamente 1.400m de comprimento na direção norte-sul e 200m de largura (MOURA E SAADI, 1989 *apud* BEZERRA *et al*, 2009).

O reservatório é circundado por uma vegetação secundária de grande porte (principalmente *Eucalyptus* sp.) e a saída de água da barragem é superficial e não manejada. É um sistema raso com 7,6 m (na barragem) e 2,7 m de profundidade máxima e média, respectivamente, e 1,5 ha de área superficial. A localização no fundo de um

pequeno vale rodeado por vegetação de grande porte, a elevada profundidade relativa⁵ (5,5%) se comparada com a Lagoa da Pampulha (0,9%) e a sua bacia de acumulação de formato cônico ($Dv = 1,07$) indicam uma alta estabilidade física da coluna d'água. (BEZERRA-NETO, 2001).

Bezerra *et al* (2009:1) buscaram compreender a dinâmica morfológica contemporânea da Lagoa do Nado através de uma abordagem quantitativa de comparação dos parâmetros morfométricos primários e secundários que caracterizam a Lagoa do Nado em 1994 com parâmetros morfométricos em 2008. Constataram que, em um período de 14 anos, o volume da lagoa foi reduzido em 50,22%, enquanto a área do espelho d'água decresceu 21,70%. Alterações em outros parâmetros morfométricos foram também relatados pelos autores indicando que a Lagoa do Nado sofreu significativo assoreamento ao longo desses anos, principalmente pelo aporte de sedimento das encostas da bacia de contribuição.

Tal fato pode ser explicado por sua localização geográfica em fundo de vale e em uma área intensamente ocupada e urbanizada, onde a impermeabilização do solo e obras de drenagem pluvial dentro e no entorno do parque facilitam o carreamento de sedimentos para a lagoa, comprometendo a capacidade de autodepuração frente à carga poluidora característica de um lago urbano. Nesse contexto, Bezerra *et al* (2009) afirmam que a Lagoa do Nado encontra-se hoje mais sensível a eventos críticos como enchentes e poluição química e orgânica do que em 1994.

A lagoa do Nado apresenta suas margens cobertas por vegetação de grande porte, o que poderia contribuir para a retenção de sedimentos e controle do assoreamento. Apesar da importância de uma vegetação ripária bem desenvolvida e da liteira, para a melhoria das características do solo (aumento da infiltração, permeabilidade e retenção de umidade pelo solo, da incorporação de matéria orgânica e da coesão e resistência a erosão, etc) apenas sua presença não impede o assoreamento do corpo d'água, principalmente em áreas com atividades antrópicas (Bezerra *et al.* 2009). Além disso, segundo Munhoz (1996) grande parte do mato resultante da capina na Unidade de Conservação tem como destino final a Lagoa.

A Lagoa do Nado foi considerada, em 2001, como mesotrófica e, quanto à circulação de suas águas, como monomítica quente devido à sua morfometria e morfologia.

⁵ A profundidade relativa indica a relação entre a profundidade máxima e o diâmetro médio de um lago e está relacionada aos padrões de circulação de um sistema aquático.

O epilímnio é bem oxigenado, com o desenvolvimento de intensa anoxia no hipolímnio durante todo o período de estratificação. (BEZERRA-NETO, 2001)

A atuação dos ventos na Lagoa do Nado é relativamente pequena tanto pela presença da vegetação arbórea de grande porte em suas margens, como à sua localização topográfica no fundo de um pequeno vale.

8. REVISAO SOBRE O TEMA – BIODINDICADORES DE QUALIDADE DA ÁGUA

8.1. Bioindicadores e seu uso na avaliação da qualidade das águas

As comunidades de organismos aquáticos que vivem nos ecossistemas continentais lóticos e lênticos estão sujeitas a alterações ambientais devido aos impactos das atividades humanas nesses ecossistemas. Tais comunidades vêm sendo utilizadas para avaliar a qualidade da água.

Indicadores biológicos são organismos que, pela sua ausência, presença, ou densidade demonstram o grau de alteração das condições ambientais de um local impactado. Assim, os organismos indicadores ideais são aqueles que possuem tolerância ambiental restrita e específica às condições ambientais (PAULA, 2004).

Programas de monitoramento utilizando indicadores biológicos proporcionam uma boa estimativa dos efeitos antropogênicos nos ecossistemas lacustres. (*Ibdem*). O monitoramento biológico pode estar baseado em mudanças na estrutura das comunidades. Entretanto, como o tempo necessário para se conhecer a resposta dos vários grupos de organismos presentes pode ser consideravelmente longo, grupos específicos têm sido selecionados (protozoários, ciliados, algas, macroinvertebrados bentônicos e peixes) e utilizados em diferentes métodos de avaliação ambiental (ROSENBERG & RESH, 1993 *apud* PAULA, 2004).

Uma comparação entre as vantagens e desvantagens do uso de um ou outro método foi apontada por Goulart & Callisto (2003). Segundo eles, o monitoramento de variáveis físicas e químicas traz algumas vantagens na avaliação de impactos ambientais em ecossistemas aquáticos, tais como: identificação imediata de modificações nas propriedades físicas e químicas da água; detecção precisa da variável modificada, e determinação das concentrações alteradas. Este sistema apresenta, entretanto, algumas desvantagens, tais como a descontinuidade temporal e espacial das amostragens. Sendo

assim, a amostragem de variáveis físicas e químicas fornece somente uma fotografia momentânea do que pode ser uma situação altamente dinâmica (WHITFIELD, 2001 *apud* GOULART & CALLISTO, 2003). Em função da capacidade de autodepuração e do fluxo unidirecional de ecossistemas lóticos, os efluentes sólidos carregados por drenagens pluviais para dentro de ecossistemas aquáticos podem ser diluídos (dependendo das concentrações e tamanho do rio) antes da data de coleta das amostras ou causarem poucas modificações nos valores das variáveis. Além disso, o monitoramento físico e químico da água é pouco eficiente na detecção de alterações na diversidade de habitats e microhabitats e insuficiente na determinação das conseqüências da alteração da qualidade de água sobre as comunidades biológicas. (GOULART & CALLISTO, *op. cit.* 2003).

Apesar da consideração de que um sistema de monitoramento baseado na medição de alterações nas concentrações de variáveis físicas, químicas juntamente com a avaliação de variáveis microbiológicas (coliformes) constitui-se como ferramenta fundamental na classificação e enquadramento de rios e córregos em classes de qualidade de água e padrões de potabilidade e balneabilidade humanas, as comunidades biológicas refletem a integridade ecológica total dos ecossistemas (ex., integridade física, química e biológica), integrando os efeitos dos diferentes agentes impactantes e fornecendo uma medida agregada dos impactos (GOULART & CALLISTO, 2003)

As comunidades biológicas de ecossistemas aquáticos são formadas por organismos que apresentam adaptações evolutivas a determinadas condições ambientais e apresentam limites de tolerância a diferentes alterações das mesmas (ALBA-TERCEDOR, 1996 *apud* GOULART & CALLISTO, 2003).

Alguns bioindicadores de qualidade da água apresentam, de certa forma, uma relação com a questão social e com a saúde humana, podendo orientar políticas públicas relacionadas à doenças de veiculação hídrica. Um grupo importante dentre os macroinvertebrados bentônicos são os moluscos que, além de serem indicadores de qualidade da água, são muitas vezes vetores de doenças para o homem, como a esquistossomose transmitida pelo *Biomphalaria sp.*

8.1.1. Macroinvertebrados bentônicos

A palavra *benthos* tem origem no grego e significa *profundidade*. Assim, macroinvertebrados bentônicos são os organismos que habitam os depósitos de sedimentos e matéria orgânica no fundo dos sistemas aquáticos e podem ser facilmente visualizados –

por exemplo, besouros aquáticos, libélulas e larvas de mosquito. São organismos retidos em peneira de 1-2 mm de abertura de malha, portanto, visíveis a olho nu. Os principais são os moluscos, anelídeos, larvas de insetos e crustáceos, especialmente dos grupos dos anfípodes e isópodes (ESTEVES, 1988).

A comunidade bentônica é formada por animais (zoobentos) e vegetais (fitobentos) que habitam o sedimento aquático ou a superfície deste, e podem ser encontrados tanto na região litorânea (bentos litorâneo) ou na região mais profunda de lagos e rios (bentos profundo). (*ibidem*)

Dentre os grupos normalmente sugeridos para monitoramento da qualidade das águas, os macroinvertebrados bentônicos têm sido os mais empregados. São organismos que habitam o fundo de ecossistemas aquáticos durante pelo menos parte de seu ciclo de vida, associado aos mais diversos tipos de substratos, tanto orgânicos (folhiço, macrófitas aquáticas), quanto inorgânicos (cascalho, areia, rochas, etc.) (GOULART & CALLISTO, 2003). Esses organismos têm sido usados em estudos de inventários de biodiversidade, em índices de biodiversidade, em experimentos *in situ* e também em programas de biomonitoramento, que consideram as mudanças na estrutura das comunidades biológicas, como por exemplo, a dominância de determinado organismo, densidades dos organismos, riqueza, entre outros.

Dentre as características do grupo que favorecem seu uso como bioindicadores estão (Paula.2004:10):

- abundância e ampla distribuição;
- grande tamanho de corpo (muitos são visíveis a olho nu);
- características ecológicas bem conhecidas (pelo menos para alguns gêneros);
- viabilidade de utilização em estudos laboratoriais (p.ex. para testes ecotoxicológicos, experimentos de bioturbação);
- hábitos sedentários (ou com mobilidade restrita) o que os torna representativos das condições locais;
- bentônicos, o que permite a associação com as condições do sedimento;
- possibilidade de acúmulo de metais pesados, o que permite avaliar o nível de impacto, através da bioacumulação e biomagnificação;

- refletem as condições ambientais não apenas no instante de sua medida, mas sua situação em um período consideravelmente mais longo, permitindo verificar os efeitos de um poluente de forma segura e precisa;
- como a maior parte dessa comunidade é composta por formas imaturas de insetos aquáticos e semi-aquáticos, a concentração de substâncias tóxicas na biomassa corporal não é afetada por ciclos reprodutivos ou diferenças sexuais;
- participam das cadeias alimentares e da cadeia de detritos, assim podem ser os agentes vitais de entrada de metais pesados ou outros contaminantes nas cadeias alimentares aquáticas.

Estudos sobre mudanças na estrutura de comunidades macrobentônicas em uma escala espacial são importantes tanto para o monitoramento de fontes poluidoras como para a descrição de alterações no estado trófico de ecossistemas aquáticos continentais (PAULA, 2004). Tais mudanças alternam-se de complexas e diversas com organismos próprios de águas limpas, a simples e de baixa diversidade, com organismos próprios de águas contaminadas.

Enquanto o principal fator controlador da distribuição do fitobentos é a luz, o zoobentos tem sua distribuição controlada por vários fatores: disponibilidade e qualidade do alimento, tipo de sedimento (orgânico, arenoso, argiloso, etc.), substrato (pedra, madeira, etc.), temperatura do meio, concentração de oxigênio e gás sulfídrico. (ESTEVES, 1988)

O principal alimento para o zoobentos são os detritos orgânicos, que podem ser de origem autóctone ou alóctone. Para o zoobentos da região profunda, a principal fonte de detritos é o fitoplâncton. (*ibidem*)

A comunidade de macroinvertebrados bentônicos é formada pelos seguintes grupos:

- Protozoários: encontrados em quase todos os tipos de sedimento, especialmente nos orgânicos. São aeróbios, no entanto, algumas espécies podem tolerar acentuados déficits de oxigênio. Rizópodes (Rizopoda, com destaque para as amebas) e Cilióforos são os grupos mais comuns de protozoários bentônicos.
- Espônjas: são mais frequentes em águas límpidas e nas regiões dos lagos com maior correnteza, como as entradas e saídas de rios.
- Rotíferos: são principalmente planctônicos. Dentre os bentônicos, destacam-se as espécies do grupo dos Bdelloidea.

- Platelmintos: os turbelários são os mais frequentes (*Planaria*, *Catenula*, *Microstomum*, *Stenostomum*, etc.). Seu habitat preferido são as macrófitas aquáticas – especialmente em decomposição – e as partes dos lagos com pouca movimentação de água.
- Nematóides: vários são parasitas, principalmente de peixes, mas existem várias espécies de vida livre. Entre os nematóides bentônicos encontramos organismos dos mais variados hábitos alimentares (carnívoros, herbívoros e detritívoros).
- Briozoários: quantitativamente, não são importantes nos ecossistemas aquáticos continentais, somente as formas sésseis podem alcançar altas densidades em lagos produtivos, quando determinadas condições ambientais lhes são favoráveis.
- Anelídeos: destacam-se os Oligoquetas (*Oligochaeta*, minhocas d'água) e os Hirudíneos (*Hirudinea*, sanguessugas). A importância desses organismos deve-se à sua participação na decomposição do material orgânico e no transporte de material de camadas mais profundas do sedimento para a superfície. Os tubificídeos são organismos portadores de pigmentos semelhantes à hemoglobina, que lhes possibilita suportar baixa concentração de oxigênio, motivo pelo qual são encontrados em altas densidades em lagos muito produtivos durante o período da estratificação térmica e em ambientes com poluição orgânica. Os Hirudíneos são muito frequentes em lagos com região litorânea colonizada por macrófitas aquáticas.
- Moluscos: os moluscos de água doce são representados por dois grupos principais: os gastrópodes e os bivalves. Por sua fisiologia, esses animais estão, na sua grande maioria, ligados ao ambiente aquático, sendo importantes do ponto de vista sanitário e como vetores de doenças. Dentre estes últimos, destacam-se os Gastropoda, hospedeiros intermediários do transmissor da esquistossomose.
- Crustáceos: dentre os mais frequentes no bentos continental estão os ostrácodes, misidáceos, isópodes, decápodes, anfípodes, copepodes e cladóceros. Os ostrácodes destacam-se pela maior densidade. São formados por duas pequenas conchas que, nas formas de água doce, variam de 1 a 7 mm. Sua maior densidade ocorre nas primeiras camadas do sedimento. São onívoros, alimentando-se principalmente de bactérias, detritos e algas.
- Insetos: muitos aquáticos ou que têm parte de seu ciclo de vida na água. Em ambos os casos, a grande maioria das larvas desses organismos é bentônica. Dentre os grupos de insetos que têm representantes no bentos continental - principalmente sob a forma larval – destacam-se os Dípteros, Efemerópteros, Plecópteros, Odonatas, Hemípteros, Coleópteros, Neurópteros, Tricópteros e Lepdópteros. De todos esses grupos, os dípteros são os que têm

maior importância visto que os seus principais representantes aquáticos – Quironomídeos (Chironomidae) e Caoborídeos (Chaoboridae) – são encontrados em grande número.

A Figura 4 apresenta exemplos de Macroinvertebrados Bentônicos utilizados como bioindicadores de qualidade de água.

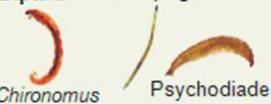
Macroinvertebrados Bentônicos Aquáticos	Bioindicação
Plecoptera Perlidae 	<u>Ordem Plecoptera</u> Insetos aquáticos sensíveis à poluição
Ephemeroptera 	<u>Ordem Ephemeroptera</u> Insetos aquáticos sensíveis à poluição
Trichoptera 	<u>Ordem Trichoptera</u> Insetos aquáticos sensíveis a poluição
Diptera Ceratopogonidae 	<u>Ordem Diptera</u> Larvas de mosquitos aquáticos resistentes à poluição
Annelida 	<u>Classe Oligochaeta (Filo: Annelida)</u> Minhocas d'água. Predominam em altas quantidades em ambientes poluídos
Mollusca: Gastropoda 	<u>Classe Gastropoda (Filo: Mollusca)</u> Caramujos aquáticos resistentes à poluição mas também podem ser encontrados em ecossistemas naturais

FIGURA 4 – Representantes de macroinvertebrados bentônicos bioindicadores de qualidade de água.

Fonte: Projeto Manuelzão (UFMG). 2007.

Pesquisas acerca de comunidades macrobentônicas têm identificado que o sedimento pode ser considerado o principal determinante da distribuição e abundância desses organismos (PAULA, 2004). O substrato seria responsável pela disponibilidade de habitats e microhabitats (em uma escala individual), alimentos (diretamente ou concentrados em sua superfície) e proteção (como da correnteza e/ou de predadores). (CALLISTO, 2000 *apud* PAULA, 2004).

Para fins de avaliação de qualidade da água, os macroinvertebrados bentônicos são classificados em organismos sensíveis ou intolerantes, organismos tolerantes e organismos

resistentes à poluição, sendo que os primeiros são indicadores de boa qualidade da água, enquanto que os organismos resistentes indicam má qualidade do corpo hídrico. (Figura 4)

Dentre os macroinvertebrados bentônicos indicadores de boa qualidade de água, principalmente representantes das ordens de insetos aquáticos, citam-se as famílias Leptoceridae (Ephemeroptera), Polycentropodidae (Trichoptera), Baetidae (Ephemeroptera), Leptophlebiidae (Ephemeroptera), Leptohyphidae (Ephemeroptera) e famílias pertencentes à ordem Plecoptera. São caracterizados por organismos que possuem necessidade de elevadas concentrações de oxigênio dissolvido na água e normalmente são habitantes de ambientes com alta diversidade de habitats e microhabitats. (GOULART & CALLISTO, 2003).

O grupo dos organismos tolerantes é formado por uma ampla variedade de insetos aquáticos e outros invertebrados, incluindo moluscos, bivalves, algumas famílias de Diptera, e principalmente por representantes das ordens Heteroptera, Odonata e Coleoptera, embora algumas espécies destes grupos sejam habitantes típicos de ambientes não poluídos. A necessidade de concentrações elevadas de oxigênio dissolvido é menor, uma vez que parte dos representantes deste grupo, como os Heteroptera, adultos de Coleoptera e alguns Pulmonata (Gastropoda) utilizam o oxigênio atmosférico. O requerimento da diversidade de habitats e microhabitats também diminui, em função de uma maior plasticidade do grupo (muitos heterópteros e coleópteros vivem na lâmina d'água ou interface coluna d'água-superfície). (*Ibidem*)

O grupo dos resistentes é formado por organismos extremamente tolerantes que são capazes de viver em condição de anóxia (depleção total de oxigênio) por várias horas, além de serem organismos detritívoros, se alimentando de matéria orgânica depositada no sedimento, o que favorece a sua adaptação aos mais diversos ambientes. (*Ibidem*). Estas características possibilitam sua existência em ambientes aquáticos degradados e poluídos. Dentre eles, citam-se dois grupos de insetos cujas larvas são aquáticas: Chironomidae e Chaoboridae. Além dos insetos, citam-se também os anelídeos (Oligochaeta, ou minhocas d'água, e Hirudinea ou sanguessugas) e moluscos (p.ex. *Melanoides* e *Biomphalaria*). As espécies de Oligochaeta de água doce vivem em todos os tipos de habitats, mas são mais abundantes em águas rasas. (VIANA, 2009). Os hirudíneos são importantes indicadores de poluição, sendo favorecidos em ambientes com altos teores de poluentes orgânicos (MYSLINSK & GINSBURG, 1977 apud VIANA, 2009). Tanto os Oligochaeta quanto os Chironomidae são organismos de hábito fossorial, não possuindo nenhum tipo de exigência quanto à diversidade de habitats e microhabitats (GOULART & CALLISTO, 2003).

As larvas de *Chironomus* (Chironomidae, Diptera) são muito resistentes e podem viver em ambientes com pouco oxigênio por apresentarem um pigmento semelhante à hemoglobina (por isso são vermelhas), sendo capazes de armazenar oxigênio. As minhocas d'água (Oligochaeta) vivem enterradas em substratos ricos em matéria orgânica, onde se alimentam de detritos finos no sedimento e respiram o oxigênio dissolvido. As larvas de *Chaoborus* (Chaoboridae, Diptera) são capazes de se locomover verticalmente na coluna d'água e também são tolerantes às condições de hipoxia. Apresentam fototaxia negativa: durante o dia migram para o fundo do reservatório, fugindo da luz, e à noite, migram para a superfície da coluna d'água onde se alimentam de organismos zooplancônicos. Na Lagoa Nado, chaoborídeos foram encontrados formando densa população na coluna d'água (BEZERRA-NETO 2001). Assim, conforme afirma Fisher (1982) *apud* Paula (2004), em sedimentos de ambientes aquáticos eutrofizados, Oligochaeta e Chironomidae são dominantes, também podendo ocorrer Mollusca e Amphipoda.

As Figuras 5 e 6 apresentam, respectivamente, os macroinvertebrados bentônicos mais representativos de ecossistemas naturais, alterados e impactados, e a sensibilidade de algumas ordens à poluição.

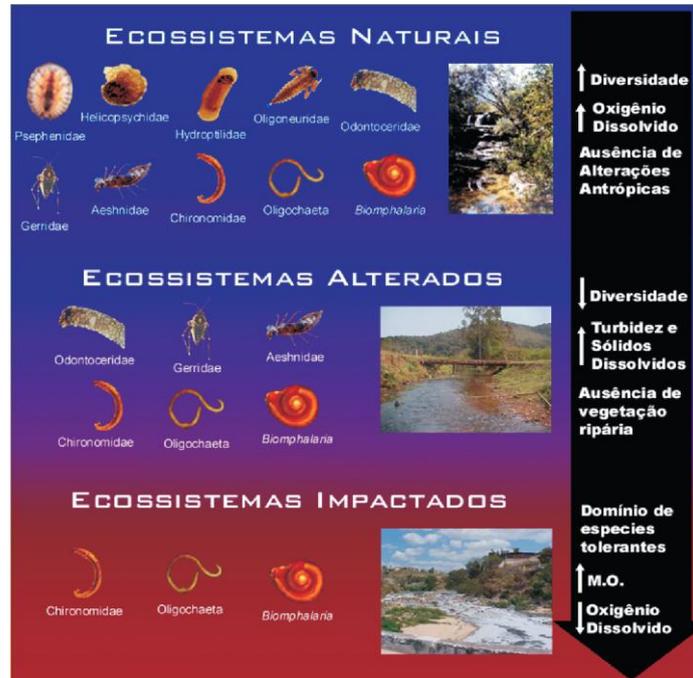


FIGURA 5 – Comunidades de macroinvertebrados bentônicos indicadoras de ecossistemas naturais, alterados e impactados. Fonte: Projeto Manuelzão (UFMG). 2007.



FIGURA 6. Sensibilidade à poluição de algumas ordens de macroinvertebrados bentônicos.
 Fonte: Projeto Manuelzão (UFMG). 2007.

A parte do sedimento, geralmente com maior concentração de matéria orgânica e em contato direto com a coluna d'água, é biologicamente ativa, pois os microorganismos e organismos bentônicos encontram as condições ambientais mais favoráveis para o seu desenvolvimento. (ESTEVEZ, 1988 : 293)

9. METODOLOGIA

Foi realizada uma coleta, com uma réplica, da comunidade zoobentônica, na região litorânea da Lagoa do Nado, no dia 21 de agosto, no período de seca.

Foram determinados seis pontos de amostragem, sendo quatro na região litorânea da Lagoa – margem esquerda (oeste) – um à montante e outro à jusante da Lagoa.

Para o cálculo da densidade relativa de organismos, calculou-se uma média aritmética simples com o número de organismos obtidos nos pontos de coleta (A) e nas respectivas réplicas (B). Posteriormente, calculou-se a área do arraste, ou seja, o comprimento arrastado x a largura da rede (0,5 m x 0,25 m), e fez-se a conversão do número de organismos encontrados para 1 m² através de regra de três simples

A margem amostrada apresenta inclinação suave e vegetação semi-aberta – espécies do cerrado, principalmente cipó. Nesta margem estão as pistas de caminhada para pedestres e estruturas de drenagem pluvial (dispensores verticais tipo escadas e canaletas). A margem direita não pôde ser amostrada pela dificuldade de acesso.

O sedimento foi coletado através do método Hand Net, utilizando-se rede de mão com malha de 350 \approx μ m e 0,25m de largura. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, fixadas com formaldeído 40% e etiquetadas para posterior análise.

Em laboratório, o material foi lavado em uma bateria de peneiras com largura de malha decrescente de 1,0mm, 0,5mm e 0,25mm; triado sob microscópio estereoscópio. Os

organismos encontrados foram fixados em etanol 70% e identificados ao menor nível taxonômico possível.

Como alguns caramujos do gênero *Biomphalaria* foram identificados nas amostras, e considerando sua importância para a saúde, foi realizada uma coleta específica para este grupo, no ponto onde ocorreram em maiores densidades (ponto 5). Nesse caso, tais organismos foram triados e identificados *in situ*. Ainda vivos, os caramujos foram envolvidos em gazes, sem formol, e levados para o laboratório para realização do teste de liberação de cercárias. No laboratório, foram colocados em frascos pequenos, contendo água destilada e aquecidos com luz amarela, por cerca de 2h30. A água foi analisada sob microscópio estereoscópico. Essa segunda amostragem foi realizada no dia 10/11/2010, no período de chuva.

Para verificação das hipóteses levantadas na problemática deste estudo, baseou-se nos resultados de densidade e riqueza de organismos e do índice BMWP (Biological Monitoring Working Party).

O índice BMWP permite a avaliação da qualidade de um curso de água doce através da presença ou ausência de determinadas unidades sistemáticas de invertebrados bentônicos. A determinação da qualidade da água através do índice BMWP faz-se atribuindo um valor (pontuação) por cada família de macroinvertebrados colhidas em cada local. O valor do índice para cada local é o somatório das pontuações de cada família, sendo a qualidade da água obtida através da correlação do valor encontrado com os seus respectivos significados (Tabela 1).

Tabela 1 – Índice biótico BMWP *

Valor de BMWP	Significado
> 150	Águas muito limpas
121 a 149	Águas limpas, não poluídas ou sistema perceptivelmente não alterado
101 a 120	Águas muito pouco poluídas, ou sistema já com um pouco de alteração
61 a 100	São evidentes os efeitos moderados de poluição
36 a 60	Águas contaminadas ou poluídas (sistema alterado)
16 a 35	Águas muito poluídas (sistema muito alterado)
< 15	Águas fortemente poluídas (sistema fortemente alterado)

* Índice biótico BMWP' (Biological Monitoring Working Party) modificado de Hellawell por ALBA-TERCEDOR E SÁNCHEZ-ORTEGA (1988) e reformulado pela equipe de rios da Seção de Limnologia do IAP de Curitiba, em 2003.

Os dados de precipitação foram obtidos no sítio eletrônico do Instituto Nacional de Meteorologia, com referência à Estação Meteorológica Belo Horizonte.

Ressalta-se, entretanto, que devido a apenas uma campanha de coleta, os resultados obtidos devem ser vistos com cautela.

9.1. Caracterização dos pontos de amostragem

Os pontos de 1 a 4 estão localizados na região litorânea, sendo o ponto 1 próximo ao eixo da barragem, em margem plana e mata aberta. Neste ponto há um maior acúmulo de material em suspensão e lixo, provavelmente trazidos pelo vento, muita serapilheira e macrófitas (*Salvinia sp.*), além de *Papiro*. Os pontos 2 a 4 apresentam margem suavemente inclinada, vegetação semi-aberta e são colonizados por macrófitas (*Salvinia sp.*) presentes em densidades diferentes. Apresentam substrato variável de areia fina e matéria orgânica.

O ponto 5 está localizado à montante da Lagoa, próximo à Escola Municipal Lídia Angélica. Trata-se de uma área plana, com mata aberta e ciliar, presença de serapilheira e uma pequena ponte para pedestres (travessia). A água neste ponto tem cor cinza-esverdeada (período seco) e o substrato é rochoso.

O ponto 6 localiza-se à jusante da Lagoa, imediatamente após uma queda d'água e um poço formado por essa corredeira. Apresenta água com pouca correnteza (ambiente lótico). Área de mata aberta, margem inclinada e presença de serrapilheira, de macrófitas (*Salvínea sp.*) e de mata ciliar. O substrato é rochoso em ambas as margens. Peixes de tamanho maior do que o encontrado nos demais pontos.

A visualização dos pontos de amostragem pode ser observada na Figura 7 – Mapa de Localização dos Pontos de Coleta.

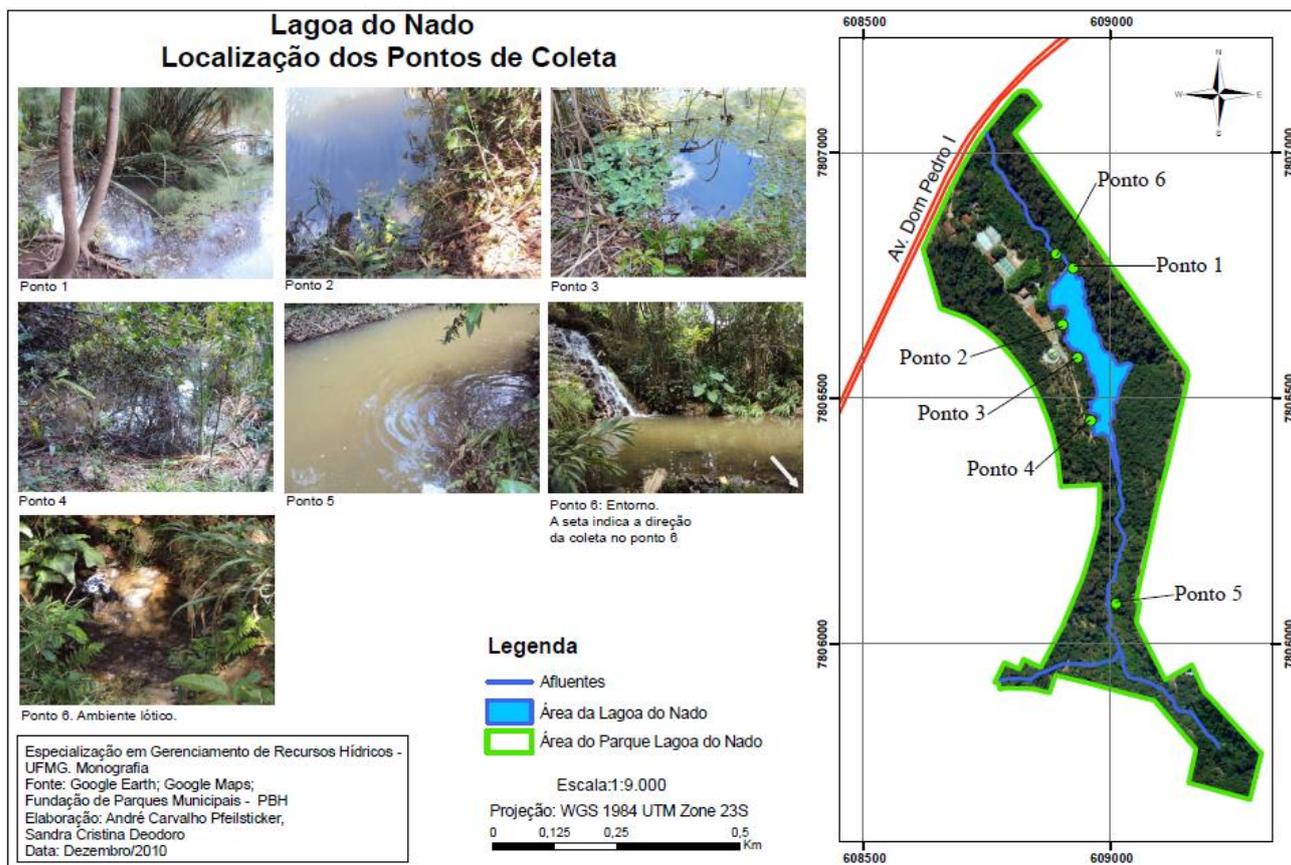


FIGURA 7 – Mapa de localização dos pontos de coleta.

10. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 8 mostra o comportamento meteorológico em Belo Horizonte nos dias da coleta, indicando a relação chuva acumulada mensal x dias com chuva, no período janeiro-novembro/2010.

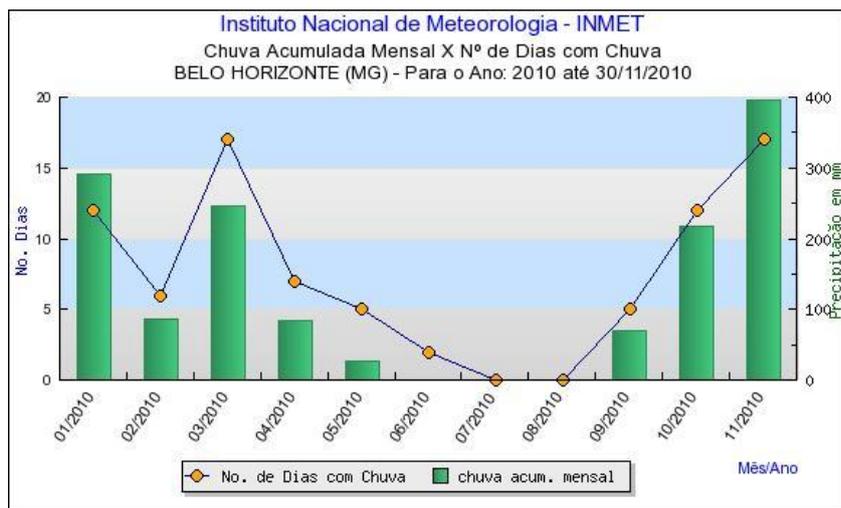


FIGURA 8 – Chuva Acumulada Mensal x Número de Dias com Chuva no período janeiro-novembro/2010. Estação Meteorológica Belo Horizonte.

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Conforme se pode ver, no mês de agosto não foram verificadas chuvas no dia e durante o mês da primeira coleta, havendo precipitação somente durante a coleta específica de *Biomphalárias sp.* em novembro. A Figura 8 confirma, portanto, o período de seca da campanha.

Ao todo, foram coletados 1.640 organismos distribuídos em vinte grupos que totalizaram 13.120 org/m². Os pontos 1 e 6 apresentaram as maiores densidades e riqueza de organismos (5.176 org/m² e 18 famílias, respectivamente), enquanto que o ponto 3 apresentou o menor valor de densidade (480 org/m²) e os pontos 2 e 4 apresentaram, ambos, os menores valores de riqueza (10 famílias).

Representantes da família Chironomidae (ordem Diptera), indicadores de resistência à poluição, predominaram neste estudo, nos pontos 1 a 4 (65%, 51%, 47% e 77%, respectivamente). No ponto 5, houve predomínio de *Biomphalaria sp.* (41%) e, no ponto 6, Hirudínea (53%).

A Figura 9 mostra a densidade (org/m²) de macroinvertebrados bentônicos identificados na Lagoa do Nado.

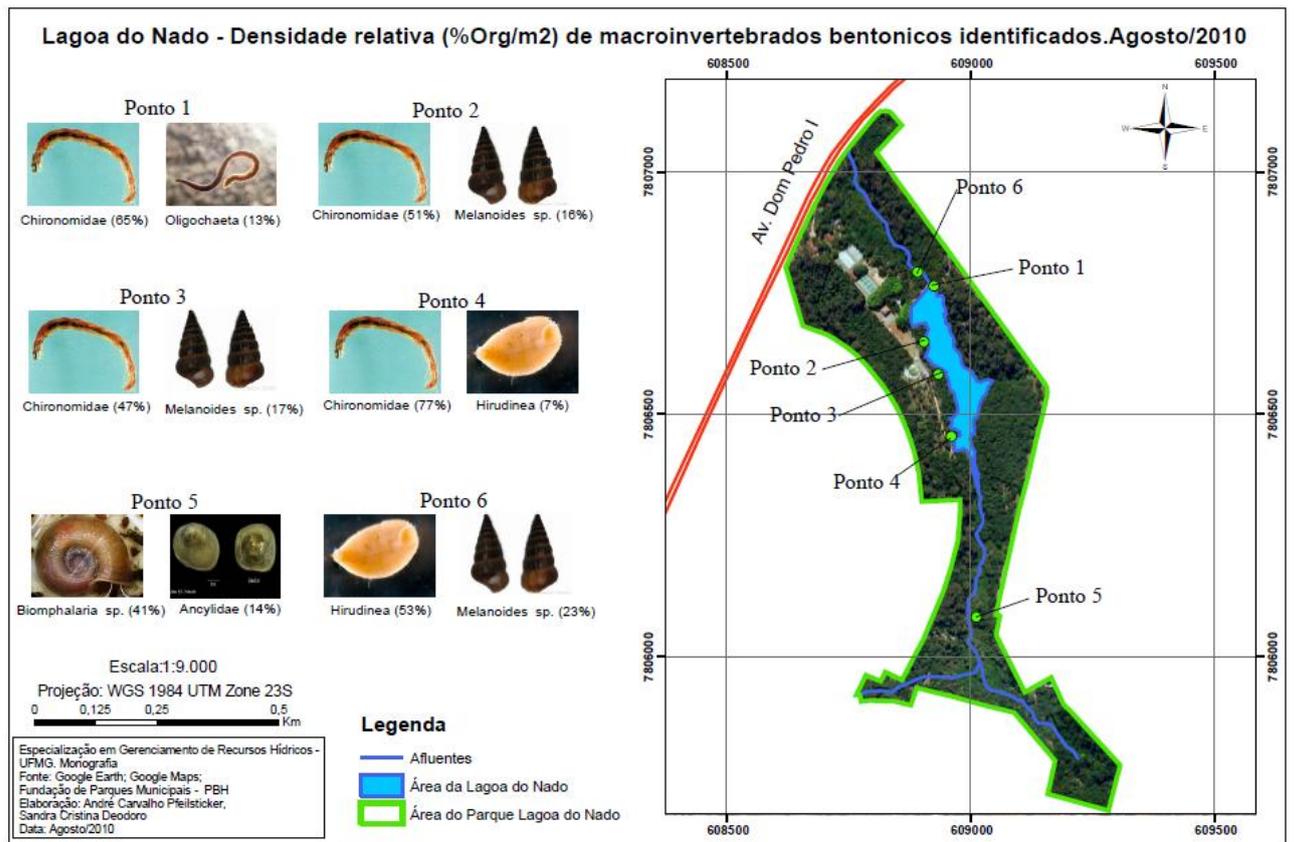


FIGURA 9 – Mapa de densidade relativa (% org/m²) de macroinvertebrados bentônicos identificados na lagoa do Nado. Agosto/2010.

Em relação ao índice BMWP, que varia de < 15 a >150, o ponto 6 apresentou a maior pontuação (73) e, o ponto 4, a menor (30), correspondendo, respectivamente, à indicação de efeitos moderados de poluição e ambientes com águas muito poluídas (sistema muito alterado).

A Tabela 2 apresenta a densidade relativa de organismos identificados na Lagoa do Nado (Belo Horizonte), em agosto/2010. A tabela das densidades (média e valores absolutos) dos organismos coletados em todos os pontos amostrados são apresentadas no anexo 1.

Tabela 2 – Densidade relativa (% org/m²) de macroinvertebrados bentônicos identificados na lagoa do Nado (Belo Horizonte) em agosto de 2010

FILO	CLASSE	ORDEM	FAMILIA	GENERO	DENSIDADE DE ORGANISMOS NOS PONTOS DE COLETA (org/m ²)												
					Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4		Ponto 5		Ponto 6		
					org/m ²	%	org/m ²	%	org/m ²	%	org/m ²	%	org/m ²	%	org/m ²	%	
Artropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae		3.344	65%	648	51%	224	47%	1.064	77%	216	10%	64	2,5%	
			Ceratopogonidae		32	0,6%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Psychodidae		128	2,5%	-	-	-	-	8	0,6%	-	-	-	-	-
			Tipulidae		64	1,2%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	2%
		Coleoptera	Elmidae		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	104	4%
			Hydrophilidae		-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	2%	8	0,3%
		Odonata	Coenagrionidae		64	1,2%	-	-	24	5%	8	0,6%	80	4%	40	1,5%	
			Libellulidae		-	-	32	2,5%	-	-	40	3%	80	4%	8	0,3%	
			Calopterygidae		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	0,3%
		Heteroptera	Veliidae		32	0,6%	32	2,5%	16	3%	-	-	8	0,4%	32	1,2%	
			Mesoveliidae		-	-	-	-	8	2%	-	-	-	-	-	-	
			Gerridae		-	-	-	-	16	3%	-	-	-	-	16	0,6%	
			Notonectidae		32	0,6%	16	1,2%	-	-	16	1%	-	-	16	0,6%	
		Lepidoptera	Pyralidae		-	-	-	-	-	-	-	8	0,4%	8	0,3%		
Trichoptera	Hydropsychidae		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	0,3%			
	Arachnida	Acarina			32	0,6%	32	2,5%	-	-	-	-	-	-	-		
Mollusca	Gastropoda	Mesogastropoda	Thiaridae	<i>Melanoides sp.</i>	56	1,1%	200	16%	80	17%	32	2%	96	5%	592	23%	
			Hidrobiidae		-	-	-	-	-	-	-	-	24	1%	-	-	
			Physidae	<i>Physa sp.</i>	104	2,0%	-	-	32	7%	-	-	272	12%	32	1,2%	
			Planorbidae	<i>Biomphalaria sp.</i>	40	0,8%	8	0,6%	32	7%	16	1%	896	41%	32	1,2%	
			Ancylidae		-	-	-	-	-	-	-	-	320	14%	-	-	
	Bivalvia			-	-	-	-	8	2%	-	-	88	4%	-	-		
Platyelminthes					32	0,6%	24	1,9%	8	2%	24	2%	-	-	128	5%	
Annelida	Oligochaeta				688	13%	184	14%	32	7%	72	5%	64	3%	72	2,8%	
	Hirudinea				528	10%	96	7%	-	-	104	7%	24	1%	1.376	53%	
Densidade					5.176		1.272		480		1.384		2.216		2.592		
Riqueza					14		10		11		10		14		18		
BMWP					42		32		32		30		48		73		

- em negrito as famílias que mais contribuíram em termos de densidade.

No geral, as águas da lagoa do Nado podem ser classificadas, de acordo com o BMWP, como de “Águas muito poluídas (sistema muito alterado)” (pontos 2, 3 e 4), a “Evidentes os efeitos moderados de poluição” (ponto 6). Os pontos 1 e 5 foram classificados como Águas contaminadas ou poluídas (sistema alterado).

Os pontos 2, 3 e 4 localizam-se na margem da lagoa mais sujeita a interferências das estruturas de drenagem pluvial e de esgotamento sanitário, bem como das vias de pedestre, facilitando o carreamento de sedimentos para a lagoa. Além disso, essa é a margem mais antropizada, conforme se pode ver no mapa de localização dos pontos de coleta. O ponto 1 apresentou acúmulo de material em suspensão e lixo nas margens, indicando uma provável ação do vento. No ponto 5, localizado a montante da lagoa, em um de seus afluentes, próximo de área urbanizada e da Escola Municipal Lídia Angélica, encontram-se manilhas condutoras de drenagem pluvial (a montante desse ponto). Estas condições podem ter contribuído para a poluição da água, por entradas eventuais de efluentes, explicando a classificação dos pontos 1 a 5 como “sistema alterado a muito alterado”.

A presença de uma corredeira à montante do ponto 6 contribuiu para a oxigenação da água do poço, melhorando suas condições físicas e químicas e, conseqüentemente, sua classificação (“poluição moderada”). Além disso, esta área apresenta mata ciliar preservada

A diversidade genérica dos Chironomidae representa uma importante ferramenta em programas de biomonitoramento em bacias sob forte pressão de atividades antrópicas (MARQUES et al., 1999 *apud* CALLISTO et al., 2001). Os Chironomidae são considerados excelentes bioindicadores, pois em ambientes muito poluídos por matéria orgânica, e com pouco oxigênio dissolvido, suas larvas podem ser os únicos organismos sobreviventes. Devido ao fato das larvas de alguns gêneros de Chironomidae possuírem hemoglobina, a fixação de oxigênio dissolvido na água ocorre de forma facilitada, dispensando a larva de subir à superfície para respirar.

A indicação do ponto 6 como de maior riqueza de organismos (18 *taxons*) e de maior *score* do BMWP (73) deve ser ponderada, devido ao predomínio de Hirudínea, que contribuíram com 53% da densidade total de organismos neste ponto. Os hirudíneos, favorecidos por matéria orgânica, são indicadores de poluição. Foram encontrados na Lagoa do Nado, nas áreas marginais de pouca correnteza e com presença de *Salvinea sp.* e serrapilheira no entorno, condições que favorecem a ocorrência desses organismos. Viana (2009:43) justificou a ocorrência de numerosas populações da classe

Hirudínea no reservatório de Ibirité pelo fato destes organismos serem predominantemente dulciaquícolas e por habitarem áreas marginais de pouca correnteza e com altos teores de poluentes orgânicos.

Os moluscos encontrados na Lagoa do Nado são também típicos de ecossistemas alterados e impactados. A presença de moluscos invasores como *Melanoides sp.* (Mollusca, Thiaridae), representa uma ameaça à biodiversidade deste ambiente. Esses organismos apresentam alta capacidade de adaptação e competem por alimento e/ou habitat com as espécies nativas, podendo eliminá-las.

Dentre os moluscos identificados, é importante ressaltar a presença de *Biomphalaria sp.* (Mollusca, Planorbidae), hospedeiros do *Schistosoma mansoni*., principalmente no ponto 5 onde contribuíram com 41% da densidade total de organismos identificados neste ponto (896 indivíduos). Tal fato sinaliza para a necessidade de cuidados, principalmente pela possibilidade de descarte de esgotos sanitários. Apesar dos testes realizados em laboratório para verificação da liberação de cercária não terem indicado infestação do caramujo, o acompanhamento da sua expansão na lagoa deve ser monitorado pela possibilidade de sua infestação, o que colocaria em risco a população que frequenta o Parque Lagoa do Nado.

Dentre os locais, nas cidades, que podem favorecer o aparecimento de focos de transmissão de esquistossomose, os parques urbanos, notadamente aqueles que se caracterizam pela riqueza hídrica, oferecem ambientes favoráveis para o estabelecimento de criadouros de moluscos que, via contaminação fecal, podem se transformar em focos de transmissão desta parasitose.

Callisto et al (2001:76-77), em estudos sobre a avaliação da diversidade de ecossistemas lóticos em quatro parques urbanos de Belo Horizonte, dentre eles, o Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado, apontou que os corpos d'água encontravam-se em estado de degradação ambiental, muitos dos quais recebiam em suas águas esgotos domésticos não tratados. Os autores afirmam, ainda, que os corpos d'água foram alterados, apresentando uma lâmina d'água 'lisa' e com poucos habitats disponíveis para colonização (fundo homogêneo).

Nos seis pontos analisados não foram identificados organismos bioindicadores de boa qualidade da água. Apenas um representante da ordem Trichoptera (Hydropsychidae), sensíveis à poluição, foi identificado no ponto 6, mas em densidades muito baixas (8 org/m²).

A existência de fontes difusas e pontuais de poluição tais como dispositivos de drenagem pluvial, passagem de rede de esgoto, lixo e entulho contribuem para o assoreamento da Lagoa e para a poluição de suas águas.

Os organismos bioindicadores identificados na Lagoa do Nado mostraram-se eficientes na classificação da qualidade das águas da lagoa (ambientes alterados e impactados).

É importante ressaltar, contudo, que os resultados obtidos neste estudo não podem ser considerados conclusivos, uma vez que apresentam dados de apenas uma coleta realizada durante o período de seca. Coletas no período de chuvas são necessárias para complementação das informações aqui apresentadas, assim como medidas físicas e químicas que permitiriam uma caracterização complementar do ambiente, indicariam elementos poluidores e ajudariam a explicar os dados obtidos.

11. SUGESTÕES

Tendo em vista a necessidade de preservação dos recursos hídricos bem como a saúde ambiental, é importante a elaboração e implementação de um Plano de Manejo para o Parque, considerando-se sua função de preservação e a sua bacia hidrográfica de inserção. As bacias hidrográficas, como unidade de planejamento e gestão de recursos hídricos, fornecem subsídios para planejamentos urbano-ambientais de forma sistêmica.

Considerando os projetos relacionados com a água, em desenvolvimento no Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado, são propostas algumas medidas que poderão ser inseridas nesses projetos, como complementações, bem como para aqueles que ainda serão desenvolvidos. São propostas algumas medidas de monitoramento para a Lagoa:

- Controle das entradas de água na Lagoa, consideradas como fontes difusas e pontuais de poluição, a fim de amenizar os efeitos poluidores no ecossistema aquático. Considerando-se, ainda, que as águas da Lagoa contribuem para sua bacia de inserção e que uma das funções das unidades de conservação é a preservação dos recursos hídricos.
- Controle da expansão de *Biomphalaria sp.*, considerados organismos de interesse sanitário, devido à possibilidade de sua infestação por cercária e,

consequentemente, pela esquistossomose. Cuidados com a entrada de esgotos domésticos também devem ser tomados para evitar a infestação.

- Controle da expansão de *Melanoides sp*, como forma de amenizar os efeitos desse organismo invasor sobre o ecossistema local.
- Projeto de educação ambiental a ser elaborado com a participação da comunidade, indicando os problemas e as potencialidades do Parque. Ao invés de um trabalho pronto, ele seria desenvolvido conforme as percepções e anseios da população local. Por exemplo, cartilhas. A comunidade tem que se sentir pertencente a esse espaço para que seja desenvolvida a vontade de protegê-lo.

12. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de todo o reconhecimento sobre a eficiência dos organismos como bioindicadores é importante ressaltar que uma avaliação mais segura da qualidade da água é obtida a partir da análise integrada dos parâmetros físicos, químicos e biológicos, e considerando a finalidade de uso dos corpos d'água. Além disso, são necessários biomonitoramentos constantes (e não apenas coletas sazonais) para uma avaliação segura da qualidade da água.

Portanto, a partir da problemática levantada nesse trabalho e baseando-se nas discussões, têm-se os seguintes resultados:

- A comunidade de macroinvertebrados presente, pode indicar poluição das águas da lagoa do Nado;
- Devido à intensa urbanização no entorno e ao fluxo de pessoas, o Parque, como unidade de conservação, não está conseguindo cumprir sua função de preservação de seus recursos hídricos;
- A utilização dos macroinvertebrados bentônicos pode permitir a classificação dos diferentes pontos amostrados em função do grau de poluição.

13. REFERÊNCIAS

BEZERRA, D. P.; DINIZ, P. H. S.; DOLABELLA, D. A.; JUNIOR, A. P. M. *Evolução Morfológica Contemporânea da Lagoa do Nado (Belo Horizonte, Minas Gerais)*. In: XIII SIMPOSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FISICA APLICADA. Julho. 2009. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa. Disponível em http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo3/023.pdf. Acesso em 11 set. 2010.

BEZERRA-NETO, J. F. B. *A influência da larva de Chaoborus (Insecta: Diptera) na distribuição espacial da comunidade Zooplanctônica na Lagoa do Nado, Belo Horizonte (MG)*. 2001. 199 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2001.

CALLISTO, M. ; MORETTI, M.; GOULART, M. *Macroinvertebrados Bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde em riachos*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 6. n.1. Jan-Mar/2001. 71-82 p.

EMBRAPA MEIO AMBIENTE. Biomonitoramento de Águas Doces. Disponível em <http://www.cnpma.embrapa.br/unidade/index.php3?id=236&func=unid>). Acesso em 25 de Setembro/2010.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. Ed. Interciência: FINEP. 2ª edição. 1988. 575p.

FERREIRA, A. D. *Efeitos positivos gerados pelos parques urbanos: o caso do Passeio Público da cidade do Rio de Janeiro*. 2005. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Universidade Federal Fluminense. Niterói. 2005

GOULART, M. & CALLISTO, M. 2003. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista da FAPAM*, ano 2, n^o 1.

GUERRA, A. J. T. ; CUNHA, S. B. (organizadores). *Impactos Ambientais Urbanos no Brasil*. 5ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

INMET. Disponível em <http://www.inmet.gov.br>. Acessado em 26 de setembro/2010.

MATSUMURA-TUNDISI, T. Diversidade de zooplâncton em represas do Brasil. In: HENRY, R.(ed). *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu: FUNDIBIO: FAPESP, 1999. P.39-54.

MOURA, V. M. A. *Arquitetura em Unidades de Conservação da Natureza. Parque Nacional Cavernas do Peruaçu, MG*. 2005. 111 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2005. Disponível em <http://hdl.handle.net/1843/RAAO-6WMPUL>

PAULA, P. M. S. *Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de condições ambientais na bacia do reservatório de Ibirité (MG)*. 2004. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2004.

PROJETO SWITCH. Disponível em <http://www.ehr.ufmg.br/switch>. Acessado em 11/09/2010.

SILVA, L. J. M. ; EGLER, I. *O estudo da percepção em espaços urbanos preservados*. Universidade de Brasília. Brasília. s. d.

SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA (SNUC). Lei N. 9985 de 18 de Julho de 2000. República Federativa do Brasil

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. *Macroinvertebrados Bentônicos Bioindicadores de Qualidade de Água no Monitoramento do rio das Velhas*. In: PROJETO MANUELZÃO. Faculdade de Medicina. 2007. Disponível em <http://www.manuelzao.ufmg.br/pesquisa/biomonitoramento/macroinvertebrados>. Acesso em 16 Outubro/2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. Curso de Especialização em Gerenciamento de Recursos Hídricos. *Apostila de Curso*. ICB. 2009.

VIANA, A. L. *Macroinvertebrados bentônicos bioindicadores de qualidade de água em reservatórios eutrófico e oligotrófico*. 2009. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2009.

ANEXO 1

Média e valores absolutos de representantes de macroinvertebrados bentônicos identificados na lagoa do Nado (Belo Horizonte).
Agosto de 2010

FILO	CLASSE	ORDEM	FAMILIA	GENERO	PONTO DE COLETA					
					1 (A;B)	2 (A;B)	3 (A;B)	4 (A;B)	5 (A;B)	6 (A;B)
Artropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae		$\bar{418}$ (443;392)	$\bar{81}$ (113;48)	$\bar{28}$ (48;7)	$\bar{133}$ (109;157)	$\bar{27}$ (48;6)	$\bar{8}$ (8;8)
			Ceratopogonidae		$\bar{4}$ (4;4)	-	-	-	-	-
			Psychodidae		$\bar{16}$ (16;0)	-	-	$\bar{1}$ (0;1)	-	-
			Tipulidae		$\bar{8}$ (8;0)	-	-	-	-	$\bar{6}$ (6;0)
		Coleoptera	Elmidae		-	-	-	-	-	$\bar{13}$ (17;8)
			Hydrophilidae		-	-	-	-	$\bar{5}$ (9;1)	$\bar{1}$ (1;0)
		Odonata	Coenagrionidae		$\bar{8}$ (8;8)	-	$\bar{3}$ (4;1)	$\bar{1}$ (0;1)	$\bar{10}$ (13;6)	$\bar{5}$ (5;0)
			Libellulidae		-	$\bar{4}$ (7;1)	-	$\bar{5}$ (3;6)	$\bar{10}$ (14;6)	$\bar{1}$ (1;0)
			Calopterygidae		-	-	-	-	-	$\bar{1}$ (1;0)

continuação

FILO	CLASSE	ORDEM	FAMILIA	GENERO	PONTO DE COLETA					
					1 (A;B)	2 (A;B)	3 (A;B)	4 (A;B)	5 (A;B)	6 (A;B)
		Heteroptera	Veliidae		$\bar{4}$ (0;4)	$\bar{4}$ (4;0)	$\bar{2}$ (0;2)	-	$\bar{1}$ (1;0)	$\bar{4}$ (0;4)
			Mesoveliidae		-	-	$\bar{1}$ (0;1)	-	-	-
			Gerridae		-	-	$\bar{2}$ (0;2)	-	-	$\bar{2}$ (2;0)
			Notonectidae		$\bar{4}$ (0;4)	$\bar{2}$ (0;2)	-	$\bar{2}$ (0;2)	-	$\bar{2}$ (0;@)
		Lepidoptera	Pyralidae		-	-	-	-	$\bar{1}$ (1;0)	$\bar{1}$ (1;0)
		Trichoptera	Hydropsychidae		-	-	-	-	-	$\bar{1}$ (1;0)
		Arachnida	Acarina			$\bar{4}$ (4;0)	$\bar{4}$ (4;0)	-	-	-
Mollusca	Gastropoda	Mesogastropoda	Thiaridae	<i>Melanoides</i>	$\bar{7}$ (5;9)	$\bar{25}$ (29;21)	$\bar{10}$ (19;1)	$\bar{4}$ (2;6)	$\bar{12}$ (22;1)	$\bar{74}$ (107;41)
			Hidrobiidae		-	-	-	-	$\bar{3}$ (5;1)	-
			Physa		$\bar{13}$ (16;9)	-	$\bar{4}$ (4;0)	-	$\bar{34}$ (59;9)	$\bar{4}$ (6;2)

continuação

FILO	CLASSE	ORDEM	FAMILIA	GENERO	PONTO DE COLETA					
					1 (A;B)	2 (A;B)	3 (A;B)	4 (A;B)	5 (A;B)	6 (A;B)
			Planorbidae		$\bar{5}$ (4;5)	$\bar{1}$ (0;1)	$\bar{4}$ (4;0)	$\bar{2}$ (2;1)	$\bar{112}$ (192;31)	$\bar{4}$ (4;4)
			Ancyliidae		-	-	-	-	$\bar{40}$ (62;17)	-
	Bivalvia				-	-	$\bar{1}$ (1;0)	-	$\bar{11}$ (18;3)	-
Platyelminthes					$\bar{4}$ (0;4)	$\bar{3}$ (4;1)	$\bar{1}$ (0;1)	$\bar{3}$ (0;3)	-	$\bar{16}$ (19;13)
Annelida	Oligochaeta				$\bar{86}$ (124;48)	$\bar{23}$ (21;24)	$\bar{4}$ (4;0)	$\bar{9}$ (13;5)	$\bar{8}$ (9;6)	$\bar{9}$ (17;1)
	Hirudinea				$\bar{66}$ (68;64)	$\bar{12}$ (12;0)	-	$\bar{13}$ (8;18)	$\bar{3}$ (3;0)	$\bar{172}$ (127;217)
Abundância					$\bar{647}$	$\bar{159}$	$\bar{60}$	$\bar{173}$	$\bar{277}$	$\bar{324}$
Riqueza					14	10	11	10	14	18

- pontos B => réplicas