



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS EXATAS E DA
NATUREZA
CURSO: LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

THIAGO PEREIRA JORGE

**A UTILIZAÇÃO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS COMO
BIOINDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA: O BIOMONITORAMENTO
COMO UMA CHAVE PARA A RESTAURAÇÃO DE AMBIENTES AQUÁTICOS
DEGRADADOS POR AÇÕES ANTRÓPICAS**

CAJAZEIRAS-PB

2016

THIAGO PEREIRA JORGE

**A UTILIZAÇÃO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS COMO
BIOINDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA: O BIOMONITORAMENTO
COMO UMA CHAVE PARA A RESTAURAÇÃO DE AMBIENTES AQUÁTICOS
DEGRADADOS POR AÇÕES ANTRÓPICAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) – Campus Cajazeiras, como requisito parcial para obtenção do grau de licenciando.

Orientador: Paulo Roberto de Medeiros

Coorientador: Udson Santos

CAJAZEIRAS-PB

2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação - (CIP)
Denize Santos Saraiva - Bibliotecária CRB/15-1096
Cajazeiras - Paraíba

J826u Jorge, Thiago Pereira.
A utilização de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água: o biomonitoramento como uma chave para a restauração de ambientes aquáticos degradados por ações antrópicas / Thiago Pereira Jorge. - Cajazeiras, 2016.
55f.: il.
Bibliografia.

Orientador: Prof. Paulo Roberto de Medeiros.
Coordenador: Udson Santos.
Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) UFCG/CFP, 2016.

1. *Scielo*. 2. Nordeste Brasileiro. 3. Gestão ambiental. 4. Metodologia alternativa. I. Medeiros, Paulo Roberto de. II. Santos, Udson. III. Universidade Federal de Campina Grande. IV. Centro de Formação de Professores. V. Título.

UFCG/CFP/BS

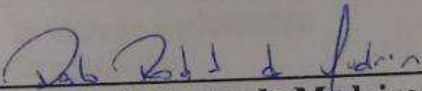
CDU - 502.51

THIAGO PEREIRA JORGE

A UTILIZAÇÃO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS COMO
BIOINDICADORES DA QUALIDADE DAS ÁGUAS: O BIOMONITORAMENTO COMO
UMA CHAVE PARA A RESTAURAÇÃO DE AMBIENTES AQUÁTICOS
DEGRADADOS POR AÇÕES ANTRÓPICAS

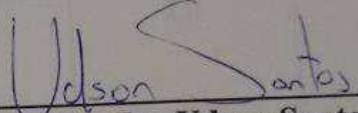
Aprovado em: 04/10/2016

BANCA EXAMINADORA



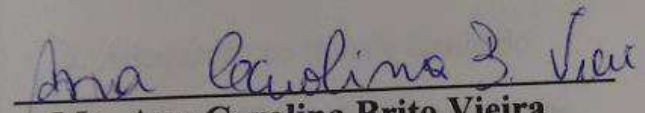
Dr. Paulo Roberto de Medeiros
Orientador

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) – Campus Cajazeiras



Dr. Udson Santos
1º Examinador

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) – Campus Cajazeiras



Ma. Ana Carolina Brito Vieira
2º Examinador

Instituto Federal da Paraíba (IFPB) – Campus Cajazeiras

CAJAZEIRAS – PB

2016

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado a oportunidade de adentrar no mundo acadêmico e conseguir assim frequentar um curso de nível superior que permitirá abrir uma gama de oportunidades referentes ao campo de trabalho, como também ajudará a conquistar uma melhor condição de vida tanto para a pessoa que vos fala quanto a toda a minha família.

Em segundo lugar agradeço aos meus pais, Tereza Pereira Jorge e Francisco Jorge Sobrinho por ter me dado esta oportunidade de trilhar todos meus sonhos, sendo estes guiados por cada conselho apresentado pelos os mesmos, bem como pelo apoio condicional em todas as minhas decisões perante ao meu crescimento tanto pessoal quanto profissional. É lícito supor que nada disso seria possível sem uma figura chave presente no meu cotidiano, a minha irmã Tatiane Pereira Jorge. Foi a partir da onipresença dela no meu processo educacional que permitiu construir no indivíduo que sou hoje, desse modo, possibilitando a chegada nesse ponto da minha vida que será a conclusão da licenciatura em Ciências Biológicas.

Além de todas essas pessoas que percorrem a minha vida, tenho que agradecer a minha querida turma por todos os conselhos, discursões, ajudas, risos e conversas decorrentes durante os quatro anos e meio que cursamos. Estas pequenas horas que passamos diante de cada aula e de cada palavra possibilitou a construção de um novo olhar, antes incompreendido (o mito da caverna), sobre o mundo e as pessoas. Assim, desde já agradeço a minha pequena e animada turma de amigos que fiz durante essa trajetória e espero que mesmo com os anos ou com as rupturas que é algo comum na vida possamos nos encontrar e lembrar esse passado. Nesse sentido, não citarei nomes, pois, cada um teve e tem um lugar especial na minha vida, muito obrigado por tê-los conhecidos.

Finalmente venho através dessas palavras agradecer ao meu orientador e coorientador Paulo Roberto de Medeiros e Udson Santos por toda ajuda na formulação da proposta de trabalho final de curso. Peço desculpa de antemão sobre qualquer eventual transtorno que eu tenha causado e muito obrigado por todas as informações prestadas em sala de aula, vou levá-las durante toda a minha vida como docente e espero ter a mesma destreza em ensiná-las no campo de atuação. A rigor tenho uma imensa gratidão por todos os professores presentes no meu curso, nas quais destacam-se: Vera Lucia, Deomar Barros, Arisdélia Feitosa, entre outros. Muito obrigado a todo corpo docente pelo empenho na nossa formação. Convém ressaltar a importância de Jeferson Marques na minha formação, obrigado por toda a ajuda disponível na retirada das minhas dúvidas referentes a parte legislativa do curso.

Por fim, agradeço toda a generosidade e presteza de todas as pessoas, que diretamente ou indiretamente, me ajudaram a passar por todos os desafios impostos pela a vida estudantil e a dar o meu primeiro passo na vida profissional, venho por meio deste espaço agradecê-las por contribuírem para a realização de mais um sonho.

“Ser feliz não é ter uma vida perfeita, mas deixar de ser vítima dos problemas e se tornar o autor da própria história”.

Abraham Lincoln

RESUMO

Os diversos impactos nos ambientes aquáticos causados pelas diferentes atividades humanas (via de afluentes domésticos, construções de hidrelétricas em grandes bacias hídricas, utilização desse substrato na produção industrial, entre outros usos) levam a uma modificação tanto na composição como na dinâmica das comunidades presentes nesse meio. Desta forma, o emprego de apenas um método para a verificação do meio aquático se torna inadequado para abordar todas as informações impostas no estudo ligado a restauração desses espaços. Assim, o biomonitoramento está relacionado a uma metodologia alternativa perante as outras opções (a qualidade físico-química, microbiológica e parasitológica), uma vez que a entrada de novos dados na pesquisa pode captar áreas diferenciadas não abordadas a partir do esboço usual. Nesse sentido, objetivo geral desse trabalho é avaliar, a partir de uma revisão bibliográfica, as implicações ecológicas relativas à utilização de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de agentes poluentes oriundos da degradação antrópica em ambientes aquáticos. Para tanto, a metodologia do presente estudo será baseada no caráter exploratório e descritivo, haja visto que este trabalho buscará debater sobre a inserção dos bioindicadores como ferramentas de suporte para classificação da qualidade da água. Além disso, também haverá a caracterização e descrição dos principais atributos relacionados ao emprego dos macroinvertebrados bentônicos para esse processo. Já em relação ao delineamento, este foi qualificado como uma pesquisa bibliográfica. De modo geral, dos cinquenta e sete trabalhos encontrados da plataforma *Scielo* apenas sete estavam situados no Nordeste Brasileiro, tendo em vista que nenhum destes abordavam a temática escolhida nesse estudo. Mas, é nítido ressaltar que os mesmos demonstravam outras alternativas além do biomonitoramento em relação ao uso dos macroinvertebrados bentônicos. Presume-se, assim, que essa região ainda utilize a gestão tradicional como principal meio de coleta de dados perante aos seus sistemas aquáticos.

Palavras-chave: *Scielo*. Nordeste Brasileiro. Gestão ambiental. Metodologia alternativa.

ABSTRACT

The diverse impacts on the aquatic environments caused by the different activities of social purpose (e.g. human waste, hydropower plant construction, industrial use of substrate, among others) have the potential to modify both composition and the dynamics middle one, this way, the use of only one method for verification of this field becomes inadequate to address all of the information imposed on the study on the restoration of degraded areas by human actions. Thus, the biomonitoring, is related to an alternative approach to the complement the traditional study by virtue of entry of new data in research, given that this option can capture different areas not dealt in sketch unexceptional. In this sense, the aim of the present study is to evaluate, based on a literature review, the ecological implications regarding the use of benthic macroinvertebrates as bioindicators of pollutants originated from anthropic activities in aquatic environments. For that purpose, methodology of this study will be based in an exploratory and descriptive character, given that central the discussion involves the bioindication as a supplementary tool for assessing and classifying from water quality. Regarding the delineation was characterized as a literature search. In general, the fifty-seven articles found at platform *Scielo* only seven were located in Northeast Brazil. Nevertheless, is evident out that these demonstrate other alternatives regarding the use of benthic macroinvertebrates. It is assumed, therefore, that this region still use the traditional verification as the primary means of data collection.

Keywords: *Scielo*. Brazilian Northeast. Environmental management. Alternative methodology.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Os efeitos das ações antrópicas sobre os ecossistemas aquáticos	19
Quadro 2. Efeitos potenciais da eutrofização causados pela entrada excessiva de nitrogênio e fósforo em lagos, reservatórios e rios	22
Quadro 3. Classes de estado trófico dos cursos d'água	23
Quadro 4. Comparação entre grupos funcionais de alimentação, tipo de alimento ingerido e níveis tróficos. Matéria orgânica particulada grossa (CPOM) e matéria orgânica particulada fina (FPOM).	29
Quadro 5. Checklist dos trabalhos encontrado na base de dados da Scielo – Método integrado	34
Quadro 6. Checklist das publicações sobre macroinvertebrados bentônicos no Nordeste Brasileiro	43

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA – Agência Nacional de águas.

CETESB – Adaptado de Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.

IUCN – International Union for Conservation of Nature.

Sanepar - Companhia de Saneamento do Paraná.

GISP – Programa Global de Espécies Invasoras.

CDB – Convenção sobre diversidade biológica.

ERH – Enemy Release Hypothesis.

CONAMA – O conselho Nacional do meio ambiente.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1 Disponibilidade dos recursos hídricos no brasil	15
2.1.1 Uma breve perspectiva sobre os sistemas aquáticos	16
2.1.2 Os impactos das ações antrópicas perante os ecossistemas aquáticos.....	17
2.1.3 Eutrofização de águas continentais: consequências e quantificação	21
2.1.4 Introdução de espécies exóticas em lagos, represas e rios	24
2.2 Utilização do Biomonitoramento para a preservação dos ambientes aquáticos.....	27
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	30
3.1 Caracterização do objeto de estudo	31
3.2 Caracterização do estudo.....	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
REFERÊNCIAS	46
ANEXO A – Parâmetros de lançamento de efluentes em corpos de água	53

1. INTRODUÇÃO

É imprescindível a utilização de metodologias inovadoras para a caracterização do espaço físico, visto que a disposição desordenada dos insumos inutilizáveis na produção industrial ou qualquer outro caráter degradador causam uma modificação na estrutura natural do meio ambiente. Nesse caso, impossibilitando em grande parte a reestruturação ou resiliência dos aspectos associados a esse recinto.

Diante deste cenário, os bioindicadores surgem com a função complementar aos recursos já utilizados no monitoramento ambiental. Deste modo, permitindo um levantamento de dados mais realístico de ambientes sob perturbação antrópica, tendo em vista que o uso de métodos usuais contém apenas informações superficiais dos elementos que compõem esse meio, especialmente em ecossistemas aquáticos. Isto posto que estes foram subjugados às diversas atividades humanas, como para o uso de áreas sujeitas à deposição de dejetos industriais e domésticos “*in natura*”, além de sedimentos e lixo. Presume-se, desta forma, uma indubitável consequência para os sistemas aquáticos urbanos, a perda de diversidade biológica (SCHEPP; CUMMINS, 1997).

Perante a este acontecimento, o uso de macroinvertebrados bentônicos torna-se um dos principais mecanismos para a coleta de informações em sistemas aquáticos. Uma vez que grande parte dos trabalhos publicados diante da temática escolhida estão relacionados com esses organismos em si, ou fatores inter-relacionados. (GALDEAN et al., 2001).

Assim, a justificativa do referente trabalho está situada na construção de um aparato teórico que fundamente a utilização deste método nas regiões com pequeno grau de recursos hídricos no Brasil (localizada mais precisamente na região Nordeste). Perante isto, a razão do trabalho estará centrada no nível acadêmico-científico em decorrência das várias discussões em torno da formação inicial de um novo modelo teórico voltada a gestão desse elemento (recurso hídrico), como também na necessidade de um profissional que busque os principais mecanismos que concernem essa perspectiva.

Nessas circunstâncias apresenta-se o seguinte questionamento: será que essa metodologia se aplica em nosso cenário?

O presente trabalho tem como objetivo geral verificar, a partir de uma revisão bibliográfica, as implicações ecológicas relativas à utilização de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de agentes poluentes oriundos da degradação antrópica.

Para tanto, o trabalho está estruturado em dois capítulos. O primeiro está destinado ao desenvolvimento teórico-bibliográfico, enquanto o segundo mostrará os procedimentos metodológicos estabelecidos perante o delineamento da pesquisa.

O primeiro capítulo intitulado **Disponibilidade dos recursos hídricos no Brasil** trata de uma caracterização inicial dos principais mecanismos relacionados com algum aspecto que modifica o estado natural do meio, como também, irá relatar determinados princípios acerca do biomonitoramento e da utilização de macroinvertebrados bentônicos como os principais bioindicadores em sistemas aquáticos.

Já o segundo capítulo designado **Procedimentos metodológicos** apresentará uma breve definição de metodologia da pesquisa, mostrando desta forma, a importância do estabelecimento desta em qualquer trabalho acadêmico-científico perante o alcance dos objetivos presentes na investigação. Assim, essa seção fará uma descrição e caracterização do objeto de estudo e o tipo de pesquisa.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Disponibilidade dos recursos hídricos no Brasil

Segundo a lei nº 9.433 art. 1 de 8 de janeiro de 1997 a política¹ nacional de recursos hídricos no Brasil baseia-se nos seguintes aspectos:

1. A água é um bem de domínio público;
2. A água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
3. Em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
4. A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
5. A bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
6. A gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

O Brasil possui uma posição privilegiada perante a quantidade de recursos hídricos disponíveis a nível mundial, tendo uma vazão² média de aproximadamente 180 mil metros cúbicos por segundo (m^3/s), correspondente a cerca de 12% da totalidade no contexto macro (Mundial) (Gráfico 1), de acordo com o Ministério do meio ambiente (2008).

¹ Segundo a lei nº 9.433 art. 1 de 8 de janeiro de 1997 a política nacional de recursos hídricos no Brasil foi criada como um instrumento voltado para a gestão desse recurso, tendo como objetivo geral estabelecer um pacto nacional para a definição de diretrizes e políticas públicas voltadas para a melhoria da oferta de água, em quantidade e qualidade, gerenciando as demandas e considerando ser a água um elemento estruturante para a implementação das políticas setoriais, sob a ótica do desenvolvimento sustentável e da inclusão social.

² Segundo Carvalho (2008, p. 74), “por vazão entende-se o volume de água que passa numa determinada seção do rio por unidade de tempo, a qual é determinada pelas variáveis de profundidade, largura e velocidade do fluxo, e é expressa comumente no sistema internacional (SI) de medidas em m^3/s ”.

Gráfico 1 – Distribuição da água doce superficial no mundo



Fonte: Adaptado da Unesco apud Agência Nacional de Águas – ANA

De modo geral, o gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil está relacionado às principais bacias hidrográficas presente em nosso território (RH ³Amazônica, RH Atlântico, Leste, RH Atlântico Sudeste, RH Atlântico Sul, RH Atlântico Nordeste Ocidental, RH Atlântico Nordeste Oriental, RH Parnaíba, RH São Francisco, RH Tocantins–Araguaia, RH Uruguai, RH Paraguai e RH Paraná), segundo o Ministério do meio ambiente (2008).

2.1.1 Uma breve perspectiva sobre os sistemas aquáticos

As características mais comumente vistas em ambientes aquáticos⁴ estão interligadas em grande parte às propriedades oriundas da água (TOWNSEND et al., 2006). Em linhas gerais, a definição desse ambiente se encontra de forma antagonista em relação as diretrizes impostas para a caracterização dos espaços não alagados (RICKLEFS, 2010). Assim, segundo Primack e Rodrigues (2001) esses espaços possuem os seguintes parâmetros classificatórios: (1) a profundidade da água; (2) a temperatura; (3) a taxa de fluxo; (4) concentração de nutrientes e oxigênio. É preciso comentar que existem diversos outros princípios utilizados na caracterização dessa área.

De acordo com Odum (1988 apud PREDOZO e KAPUSTA, 2010, p. 27) os habitats de água doce podem ser considerados como:

³ Região hidrográfica.

⁴ Ambientes de água doce.

1. Ecossistemas de águas paradas ou lênticos, tais como os lagos, lagoas e tanques;
2. Ecossistemas de águas correntes ou lóticos, tais como rios, arroios, riachos;
3. Alagados, onde os níveis de água flutuam para cima e para baixo, muitas vezes sazonalmente além de anualmente, tais como os brejos e pântanos.

Vale destacar que os principais componentes (lagos, represas, áreas alagadas, rios e oceanos) funcionam como unidades complexas, com intercâmbios e dinâmicas interligadas as bacias hidrográficas nas quais estes pertencem, sendo que as respostas de cada ação estão relacionadas com os componentes de variação: nível, ventos, precipitação, radiação solar e temperatura, segundo Tundisi, G. e Tundisi, M. (2008).

2.1.2 Os impactos das ações antrópicas perante os ecossistemas aquáticos

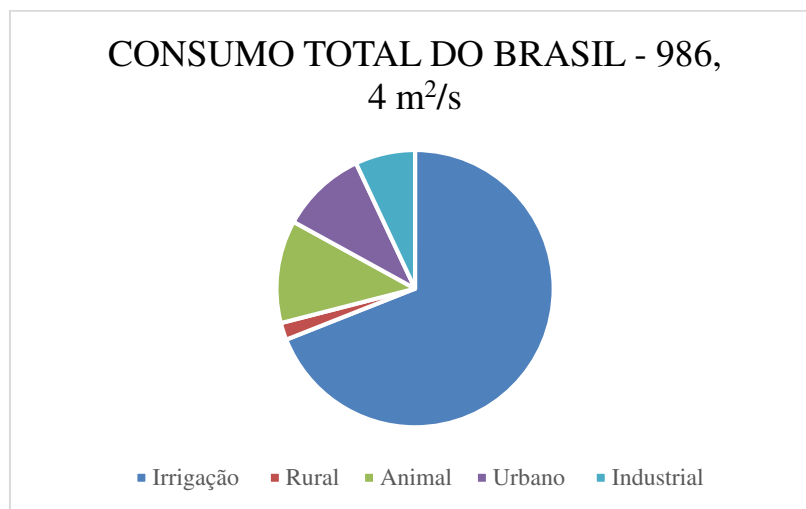
Os ecossistemas aquáticos continentais estão sofrendo uma profunda transformação em consequência da modificação da sua estrutura e função, à medida que a demanda populacional exacerba a utilização dos recursos disponíveis no meio aquático em diferentes esferas: tanto como um local relacionado ao despejo de material biótico e abiótico (Anexo A), quanto a utilização da matéria circundante naquele ambiente (LIMA, 2001; TUNDISI, J.; TUNDISI, T., 2008). Isso faz supor que esse uso indiscriminado por parte da população leva a destruição em grande parte dos recursos hídricos existentes na esfera nacional, podendo, desta forma culminar no secamente parcial de rios, açudes, lagos, entre outros espaços relacionados a esse campo (PAZ; PAIVA, 2011), mesmo com a grande oferta deste no Brasil a nível global como foi dito acima (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA, 2011). Mas, é preciso acentuar que esse recurso não possui uma distribuição homogênea em todo o território nacional. Esse aspecto é bem apresentado por Barros (2007, p. 24) na sua seguinte citação:

A desigualdade brasileira existente, no tocante a disponibilidade dos recursos hídricos, aliada com o desmatamento, o lançamento de esgotos em rios e córregos, a expansão desordenada dos centros urbanos e a gestão inadequada dos ecossistemas aquáticos, terminam por gerar problemas que conduzem a escassez do recurso.

É lícito supor que com o aumento da demanda e a utilização inadequada leva a formação de um ambiente com expressiva perda da biodiversidade (GOULART; CALLISTO, 2003). Além disso, é preciso esclarecer que a degradação dos rios está relacionada em grande parte ao alto nível de industrialização, produção agrícola (Gráfico 2) e ampla ocupação

populacional perto de regiões com intensa quantidades de recursos hídricos, como propõe Andreoli e Carneiro (2005).

Gráfico 2 - Distribuição das vazões de retirada e consumo para diferentes usos



Fonte: Agência Nacional de águas, 2011

Em linhas gerais, de acordo com Derísio (1992) a poluição das águas superficiais pode ser classificada com os seguintes aspectos: (1) poluição industrial – resíduos sólidos, líquidos e gasosos derivados por processos industriais; (2) poluição urbana - esgoto doméstico, excremento de animais ou erosão; (3) poluição acidental – derreamento de substâncias poluentes que pode chegar aos corpos d'água. Vale salientar que os impactos naturais são processos que estão interligados aos ecossistemas aquáticos, uma vez que esse meio possui múltiplos mecanismos para minimizar e controlar estes eventos (TUNDISI, J.; TUNDISI, T., 2008).

Além dessa classificação os impactos podem ser rotulados segundo TUNDISI, J. e TUNDISI, T. (2008, p. 506, grifo do autor) como:

Primários, de efeitos imediatos e relevante (como por exemplo, a interferência no **ciclo hidrológico** ou a entrada de poluentes por fontes pontuais); **secundários**, de efeitos muito mais difíceis de detectar ou mensura e igualmente severo (como por exemplo, alterações na rede alimentar, cuja as consequências podem aparecer muito mais tarde no processo); ou **terciários**, com respostas complexas de longo prazo (como, por exemplo, alterações na composição química de sedimento ou modificações na composição das espécies).

Em termos podemos considerar dois tipos de fatores que devem ser analisados ao longo prazo perante aos impactos ambientais: (1) a quantificação e detecção desses eventos:

(2) e o impacto desses fenômenos sobre a economia local. É impertinente dizer que as dimensões qualitativas e quantitativas detêm uma difícil mensuração enquanto a maior rapidez e frequência dos acontecimentos, precisando assim, de uma maior demanda e tecnologia para solucionar os problemas relacionados aos novos fatos (SOMLYODY, 1993). Diante desse aspecto podemos definir impactos ambientais conforme o art. 1 da Resolução Conama de 23 de janeiro de 1986, como:

Artigo 1º - Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I - A saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - As atividades sociais e econômicas;
- III - A biota;
- IV - As condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V - A qualidade dos recursos ambientais.

Isso permite afirmar que o impacto ambiental pode ser compreendido como uma relação de causa e efeito, isto é, com a diferença entre as condições do ambiente que passaram a existir com a implantação de um projeto, e as condições que existiram sem a aplicabilidade daquela ação no meio (MAIA, 1993). A partir disso pode-se descrever alguns impactos que ocorrem nos ecossistemas aquáticos⁵ em consequência das várias atividades humanas. (NAS, 1999; TUNDISI, 2000, 2002; TURNER et al., 1990 apud TUNDISI, J.; TUNDISI, T., 2008, p. 507):

⁵ As mudanças globais provocadas no meio ambiente modificam profundamente a distribuição e a obtenção dos recursos hídricos, afetando assim, as características presentes no meio aquático e a diversidade dos organismos existentes nesses locais (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). Além desses princípios Tundisi, J. e Tundisi, T. (2008) descrevem os efeitos recorrentes da intervenção do homem sobre a natureza, como: aumento da drenagem, mudanças de precipitações (afetando principalmente as regiões áridas e semiáridas), aumento no nível dos rios, alterações no padrão de uso do solo, aceleração dos ciclos hidrológicos, aumento de secas e de taxas de evapotranspiração, desaparecimento de lagos temporários, alterações no balanço iônico e nas concentrações do oxigênio no meio aquático, entre outros aspectos.

Quadro 1 – Os efeitos das ações antrópicas sobre os ecossistemas aquáticos.

<i>Atividade Humana</i>	<i>Impacto nos Ecossistemas Aquáticos</i>	<i>Valores/Serviços em risco</i>
<i>Construções de represas</i>	Altera o fluxo dos rios e o transporte de nutrientes e sedimentos, bem como interfere na migração e na reprodução de peixes.	Altera imensamente a qualidade da água.
<i>Construção de diques e canais</i>	Destrói a conexão do rio com as áreas inundáveis.	Afeta a fertilidade natural das várzeas e os controles das enchentes.
<i>Alteração do canal natural dos rios</i>	Modifica os fluxos dos rios.	Afeta os habitats, a pesca comercial, esportiva e o transporte.
<i>Drenagem de áreas alagadas</i>	Elimina um componente-chave dos ecossistemas aquáticos.	Perda da biodiversidade, de funções naturais de filtragem, de reciclagem de nutrientes e habitats para peixes e aves aquáticas.
<i>Desmatamento/ uso do solo</i>	Altera padrões de drenagem; inibe a recarga natural dos aquíferos; aumenta o assoreamento.	Altera o suprimento de água e a quantidade da água, a pesca comercial, a biodiversidade e o controle de enchentes.
<i>Poluição não controlada</i>	Diminui a qualidade da água.	Altera o suprimento de água e a pesca comercial; aumenta os custos de tratamento; diminui a biodiversidade; afeta a saúde humana.
<i>Remoção excessiva de biomassa</i>	Diminui os recursos vivos e a biodiversidade	Altera a pesca comercial e esportiva, bem como ciclos naturais dos organismos; diminui a biodiversidade
<i>Introdução de espécies exóticas</i>	Altera ciclos de nutrientes e ciclos biológicos.	Perda de habitats, da biodiversidade natural e de

		estoques genéticos; alteração da pesca comercial.
<i>Poluentes do ar (chuva ácida) e metais pesados</i>	Altera a composição química de rios e lagos.	Altera a pesca comercial; afeta a biota aquática, a recreação, a saúde humana e a agricultura.
<i>Mudanças globais no clima</i>	Afeta drasticamente o volume dos recursos hídricos; altera padrões de distribuição de precipitação e evaporação.	Afeta o suprimento de água, o transporte, a produção de energia elétrica, a produção agrícola e a pesca; aumenta as enchentes e o fluxo de água em rios.
<i>Crescimento da população e padrões gerais do consumo humano</i>	Aumenta a pressão para a construção de hidroelétricas, a poluição da água e a acidificação de lagos e rios; altera ciclos hidrológicos.	Afeta praticamente todas as atividades econômicas que dependem dos serviços dos ecossistemas aquáticas.

Fonte: NAS, 1999; TUNDISI, 2000, 2002; TURNER et al., 1990 apud TUNDISI, J.; TUNDISI, T., 2008, p. 507

Nesse contexto serão descritos alguns dos principais fatores relacionados a degradação dos ambientes aquáticos, como: (1) Eutrofização de águas continentais: consequências e quantificação; (2) Introdução de espécies exóticas em lagos, represas e rios.

2.1.3 Eutrofização de águas continentais: consequências e quantificação

O termo eutrofização é utilizado na limnologia para determinar um aumento massivo da produtividade biológica de um lago, rio ou represa, sendo que este fenômeno está relacionado a um acréscimo da biomassa referente aos produtores primários, geralmente causado pelo uma maior oferta de nutrientes (HUTCHINSON, 1957).

Assim sendo, é preciso informar que esse fenômeno pode ser natural⁶ ou artificial. Onde o primeiro possui um caráter lento e contínuo, uma vez que esse processo está vinculado ao próprio ambiente (chuvas e águas superficiais que desgastam e lavam a superfície

⁶ Wetzel (1983) e Margalef (1983) falam que em condições naturais, sem que exista intermédios de ações humanas, lagos profundos e com baixa produtividade biológica sofre processo de transformação, tornando-se rasos, com uma alta produtividade biológica e enriquecidos por nutrientes. No entanto, a velocidade de desenvolvimento do processo de eutrofização natural é bastante lenta, ocorrendo em função do tempo.

terrestre). Já as ações artificiais são atos oriundos das próprias atividades do homem, como por exemplo: atividades industriais e agrícolas, incluído ainda a descarga de dejetos humanos, este servindo com uma das principais fontes para o fator (eutrofização) explicado nesse tópico (Henry et al., 1983). Diante do aumento de nutrientes haverá uma ampliação significativa de fósforo e nitrogênio, tornando-se o ambiente propício para o crescimento de algas, plantas aquáticas – cianobactérias e *Pistia stratiotes*⁷ – e fitoplâncton (MARGALEF, 1983; ODUM, 1969; THOMAZ; BINI, 1999; TUNDISI, 2003; WETZEL, 1983). Dessa forma, aumentando significativamente a biomassa do meio e impedindo a penetração dos raios solares (ESTEVES, 1998). Consequentemente, a decomposição do material vegetal resultará no consumo do oxigênio, havendo assim, a liberação de dióxido de carbono e energia. Já em períodos como primavera e verão existirá uma produção massiva de oxigênio em virtude da grande quantidade de biomassa, mas, grande parte desse elemento é liberado. Assim, não permitindo a decomposição da biomassa excedente, levando desta forma o estado de anoxia das camadas mais profundas, ocasionando uma maior mortandade e produção de substâncias tóxicas como amônia e gás sulfúrico. É preciso acentuar que esse caráter de sazonalidade não será uns dos pontos levados nesse processo em regiões tropicais (HUTCHINSON, 1975; MARGALEF, 1983; WETZEL, 1983). O Quadro 2 a seguir mostrará os principais impactos ambientais derivados da eutrofização de caráter artificial:

Quadro 2 – Efeitos potenciais da eutrofização causados pela entrada excessiva de nitrogênio e fósforo em lagos, reservatórios e rios.

Efeitos da eutrofização
<ul style="list-style-type: none">• Aumento da biomassa do fitoplâncton;• Crescimento de espécies de algas potencialmente tóxicas ou não comestíveis;• Crescimento da biomassa de algas bentônicas e epifíticas;• Crescimento excessivo de macrófitas aquáticas;• Aumento da frequência de mortandade de peixes;• Diminuição da biomassa de peixes e moluscos cultiváveis;• Redução da diversidade de espécies;• Redução da transparência da água;• Depleção de oxigênio dissolvido;

⁷ De acordo com MORESCO (2016) a *Pistia stratiotes* é uma planta aquática flutuante conhecida popularmente como alface d'água. Esta é pertencente à família Araceae, de porte herbáceo, acaule, estolonífera, tendo como via principal para o processo reprodutivo à clonal ou vegetativa. (CARDOSO et al., 2005).

- Redução do valor estético do corpo de água.

Fonte: Adaptado de Smith; Schindler (2009)

De acordo com Thomann e Mueller (1987) as principais variáveis que devem ser observadas durante o processo de eutrofização são: (1) radiação solar; (2) clorofila-a; (3) temperatura da água; (4) dispersão; (5) geometria do corpo aquático; (6) nutrientes e concentração de fitoplâncton. Além disso, é preciso acentuar que nem todos os nutrientes são absorvidos pelo fitoplâncton presente no substrato (água).

Enquanto o estado trófico de um corpo d'água, o mesmo pode ser dividido em três grupos (vale destacar que cada grupo possui subdivisões): oligotrófico – diminuta concentração de nutrientes e produtividade primária –, mesotrófico – apresenta um caráter intermediário, assim sendo, não prejudica tão fortemente a diversidade e a qualidade dos ecossistemas aquáticos – e eutrófico – alta taxa de nutrientes e produtividade primária que afeta grande parte da diversidade, tanto na área superficial como bentônica (BARRETO et al., 2013). No Quadro 3 são propostas subdivisões em relação a classificação básica:

Quadro 3 – Classes de estado trófico dos cursos d'água.

Estado trófico	Características dos corpos de água
Ultraoligotrófico	Corpos de água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.
Oligotrófico	Limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, pela presença de nutrientes.
Mesotrófico	Com produtividade intermediária e possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
Eutrófico	Com alta produtividade e redução da transparência, afetados por atividades antrópicas, ocorrendo alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos

	usos.
Supereutrófico	Corpos de água com alta produtividade, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, com frequentes alterações indesejáveis na qualidade da água, como florações de algas e interferências nos seus múltiplos usos.
Hipereutrófico	Corpos de água afetados pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

Fonte: Adaptado de Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB (2012)

2.1.4 Introdução de espécies exóticas em lagos, represas e rios

De acordo com IUCN (2006 apud PRODOCIMO; VITULE, 2012, p. 227) as espécies exóticas⁸ são definidas da seguinte forma:

[...] espécie, subespécie ou a menor subdivisão de um táxon identificável (incluindo-se ecótipos e divergências genéticas subpopulacionais) encontrada fora de sua área de distribuição natural e/ou histórica (atual ou precedente) ou de potencial dispersão, i.e., fora da área que ocupa naturalmente ou que poderia ocupar sem a interferência humana; incluindo-se qualquer parte, gameta ou propágulo da espécie que possa sobreviver e posteriormente se multiplicar e manter uma população viável durante um período mensurável [...].

Nos últimos anos vem ocorrendo um aumento significativo na introdução de espécies não-nativas em ambientes aquáticos, sendo que este acontecimento é derivado em grande parte pelo uso de água de lastro e a bioincrustação⁹ em navios, além da utilização de outras

⁸ A FAO (2006 apud PRODOCIMO; VITULE, 2012, p. 227) possui uma outra definição acerca de espécies exóticas, assim sendo, o mesmo fala que toda e qualquer espécie que é transportada de maneira acidental ou não, fora da sua área de distribuição ou ocorrência natural, é rotulada como um organismo estranho daquele meio, ou seja, uma espécie não-nativa.

⁹ Segundo Ferreira (2011, p. 143) bioincrustação significa: “crescimento de microrganismo, algas e invertebrados sobre as coisas que estão submersas em água, como o casco e outras peças de navio [...]”.

estruturas navais como suporte para esse processo (CARLTON; GELLER, 1993; TAVARES; MENDONÇA, 2004). Perante a estes aspectos, outros autores citam alguns fatores que atuaram como disseminadores de espécies exóticas, como: **(1) Colonização europeia** – introdução de novos organismos a partir dos processos de colonização em diversos lugares (Nova Zelândia, Austrália e África do Sul), a fim de tornar o ambiente mais familiar, tendo assim, uma maior oferta de matéria-prima para sua subsistência; **(2) Horticultura e agricultura** – implantação de novas espécies para a agricultura e ornamentação, ou para pastagem (DRAKE et al., 1989; HEDGPETH, 1993).

Tal avanço resulta em uma perda significativa da biodiversidade local, como é proposto por Wilson (1997), desta forma, torna-se evidente o emprego de medidas que contraponham essa ação, estando estas vinculadas ao Programa Global de Espécies Invasoras (GISP). Em razão disto, o Ministério do Meio Ambiente – Convenção sobre diversidade biológica (CDB) (2000) art. 8 do decreto n. 2 de 5 de junho de 1992 – fala que a instalação de um organismo oriundo de outro hábitat que ameace a diversidade biológica deve ser controlada ou erradicada do local onde houve a tentativa de instalação através de um ato involuntário ou não. Mas vale destacar que qualquer disseminação de doenças ou pragas ou espécies que possam causar danos à agricultura, à pecuária, à fauna, à flora ou aos ecossistemas é considerado um crime de acordo com art. 61 da Lei Federal n. 9.605/98 (FIGUEIRÓ, 2011).

Segundo Leão et al. (2011, p. 9) as inserções de espécies exóticas podem ser classificadas das seguintes formas:

As introduções de espécies podem ser voluntárias, quando há alguma intenção de uso da espécie para fins específicos; ou involuntária, quando a introdução ocorre acidentalmente, como no caso de pragas agrícolas e vetores de doenças — vírus e bactérias. Frequentemente, a introdução voluntária de uma espécie exótica pode levar à introdução acidental de outras espécies a ela associadas, como é o caso de parasitas associados aos peixes introduzidos em atividades de piscicultura. Ou por espécies que foram e são introduzidas para embelezar praças e jardins, para uso na agropecuária, como alternativa de renda e subsistência para populações de baixa renda, para controle biológico de pragas e por outras razões, no caso de introduções intencionais.

Um exemplo de introdução de organismo invasores no Brasil foi caso do caracol-gigante-africano (*Achatina fulica*) utilizado como substituto do escargot¹⁰ na década de 1980,

¹⁰ Segundo Ferreira (2011) o escargot significa o nome comum de um molusco gastrópodes, terrestre e comestíveis.

tendo abrangência em torno de 23 dos 26 estados pertencentes a Federação Nacional do Brasil (THIENGO et al., 2007).

De modo geral, os principais impactos em ambientes aquáticos estão relacionados a perda de funções e dos processos em sistemas, desestruturação de hábitat e aumento do risco e de declínio e extinção de espécies nativas, tendo como resultado a homogeneização biótica do espaço. Para tanto, são necessárias cinco fases para a finalização desse processo: (1) Adaptação ao ambiente; (2) Reprodução; (3) Ausência de predação – Hipótese do Escape do Inimigo - HEI (Enemy Release Hypothesis - ERH)¹¹ –, competição e de doenças vinculadas ao controle da população; (4) diminuição do invasor; (5) Naturalização do invasor, havendo assim uma reprodução estável (PAVANELLI et al., 2013).

É pertinente dizer que só uma pequena porcentagem de espécies invasoras se estabelece nos novos lugares, uma vez que este ambiente não tem condições propícias (recursos) que mantenham a nova população. Contudo, alguns indivíduos conseguem se instalar no novo lar através do detrimento dos organismos nativos por meio do deslocamento ou predação, que leva a extinção ou alterar o seu hábitat ao tal ponto que muitos desses indivíduos (nativos) não conseguem subsistir (PIVELLO et al., 1999). Diante desse princípio Primack e Rodrigues (2001, p. 125) destacam um fator importante em seu livro *Biologia da conservação para a disseminação desses organismos*:

A ação humana pode criar condições ambientais não usuais, tais como pulso de nutrientes, aumento da incidência de queimadas, e/ou de radiação solar, às quais as espécies exóticas podem se adaptar mais rapidamente do que as nativas. As concentrações mais altas de espécies exóticas são frequentemente encontradas em habitats que foram em grande parte alterado pela atividade humana.

Presume-se assim, que as espécies exóticas são bem mais adaptadas ao ambiente criado pelo homem (SOULÉ, 1990), uma vez que as ações antrópicas interferem na estrutura e nos ciclos presentes nesses espaços (ecossistemas), permitindo desta forma a instalação de organismo adaptados aquele novo cenário perante as espécies nativas daquele meio (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

¹¹ De acordo com Pavanelli et al. (2013, p. 171): “Hipótese do Escape do Inimigo - HEI (Enemy Release Hypothesis - ERH), que propõe que os invasores perdem seus inimigos no processo de invasão, levando ao maior sucesso demográfico no novo ambiente e proporcionando-lhes vantagens competitivas sobre os nativos”.

2.2 Utilização do Biomonitoramento para a preservação dos ambientes aquáticos

Por um grande período de tempo a avaliação das condições dos recursos hídricos (Anexo A) está associada as metodologias baseadas perante as normas estrangeiras, nas quais, a captação das características físicas e químicas servem como parâmetros principais desses procedimentos, como sugere Moreno e Callisto (ca. 2007). Mas, vale destacar que mesmo que esses princípios de coleta de informações averiguem o “status” dos ecossistemas, o ideal seria aliar o próprio meio com os artifícios utilizados diante deste cenário, assim, permitindo uma análise mais completa de todo o espaço, como também o manejo adequado dos recursos hídricos (CALLISTO et al., 2004; POMPEU et al., 2004).

Em linhas gerais o monitoramento biológico é situado a partir das mudanças na estrutura e composição dos grupos pertencentes ao ambiente aquático. Mas, há de convir a necessidade da seleção de apenas um único organismo, uma vez que a listagem de todas as alterações nos indivíduos pertencentes àquele espaço demora um longo período de tempo, sendo assim, inapropriado para realização da coleta de informações. Para tanto, alguns grupos específicos (protozoários, algas, macroinvertebrados bentônicos e peixes¹²) estão sendo utilizados para essa ação, bem como o emprego de diferentes métodos de avaliação ambiental a cada grupo escolhido (ROSENBERG; RESH, 1993). De acordo com Cairns e Smith (1994 apud TUNDISI, J.; TUNDISI, T., 2008, p. 243), os principais objetivos do monitoramento biológicos são:

- Promover uma avaliação antecipada da violação da qualidade dos ecossistemas com a finalidade de evitar efeitos deletérios;
- Detectar impactos de eventos episódicos, tais como derrame acidental de substâncias tóxicas, disposição ilegal de resíduos e efluentes;
- Detectar tendências ou ciclos;
- Determinar efeitos ambientais decorrentes da introdução de organismos geneticamente modificados.

Nesse contexto, os macroinvertebrados bentônicos são os melhores bioindicadores das condições ambientais em inventários de biodiversidade. (GALDEAN et al., 2001). Para tanto, pode-se levantar alguns pontos que permitem afirmar esse princípio, nas quais são: (1)

¹² Segundo Tundisi, J.; Tundisi, T. (2008), os peixes são sensíveis as mudanças no meio (substrato aquoso), assim, tornando eficaz a sua utilização em bioensaios para determinar a toxicidade de indústrias químicas ou afluentes municipais ou de outras atividades humanas, como a mineração, para tanto, estão sendo utilizados algumas espécies para a verificação desses parâmetros. É lícito supor que a compreensão é melhor a partir da integração entre a química da água, a toxicologia e seus impactos e a fisiologia dos peixes a partir de testes em “*in situ*”, onde haverá a submissão desses indivíduos as várias condições de toxicidade. Deste modo, é possível estipular e determinar o efeito no comportamento desses organismos, como também as respostas enzimáticas e seu metabolismo (excreção renal, por exemplo; acúmulo de tóxicas em brânquias).

presente na maioria dos ambientes aquáticos; (2) locomoção limitada; (3) ciclo de vida longo; (4) tolerância a um amplo estágio de poluição; (5) funciona como integrantes das condições ambientais, estão presentes antes e após eventos impactantes. Além desses fatores, esses organismos podem ter outros aspectos que facilitam o processo de biomonitoramento, como: (1) tamanho corporal; (2) são bem integrados a química e os sedimentos dos ambientes, assim, inevitavelmente a poluição em níveis toleráveis pode modificar o ciclo (crescimento, reprodução ou fisiologia de espécies na comunidade bentônica) desse organismo, sendo possível a identificação dessas alterações perante a laboratório (MACKIE, 1998 apud MANDAVILLE, 2000). Por sua vez esses organismos desempenham um papel fundamental no funcionamento dos ecossistemas, tendo em vista que estes atuam no processo de mineralização e reciclagem de matéria orgânica e no fluxo de energia diante da rede trófica (LIND et al, 1993).

O biomonitoramento biológico através dos macroinvertebrados¹³ bentônicos podem ser realizados a partir de outros critérios. Estes estão relacionados por meio da identificação das categoriais funcionais de alimentação dos indivíduos presentes no ambiente atualmente, assim sendo, os mesmos são descritos das seguintes formas: fragmentadores, coletores, raspadores e predadores. De modo geral, um aumento de coletores significa a saída de nutrientes do sistema (água), já um crescimento em números de organismos coletores representa o enriquecimento orgânico no sistema (FERNANDES, 2007). Todas essas características são bem descritas no Quadro 4:

¹³ De acordo com Tundisi, J. e Tundisi, T. (2008) as ordens Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Diptera e Odonata constituem a maior porcentagem de biomassa das águas continentais, tendo em vista o domínio mais aparente de insetos aquáticos. Outros grupos importantes são os moluscos, anelídeos e crustáceos. Ainda, vale destacar que no ambiente marinho os insetos não ocorrem nos macroinvertebrados bentônicos.

Quadro 4 – Comparação entre grupos funcionais de alimentação, tipo de alimento ingerido e níveis tróficos. Matéria orgânica particulada grossa (CPOM) e matéria orgânica particulada fina (FPOM).

Grupo Funcional de Alimentação	Tipo de Alimento	Nível trófico baseados na ingestão
Fragmentadores (vivem de plantas vivas ou mortas e, ocasionalmente da fauna associada a essas plantas: fungos, bactérias, protozoários e microartrópodes).	CPOM	Detritívoros
	Serapilheira	Herbívoros
	Microbiota associada	(Carnívoros)
Coletores-Filtradores (Comedores de material em suspensão).	FPOM	Detritívoros
	Microalgas	Herbívoros
	Microbiota	(Carnívoros)
Coletores-Catadores (Comedores de material em suspensão)	FPOM	Detritívoros
	Microalgas	Herbívoros
	Microbiota	(Carnívoros)
Raspadores (raspam o substrato do fundo)	Microalgas	Herbívoros
	FPOM	Detritívoros
Predadores	Organismos vivos	Carnívoros
	Organismos mortos	Detritívoros

*O componente menor ou ocasional de uma classificação trófica é mostrado entre parênteses.

Fonte: Adaptado de Merritt e Cummins (1996).

Perante isto, cabe frisar que os macroinvertebrados bentônicos são utilizados em diferentes esferas de pesquisa, quanto ao uso de índices de biodiversidade (citados acima) (CALLISTO et al., 2001; COMPIN; CÉRÉGHINO, 2003), na utilização em experimentos “*in situ*” (HARE; CAMPEBELL, 1992), e em programa de biomonitoramento (BARBOSA et al., 1997; KELLY; WHITTON, 1998), tornando assim, uma das alternativas mais plausível diante desse cenário. Em contrapartida a utilização desses indivíduos ainda é escassa no Brasil, segundo Junqueira (et al., 2000). Assim, torna-se importante um levantamento referente a pesquisa relacionada a utilização de macroinvertebrados bentônicos como indicadores de alteração do meio, mas especificamente no Nordeste Brasileiro (este será discutido nos resultados).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a realização da pesquisa em questão foi formulado um inventário a partir de uma base de dados online chamado “*Scientific Electronic Library Online*”, tendo em vista alguns descritores¹⁴ ou palavras-chaves (bioindicadores, macroinvertebrados bentônicos, entre outros). Esta foi escolhida perante a sua grande quantidade em nível nacional, assim tendo, um número significativamente maior de informações referentes a utilização de macroinvertebrados bentônicos com bioindicadores de ações que interferem no ciclo naturais dos ecossistemas. (ANDRADE, 2010)¹⁵. Vale destacar que a mesma é caracterizada como uma investigação qualitativa (BARROS; SILVA, 2010) dos dados obtidos, sendo estes relacionados ao período de 1997 a 2016. Além desses aspectos é lícito supor que a área de estudo está relacionada ao Nordeste Brasileiro, tendo em vista a pouca pesquisa neste espaço referente ao assunto (macroinvertebrados bentônicos) descrito através deste trabalho bibliográfico. No que tange a esse panorama torna-se evidente ressaltar em parte a inutilização do ano 2016, uma vez que o mesmo ainda não tem um material conciso que possa ser verificado, desta forma, houve a retirada parcial (remoção do segundo semestre) deste no cerne da pesquisa.

Em linhas gerais a pesquisa terá os seguintes tópicos alusivos a cada tabela e gráfico¹⁶: (1) divisão da totalidade dos dados em relação a cada estado presente no espaço escolhido; (2) *checklist* dos trabalhos encontrado na base de dados da *Scielo* – Método integrado; (3) levantamento gráfico em relação as revistas com maior grau de publicação perante a temática; (4) e por fim, o total de todos os trabalhos publicados em nível de região (Nordeste, Sudeste e Sul). Como se pode ver, a pesquisa pode ser entendida como a união dos fatores práticos e teóricos, sendo este uma etapa continua e inacabada. Cervo, Bervian e Silva (2007, p. 57) a definem como: “[...] uma atividade voltada para a investigação de problemas teóricas ou práticas por meio do emprego de processos científicos. ”

¹⁴ Segundo Laville e Dione (1999, p.119) as palavras-chaves são “[...] escolhidas visando a cobrir o campo da pesquisa desejado. As mesmas podem ser as da língua corrente; fala-se então de vocabulário livre. Ou são palavras escolhidas previamente, cuja as listas são fornecidas por *longos tesouros* – lista de palavras selecionadas para analisar e classificar documentos – que acompanham os bancos; também se encontra nos programas de ajuda, em forma de dicionário que se faz igualmente acompanhar dos procedimentos a serem seguidos. ”

¹⁵ Metodologia adaptada do trabalho: Análise cienciométrica global em bioindicadores: um panorama das tendências entre os anos 1998 a 2007.

¹⁶ Vale destacar que as mesmas serão apresentadas perante a outros meios, estes divididos em três etapas de acordo com Laville e Dione (1999): (1) caracterização dos dados, (2) testes estatísticos e (3) interpretação dos resultados estatísticos.

Assim sendo, a metodologia é definida como toda ação detalhada através de um método¹⁷. Demo (1957, p. 59-60 grifo do autor) destaca que os conteúdos mais evidentes da preocupação metodológica em uma pesquisa seriam:

Em primeiro lugar, a metodologia questiona a **cientificidade** da produção científica, colocando em discussão sua **desmarcação**. [...] em segundo lugar, questiona-se a construção do **objeto científico**, dentro do contexto do discurso sobre objeto construído. A questão mais incisiva sobre o desvendamento da concepção de realidade que está por trás da opção metodológica, dela dependente e mesmo de correte. Isso ajuda a definir o paradigma científico, a contextualizar no espaço e no tempo, a elucidar os fundamentos formais e históricos, a antever horizontes ideológicos e assim por diante. Em terceiro lugar, estudam-se **abordagens** metodológicas clássicas e atuais, bem como alternativas, tais como: **empirismo, positivismo, dialético, estruturalismo, sistemismo, posturas alternativas do tipo pesquisa participante**, etc.

Partindo desta conjectura, torna-se evidente a seriedade dos artifícios metodológicos para qualquer trabalho acadêmico, sendo que estes proporcionam uma gama de métodos, teorias, técnicas e práticas que estabelece ou possibilita um caráter de cientificidade a qualquer trabalho.

3.1 Caracterização do objeto de estudo

O presente trabalho se atribui da perspectiva de uma análise bibliográfica¹⁸ acerca da utilização de bioindicadores para a verificação das condições ambientais de espaços modificados por ações antrópicas. Desta forma, essa metodologia permite averiguar uma maior porcentagem da estrutura que compõe esses ambientes, tendo em vista que as análises pontuais examinam apenas os fatores físicos deste meio, assim, não fornecendo dados suficientes que contornem os problemas situados nessas áreas. Convém ressaltar que apenas a junção de múltiplas metodologias permitirá ter uma descrição mais completa dos lugares transformados pelo homem (METCALFE, 1989 apud BAPTISTA et al., 2003; BUSS et al., 2003). Além disto, vale salientar que a pesquisa em questão estará situada apenas na utilização de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores, uma vez que esses

¹⁷ É fundamental reconhecer a diferença e a complementaridade entre métodos e metodologia para demarcar a proposição de uma metodologia da pesquisa. Assim, o método pode ser definido como o caminho para se chegar a uma determinada finalidade, enquanto a metodologia pode ser entendida como as regras estabelecidas para o método científico, como observações, formulações de hipóteses, entrevistas, entre outros. (Carvalho Silva, 2011).

¹⁸ Segundo Barros e Silva (2010, p.76) uma revisão bibliográfica é definida da seguinte forma: “[...] trata da sustentação teórica ou empírica do assunto objeto da proposta da monografia. É por meio dela que o problema é identificado, delimitado e formulado”.

organismos estão sendo usados em uma maior abundância perante os trabalhos situados nesta temática.

De forma geral, desde a década de 70 há relatos referentes a falta de empregabilidade prática diante do uso exclusivo de técnicas usuais para a averiguação da qualidade da água. Tendo em vista que as propriedades ou características escolhidas não atendem os usos múltiplos da água, como também a avaliação estética, de recreação e ecológica do ambiente (ARMITAGE; PARDO, 1995). Outro ponto que pode ser visto é que a maioria das descrições de perturbações foram feitas perante a fonte de poluição, assim, não identificando eventuais modificações sutis no meio (ROSENBERG; RESH, 1993).

Em grosso modo, as premissas essenciais perante ao monitoramento biológico da qualidade da água estão relacionadas a abundância das espécies, tendo em vista que as necessidades físicas, químicas e nutricionais estão conectadas ao meio. Ou seja, o declínio e o abastamento dos organismos podem denotar uma mudança na estrutura dos ecossistemas, e assim, permitindo um maior detalhadamente dos fatores que se encontram ligados a essa situação. Em suma, os métodos relacionados a esse fim podem servir como um aparato de vigilância da qualidade do ambiente, isto é, prevenindo eventuais danos que possam ocorrer nesses espaços. Além desses aspectos, o monitoramento biológico pode ser usado como instrumento regulador de ações criminosas perante os atos contra o meio ambiente (BAPTISTA et al., 2003).

3.2 Caracterização do estudo

A união dos procedimentos teóricos, práticos, metodológicos e/ou empíricos¹⁹ que o pesquisador²⁰ emprega no desenvolvimento de uma investigação, é essencial para escolha e descrição da metodologia de estudo (JORGE, 2013), tendo em vista que a mesma é “[...] o conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos adotados para se atingir o conhecimento.” (GIL, 2006, p. 8). Assim sendo, a palavra “método” denota em uma pesquisa a forma na qual

¹⁹ Laville e Dionne (1999, p. 27) sugeriu que o empirismo parte de “Qualquer conhecimento, tendo uma origem diferente de experiência da realidade – crenças, valores por exemplo –, parece suspeito, assim como qualquer explicação que resulte de ideias inatas (são ideias inerentes a mente humana, anteriores a qualquer experiência) ”.

²⁰ Ao pesquisador é atribuído a obrigação “[...] de enfatizar a relevância da pesquisa e a concordância com a necessidade de se desenvolver uma atitude autocrítica em relação às próprias pesquisas. Ele deve estar sempre examinando o seu ponto de vista pela veracidade ou falsidade dos fatos reorganizando o conceito de saber, formando uma nova visão que permita reconhecer a incerteza, a falta de clareza, a relatividade, a instrumentalização e a ambiguidade do conceito **verdade científica**”. (SIQUEIRA et al., 2007, p. 25-26, grifo nosso).

trataremos aquele fenômeno a ser estudado, ou seja, o trabalho de pesquisa deve ser planejado e executado de acordo com as normas requeridas por cada método de investigação (RICHARDSON, 2011).

Nesse sentido, partilhando da ideia, a pesquisa do presente estudo quanto aos fins é de caráter exploratório e descritivo²¹, haja vista que este trabalho buscará debater sobre a inserção dos bioindicadores como ferramentas de suporte para classificação da qualidade da água, além disso, também haverá a caracterização e descrição dos principais atributos relacionados a utilização dos macroinvertebrados bentônicos para esse processo.

Quanto aos meios, a pesquisa se classificará como bibliográfica, uma vez que a mesma será realizada com base nos estudos já existentes sobre a temática, como livros, teses, dissertações, monografias, periódicos, entre outros materiais voltados para esse perfil. É importante salientar que a pesquisa bibliográfica “[...] não é mera repetição do que já foi dito ou escrito sobre certo assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusão inovadoras”. (MARCONI; LAKATOS, 2006, p. 71).

Em suma, o método escolhido para o estudo dessa temática (bioindicadores) será o dedutivo²². O mesmo pode ser definido do seguinte modo: “[...] a argumentação que torna explícitas verdades peculiares contidas em verdades universais”. Em outras palavras, por meio de fatores reconhecidos como indiscutíveis e verdadeiros este artifício possibilita ao investigador chegar a conclusões em virtude unicamente de sua lógica (JORGE, 2013). Cabe frisar que há duas regras que valida essas afirmações perante ao processo dedutivo: “[...] da verdade do antecedente segue-se a verdade do consequente e da falsidade do antecedente pode seguir-se a falsidade ou a veracidade do consequente.” (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007, p. 46). Assim, tal método se aplica nessa pesquisa pelo fato desta ser conduzida pela a gestão e manutenção dos recursos hídricos a fim de identificar caminhos referentes a preservação em grande parte desse substrato aquoso.

²¹ Segundo Barros e Silva (2010, 19) pesquisa exploratória é definida como “[...] pesquisa de base, pois oferece dados elementares que dão suporte para a realização de estudos mais aprofundados sobre o tema.” Já a pesquisa descritiva tem como objetivo conforme os mesmos autores de “[...] escrever as características de um objeto em estudo. A pesquisa não está interessada no por que, nas fontes do fenômeno; preocupa-se em apresentar suas características”.

²² O protótipo de raciocínio dedutivo é o silogismo, que consiste numa construção lógica, que a partir de duas proposições chamadas premissas, retira uma terceira, nelas logicamente implicadas, denominada conclusão (GIL, 2006).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a análise dessa temática foram utilizados em torno de cinquenta e sete artigos oriundos da base de dados denominada *Scielo*, diante disto vale comentar que o material encontrado foi derivado do método integrado presente no próprio meio, tendo em vista ainda que esses foram decorrentes da filtragem em nível de país e região (nordeste, sul e sudeste²³). Os seguintes trabalhos encontrados nessa pesquisa estão sendo apresentados no Quadro 5:

Quadro 5 – Checklist dos trabalhos encontrado na base de dados da Scielo - Método integrado.

Nomes dos trabalhos	Região	Revistas	Fora da temática (F)/Pertencente a temática (P)
Avaliação da biodiversidade de macroinvertebrados bentônicos ao longo de uma cascata de reservatórios no baixo rio São Francisco (nordeste do Brasil)	Nordeste	<i>Braz. J. Biol.</i>	F
Benthic macroinvertebrate community structure and seasonal variation in a neotropical stream in the State of Alagoas, Brazil	Nordeste	<i>Biota Neotrop.</i>	F
Colonização de macroinvertebrados bentônicos em detritos foliares em um riacho de primeira ordem na Floresta Atlântica do nordeste brasileiro	Nordeste	<i>Série Zoologia</i>	F
Direcionadores ambientais da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em um estuário hipersalino (Nordeste do Brasil)	Nordeste	<i>Acta Limnologica Brasiliensia</i>	F

²³ Essas últimas regiões foram escolhidas perante a maior quantidade de trabalhos publicados perante a temática escolhida, assim permitindo uma comparação entre o local estipulado na pesquisa com os dados obtidos desses cenários.

Macrofauna bentônica e as características limnológicas de um riacho de primeira ordem da Mata Atlântica do Nordeste Brasileiro	Nordeste	<i>Acta Limnologica Brasiliensia</i>	F
Macroinvertebrados bentônicos de um lago tropical: lago Caço, MA, Brasil	Nordeste	<i>Braz. J. Biol.</i>	F
Avaliação ecológica rápida de indicadores bentônicos de qualidade de água: uma experiência de sucesso na formação de pós-graduandos em ecologia no Brasil	Nordeste	<i>Braz. J. Biol.</i>	F
Análise comparativa de índices bióticos de avaliação de qualidade de água, utilizando macroinvertebrados, em um rio litorâneo do estado do Paraná, sul do Brasil.	Sul	<i>Biota Neotrop.</i>	P
Avaliação da comunidade de macroinvertebrados aquáticos como ferramenta para o monitoramento de um reservatório na bacia do rio Pitangui, Paraná, Brasil	Sul	<i>Série Zoologia</i>	P
Diversidade e variação espacial e temporal de macroinvertebrados bentônicos em relação ao estado trófico da lagoa da Figueira no Sul do Brasil	Sul	<i>Acta Limnologica Brasiliensia</i>	P
Estrutura e composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de área úmida e lavouras de arroz irrigado	Sul	<i>Acta Limnologica Brasiliensia</i>	P
Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água na Barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil	Sul	<i>Ciência Rural</i>	P

Macroinvertebrados bentônicos como indicadores do impacto ambiental promovido pelos efluentes de áreas orizícolas e pelos de origem urbana/industrial	Sul	<i>Ciência Rural</i>	P
Tolerância de macroinvertebrados bentônicos ao enriquecimento orgânico em rios de montanha da Região Nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil	Sul	<i>Acta Limnologica Brasiliensia</i>	P
Unidade de conservação e qualidade de água: a influência da integridade ambiental sobre assembleias de macroinvertebrados bentônicos	Sul	<i>Acta Limnologica Brasiliensia</i>	P
A comunidade de macroinvertebrados bentônicos da bacia hidrográfica do rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil	Sul	<i>Braz. J. Biol.</i>	F
Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em um riacho da região noroeste do Paraná, Brasil	Sul	<i>Biota Neotrop.</i>	F
Estrutura das associações de macroinvertebrados bentônicos de fundos moles após um derrame de ácido sulfúrico no Porto de Rio Grande, RS, Brasil	Sul	<i>Braz. J. Biol.,</i>	F
Efeito do carbofurano e metsulfuron-methyl sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos de lavoura de arroz irrigado	Sul	<i>Acta Limnologica Brasiliensia</i>	F
Efeito do corte de <i>Typha domingensis</i> : resposta dos macroinvertebrados	Sul	<i>Biota Neotrop.</i>	F

bentônicos e a regeneração da macrófita			
Efeito das operações de dragagem sobre a macrofauna de fundos moles em uma área portuária, região estuarina da Lagoa dos Patos, sul do Brasil	Sul	<i>Braz. J. Biol.</i>	F
Fauna de macroinvertebrados bentônicos de rios de montanha no sul do Brasil: composição, diversidade e estrutura	Sul	<i>Revista Brasileira de Zoologia</i>	F
Interações entre macroinvertebrados bentônicos e peixes em um rio de baixa ordem nos Campos de Cima da Serra, RS, Brasil	Sul	<i>Braz. J. Biol.</i>	F
Suficiência amostral para estudos de impacto ambiental sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos em arrozais irrigados	Sul	<i>Ciência Rural</i>	F
Variabilidade sazonal na estrutura da associação de macroinvertebrados bentônicos em uma enseada estuarina da Lagoa dos Patos, sul do Brasil	Sul	<i>Série Zoologia</i>	F
Velocidade da água e a distribuição de larvas e pupas de <i>Chirostilbia pertinax</i> (Kollar) (Diptera, Simuliidae) e macroinvertebrados associados	Sul	<i>Revista Brasileira de Entomologia</i>	F
A comunidade de macroinvertebrados aquáticos e características limnológicas das lagoas carioca e da barra, parque estadual do rio doce, MG	Sudeste	<i>Rev. Brasil. Biol.</i>	F
Oligoquetas aquáticos associados a	Sudeste	<i>Biota Neotrop.</i>	F

briófitas em um córrego de Mata Atlântica.			
Avaliação da diversidade de macroinvertebrados bentônicos, leveduras e indicadores microbiológicos ao longo de um gradiente longitudinal na Serra do Cipó, Brasil	Sudeste	<i>Braz. J. Biol.</i>	F
Estrutura das assembleias de macroinvertebrados bentônicos em dois córregos de cabeceira no sudeste do Brasil.	Sudeste	<i>Revista Brasileira de Zoologia</i>	F
Avaliação da biodiversidade de macroinvertebrados bentônicos em ecossistemas lóticos de altitude na Serra do Cipó (MG, Brasil)	Sudeste	<i>Rev. Brasil. Biol.</i>	F
Checklist dos Trichoptera (Insecta) do Estado de São Paulo, Brasil	Sudeste	<i>Biota Neotrop.</i>	F
Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho da serra de Itatinga, São Paulo, Brasil	Sudeste	<i>Revista Brasileira de Zoologia</i>	F
Diversidade de habitats físicos e sua relação com macroinvertebrados bentônicos em reservatórios urbanos em Minas Gerais	Sudeste	<i>Série Zoologia</i>	F
O nível de água afeta os macroinvertebrados bentônicos de uma lagoa marginal na região de transição rio - represa de zona tropical?	Sudeste	<i>Braz. J. Biol.</i>	F
Efeitos da deposição de material proveniente de dragagem sobre uma	Sudeste	<i>Braz. J. Biol.</i>	F

associação de macroinvertebrados bentônicos na zona costeira do Sul do Brasil			
Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em um gradiente de integridade ambiental em córregos Neotropicais	Sudeste	<i>Acta Limnologica Brasiliensia</i>	F
Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil	Sudeste	<i>Revista Brasileira de Zoologia</i>	F
Conteúdo estomacal de peixes em avaliações de comunidades de macroinvertebrados bentônicos	Sudeste	<i>Braz. J. Biol.</i>	F
Diversidade de habitats e grupos tróficos funcionais na Serra do Cipó, sudeste do Brasil	Sudeste	<i>Braz. J. Biol.</i>	F
Heterogeneidade espacial e temporal de reservatório subtropical e seus efeitos sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos	Sudeste	<i>Acta Limnologica Brasiliensia</i>	F
Macroinvertebrados bentônicos dos reservatórios em cascata do rio Paranapanema (sudeste, Brasil)	Sudeste	<i>Braz. J. Biol.</i>	F
Macroinvertebrados bentônicos e fatores controladores de sua distribuição em uma pequena lagoa tropical adjacente ao rio Paranapanema (São Paulo, Brasil)	Sudeste	<i>Acta Limnologica Brasiliensia</i>	F
Macroinvertebrados em córregos de baixa ordem em dois fragmentos de Mata Atlântica em diferentes estados de conservação, no Estado de São	Sudeste	<i>Braz. J. Biol.</i>	F

Paulo (Brasil)			
Oligochaeta (Annelida, Clitellata) of lotic environments at Parque Estadual Intervales (São Paulo, Brazil).	Sudeste	<i>Biota Neotrop.</i>	F
Relação entre a distribuição espacial da comunidade de macroinvertebrados bentônicos e o estado trófico em um reservatório Neotropical (Itupararanga, Brasil).	Sudeste	<i>Biota Neotrop.</i>	F
Distribuição espaço-temporal de macroinvertebrados bentônicos em um rio do sudeste brasileiro	Sudeste	<i>Braz. J. Biol.</i>	F
Aplicação e análise comparativa de três protocolos de avaliação rápida para caracterização da paisagem fluvial	Sudeste	<i>Rev. Ambient. Água</i>	P
Avaliação da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em produção de tilápia-do-Nilo com uso de coletores com substrato artificial	Sudeste	<i>Braz. J. Biol.</i>	P
Avaliação da qualidade ecológica da água do complexo hidrográfico Guapiaçu-Macacu (Rio de Janeiro, Brasil) usando múltiplos indicadores	Sudeste	<i>Rev. Ambient. Água</i>	P
Desenvolvimento de um índice multimétrico bentônico para a biorregião da Serra da Bocaina no Sudeste do Brasil	Sudeste	<i>Braz. J. Biol.</i>	P
Avaliação Ecológica de um reservatório no sudeste do Brasil.	Sudeste	<i>Biota Neotrop.</i>	P
Estudos baseados em uma única campanha de amostragem podem produzir resultados robustos para o	Sudeste	<i>Acta Limnologica Brasiliensia</i>	P

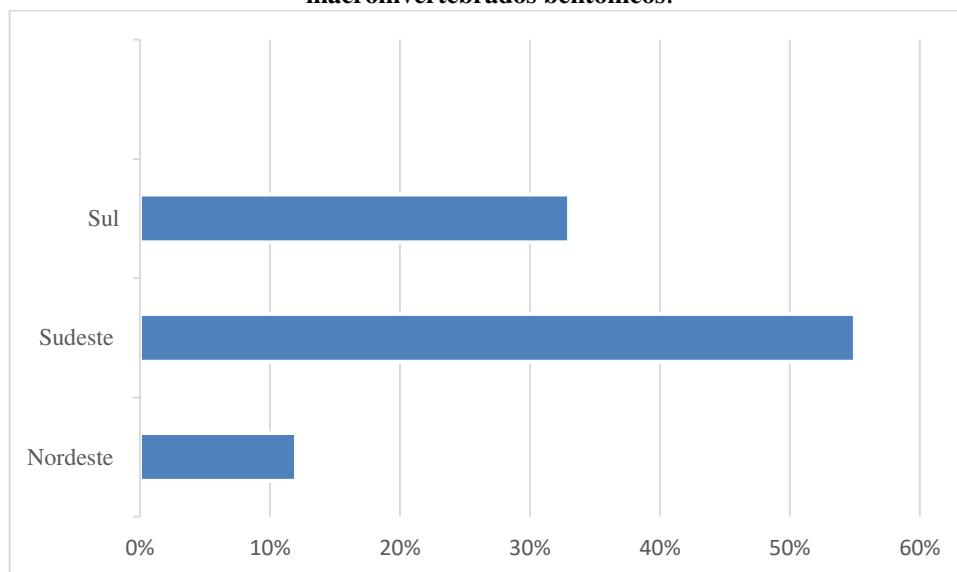
monitoramento da qualidade da água? Um estudo de caso no reservatório de Itupararanga, SP, Brasil			
Influência de pesticidas e uso da terra sobre as assembleias de macroinvertebrados bentônicos em uma bacia hidrográfica no Sudeste do Brasil	Sudeste	<i>Braz. J. Biol.</i>	P
Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade de água em um fragmento de Mata Atlântica	Sudeste	<i>Série Zoologia</i>	P
Aplicação de Protocolos de Bioavaliação Rápida para Macroinvertebrados Bentônicos no Brasil: Comparação entre Métodos de Coleta e entre Malhas	Sudeste	<i>Neotropical Entomology</i>	P
A importância de uma Reserva da Biosfera da Mata Atlântica para a Conservação da Fauna de Riachos	Sudeste	<i>Braz. J. Biol.</i>	P

*Um compilado de todos os materiais obtidos perante a busca sobre a utilização de macroinvertebrados bentônicos na base de dados da Scielo.

Fonte: Tabela feita pelo autor.

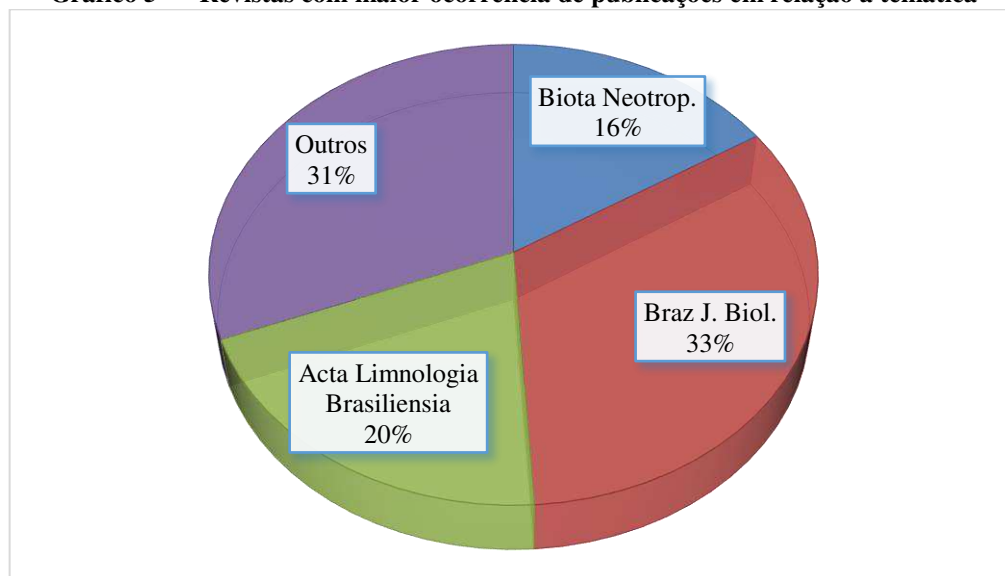
Diante de todos esses materiais pode ser realizada as seguintes contenções gerais de informações perante a construção de gráficos que norteie todos os dados recorrentes da pesquisa. Desse modo, o primeiro (Gráfico 4) apresenta as perspectivas dessa temática (a utilização de macroinvertebrados como bioindicadores de eventos que modifique o curso natural dos ambientes aquáticos) em nível regional, desta forma foi utilizado o método comparativo entre as regiões como maior grau de amparo científico e o espaço onde ocorreu a análise. Já o segundo (Gráfico 5) mostra os principais meios de divulgação perante aos trabalhos estabelecidos nesse campo.

Gráfico 4 – Diferença entre as regiões com maior grau e menor grau de pesquisa relacionadas a macroinvertebrados bentônicos.



*Dados provenientes dos artigos mencionados acima
Fonte: Gráfico feito pelo autor

Gráfico 5²⁴ – Revistas com maior ocorrência de publicações em relação a temática



*Dados provenientes dos artigos mencionados acima
Fonte: Gráfico feito pelo autor

Perante aos dados apresentados acima, pode-se concluir no **Quadro 6** os principais estados do Nordeste com ocorrência de estudos referentes aos macroinvertebrados bentônicos.

²⁴ As revistas com mais de seis publicações sobre o conteúdo estudado foram contabilizadas individualmente. Em relação à base de dados com menor valor, estas estarão relacionadas ao grupo outros.

Quadro 6 – Checklist das publicações sobre macroinvertebrados bentônicos no Nordeste Brasileiro.

Pernambuco	2
Bahia	1
Rio Grande do Norte	1
Maranhão	1
Sergipe	1
Alagoas	1

*Dados retirados dos artigos expostos acima a partir do checklist dos trabalhos encontrado na base de dados da Scielo – Método integrado

Fonte: Tabela feita pelo o autor

De acordo com as informações obtidos nos materiais encontrados na base de dados (Scielo) pode-se entender que a maioria dos trabalhos voltados a utilização de macroinvertebrados bentônicos estão situados em outras perspectivas, ou seja, em distintos empregos. Diante disto, é preciso ressaltar que todos os elementos volvidos ao espaço escolhido (Nordeste) não pleiteiam o assunto referente a este trabalho, assim, algumas hipóteses podem ser sugeridas perante a está realidade: (1) na perspectiva de Rosa (et al., 2005), a configuração das bacias hidrográficas do nordeste brasileiro tem um caráter modesto em relação as diferentes regiões situadas no território brasileiro, tendo em vista ainda que esta é caracterizada por perturbações hidrológicas (cheia e seca) (MALTCHIK, 1996). Em suma, os rios localizados no semiárido estão estruturados em solo raso e pouco permeáveis, isto resulta em uma pouca disponibilidade de recursos hídricos (AB'SABER, 2003) nessa região, permitindo, assim, a formação de rios e riachos de caráter intermitente. Desta forma, impossibilitando um estudo mais longilíneo do substrato através de bioindicadores, uma vez que este meio está sofrendo grandes transformações em um curto espaço de tempo; (2) o uso da bioindicação ainda é incipiente tanto no contexto regional como a nível nacional em virtude da falta do conhecimento de espécies tropicais, além disso, ausência de mecanismo voltados para o contexto desses espaços (regiões tropicais) é outro ponto que precisa ser reformulado para a implementação desse princípio na verificação dos recursos hídricos, uma vez que há uma abundância dessa metodologia em ambientes temperados que não retratam o nosso recinto (Brasil), como sugeri Junqueira e Campos (1998 apud OLIVEIRA, 2009); (3) a falta de uma legislação descentralizada por região e bacia (TUNDISI, 2003).

É necessário dizer que a utilização dos meios usuais (monitoramento das variáveis químicas e físicas) ainda é de fundamental importância, uma vez que todos os trabalhos encontrados empregam a bioindicação como uma ferramenta de apoio, visto que os mesmos

ainda trazem diversos benefícios, como: a identificação imediata de modificações nas propriedades físicas e químicas da água; detecção precisa da variável modificada, e determinação destas concentrações alteradas. Em contrapartida, essa metodologia apresenta algumas desvantagens quanto a descontinuidade temporal e espacial das amostragens, assim, resultando apenas numa captura momentânea do que pode ser uma situação altamente dinâmica (GOULART; CALLISTO, 2003).

Dessa maneira, o uso de bioindicadores está associado com as alterações nas comunidades existentes nas microbacias, sejam as mesmas oriundas de ações antrópicas ou não (TOLEDO; NICOLELLA et al., 2002). Isto posto que os principais métodos desse perfil estão relacionados perante há: as modificações na riqueza de espécies e índices de diversidade; abundância de organismos resistentes; perdas de espécies sensíveis; medidas de produtividade primária e secundária; sensibilidade a concentrações de substâncias tóxicas (ensaios ecotoxicológicos), quanto inorgânicos (cascalho, areia, rochas, etc.) (BARBOUR et al., 1999 apud GOULART; CALLISTO, 2003). Como também é averiguado nos trabalhos situados nesse estudo.

Em linhas gerais o monitoramento ambiental é caracterizado de acordo com Seiffert (2007, p. 181):

O monitoramento constitui o centro nervoso que pode definir a estratégia de fiscalização e controle de atividades poluidoras. É uma das fontes de informações para orientar as prioridades de ação do órgão de controle ambiental sobre empreendimentos degradadores da qualidade ambiental. Assim, uma rede de monitoramento da qualidade ambiental necessita ser regular, para dar confiabilidade aos dados e para torna-los fonte de referência para orientar as prioridades de controle

Desse modo o monitoramento tem como principal finalidade gerar informações sobre a qualidade ambiental, pesquisa de dados e subsídios para a interpretação, ajudando assim, a nortear e priorizar os trabalhos de fiscalização e identificação das causas dos problemas ambientais. Nesse sentido, permitindo conhecer melhor as características do meio, para administrá-lo eficazmente (RIBEIRA, 2000).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As diretrizes que compõem o monitoramento ambiental, essencialmente em corpos de água, devem ter uma preocupação tanto na forma da coleta como os tipos de amostras que representam o lugar a ser verificado, de tal modo que não haja irregularidades na construção das informações. Para tanto, deve haver um relato preciso da utilização dos subsídios (materiais primas) desses locais e a forma empregada no descarte dos dejetos a partir da produção industrial, tornando assim, cabível a utilização de diferentes metodologias para o estabelecimento dos dados que descrevam detalhadamente a real condição dos ambientes naturais, tendo em vista que uma grande parte dos elementos poluidores podem se espalhar em diferentes cadeias tróficas (em diversos materiais tanto orgânicos como inorgânicos) que regulam essas regiões. Nesse sentido, é necessário o uso de alternativas que reflitam esse princípio, uma vez que os métodos usuais (captação de dados a partir de características apenas inorgânicas) excluem dados fundamentais para o restabelecimento das regiões degradadas por ações antrópicas.

De acordo com os fatores acima expostos (durante todo o trabalho) a utilização de bioindicadores nessa esfera veio com a tarefa de complementação, e não como a única forma de reter os elementos (dados) presente no meio natural, visto que a união dessas duas metodologias conceberá a realidade exposta, ou seja, o nível de qualidade do ambiente. Mas, como foi visto, a falta de um método que abrangesse todas as características inerentes a nosso espaço (incluído a nossa diversidade em fauna), como também a falta de leis que ajudem nesse perfil inviabiliza o uso desse artifício na coleta de dados. É preciso ressaltar que a construção das informações agregados ao biomonitoramento é um processo longínquo e contínuo, assim, afetando ainda mais na sua implementação no território brasileiro.

Em suma, para que um processo de gestão de recursos hídricos (englobando todas as alternativas diferenciadoras) possa ser inserido é imprescindível um exercício sistemático de monitoramento ambiental, tanto a nível organizacional pelo órgão de controle ambiental, quanto em relação as propriedades dos afluentes fabricados em cada organização (este relacionado também com o monitoramento espacial, ou seja, os princípios degradantes que estão atuando no meio através do fortalecimento da produção industrial).

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. The Caatinga Domain. Reproductive ecology of a Neotropical cichlid fish *Cichla monoculus* (Osteichthyes, Cichlidae). **Brazilian Journal of Biology**, Rio de Janeiro, v. 63, n. 1, p. 17-26, out. 2003.
- AGENCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA. **Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília – DF: [s.n.], 2002.
- _____. _____. Brasília – DF: [s.n.]. 2007.
- ANDRADE, H. P. de. **Análise cienciométrica global em bioindicadores**: um panorama das tendências entre os anos 1998 a 2007. Goiana (GO): Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2007. 93f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde). Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2007.
- ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO, C. **Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba: SANEPAR, 2005.
- ARMITAGE, P. D. & PARDO, I. Impact assessment of regulation at the reach level using mesohabitat information. **Regulated Rivers: Research & Management**, Reino Unido, v. 10, p. 147-158, nov./dez. 1995.
- AURÉLIO, B. de H. **Aurélio Júnior**: dicionário escolar da língua portuguesa. Curitiba: Positivo, 2011.
- BAPTISTA, D. F.; BUSS, D. F.; EGLER, M. **Macroinvertebrados como bioindicadores de ecossistemas aquáticos contaminados por agrotóxicos**. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos/cap_08_veneno_ou_remedio.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2016.
- BARBOSA, F. A. R.; SOUZA, E. M. M.; VIEIRA, F.; RENAULT, G. P. C. P.; ROCHA, L. A.; MAIABARBOSA, P. M.; OBERDÁ, S.; MINGOT, S. A. Impactos antrópicos e biodiversidade aquática. In: _____. **Biodiversidade, população e economia**. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar: ECMXC: PADTC/CIAMB, 1997. p. 345-454.
- BARRETO, L.V.; BARROS, M. F.; BONOMO, P.; ROCHA, F. A.; AMORIM, J. da S. Eutrofização em rios brasileiros. **Enciclopédia biosfera**: Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 9, n. 16, p. 2165-2179, maio/jul. 2013.
- BARROS, F. G. N. **A Bacia Amazônica Brasileira no contexto geopolítico da escassez mundial de água**. Belém (PA): UNAMA, 2007. 108f. Dissertação (Mestrado). Universidade da Amazônia – UNAMA, 2007.
- BARROS, J. D. de. S.; SILVA, M. de. F. P. da. **Metodologia do estudo e da pesquisa científica**. João Pessoa: Sal da terra editora, 2010.
- BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Convenção sobre Diversidade Biológica**. Brasília, DF: [s.n.], 2000.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Geo Brasil recursos hídricos:** Componente da Série de Relatórios sobre o Estado e Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil. Brasília: MMA; ANA, 2007. 60 p.

BRASIL, lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Dispõe sobre Política nacional de recursos hídricos e determina outras providências. **Presidência da República**, Brasília, Seção I, 8 jan. 1997. p. 1-12.

BUSS, D. E.; BAPTISTA, D. E.; NESSIMIAN, J. L. **Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios.** Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/csp/v19n2/15412.pdf>>. Acesso em: 27 jul. 2016.

CALLISTO, M.; GONÇALVES, Jr., J. F.; MORENO, P. Invertebrados aquáticos como bioindicadores. In: _____. **Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais.** Belo Horizonte: UFMG, 2004. p. 1-12.

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

CARDOSO, L. R.; MARTINS, D.; MORI, E. S.; TERRA, M. A. Variabilidade genética entre populações de *Pistia stratiotes*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 181-185, abr. 2005.

CARLTON, J. T.; GELLER, J. B. Ecological roulette: the global transport of nonindigenous marine organisms. **Science**, v. 261, p. 78-82. 1993.

CARVALHO, T. M. de. Técnicas de medição de vazão por meios convencionais e não convencionais. **RBGF – Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 1, n. 1, p. 73-85, maio./ago. 2008.

CARVALHO SILVA, J. L. **Uma análise sobre a identidade da biblioteconomia:** perspectivas históricas e objeto de estudo. Olinda: Livro Rápido, 2010.

COMPIN, A.; CÉRÉGHINO, R. Sensitivity of aquatic insect species richness to disturbance in the Adour–Garonne stream system (France). **Ecological Indicators**, França, v. 3, p. 135-142. 2003.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. da. **Metodologia científica.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CETESB. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo.**

Disponível em:

<<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguassuperficiais/variaveis.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2016.

DRAKE, J. A., et al. (Org.). Biological Invasions: A global perspective. **Science**, New York, v. 248, n. 37, p. 88-89. 1989.

DEMO, P. **Metodologia científica em ciências sociais**. São Paulo: Atlas, 1995.

DERÍSIO, J. C. **Introdução ao controle da poluição ambiental**. São Paulo: Editora da CETESB, 1992.

ESTEVES, F. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FERNANDES, A. C. M. **Macroinvertebrados bentônicos como indicadores biológicos de qualidade da água: propostas para elaboração de um índice de integridade biológica**.

Disponível em:

<file:///C:/Users/Thiago/Downloads/2007_AdrianaCristinaMarinhoFernandes.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2016.

FIGEUIRÓ, S. F. A lei federal n. 9.605/98 e a composição do dano ambiental: reflexões críticas. **Veredas dos direitos**, Belo Horizonte, v. 8, n. 15, p. 149-164, jan./jun. 2011.

GALDEAN, N.; CALLISTO, M.; BARBOSA, F. Biodiversity assessment of benthic macroinvertebrates in altitudinal lotic ecosystems of Serra do Cipó (MG-Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 61, n. 2, p. 239-248. 2001.

GISP – Programa Global de Espécies invasoras. **América do Sul invadida**. Disponível em: <<http://www.institutohorus.org.br/download/gispSAmericapo.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

GOULART, M. D. C.; CALLISTO, M. **Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental**. Disponível em:

<<http://www.santoangelo.uri.br/~briseidy/P%F3s%20Licenciamento%20Ambiental/bioindicadores%2019.10.2010.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2016.

HEDGPETH, J. W. Foreign invaders. **Science**, v. 261, p. 34-35. 1993.

HARE, L.; CAMPBELL, P.G.C. Temporal variations of trace metals in aquatic insects. **Freshwater Biology**, v. 27, p. 13-27. 1992.

HENRY, R.; TUNDISI, J. G.; CURI, P. R. Fertilidade Potencial em Ecossistemas Aquáticos: Estimativa através de Experimentos de Eutrofização Artificial. **Ciência e Cultura**, v. 35, n. 6, p. 789-800. 1983.

HUTCHINSON, G. E. **A treatise on Limnology: Geography physics and chemistry**. New York: John Wiley & Sons, 1957. 1.015 p.

_____. **A treatise on Limnology: Limnological Botany**. New York: John Wiley & Sons, 1975. 660 p.

KELLY, M. G.; WHITTON, B. A. Biological monitoring of eutrophication in rivers. **Hydrobiologia**, v. 384, p. 55-67. 1998.

JORGE, P. T. **Uma análise sobre a identidade da biblioteconomia brasileira:** os contextos de ensino e a atuação do bibliotecário. 2013. 81 p. Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Ceará, Juazeiro do Norte – CE, 2013.

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 (MG/ Brasil) através de macroinvertebrados. **Acta Limnológica Brasileira**, Minas Gerais, v. 12, p. 73-87. 2002.

LAVILLE, C. DIONE, J. **A construção do saber.** Porto Alegre: Artmed, 1999.

LEÃO, T. C. C.; ALMEIDA, W. R.; DECHOUM, M.; ZILLER, S. R. **Espécies exóticas invasoras no nordeste do Brasil:** contextualização, manejo e políticas públicas. Recife: Cepan, 2011.

LIND, T. O.; TERRELL, T. T.; KIMMEL, B. L. **Problems in reservoir trophic-state classification and implications for reservoir management.** Disponível em: <http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-94-017-1096-1_3#page-2>. Acesso em: 22 jul. 2016.

LIMA, J. R. H. no B. **Recursos Hídricos no Brasil e no Mundo.** Disponível em: <http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/2001/doc/doc_33.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2016.

MALTCHIK, L. Nossos rios temporários, desconhecidos, mas essenciais. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 90, p. 63-65, maio. 1996.

MARCONI, M. de. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa:** planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 6. ed. rev. amp. São Paulo: Editora Atlas S. A., 2006.

MANDAVILLE, S. M. **Bioassessment of Freshwaters using Benthic Macroinvertebrates – a Primer.** Disponível em: <<http://www.chebucto.ns.ca/Sciense/SWCS/SWCS.html>>. Acesso em: 17 jul. 2016.

MARGALEF, R. **Limnologia.** Barcelona: Omega, 1983.

MAIA. **Manual de avaliações de impactos ambientais.** Paraná: SEMA-PR / IAP / GTZ, 1993.

MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. Ecology and distribution of aquatic insects. In: MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. (eds.). **An introduction to the aquatic insects of North America.** Dubuque: Kendall-Hunt, 1996. 862 p.

MORENO, P.; CALLISTO, M. **Bioindicadores de qualidade de água ao longo da bacia do Rio das Velhas (MG).** Disponível em: <http://www.manuelzao.ufmg.br/assets/files/Biblioteca_Virtual/MorenoeCallisto-202005-EMBRAPA.pdf>. Acesso em: Jul. 17. 2016.

MORESCO, C. **Avaliação do potencial da macrófita Pistia stratiotes na exposição de íon cromo (vi):** biossorção e tolerância. Pato Branco (PR): Universidade Tecnológica Federal do

Paraná, 2016. 102 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.

ODUM, F. P. The strategy of ecosystem development. **Science**, Washington, v. 164, p. 262-270. 1969.

OLIVEIRA, P. C. dos R. **Comunidade de macroinvertebrados bentônicos e qualidade da água e do sedimento das bacias hidrográficas dos rios lavapés, capivara, araquá e pardo, município de Botucatu (SP) e região**. Botucatu (SP): Universidade Estadual Paulista, 2016. 184 p. Dissertação (Mestrado em Zoologia). Universidade Estadual Paulista, 2016.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº001, de 1986. **Nacional do Meio Ambiente-SISNAMA**. Brasília, DF: [s.n.], 1986.

PAZ, F. N. V. da. Paiva, J. A. de. **Levantamento dos possíveis impactos ambientais pela ação antrópica nos córregos jenipapo e cará no município de Aragominas - TO**.

Disponível em:

<<http://www.faceq.edu.br/regs/downloads/numero04/levantamentoAmbientais.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2016.

PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R. M.; EIRAS, J. C. (Org.). Parasitologia de peixes de água doce do Brasil. In: LACERDA, A. C. F.; YAMADA, F. H.; ANTONUCCI, A. M.; DIAS, M. T. **Peixes introduzidos e seus parasitos**. Maringá: Eduem, 2013. p. 169-193.

PIVELLO, V. R.; SHIDA, C. N.; MEIRELLES, S. T. **Alien grasses in Brazilian savannas: a threat to the biodiversity**. Disponível em: <

http://web01.ib.usp.br/lepac/conservacao/Artigos/97_alien_grasses.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2016.

PREDOZO, C. da. S; KAPUSTA, S. C. **Indicadores ambientais em ecossistemas aquáticos**. Disponível em:<

http://redeotec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_amb_saude_seguranca/meio_amb/031212_indic_amb.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2016.

PRIMACK, R. B; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Planta, 2001.

PRODOCINO, V.; VITULE, J. R. S. Introdução de espécies não nativas e invasões biológicas. **Estudo de biologia ambiente e diversidade**. Curitiba, v. 34, n. 83, p. 225-237, jul./dez. 2010.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

RIBEIRO, M. A. **Ecologizar: pensando o ambiente humano**. Belo Horizonte: Rona, 2000.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

ROSA, R. Diversidade e conservação dos peixes da Caatinga. In: LEAL, I. R. et al. (Org.). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2005. 866 p.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York: Chapman & Hall, 1993. 488 p.

SEIFFERT, M. E. B. **Gestão ambiental**. São Paulo: Atlas, 2007.

SHEPP, D. L.; CUMMINS, J. D. Restoration in an urban watershed: Anacostia River of Maryland and the district of Columbia. In: WILLIAMS, J. E.; WOOD, C.A.; DOMBECK, M. P. (Ed.). **Watershed restoration: principles and practices**. Bethesda: American Fisheries Society, 1997. p. 297-317.

SIQUEIRA, F. et al. **Como elaborar projeto de pesquisa: linguagem e método**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2007.

SMITH, V. H; SCHINDLER, D. W. Eutrophication science: where do we go from here? **Trends in Ecology and Evolution**. v. 24, n. 4, p. 201-207. fev. 2009.

SOULÉ, M. The onslaught of alien species and other challenges in the coming decades. **Conservation Biology**. v. 4, p. 233-239. 1990.

TAVARES, M; MENDONÇA, J. B. Introdução de Crustáceos Exóticos no Brasil: Uma Roleta Ecológica. In: SILVA, J.; SOUZA, R. **Água de Lastro e Bioinvasão**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. p. 59-76.

TOLEDO, L. G., NICOLELLA, G., Índice de qualidade de água em microbacias sob uso agrícola e urbano. **Scientia agrícola**, v. 59, n. 1, p.181-186, jan/mar. 2002.

THIEGO, C. S.; FARACO, A. F.; SALGADO, N. C.; COWIE, R. H.; FERNANDEZ, M. A. **Rapid spread of an invasive snail in South America: the giant African snail, Achatina fulica**, in Brasil. Disponível em: <<http://www.tsusinvasives.org/dotAsset/d182152a-80e6-425b-b913-d42e48d64829.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2016.

THOMAZ, S. M.; BINI. A expansão das macrófitas aquáticas e suas implicações para o manejo de reservatórios: um estudo na Represa de Itaipu. In: HENRY, R. **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. São Paulo: Fundibio; Fapesp, 1999. p. 597-626.

THOMANN, R. V. B., MUELLER, J. A. **Principles of surface water quality modeling and control**. New York: Harper & Row, 1987.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

_____. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. 2. ed. São Carlos: Rima, 2003.

_____. A crise da água: eutrofização e suas consequências. In: _____. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: Rima, 2003. 256 p.

WETZEL, R. G. **Limnology**. EUA: W. B. Saunders Company, 743 p.

WILSON, E. O. A situação atual da diversidade biológica. In: WILSON, E. O. (Org.). **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

ANEXO A – Parâmetros de lançamento de efluentes em corpos de água

Parâmetros	Valor Máximo
Clorofila	10 ug/l
Densidade	20.000 cel/ml ou mm3/L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
Inorgânicos	
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L AL
Antimônio	0,005 mg/L Sb
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	0,7 mg/L Be
Berílio total	0,004 mg/L Be
Boro total	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,001 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,005 mg/L Cn
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobalto total	0,05 mg/L Co
Cobre total	0,009 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lênticos)	0.020 mg/L P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lênticos)	0,025 mg/L P
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,1 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercúrio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	3,7 mg/L N, para pH < 7,5 2.0 mg/L N, para 7,5 < pH < 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH < 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5
Prata total	0,01 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO4
Sulfeto (H2S não dissociado)	0,002 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	0,18 mg/L Zn
Orgânicos	
Acrilamida	0,5 ug/L

Alacloro	20 ug/L
Adrin + Dieldrin	0,005 ug/L
Atrazina	2 ug/L
Benzeno	0,005 ug/L
Benzidina	0,001 ug/L
Benzo(a)antraceno	0,05 ug/L
Benzo(a)pireno	0,05 ug/L
Benzo(b)fluoranteno	0,05 ug/L
Benzo(k) fluoranteno	0,05 ug/L
Carbaril	0,02 ug/L
Clordano (cis + trans)	0,04 ug/L
2-Clorofenol	0,1 ug/L
Criseno	0,05 ug/L
2,4-D	4,0 ug/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 ug/L
Dibenzo (a, h) antraceno	0,005 ug/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	0,003 mg/L
2,4 Diclorofenol	0,3 ug/L
Diclorometano	0,02 ug/L
DDT (p, p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,002 ug/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 ug/L
Endossulfan (a + b + sulfato)	0,056 ug/L
Endrin	0,004 ug/L
Estireno	0,02 mg/L
Etilbenzeno	90,0 ug/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L C6H5OH
Glifosato	65 ug/L
Gution	0,0005 ug/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,01 ug/L
Hexaclorobenzeno	0,0065 ug/L
Indeno(1, 2, 3-cd) pireno	0,05 ug/L
Lindano (g-HCH)	0,02 ug/L
Malation	0,1 ug/L
Metolacloro	10 ug/L
Metoxicloro	0,03 ug/L
Paration	0,04 ug/L
PCBs – Bifenilas policloradas	0,001 ug/L
Pentaclorofenol	0,009 ug/L
Simazina	2,0 ug/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L
2,4,5-T	2,0 ug/L
Tetracloroeto de carbono	0,002 ug/L
Tetracloroetano	0,01 ug/L
Tolueno	2,0 ug/L
Toxafeno	0,001 ug/L
2,4,5-TP	10,0 ug/L

Tributilestanho	0,063 ug/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1, 2, 4-TCB)	0,02 mg/L
Triclorobenzeno	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L
Trifluralina	0,2 ug/L
Xileno	300 ug/L

Fonte: Dados provenientes do livro Gestão ambiental de Mari Elizabete Bernardini Seiffert (este foi baseado a partir da Resolução do CONAMA n° 357 publicada em 17/3/2005)