



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ALEXANDER DE AZEVEDO

CRIAÇÃO DE PAINÉIS INTERATIVOS PARA ESTUDOS DE ECOLOGIA E
EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA BACIA DO RIO RIBEIRA DE IGUAPE/SP

CURITIBA / PR

2019

ALEXANDER DE AZEVEDO

CRIAÇÃO DE PAINÉIS INTERATIVOS PARA ESTUDOS DE ECOLOGIA E
EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA BACIA DO RIO RIBEIRA DE IGUAPE/SP

Dissertação apresentada como trabalho de conclusão do curso de Mestrado Profissional no Ensino de Biologia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Orientador: Prof. Dr. Ciro A. de Oliveira Ribeiro

CURITIBA / PR

2019

Universidade Federal do Paraná. Sistema de Bibliotecas.
Biblioteca de Ciências Biológicas.
(Rosilei Vilas Boas – CRB/9-939).

Azevedo, Alexander de.

Criação de painéis interativos para estudos de ecologia e educação ambiental na bacia do Rio Ribeira de Iguape / SP. / Alexander de Azevedo. – Curitiba, 2019.

63 f. : il.

Orientador: Ciro Alberto de Oliveira Ribeiro.

Dissertação (Mestrado profissional) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia.

1. Ecologia dos rios. 2. Análise de interação em educação. 3. Poluentes ambientais. 4. Ictiofauna. – Ribeira do Iguape, Rio (PR e SP) I. Título. II. Ribeiro, Ciro Alberto de Oliveira. III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia.

CDD (20. ed.) 574.5

TERMO DE APROVAÇÃO

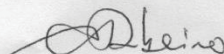


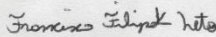
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFBIO ENSINO DE
BIOLOGIA EM REDE NACIONAL - 32001010175P5

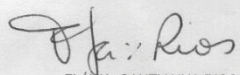
TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em PROFBIO ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado Profissional de **ALEXANDER DE AZEVEDO**, intitulada: **CRIAÇÃO DE PAINÉIS INTERATIVOS PARA ESTUDOS DE ECOLOGIA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA BACIA DO RIO RIBEIRA DE IGUAPE/SP**, sob orientação do Prof. Dr. CIRO ALBERTO DE OLIVEIRA RIBEIRO, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua **APROVAÇÃO** no rito de defesa. A outorga do título de Mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 20 de Dezembro de 2019.


CIRO ALBERTO DE OLIVEIRA RIBEIRO
Presidente da Banca Examinadora


FRANCISCO FILIPAK NETO
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)


FLÁVIA SANT'ANNA RIOS
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus familiares pelo apoio e motivação para concluir esse trabalho. Em especial aos irmãos de coração, Marcelo e Márcio, meus filhos Vinícius e Geovana e à Solange, minha ex-esposa e uma grande amiga nos dias de hoje.

Obrigado aos meus colegas de grupo, Ivone, Paulo, Taysa, Juliano, Rafael e Francine e também ao meu amigo Jair pelo apoio e ajuda durante esse percurso. O companheirismo de vocês foi indispensável à essa conquista. Sou grato também aos demais colegas de turma e professores que fizeram parte dessa etapa, em especial ao meu amigo e professor Vanderlei Ribeiro (Deco Miracatu), professor da Escola Estadual Alay Côrrea, que criou e administrou o projeto Pescadores do Rio Ribeira de Iguape, que me influenciou no desenvolvimento desse trabalho de conclusão do mestrado.

Registro também meu agradecimento aos pescadores Marquinho e Carlos Lobo, e aos alunos Maycon e Murilo. Graças a vocês foi possível criar uma rica coleção de espécies a partir dos peixes fornecidos por vocês.

Por fim, expresso minha gratidão ao Professor Ciro por acreditar no meu potencial até mesmo quando eu não acreditava e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento desse trabalho.

RELATO DO MESTRANDO

Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Mestrando: ALEXANDER DE AZEVEDO
Título do TCM: CRIAÇÃO DE PAINÉIS INTERATIVOS PARA ESTUDOS DE ECOLOGIA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA BACIA DO RIO RIBEIRA DE IGUAPE/SP
Data da defesa: 20/10/2019
<p>Relato: Iniciar o mestrado para mim, foi algo incrível! O meu sonho tinha se realizado. Durante o curso, deparei-me com algumas dificuldades como, por exemplo, viajar todos os sábados de Registro/ SP para Curitiba/ PR. Nesse período, vivenciei dificuldades financeira e também problemas pessoais que, de certa forma, acabaram-me desmotivando um pouco. Porém, as aulas que tínhamos nesses dias eram compensatórias, pois durante as aulas não se baseavam apenas nos conteúdos ensinados, mas nas metodologias significativas que tornaram nossas práticas mais proveitosas, em virtude também das aulas teóricas combinadas às aulas práticas.</p> <p>A convivência com os colegas do curso foi algo enriquecedor, pois éramos professores de três Secretaria de Educação distintas (SP, SC e PR) e isso nos possibilitou a conhecer um pouco da realidade, além de trocarmos experiências.</p> <p>Algo muito marcante, creio que para muitos mestrandos, era o nosso momento de café. Nele podíamos nos distrair um pouco e confraternizar e com isso reforçar nossos laços de amizade.</p> <p>No geral, o Programa Profbio foi intenso e desafiador, porém sem sombras de dúvidas, o mesmo contribuiu para nos tornarmos profissionais melhores. Isso só foi possível por conta da dedicação e carinho por parte dos nossos professores, que mesmo sacrificando parte dos seus finais de semanas, ministravam aulas significativas e motivadoras.</p> <p>Para finalizar, quero agradecer a todos os colegas de curso pelo companheirismo e pelas trocas de experiências. Quero agradecer também a todos os professores que ministraram aulas para nós durante esse curso, em especial aos professores: Ciro, Jaime, Cláudia, Edson, Flávia, Ruth e Sandra.</p>

RESUMO

Os livros didáticos direcionados para o ensino médio, e principalmente para as escolas públicas, não adotam alguns aspectos contemporâneos de ecologia como a relação do homem com o ambiente onde vive. Em geral, os conceitos são superficiais ou se restringem aos conceitos de ecologia clássica, sem que o estudante possa interagir com as realidades ambientais contemporâneas. O presente estudo buscou a criação e inserção de material informativo e interativo no processo educativo escolar por meio de painéis interativos e uma coleção de peixes fixados, sendo proposta uma sequência didática na qual são abordados conceitos ecológicos aplicados à relação homem-ambiente e as consequências negativas para os ambientes naturais dessa interação. O aspecto central do estudo foi produzir um material que permitisse fazer uma reflexão e discussão sobre a situação da Bacia do Rio Ribeira de Iguape no Estado de São Paulo, evidenciando a trecho que corta o município de Registro, no Vale do Ribeira. Essa Bacia e o trecho mencionado foram escolhidos pela grande atividade antrópica no local e pelo fato dessa fazer parte de um Santuário Ecológico classificado pela UNESCO como Patrimônio Natural da Biosfera, um dos poucos resquícios de Mata Atlântica no Brasil. Com o intuito de caracterizar a ictiofauna da região, além das informações obtidas na literatura, foram obtidos exemplares de peixes adquiridos com pescadores da região, que permitiram a montagem de uma coleção das espécies mais abundantes na região da Bacia. Ao todo, 23 espécies foram preservadas em potes de vidros e devidamente identificadas. Painéis interativos foram montados para abordar os conceitos de Biodisponibilidade, Bioacumulação e Biomagnificação de poluentes em ambientes aquáticos de água doce, através dos quais, de forma dinâmica, os estudantes podem compreender o significado desses conceitos e empregá-los posteriormente. Utilizando os espécimes de peixes coletados como material de apoio, é possível montar uma representação da cadeia alimentar, posicionando esses animais de acordo com os seus respectivos níveis tróficos. A partir de dados referentes à situação em que a Bacia se encontra, frente ao problema ambiental mencionado, foi elaborado painel interativo na forma de mapa, localizando as principais fontes de emissões de poluentes. Com base nesse material didático é possível dirigir uma dinâmica e uma discussão onde os conceitos são aplicados no grande painel da cadeia alimentar do Rio Ribeira, que por sua vez se liga aos problemas antrópicos encontrados na Bacia. Assim, de forma dinâmica pode-se conduzir os estudantes a criarem hipóteses, que expliquem potencialmente o risco para determinadas espécies em função das atividades antrópicas, levando-se em conta a posição trófica das espécies na cadeia alimentar. Foi proposta uma sequência didática utilizando os recursos mencionados, com o objetivo de trazer para a realidade local do estudante o emprego de conceitos ecológicos, facilitando assim o aprendizado de ecologia em escolas de ensino médio da região. A sequência pode ser adaptada para ser utilizada em escolas localizadas em outras regiões e Bacias hidrográficas, permitindo a contextualização do ensino dentro da realidade regional.

Palavras-Chave

Ecologia, Recursos Interativos, Poluentes, Ictiofauna, Biologia, Vale do Ribeira.

ABSTRACT

High school textbooks, especially public schools, do not adopt some contemporary aspects of ecology such as man's relationship with the environment in which he lives. In general, the concepts are superficial or restricted to the concepts of classical ecology, without the student being able to interact with contemporary environmental realities. The present study sought the creation and insertion of informative and interactive material in the school educational process through interactive panels and a collection of fixed fishes. It was proposed a didactic sequence in which ecological concepts applied to the human-environment relationship and the negative consequences are addressed. to the natural environments of this interaction. The central aspect of the study was to produce a material that allowed a reflection and discussion about the situation of the Ribeira de Iguape River Basin in the State of São Paulo, highlighting the section that crosses the municipality of Registro, in Vale do Ribeira. This basin and the mentioned section were chosen for the great anthropic activity in the area and because it is part of an Ecological Sanctuary classified by UNESCO as a Natural Biosphere Heritage, one of the few remnants of the Atlantic Forest in Brazil. In order to characterize the ichthyofauna of the region, besides the information obtained in the literature, collections were performed, which allowed the assembly of a collection of the most abundant species in the Basin region. In all, 23 species were collected and preserved in glass jars and properly identified. Interactive panels have been set up to address the concepts of Bioavailability, Bioaccumulation and Biomagnification of pollutants in freshwater aquatic environments, through which students can dynamically understand the meaning of these concepts and use them later. Using the fish specimens collected as support material, it is possible to assemble a representation of the food chain, positioning these animals according to their respective trophic levels. Based on data related to the situation in which the basin is facing the environmental problem mentioned, an interactive panel was created in the form of a map, locating the main sources of pollutant emissions. Based on these didactic materials, it is possible to direct a dynamic and a discussion. where the concepts are applied to the large panel of the Rio Ribeira food chain, which in turn is linked to the anthropic problems encountered in the basin. Thus, students can dynamically lead to hypotheses that potentially explain the risk to certain species due to anthropic activities, considering the trophic position of the species in the food chain. It was proposed a didactic sequence using the mentioned resources, aiming to bring to the local reality of the student the use of ecological concepts, thus facilitating the learning of ecology in high schools of the region. The sequence can be adapted to be used in schools located in other regions and watersheds, allowing the contextualization of teaching within the regional reality.

Keywords: Ecology, Interactive Panels, Pollutants, Biology, Vale do Ribeira.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Sub-Regiões da Bacia do Rio Ribeira de Iguape.....	11
Figura 2 - Rio Ribeira de Iguape.....	12
Figura 3 - Os formadores do Rio Ribeira de Iguape: A) Rio Ribeirinha e B) Rio Açungui.....	14
Figura 4: Membrana Plasmática.....	18
Figura 5: Processo de biomagnificação no sistema aquático. Produtores (Pd), Primeiro consumidor (Cs1), segundo consumidor (Cs2), terceiro consumidor (Cs3), quarto consumidor (Cs4).....	19
Figura 6: Modelo de Bioacumulação e Bioconcentração em Peixes.	20
Figura 7 - Valo grande.....	22
Figura 8 - Local onde estava instalada a Plumbum em Adrianópolis	24
Figura 9 - Retirada da mata ciliar ao longo do Rio Ribeira de Iguape para o plantio de banana.....	25
Figura 10: a) Preparação dos exemplares para conservação; b) aplicação de formaldeído 10% no tecido dos peixes.....	36
Figura 11: Exemplares de a) anhã; b) bagre-branco, c) cascudo, d) cará.	39
Figura 12: Exemplares de: a) duiá, b) lambari, c) mandi pintado; d) manditinga.	40
Figura 13: Exemplares de a) manjuda, b) muçum, c) parati, d) piaú verdadeiro. (...	40
Figura 14: Exemplares de a) pito, b) robalo flecha, c) robalo peva, d) saguarú.	40
Figura 15: a) sardinha branca, b) tainha, c) tajibucu, d) tuvira.....	41
Figura 16: Modelo da etiqueta utilizada nos exemplares	41
Figura 17: Painel de introdução.....	42
Figura 18: Painel interativo das espécies contidas na coleção de peixes.....	43
Figura 19: Painel interativo da teia alimentar.....	44
Figura 20: Painel interativo das atividades antrópicas na Bacia do Rio Ribeira.	45
Figura 21: Painel interativo da biodisponibilidade.	46
Figura 22: Painel interativo da bioacumulação.	47
Figura 23: Painel interativo de biomagnificação.	47

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO RIBEIRA DE IGUAPE.....	11
1.2 ASPECTOS GERAIS DA DISCIPLINA ECOLOGIA.....	15
1.2.1 Etimologia da palavra ecologia	15
1.2.2 Biodiversidade e Ecossistema.....	15
1.3 ICTIOFAUNA E FATORES QUE INFLUENCIAM O CENÁRIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO RIBEIRA DE IGUAPE.....	16
1.4 O CONCEITO DE BIODISPONIBILIDADE, BIOACUMULAÇÃO E BIOMAGNIFICAÇÃO	18
1.5 FATORES ANTRÓPICOS NO VALE DO RIBEIRA.....	21
1.6 PISICULTURA NO VALE DO RIBEIRA E FUGA DE ESPÉCIES EXÓTICAS.....	29
1.7 RECURSOS INTERATIVOS DE ENSINO	30
2. JUSTIFICATIVA	32
3. OBJETIVOS	34
3.1 OBJETIVO GERAL.....	34
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	34
4. METODOLOGIA	35
4.1 APROFUNDAMENTO BIBLIOGRÁFICO.....	35
4.2 MONTAGEM DE COLEÇÃO DIDÁTICA DE PEIXES	35
4.3 CRIAÇÃO DOS PAINÉIS INTERATIVOS	36
4.4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA	37
5. RESULTADOS	38
5.1 COLEÇÃO PERMANENTE DE PEIXES REPRESENTATIVOS DA BACIA DO RIO RIBEIRA.....	38
5.2 PAINÉIS INTERATIVOS.....	41

5.2.1 Painel de introdução	42
5.2.2 Painel interativo das espécies contidas na coleção de peixes	42
5.2.3 Painel interativo da teia alimentar	43
5.2.4 Painel interativo das atividades antrópicas na Bacia do Rio Ribeira	44
5.2.5 Painel interativo da biodisponibilidade	45
5.2.6 Painéis interativos da bioacumulação e biomagnificação	46
5.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA	47
6. DISCUSSÃO	53
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
REFERÊNCIAS	56

1. INTRODUÇÃO

1.1 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO RIBEIRA DE IGUAPE

A Bacia hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape está inserida nas regiões leste do Estado do Paraná e sudeste do estado de São Paulo (figura 1). Tendo como seu principal componente o Rio Ribeira de Iguape (figura 2), localizado entre as regiões da cidade de São Paulo e a de Curitiba, Paraná. A Bacia hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape, referenciado pelas latitudes 23° 30' e 25° 30' e as longitudes 46° 50" e 50° 00' norte, abrangendo, em sua totalidade, uma área de 24.980 km², da qual 62% pertencem ao Estado de São Paulo (COTRIM, 2006).



Figura 1: Sub-Regiões da Bacia do Rio Ribeira de Iguape. Fonte: INSTITUTO SOCIO AMBIENTAL, 2013.



Figura 2 - Rio Ribeira de Iguape. Fonte: MOSS e MOSS, s/d.

Devido sua conformação alongada no sentido sudoeste – nordeste, a Bacia hidrográfica em questão fica quase paralela à orla marítima, “confrontando-se com as Bacias dos rios Tietê ao norte, Paranapanema a oeste, Iguazu ao sul e, tendo a leste pequenos cursos d’água da vertente atlântica” (COTRIM, 2006, p.26). Além disso, é composta pelo Complexo Estuarino Lagunar de Iguape, Cananéia e Paranaguá, na região denominada Vale do Ribeira e possui um ecossistema formado pelos sistemas aquático e terrestre, composto por rios, estuário e pelo Oceano na parte aquática e por dunas, mangues, restinga e florestas (DIEGUES, 2007).

O Comitê de Bacias Hidrográficas do Ribeira de Iguape e Litoral Sul destaca como afluentes do Rio Ribeira de Iguape: Rio Juquiá, Rio São Lourenço, Rio Jacupiranga, Rio Pardo, Rio Turvo, Rio Una da Aldeia, Rio Ponta Grossa e Rio Itariri como os principais cursos de água da Bacia. Cita também que o meio físico terrestre formado pelo conjunto de sub-bacias e pelos municípios do Litoral Sul, Iguape, Cananéia e Ilha Comprida, que formam o Complexo Estuarino Lagunar da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI-11, com extensão territorial de 17.056 km² e área de drenagem de 17.068 km², abrange vinte e três municípios: Apiaí, Barra do Chapéu, Barra do Turvo, Cajati, Cananéia, Eldorado, Iguape, Ilha Comprida, Iporanga, Itaóca, Itapirapuã Paulista, Itariri, Jacupiranga, Juquiá, Juquitiba, Miracatu, Pariquera-Açu, Pedro de Toledo, Registro, Ribeira, São Lourenço da Serra, Sete Barras, Tapiraí.

A Bacia do Ribeira é consideravelmente preservada, mesmo estando entre dois grandes centros industriais localizados ao Norte do Estado do Paraná e ao Sul do Estado de São Paulo. As extensões da Bacia correspondem a uma área de 2.830.666

hectares, em na qual reside uma população estimada de 480 mil habitantes, distribuídos em 31 municípios, dos quais 9 se encontram no Paraná e 22 no estado de São Paulo (SANTANA, 2008). O seu alto grau de preservação ambiental e sua grande diversidade ecológica se dão devido a uma área de Mata Atlântica que corresponde a 23% desse bioma remanescente no Brasil (GAZETTA, s/d). Nesse cenário, são encontradas não apenas florestas, mas também restingas e manguezais, sendo considerada como a maior área contínua nesse grande ecossistema e que ainda pode conservar uma naturalidade (CIVILIS, 2003).

Além da grande riqueza ambiental, o Vale do Ribeira possui um rico patrimônio cultural, advindo da pluralidade de costumes das diferentes comunidades que o compõe. Dentre estas se encontram: comunidades quilombolas, caiçaras, indígenas, pescadores tradicionais e pequenas comunidades rurais, bem como descendentes de imigrantes alemães, portugueses e japoneses, que mantêm viva a cultura de seus ancestrais e manifestam-na por meio de festas tradicionais, arte, religião e uma culinária típica, bastante apreciada pelos moradores e turistas que visitam a região (DIEGUES, 2007).

O Rio Ribeira de Iguape tem sua nascente no estado do Paraná, no município de Cerro Azul, sendo formado pela confluência dos rios Ribeirinha (figura 3a) e Açungui (figura 3b), atingindo a extensão aproximada de 470 quilômetros. Apresenta diversos afluentes e atravessa um trecho considerável da Floresta Atlântica, passando por várias e pequenas cidades, cruzando a planície costeira, desembocando no oceano, na Barra do Ribeira, em Iguape (SANTANA, 2008). Cabe ser ressaltado que uma parte das suas águas não é lançada diretamente no oceano, mas sim no denominado Mar Pequeno, que se encontra entre o continente e a Ilha Comprida, na Barra do Icapara. Neste trecho, tem como principais afluentes Rio Etá, Rio Una da Aldeia, Rio Pariquera-Açú, Rio Juquiá e Rio Peropava (CBH-RB, 2013). Embora essa região tenha uma grande extensão e vários municípios, ela não possui uma grande população, sendo que seus municípios são de pequeno porte e apenas o município de Registro pode ser considerado de médio porte, conforme a IBGE (2000).

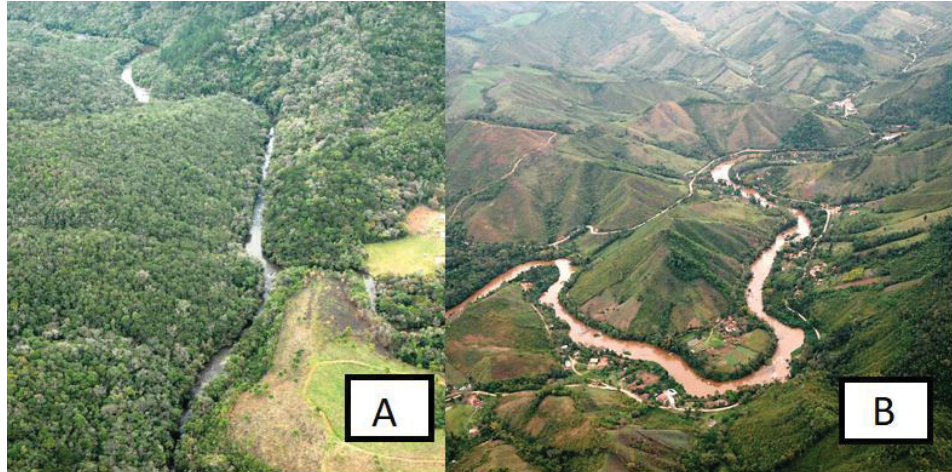


Figura 3 - Os formadores do Rio Ribeira de Iguape: A) Rio Ribeirinha e B) Rio Açungui. Fonte: MOSS e MOSS, s/d.

No Vale do Ribeira, “as condições climáticas da região são altamente favoráveis à ocorrência de chuvas do tipo frontal, de grande intensidade e duração, que tendem a produzir grandes volumes de escoamento superficial” (IKEDA e BERTAGNOLI, 2000, s/p). Esse fator, somado às características morfológicas da Bacia, contribui para episódios de cheias. As características morfológicas desse cenário podem ser entendidas como declividades acentuadas dos terrenos e do leito do Rio Ribeira que “nos seus trechos superior e médio, são determinantes dos tempos de concentração do escoamento superficial, que tendem a ser relativamente reduzidos, propiciando picos de enchentes bastante pronunciados” (IKEDA e BERTAGNOLI, 2000, s/p).

As localidades a partir do município de Registro são propícias a episódios de maior gravidade em relação a enchentes e inundações, visto que estão posicionados à jusante da confluência do Rio Ribeira de Iguape com o Rio Juquiá. Além disso, os municípios de Registro, Eldorado e Sete Barras, se encontram localizados “total ou parcialmente na Planície Fluvial no trecho de montante, onde o tempo das inundações são menores, mas os problemas são de grande gravidade quando estas ocorrem” (ROSS, 2002, p.38-39).

1.2 ASPECTOS GERAIS DA DISCIPLINA ECOLOGIA

1.2.1 Etimologia da palavra ecologia

A ecologia, sobretudo, é uma ciência muito antiga, cujas raízes podem ser observadas desde o antigo Egito, onde utilizavam-se de “métodos ecológicos para combater pragas que assolavam culturas de cereais no vale do Rio Nilo” (PINTO-COELHO, 2009, p.11). Mesmo antes, os homens mais primitivos já se guiavam pela necessidade de compreender os locais e períodos em que se podiam encontrar alimentos, vegetais ou animais. No entanto, o termo em alemão *oekologie* só foi difundido em 1866 pelo biólogo naturalista e discípulo de Charles Darwin, Ernst Haeckel. Sendo o termo vindo da palavra grega *oikos* que significa “casa”, “família” ou “lugar para morar” (SMITH e PIMM, 2019, s/p), Haeckel definiu a ecologia como sendo “a ciência capaz de compreender a relação do organismo com o seu ambiente” (HAECKEL, 1866 apud. TOWNSEND *et al.*, 2009, p.16). Nos anos posteriores, outros cientistas, como Jhon Burdon-Sanderson, Robert Ricklefs, Arthur Transley e Charles Elton, atribuíram diferentes definições à ecologia, que motivaram até uma cisão entre sua abordagem em relação aos animais e vegetais (TOWNSEND *et al.*, 2009).

As inúmeras significações subsequentes àquela de Ernst Haeckel, são entendidas por Townsend (*et al.*, 2009, p.16) como algo vago, visto que estas insinuam que a ecologia “consiste em todos aqueles aspectos da biologia que não são nem fisiologia nem morfologia”. Assim, o autor prefere a definição do cientista Herbert Andrewartha, que em 1961 define esse ramo da Biologia como “o estudo científico da distribuição e abundância de organismos (ANDREWARTHA, 1961 apud. TOWNSEND *et al.*, 2009).

Em outras palavras e ecologia é um ramo da biologia que estuda as interações e relações de organismos com os ambientes em que estão locados. Além disso, essa ciência se preocupa em abordar problemas mais urgentes relacionados a humanidade, como: expansão populacional, degradação de ecossistemas, escassez de alimento, aquecimento global e extinção de espécies animais ou vegetais (SMITH e PIMM, 2019).

1.2.2 Biodiversidade e Ecossistema

O planeta como o conhecemos hoje é composto por inúmeras formas de vidas, das quais fazem parte os micro-organismos, a flora, a fauna silvestre e até mesmo os

seres humanos. Nas diferentes paisagens naturais que formam a Terra, existem grupos característicos de fatores atuando de forma simultânea para o funcionamento de uma paisagem específica. As inúmeras paisagens espalhadas sobre o planeta e os seres que as compõe são entendidas como biodiversidade (ALHO, 2012).

Na biologia, os fatores por trás do funcionamento de uma paisagem específica são compreendidos como fatores bióticos ou fatores abióticos, que estão relacionados a como as características físicas, químicas ou físico-químicas do meio influenciam os seres que ali vivem. Cada tipo de paisagem sofre os efeitos de fatores abióticos particulares, seja por fatores climáticos específicos que influenciam luminosidade, temperatura, umidades, pressão atmosférica ou fatores químicos como como a quantidade de isótopos ou radioisótopos presentes na água e solo (BONILLA, 2010).

Por exemplo, no ambiente marinho, o fator persistente é a salinidade, enquanto junto à costa são as marés. Num ambiente terrestre, como uma floresta as características físico-químicas do solo e o clima podem ser os fatores mais importantes (RAINHO, 2009).

O conjunto das comunidades bióticas que compõe uma paisagem natural, bem como os fatores abióticos que a caracteriza são entendidos como ecossistema (RAMOS e AZEVEDO, 2010). Visto o foco dessa pesquisa voltado para a Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape, nessa seção será dada atenção em como os fatores bióticos e abióticos corroboram para o funcionamento de ecossistemas aquáticos e sua ictiofauna (conjunto de espécies de peixe presentes em uma região biogeográfica específica).

1.3 ICTIOFAUNA E FATORES QUE INFLUENCIAM O CENÁRIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO RIBEIRA DE IGUAPE.

O Brasil ocupa quase metade de toda a América do Sul com suas extensões de 8,5 km², que são suficientes para abranger diferentes zonas climáticas, tais como o “Trópico úmido do Norte, o semiárido no Nordeste e as áreas temperadas no Sul” (BRASIL, s/d, s/p). A abrangência de diferentes zonas climáticas por parte do território nacional contribui para a formação de zonas biogeográficas particulares, construídas por intermédio dos fatores bióticos e abióticos característicos da região. Dentre os biomas que compõe o Brasil, o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, s/d, s/p) destaca a Floresta Amazônica, maior floresta tropical úmida do mundo; o Pantanal, maior

planície inundável; o Cerrado de savanas e bosques; a Caatinga de florestas semiáridas; os campos dos Pampas; e a floresta tropical pluvial da Mata Atlântica. Além disso, o Brasil possui uma costa marinha de 3,5 milhões km², que inclui ecossistemas como recifes de corais, dunas, manguezais, lagoas, estuários e pântanos.

A abundância de biomas reflete diretamente na pluralidade de espécies que compõe o país, originando uma das maiores biodiversidades do planeta, composta por aproximadamente 20% de toda as espécies da Terra (BRASIL, s/d). Conseqüentemente, essas riquezas se estendem ao mundo aquático, fazendo com que o país comporte, conforme registrado até o ano de 2006, a “ocorrência de 2.587 espécies válidas pertencentes a famílias de peixes que ocorrem exclusivamente em ambientes de água doce”. Desse total, 2481 espécies encontravam-se formalmente descritas, enquanto 106 que estavam em fase de descrição nesse mesmo ano (BOCKUP *et al.*, 2007, p.11).

Voltando a ótica da pluralidade da ictiofauna nacional para a região do Rio Ribeira de Iguape e os rios litorâneos, é possível observar que sua estrutura ambiental e ecológica favorecem a existência de uma ictiofauna rica e diversificada. No ano de 1998, foram relatadas ocorrências de 12 famílias e aproximadamente 54 espécies de peixes de água doce na região paulista da Bacia (CASTRO e MENZES, 1998 apud. HENRIQUES, 2010). Já em 2000, 77 espécies de água doce foram catalogadas (BIZERRIL e LIMA, 2000 apud. HENRIQUES, 2010). O estudo completo mais recente, publicado no ano de 2006, aponta a existência de aproximadamente 100 espécies de peixes de água doce na Bacia do Rio Ribeira de Iguape e 50 espécies nos rios litorâneos (OYAKAWA *et al.*, 2006 apud. HENRIQUES, 2010). No entanto, essa diversidade encontra-se hoje ameaçada por atividades antrópicas existentes na região, como práticas industriais em expansão, que podem afetar não somente os organismos aquáticos que absorvem esses resíduos, que comumente encontram os rios, mas também animais no topo da cadeia alimentar que consomem os peixes (BRAGA, 2016).

1.4 O CONCEITO DE BIODISPONIBILIDADE, BIOACUMULAÇÃO E BIOMAGNIFICAÇÃO

A expansão populacional e os avanços tecnológicos recorrentes vêm demandando ao longo dos anos um aumento de processos industriais, produção de alimentos e despejo de esgotos. Muitos dos elementos presentes nesses processos, como metais pesados e produtos químicos, acabam chegando ao meio ambiente, e afetando ecossistemas, visto o potencial de interferir na cadeia alimentar (COTTA, 2006). A fração de um produto ou elemento químico que esteja acessível em um meio para a absorção por um organismo é entendida como biodisponibilidade. A biodisponibilidade está relacionada também à velocidade com a qual esses produtos atravessam a barreira biológica teciduais que são compostas, em última análise, por membranas celulares, também conhecidas como membranas plasmáticas (figura 4).

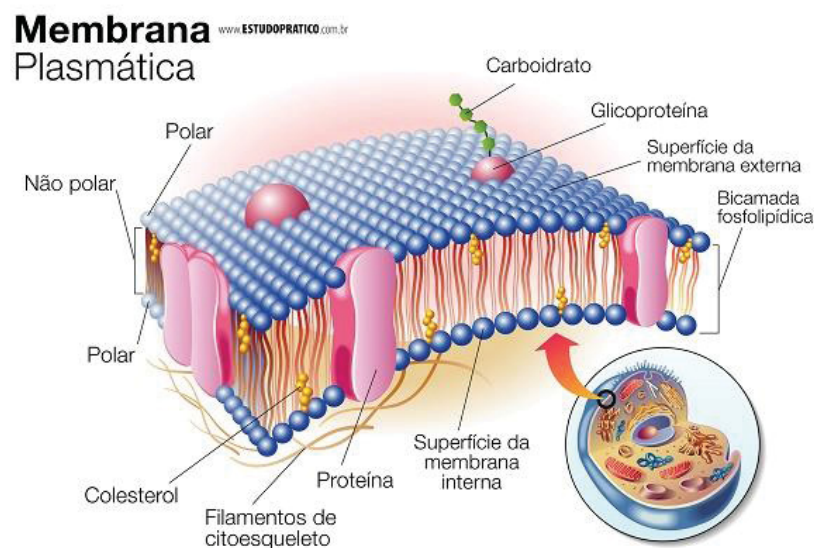


Figura 4: Membrana Plasmática. Fonte: DUQUE, 2013.

O fenômeno pelo qual organismos de nível trófico mais baixos (produtores) absorvem de forma elevada substâncias, compostos químicos ou isótopos é compreendido como bioacumulação. A bioacumulação pode ocorrer de forma direta, quando substâncias são assimiladas a partir do meio ambiente, ou de forma indireta, quando há a absorção de alimentos nos quais tais substâncias estejam presentes (MONTONE, 2015).

A ingestão de organismos produtores, garante que os elementos absorvidos sejam transmitidos ao longo da cadeia alimentar, visto que as substâncias envolvidas

no processo supracitado não podem ser metabolizadas. Sendo assim, os principais afetados pela bioacumulação são os consumidores de níveis tróficos superiores, pois, conforme se avança na cadeia alimentar, a quantidade de substâncias tóxicas aumenta gradativamente. A acumulação progressiva de resíduos, passados de um nível trófico a outro, é chamada de biomagnificação (figura 5) (DROUILLARD, 2008).

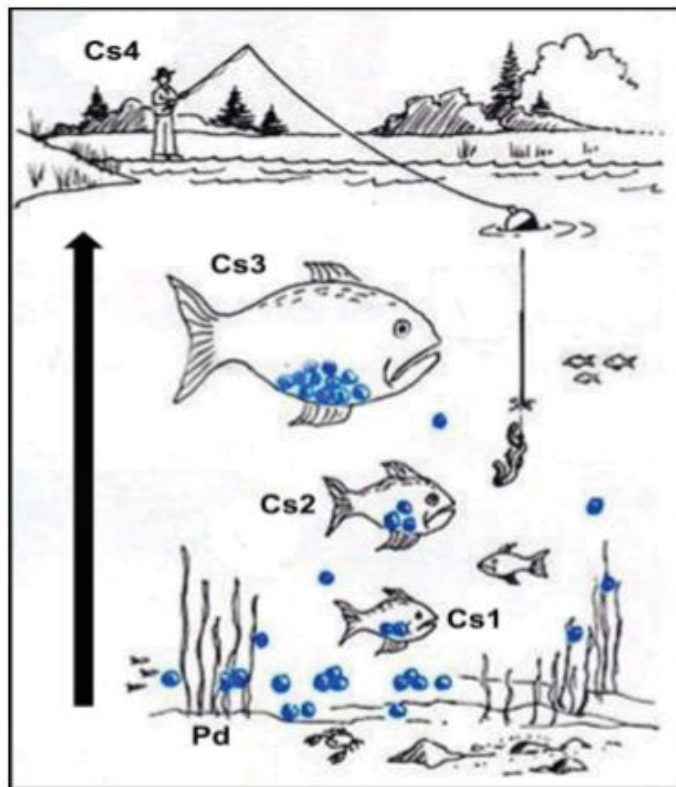


Figura 5: Processo de biomagnificação no sistema aquático. Produtores (Pd), Primeiro consumidor (Cs1), segundo consumidor (Cs2), terceiro consumidor (Cs3), quarto consumidor (Cs4). Fonte: LIMA, 2013

Em relação à absorção de metais por organismos aquáticos, existem aqueles que são essenciais e possuem funções biológicas conhecidas bem como constituem o metabolismo desses seres por meio da participação de processos que envolvem compostos enzimáticos. Dentre os metais essenciais a organismos encontram-se o Cobre, o Ferro e o Zinco. Dos não essenciais, ou seja, que não possuem nenhuma função biológica, mas que podem estar presentes no processo de bioacumulação estão Arsênio, Cádmio, Cromo, Mercúrio, Manganês, Níquel e Chumbo, provenientes de lixo eletrônicos, atividades industriais e garimpo irregular. A concentração de metais pesadas absorvidas por organismos aquáticos pode ser tóxica independente da sua essencialidade quando ocorre de forma excessiva (LIMA, 2013).

A absorção dos metais pesados dissolvidos na água acontece por meio dos processos de ingestão (bioacumulação) ou difusão (bioconcentração). Na difusão, a água contaminada é absorvida pelas brânquias e o conteúdo metálico é transmitido pelo sangue, se concentrando em diferentes tecidos. A ingestão, por sua vez, permite que os peixes, ao ingerirem alimentos contaminados, como plânctons, crustáceos e peixes menores, absorvam os metais que, posteriormente, ficarão depositado no trato digestivo devido a impossibilidade de metabolizá-lo. Os efeitos negativos são sentidos pelos organismos aquáticos independentes do processo pelo qual se adquire os metais pesados no organismo. Lima (2013, p.27) apresenta como principais distúrbios da bioacumulação de metais a “baixa fertilidade, diminuição das defesas imunológicas, redução da taxa de crescimento e patologias que podem levar à morte do indivíduo.” A figura 6 exemplifica a bioacumulação e a bioconcentração.

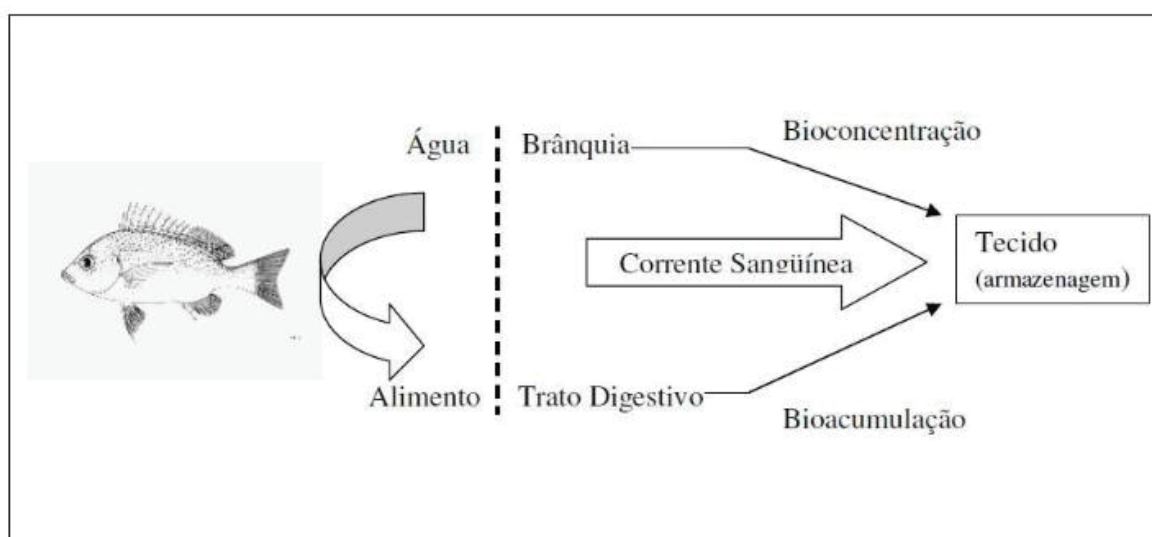


Figura 6: Modelo de Bioacumulação e Bioconcentração em Peixes. *Fonte: LIMA, 2013 apud. Manahan, 1991.*

Os metais, como apresentado, não são os únicos elementos presentes na bioacumulação, visto que os compostos químicos que alcançam os organismos aquáticos também desempenham uma influência negativa na qualidade do ecossistema. Os compostos mais perigosos são aqueles cuja estabilidade química oferece uma maior capacidade de bioacumulação, dando-lhes resistência a fatores ambientais e capacidade de se acumular no solo, água e até mesmo na neve, sendo identificados em todo o mundo, até mesmo no Alasca (FLORES *et al.*, 2004).

Dos compostos com maior capacidade de bioacumulação, encontram-se os “cíclicos, aromáticos e colorados com moléculas grandes, ou seja, pesos moleculares

maiores que 236 gramas por mol” (MONTONE, 2015, s/p). Como exemplo é possível citar o organoclorado DDT (diclorodifeniltricloroetano), visto como potencial inseticida no ano de 1940, mas que posteriormente “reduziu sua eficácia, obrigando o uso de dosagens cada vez maiores”, o que não demorou a ser observado com um potencial problema ambiental visto sua prolongada persistência no ambiente. Por esse motivo o DDT teve seu uso banido ou restrito (FLORES *et al.*, 2004, p.113).

Substâncias como o DDT acabam chegando até os organismos aquáticos por descarte, uso indevido e, principalmente, por meio da adesão à poeira que, transportada pelo vento, chega aos rios e no oceano (FLORES *et al.*, 2004). A biomagnificação do DDT ocorre, segundo (MONTONE, 2015, s/p) porque esse composto é metabolizado e excretado mais lentamente do que os nutrientes que são transferidos de um nível trófico para o próximo. Assim, as aves e mamíferos, por ocuparem um nível mais elevado na cadeia alimentar, podem apresentar uma quantidade de DDT mais de um milhão de vezes maior.

1.5 FATORES ANTRÓPICOS NO VALE DO RIBEIRA

Conforme discutido por Marques *et al.* (2006, p.373) “a ação antrópica sobre o meio aquático é responsável pela maioria das alterações nos recursos hídricos”. Nesse cenário, os rios têm sido alvos de rejeitos ao longo de muitos anos, levando à uma profunda mudança do estado normal dos ambientes aquáticos. Como apresentado anteriormente (seção 1.3.4), os contaminadores e/ou poluidores dos mananciais tem a capacidade de influenciar todo um ecossistema prejudicando o equilíbrio na manutenção das espécies que o compõem. Ressalta-se como destaque de contaminadores o despejo de esgotos sanitários, lixo domésticos, a contaminação por metais e outras substâncias tóxicas como os pesticidas. Nessa seção serão apresentados alguns dos principais fatores antrópicos presentes no Vale do Ribeira.

1.5.1 Contaminação do Rio Ribeira de Iguape: Atividades de Mineração

Uma das influências mais notáveis do homem na vida aquática da região do Vale do Ribeira é o canal artificial do Valo Grande (figura 7) que liga o Rio Ribeira ao estuário na região de Iguape. Inicialmente chamado de canal do Valo do Rocio, o canal artificial foi construído em 1855 e possuía quatro metros de largura e dois de profundidade. Com o passar dos anos, as águas desviadas do Rio Ribeira de Iguape,

bem como a circulação de canoas e barcos contribuíram para alargar o valo por meio do aprofundamento do leito e erosão de sua margem, fazendo com que o Valo Grande tenha hoje sete metros de profundidade e alcance a largura de 300 metros em alguns pontos (BICUDO, 2010 e LINGNON, 2017).



Figura 7 - Valo grande. *Fonte: Moss e Moss, s/d.*

O trajeto do Valo Grande faz com que ele despeje no Mar Pequeno que é o braço de mar entre Iguape e Ilha comprida. Ali são despejados cerca de 70% das águas do Ribeira de Iguape, que antes só atingiam o Atlântico 40 quilômetros ao norte, local em que o Rio Ribeira de Iguape chega ao oceano (BICUDO, 2010). Por consequência do aumento da água doce acarretou mudanças físicas, químicas e biológicas no sistema costeiro, tais como “aumento de taxa de sedimentação, redução de salinidade e mudança na biota local” (LINGNON, 2017).

De acordo com Tramonte (2014, p.16), baseado em documento da GEOBRÁS de 1996, o Vale do Rio Ribeira de Iguape, era uma região rica em jazidas minerais, “como calcários, galena, antimônio, chumbo, ferro, prata, e até mesmo ouro, que no tempo do império era intensamente extraído, chegando a ser utilizado nas transações locais na forma de ouro em pó”. Sendo assim, a região foi alvo de intensas atividades de mineração ao longo da história, recebendo inúmeras minerados durante muitos anos, tais como Pannels, Perau, Rocha, Furnas, Canoas, Barrinhas, dentre outras, além da refinaria Plumbum. Essas atividades compreendem potencial risco de contaminação ambiental, principalmente no que diz respeito ao depósito de metais pesados no meio ambiente. (TRAMONTE, 2014, p.16).

Desse modo, não apenas as mudanças na salinidade da água e na composição orgânica de sedimentos no Mar Pequenos são observadas nesse cenário. Em sua pesquisa, Mahiques *et al.* (2009, p.335) observa alta concentração dos metais pesados Chumbo, Cobre e Crômio, segundo a autora “as concentrações de Pb (Chumbo) na região estudada foram até duas vezes superiores aos valores medidos em sedimentos contaminados do estuário de Santos, a zona costeira mais industrializada do Brasil”.

O problema relacionado ao Chumbo se dá devido a sua toxicidade e difícil degradação, além de que, uma vez presente na cadeia alimentar, acaba se depositando no organismo de espécies, causando os problemas já apresentados na seção 1.3.4. Essa contaminação também apresenta impacto direto nas atividades comerciais envolvendo, nessa região costeira em específico, robalos, pescadas, manjubas, camarões, ostras e mexilhões (BICUDO, 2010). A ingestão de organismos contaminados com Chumbo pode afetar, nos seres humanos, vários sistemas de acordo com a intensidade e tempo de exposição, tais como os sistemas nervoso e hematopoiético, além de promover o surgimento de efeitos renais, cardiovasculares e na reprodução (MOREIRA e MOREIRA, 2004).

O alto teor de Chumbo observado por Mahiques (*et al.*, 2009) se dá por conta de antigas atividades de mineração da empresa Plumbum S / A, que funcionou entre os anos de 1945 e 1995 em Adrianópolis – PR (figura 8). De acordo com a autora, os resíduos das atividades mineração alcançavam o Rio Ribeira de Iguape e viajavam até a laguna, onde obtinham acesso pelo Valo Grande. Mesmo com o fim das atividades da Plumbum, os níveis do metal em questão ainda não atingiram os níveis pré-industriais, encontrando-se cerca de 5 vezes mais elevados do que o esperado para a região (MAHRIQUES *et al.*, 2009 e BICUDO, 2010).



Figura 8 - Local onde estava instalada a Plumbum em Adrianópolis - PR. *Fonte: MOSS e MOSS, s/d.*

Além dos impactos oferecidos pela Plumbum, Corsi (1999, apud, TRAMONTE, 2004) destaca que as minas de Perau e Barrinhos também contribuíam significativamente para os teores de chumbo e cobre no Ribeirão Grande, que por consequência impactava o Rio Ribeira de Iguape. Nesses casos, Tramonte (2004, p.18) destaca que o transporte dessas substâncias “ocorria, principalmente, via sedimento de corrente, sendo esses metais carregados pela chuva”.

A CETESB em seu relatório do ano 2001 sobre a qualidade das águas do interior paulista aponta que, no ano 2000, o Rio Ribeira apresentou não conformidades referentes ao cobre e ao chumbo no trecho de Registro e, referente ao cádmio no trecho de Apiaí. Também, conforme relatório da CETESB (2018), é informado que por exigência da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, a empresa Cia Argentífera de Furnas - CAF ou Plumbum realizou obras de contenção, remoção e disposição de rejeitos da mineração de chumbo, para evitar a contaminação das águas superficiais e subterrâneas da Bacia do Ribeira.

Ainda hoje, no município de Cajati ocorrem atividades de mineração referente a empresa Mosaic, antiga Vale Fertilizantes, que faz a extração de fosfato de minério de apatita para a produção de fosfato bicálcico, produto voltado para a nutrição animal. Essas atividades geram, de acordo com Aquino (2019, p.23), muitos rejeitos altamente contaminantes, dos quais se destaca o fosfogesso, “produto resultante da extração de apatita e altamente radioativos, pois contém Urânio, Rádio e Radônio”. O armazenamento do fosfogesso é feito, segundo (GOMIDE, *et al.*, 2018 apud. AQUINO, 2019, p. 70) “em pilhas ao ar livre gerando contaminação atmosférica,

poluição das águas subterrâneas, inalação de poeira radioativa e exposição direta à radiação, que podem afetar os trabalhadores ou a população próxima ao armazenamento das pilhas.”

Estudos realizados por Cunha (2010) acerca da Bacia do rio Jacupiranga, que é o principal rio do município de Cajati, apontou concentrações de fosfato até 10 vezes mais elevados que aqueles estabelecidos como adequado pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente. A contaminação por fosfato é apresenta grandes impactos ambientais, visto que a água tóxica e malcheirosa produzida no processo acaba sendo um dos grandes responsáveis pela poluição de corpos d’água e mortes de espécie por conta das alterações na qualidade da água.

1.5.2 Poluição do Rio Ribeira de Iguape: Atividades Agrícolas

As expansões das culturas agrícolas acarretam o uso recorrente de substâncias química com o intuito de proteger as plantações de potenciais riscos envolvendo pragas. Mesmo quando não depositados diretamente nos corpos d’agua, essas substâncias conseguem alcançá-los por meio da sua adesão à poeira carregada pelo vento ou por meio de chuvas e enchentes, que são comuns na região do Vale do Ribeira (IKEDA e BERTAGNOLI, 2000). O problema se agrava quando confrontado com fato de que a principal atividade econômica do Vale do Ribeira está voltada para a agricultura, comportando extensas plantações, principalmente de banana e chá, sendo recorrente o uso de agrotóxicos. Além disso encontram-se problemas relacionados ao desmatamento da mata ciliar para criação de plantações, deixando trechos do rio desprotegidos (figura 9) (MARQUES, 2005).



Figura 9 - Retirada da mata ciliar ao longo do Rio Ribeira de Iguape para o plantio de banana. *Fonte: Moss e Moss, s/d.*

Pesquisas promovidas pela Organização Pan Americana de Saúde (OPAS, s/d apud MELO *et al.*, 2018) em 12 países da América Latina mostraram que o envenenamento por produtos químicos, especialmente chumbo e pesticidas, representam cerca de 15% de todas as doenças profissionais notificadas. Nesse cenário, os agrotóxicos têm oferecido potencial risco, não somente pela poluição do meio ambiente, mas por ações diretas no corpo humano, como problemas na gestação e dermatose. A Organização Mundial da Saúde (WHO, 2004) estima que haja cerca de 20.000 mortes por ano em decorrência da manipulação, inalação e consumo indireto de pesticidas em países emergentes, onde as salvaguardas são tipicamente inadequadas ou inexistentes.

Visando compreender os impactos das intensas atividades agrícolas no Vale do Ribeira em relação a liberação de agrotóxicos em corpos d'água, Marques (*et al.*, 2007) realizou uma avaliação da qualidade da água em áreas de captação da Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape. No referido estudo, foram analisadas 152 amostras, das quais 76% não apresentaram resíduos de agrotóxicos; 14% apresentaram resíduos de carbofurano, pesticida altamente tóxico e atualmente proibido pela ANVISA, 3% de trifluralina; 2% de atrazina e 3% de simazina, esses três últimos sendo herbicidas utilizados para controle de ervas daninhas, capim e folhas.

Iguape, Juquitiba, Iporanga e Sete Barras foram os municípios que apresentaram maior número de amostras positivas (ou impactadas) no trabalho de Marques (*et al.*, 2007). Doze amostras foram coletadas em cada município, sendo que Iguape, Juquitiba, Iporanga e Sete Barras apresentaram, respectivamente, 7, 6, 5 e 4 amostras positivas. Marques (*et al.*, 2007, p.1176) justifica esses resultados pois "O ponto de captação da ETA -estação de tratamento de água - de Iguape fica próximo à foz do rio Ribeira de Iguape (no mar), o que indica que neste ponto o rio recebe a contribuição de toda a bacia hidrográfica." O rio Ribeira de Iguape possui ao longo de quase toda margem cultura de banana, conforme observado nas cidades de Eldorado, Sete Barras e Registro durante as visitas a região. Isso explica a maior frequência de amostras contaminadas nas regiões de Iguape e Sete Barras. Juquitiba apresentou grande impacto relativo ao uso do solo pela agricultura. Essa influência se deve, principalmente, pela proximidade de unidades com alta atividade agrícola como Sorocaba, localizada na bacia do Médio e Alto Tietê, região de intensa atividade agrícola. A captação da ETA de Iporanga é feita no rio Iporanga; embora sua nascente

fique em Apiaí, o rio percorre grande parte dentro do Parque Estadual do Alto do Ribeira – PETAR, onde apesar de Área de Proteção Ambiental (APA) existem culturas de tomate e pêssigo próximo à nascente, o que provavelmente pode ter causado a grande incidência de amostras positivas.

Embora as concentrações de agrotóxico observadas por Marques (*et al.*, 2007) tenham sido relativamente pequenas (da ordem de micrograma por litro), essas permitiram observar como fatores como sazonalidade podem influenciar na concentração de agrotóxicos na água. Nos períodos chuvosos ocorre uma concentração maior dessas substâncias em águas superficiais devido a lixiviação do solo pela chuva. Também se observou maiores concentrações de carbofurano em águas superficiais, devido sua grande mobilidade em meio aquoso.

Em síntese, compreende-se que, embora seja um potencial risco, os agrotóxicos não têm desempenhado grandes impactos na Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape e nos organismos ali presentes.

1.5.3 Poluição do Rio Ribeira de Iguape: Atividades Urbanas

Esgotos sanitários são comumente despejados ao longo de curso d'água e, por consequência acabam encontrando cursos principais em geral, pondo em risco a qualidade da água e afetando a vida daqueles que ali vivem ou que a utilizam para necessidades básicas. De acordo com a CETESB (2017, p.19) “um dos principais parâmetros que indica a presença de esgotos domésticos sem tratamento é o aumento da presença do coliforme termotolerante *Escherichia coli* na água” (bactérias fecais). Como consequência do aumento de matéria orgânica e de sua decomposição por microrganismos, ocorre a redução de Oxigênio Dissolvido no meio aquático, potencializando uma anoxia (ausência de oxigênio), dependendo das características do lançamento e do rio.

Ainda segundo a CETESB (2017, p. 20) se os níveis de Oxigênio Dissolvido são conduzidos a zero, “a decomposição da matéria orgânica ocorre em meio anaeróbico, o que causa a emissão de subprodutos voláteis odoríferos dos corpos de água, causando incômodos à população e danos aos materiais e à flora”. Nesse cenário anaeróbico, é feita a decomposição da Matéria Orgânica Nitrogenada, que é transformada em Nitrato, e da Matéria Orgânica Carbonácea. O Nitrato, bem como o Fósforo, também presente nos esgotos, são nutrientes indispensáveis nas atividades

biológicas sendo o Fósforo capaz de controlar o crescimento populacional nesse ecossistema. Altos índices de Fósforo e Nitrato levam ao crescimento excessivo de algas e macrófitas aquáticas, levando à Eutrofização, que é o crescimento excessivo de plantas aquáticas tal que pode influenciar a qualidade da água e dos organismos aquáticos. Outros efeitos do descarte indevido esgoto em corpos d'água são aumento da turbidez da água, aparecimento de espumas e alterações nos constituintes minerais naturais do ambiente (CETESB, 2017).

Entende-se como carga orgânica o quanto de oxigênio é necessário para a oxidação bioquímica de massa de matéria orgânica lançadas em corpo hídrico receptor de efluentes líquidos industriais e domésticos. Segundo a CETESB (2017, p.20) “a carga orgânica potencial de cada município é calculada a partir da população e da carga de matéria orgânica gerada diariamente por habitante, representada pela Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO. O valor obtido da literatura é de $54 \text{ g hab}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ (gramas por habitante-dia). A partir da carga orgânica potencial gerada pela população de um determinado município e das porcentagens de coleta e tratamento, bem como a eficiência do sistema de tratamento dos esgotos, se torna possível calcular a carga orgânica restante, que é lançada nos corpos hídricos receptores.

A empresa de saneamento básico responsável pela região onde se situa o Rio Ribeira de Iguape e Litoral Sul é a SABESP. A população urbana dessa região corresponde a um total de 271.943 habitantes, dos quais 67% é atendido com a coleta e 66% com o tratamento da água, sendo a carga orgânica remanescente dessa população de 7690 toneladas de DBO por dia (CETESB, 2018).

Os resultados apresentados nos Índices de Qualidade da Água (IQA) da média entre os anos de 2012 e 2016 tem conferido ao Rio Ribeira de Iguape qualidade boa, com valores de IQA entre 60 e 70 na região de Registro, Iguape, Sete Barras e Itaoca, (os valores do gráfico vão de 0 a 100) (CETESB, 2018).

Quanto a mortandade de peixes registradas, foram identificadas, no ano de 2017, 9 ocorrências no Rio Ribeira de Iguape, representando 9% de toda ocorrência do estado de São Paulo. As ocorrências de mortandades comumente se relacionam a mudanças na qualidade da água e, “embora nem sempre seja possível identificar suas causas, o seu registro consiste em um bom indicador da suscetibilidade do corpo hídrico em relação a fontes de poluição ou outros agentes estressores” (CETESB, 2018, p.273). De acordo com o relatório da CETESB do ano de 2017 (CETESB, 2018),

as proporções entre as principais causas das mortandades de peixes atendidas pela CETESB em todo o estado de São Paulo nesse ano se dão da seguinte forma: 36% são inconclusivas, 19% relacionadas à baixo oxigênio dissolvido; 17% substâncias tóxicas, 8% oxigênio dissolvido mais esgotos, 6% oxigênio dissolvida mais eutrofização; 3% baixo oxigênio dissolvido por redução da vazão e 11% outras causas.

Dos municípios relacionados à bacia, apenas 3 foram considerados pelo ICTEM (Indicador de Coleta e Tratamento de Esgoto da População Urbana de Município), como possuindo indicadores péssimos. Esses municípios são Apiaí, Ribeira e Barra do Chapéu. No entanto melhorias para a rede de tratamento de esgoto já foram pensadas para essas regiões, sendo esperado uma mudança nos índices para os próximos anos (CBH-RB, 2013).

1.6 PISICULTURA NO VALE DO RIBEIRA E FUGA DE ESPÉCIES EXÓTICAS

Entende-se como piscicultura a atividade de cultivo de peixes, geralmente de água doce. Os fins dessa atividade frequentemente são comerciais, como venda para consumo ou pesque-pague. O cultivo não sustentável de peixes pode oferecer diversos riscos ao meio ambiente e à saúde humana. A ameaça potencial dessa prática é a contaminação e infestação de corpos d'água devido a vazão do conteúdo dos criadouros, seja por má operação ou por episódios de enchente (FAVACHO *et al.*, 2017).

O conteúdo nocivo dos criadouros ao meio ambiente vai desde substâncias tóxicas até os próprios peixes que ali vivem. Em relação à poluição, esta pode estar relacionada ao excesso de resíduos de peixes e alimentos não consumidos ou substâncias químicas utilizadas no controle de parasitas. A fuga de peixes oferece danos irreparáveis aos ecossistemas locais, devido a liberação de espécies exóticas e carnívoras, competição por alimento e por território (FAVACHO *et al.*, 2017).

Castallani e Barrela (2004) caracterizaram a piscicultura no Vale do Ribeira, analisando quarenta e duas pisciculturas. Ao todo foram identificadas quarenta e uma espécies cultivadas, sendo apenas 6 nativos da região: O lambari, a traíra, o robalo, o jundiá, o cascudo e cará. Em 95% das pisciculturas foram registrados casos de fuga de peixes, com a fuga de ao menos uma espécie exótica. A tilápia nilótica foi considerada espécie que escapa mais frequentemente principal causa identificada

para as fugas foi a de rompimento da parede dos viveiros ou de seus monges, também foram identificados casos de piscicultores ou pescadores que decidiram por introduzir espécies novas nos mananciais aquáticos. Das espécies exóticas introduzidas pode-se citar a carpa, o pacu, bagre africano, entre outras.

Visto a riqueza relacionada à Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape e os inúmeros fatores que impactam diretamente na qualidade da água, os ecossistemas, a economia da região e na qualidade de vida humana, se faz imprescindível que haja a promoção de discussões que possibilitem uma reflexão acerca de todos esses fatores. Ao levar essa discussão para o âmbito educacional é possível potencializá-la por meio da organização de aulas nas quais o tema possa ser devidamente discutido, refletido e conceitualizado. Nesse sentido, esse trabalho teve por finalidade trabalhar na construção de uma proposta desse tipo, visando a abordagem do tema proposto à nível médio.

1.7 RECURSOS INTERATIVOS DE ENSINO

O construtivismo, postulado na filosofia de Jean Piaget, emerge da ideia de impossibilidade de se transmitir conhecimento ou tê-lo com algo pronto e imutável. No construtivismo, entende-se o conhecimento como resultado de uma construção que surge a partir das interações entre os sujeitos e o meio físico “com o simbolismo humano, com o mundo das relações sociais” (BECKER, 1992, p.2). Para Piaget (1986), o conhecimento está atrelado diretamente às relações construída pelo indivíduo com o meio, seja por intermédio de experiências, vivências ou saberes já possuídos. Em síntese, a aprendizagem emerge, nesse cenário, por meio da assimilação de objetos com representações de algum aspecto individual acerca do mundo.

O abalo de estruturas mentais já estabelecidas e assimiladas resulta na possibilidade de aprendizagem. Assim, quando um determinado estímulo (situações e/ ou objetos) abala um conhecimento que já se tinha, retomando-o ou mostrando-o errado ou insuficiente para solucionar uma situação, o indivíduo tende, ou a modificar sua estrutura cognitiva para que o conhecimento coexista junto ao já sabido, ou a estruturar um novo sistema para acomodar a consequência do estímulo. É aí que a aprendizagem ocorre. Piaget define esse processo de “modificação dos esquemas de

assimilação sob a influência de situações exteriores (meio) ao quais se aplicam” como acomodação (PIAGET, 1996, p. 18).

Em sua teoria de aprendizagem significativa, Ausubel (1980) também destaca a importância de se levar em consideração os conhecimentos individuais dos alunos, adquiridos pelo meio. Nenhum estudante chega sem saber nada, ainda mais em uma proposta voltada para o estudo de uma região em que eles estão inseridos. Por isso é indispensável levar em conta as experiências e vivências que os levam a conhecer aspectos gerais sobre o contexto ao qual pertencem. É por meio de metodologias ativas que o educando coloca em prática o que sabe e encontra oportunidades para receber novas informações, que, após assimiladas, são relacionadas com os conhecimentos prévios e suscitam no que Ausubel chama de aprendizagem significativa.

A partir dessa breve discussão, é possível observar como a manipulação de objetos que remetam a representações do mundo é importante durante o processo de ensino e aprendizagem segundo a ótica construtivista. “O processo de atribuir aos objetos uma organização análoga à forma como o sujeito coordena suas próprias ações” é definida por Piaget como causalidade (ARENDETT, 1993, p.116). A casualidade torna possível que se trabalhe o conhecimento do mundo concreto, visto a possibilidade de o sujeito justificar os fenômenos relacionados à realidade externa por meio do seu estado de desenvolvimento (ARENDETT, 1993).

Os objetos de aprendizagem construídos visando uma maior interação dos alunos com aquilo que se aprende se mostram, a partir da ótica de Piaget (1996 e 1998), fortes ferramentas para a construção do conhecimento voltado para o foco dessa pesquisa: Ictiofauna do Rio Ribeira de Iguape e os fatores antrópicos que a influenciam. Além disso, as investigações feitas possibilitaram organizar informações importantes voltadas para esse cenário, que poderão auxiliar o educador que opte por atribuir a essa abordagem.

2. JUSTIFICATIVA

Os fatores relacionados à Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape têm sido explorados na construção de documentos científicos. Dentre os aspectos presentes nesses documentos, destacam-se as riquezas naturais que circundam a Bacia, em contrapartida, também existem consideráveis escritos que discorrem acerca das práticas humanas que colocam essa riqueza sob ameaça. Visto a necessidade de se preservar as riquezas naturais, utilizando de forma consciente os seus recursos indispensáveis à vida humana, surge a urgência de promover discussões voltadas para a compreensão dessa necessidade ambientais e como atende-la.

O ensino de ecologia nas escolas surge como uma oportunidade para a promoção de debates que possibilitam a conscientização de jovens acerca da importância de se respeitar e preservar o meio ambiente. Para isso, no entanto, é preciso que haja uma reflexão sobre a prática educacional, de modo que essa se mostre significativa, tanto por sua devida contextualização quanto pela motivação de imersão no conteúdo (DIAS e DE OLIVEIRA DIAS, 2017).

Os livros didáticos, nesse cenário, apresentam uma grande lacuna, visto que são pensados em contextos gerais e não voltados às particularidades da região para onde são enviados. A ausência de contextualização somada a práticas educacionais mecanizadas, voltadas à mera memorização e sem oportunidades de participação efetiva dos alunos pouco impactam na evolução da sua visão de mundo (SAINT-ONGE, 1999). Pensar estratégias de ensino que levem em conta as particularidades da região em que os alunos estão inseridos terá como resultado uma maior adesão de significado ao conteúdo. A utilização de objetos/ferramentas que representem algum aspecto individual acerca do mundo contribui ainda mais para a contextualização, assim como para a construção de um determinado conhecimento (PIAGET, 1996).

Mesmo que muitos estudos voltados às particularidades da Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape venham sendo promovidos, nenhuma sequência didática em ecologia foi pensada de forma particular para as escolas da região que a circundam. Essa pesquisa surge então com o propósito de estruturar uma sequência didática voltada para o ensino de ecologia, na disciplina de Biologia, de modo contextualizado a partir da compreensão das riquezas da bacia em questão, assim como dos fatores antrópicos que a impactam. Acredita-se que por meio de uma abordagem efetiva do

tema, seja possível contribuir para a formação de estudantes reflexivos e que possam vir a atuar como disseminadores dos saberes científicos, preocupados com a preservação das riquezas naturais ao seu redor.

Fixar esses conhecimentos a partir de situações locais favorece uma maior compreensão dos aspectos ecológicos que afetam as atividades humanas, levando a um comportamento político e social que valorize mais as condições naturais da região. Iniciativas como essas destacam como princípios de qualidade de vida e a saúde de humanos e biota, o que pode ser um atrativo para o desenvolvimento da própria região.

Os painéis interativos, virtuais ou concretos, no ensino de Biologia, têm apresentado bons resultados em relação ao envolvimento dos alunos no processo de construção do conhecimento, auxiliando na elucidação do conteúdo e na promoção de uma maior participação em sala (KELLER e MORAES, 2013; VITIELLO, 2013). Desse modo, espera-se que resultados semelhantes sejam obtidos a partir da aplicação dessas ferramentas no ensino de ecologia. Acredita-se também que a possibilidade de criação de um acervo de espécies pode potencializar essa sequência didática, tornando ainda mais lúdico e interessante aquilo que se deseja ensinar, principalmente visto que tais espécies são regionais e permitem estudos e atividades que representarão aspectos particulares da região.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Essa dissertação tem por objetivo geral a construção de uma sequência didática para o ensino de Biologia utilizando materiais interativos a fim de trazer à tona, junto com alunos do ensino médio, discussões acerca da ictiofauna da Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape e os fatores antrópicos que a impactam.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Criar uma coleção de espécies de peixes que mais representam a região do Vale do Ribeira, adquirindo-as por compras ou doações, mantendo essa coleção sob os cuidados da Escola Estadual Vereador Alay José Correa;
- Construir painéis interativos que permitam aos alunos colocar em prática os conhecimentos construídos por meio de atividades em grupo.
- Organizar uma sequência didática que possibilite explorar o tema proposto utilizando as ferramentas confeccionadas e outras disponíveis, tais como computadores e lousa.

4. METODOLOGIA

4.1 APROFUNDAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Tendo em vista a construção de uma sequência didática voltada para a abordagem de aspectos gerais acerca da ictiofauna da Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape, foi necessário a realização de aprofundamentos teóricos atidos à essa temática. As pesquisas iniciais tiveram como foco compreender o cenário aquático alvo, as vidas ali presentes e como as práticas humanas da região impactam esse ecossistema; também foram explorados conceitos como bioacumulação, biomagnificação, biodiversidade, ecologia e ecossistema. Os principais documentos utilizados nesse processo foram os relatórios do CBH-RB (2013 e 2017) e do CETESB (2015, 2017 e 2018) e trabalhos de autores como Ikeda e Bertagnoli (2000), Cotrim (2006), Diegues (2007), Santana (2008), Mahiques *et al.* (2009), dentre outros. A representação dos cenários citados ao longo do trabalho foi construída com base nas imagens retiradas do acervo de Moss e Moss (s/d) durante uma expedição aérea sobre as proximidades da Bacia estudada para a realização do projeto do Brasil das águas.

4.2 MONTAGEM DE COLEÇÃO DIDÁTICA DE PEIXES

Após compreender o cenário de estudo, foi feita a busca por exemplares de espécies de peixes nativos da região, contemplando os principais níveis tróficos existentes no Vale do Ribeira. A aquisição dos peixes se deu por meio da sua compra, feita diretamente com os pescadores de Registro e a partir de doações de alunos da Escola Estadual Vereador Alay José Correa e pescadores.

Para conservar os exemplares, foi feita aplicação de formaldeído 10% no tecido dos peixes, que posteriormente foram colocados em uma solução do mesmo composto químico. Passado 24 horas, os peixes foram retirados da solução de formaldeído 10% e lavados em água corrente, sendo colocados posteriormente em potes de vidro transparente contendo álcool 70%, onde ficarão conservados. Os recipientes possuem entre um e cinco peixes de acordo com o tamanho do animal. Cada recipiente foi devidamente etiquetado com informações a respeito da espécie ali contida.

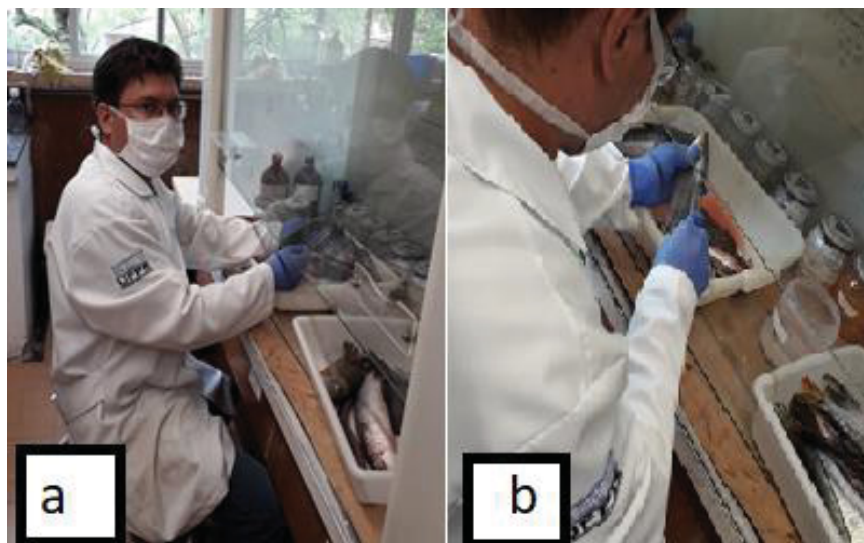


Figura 10: a) Preparação dos exemplares para conservação; b) aplicação de formaldeído 10% no tecido dos peixes

A coleção construída será uma ferramenta suplementar doada para a escola sede do desenvolvimento do estudo (Escola Estadual Vereador Alay José Correa) e, junto do painel interativo, permitirá abordar o tema proposto, contribuindo para uma melhor construção do conhecimento a partir da suscitação de curiosidade e elucidação dos conceitos e espécies.

4.3 CRIAÇÃO DOS PAINÉIS INTERATIVOS

Seis painéis interativos foram elaborados com auxílio do *software Adobe Illustrator* para serem posteriormente impressos em lona ou em papel plastificado. O primeiro painel, que apresenta o tema, adota as dimensões de 150 x 120 centímetros, enquanto os outros possuem 100 x 90 centímetros. Essa ferramenta foi pensada de modo que os elementos do painel pudessem ser destacados e fixados de acordo com a participação dos alunos, completando o painel ou suscitando discussões. A interação por meio da manipulação de elementos é possível graças a imagens impressas fixáveis com velcro ou alfinetes ou por meio das canetas facilmente removíveis que permitirão ligar pontos no painel.

4.4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática proposta foi idealizada de modo que permitisse abordar com alunos do terceiro ano do ensino médio, durante a disciplina de Biologia, aspectos gerais sobre ecologia, conservação e meio ambiente, com uma ótica voltada para a rica ictiofauna presente no Vale do Ribeira. As aulas foram pensadas de modo a possibilitar a participação efetiva dos alunos por meio de conversas e ferramentas que auxiliassem na elucidação das ideias apresentadas, sendo construído um acervo de espécies de peixes da região e painéis interativos para realização de atividades. Espera-se por meio da proposta que seja possível construir junto com os estudantes o conhecimento acerca de temas como: biodiversidade, espécies endêmicas, transferência de energia na teia alimentar, caracterização dos componentes da cadeia alimentar, fatores bióticos e fatores abióticos, conceitos de biodisponibilidade, bioacumulação e biomagnificação de poluentes, noções de poluição e contaminação, risco de exposição a poluentes ou saúde pública.

5. RESULTADOS

5.1 COLEÇÃO PERMANENTE DE PEIXES REPRESENTATIVOS DA BACIA DO RIO RIBEIRA

Ao todo foram coletadas 20 espécies diferentes de peixes. O quadro 1 apresenta as principais informações de cada uma, tais como: nome popular, nome científico, hábito alimentar e o tipo de água em que vive.

Quadro 1: Informações sobre as espécies coletadas

Nome Comum	Nome Científico (descobridor e ano)	Hábito alimentar	Tipo de água
Anhã	<i>Hypostomus agna</i> (Miranda-Ribeiro, 1907)	Onívoro/ detritívoro	Doce
Bagre-branco	<i>Netuma barba</i> (Fowler, 1951)	Carnívoro	Salgada (transitório)
Cará	<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Onívoro	Doce
Cascudo	<i>Hypostomus tapijara</i> (Oyakawa, Akama & Zanata, 2005)	Onívoro/ detritívoro	Doce
Lambari	<i>Astyanax sp</i> (Linneaus, 1758)	Onívoro	Doce
Mandi Pintado	<i>Pimelodus maculatus</i> (Lacepède, 1803)	Onívoro	Doce
Manditinga	<i>Pimelodella transitória</i> (Miranda Ribeiro, 1907)	Carnívoro	Doce
Manjuda	<i>Anchoviella lepidentostole</i> (Fowler, 1911)	Carnívoro	Salgada (transitório)
Muçum	<i>Synbranchus marmoratus</i> (Bloch, 1795)	Onívoro	Doce

Parati	<i>Polydactylus oligodon</i> (Günther, 1860)	Onívoro	Doce
Piaú Verdadeiro	<i>Megaleporinus obtusidens</i> (Valenciennes, 1837)	Onívoro	Doce
Pito	<i>Loricariichthys castaneus</i> (Casteulnau, 1855)	Detritívoro/ Herbívoros	Doce
Robalo Flecha	<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)	Carnívoro	Salgada (transitório)
Robalo Peva	<i>Centropomus parallelus</i> (Poey, 1860)	Carnívoro	Doce
Saguarú	<i>Cyphocharax santacatarinae</i> (Fernández-Yépez, 1948)	Detritívoro	Doce
Sardinha Branca	<i>Sardinella brasiliensis</i> (Steindachner, 1879)	Onívoro	Salgada (transitório)
Tainha	<i>Mugil cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	Herbívoros	Salgada (transitório)
Tajibucu	<i>Oligosarcus hepsetus</i> (Cuvier, 1829)	Carnívoro	Doce
Tuvira	<i>Gymnotus sp</i> (Albert & Fernandes-Matioli, 1999)	Carnívoro	Doce

(Autoria própria, 2020)

As figuras 11 a 15 apresentam todos os exemplares de peixes coletados:

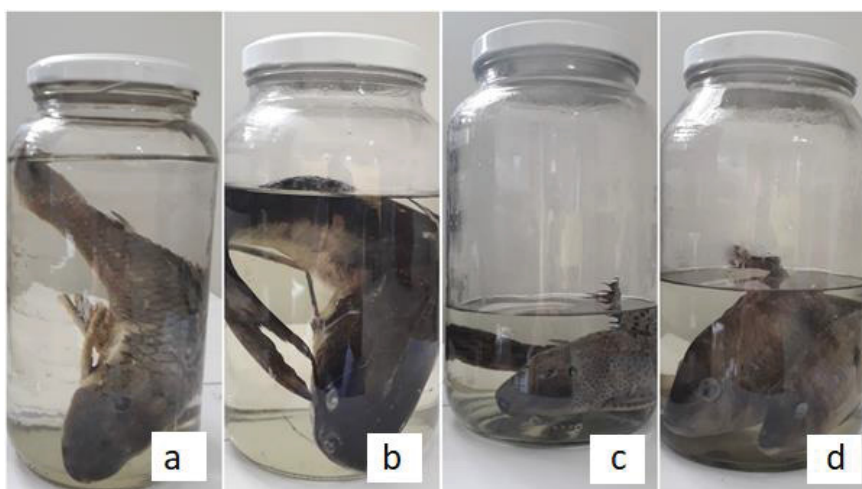


Figura 11: Exemplares de a) anã; b) bagre-branco, c) cascudo, d) cará. (Autoria própria, 2019)

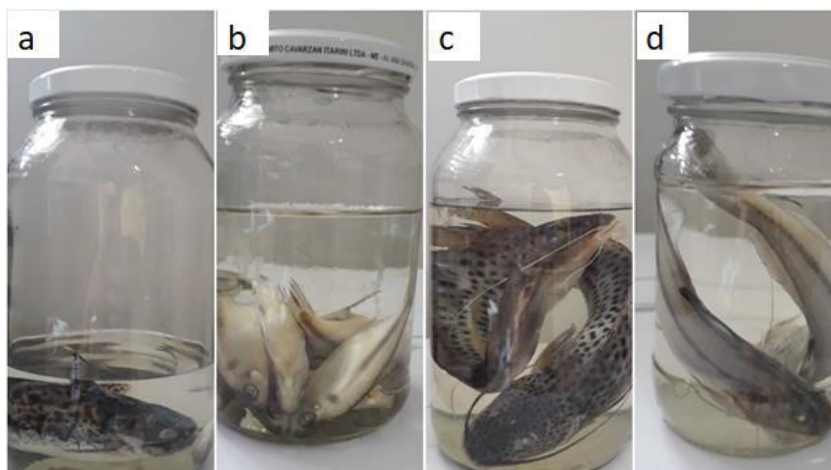


Figura 12: Exemplos de: a) duiá, b) lambari, c) mandi pintado; d) manditinga.
(Autoria própria, 2019)

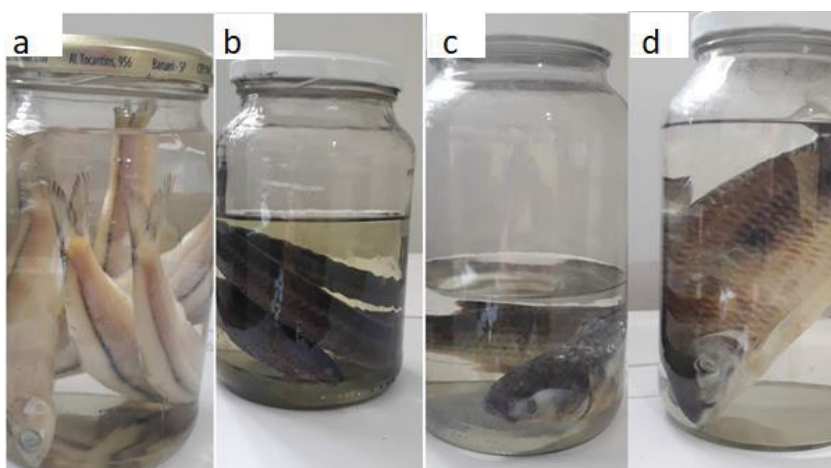


Figura 13: Exemplos de a) manjuda, b) muçum, c) parati, d) piaú verdadeiro.
(Autoria própria, 2019)

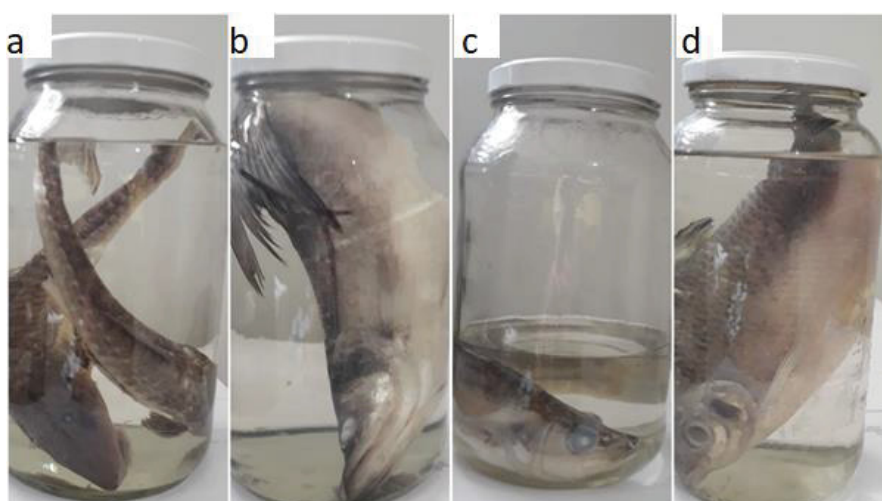


Figura 14: Exemplos de a) pito, b) robalo flecha, c) robalo peva, d) saguarú.
(Autoria própria, 2019)

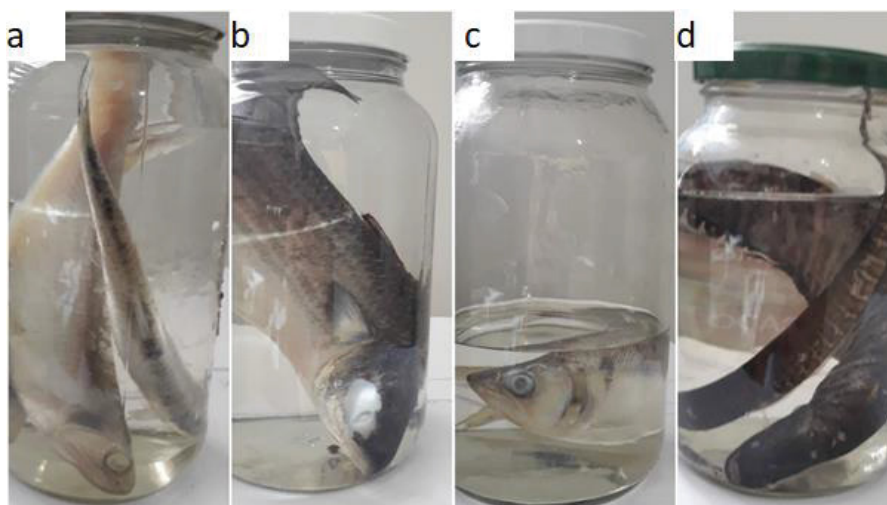


Figura 15: a) sardinha branca, b) tainha, c) tajibucu, d) tuvira. (Autoria própria, 2019)

Na figura 16 é possível observar o modelo da etiqueta feita para ser inserida em cada recipiente com exemplar:

UFPR			
E.E Vereador Alay José Correa			
PROFBIO			
Espécies de Peixes do Rio Ribeira de Iguape			
Organizador da coleção: Alexander de Azevedo			
Data de coleta das espécies: 22/10/2019			
Nome Comum	Nome Científico (descobridor e ano)	Hábito alimentar	Tipo de água
Anhã	<i>Hypostomus agna</i> (Miranda-Ribeiro, 1907)	Onívoro/ detritívoro	Doce

Figura 16: Modelo da etiqueta utilizada nos exemplares. (Autoria própria, 2019)

5.2 PAINÉIS INTERATIVOS

Os painéis interativos tem por finalidade permitir que os alunos coloquem em prática o conhecimento construído por meio da manipulação de elementos dos painéis. Tais elementos se baseam em figuras removíveis, ou materiais fixáveis que podem ser colocados e retirados dos painéis. Assim, os estudantes poderão manipular elementos de acordo com as informações solicitadas pelo professor.

Esse tipo de atividade permitirá explorar: a construção de uma cadeia trófica presente na Bacia, explorar as atividades antrópicas que impactam a Bacia e onde essas ocorrem com maior frequência, informações gerais sobre as espécies presentes nos exemplares (nome popular e científico, hábito alimentar e tipo de água em que vive), além dos conceitos de bioacumulação, biomagnificação e biodisponibilidade.

Os painéis, exceto o primeiro que é de introdução, será utilizado após a apresentação de cada conceito ao qual se relaciona, servindo como uma atividade para avaliar a construção do conhecimento.

A seguir são descritos todos os painéis e a sugestão para sua utilização.

5.2.1 Painel de introdução

O primeiro painel (figura 17) tem por finalidade introduzir a sequência didáticas. Sugere-se para sua utilização a seguinte atividade: Na aula anterior o professor promove a divisão da turma em grupos e solicita que cada grupo de alunos fique responsável por um dos tópicos sugeridos, relacionando-os à vida aquática, mas sem necessariamente restringi-los à Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape. Dentre os tópicos estão os termos: Pesticida, Mineração, Despejo Urbano, Biodisponibilidade, Bioacumulação, Biomagnificação. No painel, cada um desses termos aparecerá de forma destacável. Na aula seguinte, o painel é fixado na frente da turma, que se organizará para uma roda de conversas. Ao passo que os termos de pesquisa são fixados no painel pelo professor, os alunos responsáveis por cada pesquisa apresentarão as informações que obtiveram por meio de seus aprofundamentos.



Figura 17: Painel de introdução. (Autoria própria, 2019)

5.2.2 Painel interativo das espécies contidas na coleção de peixes

O segundo painel (figura 18) será aplicado após a aula em que os alunos conhecerão as espécies contidas na coleção de peixes, bem como as informações relacionadas a elas. A turma pode ser dividida em 5 grupos em que cada grupo ficará

responsável por 4 espécies. No painel, o nome popular das espécies ficará amostras, enquanto as outras informações estarão cobertas com uma fita adesiva branca, cabendo ao grupo escrever sob as fitas as informações escondidas nos campos adequados. Assim que o painel estiver preenchido as fitas são retiradas uma a uma e as respostas conferidas.

BACIA do Rio Ribeira de Iguape		
NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	HÁBITO ALIMENTAR
<i>Piaú Verdadeiro</i>	<i>Megaleporinus obtusidens (Valenciennes, 1837)</i>	<i>Onívoro</i>
<i>Mandi Pintado</i>	<i>Pimelodus maculatus (Lacepède, 1803)</i>	<i>Onívoro</i>
<i>Robalo Flecha</i>	<i>Centropomus undecimalis (Bloch, 1792)</i>	<i>Carnívoro</i>
<i>Robalo Peva</i>	<i>Centropomus parallelus (Poey, 1860)</i>	<i>Carnívoro</i>
<i>Anhã</i>	<i>Hypostomus agna (Miranda-Ribeiro, 1907)</i>	<i>Onívoro/detritívoro</i>
<i>Cascudo</i>	<i>Hypostomus tapijara (Oyakawa, Akama & Zanata, 2005)</i>	<i>Onívoro/detritívoro</i>
<i>Tainha</i>	<i>Mugil Liza (Valenciennes, 1836)</i>	<i>Detritívoro</i>
<i>Pito</i>	<i>Loricariichthys castaneus (Casteulnau, 1855)</i>	<i>Detritívoro/Herbívoro</i>
<i>Manditinga</i>	<i>Pimelodella transitória (Miranda-Ribeiro, 1907)</i>	<i>Carnívoro</i>
<i>Tuvira</i>	<i>Gymnotus sylvius (Albert & Fernandes-Matioli, 1999)</i>	<i>Carnívoro</i>
<i>Muçum</i>	<i>Synbranchus marmoratus (Bloch, 1795)</i>	<i>Carnívoro</i>
<i>Tagibucu</i>	<i>Oligosarcus hepsetus (Cuvier, 1829)</i>	<i>Carnívoro</i>
<i>Sardinha Branca</i>	<i>Sardinella brasiliensis (Steindachner, 1879)</i>	<i>Onívoro</i>
<i>Cará</i>	<i>Geophagus brasiliensis (Quoy & Gaimard, 1824)</i>	<i>Onívoro</i>
<i>Lambari do rabo Amarelo</i>	<i>Astyanax sp.</i>	<i>Onívoro</i>
<i>Manjuba</i>	<i>Anchoviella lepidentostole (Fowler, 1911)</i>	<i>Carnívoro</i>
<i>Saguarú</i>	<i>Cyphocharax santacatarinae (Fernandez-Yépez, 1948)</i>	<i>Detritívoro</i>
<i>Traira</i>	<i>Hoplias malabaricus (Bloch, 1794)</i>	<i>Carnívoro</i>
<i>Picopéva</i>	<i>Astyanax sp.</i>	<i>Onívoro</i>
<i>Bagre Africano</i>	<i>Clarias gariepinus (Burchell, 1822)</i>	<i>Onívoro</i>
<i>Tilápia</i>	<i>Oriocromis niloticus (Linnaeus, 1758)</i>	<i>Onívoro</i>
<i>Nhundiá</i>	<i>Rhamdia quelen (Quoy & Gaimard, 1824)</i>	<i>Onívoro</i>

Figura 18: Painel interativo das espécies contidas na coleção de peixes. (Autoria própria, 2019)

5.2.3 Painel interativo da teia alimentar

O terceiro painel (figura 19) será aplicado após a aula acerca da teia alimentar. Serão trazidas imagens soltas de algumas espécies de peixes já discutidos e que podem compor uma teia alimentar. No painel, essas imagens serão fixadas sob o desenho dos peixes, compondo uma cadeia alimentar. Os alunos buscarão nos exemplares as informações sob os peixes fixados no painel. O aluno que encontrar, irá até a frente e colocará o nome do peixe no campo em branco, logo abaixo da figura.

Em seguida o aluno irá retirar a imagem e passará a representar aquele peixe. Os alunos só poderão pegar um peixe cada, para que seja possível a atividade seguinte. Por fim, cada aluno que retirou um peixe do painel ficará em pé representando esse peixe, em seguida será criada, usando um barbante, uma teia alimentar a partir da ligação entre um peixe e outro.

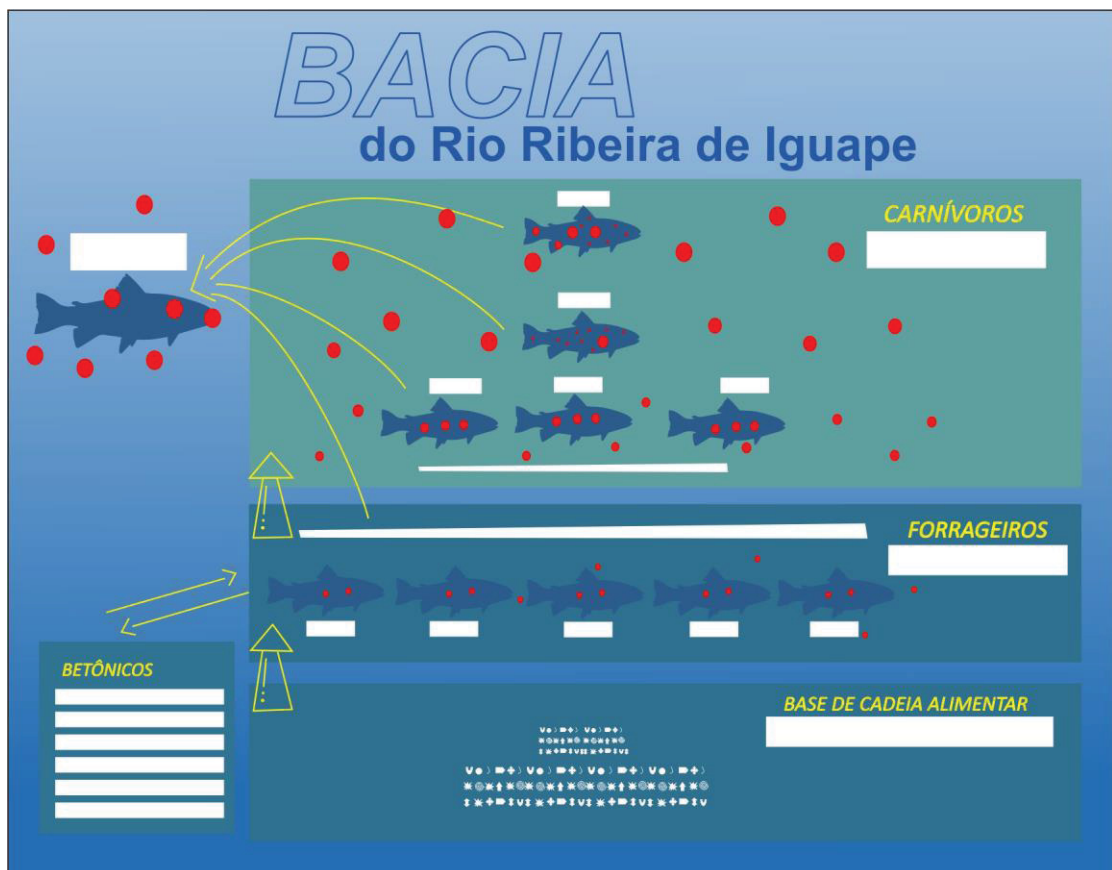


Figura 19: Painel interativo da teia alimentar. (Autoria própria, 2019)

5.2.4 Painel interativo das atividades antrópicas na Bacia do Rio Ribeira

O quarto painel (figura 20) será utilizado após a aula sobre os fatores antrópicos que impactam a Bacia do Rio Ribeira de Iguape, em que o professor apresentará à turma o conceito de atividades antrópicas e discutirá em que regiões ao longo da Bacia ocorrem com mais frequência determinadas atividades (ou ocorreram, mas ainda impactam a vida aquática, como a mineradora de Adrianópolis). Esse painel é menos interativo e mais informativo, oferecendo aos alunos um mapeamento da região da Bacia, o percurso do Rio Ribeira e a colorização das regiões em que ocorrem atividades antrópicas específicas.

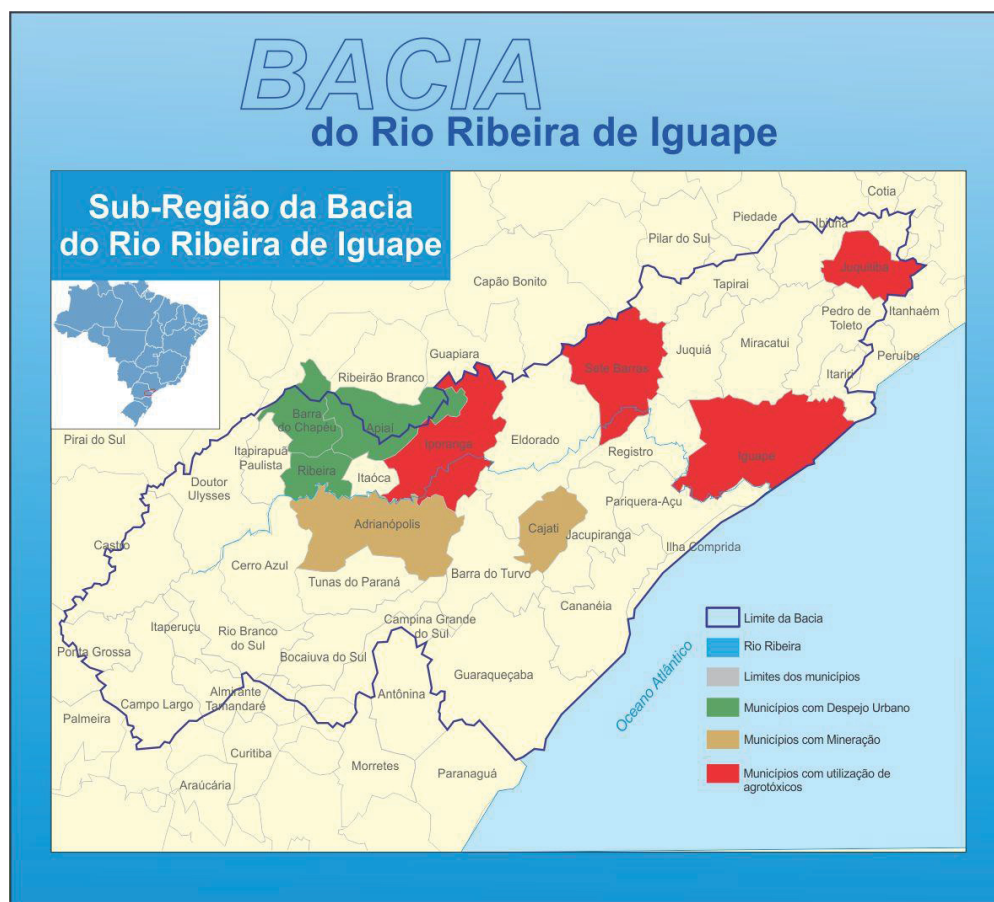


Figura 20: Painel interativo das atividades antrópicas na Bacia do Rio Ribeira. (Autoria própria, 2019)

5.2.5 Painel interativo da biodisponibilidade

O quinto painel (figura 21) será utilizado após a aula de bioacumulação, biomagnificação e biodisponibilidade. Com a compreensão do funcionamento da membrana plasmática e como essa controla o que entra e sai do interior da célula, os alunos, ou o professor com o auxílio dos alunos, deverão identificar o nome de cada uma das partes da membrana, que estarão cobertas com fita adesiva. Assim que a sala der o palpite sobre o nome da região indicada, a fita é retirada e a resposta revelada.

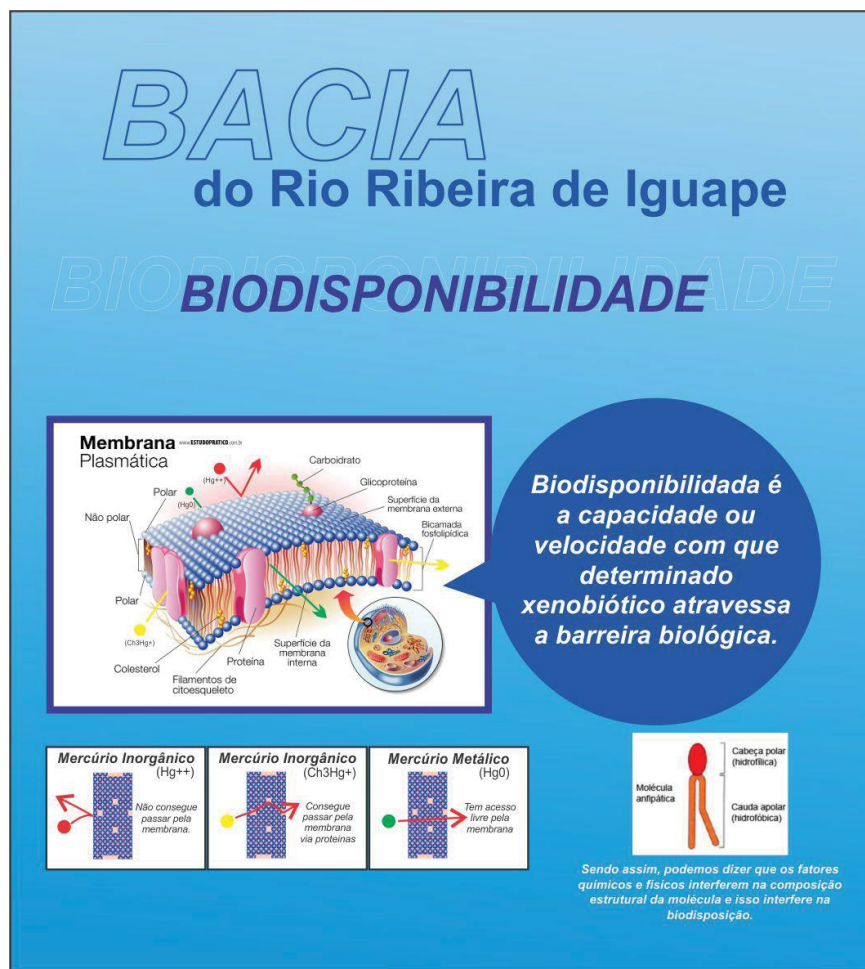


Figura 21: Painel interativo da biodisponibilidade. (Autoria própria, 2019)

5.2.6 Painéis interativos da bioacumulação e biomagnificação

Os últimos painéis (figura 22 e 23) serão utilizados após a aula de bioacumulação, biomagnificação e biodisponibilidade. O painel de bioacumulação (figura 22) será apenas informativo e servirá para mostrar como um peixe acumula metais pesados ao longo da sua vida. O painel de biomagnificação (figura 23) por sua vez será interativo. Para isso ele será fixado em um isopor e o professor irá alfinetar um determinado número de alfinetes com bolinhas na ponta nos peixes menores. Em seguida o professor dirá que um consumidor daqueles peixes menores comeu 2 ou 3 deles, posteriormente os alunos irão alfinetar esse segundo peixe com a quantidade total de poluentes adquiridos durante sua alimentação, fazendo o mesmo com consumidores em posições superiores da cadeia.



Figura 22: Painel interativo da bioacumulação. (Autoria própria, 2019)



Figura 23: Painel interativo de biomagnificação. (Autoria própria, 2019)

5.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

No quadro 2 é possível observar a construção da proposta didática:

Quadro 2: Sequência didática.

Escola	
Professor	
Disciplina	Biologia
Turma	
Número de aulas	7 aulas: Encontro 1: Aula introdutória (1 aula); Encontro 2: Peixes do Vale do Ribeira (1 aula); Encontro 3: Teia Alimentar (1 aula); Encontro 4: Fatores antrópicos (1 aula); Encontro 5: Biodisponibilidade, bioconcentração e biomagnificação (2 aulas); Encontro 6: Avaliação (1 aula).
Conteúdo	Fatore antrópicos, teia alimentar, biodisponibilidade, bioconcentração, biomagnificação e poluentes no cenário da Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Contextualizar a sequência didática a partir de uma aula introdutória promovendo uma roda de conversas; • Apresentar aos alunos o conceito de ictiofauna e a riqueza de espécies e cenários naturais relacionados à Bacia Hidrográfica do Vale do Ribeira. • Apresentar a influência dos fatores antrópicos na vida aquática, trazendo as discussões para o cenário regional. • Relacionar a presença de poluentes oriundos das atividades antrópicas na Bacia com o risco de exposição das espécies de peixes, com base na sua distribuição dentro da cadeia alimentar do Rio Ribeira.

	<ul style="list-style-type: none"> • Discutir os riscos de exposição tanto para a Biota como para Populações Humanas
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Computadores; • Giz; • Lousa; • Barbantes; • Imagens impressas de peixes; • Painéis Interativos; • Alfinetes com bolinhas na ponta; • Velcro; • Coleção de peixes.
Metodologia	<p>Os procedimentos serão aplicados de forma a tornar a participação ativa do aluno, na descoberta e assimilação de ideias conceituais sobre o assunto, em que o aluno será desafiado a refletir, discutir com o grupo, elaborar hipóteses e procedimentos, extrapolar as aplicações e enfrentar situações novas, possibilitando raciocínio e ação. Para isso, serão promovidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rodas de conversa; • Atividades em grupo; • Vizualização de espécies conservadas em potes; • Atividades interativas utilizando painéis; • Pesquisas na internet; <p>No quadro 3 é possível compreender melhor a utilização das ferramentas de acordo com a disposição das aulas.</p>

Avaliação	<p>Os alunos serão avaliados mediante as suas contribuição nas rodas de conversa, expondo suas pesquisas e também participando das atividades relacionadas aos painéis interativos.</p> <p>Ao final do segmento é possível aplicar um questionário em forma de prova em que se pergunta sobre os principais conceitos vistos e como eles se relacionam com a ictiofauna local.</p>
------------------	--

(Fonte: O Autor, 2020)

A disposição das aulas pode ser entendida no quadro 3.

Quadro 3: Disposição das aulas.

Encontro	Assunto	Descrição
Encontro 1 (50 minutos)	Aula introdutória sobre ictiofauna e fatores que a impactam	<p>Na aula anterior o professor promove a divisão da turma em grupos e solicita que cada grupo de alunos fique responsável por um dos tópicos sugeridos, relacionando-os à vida aquática, mas sem necessariamente restringi-los à Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape. Dentre os tópicos estão os termos: Pesticida, Mineração, Despejo Urbano, Biodisponibilidade, Bioacumulação, Biomagnificação.</p> <p>Durante a aula o professor apresenta a sequência didática que virá, bem como seus objetivos. Em seguida é dado início à roda de conversas utilizando a sugestão para o painel interativo 1 (seção 5.2.1)</p>
Encontro 2 (50 minutos)	Peixes do Vale do Ribeira	<p>O segundo encontro terá por finalidade apresentar aos estudantes algumas das espécies de peixe contidas do Vale do Ribeira que foram coletadas para criar uma coleção. Os alunos lerão a etiqueta contida em cada</p>

		<p>frasco e irão anotá-las. Em seguida a sala será dividida em 5 grupos para a realização da atividade proposta para o painel 2 (seção 5.2.2)</p>
<p>Encontro 3 (50 minutos)</p>	<p>Teia alimentar</p>	<p>Nessa aula os alunos irão conhecer o conceito de teia alimentar, apresentado pelo professor. Também entrarão novamente em contato com as espécies da coleção.</p> <p>Em seguida será promovida a realização da atividade proposta para o painel interativo 3 (seção 5.2.3)</p>
<p>Encontro 4 (50 minutos)</p>	<p>Fatores antrópicos</p>	<p>O encontro é iniciado com a apresentação do que são fatores antrópicos e como esses impactam a vida aquática (mineração agricultura, piscicultura, redes de esgoto e lixo humano). Em seguida o professor abrirá espaço para que os alunos compartilhem o que sabem sobre esses fatores na região. Na terceira parte da aula o professor apresentará os demais fatores antrópicos que impactam a Bacia Hidrográfica do Vale do Ribeira.</p> <p>A aula é encerrada com a realização da atividade proposta para o painel interativo 4 (seção 5.2.4)</p>
<p>Encontro 5 (1 hora e 40 minutos)</p>	<p>Biodisponibilidade, bioconcentração e biomagnificação</p>	<p>Na primeira aula os alunos farão uma atividade investigativa na sala de informática, sendo divididos em duplas ou trios conforme a disponibilidade de computadores. Serão pesquisados os conceitos relacionados aos termos biodiversidade, bioconcentração e biomagnificação. As informações encontradas devem ser anotadas no caderno para serem utilizadas na aula posterior.</p>

		<p>Na segunda aula será promovida uma breve discussão acerca das pesquisas feitas anteriormente, ao passo que o professor acrescenta informações ou respondem dúvidas. O encontro é encerrado com a execução das atividades propostas para os painéis 5 e 6 e 7 (seção 5.2.5 e 5.2.6)</p>
Encontro 6 (50 minutos)	Avaliação	<p>Aqui o professor poderá aplicar uma prova em forma de questionário cobrando as principais definições vistas ao longo dos encontros, além de propor que os alunos relacionem a temática às questões regionais exploradas. A avaliação servirá como uma ferramenta para reflexão da prática pedagógica e de como os alunos conseguirão construir o conhecimento a partir da proposta feita.</p>

(Autoria própria, 2020)

6. DISCUSSÃO

As informações relacionadas à riqueza da região do Vale do Ribeira junto ao levantamento dos fatores que ameaçam esse cenário permitirão ao leitor avaliar a importância de se pensar acerca dos aspectos biológicos e ecológicos na região da Bacia do Rio Ribeira, bem como a ocorrência e abundância de atividades antrópicas que ocorrem nos arredores da Bacia. A definição de conceitos contribuirá para uma maior compreensão dos impactos humanos na natureza, por isso se fez importante discorrer acerca de fenômenos como biomagnificação, bioacumulação e biodisponibilidade. Embora tenha sido tentado abarcar ao máximo a riqueza da região alvo dos estudos, não foi possível, durante a montagem da coleção, adquirir representantes de todas as espécies que ocorrem na Bacia. Por outro lado, os exemplares obtidos estão entre os mais comuns e foram suficientes para a construção de uma cadeia alimentar, bem como permitiram a idealização de atividades envolvendo os conceitos propostos na sequência didática. Ademais, os aprofundamentos bibliográficos caracterizaram várias regiões ao longo da Bacia, tornando possível mapear focos de interferência antrópica na qualidade vida da biota. Tanto o exemplar de espécies, quanto os aprofundamentos bibliográficos contribuíram para a construção dos painéis propostos, bem como as atividades que cada um deles possibilita.

Em seu trabalho, Giassi (2009, p.32), discute como o ensino de Biologia pode contribuir para a construção de um conhecimento que torna possível a alunos e professores “compreender e explorar a realidade em que vivem, capacitando-os a transitar entre o conhecimento científico e as peculiaridades do mundo que os cerca”. Nesse trabalho, a autora entende a contextualização como intrínseca ao processo de aprendizagem, tido que esta articula e integra os conhecimentos científicos à realidade do indivíduo, criando uma nova ótica acerca das possibilidades e particularidades do contexto em que está inserido. Desse modo, facilita-se a possibilidade de compreensão do educando acerca de “aspectos sociais, éticos, econômicos, políticos, entre outros”, permitindo-o a atuar em sua realidade (GIASSI, 2009, p.207).

Com base nas discussões de Giassi (2009), entende-se que relacionar aspectos locais para empregar os temas e conceitos de ecologia nas escolas mostra-se uma opção interessante para o aprendizado dessa disciplina. Ademais, introduzir

uma nova abordagem que possibilite a compreensão dos fatores antrópicos que impactam tanto a biota como as populações humanas é um ganho extra nesse contexto educativo. O uso da Bacia do Ribeira de Iguape e de exemplares de suas espécies para a contextualização do ensino se mostra uma abordagem promissora quanto ao ensino de Biologia. Portanto, acredita-se que por meio das construções das fermentas e dos estudos feitos, o ensino referente aos conceitos de ecologia, educação ambiental e efeitos de atividades antrópicas sobre os ambientes naturais e para as populações humanas, pode melhorar consideravelmente.

Observou-se com esse estudo que os arredores da Bacia explorada possuem uma biodiversidade muito rica, a qual deve ser devidamente preservada, tanto na fauna quanto na flora, mas que pode estar ameaçada. Por essa razão, a conscientização ambiental nas escolas é de extrema importância, visto a formação de pessoas capazes de participar ativamente dos debates sociais. De acordo com Valério e Bazzo (2005, p.31) “o exercício pleno da cidadania passa hoje, pela motivação e capacidade dos indivíduos de envolver-se em decisões sobre os rumos da sociedade, um desafio no qual compreender e refletir a prática científica/tecnológica se faz preponderante”. Reforça-se então a importância de promover práticas educacionais que levem em conta o contexto social e cultural dos alunos, pois essa reflexão acerca da práxis se mostra, nesse contexto, como um compromisso da educação com a cidadania, visto que estará possibilitando a participação efetiva dos alunos em sociedade. A conscientização é o início das ações que podem mudar a legislação ou políticas públicas, unindo esforços em todos os níveis, partindo da sociedade civil até os governos, federais, estaduais e/ou municipais, para garantir a manutenção desses recursos naturais, sendo a educação a chave para essa mudança de atitude social.

É por meio de metodologias ativas, assim como essa proposta, que os educandos passam a ter a possibilidade de participar efetivamente da construção do seu conhecimento. Cada indivíduo traz consigo conhecimentos adquiridos pelo meio, e considera-los é indispensável numa proposta desse tipo. Visto que os alunos estão inseridos no cenário alvo dos estudos, é de extrema importância considerar que eles possuem vivências e experiências que suscitam em conhecimento acerca de questões regionais. Para Ausubel (1980), é por meio da racionalização de novas informações e possibilidades de relacioná-las com o já sabido, que se propicia uma aprendizagem significativa.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos objetivos previamente estabelecidos, tornou-se possível a idealização de uma sequência didática em Biologia para o 3º ano do ensino médio. Por meio da confecção de uma coleção de espécies regionais e a elaboração de painéis interativos, se conseguiu pensar uma proposta voltada para a exploração de inúmeros conceitos de ecologia e preservação ambiental voltada para as especificidades da Bacia Hidrográfica do rio Ribeira de Iguape. Obteve-se como produto dessa dissertação uma sequência didática que servirá como instrumento auxiliar ao professor que busque trabalhar o tema proposto de forma diversificada.

Se tratando, de uma idealização de sequência didática, a eficácia dessa abordagem só poderá ser verificada na prática, por meio da sua aplicação. Desse modo, espera-se que a sequência didática aqui apresentada seja aplicada futuramente, de modo que as observações feitas a partir da prática possam confirmar sua efetividade e, até mesmo, contribuir para seu aperfeiçoamento mediante às necessidades que surgirem.

REFERÊNCIAS

ALHO, C. J. R. Importância da biodiversidade para a saúde humana: uma perspectiva ecológica. **Estud. av.**, São Paulo, v. 26, n. 74, p. 151-166, 2012. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142012000100011&lng=en&nrm=isso]. Acesso em: 08 de janeiro de 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142012000100011>.

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D., HANESIAN, H. Psicologia educacional. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AQUINO, M. M. de C. Os impactos socioambientais da mineração: um estudo sobre o pólo mineroquímico em Cajati-SP. Mestrado em Ciências Sociais. Unesp Araraquara, São Paulo, março de 2019. Disponível em: [<http://hdl.handle.net/11449/181577>]. Acesso em: 08 de janeiro de 2020.

ARENDT, R. J. J. A concepção Piagetiana da relação sujeito-objeto e suas implicações para a análise da interação social. *Temas psicol.*, Ribeirão Preto, v. 1, n. 3, p. 115-125, dez. 1993. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-389X1993000300015&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 20 de janeiro de 2020.

BICUDO, F. Paraíso poluído: Canal aberto em 1855 facilitou espalhamento de metais pesados no litoral sul de São Paulo. **Pesquisa Fapesp - Oceanografia**. Edição 171. Maio de 2010. Disponível em: [<https://revistapesquisa.fapesp.br/2010/05/30/para%C3%ADso-polu%C3%ADdo/>]. Acesso em: 20 de janeiro de 2020.

BECKER, Fernando. O que é construtivismo. **Revista de educação AEC**, Brasília, v. 21, n. 83, p. 7-15, 1992.

BUCKUP, P. A. *et al.* Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Paulo_Buckup/publication/234129008_Introduc

ao/links/56dce09f08aebe4638c03842/Introducao.pdf]. Acesso em: 20 de janeiro de 2020.

BONILLA, O. H. Fatores Ecológicos. Universidade Estadual do Ceará; Fortaleza, 2010. Disponível em: [http://uece.br/laboeco/dmdocuments/aula-03-fatores-abioticos-fisicos.pdf]. Acesso em: 08 de janeiro de 2020.

BRAGA, R. Elaboração do plano da Bacia hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul -UGRHI 11: relatório 1. Registro, 2016. Disponível em: [http://comiterb.com.br/wp-content/uploads/2018/07/Plano-de-Bacia-CBH-RB-Relatorio-I.pdf]. Acesso em: 04 de janeiro de 2020.

BRASIL. Biodiversidade brasileira. **Ministério do Meio Ambiente** - s/d. Disponível em: [https://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira]. Acesso em: 08 de janeiro de 2020.

CASTELLANI, D. e BARRELLA, W. Caracterização da piscicultura na região do Vale do Ribeira - SP. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 168-176, fevereiro de 2005. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542005000100021&lng=en&nrm=isso]. Acesso em: 20 de janeiro de 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542005000100021>.

CBH-RB - Comitê da Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul. Relatório de Situação dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente da Unidade de Gerenciamento Nº 11. AMAVALES, Registro, 2013. Disponível em:[http://www.sigrb.com.br/app/pdf/RSMA_COMPLETO_2013.pdf]. Acesso em: 04 de janeiro de 2020.

_____. Relatório de situação dos recursos hídricos da UGRH11. Registro, 2018. Disponível em: [http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/CBH-RB/13771/relatorio-de-situacao-2018-versao-final.pdf]. Acesso em: 04 de janeiro de 2020.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo: Parte 1 - águas doces, 2014. Relatório. São Paulo, 2015. Disponível em: [https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/Cetesb_QualidadeAguasSuperficiais2014_Partel_vers%C3%A3o2015_Web.pdf]. Acesso em: 10 de janeiro de 2020.

_____. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo, 2016. Relatório. São Paulo, 2017. Disponível em: [https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/Cetesb_QualidadeAguasInteriores_2016_corre%C3%A7%C3%A3o02-11.pdf]. Acesso em: 10 de janeiro de 2020. ISBN 978-85-9467-018-2.

_____. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo, 2017. Relatório. São Paulo, 2018. Disponível em: [<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2018/06/Relat%C3%B3rio-de-Qualidade-das-%C3%81guas-Interiores-no-Estado-de-S%C3%A3o-Paulo-2017.pdf>]. Acesso em: 10 de janeiro de 2020. ISBN 978-85-9467-062-5.

CHAKRAVARTY, Sumit; K., S.; P., C.; N., A.; SHUKL, Gopal. Deforestation: Causes, Effects and Control Strategies. InTech. ISBN 9789535105695. 2012.

CHAVES, P. e BOUCHEREAU, J.L. Biodiversity and dynamics of ichthyic communities in the mangrove of Guaratuba, Brazil. *Oceanologica Acta*, 22(3): 353-364. 1999.

CIVILIS, V. Sociedade e Ecoturismo: na trilha do desenvolvimento sustentável. São Paulo, Editora Fundação Periópolis Ltda. São Paulo, 2003, s/n, s/v, p.147. ISBN:85-7596-010-5

COTRIM, M. E. B. Avaliação da qualidade da água na Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape com vistas ao abastecimento público. São Paulo, 2006. Tese (Doutorado em Ciências). Instituto de Pesquisa Energéticas e Nuclear.

COTTA, J. A. P. *et al.* Evaluation of metal content in sediments of the Betari River in the Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira: PETAR-, São Paulo, Brazil. **Química Nova**, v. 29, n. 1, p. 40-45, 2006.

CUNHA, C. A. G. da. A sub-bacia do rio Jacupiranga: análise dos aspectos sócio-econômicos e ambientais como subsídio para o manejo sustentável da região do Vale do Ribeira de Iguape, São Paulo. 2010. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010. Acesso em: 10 de janeiro de 2020. DOI:10.11606/T.18.2010.tde-08102010-111700.

DIAS, A. A. S; DE OLIVEIRA DIAS, M. A. Educação ambiental. **Revista de Direitos Difusos**, v. 68, n. 1, p. 161-178, 2017.

DIEGUES, A. C. O Vale do Ribeira e Litoral de São Paulo: meio-ambiente, história e população. São Paulo, 2007. Disponível em: [<http://nupaub.fflch.usp.br/sites/nupaub.fflch.usp.br/files/color/cenpec.pdf>]. Acesso em: 04 de janeiro de 2020.

DUQUE, N. Membrana plasmática – Funções e Estrutura. **Estudo Prático**, maio de 2013. Disponível em: [<https://www.estudopratico.com.br/membrana-plasmatica-funcoes-e-estrutura/>]. Acesso em: 20 de janeiro de 2020.

FAVACHO, R. C. *et al.* Análise quali-quantitativa dos impactos ambientais e a piscicultura intensiva: os efluentes como fonte de impacto, IX SBEA + XV ENEEAmb + III FLES, *Blucher Engineering Proceedings*, v. 4, 2017, p.1863-1871, ISSN 2357-7592, <http://dx.doi.org/10.1016/xveneeamb-187>

FLORES, A. V. *et al.* Organoclorados: Um problema de Saúde Pública. *Ambiente & Sociedade – Vol. 7, nº. 2, p.112-124. Dezembro de 2014.*

GAZETTA, C. A. Cílios do Ribeira: Uma campanha de recuperação das matas ciliares do Vale do Ribeira. Instituto Ambiental Vidágua. s/d. Disponível em: [

https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/222/Documentos/forum%20app/20071_Cilios_Clodoaldo.pdf. Acesso em: 04 de janeiro de 2020

GIASSI, M. G. A contextualização no ensino de biologia: um estudo com professores de escolas da rede pública estadual do município de Criciúma-SC. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. [Tese] Doutorado em Educação Científica e Tecnológica.

HENRIQUES, J. M. Identificação molecular (DNA Barcode) dos peixes da Bacia do Rio Ribeira de Iguape e dos Rios Costeiros do Estado de São Paulo. 2010. 105 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/99429>>.

IKEDA, A. N, BERTAGNOLI, R. R. A modernização do sistema de alerta no Vale do Ribeira através da telemetria via satélite. **Revista Água e Energia**, fevereiro de 2000. s/n, s/v, s/p. Disponível em: [<http://www.dae.sp.gov.br/acervoepesquisa/relatorios/revista/raee0002/riguape.htm>]. Acesso em: 04 de janeiro de 2020.

ISA - INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. Elaboração de estratégia para implementação de projeto piloto para pagamento por serviços ambientais. Reunião, Unesp Registro. São Paulo, 2013. Disponível em: [https://ciliosdoribeira.org.br/sites/ciliosdoribeira.org.br/files/arquivos/reuniao_CG_04_09_13_encaminhamentos.pdf]. Acesso em: 008 de janeiro de 2020.

LIGNON, M. C. O problema do Valo Grande: guardiões da zona costeira em risco sério. **UNESPCIÊNCIA - Ecologia**, edição 90. Outubro de 2017. Disponível em: [<http://unespciencia.com.br/2017/10/01/ecologia-90/>]. Acesso em: 09 de janeiro de 2020.

LIMA, D. P. de. Avaliação da contaminação por metais pesados na água e nos peixes da Bacia do Rio Cassiporé, Estado do Amapá, Amazônia, Brasil. Dissertação

(Mestrado em Biodiversidade Tropical) - Universidade Federal do Amapá, Macapá.
Orientador: Cesar Santos, pesquisador da Embrapa Amapá, 2013. 147 p.

MAHIQUES, M. M. de *et al.* *Anthropogenic influences in a lagoonal environment: a multiproxy approach at the valo grande mouth, Cananéia-Iguape system* (SE Brazil). **Braz. j. oceanogr.**, São Paulo , v. 57, n. 4, p. 325-337, Dec. 2009 . Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-87592009000400007&lng=en&nrm=isso]. Acesso em: 08 de janeiro de 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-87592009000400007>.

MARQUES, M. N. Avaliação do impacto de agrotóxicos em áreas de proteção ambiental, pertencentes à Bacia hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape, São Paulo. Uma contribuição à análise crítica da legislação sobre o padrão de potabilidade. 2004. Tese (Doutorado em Tecnologia Nuclear - Materiais) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. DOI:10.11606/T.85.2005.tde-04072006-131523

MARQUES, N. M. *et al.* Avaliação da qualidade da água tratada da região de Santo André. Environmental and Health World Congress. Santos, julho de 2006. Disponível em:[https://www.ipen.br/biblioteca/2006/eventos/15445.pdf]. Acesso em: 20 de janeiro de 2020.

MARQUEST, N. M. *et al.* Avaliação do impacto da agricultura em áreas de proteção ambiental, pertencentes à Bacia hidrográfica do rio ribeira de Iguape, São Paulo. **Quim. Nova**, Vol. 30, No. 5, 1171-1178, 2007.

MELO, P. *et al.* Agrotóxicos e transgênicos. Boletim de inovação e sustentabilidade. BISUS 2028 - Vol.2, 48 p.

MONTONE, R. C. Bioacumulação e biomagnificação. Instituto Oceanógrafo, 2015. Disponível em: [http://www.io.usp.br/index.php/infraestrutura/museu-oceanografico/31-portugues/publicacoes/series-divulgacao/poluicao/811-bioacumulacao-e-biomagnificacao]. Acesso em: 08 de janeiro de 2020.

KELLER, J. F.; MORAES, D. R. S. Estratégias Didáticas para Construção Coletiva de Painéis Cognitivos Interativos de Biologia e Interdisciplinar com QRcode. **Os desafios da escola pública Paranaense na perspectiva do professor PDE**, 2013. Disponível em:[http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_unioeste_bio_artigo_john_franco_keller.pdf]. Acesso em: 20 de janeiro de 2020.

MOREIRA, F. R.; MOREIRA, J. C. A cinética do chumbo no organismo humano e sua importância para a saúde. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro , v. 9, n. 1, p. 167-181, 2004 . Disponível em: [<https://tinyurl.com/vt6abep>]. Acesso em: 09 de janeiro de 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232004000100017>.

MOSS, G. e MOSS, M. Brasil das águas: sete rios. Projeto Brasil das águas. s/d. Disponível em:[<https://tinyurl.com/rrg78nz>]. Acesso em: 20 de janeiro de 2020;

PINTO-COELHO, R. M. Fundamentos em ecologia. 2009. Artmed Editora. 257 p. s/v, s/n. ISBN:8536310979.

PIAGET, J. o Nascimento da Inteligência na Criança. *mental*, v. 258, p. 259, 1986.

_____. *Biologia e Conhecimento*. 2ª Ed. Vozes: Petrópolis, 1996.

RAMOS, M. G. O. e AZEVEDO, M. R. Q. A. *Ecosistemas Brasileiros*. Campina Grande; Natal: EdUEPB; EDUFRN Editora da UFRN, 2010. 248 p. il. ISBN 978-85-7879-049-3

ROSS, J. (2002). A Morfogenese da Bacia do Ribeira do Iguape e os sistemas ambientais. *GEOUSP Espaço E Tempo (Online)*, (12), 21-46. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2002.123770>

SAINT-ONGE, Michel. O ensino na escola: o que é, como se faz. **Edições Loyola**, 1999, n.2. ISBN: 85-15-01870-5

SMITH, R. L e PIMM, S. L. Ecology. Encyclopædia Britannica, inc. Fevereiro de 2019. Disponível em: [<https://www.britannica.com/science/ecology>]. Acesso em: 08 de janeiro de 2019.

TOWNSEND, C. R., *et al.* (2009). **Fundamentos em ecologia**. Artmed Editora. 556 p., n.3, s/v. ISBN: 8536321687, 9788536321684

TRAMONTE, Keila Modesto. **Estudo da disponibilidade de metais em sedimentos do Sistema Cananéia-Iguape**. 2014. Tese (Doutorado em Oceanografia Química) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Acesso em: 08 de janeiro de 2020. DOI: 10.11606/T.21.2014.tde-24032015-152819.

VALÉRIO, M.; BAZZO, W. A. O papel da divulgação científica em nossa sociedade de risco: em prol de uma nova ordem de relações entre ciência, tecnologia e sociedade. **revista de ensino de engenharia**, v. 25, n. 1, p. 31-39, 2005. Disponível em: [<http://twixar.me/FbIK>]. Acesso em: 20 de janeiro de 2020.

VITIELLO, N.; *et al.* Insetoteca: espaço lúdico e interativo, com modelos e jogos relacionados à biologia dos insetos. **Páginas do Instituto Biológico**, v.6, n.1. 2013.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Childhood Pesticide Poisoning: Information for Advocacy and Action. Maio de 2004. Disponível em: [<https://www.who.int/ceh/publications/pestpoisoning.pdf>]. Acesso em: 08 de janeiro de 2020.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ALEXANDER DE AZEVEDO

CRIAÇÃO DE PAINÉIS INTERATIVOS PARA ESTUDOS DE ECOLOGIA E
EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA BACIA DO RIO RIBEIRA DE IGUAPE/SP

CURITIBA / PR

2019

ALEXANDER DE AZEVEDO

CRIAÇÃO DE PAINÉIS INTERATIVOS PARA ESTUDOS DE ECOLOGIA E
EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA BACIA DO RIO RIBEIRA DE IGUAPE/SP

Dissertação apresentada como trabalho de conclusão do curso de Mestrado Profissional no Ensino de Biologia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Orientador: Prof. Dr. Ciro A. de Oliveira Ribeiro

CURITIBA / PR

2019

TERMO DE APROVAÇÃO

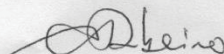


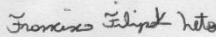
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFBIO ENSINO DE
BIOLOGIA EM REDE NACIONAL - 32001010175P5

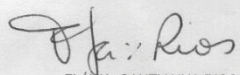
TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em PROFBIO ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado Profissional de **ALEXANDER DE AZEVEDO**, intitulada: **CRIAÇÃO DE PAINÉIS INTERATIVOS PARA ESTUDOS DE ECOLOGIA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA BACIA DO RIO RIBEIRA DE IGUAPE/SP**, sob orientação do Prof. Dr. CIRO ALBERTO DE OLIVEIRA RIBEIRO, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua **APROVAÇÃO** no rito de defesa. A outorga do título de Mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 20 de Dezembro de 2019.


CIRO ALBERTO DE OLIVEIRA RIBEIRO
Presidente da Banca Examinadora


FRANCISCO FILIPAK NETO
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)


FLÁVIA SANT'ANNA RIOS
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus familiares pelo apoio e motivação para concluir esse trabalho. Em especial aos irmãos de coração, Marcelo e Márcio, meus filhos Vinícius e Geovana e à Solange, minha ex-esposa e uma grande amiga nos dias de hoje.

Obrigado aos meus colegas de grupo, Ivone, Paulo, Taysa, Juliano, Rafael e Francine e também ao meu amigo Jair pelo apoio e ajuda durante esse percurso. O companheirismo de vocês foi indispensável à essa conquista. Sou grato também aos demais colegas de turma e professores que fizeram parte dessa etapa, em especial ao meu amigo e professor Vanderlei Ribeiro (Deco Miracatu), professor da Escola Estadual Alay Côrrea, que criou e administrou o projeto Pescadores do Rio Ribeira de Iguape, que me influenciou no desenvolvimento desse trabalho de conclusão do mestrado.

Registro também meu agradecimento aos pescadores Marquinho e Carlos Lobo, e aos alunos Maycon e Murilo. Graças a vocês foi possível criar uma rica coleção de espécies a partir dos peixes fornecidos por vocês.

Por fim, expresso minha gratidão ao Professor Ciro por acreditar no meu potencial até mesmo quando eu não acreditava e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento desse trabalho.

RELATO DO MESTRANDO

Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Mestrando: ALEXANDER DE AZEVEDO
Título do TCM: CRIAÇÃO DE PAINÉIS INTERATIVOS PARA ESTUDOS DE ECOLOGIA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA BACIA DO RIO RIBEIRA DE IGUAPE/SP
Data da defesa: 20/10/2019
<p>Relato: Iniciar o mestrado para mim, foi algo incrível! O meu sonho tinha se realizado. Durante o curso, deparei-me com algumas dificuldades como, por exemplo, viajar todos os sábados de Registro/ SP para Curitiba/ PR. Nesse período, vivenciei dificuldades financeira e também problemas pessoais que, de certa forma, acabaram-me desmotivando um pouco. Porém, as aulas que tínhamos nesses dias eram compensatórias, pois durante as aulas não se baseavam apenas nos conteúdos ensinados, mas nas metodologias significativas que tornaram nossas práticas mais proveitosas, em virtude também das aulas teóricas combinadas às aulas práticas.</p> <p>A convivência com os colegas do curso foi algo enriquecedor, pois éramos professores de três Secretaria de Educação distintas (SP, SC e PR) e isso nos possibilitou a conhecer um pouco da realidade, além de trocarmos experiências.</p> <p>Algo muito marcante, creio que para muitos mestrandos, era o nosso momento de café. Nele podíamos nos distrair um pouco e confraternizar e com isso reforçar nossos laços de amizade.</p> <p>No geral, o Programa Profbio foi intenso e desafiador, porém sem sombras de dúvidas, o mesmo contribuiu para nos tornarmos profissionais melhores. Isso só foi possível por conta da dedicação e carinho por parte dos nossos professores, que mesmo sacrificando parte dos seus finais de semanas, ministravam aulas significativas e motivadoras.</p> <p>Para finalizar, quero agradecer a todos os colegas de curso pelo companheirismo e pelas trocas de experiências. Quero agradecer também a todos os professores que ministraram aulas para nós durante esse curso, em especial aos professores: Ciro, Jaime, Cláudia, Edson, Flávia, Ruth e Sandra.</p>

RESUMO

Os livros didáticos direcionados para o ensino médio, e principalmente para as escolas públicas, não adotam alguns aspectos contemporâneos de ecologia como a relação do homem com o ambiente onde vive. Em geral, os conceitos são superficiais ou se restringem aos conceitos de ecologia clássica, sem que o estudante possa interagir com as realidades ambientais contemporâneas. O presente estudo buscou a criação e inserção de material informativo e interativo no processo educativo escolar por meio de painéis interativos e uma coleção de peixes fixados, sendo proposta uma sequência didática na qual são abordados conceitos ecológicos aplicados à relação homem-ambiente e as consequências negativas para os ambientes naturais dessa interação. O aspecto central do estudo foi produzir um material que permitisse fazer uma reflexão e discussão sobre a situação da Bacia do Rio Ribeira de Iguape no Estado de São Paulo, evidenciando a trecho que corta o município de Registro, no Vale do Ribeira. Essa Bacia e o trecho mencionado foram escolhidos pela grande atividade antrópica no local e pelo fato dessa fazer parte de um Santuário Ecológico classificado pela UNESCO como Patrimônio Natural da Biosfera, um dos poucos resquícios de Mata Atlântica no Brasil. Com o intuito de caracterizar a ictiofauna da região, além das informações obtidas na literatura, foram obtidos exemplares de peixes adquiridos com pescadores da região, que permitiram a montagem de uma coleção das espécies mais abundantes na região da Bacia. Ao todo, 23 espécies foram preservadas em potes de vidros e devidamente identificadas. Painéis interativos foram montados para abordar os conceitos de Biodisponibilidade, Bioacumulação e Biomagnificação de poluentes em ambientes aquáticos de água doce, através dos quais, de forma dinâmica, os estudantes podem compreender o significado desses conceitos e empregá-los posteriormente. Utilizando os espécimes de peixes coletados como material de apoio, é possível montar uma representação da cadeia alimentar, posicionando esses animais de acordo com os seus respectivos níveis tróficos. A partir de dados referentes à situação em que a Bacia se encontra, frente ao problema ambiental mencionado, foi elaborado painel interativo na forma de mapa, localizando as principais fontes de emissões de poluentes. Com base nesse material didático é possível dirigir uma dinâmica e uma discussão onde os conceitos são aplicados no grande painel da cadeia alimentar do Rio Ribeira, que por sua vez se liga aos problemas antrópicos encontrados na Bacia. Assim, de forma dinâmica pode-se conduzir os estudantes a criarem hipóteses, que expliquem potencialmente o risco para determinadas espécies em função das atividades antrópicas, levando-se em conta a posição trófica das espécies na cadeia alimentar. Foi proposta uma sequência didática utilizando os recursos mencionados, com o objetivo de trazer para a realidade local do estudante o emprego de conceitos ecológicos, facilitando assim o aprendizado de ecologia em escolas de ensino médio da região. A sequência pode ser adaptada para ser utilizada em escolas localizadas em outras regiões e Bacias hidrográficas, permitindo a contextualização do ensino dentro da realidade regional.

Palavras-Chave

Ecologia, Recursos Interativos, Poluentes, Ictiofauna, Biologia, Vale do Ribeira.

ABSTRACT

High school textbooks, especially public schools, do not adopt some contemporary aspects of ecology such as man's relationship with the environment in which he lives. In general, the concepts are superficial or restricted to the concepts of classical ecology, without the student being able to interact with contemporary environmental realities. The present study sought the creation and insertion of informative and interactive material in the school educational process through interactive panels and a collection of fixed fishes. It was proposed a didactic sequence in which ecological concepts applied to the human-environment relationship and the negative consequences are addressed. to the natural environments of this interaction. The central aspect of the study was to produce a material that allowed a reflection and discussion about the situation of the Ribeira de Iguape River Basin in the State of São Paulo, highlighting the section that crosses the municipality of Registro, in Vale do Ribeira. This basin and the mentioned section were chosen for the great anthropic activity in the area and because it is part of an Ecological Sanctuary classified by UNESCO as a Natural Biosphere Heritage, one of the few remnants of the Atlantic Forest in Brazil. In order to characterize the ichthyofauna of the region, besides the information obtained in the literature, collections were performed, which allowed the assembly of a collection of the most abundant species in the Basin region. In all, 23 species were collected and preserved in glass jars and properly identified. Interactive panels have been set up to address the concepts of Bioavailability, Bioaccumulation and Biomagnification of pollutants in freshwater aquatic environments, through which students can dynamically understand the meaning of these concepts and use them later. Using the fish specimens collected as support material, it is possible to assemble a representation of the food chain, positioning these animals according to their respective trophic levels. Based on data related to the situation in which the basin is facing the environmental problem mentioned, an interactive panel was created in the form of a map, locating the main sources of pollutant emissions. Based on these didactic materials, it is possible to direct a dynamic and a discussion. where the concepts are applied to the large panel of the Rio Ribeira food chain, which in turn is linked to the anthropic problems encountered in the basin. Thus, students can dynamically lead to hypotheses that potentially explain the risk to certain species due to anthropic activities, considering the trophic position of the species in the food chain. It was proposed a didactic sequence using the mentioned resources, aiming to bring to the local reality of the student the use of ecological concepts, thus facilitating the learning of ecology in high schools of the region. The sequence can be adapted to be used in schools located in other regions and watersheds, allowing the contextualization of teaching within the regional reality.

Keywords: Ecology, Interactive Panels, Pollutants, Biology, Vale do Ribeira.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Sub-Regiões da Bacia do Rio Ribeira de Iguape.....	11
Figura 2 - Rio Ribeira de Iguape.....	12
Figura 3 - Os formadores do Rio Ribeira de Iguape: A) Rio Ribeirinha e B) Rio Açungui.....	14
Figura 4: Membrana Plasmática.....	18
Figura 5: Processo de biomagnificação no sistema aquático. Produtores (Pd), Primeiro consumidor (Cs1), segundo consumidor (Cs2), terceiro consumidor (Cs3), quarto consumidor (Cs4).....	19
Figura 6: Modelo de Bioacumulação e Bioconcentração em Peixes.	20
Figura 7 - Valo grande.....	22
Figura 8 - Local onde estava instalada a Plumbum em Adrianópolis	24
Figura 9 - Retirada da mata ciliar ao longo do Rio Ribeira de Iguape para o plantio de banana.....	25
Figura 10: a) Preparação dos exemplares para conservação; b) aplicação de formaldeído 10% no tecido dos peixes.....	36
Figura 11: Exemplares de a) anã; b) bagre-branco, c) cascudo, d) cará.	39
Figura 12: Exemplares de: a) duiá, b) lambari, c) mandi pintado; d) manditinga.	40
Figura 13: Exemplares de a) manjuda, b) muçum, c) parati, d) piaú verdadeiro. (...	40
Figura 14: Exemplares de a) pito, b) robalo flecha, c) robalo peva, d) saguarú.	40
Figura 15: a) sardinha branca, b) tainha, c) tajibucu, d) tuvira.....	41
Figura 16: Modelo da etiqueta utilizada nos exemplares	41
Figura 17: Painel de introdução.....	42
Figura 18: Painel interativo das espécies contidas na coleção de peixes.....	43
Figura 19: Painel interativo da teia alimentar.....	44
Figura 20: Painel interativo das atividades antrópicas na Bacia do Rio Ribeira.	45
Figura 21: Painel interativo da biodisponibilidade.	46
Figura 22: Painel interativo da bioacumulação.	47
Figura 23: Painel interativo de biomagnificação.	47

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO RIBEIRA DE IGUAPE.....	11
1.2 ASPECTOS GERAIS DA DISCIPLINA ECOLOGIA.....	15
1.2.1 Etimologia da palavra ecologia	15
1.2.2 Biodiversidade e Ecossistema.....	15
1.3 ICTIOFAUNA E FATORES QUE INFLUENCIAM O CENÁRIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO RIBEIRA DE IGUAPE.....	16
1.4 O CONCEITO DE BIODISPONIBILIDADE, BIOACUMULAÇÃO E BIOMAGNIFICAÇÃO	18
1.5 FATORES ANTRÓPICOS NO VALE DO RIBEIRA.....	21
1.6 PISICULTURA NO VALE DO RIBEIRA E FUGA DE ESPÉCIES EXÓTICAS.....	29
1.7 RECURSOS INTERATIVOS DE ENSINO	30
2. JUSTIFICATIVA	32
3. OBJETIVOS	34
3.1 OBJETIVO GERAL.....	34
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	34
4. METODOLOGIA	35
4.1 APROFUNDAMENTO BIBLIOGRÁFICO.....	35
4.2 MONTAGEM DE COLEÇÃO DIDÁTICA DE PEIXES	35
4.3 CRIAÇÃO DOS PAINÉIS INTERATIVOS	36
4.4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA	37
5. RESULTADOS	38
5.1 COLEÇÃO PERMANENTE DE PEIXES REPRESENTATIVOS DA BACIA DO RIO RIBEIRA.....	38
5.2 PAINÉIS INTERATIVOS.....	41

5.2.1 Painel de introdução	42
5.2.2 Painel interativo das espécies contidas na coleção de peixes	42
5.2.3 Painel interativo da teia alimentar	43
5.2.4 Painel interativo das atividades antrópicas na Bacia do Rio Ribeira	44
5.2.5 Painel interativo da biodisponibilidade	45
5.2.6 Painéis interativos da bioacumulação e biomagnificação	46
5.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA	47
6. DISCUSSÃO	53
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
REFERÊNCIAS	56

1. INTRODUÇÃO

1.1 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO RIBEIRA DE IGUAPE

A Bacia hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape está inserida nas regiões leste do Estado do Paraná e sudeste do estado de São Paulo (figura 1). Tendo como seu principal componente o Rio Ribeira de Iguape (figura 2), localizado entre as regiões da cidade de São Paulo e a de Curitiba, Paraná. A Bacia hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape, referenciado pelas latitudes 23° 30' e 25° 30' e as longitudes 46° 50" e 50° 00' norte, abrangendo, em sua totalidade, uma área de 24.980 km², da qual 62% pertencem ao Estado de São Paulo (COTRIM, 2006).

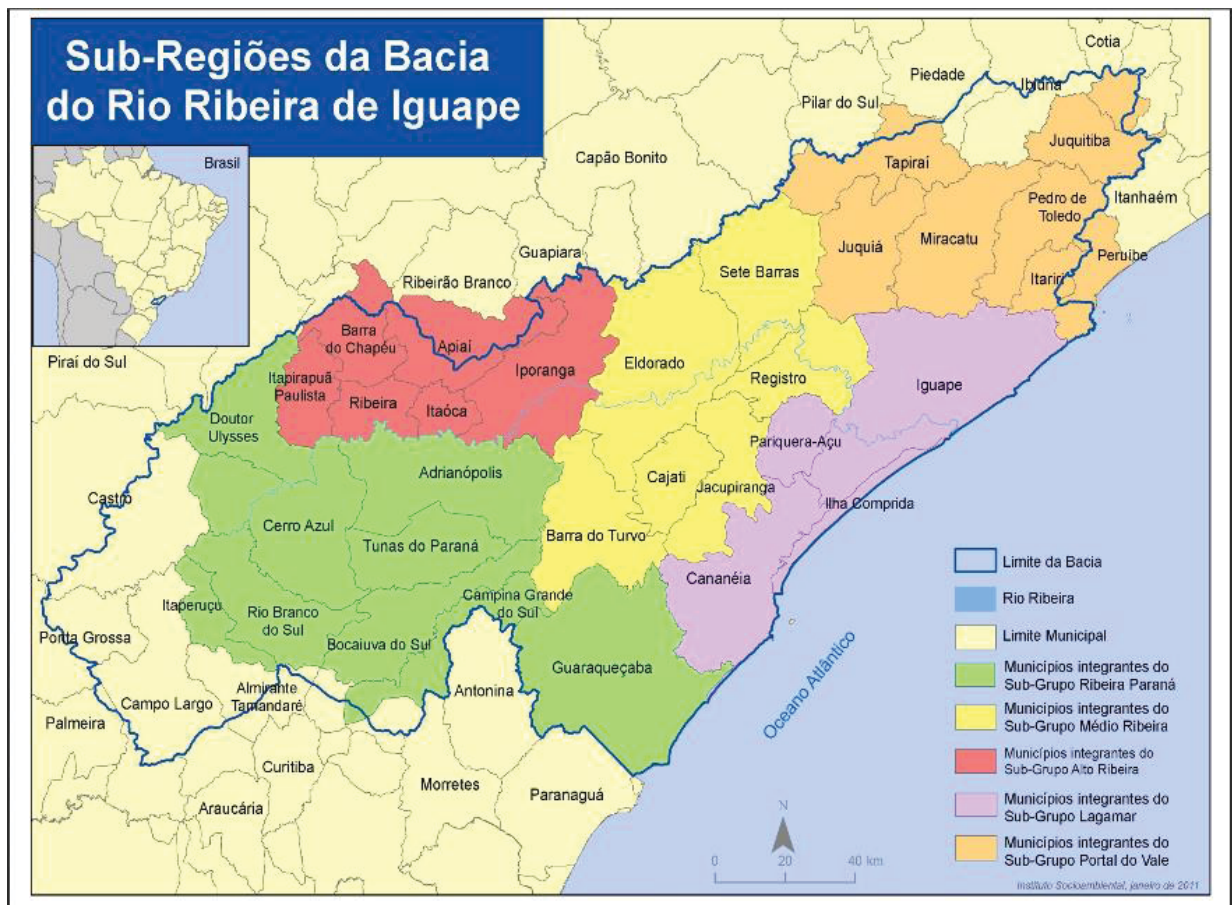


Figura 1: Sub-Regiões da Bacia do Rio Ribeira de Iguape. Fonte: INSTITUTO SOCIO AMBIENTAL, 2013.



Figura 2 - Rio Ribeira de Iguape. Fonte: MOSS e MOSS, s/d.

Devido sua conformação alongada no sentido sudoeste – nordeste, a Bacia hidrográfica em questão fica quase paralela à orla marítima, “confrontando-se com as Bacias dos rios Tietê ao norte, Paranapanema a oeste, Iguazu ao sul e, tendo a leste pequenos cursos d’água da vertente atlântica” (COTRIM, 2006, p.26). Além disso, é composta pelo Complexo Estuarino Lagunar de Iguape, Cananéia e Paranaguá, na região denominada Vale do Ribeira e possui um ecossistema formado pelos sistemas aquático e terrestre, composto por rios, estuário e pelo Oceano na parte aquática e por dunas, mangues, restinga e florestas (DIEGUES, 2007).

O Comitê de Bacias Hidrográficas do Ribeira de Iguape e Litoral Sul destaca como afluentes do Rio Ribeira de Iguape: Rio Juquiá, Rio São Lourenço, Rio Jacupiranga, Rio Pardo, Rio Turvo, Rio Una da Aldeia, Rio Ponta Grossa e Rio Itariri como os principais cursos de água da Bacia. Cita também que o meio físico terrestre formado pelo conjunto de sub-bacias e pelos municípios do Litoral Sul, Iguape, Cananéia e Ilha Comprida, que formam o Complexo Estuarino Lagunar da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI-11, com extensão territorial de 17.056 km² e área de drenagem de 17.068 km², abrange vinte e três municípios: Apiaí, Barra do Chapéu, Barra do Turvo, Cajati, Cananéia, Eldorado, Iguape, Ilha Comprida, Iporanga, Itaóca, Itapirapuã Paulista, Itariri, Jacupiranga, Juquiá, Juquitiba, Miracatu, Pariquera-Açu, Pedro de Toledo, Registro, Ribeira, São Lourenço da Serra, Sete Barras, Tapiraí.

A Bacia do Ribeira é consideravelmente preservada, mesmo estando entre dois grandes centros industriais localizados ao Norte do Estado do Paraná e ao Sul do Estado de São Paulo. As extensões da Bacia correspondem a uma área de 2.830.666

hectares, em na qual reside uma população estimada de 480 mil habitantes, distribuídos em 31 municípios, dos quais 9 se encontram no Paraná e 22 no estado de São Paulo (SANTANA, 2008). O seu alto grau de preservação ambiental e sua grande diversidade ecológica se dão devido a uma área de Mata Atlântica que corresponde a 23% desse bioma remanescente no Brasil (GAZETTA, s/d). Nesse cenário, são encontradas não apenas florestas, mas também restingas e manguezais, sendo considerada como a maior área contínua nesse grande ecossistema e que ainda pode conservar uma naturalidade (CIVILIS, 2003).

Além da grande riqueza ambiental, o Vale do Ribeira possui um rico patrimônio cultural, advindo da pluralidade de costumes das diferentes comunidades que o compõe. Dentre estas se encontram: comunidades quilombolas, caiçaras, indígenas, pescadores tradicionais e pequenas comunidades rurais, bem como descendentes de imigrantes alemães, portugueses e japoneses, que mantêm viva a cultura de seus ancestrais e manifestam-na por meio de festas tradicionais, arte, religião e uma culinária típica, bastante apreciada pelos moradores e turistas que visitam a região (DIEGUES, 2007).

O Rio Ribeira de Iguape tem sua nascente no estado do Paraná, no município de Cerro Azul, sendo formado pela confluência dos rios Ribeirinha (figura 3a) e Açungui (figura 3b), atingindo a extensão aproximada de 470 quilômetros. Apresenta diversos afluentes e atravessa um trecho considerável da Floresta Atlântica, passando por várias e pequenas cidades, cruzando a planície costeira, desembocando no oceano, na Barra do Ribeira, em Iguape (SANTANA, 2008). Cabe ser ressaltado que uma parte das suas águas não é lançada diretamente no oceano, mas sim no denominado Mar Pequeno, que se encontra entre o continente e a Ilha Comprida, na Barra do Icapara. Neste trecho, tem como principais afluentes Rio Etá, Rio Una da Aldeia, Rio Pariquera-Açú, Rio Juquiá e Rio Peropava (CBH-RB, 2013). Embora essa região tenha uma grande extensão e vários municípios, ela não possui uma grande população, sendo que seus municípios são de pequeno porte e apenas o município de Registro pode ser considerado de médio porte, conforme a IBGE (2000).

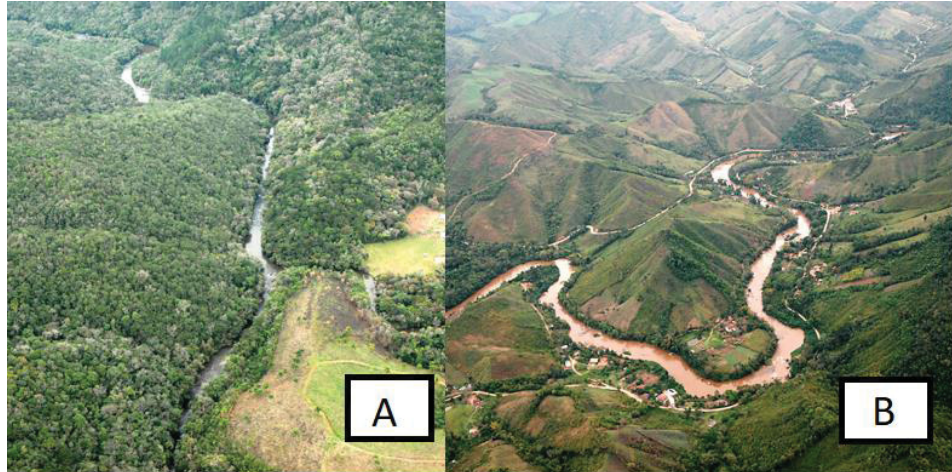


Figura 3 - Os formadores do Rio Ribeira de Iguape: A) Rio Ribeirinha e B) Rio Açungui. Fonte: MOSS e MOSS, s/d.

No Vale do Ribeira, “as condições climáticas da região são altamente favoráveis à ocorrência de chuvas do tipo frontal, de grande intensidade e duração, que tendem a produzir grandes volumes de escoamento superficial” (IKEDA e BERTAGNOLI, 2000, s/p). Esse fator, somado às características morfológicas da Bacia, contribui para episódios de cheias. As características morfológicas desse cenário podem ser entendidas como declividades acentuadas dos terrenos e do leito do Rio Ribeira que “nos seus trechos superior e médio, são determinantes dos tempos de concentração do escoamento superficial, que tendem a ser relativamente reduzidos, propiciando picos de enchentes bastante pronunciados” (IKEDA e BERTAGNOLI, 2000, s/p).

As localidades a partir do município de Registro são propícias a episódios de maior gravidade em relação a enchentes e inundações, visto que estão posicionados à jusante da confluência do Rio Ribeira de Iguape com o Rio Juquiá. Além disso, os municípios de Registro, Eldorado e Sete Barras, se encontram localizados “total ou parcialmente na Planície Fluvial no trecho de montante, onde o tempo das inundações são menores, mas os problemas são de grande gravidade quando estas ocorrem” (ROSS, 2002, p.38-39).

1.2 ASPECTOS GERAIS DA DISCIPLINA ECOLOGIA

1.2.1 Etimologia da palavra ecologia

A ecologia, sobretudo, é uma ciência muito antiga, cujas raízes podem ser observadas desde o antigo Egito, onde utilizavam-se de “métodos ecológicos para combater pragas que assolavam culturas de cereais no vale do Rio Nilo” (PINTO-COELHO, 2009, p.11). Mesmo antes, os homens mais primitivos já se guiavam pela necessidade de compreender os locais e períodos em que se podiam encontrar alimentos, vegetais ou animais. No entanto, o termo em alemão *oekologie* só foi difundido em 1866 pelo biólogo naturalista e discípulo de Charles Darwin, Ernst Haeckel. Sendo o termo vindo da palavra grega *oikos* que significa “casa”, “família” ou “lugar para morar” (SMITH e PIMM, 2019, s/p), Haeckel definiu a ecologia como sendo “a ciência capaz de compreender a relação do organismo com o seu ambiente” (HAECKEL, 1866 apud. TOWNSEND *et al.*, 2009, p.16). Nos anos posteriores, outros cientistas, como Jhon Burdon-Sanderson, Robert Ricklefs, Arthur Transley e Charles Elton, atribuíram diferentes definições à ecologia, que motivaram até uma cisão entre sua abordagem em relação aos animais e vegetais (TOWNSEND *et al.*, 2009).

As inúmeras significações subsequentes àquela de Ernst Haeckel, são entendidas por Townsend (*et al.*, 2009, p.16) como algo vago, visto que estas insinuam que a ecologia “consiste em todos aqueles aspectos da biologia que não são nem fisiologia nem morfologia”. Assim, o autor prefere a definição do cientista Herbert Andrewartha, que em 1961 define esse ramo da Biologia como “o estudo científico da distribuição e abundância de organismos (ANDREWARTHA, 1961 apud. TOWNSEND *et al.*, 2009).

Em outras palavras e ecologia é um ramo da biologia que estuda as interações e relações de organismos com os ambientes em que estão locados. Além disso, essa ciência se preocupa em abordar problemas mais urgentes relacionados a humanidade, como: expansão populacional, degradação de ecossistemas, escassez de alimento, aquecimento global e extinção de espécies animais ou vegetais (SMITH e PIMM, 2019).

1.2.2 Biodiversidade e Ecossistema

O planeta como o conhecemos hoje é composto por inúmeras formas de vidas, das quais fazem parte os micro-organismos, a flora, a fauna silvestre e até mesmo os

seres humanos. Nas diferentes paisagens naturais que formam a Terra, existem grupos característicos de fatores atuando de forma simultânea para o funcionamento de uma paisagem específica. As inúmeras paisagens espalhadas sobre o planeta e os seres que as compõe são entendidas como biodiversidade (ALHO, 2012).

Na biologia, os fatores por trás do funcionamento de uma paisagem específica são compreendidos como fatores bióticos ou fatores abióticos, que estão relacionados a como as características físicas, químicas ou físico-químicas do meio influenciam os seres que ali vivem. Cada tipo de paisagem sofre os efeitos de fatores abióticos particulares, seja por fatores climáticos específicos que influenciam luminosidade, temperatura, umidades, pressão atmosférica ou fatores químicos como como a quantidade de isótopos ou radioisótopos presentes na água e solo (BONILLA, 2010).

Por exemplo, no ambiente marinho, o fator persistente é a salinidade, enquanto junto à costa são as marés. Num ambiente terrestre, como uma floresta as características físico-químicas do solo e o clima podem ser os fatores mais importantes (RAINHO, 2009).

O conjunto das comunidades bióticas que compõe uma paisagem natural, bem como os fatores abióticos que a caracteriza são entendidos como ecossistema (RAMOS e AZEVEDO, 2010). Visto o foco dessa pesquisa voltado para a Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape, nessa seção será dada atenção em como os fatores bióticos e abióticos corroboram para o funcionamento de ecossistemas aquáticos e sua ictiofauna (conjunto de espécies de peixe presentes em uma região biogeográfica específica).

1.3 ICTIOFAUNA E FATORES QUE INFLUENCIAM O CENÁRIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO RIBEIRA DE IGUAPE.

O Brasil ocupa quase metade de toda a América do Sul com suas extensões de 8,5 km², que são suficientes para abranger diferentes zonas climáticas, tais como o “Trópico úmido do Norte, o semiárido no Nordeste e as áreas temperadas no Sul” (BRASIL, s/d, s/p). A abrangência de diferentes zonas climáticas por parte do território nacional contribui para a formação de zonas biogeográficas particulares, construídas por intermédio dos fatores bióticos e abióticos característicos da região. Dentre os biomas que compõe o Brasil, o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, s/d, s/p) destaca a Floresta Amazônica, maior floresta tropical úmida do mundo; o Pantanal, maior

planície inundável; o Cerrado de savanas e bosques; a Caatinga de florestas semiáridas; os campos dos Pampas; e a floresta tropical pluvial da Mata Atlântica. Além disso, o Brasil possui uma costa marinha de 3,5 milhões km², que inclui ecossistemas como recifes de corais, dunas, manguezais, lagoas, estuários e pântanos.

A abundância de biomas reflete diretamente na pluralidade de espécies que compõe o país, originando uma das maiores biodiversidades do planeta, composta por aproximadamente 20% de toda as espécies da Terra (BRASIL, s/d). Conseqüentemente, essas riquezas se estendem ao mundo aquático, fazendo com que o país comporte, conforme registrado até o ano de 2006, a “ocorrência de 2.587 espécies válidas pertencentes a famílias de peixes que ocorrem exclusivamente em ambientes de água doce”. Desse total, 2481 espécies encontravam-se formalmente descritas, enquanto 106 que estavam em fase de descrição nesse mesmo ano (BOCKUP *et al.*, 2007, p.11).

Voltando a ótica da pluralidade da ictiofauna nacional para a região do Rio Ribeira de Iguape e os rios litorâneos, é possível observar que sua estrutura ambiental e ecológica favorecem a existência de uma ictiofauna rica e diversificada. No ano de 1998, foram relatadas ocorrências de 12 famílias e aproximadamente 54 espécies de peixes de água doce na região paulista da Bacia (CASTRO e MENZES, 1998 apud. HENRIQUES, 2010). Já em 2000, 77 espécies de água doce foram catalogadas (BIZERRIL e LIMA, 2000 apud. HENRIQUES, 2010). O estudo completo mais recente, publicado no ano de 2006, aponta a existência de aproximadamente 100 espécies de peixes de água doce na Bacia do Rio Ribeira de Iguape e 50 espécies nos rios litorâneos (OYAKAWA *et al.*, 2006 apud. HENRIQUES, 2010). No entanto, essa diversidade encontra-se hoje ameaçada por atividades antrópicas existentes na região, como práticas industriais em expansão, que podem afetar não somente os organismos aquáticos que absorvem esses resíduos, que comumente encontram os rios, mas também animais no topo da cadeia alimentar que consomem os peixes (BRAGA, 2016).

1.4 O CONCEITO DE BIODISPONIBILIDADE, BIOACUMULAÇÃO E BIOMAGNIFICAÇÃO

A expansão populacional e os avanços tecnológicos recorrentes vêm demandando ao longo dos anos um aumento de processos industriais, produção de alimentos e despejo de esgotos. Muitos dos elementos presentes nesses processos, como metais pesados e produtos químicos, acabam chegando ao meio ambiente, e afetando ecossistemas, visto o potencial de interferir na cadeia alimentar (COTTA, 2006). A fração de um produto ou elemento químico que esteja acessível em um meio para a absorção por um organismo é entendida como biodisponibilidade. A biodisponibilidade está relacionada também à velocidade com a qual esses produtos atravessam a barreira biológica teciduais que são compostas, em última análise, por membranas celulares, também conhecidas como membranas plasmáticas (figura 4).

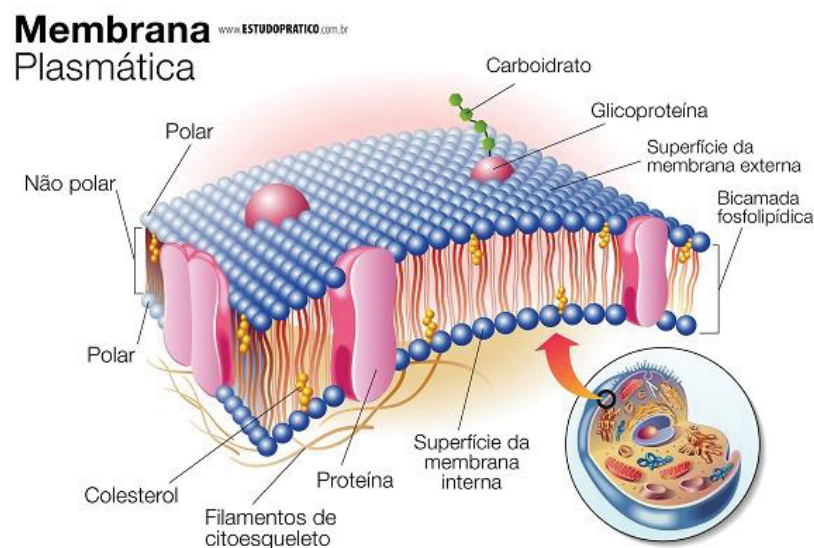


Figura 4: Membrana Plasmática. Fonte: DUQUE, 2013.

O fenômeno pelo qual organismos de nível trófico mais baixos (produtores) absorvem de forma elevada substâncias, compostos químicos ou isótopos é compreendido como bioacumulação. A bioacumulação pode ocorrer de forma direta, quando substâncias são assimiladas a partir do meio ambiente, ou de forma indireta, quando há a absorção de alimentos nos quais tais substâncias estejam presentes (MONTONE, 2015).

A ingestão de organismos produtores, garante que os elementos absorvidos sejam transmitidos ao longo da cadeia alimentar, visto que as substâncias envolvidas

no processo supracitado não podem ser metabolizadas. Sendo assim, os principais afetados pela bioacumulação são os consumidores de níveis tróficos superiores, pois, conforme se avança na cadeia alimentar, a quantidade de substâncias tóxicas aumenta gradativamente. A acumulação progressiva de resíduos, passados de um nível trófico a outro, é chamada de biomagnificação (figura 5) (DROUILLARD, 2008).

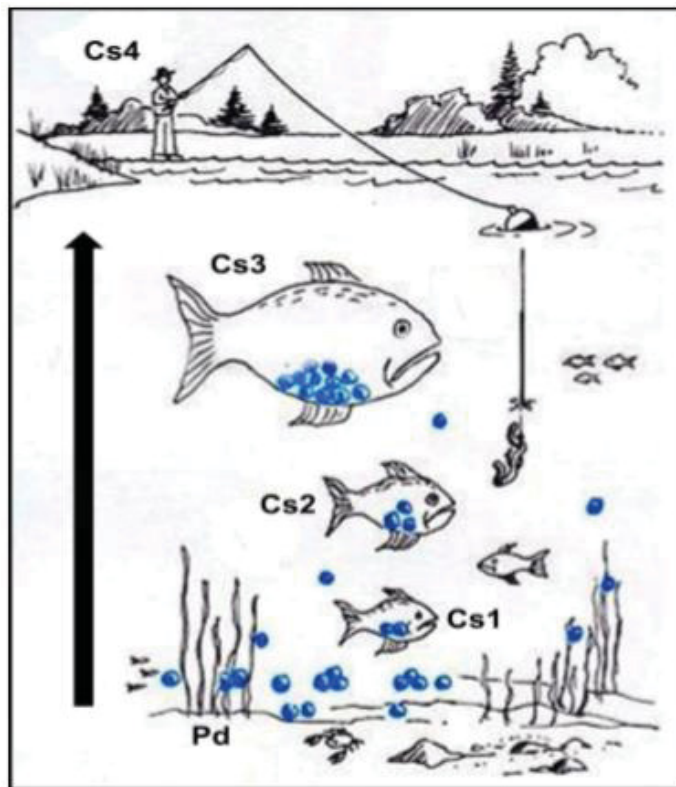


Figura 5: Processo de biomagnificação no sistema aquático. Produtores (Pd), Primeiro consumidor (Cs1), segundo consumidor (Cs2), terceiro consumidor (Cs3), quarto consumidor (Cs4). Fonte: LIMA, 2013

Em relação à absorção de metais por organismos aquáticos, existem aqueles que são essenciais e possuem funções biológicas conhecidas bem como constituem o metabolismo desses seres por meio da participação de processos que envolvem compostos enzimáticos. Dentre os metais essenciais a organismos encontram-se o Cobre, o Ferro e o Zinco. Dos não essenciais, ou seja, que não possuem nenhuma função biológica, mas que podem estar presentes no processo de bioacumulação estão Arsênio, Cádmio, Cromo, Mercúrio, Manganês, Níquel e Chumbo, provenientes de lixo eletrônicos, atividades industriais e garimpo irregular. A concentração de metais pesadas absorvidas por organismos aquáticos pode ser tóxica independente da sua essencialidade quando ocorre de forma excessiva (LIMA, 2013).

A absorção dos metais pesados dissolvidos na água acontece por meio dos processos de ingestão (bioacumulação) ou difusão (bioconcentração). Na difusão, a água contaminada é absorvida pelas brânquias e o conteúdo metálico é transmitido pelo sangue, se concentrando em diferentes tecidos. A ingestão, por sua vez, permite que os peixes, ao ingerirem alimentos contaminados, como plânctons, crustáceos e peixes menores, absorvam os metais que, posteriormente, ficarão depositado no trato digestivo devido a impossibilidade de metabolizá-lo. Os efeitos negativos são sentidos pelos organismos aquáticos independentes do processo pelo qual se adquire os metais pesados no organismo. Lima (2013, p.27) apresenta como principais distúrbios da bioacumulação de metais a “baixa fertilidade, diminuição das defesas imunológicas, redução da taxa de crescimento e patologias que podem levar à morte do indivíduo.” A figura 6 exemplifica a bioacumulação e a bioconcentração.

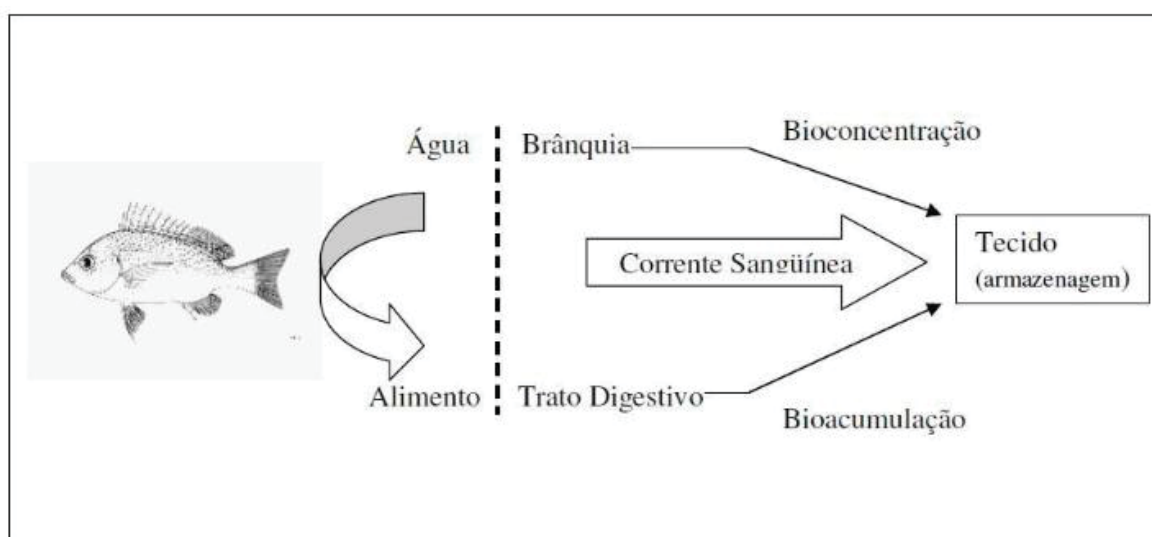


Figura 6: Modelo de Bioacumulação e Bioconcentração em Peixes. *Fonte: LIMA, 2013 apud. Manahan, 1991.*

Os metais, como apresentado, não são os únicos elementos presentes na bioacumulação, visto que os compostos químicos que alcançam os organismos aquáticos também desempenham uma influência negativa na qualidade do ecossistema. Os compostos mais perigosos são aqueles cuja estabilidade química oferece uma maior capacidade de bioacumulação, dando-lhes resistência a fatores ambientais e capacidade de se acumular no solo, água e até mesmo na neve, sendo identificados em todo o mundo, até mesmo no Alasca (FLORES *et al.*, 2004).

Dos compostos com maior capacidade de bioacumulação, encontram-se os “cíclicos, aromáticos e colorados com moléculas grandes, ou seja, pesos moleculares

maiores que 236 gramas por mol” (MONTONE, 2015, s/p). Como exemplo é possível citar o organoclorado DDT (diclorodifeniltricloroetano), visto como potencial inseticida no ano de 1940, mas que posteriormente “reduziu sua eficácia, obrigando o uso de dosagens cada vez maiores”, o que não demorou a ser observado com um potencial problema ambiental visto sua prolongada persistência no ambiente. Por esse motivo o DDT teve seu uso banido ou restrito (FLORES *et al.*, 2004, p.113).

Substâncias como o DDT acabam chegando até os organismos aquáticos por descarte, uso indevido e, principalmente, por meio da adesão à poeira que, transportada pelo vento, chega aos rios e no oceano (FLORES *et al.*, 2004). A biomagnificação do DDT ocorre, segundo (MONTONE, 2015, s/p) porque esse composto é metabolizado e excretado mais lentamente do que os nutrientes que são transferidos de um nível trófico para o próximo. Assim, as aves e mamíferos, por ocuparem um nível mais elevado na cadeia alimentar, podem apresentar uma quantidade de DDT mais de um milhão de vezes maior.

1.5 FATORES ANTRÓPICOS NO VALE DO RIBEIRA

Conforme discutido por Marques *et al.* (2006, p.373) “a ação antrópica sobre o meio aquático é responsável pela maioria das alterações nos recursos hídricos”. Nesse cenário, os rios têm sido alvos de rejeitos ao longo de muitos anos, levando à uma profunda mudança do estado normal dos ambientes aquáticos. Como apresentado anteriormente (seção 1.3.4), os contaminadores e/ou poluidores dos mananciais tem a capacidade de influenciar todo um ecossistema prejudicando o equilíbrio na manutenção das espécies que o compõem. Ressalta-se como destaque de contaminadores o despejo de esgotos sanitários, lixo domésticos, a contaminação por metais e outras substâncias tóxicas como os pesticidas. Nessa seção serão apresentados alguns dos principais fatores antrópicos presentes no Vale do Ribeira.

1.5.1 Contaminação do Rio Ribeira de Iguape: Atividades de Mineração

Uma das influências mais notáveis do homem na vida aquática da região do Vale do Ribeira é o canal artificial do Valo Grande (figura 7) que liga o Rio Ribeira ao estuário na região de Iguape. Inicialmente chamado de canal do Valo do Rocio, o canal artificial foi construído em 1855 e possuía quatro metros de largura e dois de profundidade. Com o passar dos anos, as águas desviadas do Rio Ribeira de Iguape,

bem como a circulação de canoas e barcos contribuíram para alargar o valo por meio do aprofundamento do leito e erosão de sua margem, fazendo com que o Valo Grande tenha hoje sete metros de profundidade e alcance a largura de 300 metros em alguns pontos (BICUDO, 2010 e LINGNON, 2017).



Figura 7 - Valo grande. *Fonte: Moss e Moss, s/d.*

O trajeto do Valo Grande faz com que ele despeje no Mar Pequeno que é o braço de mar entre Iguape e Ilha comprida. Ali são despejados cerca de 70% das águas do Ribeira de Iguape, que antes só atingiam o Atlântico 40 quilômetros ao norte, local em que o Rio Ribeira de Iguape chega ao oceano (BICUDO, 2010). Por consequência do aumento da água doce acarretou mudanças físicas, químicas e biológicas no sistema costeiro, tais como “aumento de taxa de sedimentação, redução de salinidade e mudança na biota local” (LINGNON, 2017).

De acordo com Tramonte (2014, p.16), baseado em documento da GEOBRÁS de 1996, o Vale do Rio Ribeira de Iguape, era uma região rica em jazidas minerais, “como calcários, galena, antimônio, chumbo, ferro, prata, e até mesmo ouro, que no tempo do império era intensamente extraído, chegando a ser utilizado nas transações locais na forma de ouro em pó”. Sendo assim, a região foi alvo de intensas atividades de mineração ao longo da história, recebendo inúmeras minerados durante muitos anos, tais como Pannels, Perau, Rocha, Furnas, Canoas, Barrinhas, dentre outras, além da refinaria Plumbum. Essas atividades compreendem potencial risco de contaminação ambiental, principalmente no que diz respeito ao depósito de metais pesados no meio ambiente. (TRAMONTE, 2014, p.16).

Desse modo, não apenas as mudanças na salinidade da água e na composição orgânica de sedimentos no Mar Pequenos são observadas nesse cenário. Em sua pesquisa, Mahiques *et al.* (2009, p.335) observa alta concentração dos metais pesados Chumbo, Cobre e Crômio, segundo a autora “as concentrações de Pb (Chumbo) na região estudada foram até duas vezes superiores aos valores medidos em sedimentos contaminados do estuário de Santos, a zona costeira mais industrializada do Brasil”.

O problema relacionado ao Chumbo se dá devido a sua toxicidade e difícil degradação, além de que, uma vez presente na cadeia alimentar, acaba se depositando no organismo de espécies, causando os problemas já apresentados na seção 1.3.4. Essa contaminação também apresenta impacto direto nas atividades comerciais envolvendo, nessa região costeira em específico, robalos, pescadas, manjubas, camarões, ostras e mexilhões (BICUDO, 2010). A ingestão de organismos contaminados com Chumbo pode afetar, nos seres humanos, vários sistemas de acordo com a intensidade e tempo de exposição, tais como os sistemas nervoso e hematopoiético, além de promover o surgimento de efeitos renais, cardiovasculares e na reprodução (MOREIRA e MOREIRA, 2004).

O alto teor de Chumbo observado por Mahiques (*et al.*, 2009) se dá por conta de antigas atividades de mineração da empresa Plumbum S / A, que funcionou entre os anos de 1945 e 1995 em Adrianópolis – PR (figura 8). De acordo com a autora, os resíduos das atividades mineração alcançavam o Rio Ribeira de Iguape e viajavam até a laguna, onde obtinham acesso pelo Valo Grande. Mesmo com o fim das atividades da Plumbum, os níveis do metal em questão ainda não atingiram os níveis pré-industriais, encontrando-se cerca de 5 vezes mais elevados do que o esperado para a região (MAHRIQUES *et al.*, 2009 e BICUDO, 2010).



Figura 8 - Local onde estava instalada a Plumbum em Adrianópolis - PR. *Fonte: MOSS e MOSS, s/d.*

Além dos impactos oferecidos pela Plumbum, Corsi (1999, apud, TRAMONTE, 2004) destaca que as minas de Perau e Barrinhos também contribuíam significativamente para os teores de chumbo e cobre no Ribeirão Grande, que por consequência impactava o Rio Ribeira de Iguape. Nesses casos, Tramonte (2004, p.18) destaca que o transporte dessas substâncias “ocorria, principalmente, via sedimento de corrente, sendo esses metais carregados pela chuva”.

A CETESB em seu relatório do ano 2001 sobre a qualidade das águas do interior paulista aponta que, no ano 2000, o Rio Ribeira apresentou não conformidades referentes ao cobre e ao chumbo no trecho de Registro e, referente ao cádmio no trecho de Apiaí. Também, conforme relatório da CETESB (2018), é informado que por exigência da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, a empresa Cia Argentífera de Furnas - CAF ou Plumbum realizou obras de contenção, remoção e disposição de rejeitos da mineração de chumbo, para evitar a contaminação das águas superficiais e subterrâneas da Bacia do Ribeira.

Ainda hoje, no município de Cajati ocorrem atividades de mineração referente a empresa Mosaic, antiga Vale Fertilizantes, que faz a extração de fosfato de minério de apatita para a produção de fosfato bicálcico, produto voltado para a nutrição animal. Essas atividades geram, de acordo com Aquino (2019, p.23), muitos rejeitos altamente contaminantes, dos quais se destaca o fosfogesso, “produto resultante da extração de apatita e altamente radioativos, pois contém Urânio, Rádio e Radônio”. O armazenamento do fosfogesso é feito, segundo (GOMIDE, *et al.*, 2018 apud. AQUINO, 2019, p. 70) “em pilhas ao ar livre gerando contaminação atmosférica,

poluição das águas subterrâneas, inalação de poeira radioativa e exposição direta à radiação, que podem afetar os trabalhadores ou a população próxima ao armazenamento das pilhas.”

Estudos realizados por Cunha (2010) acerca da Bacia do rio Jacupiranga, que é o principal rio do município de Cajati, apontou concentrações de fosfato até 10 vezes mais elevados que aqueles estabelecidos como adequado pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente. A contaminação por fosfato é apresenta grandes impactos ambientais, visto que a água tóxica e malcheirosa produzida no processo acaba sendo um dos grandes responsáveis pela poluição de corpos d’água e mortes de espécie por conta das alterações na qualidade da água.

1.5.2 Poluição do Rio Ribeira de Iguape: Atividades Agrícolas

As expansões das culturas agrícolas acarretam o uso recorrente de substâncias química com o intuito de proteger as plantações de potenciais riscos envolvendo pragas. Mesmo quando não depositados diretamente nos corpos d’agua, essas substâncias conseguem alcançá-los por meio da sua adesão à poeira carregada pelo vento ou por meio de chuvas e enchentes, que são comuns na região do Vale do Ribeira (IKEDA e BERTAGNOLI, 2000). O problema se agrava quando confrontado com fato de que a principal atividade econômica do Vale do Ribeira está voltada para a agricultura, comportando extensas plantações, principalmente de banana e chá, sendo recorrente o uso de agrotóxicos. Além disso encontram-se problemas relacionados ao desmatamento da mata ciliar para criação de plantações, deixando trechos do rio desprotegidos (figura 9) (MARQUES, 2005).



Figura 9 - Retirada da mata ciliar ao longo do Rio Ribeira de Iguape para o plantio de banana. *Fonte: Moss e Moss, s/d.*

Pesquisas promovidas pela Organização Pan Americana de Saúde (OPAS, s/d apud MELO *et al.*, 2018) em 12 países da América Latina mostraram que o envenenamento por produtos químicos, especialmente chumbo e pesticidas, representam cerca de 15% de todas as doenças profissionais notificadas. Nesse cenário, os agrotóxicos têm oferecido potencial risco, não somente pela poluição do meio ambiente, mas por ações diretas no corpo humano, como problemas na gestação e dermatose. A Organização Mundial da Saúde (WHO, 2004) estima que haja cerca de 20.000 mortes por ano em decorrência da manipulação, inalação e consumo indireto de pesticidas em países emergentes, onde as salvaguardas são tipicamente inadequadas ou inexistentes.

Visando compreender os impactos das intensas atividades agrícolas no Vale do Ribeira em relação a liberação de agrotóxicos em corpos d'água, Marques (*et al.*, 2007) realizou uma avaliação da qualidade da água em áreas de captação da Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape. No referido estudo, foram analisadas 152 amostras, das quais 76% não apresentaram resíduos de agrotóxicos; 14% apresentaram resíduos de carbofurano, pesticida altamente tóxico e atualmente proibido pela ANVISA, 3% de trifluralina; 2% de atrazina e 3% de simazina, esses três últimos sendo herbicidas utilizados para controle de ervas daninhas, capim e folhas.

Iguape, Juquitiba, Iporanga e Sete Barras foram os municípios que apresentaram maior número de amostras positivas (ou impactadas) no trabalho de Marques (*et al.*, 2007). Doze amostras foram coletadas em cada município, sendo que Iguape, Juquitiba, Iporanga e Sete Barras apresentaram, respectivamente, 7, 6, 5 e 4 amostras positivas. Marques (*et al.*, 2007, p.1176) justifica esses resultados pois "O ponto de captação da ETA -estação de tratamento de água - de Iguape fica próximo à foz do rio Ribeira de Iguape (no mar), o que indica que neste ponto o rio recebe a contribuição de toda a bacia hidrográfica." O rio Ribeira de Iguape possui ao longo de quase toda margem cultura de banana, conforme observado nas cidades de Eldorado, Sete Barras e Registro durante as visitas a região. Isso explica a maior frequência de amostras contaminadas nas regiões de Iguape e Sete Barras. Juquitiba apresentou grande impacto relativo ao uso do solo pela agricultura. Essa influência se deve, principalmente, pela proximidade de unidades com alta atividade agrícola como Sorocaba, localizada na bacia do Médio e Alto Tietê, região de intensa atividade agrícola. A captação da ETA de Iporanga é feita no rio Iporanga; embora sua nascente

fique em Apiaí, o rio percorre grande parte dentro do Parque Estadual do Alto do Ribeira – PETAR, onde apesar de Área de Proteção Ambiental (APA) existem culturas de tomate e pêssigo próximo à nascente, o que provavelmente pode ter causado a grande incidência de amostras positivas.

Embora as concentrações de agrotóxico observadas por Marques (*et al.*, 2007) tenham sido relativamente pequenas (da ordem de micrograma por litro), essas permitiram observar como fatores como sazonalidade podem influenciar na concentração de agrotóxicos na água. Nos períodos chuvosos ocorre uma concentração maior dessas substâncias em águas superficiais devido a lixiviação do solo pela chuva. Também se observou maiores concentrações de carbofurano em águas superficiais, devido sua grande mobilidade em meio aquoso.

Em síntese, compreende-se que, embora seja um potencial risco, os agrotóxicos não têm desempenhado grandes impactos na Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape e nos organismos ali presentes.

1.5.3 Poluição do Rio Ribeira de Iguape: Atividades Urbanas

Esgotos sanitários são comumente despejados ao longo de curso d'água e, por consequência acabam encontrando cursos principais em geral, pondo em risco a qualidade da água e afetando a vida daqueles que ali vivem ou que a utilizam para necessidades básicas. De acordo com a CETESB (2017, p.19) “um dos principais parâmetros que indica a presença de esgotos domésticos sem tratamento é o aumento da presença do coliforme termotolerante *Escherichia coli* na água” (bactérias fecais). Como consequência do aumento de matéria orgânica e de sua decomposição por microrganismos, ocorre a redução de Oxigênio Dissolvido no meio aquático, potencializando uma anoxia (ausência de oxigênio), dependendo das características do lançamento e do rio.

Ainda segundo a CETESB (2017, p. 20) se os níveis de Oxigênio Dissolvido são conduzidos a zero, “a decomposição da matéria orgânica ocorre em meio anaeróbico, o que causa a emissão de subprodutos voláteis odoríferos dos corpos de água, causando incômodos à população e danos aos materiais e à flora”. Nesse cenário anaeróbico, é feita a decomposição da Matéria Orgânica Nitrogenada, que é transformada em Nitrato, e da Matéria Orgânica Carbonácea. O Nitrato, bem como o Fósforo, também presente nos esgotos, são nutrientes indispensáveis nas atividades

biológicas sendo o Fósforo capaz de controlar o crescimento populacional nesse ecossistema. Altos índices de Fósforo e Nitrato levam ao crescimento excessivo de algas e macrófitas aquáticas, levando à Eutrofização, que é o crescimento excessivo de plantas aquáticas tal que pode influenciar a qualidade da água e dos organismos aquáticos. Outros efeitos do descarte indevido esgoto em corpos d'água são aumento da turbidez da água, aparecimento de espumas e alterações nos constituintes minerais naturais do ambiente (CETESB, 2017).

Entende-se como carga orgânica o quanto de oxigênio é necessário para a oxidação bioquímica de massa de matéria orgânica lançadas em corpo hídrico receptor de efluentes líquidos industriais e domésticos. Segundo a CETESB (2017, p.20) “a carga orgânica potencial de cada município é calculada a partir da população e da carga de matéria orgânica gerada diariamente por habitante, representada pela Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO. O valor obtido da literatura é de $54 \text{ g hab}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ (gramas por habitante-dia). A partir da carga orgânica potencial gerada pela população de um determinado município e das porcentagens de coleta e tratamento, bem como a eficiência do sistema de tratamento dos esgotos, se torna possível calcular a carga orgânica restante, que é lançada nos corpos hídricos receptores.

A empresa de saneamento básico responsável pela região onde se situa o Rio Ribeira de Iguape e Litoral Sul é a SABESP. A população urbana dessa região corresponde a um total de 271.943 habitantes, dos quais 67% é atendido com a coleta e 66% com o tratamento da água, sendo a carga orgânica remanescente dessa população de 7690 toneladas de DBO por dia (CETESB, 2018).

Os resultados apresentados nos Índices de Qualidade da Água (IQA) da média entre os anos de 2012 e 2016 tem conferido ao Rio Ribeira de Iguape qualidade boa, com valores de IQA entre 60 e 70 na região de Registro, Iguape, Sete Barras e Itaoca, (os valores do gráfico vão de 0 a 100) (CETESB, 2018).

Quanto a mortalidade de peixes registradas, foram identificadas, no ano de 2017, 9 ocorrências no Rio Ribeira de Iguape, representando 9% de toda ocorrência do estado de São Paulo. As ocorrências de mortalidades comumente se relacionam a mudanças na qualidade da água e, “embora nem sempre seja possível identificar suas causas, o seu registro consiste em um bom indicador da suscetibilidade do corpo hídrico em relação a fontes de poluição ou outros agentes estressores” (CETESB, 2018, p.273). De acordo com o relatório da CETESB do ano de 2017 (CETESB, 2018),

as proporções entre as principais causas das mortandades de peixes atendidas pela CETESB em todo o estado de São Paulo nesse ano se dão da seguinte forma: 36% são inconclusivas, 19% relacionadas à baixo oxigênio dissolvido; 17% substâncias tóxicas, 8% oxigênio dissolvido mais esgotos, 6% oxigênio dissolvida mais eutrofização; 3% baixo oxigênio dissolvido por redução da vazão e 11% outras causas.

Dos municípios relacionados à bacia, apenas 3 foram considerados pelo ICTEM (Indicador de Coleta e Tratamento de Esgoto da População Urbana de Município), como possuindo indicadores péssimos. Esses municípios são Apiaí, Ribeira e Barra do Chapéu. No entanto melhorias para a rede de tratamento de esgoto já foram pensadas para essas regiões, sendo esperado uma mudança nos índices para os próximos anos (CBH-RB, 2013).

1.6 PISICULTURA NO VALE DO RIBEIRA E FUGA DE ESPÉCIES EXÓTICAS

Entende-se como piscicultura a atividade de cultivo de peixes, geralmente de água doce. Os fins dessa atividade frequentemente são comerciais, como venda para consumo ou pesque-pague. O cultivo não sustentável de peixes pode oferecer diversos riscos ao meio ambiente e à saúde humana. A ameaça potencial dessa prática é a contaminação e infestação de corpos d'água devido a vazão do conteúdo dos criadouros, seja por má operação ou por episódios de enchente (FAVACHO *et al.*, 2017).

O conteúdo nocivo dos criadouros ao meio ambiente vai desde substâncias tóxicas até os próprios peixes que ali vivem. Em relação à poluição, esta pode estar relacionada ao excesso de resíduos de peixes e alimentos não consumidos ou substâncias químicas utilizadas no controle de parasitas. A fuga de peixes oferece danos irreparáveis aos ecossistemas locais, devido a liberação de espécies exóticas e carnívoras, competição por alimento e por território (FAVACHO *et al.*, 2017).

Castallani e Barrela (2004) caracterizaram a piscicultura no Vale do Ribeira, analisando quarenta e duas pisciculturas. Ao todo foram identificadas quarenta e uma espécies cultivadas, sendo apenas 6 nativos da região: O lambari, a traíra, o robalo, o jundiá, o cascudo e cará. Em 95% das pisciculturas foram registrados casos de fuga de peixes, com a fuga de ao menos uma espécie exótica. A tilápia nilótica foi considerada espécie que escapa mais frequentemente principal causa identificada

para as fugas foi a de rompimento da parede dos viveiros ou de seus monges, também foram identificados casos de piscicultores ou pescadores que decidiram por introduzir espécies novas nos mananciais aquáticos. Das espécies exóticas introduzidas pode-se citar a carpa, o pacu, bagre africano, entre outras.

Visto a riqueza relacionada à Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape e os inúmeros fatores que impactam diretamente na qualidade da água, os ecossistemas, a economia da região e na qualidade de vida humana, se faz imprescindível que haja a promoção de discussões que possibilitem uma reflexão acerca de todos esses fatores. Ao levar essa discussão para o âmbito educacional é possível potencializá-la por meio da organização de aulas nas quais o tema possa ser devidamente discutido, refletido e conceitualizado. Nesse sentido, esse trabalho teve por finalidade trabalhar na construção de uma proposta desse tipo, visando a abordagem do tema proposto à nível médio.

1.7 RECURSOS INTERATIVOS DE ENSINO

O construtivismo, postulado na filosofia de Jean Piaget, emerge da ideia de impossibilidade de se transmitir conhecimento ou tê-lo com algo pronto e imutável. No construtivismo, entende-se o conhecimento como resultado de uma construção que surge a partir das interações entre os sujeitos e o meio físico “com o simbolismo humano, com o mundo das relações sociais” (BECKER, 1992, p.2). Para Piaget (1986), o conhecimento está atrelado diretamente às relações construída pelo indivíduo com o meio, seja por intermédio de experiências, vivências ou saberes já possuídos. Em síntese, a aprendizagem emerge, nesse cenário, por meio da assimilação de objetos com representações de algum aspecto individual acerca do mundo.

O abalo de estruturas mentais já estabelecidas e assimiladas resulta na possibilidade de aprendizagem. Assim, quando um determinado estímulo (situações e/ ou objetos) abala um conhecimento que já se tinha, retomando-o ou mostrando-o errado ou insuficiente para solucionar uma situação, o indivíduo tende, ou a modificar sua estrutura cognitiva para que o conhecimento coexista junto ao já sabido, ou a estruturar um novo sistema para acomodar a consequência do estímulo. É aí que a aprendizagem ocorre. Piaget define esse processo de “modificação dos esquemas de

assimilação sob a influência de situações exteriores (meio) ao quais se aplicam” como acomodação (PIAGET, 1996, p. 18).

Em sua teoria de aprendizagem significativa, Ausubel (1980) também destaca a importância de se levar em consideração os conhecimentos individuais dos alunos, adquiridos pelo meio. Nenhum estudante chega sem saber nada, ainda mais em uma proposta voltada para o estudo de uma região em que eles estão inseridos. Por isso é indispensável levar em conta as experiências e vivências que os levam a conhecer aspectos gerais sobre o contexto ao qual pertencem. É por meio de metodologias ativas que o educando coloca em prática o que sabe e encontra oportunidades para receber novas informações, que, após assimiladas, são relacionadas com os conhecimentos prévios e suscitam no que Ausubel chama de aprendizagem significativa.

A partir dessa breve discussão, é possível observar como a manipulação de objetos que remetam a representações do mundo é importante durante o processo de ensino e aprendizagem segundo a ótica construtivista. “O processo de atribuir aos objetos uma organização análoga à forma como o sujeito coordena suas próprias ações” é definida por Piaget como causalidade (ARENDR, 1993, p.116). A casualidade torna possível que se trabalhe o conhecimento do mundo concreto, visto a possibilidade de o sujeito justificar os fenômenos relacionados à realidade externa por meio do seu estado de desenvolvimento (ARENDR, 1993).

Os objetos de aprendizagem construídos visando uma maior interação dos alunos com aquilo que se aprende se mostram, a partir da ótica de Piaget (1996 e 1998), fortes ferramentas para a construção do conhecimento voltado para o foco dessa pesquisa: Ictiofauna do Rio Ribeira de Iguape e os fatores antrópicos que a influenciam. Além disso, as investigações feitas possibilitaram organizar informações importantes voltadas para esse cenário, que poderão auxiliar o educador que opte por atribuir a essa abordagem.

2. JUSTIFICATIVA

Os fatores relacionados à Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape têm sido explorados na construção de documentos científicos. Dentre os aspectos presentes nesses documentos, destacam-se as riquezas naturais que circundam a Bacia, em contrapartida, também existem consideráveis escritos que discorrem acerca das práticas humanas que colocam essa riqueza sob ameaça. Visto a necessidade de se preservar as riquezas naturais, utilizando de forma consciente os seus recursos indispensáveis à vida humana, surge a urgência de promover discussões voltadas para a compreensão dessa necessidade ambientais e como atende-la.

O ensino de ecologia nas escolas surge como uma oportunidade para a promoção de debates que possibilitam a conscientização de jovens acerca da importância de se respeitar e preservar o meio ambiente. Para isso, no entanto, é preciso que haja uma reflexão sobre a prática educacional, de modo que essa se mostre significativa, tanto por sua devida contextualização quanto pela motivação de imersão no conteúdo (DIAS e DE OLIVEIRA DIAS, 2017).

Os livros didáticos, nesse cenário, apresentam uma grande lacuna, visto que são pensados em contextos gerais e não voltados às particularidades da região para onde são enviados. A ausência de contextualização somada a práticas educacionais mecanizadas, voltadas à mera memorização e sem oportunidades de participação efetiva dos alunos pouco impactam na evolução da sua visão de mundo (SAINT-ONGE, 1999). Pensar estratégias de ensino que levem em conta as particularidades da região em que os alunos estão inseridos terá como resultado uma maior adesão de significado ao conteúdo. A utilização de objetos/ferramentas que representem algum aspecto individual acerca do mundo contribui ainda mais para a contextualização, assim como para a construção de um determinado conhecimento (PIAGET, 1996).

Mesmo que muitos estudos voltados às particularidades da Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape venham sendo promovidos, nenhuma sequência didática em ecologia foi pensada de forma particular para as escolas da região que a circundam. Essa pesquisa surge então com o propósito de estruturar uma sequência didática voltada para o ensino de ecologia, na disciplina de Biologia, de modo contextualizado a partir da compreensão das riquezas da bacia em questão, assim como dos fatores antrópicos que a impactam. Acredita-se que por meio de uma abordagem efetiva do

tema, seja possível contribuir para a formação de estudantes reflexivos e que possam vir a atuar como disseminadores dos saberes científicos, preocupados com a preservação das riquezas naturais ao seu redor.

Fixar esses conhecimentos a partir de situações locais favorece uma maior compreensão dos aspectos ecológicos que afetam as atividades humanas, levando a um comportamento político e social que valorize mais as condições naturais da região. Iniciativas como essas destacam como princípios de qualidade de vida e a saúde de humanos e biota, o que pode ser um atrativo para o desenvolvimento da própria região.

Os painéis interativos, virtuais ou concretos, no ensino de Biologia, têm apresentado bons resultados em relação ao envolvimento dos alunos no processo de construção do conhecimento, auxiliando na elucidação do conteúdo e na promoção de uma maior participação em sala (KELLER e MORAES, 2013; VITIELLO, 2013). Desse modo, espera-se que resultados semelhantes sejam obtidos a partir da aplicação dessas ferramentas no ensino de ecologia. Acredita-se também que a possibilidade de criação de um acervo de espécies pode potencializar essa sequência didática, tornando ainda mais lúdico e interessante aquilo que se deseja ensinar, principalmente visto que tais espécies são regionais e permitem estudos e atividades que representarão aspectos particulares da região.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Essa dissertação tem por objetivo geral a construção de uma sequência didática para o ensino de Biologia utilizando materiais interativos a fim de trazer à tona, junto com alunos do ensino médio, discussões acerca da ictiofauna da Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape e os fatores antrópicos que a impactam.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Criar uma coleção de espécies de peixes que mais representam a região do Vale do Ribeira, adquirindo-as por compras ou doações, mantendo essa coleção sob os cuidados da Escola Estadual Vereador Alay José Correa;
- Construir painéis interativos que permitam aos alunos colocar em prática os conhecimentos construídos por meio de atividades em grupo.
- Organizar uma sequência didática que possibilite explorar o tema proposto utilizando as ferramentas confeccionadas e outras disponíveis, tais como computadores e lousa.

4. METODOLOGIA

4.1 APROFUNDAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Tendo em vista a construção de uma sequência didática voltada para a abordagem de aspectos gerais acerca da ictiofauna da Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape, foi necessário a realização de aprofundamentos teóricos atidos à essa temática. As pesquisas iniciais tiveram como foco compreender o cenário aquático alvo, as vidas ali presentes e como as práticas humanas da região impactam esse ecossistema; também foram explorados conceitos como bioacumulação, biomagnificação, biodiversidade, ecologia e ecossistema. Os principais documentos utilizados nesse processo foram os relatórios do CBH-RB (2013 e 2017) e do CETESB (2015, 2017 e 2018) e trabalhos de autores como Ikeda e Bertagnoli (2000), Cotrim (2006), Diegues (2007), Santana (2008), Mahiques *et al.* (2009), dentre outros. A representação dos cenários citados ao longo do trabalho foi construída com base nas imagens retiradas do acervo de Moss e Moss (s/d) durante uma expedição aérea sobre as proximidades da Bacia estudada para a realização do projeto do Brasil das águas.

4.2 MONTAGEM DE COLEÇÃO DIDÁTICA DE PEIXES

Após compreender o cenário de estudo, foi feita a busca por exemplares de espécies de peixes nativos da região, contemplando os principais níveis tróficos existentes no Vale do Ribeira. A aquisição dos peixes se deu por meio da sua compra, feita diretamente com os pescadores de Registro e a partir de doações de alunos da Escola Estadual Vereador Alay José Correa e pescadores.

Para conservar os exemplares, foi feita aplicação de formaldeído 10% no tecido dos peixes, que posteriormente foram colocados em uma solução do mesmo composto químico. Passado 24 horas, os peixes foram retirados da solução de formaldeído 10% e lavados em água corrente, sendo colocados posteriormente em potes de vidro transparente contendo álcool 70%, onde ficarão conservados. Os recipientes possuem entre um e cinco peixes de acordo com o tamanho do animal. Cada recipiente foi devidamente etiquetado com informações a respeito da espécie ali contida.

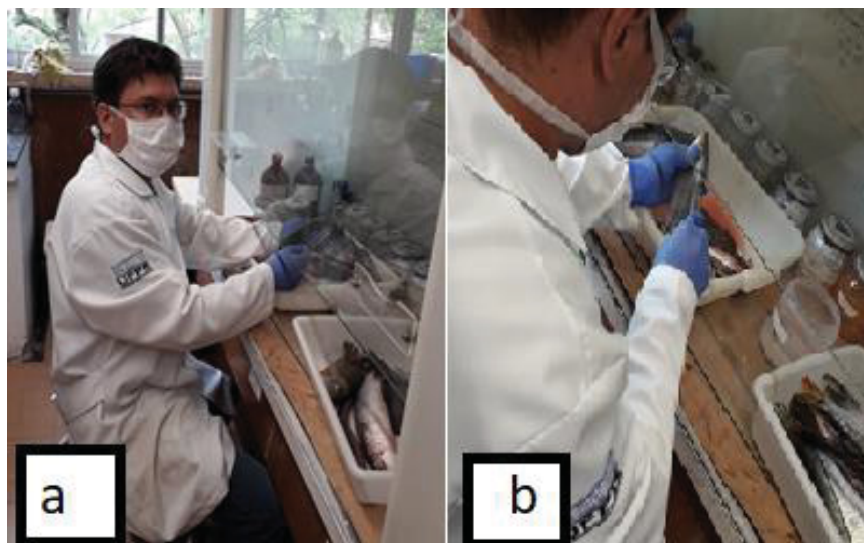


Figura 10: a) Preparação dos exemplares para conservação; b) aplicação de formaldeído 10% no tecido dos peixes

A coleção construída será uma ferramenta suplementar doada para a escola sede do desenvolvimento do estudo (Escola Estadual Vereador Alay José Correa) e, junto do painel interativo, permitirá abordar o tema proposto, contribuindo para uma melhor construção do conhecimento a partir da suscitação de curiosidade e elucidação dos conceitos e espécies.

4.3 CRIAÇÃO DOS PAINÉIS INTERATIVOS

Seis painéis interativos foram elaborados com auxílio do *software Adobe Illustrator* para serem posteriormente impressos em lona ou em papel plastificado. O primeiro painel, que apresenta o tema, adota as dimensões de 150 x 120 centímetros, enquanto os outros possuem 100 x 90 centímetros. Essa ferramenta foi pensada de modo que os elementos do painel pudessem ser destacados e fixados de acordo com a participação dos alunos, completando o painel ou suscitando discussões. A interação por meio da manipulação de elementos é possível graças a imagens impressas fixáveis com velcro ou alfinetes ou por meio das canetas facilmente removíveis que permitirão ligar pontos no painel.

4.4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática proposta foi idealizada de modo que permitisse abordar com alunos do terceiro ano do ensino médio, durante a disciplina de Biologia, aspectos gerais sobre ecologia, conservação e meio ambiente, com uma ótica voltada para a rica ictiofauna presente no Vale do Ribeira. As aulas foram pensadas de modo a possibilitar a participação efetiva dos alunos por meio de conversas e ferramentas que auxiliassem na elucidação das ideias apresentadas, sendo construído um acervo de espécies de peixes da região e painéis interativos para realização de atividades. Espera-se por meio da proposta que seja possível construir junto com os estudantes o conhecimento acerca de temas como: biodiversidade, espécies endêmicas, transferência de energia na teia alimentar, caracterização dos componentes da cadeia alimentar, fatores bióticos e fatores abióticos, conceitos de biodisponibilidade, bioacumulação e biomagnificação de poluentes, noções de poluição e contaminação, risco de exposição a poluentes ou saúde pública.

5. RESULTADOS

5.1 COLEÇÃO PERMANENTE DE PEIXES REPRESENTATIVOS DA BACIA DO RIO RIBEIRA

Ao todo foram coletadas 20 espécies diferentes de peixes. O quadro 1 apresenta as principais informações de cada uma, tais como: nome popular, nome científico, hábito alimentar e o tipo de água em que vive.

Quadro 1: Informações sobre as espécies coletadas

Nome Comum	Nome Científico (descobridor e ano)	Hábito alimentar	Tipo de água
Anhã	<i>Hypostomus agna</i> (Miranda-Ribeiro, 1907)	Onívoro/ detritívoro	Doce
Bagre-branco	<i>Netuma barba</i> (Fowler, 1951)	Carnívoro	Salgada (transitório)
Cará	<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Onívoro	Doce
Cascudo	<i>Hypostomus tapijara</i> (Oyakawa, Akama & Zanata, 2005)	Onívoro/ detritívoro	Doce
Lambari	<i>Astyanax sp</i> (Linneaus, 1758)	Onívoro	Doce
Mandi Pintado	<i>Pimelodus maculatus</i> (Lacepède, 1803)	Onívoro	Doce
Manditinga	<i>Pimelodella transitória</i> (Miranda Ribeiro, 1907)	Carnívoro	Doce
Manjuda	<i>Anchoviella lepidentostole</i> (Fowler, 1911)	Carnívoro	Salgada (transitório)
Muçum	<i>Synbranchus marmoratus</i> (Bloch, 1795)	Onívoro	Doce

Parati	<i>Polydactylus oligodon</i> (Günther, 1860)	Onívoro	Doce
Piaú Verdadeiro	<i>Megaleporinus obtusidens</i> (Valenciennes, 1837)	Onívoro	Doce
Pito	<i>Loricariichthys castaneus</i> (Casteulnau, 1855)	Detritívoro/ Herbívoros	Doce
Robalo Flecha	<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)	Carnívoro	Salgada (transitório)
Robalo Peva	<i>Centropomus parallelus</i> (Poey, 1860)	Carnívoro	Doce
Saguarú	<i>Cyphocharax santacatarinae</i> (Fernández-Yépez, 1948)	Detritívoro	Doce
Sardinha Branca	<i>Sardinella brasiliensis</i> (Steindachner, 1879)	Onívoro	Salgada (transitório)
Tainha	<i>Mugil cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	Herbívoros	Salgada (transitório)
Tajibucu	<i>Oligosarcus hepsetus</i> (Cuvier, 1829)	Carnívoro	Doce
Tuvira	<i>Gymnotus sp</i> (Albert & Fernandes-Matioli, 1999)	Carnívoro	Doce

(Autoria própria, 2020)

As figuras 11 a 15 apresentam todos os exemplares de peixes coletados:

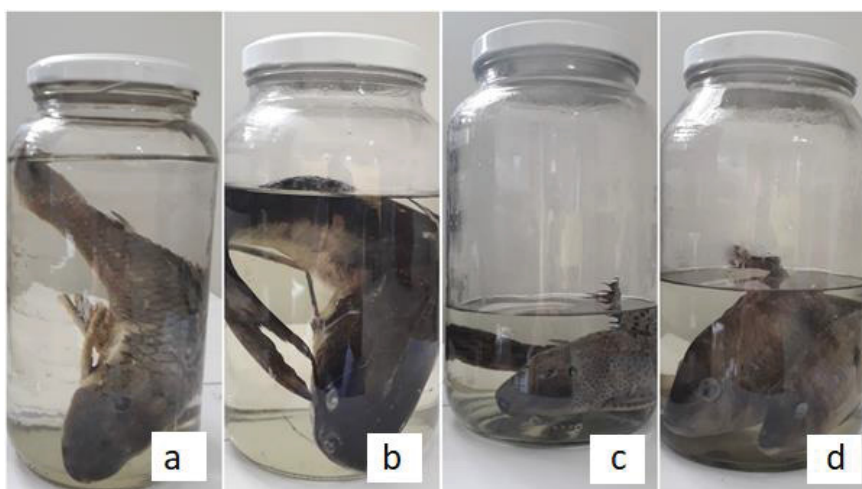


Figura 11: Exemplares de a) anã; b) bagre-branco, c) cascudo, d) cará. (Autoria própria, 2019)

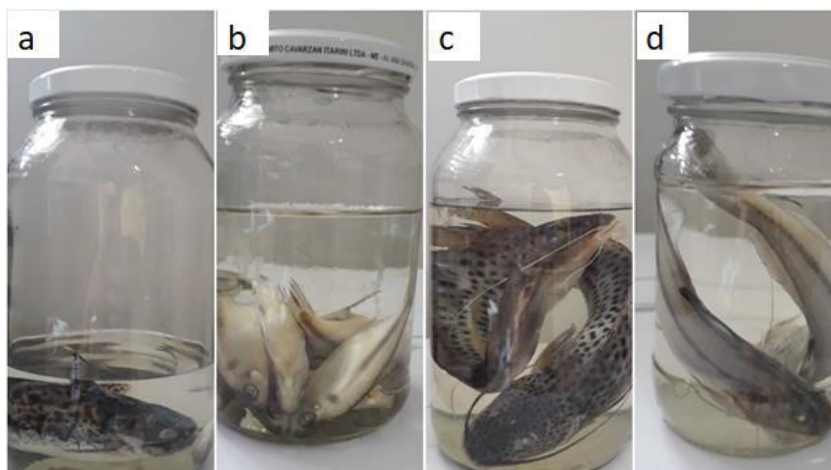


Figura 12: Exemplos de: a) duiá, b) lambari, c) mandi pintado; d) manditeira.
(A autoria própria, 2019)

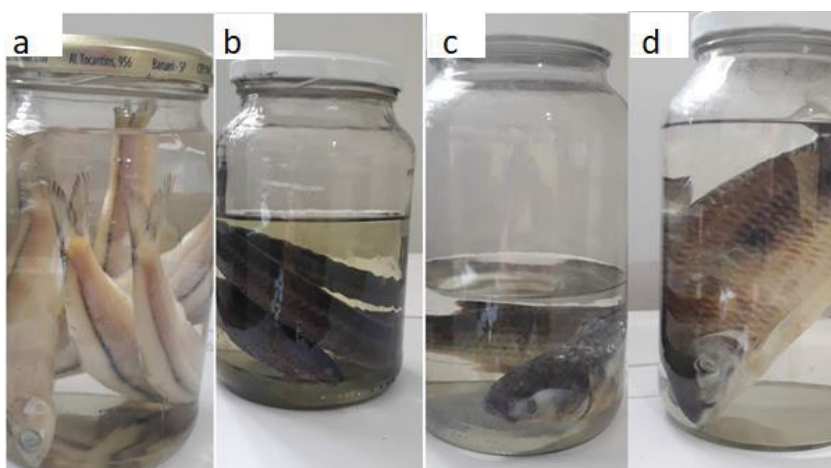


Figura 13: Exemplos de a) manjuda, b) muçum, c) parati, d) piaú verdadeiro.
(A autoria própria, 2019)

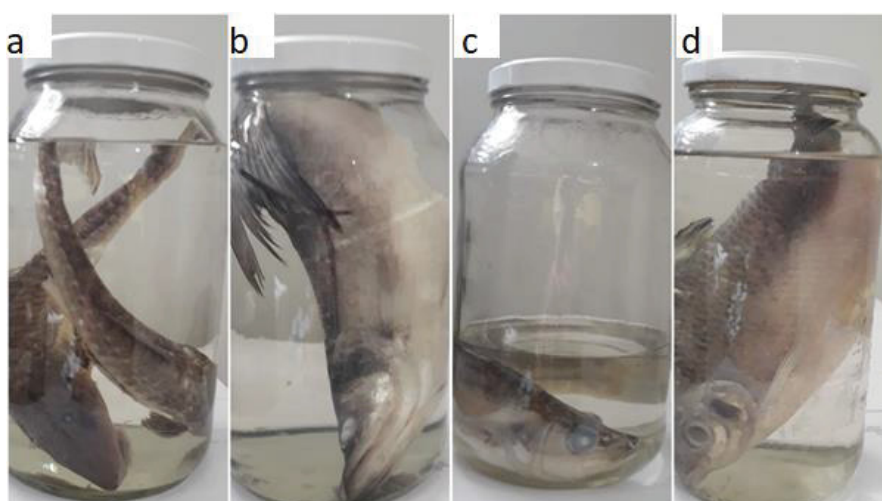


Figura 14: Exemplos de a) pito, b) robalo flecha, c) robalo peva, d) saguarú.
(A autoria própria, 2019)

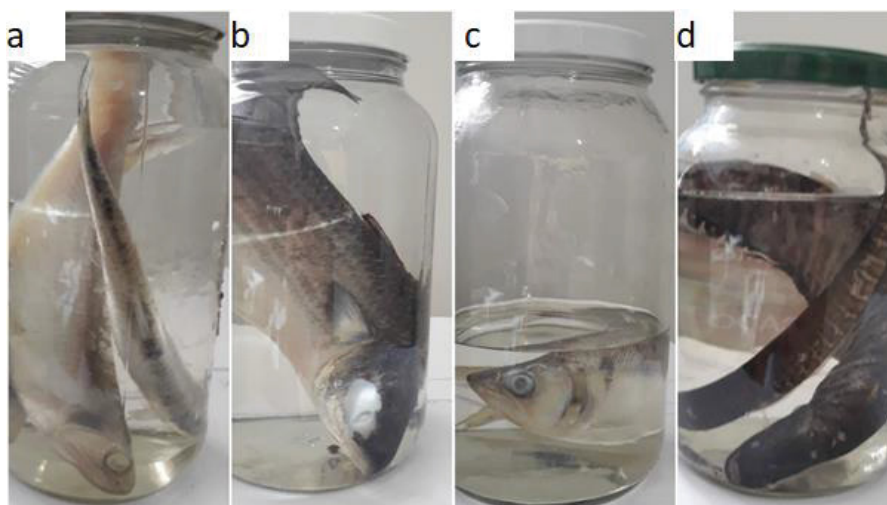


Figura 15: a) sardinha branca, b) tainha, c) tajibucu, d) tuvira. (Autoria própria, 2019)

Na figura 16 é possível observar o modelo da etiqueta feita para ser inserida em cada recipiente com exemplar:

UFPR			
E.E Vereador Alay José Correa			
PROFBIO			
Espécies de Peixes do Rio Ribeira de Iguape			
Organizador da coleção: Alexander de Azevedo			
Data de coleta das espécies: 22/10/2019			
Nome Comum	Nome Científico (descobridor e ano)	Hábito alimentar	Tipo de água
Anhã	<i>Hypostomus agna</i> (Miranda-Ribeiro, 1907)	Onívoro/ detritívoro	Doce

Figura 16: Modelo da etiqueta utilizada nos exemplares. (Autoria própria, 2019)

5.2 PAINÉIS INTERATIVOS

Os painéis interativos tem por finalidade permitir que os alunos coloquem em prática o conhecimento construído por meio da manipulação de elementos dos painéis. Tais elementos se baseam em figuras removíveis, ou materiais fixáveis que podem ser colocados e retirados dos painéis. Assim, os estudantes poderão manipular elementos de acordo com as informações solicitadas pelo professor.

Esse tipo de atividade permitirá explorar: a construção de uma cadeia trófica presente na Bacia, explorar as atividades antrópicas que impactam a Bacia e onde essas ocorrem com maior frequência, informações gerais sobre as espécies presentes nos exemplares (nome popular e científico, hábito alimentar e tipo de água em que vive), além dos conceitos de bioacumulação, biomagnificação e biodisponibilidade.

Os painéis, exceto o primeiro que é de introdução, será utilizado após a apresentação de cada conceito ao qual se relaciona, servindo como uma atividade para avaliar a construção do conhecimento.

A seguir são descritos todos os painéis e a sugestão para sua utilização.

5.2.1 Painel de introdução

O primeiro painel (figura 17) tem por finalidade introduzir a sequência didáticas. Sugere-se para sua utilização a seguinte atividade: Na aula anterior o professor promove a divisão da turma em grupos e solicita que cada grupo de alunos fique responsável por um dos tópicos sugeridos, relacionando-os à vida aquática, mas sem necessariamente restringi-los à Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape. Dentre os tópicos estão os termos: Pesticida, Mineração, Despejo Urbano, Biodisponibilidade, Bioacumulação, Biomagnificação. No painel, cada um desses termos aparecerá de forma destacável. Na aula seguinte, o painel é fixado na frente da turma, que se organizará para uma roda de conversas. Ao passo que os termos de pesquisa são fixados no painel pelo professor, os alunos responsáveis por cada pesquisa apresentarão as informações que obtiveram por meio de seus aprofundamentos.



Figura 17: Painel de introdução. (Autoria própria, 2019)

5.2.2 Painel interativo das espécies contidas na coleção de peixes

O segundo painel (figura 18) será aplicado após a aula em que os alunos conhecerão as espécies contidas na coleção de peixes, bem como as informações relacionadas a elas. A turma pode ser dividida em 5 grupos em que cada grupo ficará

responsável por 4 espécies. No painel, o nome popular das espécies ficará amostras, enquanto as outras informações estarão cobertas com uma fita adesiva branca, cabendo ao grupo escrever sob as fitas as informações escondidas nos campos adequados. Assim que o painel estiver preenchido as fitas são retiradas uma a uma e as respostas conferidas.

<h1 style="text-align: center;">BACIA</h1> <h2 style="text-align: center;">do Rio Ribeira de Iguape</h2>		
NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	HÁBITO ALIMENTAR
<i>Piaú Verdadeiro</i>	<i>Megaleporinus obtusidens (Valenciennes, 1837)</i>	<i>Onívoro</i>
<i>Mandi Pintado</i>	<i>Pimelodus maculatus (Lacepède, 1803)</i>	<i>Onívoro</i>
<i>Robalo Flecha</i>	<i>Centropomus undecimalis (Bloch, 1792)</i>	<i>Carnívoro</i>
<i>Robalo Peva</i>	<i>Centropomus parallelus (Poey, 1860)</i>	<i>Carnívoro</i>
<i>Anhã</i>	<i>Hypostomus agna (Miranda-Ribeiro, 1907)</i>	<i>Onívoro/detritívoro</i>
<i>Cascudo</i>	<i>Hypostomus tapijara (Oyakawa, Akama & Zanata, 2005)</i>	<i>Onívoro/detritívoro</i>
<i>Tainha</i>	<i>Mugil Liza (Valenciennes, 1836)</i>	<i>Detritívoro</i>
<i>Pito</i>	<i>Loricariichthys castaneus (Casteulnau, 1855)</i>	<i>Detritívoro/Herbívoro</i>
<i>Manditinga</i>	<i>Pimelodella transitória (Miranda-Ribeiro, 1907)</i>	<i>Carnívoro</i>
<i>Tuvira</i>	<i>Gymnotus sylvius (Albert & Fernandes-Matioli, 1999)</i>	<i>Carnívoro</i>
<i>Muçum</i>	<i>Synbranchus marmoratus (Bloch, 1795)</i>	<i>Carnívoro</i>
<i>Tagibucu</i>	<i>Oligosarcus hepsetus (Cuvier, 1829)</i>	<i>Carnívoro</i>
<i>Sardinha Branca</i>	<i>Sardinella brasiliensis (Steindachner, 1879)</i>	<i>Onívoro</i>
<i>Cará</i>	<i>Geophagus brasiliensis (Quoy & Gaimard, 1824)</i>	<i>Onívoro</i>
<i>Lambari do rabo Amarelo</i>	<i>Astyanax sp.</i>	<i>Onívoro</i>
<i>Manjuba</i>	<i>Anchoviella lepidentostole (Fowler, 1911)</i>	<i>Carnívoro</i>
<i>Saguarú</i>	<i>Cyphocharax santacatarinae (Fernandez-Yépez, 1948)</i>	<i>Detritívoro</i>
<i>Traira</i>	<i>Hoplias malabaricus (Bloch, 1794)</i>	<i>Carnívoro</i>
<i>Picopéva</i>	<i>Astyanax sp.</i>	<i>Onívoro</i>
<i>Bagre Africano</i>	<i>Clarias gariepinus (Burchell, 1822)</i>	<i>Onívoro</i>
<i>Tilápia</i>	<i>Oriocromis niloticus (Linnaeus, 1758)</i>	<i>Onívoro</i>
<i>Nhundiá</i>	<i>Rhamdia quelen (Quoy & Gaimard, 1824)</i>	<i>Onívoro</i>

Figura 18: Painel interativo das espécies contidas na coleção de peixes. (Autoria própria, 2019)

5.2.3 Painel interativo da teia alimentar

O terceiro painel (figura 19) será aplicado após a aula acerca da teia alimentar. Serão trazidas imagens soltas de algumas espécies de peixes já discutidos e que podem compor uma teia alimentar. No painel, essas imagens serão fixadas sob o desenho dos peixes, compondo uma cadeia alimentar. Os alunos buscarão nos exemplares as informações sob os peixes fixados no painel. O aluno que encontrar, irá até a frente e colocará o nome do peixe no campo em branco, logo abaixo da figura.

Em seguida o aluno irá retirar a imagem e passará a representar aquele peixe. Os alunos só poderão pegar um peixe cada, para que seja possível a atividade seguinte. Por fim, cada aluno que retirou um peixe do painel ficará em pé representando esse peixe, em seguida será criada, usando um barbante, uma teia alimentar a partir da ligação entre um peixe e outro.

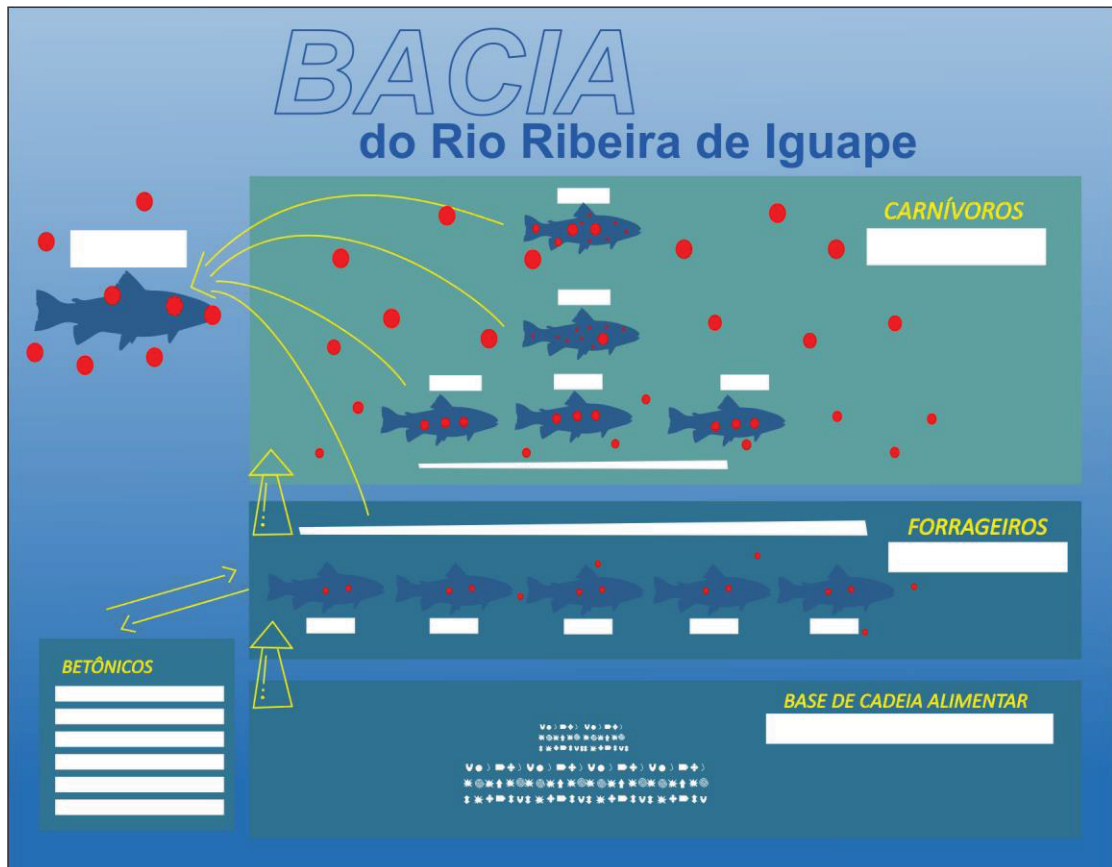


Figura 19: Painel interativo da teia alimentar. (Autoria própria, 2019)

5.2.4 Painel interativo das atividades antrópicas na Bacia do Rio Ribeira

O quarto painel (figura 20) será utilizado após a aula sobre os fatores antrópicos que impactam a Bacia do Rio Ribeira de Iguape, em que o professor apresentará à turma o conceito de atividades antrópicas e discutirá em que regiões ao longo da Bacia ocorrem com mais frequência determinadas atividades (ou ocorreram, mas ainda impactam a vida aquática, como a mineradora de Adrianópolis). Esse painel é menos interativo e mais informativo, oferecendo aos alunos um mapeamento da região da Bacia, o percurso do Rio Ribeira e a colorização das regiões em que ocorrem atividades antrópicas específicas.

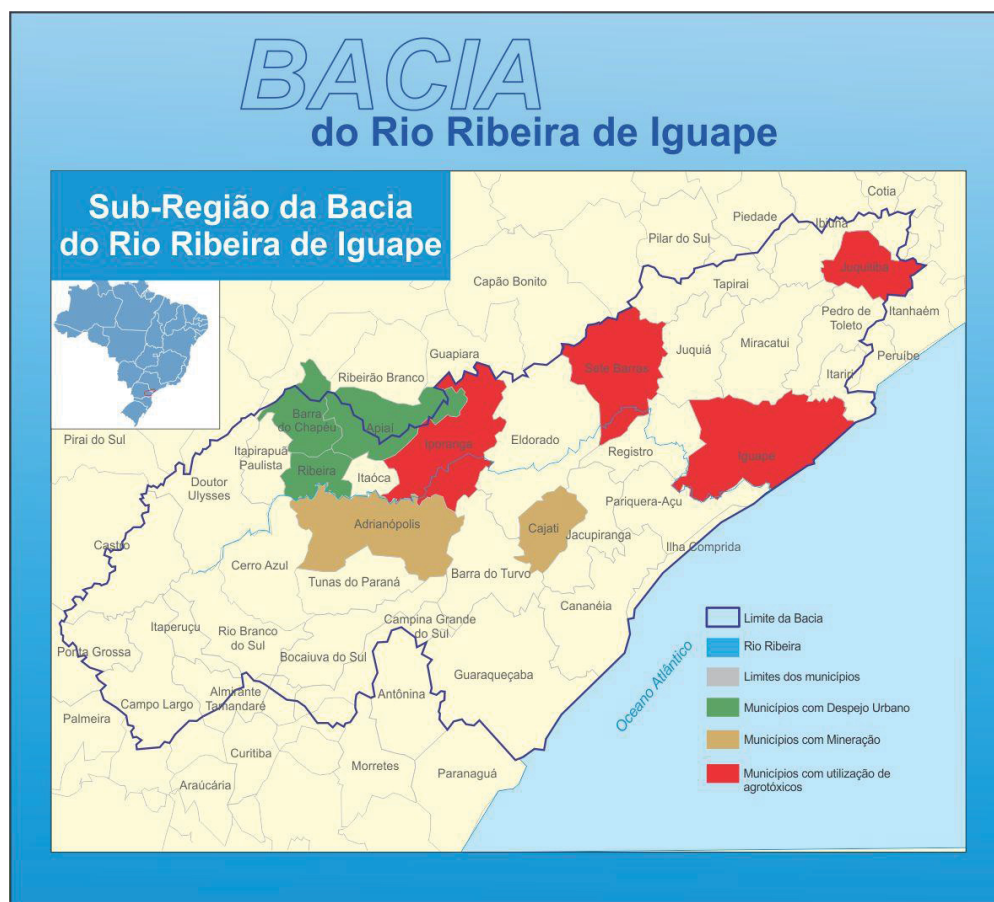


Figura 20: Painel interativo das atividades antrópicas na Bacia do Rio Ribeira. (Autoria própria, 2019)

5.2.5 Painel interativo da biodisponibilidade

O quinto painel (figura 21) será utilizado após a aula de bioacumulação, biomagnificação e biodisponibilidade. Com a compreensão do funcionamento da membrana plasmática e como essa controla o que entra e sai do interior da célula, os alunos, ou o professor com o auxílio dos alunos, deverão identificar o nome de cada uma das partes da membrana, que estarão cobertas com fita adesiva. Assim que a sala der o palpite sobre o nome da região indicada, a fita é retirada e a resposta revelada.



Figura 21: Painel interativo da biodisponibilidade. (Autoria própria, 2019)

5.2.6 Painéis interativos da bioacumulação e biomagnificação

Os últimos painéis (figura 22 e 23) serão utilizados após a aula de bioacumulação, biomagnificação e biodisponibilidade. O painel de bioacumulação (figura 22) será apenas informativo e servirá para mostrar como um peixe acumula metais pesados ao longo da sua vida. O painel de biomagnificação (figura 23) por sua vez será interativo. Para isso ele será fixado em um isopor e o professor irá alfinetar um determinado número de alfinetes com bolinhas na ponta nos peixes menores. Em seguida o professor dirá que um consumidor daqueles peixes menores comeu 2 ou 3 deles, posteriormente os alunos irão alfinetar esse segundo peixe com a quantidade total de poluentes adquiridos durante sua alimentação, fazendo o mesmo com consumidores em posições superiores da cadeia.



Figura 22: Painel interativo da bioacumulação. (Autoria própria, 2019)



Figura 23: Painel interativo de biomagnificação. (Autoria própria, 2019)

5.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

No quadro 2 é possível observar a construção da proposta didática:

Quadro 2: Sequência didática.

Escola	
Professor	
Disciplina	Biologia
Turma	
Número de aulas	7 aulas: Encontro 1: Aula introdutória (1 aula); Encontro 2: Peixes do Vale do Ribeira (1 aula); Encontro 3: Teia Alimentar (1 aula); Encontro 4: Fatores antrópicos (1 aula); Encontro 5: Biodisponibilidade, bioconcentração e biomagnificação (2 aulas); Encontro 6: Avaliação (1 aula).
Conteúdo	Fatore antrópicos, teia alimentar, biodisponibilidade, bioconcentração, biomagnificação e poluentes no cenário da Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Contextualizar a sequência didática a partir de uma aula introdutória promovendo uma roda de conversas; • Apresentar aos alunos o conceito de ictiofauna e a riqueza de espécies e cenários naturais relacionados à Bacia Hidrográfica do Vale do Ribeira. • Apresentar a influência dos fatores antrópicos na vida aquática, trazendo as discussões para o cenário regional. • Relacionar a presença de poluentes oriundos das atividades antrópicas na Bacia com o risco de exposição das espécies de peixes, com base na sua distribuição dentro da cadeia alimentar do Rio Ribeira.

	<ul style="list-style-type: none"> • Discutir os riscos de exposição tanto para a Biota como para Populações Humanas
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Computadores; • Giz; • Lousa; • Barbantes; • Imagens impressas de peixes; • Painéis Interativos; • Alfinetes com bolinhas na ponta; • Velcro; • Coleção de peixes.
Metodologia	<p>Os procedimentos serão aplicados de forma a tornar a participação ativa do aluno, na descoberta e assimilação de ideias conceituais sobre o assunto, em que o aluno será desafiado a refletir, discutir com o grupo, elaborar hipóteses e procedimentos, extrapolar as aplicações e enfrentar situações novas, possibilitando raciocínio e ação. Para isso, serão promovidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rodas de conversa; • Atividades em grupo; • Vizualização de espécies conservadas em potes; • Atividades interativas utilizando painéis; • Pesquisas na internet; <p>No quadro 3 é possível compreender melhor a utilização das ferramentas de acordo com a disposição das aulas.</p>

Avaliação	<p>Os alunos serão avaliados mediante as suas contribuição nas rodas de conversa, expondo suas pesquisas e também participando das atividades relacionadas aos painéis interativos.</p> <p>Ao final do segmento é possível aplicar um questionário em forma de prova em que se pergunta sobre os principais conceitos vistos e como eles se relacionam com a ictiofauna local.</p>
------------------	--

(Fonte: O Autor, 2020)

A disposição das aulas pode ser entendida no quadro 3.

Quadro 3: Disposição das aulas.

Encontro	Assunto	Descrição
Encontro 1 (50 minutos)	Aula introdutória sobre ictiofauna e fatores que a impactam	<p>Na aula anterior o professor promove a divisão da turma em grupos e solicita que cada grupo de alunos fique responsável por um dos tópicos sugeridos, relacionando-os à vida aquática, mas sem necessariamente restringi-los à Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape. Dentre os tópicos estão os termos: Pesticida, Mineração, Despejo Urbano, Biodisponibilidade, Bioacumulação, Biomagnificação.</p> <p>Durante a aula o professor apresenta a sequência didática que virá, bem como seus objetivos. Em seguida é dado início à roda de conversas utilizando a sugestão para o painel interativo 1 (seção 5.2.1)</p>
Encontro 2 (50 minutos)	Peixes do Vale do Ribeira	<p>O segundo encontro terá por finalidade apresentar aos estudantes algumas das espécies de peixe contidas do Vale do Ribeira que foram coletadas para criar uma coleção. Os alunos lerão a etiqueta contida em cada</p>

		<p>frasco e irão anotá-las. Em seguida a sala será dividida em 5 grupos para a realização da atividade proposta para o painel 2 (seção 5.2.2)</p>
<p>Encontro 3 (50 minutos)</p>	<p>Teia alimentar</p>	<p>Nessa aula os alunos irão conhecer o conceito de teia alimentar, apresentado pelo professor. Também entrarão novamente em contato com as espécies da coleção.</p> <p>Em seguida será promovida a realização da atividade proposta para o painel interativo 3 (seção 5.2.3)</p>
<p>Encontro 4 (50 minutos)</p>	<p>Fatores antrópicos</p>	<p>O encontro é iniciado com a apresentação do que são fatores antrópicos e como esses impactam a vida aquática (mineração agricultura, piscicultura, redes de esgoto e lixo humano). Em seguida o professor abrirá espaço para que os alunos compartilhem o que sabem sobre esses fatores na região. Na terceira parte da aula o professor apresentará os demais fatores antrópicos que impactam a Bacia Hidrográfica do Vale do Ribeira.</p> <p>A aula é encerrada com a realização da atividade proposta para o painel interativo 4 (seção 5.2.4)</p>
<p>Encontro 5 (1 hora e 40 minutos)</p>	<p>Biodisponibilidade, bioconcentração e biomagnificação</p>	<p>Na primeira aula os alunos farão uma atividade investigativa na sala de informática, sendo divididos em duplas ou trios conforme a disponibilidade de computadores. Serão pesquisados os conceitos relacionados aos termos biodiversidade, bioconcentração e biomagnificação. As informações encontradas devem ser anotadas no caderno para serem utilizadas na aula posterior.</p>

		<p>Na segunda aula será promovida uma breve discussão acerca das pesquisas feitas anteriormente, ao passo que o professor acrescenta informações ou respondem dúvidas. O encontro é encerrado com a execução das atividades propostas para os painéis 5 e 6 e 7 (seção 5.2.5 e 5.2.6)</p>
Encontro 6 (50 minutos)	Avaliação	<p>Aqui o professor poderá aplicar uma prova em forma de questionário cobrando as principais definições vistas ao longo dos encontros, além de propor que os alunos relacionem a temática às questões regionais exploradas. A avaliação servirá como uma ferramenta para reflexão da prática pedagógica e de como os alunos conseguirão construir o conhecimento a partir da proposta feita.</p>

(Autoria própria, 2020)

6. DISCUSSÃO

As informações relacionadas à riqueza da região do Vale do Ribeira junto ao levantamento dos fatores que ameaçam esse cenário permitirão ao leitor avaliar a importância de se pensar acerca dos aspectos biológicos e ecológicos na região da Bacia do Rio Ribeira, bem como a ocorrência e abundância de atividades antrópicas que ocorrem nos arredores da Bacia. A definição de conceitos contribuirá para uma maior compreensão dos impactos humanos na natureza, por isso se fez importante discorrer acerca de fenômenos como biomagnificação, bioacumulação e biodisponibilidade. Embora tenha sido tentado abarcar ao máximo a riqueza da região alvo dos estudos, não foi possível, durante a montagem da coleção, adquirir representantes de todas as espécies que ocorrem na Bacia. Por outro lado, os exemplares obtidos estão entre os mais comuns e foram suficientes para a construção de uma cadeia alimentar, bem como permitiram a idealização de atividades envolvendo os conceitos propostos na sequência didática. Ademais, os aprofundamentos bibliográficos caracterizaram várias regiões ao longo da Bacia, tornando possível mapear focos de interferência antrópica na qualidade vida da biota. Tanto o exemplar de espécies, quanto os aprofundamentos bibliográficos contribuíram para a construção dos painéis propostos, bem como as atividades que cada um deles possibilita.

Em seu trabalho, Giassi (2009, p.32), discute como o ensino de Biologia pode contribuir para a construção de um conhecimento que torna possível a alunos e professores “compreender e explorar a realidade em que vivem, capacitando-os a transitar entre o conhecimento científico e as peculiaridades do mundo que os cerca”. Nesse trabalho, a autora entende a contextualização como intrínseca ao processo de aprendizagem, tido que esta articula e integra os conhecimentos científicos à realidade do indivíduo, criando uma nova ótica acerca das possibilidades e particularidades do contexto em que está inserido. Desse modo, facilita-se a possibilidade de compreensão do educando acerca de “aspectos sociais, éticos, econômicos, políticos, entre outros”, permitindo-o a atuar em sua realidade (GIASSI, 2009, p.207).

Com base nas discussões de Giassi (2009), entende-se que relacionar aspectos locais para empregar os temas e conceitos de ecologia nas escolas mostra-se uma opção interessante para o aprendizado dessa disciplina. Ademais, introduzir

uma nova abordagem que possibilite a compreensão dos fatores antrópicos que impactam tanto a biota como as populações humanas é um ganho extra nesse contexto educativo. O uso da Bacia do Ribeira de Iguape e de exemplares de suas espécies para a contextualização do ensino se mostra uma abordagem promissora quanto ao ensino de Biologia. Portanto, acredita-se que por meio das construções das fermentas e dos estudos feitos, o ensino referente aos conceitos de ecologia, educação ambiental e efeitos de atividades antrópicas sobre os ambientes naturais e para as populações humanas, pode melhorar consideravelmente.

Observou-se com esse estudo que os arredores da Bacia explorada possuem uma biodiversidade muito rica, a qual deve ser devidamente preservada, tanto na fauna quanto na flora, mas que pode estar ameaçada. Por essa razão, a conscientização ambiental nas escolas é de extrema importância, visto a formação de pessoas capazes de participar ativamente dos debates sociais. De acordo com Valério e Bazzo (2005, p.31) “o exercício pleno da cidadania passa hoje, pela motivação e capacidade dos indivíduos de envolver-se em decisões sobre os rumos da sociedade, um desafio no qual compreender e refletir a prática científica/tecnológica se faz preponderante”. Reforça-se então a importância de promover práticas educacionais que levem em conta o contexto social e cultural dos alunos, pois essa reflexão acerca da práxis se mostra, nesse contexto, como um compromisso da educação com a cidadania, visto que estará possibilitando a participação efetiva dos alunos em sociedade. A conscientização é o início das ações que podem mudar a legislação ou políticas públicas, unindo esforços em todos os níveis, partindo da sociedade civil até os governos, federais, estaduais e/ou municipais, para garantir a manutenção desses recursos naturais, sendo a educação a chave para essa mudança de atitude social.

É por meio de metodologias ativas, assim como essa proposta, que os educandos passam a ter a possibilidade de participar efetivamente da construção do seu conhecimento. Cada indivíduo traz consigo conhecimentos adquiridos pelo meio, e considera-los é indispensável numa proposta desse tipo. Visto que os alunos estão inseridos no cenário alvo dos estudos, é de extrema importância considerar que eles possuem vivências e experiências que suscitam em conhecimento acerca de questões regionais. Para Ausubel (1980), é por meio da racionalização de novas informações e possibilidades de relacioná-las com o já sabido, que se propicia uma aprendizagem significativa.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos objetivos previamente estabelecidos, tornou-se possível a idealização de uma sequência didática em Biologia para o 3º ano do ensino médio. Por meio da confecção de uma coleção de espécies regionais e a elaboração de painéis interativos, se conseguiu pensar uma proposta voltada para a exploração de inúmeros conceitos de ecologia e preservação ambiental voltada para as especificidades da Bacia Hidrográfica do rio Ribeira de Iguape. Obteve-se como produto dessa dissertação uma sequência didática que servirá como instrumento auxiliar ao professor que busque trabalhar o tema proposto de forma diversificada.

Se tratando, de uma idealização de sequência didática, a eficácia dessa abordagem só poderá ser verificada na prática, por meio da sua aplicação. Desse modo, espera-se que a sequência didática aqui apresentada seja aplicada futuramente, de modo que as observações feitas a partir da prática possam confirmar sua efetividade e, até mesmo, contribuir para seu aperfeiçoamento mediante às necessidades que surgirem.

REFERÊNCIAS

ALHO, C. J. R. Importância da biodiversidade para a saúde humana: uma perspectiva ecológica. **Estud. av.**, São Paulo, v. 26, n. 74, p. 151-166, 2012. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142012000100011&lng=en&nrm=isso]. Acesso em: 08 de janeiro de 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142012000100011>.

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D., HANESIAN, H. Psicologia educacional. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AQUINO, M. M. de C. Os impactos socioambientais da mineração: um estudo sobre o pólo mineroquímico em Cajati-SP. Mestrado em Ciências Sociais. Unesp Araraquara, São Paulo, março de 2019. Disponível em: [<http://hdl.handle.net/11449/181577>]. Acesso em: 08 de janeiro de 2020.

ARENDT, R. J. J. A concepção Piagetiana da relação sujeito-objeto e suas implicações para a análise da interação social. *Temas psicol.*, Ribeirão Preto, v. 1, n. 3, p. 115-125, dez. 1993. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-389X1993000300015&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 20 de janeiro de 2020.

BICUDO, F. Paraíso poluído: Canal aberto em 1855 facilitou espalhamento de metais pesados no litoral sul de São Paulo. **Pesquisa Fapesp - Oceanografia**. Edição 171. Maio de 2010. Disponível em: [<https://revistapesquisa.fapesp.br/2010/05/30/para%C3%ADso-polu%C3%ADdo/>]. Acesso em: 20 de janeiro de 2020.

BECKER, Fernando. O que é construtivismo. **Revista de educação AEC**, Brasília, v. 21, n. 83, p. 7-15, 1992.

BUCKUP, P. A. *et al.* Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Paulo_Buckup/publication/234129008_Introduc

ao/links/56dce09f08aebe4638c03842/Introducao.pdf]. Acesso em: 20 de janeiro de 2020.

BONILLA, O. H. Fatores Ecológicos. Universidade Estadual do Ceará; Fortaleza, 2010. Disponível em: [http://uece.br/laboeco/dmdocuments/aula-03-fatores-abioticos-fisicos.pdf]. Acesso em: 08 de janeiro de 2020.

BRAGA, R. Elaboração do plano da Bacia hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul -UGRHI 11: relatório 1. Registro, 2016. Disponível em: [http://comiterb.com.br/wp-content/uploads/2018/07/Plano-de-Bacia-CBH-RB-Relatorio-I.pdf]. Acesso em: 04 de janeiro de 2020.

BRASIL. Biodiversidade brasileira. **Ministério do Meio Ambiente** - s/d. Disponível em: [https://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira]. Acesso em: 08 de janeiro de 2020.

CASTELLANI, D. e BARRELLA, W. Caracterização da piscicultura na região do Vale do Ribeira - SP. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 168-176, fevereiro de 2005. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542005000100021&lng=en&nrm=isso]. Acesso em: 20 de janeiro de 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542005000100021>.

CBH-RB - Comitê da Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul. Relatório de Situação dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente da Unidade de Gerenciamento Nº 11. AMAVALES, Registro, 2013. Disponível em:[http://www.sigrb.com.br/app/pdf/RSMA_COMPLETO_2013.pdf]. Acesso em: 04 de janeiro de 2020.

_____. Relatório de situação dos recursos hídricos da UGRH11. Registro, 2018. Disponível em: [http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/CBH-RB/13771/relatorio-de-situacao-2018-versao-final.pdf]. Acesso em: 04 de janeiro de 2020.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo: Parte 1 - águas doces, 2014. Relatório. São Paulo, 2015. Disponível em: [https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/Cetesb_QualidadeAguasSuperficiais2014_Partel_vers%C3%A3o2015_Web.pdf]. Acesso em: 10 de janeiro de 2020.

_____. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo, 2016. Relatório. São Paulo, 2017. Disponível em: [https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/Cetesb_QualidadeAguasInteriores_2016_corre%C3%A7%C3%A3o02-11.pdf]. Acesso em: 10 de janeiro de 2020. ISBN 978-85-9467-018-2.

_____. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo, 2017. Relatório. São Paulo, 2018. Disponível em: [<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2018/06/Relat%C3%B3rio-de-Qualidade-das-%C3%81guas-Interiores-no-Estado-de-S%C3%A3o-Paulo-2017.pdf>]. Acesso em: 10 de janeiro de 2020. ISBN 978-85-9467-062-5.

CHAKRAVARTY, Sumit; K., S.; P., C.; N., A.; SHUKL, Gopal. Deforestation: Causes, Effects and Control Strategies. InTech. ISBN 9789535105695. 2012.

CHAVES, P. e BOUCHEREAU, J.L. Biodiversity and dynamics of ichthyic communities in the mangrove of Guaratuba, Brazil. *Oceanologica Acta*, 22(3): 353-364. 1999.

CIVILIS, V. Sociedade e Ecoturismo: na trilha do desenvolvimento sustentável. São Paulo, Editora Fundação Periópolis Ltda. São Paulo, 2003, s/n, s/v, p.147. ISBN:85-7596-010-5

COTRIM, M. E. B. Avaliação da qualidade da água na Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape com vistas ao abastecimento público. São Paulo, 2006. Tese (Doutorado em Ciências). Instituto de Pesquisa Energéticas e Nuclear.

COTTA, J. A. P. *et al.* Evaluation of metal content in sediments of the Betari River in the Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira: PETAR-, São Paulo, Brazil. **Química Nova**, v. 29, n. 1, p. 40-45, 2006.

CUNHA, C. A. G. da. A sub-bacia do rio Jacupiranga: análise dos aspectos sócio-econômicos e ambientais como subsídio para o manejo sustentável da região do Vale do Ribeira de Iguape, São Paulo. 2010. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010. Acesso em: 10 de janeiro de 2020. DOI:10.11606/T.18.2010.tde-08102010-111700.

DIAS, A. A. S; DE OLIVEIRA DIAS, M. A. Educação ambiental. **Revista de Direitos Difusos**, v. 68, n. 1, p. 161-178, 2017.

DIEGUES, A. C. O Vale do Ribeira e Litoral de São Paulo: meio-ambiente, história e população. São Paulo, 2007. Disponível em: [<http://nupaub.fflch.usp.br/sites/nupaub.fflch.usp.br/files/color/cenpec.pdf>]. Acesso em: 04 de janeiro de 2020.

DUQUE, N. Membrana plasmática – Funções e Estrutura. **Estudo Prático**, maio de 2013. Disponível em: [<https://www.estudopratico.com.br/membrana-plasmatica-funcoes-e-estrutura/>]. Acesso em: 20 de janeiro de 2020.

FAVACHO, R. C. *et al.* Análise quali-quantitativa dos impactos ambientais e a piscicultura intensiva: os efluentes como fonte de impacto, IX SBEA + XV ENEEAmb + III FLES, *Blucher Engineering Proceedings*, v. 4, 2017, p.1863-1871, ISSN 2357-7592, <http://dx.doi.org/10.1016/xveneeamb-187>

FLORES, A. V. *et al.* Organoclorados: Um problema de Saúde Pública. *Ambiente & Sociedade – Vol. 7, nº. 2, p.112-124. Dezembro de 2014.*

GAZETTA, C. A. Cílios do Ribeira: Uma campanha de recuperação das matas ciliares do Vale do Ribeira. Instituto Ambiental Vidágua. s/d. Disponível em: [

https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/222/Documentos/forum%20app/20071_Cilios_Clodoaldo.pdf. Acesso em: 04 de janeiro de 2020

GIASSI, M. G. A contextualização no ensino de biologia: um estudo com professores de escolas da rede pública estadual do município de Criciúma-SC. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. [Tese] Doutorado em Educação Científica e Tecnológica.

HENRIQUES, J. M. Identificação molecular (DNA Barcode) dos peixes da Bacia do Rio Ribeira de Iguape e dos Rios Costeiros do Estado de São Paulo. 2010. 105 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/99429>>.

IKEDA, A. N, BERTAGNOLI, R. R. A modernização do sistema de alerta no Vale do Ribeira através da telemetria via satélite. **Revista Água e Energia**, fevereiro de 2000. s/n, s/v, s/p. Disponível em: [<http://www.dae.sp.gov.br/acervoepesquisa/relatorios/revista/raee0002/riguape.htm>]. Acesso em: 04 de janeiro de 2020.

ISA - INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. Elaboração de estratégia para implementação de projeto piloto para pagamento por serviços ambientais. Reunião, Unesp Registro. São Paulo, 2013. Disponível em: [https://ciliosdoribeira.org.br/sites/ciliosdoribeira.org.br/files/arquivos/reuniao_CG_04_09_13_encaminhamentos.pdf]. Acesso em: 008 de janeiro de 2020.

LIGNON, M. C. O problema do Valo Grande: guardiões da zona costeira em risco sério. **UNESPCIÊNCIA - Ecologia**, edição 90. Outubro de 2017. Disponível em: [<http://unespciencia.com.br/2017/10/01/ecologia-90/>]. Acesso em: 09 de janeiro de 2020.

LIMA, D. P. de. Avaliação da contaminação por metais pesados na água e nos peixes da Bacia do Rio Cassiporé, Estado do Amapá, Amazônia, Brasil. Dissertação

(Mestrado em Biodiversidade Tropical) - Universidade Federal do Amapá, Macapá.
Orientador: Cesar Santos, pesquisador da Embrapa Amapá, 2013. 147 p.

MAHIQUES, M. M. de *et al.* *Anthropogenic influences in a lagoonal environment: a multiproxy approach at the valo grande mouth, Cananéia-Iguape system* (SE Brazil). **Braz. j. oceanogr.**, São Paulo , v. 57, n. 4, p. 325-337, Dec. 2009 . Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-87592009000400007&lng=en&nrm=isso]. Acesso em: 08 de janeiro de 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-87592009000400007>.

MARQUES, M. N. Avaliação do impacto de agrotóxicos em áreas de proteção ambiental, pertencentes à Bacia hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape, São Paulo. Uma contribuição à análise crítica da legislação sobre o padrão de potabilidade. 2004. Tese (Doutorado em Tecnologia Nuclear - Materiais) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. DOI:10.11606/T.85.2005.tde-04072006-131523

MARQUES, N. M. *et al.* Avaliação da qualidade da água tratada da região de Santo André. Environmental and Health World Congress. Santos, julho de 2006. Disponível em:[https://www.ipen.br/biblioteca/2006/eventos/15445.pdf]. Acesso em: 20 de janeiro de 2020.

MARQUEST, N. M. *et al.* Avaliação do impacto da agricultura em áreas de proteção ambiental, pertencentes à Bacia hidrográfica do rio ribeira de Iguape, São Paulo. **Quim. Nova**, Vol. 30, No. 5, 1171-1178, 2007.

MELO, P. *et al.* Agrotóxicos e transgênicos. Boletim de inovação e sustentabilidade. BISUS 2028 - Vol.2, 48 p.

MONTONE, R. C. Bioacumulação e biomagnificação. Instituto Oceanógrafo, 2015. Disponível em: [http://www.io.usp.br/index.php/infraestrutura/museu-oceanografico/31-portugues/publicacoes/series-divulgacao/poluicao/811-bioacumulacao-e-biomagnificacao]. Acesso em: 08 de janeiro de 2020.

KELLER, J. F.; MORAES, D. R. S. Estratégias Didáticas para Construção Coletiva de Painéis Cognitivos Interativos de Biologia e Interdisciplinar com QRcode. **Os desafios da escola pública Paranaense na perspectiva do professor PDE**, 2013. Disponível em:[http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_unioeste_bio_artigo_john_franco_keller.pdf]. Acesso em: 20 de janeiro de 2020.

MOREIRA, F. R.; MOREIRA, J. C. A cinética do chumbo no organismo humano e sua importância para a saúde. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro , v. 9, n. 1, p. 167-181, 2004 . Disponível em: [<https://tinyurl.com/vt6abep>]. Acesso em: 09 de janeiro de 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232004000100017>.

MOSS, G. e MOSS, M. Brasil das águas: sete rios. Projeto Brasil das águas. s/d. Disponível em:[<https://tinyurl.com/rrg78nz>]. Acesso em: 20 de janeiro de 2020;

PINTO-COELHO, R. M. Fundamentos em ecologia. 2009. Artmed Editora. 257 p. s/v, s/n. ISBN:8536310979.

PIAGET, J. o Nascimento da Inteligência na Criança. *mental*, v. 258, p. 259, 1986.

_____. *Biologia e Conhecimento*. 2ª Ed. Vozes: Petrópolis, 1996.

RAMOS, M. G. O. e AZEVEDO, M. R. Q. A. *Ecosistemas Brasileiros*. Campina Grande; Natal: EdUEPB; EDUFRN Editora da UFRN, 2010. 248 p. il. ISBN 978-85-7879-049-3

ROSS, J. (2002). A Morfogenese da Bacia do Ribeira do Iguape e os sistemas ambientais. *GEOUSP Espaço E Tempo (Online)*, (12), 21-46. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2002.123770>

SAINT-ONGE, Michel. O ensino na escola: o que é, como se faz. **Edições Loyola**, 1999, n.2. ISBN: 85-15-01870-5

SMITH, R. L e PIMM, S. L. Ecology. Encyclopædia Britannica, inc. Fevereiro de 2019. Disponível em: [<https://www.britannica.com/science/ecology>]. Acesso em: 08 de janeiro de 2019.

TOWNSEND, C. R., *et al.* (2009). **Fundamentos em ecologia**. Artmed Editora. 556 p., n.3, s/v. ISBN: 8536321687, 9788536321684

TRAMONTE, Keila Modesto. **Estudo da disponibilidade de metais em sedimentos do Sistema Cananéia-Iguape**. 2014. Tese (Doutorado em Oceanografia Química) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Acesso em: 08 de janeiro de 2020. DOI: 10.11606/T.21.2014.tde-24032015-152819.

VALÉRIO, M.; BAZZO, W. A. O papel da divulgação científica em nossa sociedade de risco: em prol de uma nova ordem de relações entre ciência, tecnologia e sociedade. **revista de ensino de engenharia**, v. 25, n. 1, p. 31-39, 2005. Disponível em: [<http://twixar.me/FbIK>]. Acesso em: 20 de janeiro de 2020.

VITIELLO, N.; *et al.* Insetoteca: espaço lúdico e interativo, com modelos e jogos relacionados à biologia dos insetos. **Páginas do Instituto Biológico**, v.6, n.1. 2013.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Childhood Pesticide Poisoning: Information for Advocacy and Action. Maio de 2004. Disponível em: [<https://www.who.int/ceh/publications/pestpoisoning.pdf>]. Acesso em: 08 de janeiro de 2020.

Universidade Federal do Paraná. Sistema de Bibliotecas.
Biblioteca de Ciências Biológicas.
(Rosilei Vilas Boas – CRB/9-939).

Azevedo, Alexander de.

Criação de painéis interativos para estudos de ecologia e educação ambiental na bacia do Rio Ribeira de Iguape / SP. / Alexander de Azevedo. – Curitiba, 2019.

63 f. : il.

Orientador: Ciro Alberto de Oliveira Ribeiro.

Dissertação (Mestrado profissional) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia.

1. Ecologia dos rios. 2. Análise de interação em educação. 3. Poluentes ambientais. 4. Ictiofauna. – Ribeira do Iguape, Rio (PR e SP) I. Título. II. Ribeiro, Ciro Alberto de Oliveira. III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia.

CDD (20. ed.) 574.5