

Aguapé (*Eichhornia crassipes*) no Ribeirão Claro em Rio Claro – SP, antes e depois da implantação da ETE Conduta: uma proposta para Educação Ambiental.

Ivan Carlos Zampin¹
Sidnei Lopes Ribeiro²
Claudinei José Martini³

Resumo

Este texto histórico e ambiental apresenta uma proposta de Educação Ambiental para alunos de Ensino Básico em dois momentos da paisagem do Ribeirão Claro, situado no Jardim Conduta em Rio Claro (SP). O primeiro momento, anterior à instalação da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), mostra as consequências dos lançamentos de esgoto *in natura* no córrego. Trabalhamos conceitos como enriquecimento artificial, macronutrientes (N, P, K), proliferação de macrófitas aquáticas, poluição etc. O segundo momento, após a instalação da ETE, ilustra e discute a recuperação ambiental com alguns conceitos de conservação ambiental e da legislação ambiental brasileira.

Palavras-chave: Plantas Aquáticas, Biogeografia, Educação Ambiental, Aguapé e Tratamento de Efluentes.

Abstract

This historical and environmental text presents a proposal for Environmental Education to Basic Education students at two moments of landscape from Ribeirão Claro, located in Jardim Conduta, Rio Claro (SP) - Brazil. The first, previous to the installation of Sewage Treatment Plant (STP), shows the consequences of sewage releases in natura in the stream. It works concepts such as artificial enrichment, macronutrients (N, P, K), proliferation of aquatic weeds in the Stream extension, pollution etc. The second time, after installation of STP, illustrates and discusses the environmental recovery with some concepts of environmental conservation and the Brazilian environmental legislation.

Keywords: Aquatic Plants, Biogeography, Environmental Education, Water hyacinth and Wastewater Treatment.

¹ Professor Doutor em Geografia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP/Rio Claro e Educação de São Paulo. iczgeo@gmail.com

² Professor Doutor em Geociências pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP/ Rio Claro e Educação de São Paulo. geosidnei@hotmail.com

³ Professor Especialista em Ensino de Ciências pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR/Medianeira-PR e Educação de São Paulo. neimartini@hotmail.com

1. Introdução

“Quem ama cuida”, diz o ditado. Portanto, falar de Educação Ambiental (EA) envolve, em primeiro lugar, um sentimento de respeito e cuidado com o local onde moramos que, com o passar do tempo, transforma-se numa relação duradoura de amor ao lugar, chamado *topofilia* (TUAN, 1980). Também o conceito de biorregião de Nozick trata a bacia hidrográfica como unidade de análise de características físicas, histórico-culturais e sentimento de lugar de vida (SAUVÉ 2005, p. 28). O autor explica que o biorregionalismo tem uma ética ecocêntrica onde a EA desenvolve e uma relação com o meio local, ou regional e desenvolve um sentimento de pertencimento e cria um compromisso de valorização do meio (Sauvé, 2005, p. 28). Portanto, para nós, o sucesso da EA depende da sensibilização e do envolvimento do ser humano com o meio ambiente, resultando não só em conhecimento, mas também em respeito, pertencimento e amor ao lugar em que vive.

Discutindo a EA na legislação brasileira, temos a Lei Federal nº 6.902, de 1981 que foi a primeira a mencionar a EA ao tratar dos novos tipos de áreas de preservação ambiental (CZAPSKI 1998, p. 42). No mesmo ano foi promulgada a Lei Federal nº 6.938/1981, a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), primeira a tratar da EA como instrumento na solução dos problemas ambientais e mandou ministrar a EA a todos os níveis de ensino (CZAPSKI 1998, p. 42). Em 1988 foi promulgada a atual Constituição Federal, cujo artigo 225 dedica-se ao meio ambiente e é a lei máxima de proteção ambiental. Para garantir que a EA se tornasse um dever do Estado, o §1º, VI do referido artigo afirma: “para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público [...] *promover a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino e conscientização pública* para a preservação do meio ambiente” (BRASIL, 1988 – grifo nosso). Seguindo o exemplo federal, os Estados brasileiros incluíram disposições específicas ao meio ambiente e à EA em suas respectivas constituições.

Em 1992, o Ministério da Educação (MEC) realizou um *workshop* que recomendou a implementação da EA nas instituições de ensino superior e definiu metas para inserir a dimensão ambiental nos currículos e implantar a EA no nível de ensino superior (BARBIERI, 2002, p. 10). Mas a Lei nº 9.394/1996, de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), nem se refere à EA; apenas o artigo 32, sobre o ensino fundamental, no inciso II do caput afirma que, para a formação básica do cidadão, ele

deverá obter “*a compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade*” (BRASIL, 1996 – grifo nosso).

Entre 1997 e 1998 o MEC publicou os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do ensino fundamental onde o meio ambiente inclui-se como tema transversal; um dos objetivos para o cidadão é: “*perceber-se integrante, dependente e agente transformador do ambiente, identificando seus elementos e as interações entre eles, contribuindo ativamente para a melhoria do meio ambiente*” (BRASIL, 1998, p. 55 – grifos nossos). O documento também comenta que “a principal função do trabalho com o tema Meio Ambiente é contribuir para a formação de cidadãos conscientes, aptos a decidir e a atuar na realidade socioambiental de modo comprometido com a vida, com o bem-estar de cada um e da sociedade, local e global (BRASIL, 1998, p. 67). Nota-se claramente que o trabalho com o tema transversal de meio ambiente propicia a EA.

Finalmente, em abril de 1999, a lei 9795 instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA)⁴, cujo artigo 2º afirma que “*a educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal* (BRASIL, 1999 – grifo nosso). O artigo universaliza a EA porque a *educação formal compreende a Escola dividida nos níveis de ensino básico (fundamental e médio) e universitário (graduação e pós-graduação em lato e stricto sensu)* nas modalidades presencial ou Educação a Distância (EAD). E quando o artigo menciona o caráter não-formal, significa que todas as demais instituições da sociedade devem participar do processo, tais como os meios de comunicação, empresas, Organizações Não-Governamentais, etc.

Na lei 10172/2001, o I Plano Nacional de Educação (PNE), a EA é o 28º objetivo do ensino fundamental e o 19º do ensino médio e afirma: “a EA, tratada como tema transversal, será desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente em conformidade com a Lei nº 9.795/99” (BRASIL, 2001). Nota-se uma harmonização entre PNE, PNEA e os PCN quanto ao tema transversal meio ambiente e a EA. Infelizmente o PNE 2014-2024 (BRASIL, 2014) não trata da EA (nem de EAD), denotando falta de prioridade, mas como a EA consta da Constituição Federal (artigo

⁴ Regulamentada em 25 de junho de 2002 pelo Decreto nº 4.281, de 25 de junho de 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil03/decreto/2002/D4281.html>. Acesso em 31. Dez. 2015.

225, §1º, VI) e tem sua própria lei (PNEA), ela está consolidada no sistema educacional brasileiro. Portanto, a EA visa à participação dos cidadãos no debate ambiental e no estabelecimento de uma nova aliança entre a humanidade e a natureza, que não seja sinônimo de autodestruição e estimule a ética nas relações econômicas, políticas e sociais; ela também deve se basear no diálogo entre gerações e culturas na busca da tripla cidadania: local, regional e planetária (REIGOTA, 2002, p. 11).

Portanto, ante a relevância do tema, a proposta de EA aos alunos de Ensino Básico neste texto histórico e ambiental constitui-se de dois momentos da paisagem do Ribeirão Claro, localizado no Jardim Conduta, aqui em Rio Claro. O primeiro momento, anterior à instalação da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), mostra as consequências dos lançamentos de esgoto *in natura* no córrego. Trabalhamos conceitos como enriquecimento artificial, macronutrientes (N, P, K), proliferação de macrófitas aquáticas, poluição etc. O segundo momento, após a instalação da ETE, ilustra e discute a recuperação ambiental com alguns conceitos de conservação ambiental e da legislação ambiental brasileira.

na forma de visitas de campo, a trechos do Ribeirão Claro em Rio Claro – SP (Brasil), para um estudo do meio de um ambiente que retornou à características ecológicas originais após a instalação da Estação de Tratamento de Esgotos do Jardim Conduta, no final de 2010.

2. Fundamentação teórico-metodológica

2.1. Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é conhecer o espaço geográfico do lugar onde acontecerão as atividades de EA com o estudo do meio. Para isso, a visita de campo consistirá das seguintes atividades (objetivos específicos):

- Análise fitogeográfica das matas ciliares;
- Entendimento das trilhas interpretativas;
- Análise dos aguapés (*Eichornia crassipes*) sobre a lâmina d'água do Ribeirão Claro;
- Observar resultados do tratamento de esgotos e visita a ETE Conduta;
- Estudo introdutório da Limnologia geral do Ribeirão Claro e das lagoas marginais;

- Transformar essas ações em abordagens pedagógicas de EA.

2.2. Materiais e Métodos

2.2.1 Localização e histórico da área de estudos.

Este estudo iniciou-se em meados de 2009 e objetivava mostrar na calha do Ribeirão Claro o crescimento indiscriminado de *Eichornia crassipes* (Aguapé) e que sua concentração se dava no ponto indicado na **figura 1** na extensão da Floresta Estadual “Edmundo Navarro de Andrade” - FEENA, trecho nos fundos da empresa PREMA S/A e seus lançamentos de esgoto até a fazenda Pascon com a divisa entre Rio Claro e Santa Gertrudes. As consequências deste uso indiscriminado do rio para descarte de efluentes *in natura* resultavam em acúmulo de matéria orgânica na água, promovendo grande demanda bioquímica de oxigênio (DBO) no ambiente devido à atuação das microbactérias que se alimentam deste recurso e fazem baixar o oxigênio dissolvido nesta mesma água (ODUM, 2001). Outros organismos aquáticos tais como peixes, fitoplâncton e zooplâncton, também sofriam com as alterações ambientais desse curso d’água.

Outro fato ocorrente, também discutido nesta parte da aula é a *Fitogeografia* estudada pela presença em larga escala e a multiplicação descontrolada de plantas aquáticas ocupando grandes áreas na lâmina d’água do Ribeirão Claro e na “explosão” populacional da espécie *Eichhornia crassipes* (Aguapé) que se desenvolvia em ritmo aceleradíssimo porque encontrava em vários pontos do Ribeirão abundância de nutrientes (N, P, K) provindos da matéria orgânica contida nos esgotos lançados no córrego. Porém, no final de 2010 a situação mudou porque, beneficiado pela Estação de Tratamento de Esgotos do bairro Jardim Conduto (ETE Conduto), o Ribeirão Claro retornou às condições ambientais originais de águas límpidas.

Isso só foi possível porque a ETE Conduto passou a receber e a tratar todo o esgoto da região leste de Rio Claro e, no período de tempo de apenas oito meses, a água retornou à aparência límpida e às condições ambientais originais. Isso mostra que somente com planejamento é possível minimizar os impactos ambientais decorrentes das atividades humanas sobre o meio ambiente.



Figura 1: local do Ribeirão Claro dentro dos limites da FEENA e também o local de maior concentração de *Eichornia crassipes* (Aguapé).

2.2.2. CLASSES DOS CORPOS D'ÁGUA

Com base nas definições da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Lei N. 9.433/97, a classificação dos corpos d'água, tida como uma das ferramentas da referida política, é dada pela Resolução CONAMA N.º 357 de 17 de março de 2005. O objetivo desta classificação é determinar os usos preponderantes, adequar os controles de poluição e criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade dos corpos d'água. De acordo com a Resolução, a classificação do corpo d'água é dada não necessariamente com o estado atual do corpo hídrico, mas também de acordo com o nível de qualidade que se pretende para o corpo hídrico a fim de atender as necessidades da população local (BRASIL, 2005).

Assim, de acordo com os artigos 3º ao 6º da citada resolução, classificam-se os corpos hídricos nacionais em treze classes de qualidade: águas doces (I a V), salinas (I a IV) e salobras (I a IV) (BRASIL, 2005). Tanto o Ribeirão Claro (ETA I) quanto o rio Corumbataí (ETA II) são considerados rios da classe II e passam por tratamento convencional de água – floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação – e atendem aos padrões de potabilidade físico-químico e microbiológico da Portaria 2914/11 – MS (RIO CLARO, 2015).

2.2.3. Método

A revisão bibliográfica contemplou publicações sobre saneamento ambiental, limnologia, EA e outros assuntos relacionados ao objeto da pesquisa. Além disso, como preparação da visita de campo para estudo do meio, primeiro analisam-se mapas de bacias hidrográficas, imagens do ambiente antes e depois da entrada em funcionamento da ETE (figuras 4 a 13), que demonstram os benefícios do empreendimento de controle das emissões de poluentes nas águas do Ribeirão Claro, para a microbacia hidrográfica.

Emprega-se neste trabalho uma análise em EA baseado na corrente biorregionalista que afirma sobre o lugar, nosso objeto de estudo:

“1) Trata-se de um espaço geográfico definido mais por suas características naturais do que por suas fronteiras políticas; 2) refere-se a um sentimento de identidade entre as comunidades humanas que ali vivem, à relação com o conhecimento deste meio e ao desejo de adotar modos de vida que contribuirão para a valorização da comunidade natural da região (SAUVÉ, 2005, p. 28-29; grifos nossos).

Nas saídas de campo, pretende-se que os estudantes constatem e compreendam a importância de um meio ambiente em equilíbrio ecológico. Os problemas causados pelo lançamento indiscriminado de poluentes: o esgoto doméstico urbano era lançado em 20 pontos numa extensão de 5 km do córrego, em uma área que permite ao aluno entender o conceito de bacia hidrográfica, no caso a bacia do Ribeirão Claro, inserida na bacia hidrográfica do Rio Corumbataí. Além disso, pode-se introduzir a noção de *escala geográfica*, diferente da escala cartográfica (RIBEIRO, 2011, p. 3) por meio do conceito de bacia hidrográfica, por exemplo: Escala geográfica *local*, microbacias do Ribeirão Claro (Rio Claro) e Corumbataí (Rio Claro e municípios vizinhos); *regional*, bacias dos rios Piracicaba e Tietê (Estado de São Paulo); *nacional*, bacia do rio Paraná (Estados do Centro-Sul brasileiro); *internacional*, bacia do Rio da Prata ou Platina (Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai).

3. A visita a campo – o Estudo do Meio.

3.1. Compreendendo o surgimento, proliferação e desaparecimento das macrófitas aquáticas “aguapé” (*Eichhornia crassipes*) no Ribeirão Claro.

Neste estudo analisaram-se os motivos da proliferação das macrófitas flutuantes livres aguapé (*Eichhornia crassipes*), plantas herbáceas da superfície aquática, que se enraízam no sedimento ou em crostas de matéria orgânica, formadas pelos esgotos sanitários lançados no Ribeirão Claro até o final de 2010. Às margens do

rio há ambientes palustres que também fornecem condições propícias para a evolução de várias outras espécies.

Segundo Godinho e Zampin (2008, p. 847-849) “as macrófitas aquáticas representam um grande grupo de organismos, tendo como referência algas taloides, musgos, hepáticas, filíceas, coníferas e angiospermas que crescem em águas interiores e águas salobras, estuários e águas costeiras” (TUNDISI e TUNDISI, 2008 p. 198). Os autores dão definições diferentes para as plantas aquáticas e, por isso, há várias designações: [...] “a definição ou conceito de planta aquática é assunto controverso, variando entre autores” (POTT e POTT, 2000, p. 35). Segundo Esteves (1988), macrófita aquática já é o termo consagrado, adotado pelo International Program of Biology, e é o mais adequado para plantas que habitam desde brejos até ambientes verdadeiramente aquáticos. Na Flórida, para uso oficial, há quatro categorias de plantas de ambiente úmido: aquática obrigatória, molhada obrigatória, molhada facultativa (mais para ambiente úmido do que para o seco) e a de terra alta (POTT & POTT, 2000 p. 35).

Para Larcher (2000), as plantas têm a necessidade nutritiva de uma grande gama de elementos químicos que provêm: “[...] dos minerais ou dos processos de mineralização das substâncias orgânicas. O material mineral nutritivo é absorvido na forma iônica e é incorporado na estrutura celular ou depositado no suco celular. Após a combustão da matéria orgânica seca, o material mineral permanece em sua forma primitiva como cinza” (LARCHER, 2000, p. 183).

Assim, as macrófitas aquáticas participam na determinação dos padrões de ciclagem e aprisionamento de nitrogênio e fósforo total estocado na biomassa e na dinâmica dos ecossistemas. Elas atuam na evolução de diferentes equilíbrios biológicos e ecológicos gerando a dinâmica dos fatores abióticos e bióticos, fundamentais para que esse sistema possa funcionar como armazenador e ou depurador de cargas poluidoras regenerando a água (BENASSI & CALIJURI, 2009). Ademais, fornecem alimentos e abrigo, principalmente para os peixes e mamíferos aquáticos e ainda ajudam na dispersão de sementes, contribuindo para a regeneração da vegetação aquática da floresta de várzea (ESTEVES 1988). Para o mesmo autor, as macrófitas aquáticas podem ser classificadas em cinco grupos ecológicos, segundo o seu biótipo, como pode ser observado na **Figura 2**:

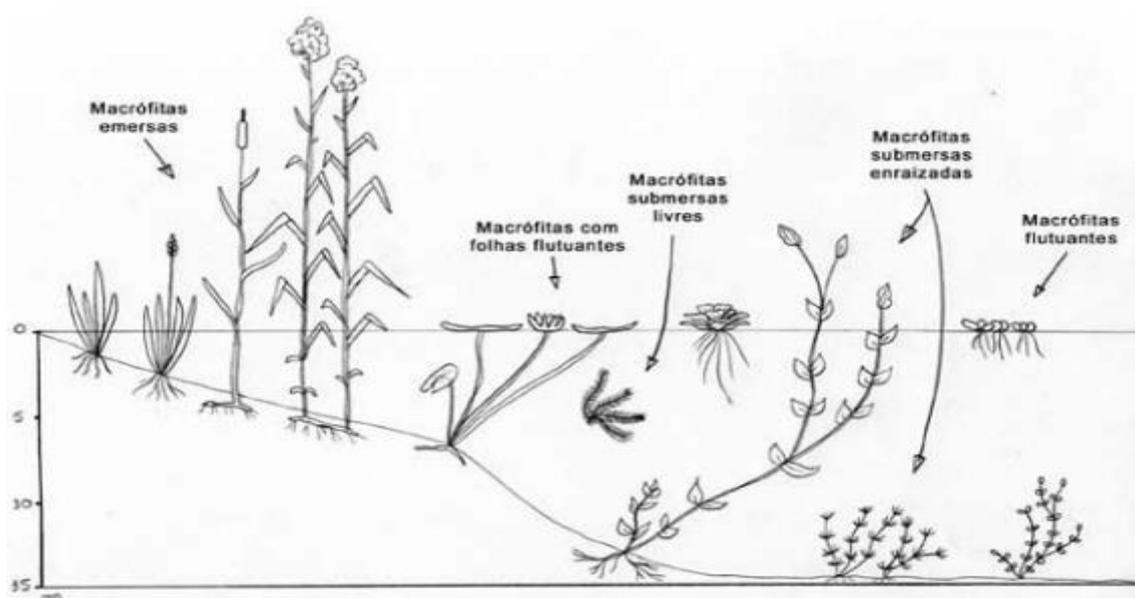


Figura 2: Tipos ecológicos de macrófitas aquáticas. Fonte: Esteves, 1988.

Quanto à distribuição geográfica na área de estudo conclui-se que as macrófitas aquáticas apresentam distribuição cosmopolita (ESTEVES, 1988, p. 323). Logo, em visitas às áreas palustres da bacia hidrográfica do Ribeirão Claro, espera-se encontrar grande diversidade de populações de macrófitas aquáticas nas lagoas marginais, porque esse local apresenta características fisionômicas de lagoas formadas por paleomeandros e matas ciliares criando-se um ambiente propício para o seu desenvolvimento.

Fato importante a destacar na linha de contato entre a FEENA e os bairros em seu entorno é a presença notória de fortes ações antrópicas ao longo dos anos, tais como derrubada de matas ciliares, desvios de cursos d'água para atividades agropecuárias, poluição física e química, direta ou indiretamente causada pela ocupação urbana e avanço da monocultura e mineração. Portanto, as matas ciliares que acompanham o curso do rio são importantíssimas para a proteção do rio contra aportes excessivos de sedimentos, poluentes e contaminantes. Por conseguinte, torna-se evidente a necessidade de uma discussão e avaliação atual da existência ou ausência de espécies e sua localização geográfica, para fins de estudos, conhecimento, EA e preservação de espécies.

As macrófitas aquáticas possuem grande capacidade de adaptação, amplitude ecológica e geográfica (ESTEVES 1988, p.318) e têm grande importância para a manutenção do equilíbrio ecológico, pois servem de base da cadeia alimentar e abrigo para invertebrados e vertebrados, no controle do metabolismo de lagos, pois influencia

os ciclos biogeoquímicos com exportação de matéria particulada e dissolvida (TUNDISI e TUNDISI, 2008) e proteção contra a erosão e conservação da fauna de lagos, lagoas, rios, arroios e banhados (CABRERA, 1968).

O estudo dos ambientes aquáticos é indispensável para possibilitar a sua preservação, assim como o seu manejo adequado, além de possuir interesse econômico com apícola, ornamental, têxtil, forrageiro, medicinal, conservacionista (POTT & POTT 2000); serve para alimentação humana, bovina, peixes e aves, fabricação de adubos, tratamento de efluentes domésticos e da aquicultura e uso como fonte de biogás (CH₄) (HENRY-SILVA, 2001).

As alterações antrópicas nos ecossistemas aquáticos interferem no crescimento e na produção primária de macrófitas aquáticas. A eutrofização⁵ artificial promove o crescimento de macrófitas flutuantes, emersas e mesmo submersas (BIUDES & CAMARGO, 2008). São ecossistemas aquáticos que possuem características muito particulares e endemismos (BOVE et al., 2003). Portanto, perante as circunstâncias abordadas entende-se a importância de se estudar a distribuição e levantamento dessas espécies no rio e em lagoas marginais ou sistemas palustres na bacia do Ribeirão Claro, estabelecendo uma interdisciplinaridade por meio da EA.

A presença constante de nutrientes como N, P e K dissolvidos na água com matéria orgânica são considerados nesta análise evidentemente como um dos principais fatores que exercem o controle da ocorrência, evolução e ainda a produção primária de macrófitas aquáticas. O nitrogênio e o fósforo são elementos constituintes da biomassa vegetal e são essenciais tanto na composição de proteínas como de moléculas que atuam em processos metabólicos.

Em estudos são determinadas as origens do nitrogênio que colaboram para a perpetuação de um ecossistema aquático podendo ser devido à precipitação direta sobre os corpos d'água, realizando a fixação do nitrogênio na água, no sedimento e também em aportes fundados em razão da drenagem superficial e subterrânea (WETZEL, 1993).

Já o fósforo é um nutriente limitante para muitos organismos aquáticos e surge em ambientes sob duas formas, a particulada e a dissolvida. A ocorrência se dá principalmente sob as formas de fosfatos ligados a um cátion em compostos inorgânicos

⁵ É o processo através do qual um corpo de água adquire níveis altos de nutrientes especiais, ou seja, fosfatos e nitratos, provocando o posterior acúmulo de matéria orgânica em decomposição; eutrofização (ODUM, 2001).

insolúveis como fosfato de cálcio simples, fosfato de alumínio $AlPO_4$, fosfato férrico, fosfato misto ou como componentes de moléculas orgânicas (SAWYER et al., 2003). O desenvolvimento destas plantas se dá sob a constituinte de compostos celulares ligados ao armazenamento de energia da célula, ácidos nucleicos, fosfolipídios, nucleotídeos e fosfoproteínas (LARCHER, 2000). Além do nitrogênio e do fósforo, há vários outros nutrientes no meio aquático, tais como C, S, K, Ca, Mg, Mo, e Cu em baixas concentrações, considerados elementos essenciais para os processos metabólicos que condicionam o crescimento adequado em plantas aquáticas (ODUM, 2001).

A *Eichhornia crassipes* é uma espécie flutuante (figuras xxx) e foi descrita por Martius, a partir de exemplares coletados no Brasil. Durante os últimos 100 anos, a espécie vem expandindo sua distribuição desastrosamente em ambientes propícios ao seu desenvolvimento e se tornou nos últimos anos a espécie que mais se desenvolveu na bacia hidrográfica do Ribeirão Claro (GODINHO e ZAMPIN, 2009) quanto da FEENA, infestando todo o eutrofizado lago da barragem do córrego Ibitinga (RIBEIRO E ZAMPIN, 2014).

Segundo a sistemática botânica desta espécie no Brasil, ocorrem 5 gêneros e cerca de 20 espécies (HOEHNE, 1979; SOUZA e LORENZI, 2005). Esta família, portanto, apresenta como características as folhas pecioladas, com bainha larga que envolve o caule na base, formato sagitado ou ovalado e em certos casos com pecíolo inflado; inflorescência em geral em um racemo simples, espiciforme, protegida na base por uma bainha foliar espatácea; apresentam flores azuis, roxas ou brancas, vistosas, radiais ou zigomorfas, hermafroditas e perianto composto por seis elementos, todos corolinos (Figura 3 conforme JOLY, 1976); androceu composto de 6 estames (também 3 ou 1), epipétalos, frequentemente de tamanhos diferentes; ovário súpero, tricarpelar, trilocular ou unilocular, óvulos numerosos ou apenas um, fruto seco, capsular, semente com abundante endosperma (SOUZA e LORENZI, 2005).

Dentro deste contexto da existência desta planta *Eichhornia crassipes* na lâmina d'água de uma extensão de quilômetros do Ribeirão Claro, fato importante a ser considerado é a reprodução de *Eichhornia crassipes* que ocorre tanto por propagação vegetativa quanto por reprodução sexuada. Na maioria das vezes, a primeira forma de reprodução ocorre de forma extremamente rápida, favorecendo a dominância da espécie em ambientes onde tenha sido introduzida, ou mesmo em áreas como é o caso do

Ribeirão Claro até o final de 2010, onde as condições ambientais favoreceriam o seu desenvolvimento. Esta forma de desenvolvimento se constitui pela formação de estolões na base do pecíolo, de onde surge uma nova planta que mais tarde irá se desligar da planta mãe (GOPAL, 1987).

Devido à existência de polinizadores específicos, a tendência é que a reprodução sexuada ocorra apenas nas áreas onde *Eichhornia crassipes* é nativa. Além disso, a reprodução vegetativa é a mais adotada pela espécie em climas quentes (MARTINS et al., 2003). Quando as condições são favoráveis, este processo é mais rápido e permite a formação de densos e grandes estandes de *Eichhornia crassipes* em curto espaço de tempo. Segundo Pott e Pott (2000), sua biomassa pode duplicar num intervalo médio de 15 dias, ao fechar a lâmina d'água pode atingir 50 t/ha de massa verde, totalizando uma média de 2000 t/ha/ano. Isso representa problemas sanitários, pois a proliferação de *Eichhornia crassipes* propicia ambiente um favorável à proliferação de vetores (moscas e pernilongos) que podem transmitir doenças, transformando-se em questão de saúde pública.

Em EA torna-se interessante a pesquisa não só de *Eichhornia crassipes*, porém, de outras espécies flutuantes, pois, vêm sendo utilizadas com êxito no tratamento de efluentes urbanos e aquicultura (HENRY-SILVA, 2001), apesar do aproveitamento da biomassa vegetal ainda ser limitado. Nesse contexto, fato importante a acrescentar é o conhecimento da composição química de macrófitas, principalmente *Eichhornia crassipes* e sua interação com o ecossistema aquático para compreensão dos processos ecológicos básicos que influenciam na distribuição e proliferação dessa espécie, bem como pode ser uma ferramenta auxiliar para tomadas de decisões com relação à possibilidade de usos dessa biomassa vegetal dentro da própria região onde se encontra.



Figura 3: De 1 a 3 – Pontederiaceae - (*Eichhornia crassipes*) – 1- Aspecto geral de planta inteira. 2 – Flor cortada longitudinalmente. 3 – Ovário em corte transversal. (Prancha 251, p. 676 – 677). Fonte: JOLY, 1976.



(4)



(5)

Figuras 4 e 5: Na figura 4 a mesma apresenta o lançamento de esgotos sanitários no ano de 2010 onde é possível identificar a diferença na coloração da água limpa a montante e com a descarga contínua suja a jusante. Na figura 5 apresenta a limpidez da água no ano de 2014 pela funcionalidade do coletor que leva o esgoto sanitário para a ETE do Jardim Conduta, não permitindo que o material orgânico chegue à calha do Ribeirão Claro. Fonte: Elaborado pelos autores.



(6)



(7)

Figuras 6 e 7: As imagens mostram como ficavam adensadas as plantas neste trecho do Ribeirão Claro, fixando uma crosta de material orgânico junto às suas raízes na superfície da água. Fonte: Elaborado pelos autores.



(8)

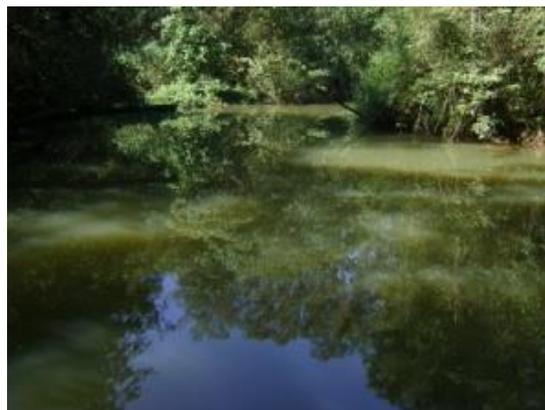


(9)

Figuras 8 e 9: Demonstração de variadas árvores de Eucaliptos tombadas dentro da calha do Ribeirão Claro fazendo barreiras para o escoamento e acumulo de matéria orgânica do esgoto sanitário e quatro anos depois com as águas límpidas e sem a presença de aguapé. Fonte: Elaborado pelos autores.

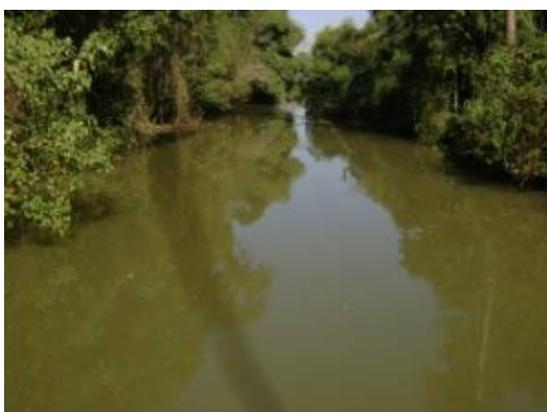


(10)

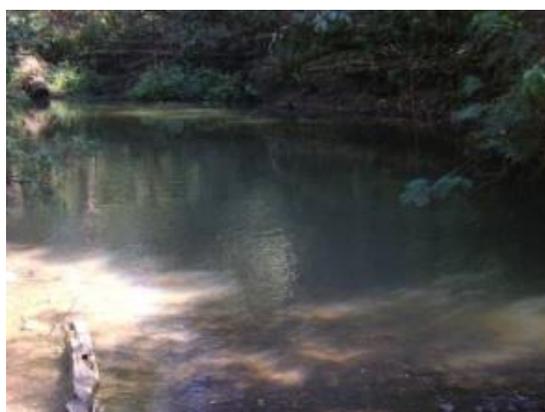


(11)

Figuras 10 e 11: Nas imagens acima são traduzidos os dois momentos, ou seja, o antes (10) no final do ano de 2010 e o depois (11) no ano de 2015 no mesmo local, as quais demonstram que o rio sem as cargas de esgoto sanitário consegue se regenerar e partilhar o convívio com seus habitantes de forma mais ecológica. Fonte: Elaborado pelos autores



(12)



(13)

Figuras 12 e 13: As figuras demonstram que por variados trechos do Ribeirão Claro é mantida uma ótima qualidade das águas no início de 2015.

Fonte: Elaborado pelos autores.

4. Resultados e considerações finais

Quanto aos resultados, os mesmos podem ser detalhados de três formas. A primeira se relaciona ao fim dos lançamentos de esgoto sanitário e difusos na calha do Ribeirão Claro. A segunda liga-se à participação dos alunos na compreensão dos acontecimentos pertinentes a este espaço geográfico, às intervenções antrópicas e à remediação apresentada pelo sistema de tratamento de esgotos do município de Rio Claro. E a terceira, diz respeito ao trajeto deste projeto baseado nos PCN e no Currículo oficial do Estado de São Paulo. Neste último documento, a respeito do ensino de ciências, orienta para uma educação voltada à vida e a tudo que envolve o cotidiano do aluno em especial o uso racional e responsável da água. Ainda, segundo o currículo

oficial: [...] o aprendizado das Ciências no Ensino Fundamental deve desenvolver temas que preparem o aluno para compreender o papel do ser humano na transformação do meio ambiente; posicionar-se perante a problemática da falta de água potável em futuro próximo [...] (SÃO PAULO, 2010, p.33).

Ainda de acordo com os PCN (1997, p. 31) no caso das temáticas sociais, trata-se de contemplar aprendizagens que permitam efetivar o princípio de participação e o exercício das atitudes e dos conhecimentos adquiridos. Alguns exemplos: ao se tomar o meio ambiente como foco de preocupação fica clara a necessidade de que, ao aprender sobre essa temática, os alunos possam também aprender práticas que concorram para sua preservação, tais como a organização e a participação em campanhas contra o desperdício.

Como tema disciplinar atual nos meios educacionais e nas ações socioambientais, aplicadas para a conservação e manutenção do meio ambiente a EA proporciona uma ampla discussão a partir dos estudos, realizados na extensão do Ribeirão Claro, em sua passagem pela cidade de Rio Claro e com sua interface com a FEENA. Esta apresenta matas ciliares que acompanham o Ribeirão Claro por suas várzeas e produzem por esse fato grandes quantidades de situações que estimulam atividades de EA e estudos Fitogeográficos.

Na atual condição do Ribeirão Claro, com a qualidade ambiental recuperada pelo fim do lançamento de esgotos sanitários e difusos em sua calha a partir de 500 m abaixo da ETA do bairro Cidade Nova, nota-se que o curso do Ribeirão Claro se tornou natural e apresentando grandes mudanças em seu sistema fitoplanctônico e zooplanctônico. Assim, toda a população de aguapé do local foi dispersa pelas enchentes, carregadas e disseminado sendo fato que estas plantas passaram a habitar várias lagoas marginais oriundas de formação de antigos meandros do Ribeirão Claro, hoje paleomeandros. Portanto, o saneamento ambiental é fator essencial para a qualidade de vida das populações urbanas, sendo necessárias, para sua efetivação, políticas públicas eficientes, sendo necessário que o Estado implemente políticas firmes para a melhoria da qualidade ambiental urbana dos grandes centros populacionais brasileiros.

Para que o aluno tenha uma visão global do meio ambiente a EA necessita de uma abordagem interdisciplinar na prática pedagógica preconizada nos PCN: “trabalhar

de forma transversal significa buscar a transformação dos conceitos, a explicitação de valores e a inclusão de procedimentos, sempre vinculados à realidade cotidiana da sociedade, de modo que obtenha cidadãos mais participantes” (BRASIL, 1997, p. 193). Esse assunto muito discutido atualmente depende de uma gama interdisciplinar associada para que haja a elaboração de projetos junto aos alunos, principalmente do Ensino Fundamental, relacionados a várias disciplinas do Currículo Oficial. As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA) tratam do tema em uma perspectiva socioambiental, diferenciando-se do passado, quando o tema era tratado em uma perspectiva naturalista, isenta da realidade, onde a natureza e a sociedade eram assuntos a serem tratados separadamente.

Felizmente as coisas mudaram e no contexto atual, a EA propõe uma metodologia onde o aluno interage com a natureza em uma perspectiva interdisciplinar entre as várias áreas da ciência, voltado à construção de uma cidadania responsável resultando em uma educação cidadã DCNEA (2013). E a EA tem um imenso papel na fiscalização da atuação do Estado porque capacita os cidadãos a lutar por seus direitos. Reconhece-se o papel transformador e emancipatório da Educação Ambiental, que se torna cada vez mais visível no contexto ambiental nacional e mundial, evidenciado na preocupação com a contínua degradação da natureza, a redução da biodiversidade e os riscos socioambientais locais e globais como as mudanças climáticas.

6. Referências

BARBIERI, J. C. Introdução. In: MENDONÇA, P. R. **Educação Ambiental Legal**. Brasília-DF: MEC, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/ealegal.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2015.

BENASSI, R. F.; CALIJURI, M. C.. **Dinâmica Espaço-Temporal De Um Sistema De Áreas Alagáveis Na Planície De Inundação Do Rio Jacupiranguinha, Vale Do Ribeira de Iguape**, Sp. In: CALIJURI, M. C. ; MIWA, A. C. P.; FALCO, P. B. (Org.). Subsídios para a sustentabilidade dos recursos hídricos: um estudo de caso em sub-bacias do Baixo Ribeira de Iguape-SP. São Carlos: EESC-USP, 2009, v. 1, p. 159-179.

BIUDES, J.F.V. & CAMARGO, A.F.M, Estudos dos Fatores Limitantes à Produção Primária por Macrófitas Aquáticas no Brasil. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n.1, Rio de Janeiro: UFRJ, 2008, p. 7-19. Disponível em: <<http://www.ppgecologia.biologia.ufrj.br/oecologia/index.php/oecologiabrasiliensis/article/view/209/175>>. Acesso em: 27 jul. 2015.

BOVE, C. P.; GIL, A. S. B.; MOREIRA, C. B.; ANJOS, R. F. B. Hidrófitas fanerogâmicas de ecossistemas aquáticos temporários da planície costeira do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Botânica Brasilica*, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 119-135, 2002.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 19 jul. 2015.

BRASIL. Lei Federal nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília-DF. **Ministério da Educação**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/tvescola/leis/lein9394.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2015.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. [Plano Nacional de Educação (PNE)]. Plano Nacional de Educação 2014-2024: Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014, que aprova o Plano Nacional de Educação (PNE) e dá outras providências. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2014. Disponível em: <http://www.observatoriodopne.org.br/uploads/reference/file/439/documento_referencia.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2014.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente (MMA). Resolução CONAMA N.º 357 de 17 de março de 2005. *Dispõe sobre a classificação dos corpos de água [...]*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2015. BRASIL, Ministério da Educação (MEC).

BRASIL. **Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos**. LEI No 9.795, DE 27 DE ABRIL DE 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm>. Acesso em: 24 jul. 2015.

BRASIL. **Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos**. LEI No 10.172, DE 9 DE JANEIRO DE 2001. Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110172.htm>. Acesso em: 24 jul. 2015.

BRASIL (Secretaria de Educação Fundamental). Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.

CABRERA, A. L. **Flora de la Provincia de Buenos Aires**. Buenos Aires: INTA, 1968.

CZAPSKI, S. **A Implantação da Educação ambiental no Brasil**. Brasília: MEC/CEA, 1998. Disponível em:

<http://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/educacao_ambiental/A_implanta%C3%A7%C3%A3o_da_EA_no_Brasil.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2015.

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

GODINHO, J. P. M.; ZAMPIN, I. C.. **Levantamento fitogeográfico de macrófitas aquáticas flutuantes livres dominantes em sistemas palustres marginais, na bacia hidrográfica do Ribeirão Claro em Rio Claro sp**. In: IX Seminário de Pós-Graduação em Geografia da Unesp Rio Claro, 2009, Rio Claro. Teorias e Metodologias da Geografia: tendências e perspectivas. Rio Claro: AGETEO – UNESP, 2009. p. 846-860.

HENRY-SILVA, G.G. **Utilização de macrófitas aquáticas flutuantes (*Eichhornia crassipes*, *Pistiastratiotes* e *Salvinia molesta*) no tratamento de efluentes de piscicultura e possibilidades de utilização da biomassa vegetal**. Dissertação de Mestrado. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 2001.

HOEHNE, F. C. **Plantas Aquáticas**. São Paulo: Instituto de Botânica. 1979.

JOLY, A. B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 3 ed. São Paulo: Nacional, 1976.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000.

MARTINS, D. ; COSTA, N.V.; TERRA, M.A.; MARCHI, S.R.; VELINI, E. D. Caracterização química das plantas aquáticas coletadas no Reservatório de Salto Grande (Americana - SP). **Planta Daninha**, Viçosa, V. 21 n. especial, 2003.

GOPAL, B. **Water hyacinth, Aquatic Plant Study**. Amsterdam: Elsevier, 1987.

Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Fundamental. Programa Parâmetros em Ação. Meio Ambiente na Escola - 5a a 8a série. Guia do Formador – Módulo 7. Água. Brasília-DF: 2001. MEC/SEF. Disponível em: <<http://www.forumeja.org.br/ea/files/guiadoformador5.pdf>>. Acesso: 24 jul. 2015.

ODUM, E. **Fundamentos de Ecologia**. Tradução de António Manuel de Azevedo Gomes. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 6ª ed. 2001.

POTT, V. J; POTT A. **Plantas aquáticas do Pantanal**. Corumbá/Brasília: EMBRAPA, 2000.

REIGOTA, M.; **Meio Ambiente e representação social**. São Paulo: Cortez, 2002.

RIBEIRO, S. L. **Ensino da formação territorial do Brasil com auxílio de cartografia**. Trabalho de Finalização de Curso. (Especialização em ensino de Geografia). Rede São Paulo de Formação Docente (REDEFOR), Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2011. Disponível em:

<<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/ea000986a.pdf>>. Acesso em 26 jul. 2015.

RIBEIRO, S. L., ZAMPIN, I. C. Sensoriamento Remoto aplicado à Educação Ambiental no ensino básico com o exemplo da FEENA – Rio Claro (SP). UNAR. **Revista Científica do Centro Universitário de Araras "Dr. Edmundo Ulson"**. v. 9, p.1 – 14, 2014. Disponível em: http://revistaunar.com.br/cientifica/documentos/vol9_n2_2014/13.Sensoriamento%20aplicado%20a%20educacao%20ambiental.pdf. Acesso em: 27 jul. 2015.

RIO CLARO (MUNICÍPIO). **Departamento Autônomo de Água e Esgoto de Rio Claro (DAAE): Água.** Disponível em: <<http://www.daaeriolclaro.sp.gov.br/pagina.geral.php?pagina=agua>>. Acesso em: 25 jul. 2015.

SÃO PAULO (ESTADO) Secretaria da Educação. **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias.** São Paulo: SEE, 2010.

SAUVÉ L. Uma cartografia das correntes em educação ambiental. In: SATO, M.; CARVALHO, I. (Orgs.). **Educação Ambiental: pesquisa e desafios.** Porto Alegre: Artmed, 2005. Cap. 1, p. 17-41.

SAWYER, C. N.; CARTY, P. L.; PARKIN, G. F. 2003. *Chemistry for the environmental engineering*, 4 ed. New York: McGraw-Hill.

SOUZA, V.C., LORENZI, H. *Botânica Sistemática: Guia ilustrado para a identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II.* Ed. Instituto Plantarum, 2005.

TUAN, Y. F. *Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente.* Tradução de Lívia de Oliveira. São Paulo: Difel, 1980.

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

WETZEL, R. G. *Limnologia.* Lisboa: Calouste Gulbenkian, 1993.