



A LIMNOLOGIA BRASILEIRA TEM O COMPROMISSO INADIÁVEL DE CONSTRUIR PONTES COM A SOCIEDADE

*Francisco de Assis Esteves¹**

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biodiversidade e Sustentabilidade (NUPEM/UFRJ), Laboratório de Ecologia Aquática, Av. São José do Barreto, 764, Macaé, RJ, CEP 27965-045

E-mail: festeves0409@gmail.com (*autor correspondente).

Resumo: Este artigo descreve a evolução da ciência Limnologia no Brasil, desde a sua gênese até os dias atuais. Destaca a década de 1970 como aquela em que ocorreu o ponto de inflexão do seu desenvolvimento, com a criação do “Projeto Broa” e do primeiro curso de pós-graduação no Brasil visando prioritariamente a formação de limnólogos. A partir da segunda década do Século XXI a Limnologia Brasileira passa a ser uma ciência com elevada produção científica e destaque no cenário científico nacional e internacional. Contudo, seu elevado estágio de desenvolvimento é contraditório com o cenário alarmante de degradação dos ecossistemas das bacias hidrográficas do país. Este fato foi denominado de “Paradoxo da Limnologia Brasileira”. O artigo também apresenta alternativas para reduzir consequências do “Paradoxo da Limnologia Brasileira” e discute algumas possibilidades para construção de pontes entre a Limnologia e a sociedade brasileira.

Palavras-Chave: degradação ambiental; bacias hidrográficas; paradoxo da limnologia brasileira; divulgação científica; gestão ambiental.

BRAZILIAN LIMNOLOGY HAS THE ESSENTIAL COMMITMENT TO BUILD BRIDGES WITH SOCIETY: This article describes the evolution of the Limnology in Brazil, from its genesis to the present day. It highlights the 1970s as the one in which the inflection point of its development took place, with the creation of the “Broa Project” and the first postgraduate course in Brazil, aiming, as a priority, at the training of limnologists. From the second decade of the 21st century, Brazilian Limnology becomes a science with high scientific production and with great prominence in the national and international scientific scenario. However, its high stage of development is contradictory to the alarming scenario of degradation of ecosystems in the country’s hydrographic basins. This fact was called the “Paradox of Brazilian Limnology”. To reduce the consequences of the “Paradox of Brazilian Limnology”, the article presents some alternatives, as well as discusses and presents some possibilities for building bridges between the activity of limnological science and Brazilian society.

Keywords: environmental degradation; watersheds; Brazilian limnology paradox; scientific divulgation; environmental management.

A Limnologia Brasileira (LB) nasceu em 1934, no açude Bodocongó, Campina Grande (Estado da Paraíba), de pesquisas pioneiras do limnólogo norte-americano Stillman Wright. Wright, ao

pesquisar uma açude tropical, empregou abordagens e métodos utilizados em lagos norte-americanos. Naquele continente, os lagos geralmente têm profundidades superiores a 30 metros e forte

sazonalidade, com temperatura máxima no verão cerca de 22°C. No inverno, parte da superfície ou sua totalidade pode permanecer congelada por meses. Estas características são distintas daquelas encontradas nos ecossistemas brasileiros, com reduzida profundidade, coluna d'água raramente superior a 10 metros e elevadas temperaturas, raramente inferiores a 25°C. Estas características contribuem para que ecossistemas aquáticos continentais brasileiros, quanto à estratificação da coluna d'água, ciclagem de nutrientes e composição da biodiversidade aquática, sejam distintos daqueles no hemisfério norte. Contudo, tais diferenças provavelmente ainda não eram claras para Wright.

Grande mudança na concepção das pesquisas foi introduzida pelo limnólogo alemão Harald Sioli, pioneiro ao estudar lagos e rios amazônicos (Sioli 1949). Sioli, influenciado por Humboldt, naturalista que afirmava: “na natureza tudo está integrado” e por Goethe, filósofo que dizia: “o verdadeiro é o todo” (Wulf 2016), pesquisou ecossistemas amazônicos em meados do Século XX. Sioli era inovador, pois considerava que lagos na planície de inundação amazônica formavam, juntamente com os rios, unidades indissociáveis na paisagem. Assim, não deveriam ser pesquisados separadamente, mas como parte do todo, a paisagem. As pesquisas de Sioli são de grande atualidade, por já considerar o elemento humano parte da abordagem limnológica. Neste contexto merecem destaque publicações onde ele evidencia graves enfermidades das populações da várzea amazônica por doenças veiculadas pela água (Sioli 1953, 1955).

Enquanto Sioli realizava pesquisas integrando lagos e rios na paisagem amazônica, em outras regiões do Brasil, especialmente Sudeste e Sul, as poucas pesquisas em ecossistemas aquáticos continentais eram realizadas por estudiosos de organismos aquáticos. Estes eram botânicos e zoólogos brasileiros e estrangeiros, que faziam pesquisas sobre biologia e ecologia de organismos aquáticos, que Oliveira & Krau (1955) denominavam como hidrobiologia, estudo dos organismos que vivem na água.

Na década de 1970 ocorre o ponto de inflexão na evolução da LB, pois o limnólogo José Galizia Tundisi, da Universidade Federal de São Carlos, promove duas ações estruturantes para seu

desenvolvimento: criação do “Projeto Broa” e do primeiro curso de pós-graduação em Ecologia no Brasil.

O “Projeto Broa” foi pioneiro em pesquisas interdisciplinares na Represa do Broa, localizada nos municípios de Itirapina e São Carlos (SP). O pioneirismo residia em adotar um modelo de pesquisa envolvendo além de comunidades aquáticas e processos ecossistêmicos, os componentes climatológicos, econômicos e sociais da bacia hidrográfica (BH). Neste projeto foram obtidos resultados fundamentais, como os de produção primária fitoplanctônica pelo método do carbono 14, algo inusitado à época, no Brasil.

Em 1976 ocorre a criação do Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos (PPG-ERN), cuja ênfase era a formação de limnólogos para atuar de maneira integrada em projetos interdisciplinares. Muitos dos egressos, ao assumirem cargos em diferentes universidades, criaram programas de pós-graduação com a visão da BH, o que representou grande contribuição para desenvolvimento da LB, que já utilizava aspectos que só mais tarde seriam incorporados à gestão de recursos hídricos no Brasil.

O “Projeto Broa” e o PPG-ERN embasaram a criação, em 1982, da Sociedade Brasileira de Limnologia (SBL), atualmente Associação Brasileira de Limnologia (ABLimno). A SBL teve papel decisivo para consolidação da Limnologia como uma das áreas do conhecimento mais estruturadas do Brasil, por motivar congressos bianuais, com a participação de limnólogos do país e exterior, e criar a *Acta Limnologica Brasiliensia*. Ainda nesta década foi publicada a obra Fundamentos de Limnologia (Esteves 1988), pioneira ao realizar a síntese das pesquisas em Limnologia até então no Brasil, atestando o elevado grau de maturidade que esta ciência já alcançava. O crescimento da LB foi contínuo e assumiu tal projeção que em 1995 atraiu para o Brasil o tradicional congresso da prestigiosa Sociedade Internacional de Limnologia, reunindo de forma inédita, enorme contingente de limnólogos do mundo e sobretudo América do Sul, consolidando a liderança do Brasil neste campo científico no continente. Diante disto, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

criou em 1997 na Diretoria de Ciências Agrárias, Biológicas e da Saúde uma sub-área denominada Ecologia/Limnologia, para atender à crescente demanda da comunidade limnológica brasileira.

No início do Século XXI a LB passou a se destacar pelo número crescente de especialistas se qualificando em cursos de doutorado no Brasil e exterior. Com esse crescimento, novas abordagens e métodos de pesquisa foram introduzidos, o que robusteceu a sua atuação no cenário científico brasileiro. Este fato pode ser atribuído à quantidade, mas especialmente à qualidade de artigos publicados em periódicos, sobretudo internacionais. Paralelamente avançou o processo de internacionalização da LB, através de projetos e convênios firmados entre pesquisadores brasileiros e estrangeiros e da contribuição de limnólogos brasileiros como organizadores e participantes em eventos acadêmicos relevantes nacional e internacionalmente.

A LB chega à segunda década do Século XXI como uma ciência com elevada produção de artigos científicos, e com profissionais limnólogos ocupando cargos relevantes em universidades, institutos de pesquisas, setor privado, organizações não governamentais e governamentais. Grande parte das universidades brasileiras passam a ministrar disciplinas em nível de graduação e pós-graduação com conteúdo de Limnologia.

Contudo, verifica-se que o elevado estágio de desenvolvimento da LB é contraditório com a alarmante degradação das BH do país. A significativa produção de conhecimentos científicos sobre os ambientes aquáticos não é compatível com a degradação que apresentam. Vivencia-se então, um estado de coisas que pode ser denominado “Paradoxo da Limnologia Brasileira”, caracterizado pela degradação das BH contrastando com colossal volume de conhecimentos científicos que deveriam ser, há décadas, empregados na conservação, restauração e manejo destes recursos, estratégicos para o desenvolvimento completo da sociedade brasileira.

O “Paradoxo da Limnologia Brasileira” é mais evidente quando se consideram dados publicados. Agostinho *et al.* (2005) demonstram elevada taxa de perda de biodiversidade, número crescente de espécies invasoras, redução drástica

do estoque pesqueiro, degradação por diversas formas de poluição, por construção de barragens e mais recentemente pelo avanço das fronteiras agrícolas. O “Paradoxo da Limnologia Brasileira” se expressa também pelas crises hídricas que se tornam mais comuns, como a de São Paulo (2014-2015), de Curitiba (2020-2021) e a “crise da geosmina” no Rio de Janeiro (2020 e em menor grau na atualidade). Sem falar em inúmeras outras crises não divulgadas, mas que em escala local e regional vêm causando danos à população brasileira. No mesmo contexto deve ser destacada a degradação e até mesmo a eliminação das áreas alagáveis por aterros, ocupação desordenada, entre outras causas.

Diante do cenário de grave degradação dos ecossistemas das BH é urgente que a LB altere seu modelo de atuação predominante desde o século passado. Este modelo foi caracterizado por pesquisas dedicadas aos aspectos da biologia e ecologia das espécies aquáticas e processos internos dos ecossistemas aquáticos, sem considerar múltiplos e complexos processos sociais, econômicos e culturais ocorrendo nas BH (Figura 1). O fato de muitos limnólogos terem suas formações nas escolas tradicionais de botânica, zoologia e química foi um dos fatores que contribuiu para esta realidade. Embora estes profissionais desenvolvessem pesquisas com elevado rigor acadêmico, tinham dificuldade em mudar o enfoque disciplinar para o interdisciplinar em suas pesquisas. Predominava a visão corrente de que “para ser bom limnólogo basta um microscópico, fundamentação teórica, boas ideias e amostras”. Quando estes cientistas divulgavam seus resultados, faziam apenas aos pares, em meios especializados e eventos restritos. A divulgação excluía grande parte da sociedade. Este modelo de atuação do limnólogo do Século XX pode ser apontado como um dos principais motivos para a Limnologia, criada por François Forel há mais de um século (1892), permanecer desconhecida da sociedade brasileira, até mesmo pelos especialistas de outras áreas do conhecimento (Figura 1).

Hoje, mais que nunca, é necessário que limnólogos construam pontes integrando a ciência à sociedade. Já que a ciência Limnologia já alcançou aqui um nível de desenvolvimento que pode ser equiparado àquele de muitos países

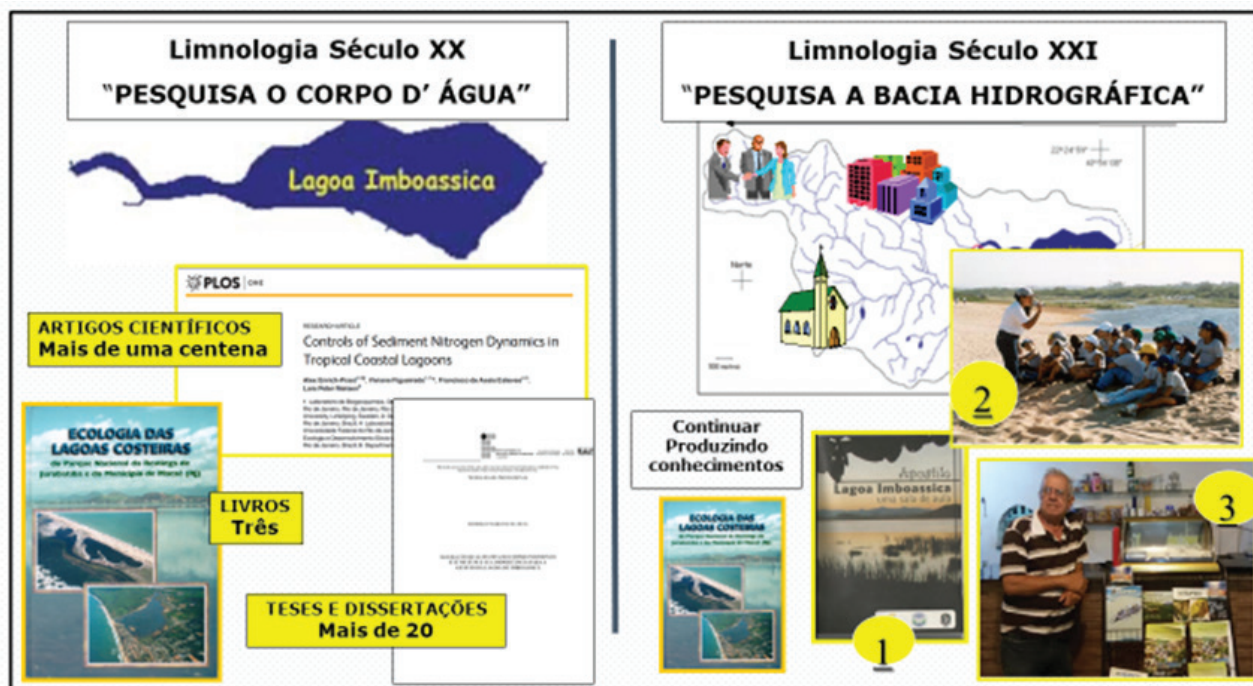


Figura 1. No Século XX o principal interesse da Limnologia era realizar pesquisas sobre as comunidades biológicas e processos nos corpos d'água e os resultados das pesquisas eram divulgados predominantemente entre os pares. No Século XXI, por outro lado, o interesse da Limnologia segue sendo realizar pesquisas sobre as comunidades biológicas e processos nos corpos d'água, contudo integradas aos processos ecológicos, sociais, econômicos e culturais da bacia hidrográfica. O limnólogo, no Século XXI, atua em Redes de Pesquisas Interdisciplinares e divulga os resultados de suas pesquisas, não somente para seus pares, mas em especial para a sociedade não especializada.

Figure 1. In the 20th century, the main interest of Limnology was to carry out research on communities and processes in water bodies and the results of research were predominantly disseminated among peers. In the 21st century, on the other hand, the main interest of Limnology is to carry out research on communities and processes in water bodies, however, integrated to the ecological, social, economic and cultural processes of the watershed. The limnologist, in the 21st century, works in Interdisciplinary Research Networks and disseminates the results of his research, not only to his peers, but especially to the non-specialized society.

desenvolvidos, é momento de fazer chegar de forma ampla à sociedade os conhecimentos que gera.

As pontes, necessariamente de mão dupla, entre a Limnologia e a sociedade, promoverão o encontro do saber acadêmico com o saber popular, a LB se renovará e poderá se tornar uma ciência mais afeita à solução dos múltiplos e complexos problemas relacionados à conservação, restauração e gestão das BH. A caminhada nesta direção contribuirá para a construção de sólidas parcerias entre a ciência Limnologia e a sociedade brasileira em diversas escalas. O reconhecimento da importância da ciência Limnologia pela sociedade brasileira será uma consequência natural deste novo modelo de atuação. A construção destas pontes será facilitada pelo fato que a água, seu objeto de estudo, é recurso

natural do qual a sociedade depende para sua sobrevivência e é indispensável para qualquer forma de desenvolvimento social e econômico.

No Século XXI é imperioso que a concepção de projetos limnológicos tenha a sociedade como principal fonte de perguntas. Isto forçará a LB a abandonar o padrão de projetos voltados apenas para o interesse acadêmico do cientista. Esta mudança passará a considerar, em primeiro lugar, os problemas ecológicos da BH, que afetam a qualidade de vida da sua população. Depois, os limnólogos buscarão unir suas experiências científicas às demandas da sociedade, algo a ser iniciado no menor prazo possível, pois demandará tempo considerável para ser totalmente implementado.

A consequência natural será a necessidade de um perfil diferenciado de profissional, que

além de elevada qualificação científica, terá que ter habilidades para comunicação, senso empreendedor, pró-atividade, articulação e capacidade de conciliar interesses conflitantes nos usos das BH. A experiência demonstra que fazer gestão de BH é, na prática, gerenciar variados e complexos conflitos.

Pela complexidade e abrangência dos processos ecológicos, sociais e econômicos que ocorrem nas BH será necessário integração vários saberes, ou seja, a interdisciplinaridade é a abordagem que se impõe. Em consequência, a Limnologia terá que se integrar a outras ciências, como educação, ciências sociais, história, economia, ciências da saúde, entre outras. Ao promover a integração com profissionais de diferentes áreas, devem ser construídas, o que em outras áreas do conhecimento já é realidade, as redes de pesquisas interdisciplinares. Estas são elementos facilitadores importantes para a realização de pesquisas integradas sobre os ecossistemas.

As redes podem atuar, de maneira mais eficaz, ao focar sua atividade em um tema estruturante de grande interesse social, científico e regional; um “Grande Tema”, a partir do qual os projetos são desenvolvidos. Como exemplo de “Grande Tema” pode ser citado: “Impactos Socioambientais da Economia do Petróleo sobre ecossistemas da Bacia Hidrográfica do Rio Macaé (RJ)”, que é o tema direcionador das pesquisas nos ecossistemas da BH do rio Macaé (RJ). No passado, os limnólogos brasileiros enfrentavam dificuldades para construir as redes. Vários foram os motivos: instituições sem recursos para garantir a comunicação entre especialistas; dificuldade de pesquisar em grupo e vinculações institucionais a estruturas administrativas como os departamentos, que contribuía para o isolamento científico do profissional.

Na atualidade a construção de redes de pesquisas interdisciplinares é exigência natural para o profissional da Limnologia, visto que estas são demandadas quando se pretende pesquisar BH, a unidade básica de gestão dos recursos hídricos e quando se busca financiamento junto aos órgãos de fomento à pesquisa. Um elemento facilitador, de grande relevância, para a construção destas redes de pesquisa têm sido os modernos recursos da tecnologia da informação. Com um telefone celular, é possível se conectar, de algum

lugar remoto da BH, com outros componentes de sua rede ou fora desta e trocar grande número de informações científicas. No Brasil, ainda que de forma lenta, já vêm sendo constituídas redes de pesquisas interdisciplinares envolvendo a Limnologia. Algumas integrando pesquisadores de diferentes unidades acadêmicas da mesma instituição, outras integrando pesquisadores de várias instituições brasileiras e em alguns casos integrando com pesquisadores de outros países. É possível afirmar que a fase da pesquisa solitária ficou no passado e que a Limnologia, com a ajuda da tecnologia da informação, passa a ser uma ciência ainda mais interdisciplinar, ganhando importância na missão de ajudar a sociedade a construir políticas públicas para a conservação, a recuperação e a gestão sustentável de suas BH.

Além da realização de projetos de pesquisas em BH, integrando diferentes profissionais, e em consequência integrando diferentes conhecimentos científicos, tonou-se imperioso que os limnólogos ampliem a divulgação das suas pesquisas. Além da divulgação para os pares e agentes institucionais financiadores, é preciso divulgar de forma clara para o público não especializado. Entre estes, prioritariamente, pescadores, ribeirinhos, empresários, estudantes e professores, mas também outros segmentos sociais, que através do pagamento de impostos, são os verdadeiros patrocinadores dos projetos de pesquisas.

A figura 1 apresenta uma parte da experiência dos limnólogos da UFRJ que pesquisam os ecossistemas da BH do Rio Macaé (RJ). Estes profissionais, além de publicar os resultados de suas pesquisas em periódicos e livros, os divulgam de diferentes maneiras para público não especializado. Como, por exemplo, através de materiais como a “Cartilha: Lagoa Imboassica: Uma Sala de Aula” (Figura 1 (1)), amplamente utilizadas nas escolas dos municípios desta bacia ou realizando cursos para professores do ensino fundamental e médio. Após estes cursos os professores passam a compartilhar os resultados das pesquisas com seus alunos (Figura 1 (2)). Esta partilha alcança lugares inusitados como um pequeno bar às margens de uma lagoa da BH, onde uma pequena biblioteca, organizada pelo seu proprietário, reúne parte do material impresso produzido pelos pesquisadores. O bar passou a

ser um eficiente e especial local para divulgar a Limnologia, quando conhecimentos limnológicos integram-se aos sabores proporcionados pelos ingredientes líquidos e sólidos oferecidos pelo estabelecimento (Figura 1 (3)).

A experiência de mais de duas décadas em pesquisas nos ecossistemas componentes da BH do Rio Macaé (RJ), demonstra que ações junto ao público não especializado, como divulgação científica em diferentes mídias e espaços de representação social, eventos e projetos de educação ambiental, apoio em feiras de ciências, feiras em datas diversas, tendem a produzir resultados visíveis na escala de décadas. Em contrapartida, a ânsia pelo desenvolvimento econômico a qualquer custo, característica da sociedade brasileira, imprime velocidades extraordinárias ao processo de degradação e extinção de ecossistemas e até mesmo a extinção por completo de pequenas BH. Neste contexto é ilustrativa a velocidade da extinção de ecossistemas que foi presenciada recentemente, na BH do Rio Macaé (RJ). Em um trecho desta bacia, uma lagoa e extensas áreas alagáveis, foram completamente aterradas e um edifício de um supermercado de uma grande rede internacional foi construído e iniciou o atendimento ao público em menos de 45 dias.

A possibilidade mais eficaz para subsidiar políticas públicas e assim contribuir para os objetivos da gestão das BH é fazer que os conhecimentos cheguem aos tomadores de decisão. No Brasil as decisões sobre a gestão das BH podem estar em diferentes esferas. No entanto, os municípios, por serem usuários mais diretos dos recursos das BH, são instâncias nas quais as decisões são mais urgentes para promover a gestão adequada dos recursos de uma BH ou parte desta. Portanto, é importante que os poderes públicos municipais, que propõem, elaboram e executam as leis, sejam empoderados com os conhecimentos gerados pela LB. A detenção destes conhecimentos é fundamental, visto que a instância municipal é aquela que dispõe de mais instrumentos jurídicos, assim como meios práticos e mais adequados para elaborar leis e implementá-las, visando o uso racional dos ecossistemas das BH.

Ao contribuir para que conhecimentos que gera cheguem aos tomadores de decisão, a LB

será, além de protagonista, exemplo de atuação para outras áreas do conhecimento. Para que este objetivo seja alcançado a ABLimno tem relevante papel ao estabelecer ações junto à comunidade de limnólogos para viabilizar esta nova prática de atuação.

A LB tem ainda desafios para contribuir de forma mais eficaz para a conservação de recurso estratégico para o desenvolvimento social e econômico da nação brasileira, como as BH. O principal destes desafios é contribuir para eliminar o flagelo que representa a falta de educação para grande parcela dos brasileiros. A falta de educação de qualidade para a maioria da nação brasileira pode ser apontada como a principal explicação para o nível de degradação acelerado das BH e a razão para o fato de que milhares de cidades brasileiras lancem todos os seus efluentes domésticos e industriais no mesmo ambiente de onde retira a água para suprir as suas demandas, inclusive para beber. Esta dinâmica perversa acarreta milhares de óbitos anualmente, vítimas de enfermidades decorrentes do uso de água contaminada.

Portanto, o papel dos limnólogos do século XXI é justamente romper com essas vias que reforçam o “Paradoxo da Limnologia Brasileira”, ocupando espaços que permitam a comunicação efetiva com a sociedade de forma a conectar cada vez mais os cidadãos brasileiros a essa importante e estratégica ciência que é a Limnologia para o Brasil.

REFERÊNCIAS

- Agostinho, A., Thomaz, S. M. & Gomes, L. C. 2005. Conservação da Biodiversidade do Brasil. Megadiversidade, 1 (1), 70-78.
- Esteves, F. A. 1988. Fundamentos de Limnologia. Interciência, Rio de Janeiro: p. 575.
- Oliveira, L. H. & Krau, L. M. A. 1955. Observações biogeográficas e hidrobiológicas sobre a Lagoa de Maricá. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 53, 171-227. DOI: 10.1590/S0074-02761955000200004
- Sioli H. 1949. O Rio Cuparí I - Topografia e hidrografia., 17; p. 57. Belém: Boletim Técnico Instituto Agrônomo de Belém.
- Sioli, H. 1953. Schistosomiasis and Limnology in the Amazon Region. The American Journal

- of Tropical Medicine and Hygiene, 4, 700-707.
DOI: 10.4269/ajtmh.1953.2.700
- Sioli, H. 1955. Eine Massenehidemie bei den Mundukurú-Indianern in Braslianische Amazongebiet. Acta Tropica, 12, 38-52.
- Wright, S. 1934. Alguns dados da física e da química das águas dos açudes nordestinos. Boletim da Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas, 4, 164-169.
- Wulf, A. 2016. A invenção da natureza: A vida e as descobertas de Aleksander von Humboldt. Ed. São Paulo: p. 587.

Submitted: 26 April 2022

Accepted: 5 May 2022

*Invited Associate Editors: Rayanne Setubal,
Reinaldo Bozelli and Vinícius Farjalla*