

## QUALIDADE DA ÁGUA E FITOPLÂNCTON EM SISTEMAS LACUSTRES EM PERÍODO DE ÁGUAS ALTAS NO ESTADO DO AMAZONAS

*Domitila Pascoaloto<sup>1\*</sup> & Climéia Corrêa Soares<sup>2</sup> & Núbia Abrantes Gomes<sup>3</sup> & Maria do Socorro Rocha da Silva<sup>4</sup> & Sebastião Átila Fonseca Miranda<sup>5</sup> & Hillândia Brandão da Cunha<sup>3</sup>*

**Resumo** – Foi investigada a qualidade da água e algas planctônicas em quatro ambientes lacustres em diferentes estados tróficos no estado do Amazonas, sendo um associado a rio de água preta (“Lago Apacu”), um de várzea (“Lago Janauacá”) e dois urbanos (“Lago Amazônico” e “Lagoa do Japiim”). O estudo foi realizado entre os meses de abril e maio, nos anos de 2014 e 2016; em período de águas altas dos rios Negro e Solimões (enchente), e quando as lagoas urbanas apresentavam nível alto de água, somatório de todos os aportes que abastecem esses sistemas (igarapé, chuva e/ou entradas de efluentes de residências adjacentes). Foram registradas 24 espécies no Lago Amazônico, 6 na Lagoa do Japiim, 63 no Lago Janauacá e 15 no Lago Apacu. Chlophyta foi a divisão mais frequente (48,2% das espécies), seguida por Euglenophyta (15,7%), Cyanophyta/Cyanobacteria (14,5%), Heterokontophyta (Bacillariophyceae) (13,2%), Heterokontophyta (Chrysophyceae) (4,8%) e Dynophyta (3,6%). As águas foram bicarbonatas cálcicas no lago Janauacá, bicarbonatada magnésiana, no Apacu e bicarbonatada sódica no Lago Amazônico e na Lagoa do Japiim, confirmando que o forte aporte orgânico que recebem as lagoas urbanas enriquecem a água em sódio.

**Palavras-Chave** – Lagos Amazônicos; Limnologia; Amazônia Central.

## WATER QUALITY AND PHYTOPLANKTON IN LAKE SYSTEMS IN HIGH WATER PERIOD IN THE STATE OF AMAZONAS

**Abstract** – The quality of water and planktonic algae was investigated in four lacustrine environments in different trophic states in the state of Amazonas, one associated with a black water river (Lake Apacu), one floodplain (várzea) lake (Lake Janauacá) and two urban areas (Lake Amazônico and Japiim Lagoon). The study was conducted between April and May, in the years 2014 and 2016; in the high waters period (flood) of the Negro and Solimões rivers, and when the urban lagoons had high water level, sum of all the inputs that supply these systems (streams, rainfall and / or effluent entrances of adjacent residences). Twenty-four species were recorded on Amazon Lake, six on Japiim Lagoon, 63 on Lake Janauacá and 15 on Lake Apacu. Chlophyta was the most frequent division (48.2%), followed by Euglenophyta (15.7%), Cyanophyta / Cyanobacteria (14.5%), Heterokontophyta (Bacillariophyceae) (13.2%), Heterokontophyta (4.8%) and Dynophyta (3.6%). The waters were calcium bicarbonates in Lake Janauacá, magnesium bicarbonate, Apacu and sodium bicarbonate in Amazonian Lake and Japiim Lagoon, confirming that the strong organic intake that the urban lagoons receive enriches the water in sodium.

• **Keywords** – Amazon Lakes; Limnology; Central Amazon.

<sup>1</sup> Afiliação: INPA/CODAM domitila.pascoaloto@gmail.com

<sup>2</sup> Afiliação: INPA/COBIO climeia@inpa.gov.br

<sup>3</sup> Afiliação: UFRR nubia.gomes@hotmail.com

<sup>4</sup> Afiliação: INPA/CODAM ssilva@inpa.gov.br

<sup>5</sup> Afiliação: INPA/CODAM atila@inpa.gov.br

<sup>6</sup> Afiliação: INPA/COAES hillandia@gmail.com

\* Autor Correspondente: Inserir \* no autor responsável pela submissão.

## INTRODUÇÃO

Na Amazônia existem centenas de lagos, muitos com pessoas vivendo em sua área, e deles obtendo sua subsistência, principalmente através da pesca e do plantio de mandioca nos lagos de várzea. Essa pesca é de subsistência, mas, eventualmente, a produção excedente é comercializada, principalmente no período de seca (Batistella et al., 2005). Nos lagos associados aos rios de água preta a agricultura têm menor importância, e só pode ser desenvolvida utilizando aditivos agrícolas, de forma que a principal atividade é a pesca artesanal. Por sua vez, os lagos urbanos, principalmente aqueles localizados nas grandes cidades, recebem carga difusa, muitas vezes incluindo esgotos domésticos, de forma que sua utilização tem fins paisagísticos, porém animais e plantas em suas águas são importantes para atrair a atenção dos usuários da área onde eles estão inseridos.

Em ambientes oligotróficos existem poucas algas, mas à medida que a água começa a ser “enriquecida” quimicamente (entrada de nutrientes), aumenta a quantidade do fitoplâncton (Esteves, 2011). Esse aporte de nutriente pode se dar pela entrada de elementos naturais (ex.: sedimentos trazidos, principalmente, na vazante do rio de água branca, no caso de lago de várzea; lixiviação do solo da floresta, principalmente em períodos de alta precipitação atmosférica) ou por elementos alóctones à bacia hidrográfica (como, por exemplo, os lagos que recebem carga de efluentes domésticos, ou lixiviação de solo utilizado para práticas agrícolas e/ou pecuárias), as águas são enriquecidas. Em termos de utilização dos recursos hídricos, principalmente nas regiões altamente industrializadas, o fator mais agravante é a eutrofização artificial (fruto do lançamento direto de efluentes domésticos e industriais), que além de reduzir sensivelmente a qualidade da água, produz profundas alterações no metabolismo de todo o ecossistema.

O presente estudo faz parte de um projeto que visa prever a floração de espécies de algas e cianobactérias em lagos amazônicos. Este trabalho tem por objetivo comparar a as comunidades fitoplanctônica e a qualidade da água entre quatro ambientes lacustres (um lago de várzea e um lago insular e em duas lagoas urbanas, com diferentes usos e ocupação da terra) na região metropolitana de Manaus, no período de águas altas (enchente/cheia).

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram investigadas as comunidades de algas planctônicas e a qualidade da água em quatro sítios amostrais (Figura 1). O lago Janauacá é característico de várzea, está associado ao rio Solimões, entre os municípios de Careiro Castanho e Manaquiri (AM). O lago Apacu está associado ao rio Negro; está localizado na ilha do Castanho, no Arquipélago de Anavilhanas, município de Novo Airão. As duas lagoas urbanas, “Lago Amazônico” e “Lago do Japiim” estão localizadas em Manaus, no Bosque da Ciência/INPA e no Parque Municipal Arthur Virgílio Filho, respectivamente. Ambas são lagoas artificiais, obtidas a partir do represamento de igarapé; atualmente o maior aporte de água do Lago Amazônico vem dos tanques onde são mantidos os peixe-bois da Amazônia (*Trichechus inunguis*) enquanto a Lagoa do Japiim recebe água de canais naturais e do esgoto liberado por algumas residências nas adjacências.

O estudo foi realizado entre os meses de abril e maio de 2014-2016; em período de águas altas dos rios Negro e Solimões (enchente/cheia), cujas águas já adentravam os lagos Apacu e Janauacá, respectivamente. Nesse período também as lagoas urbanas apresentaram nível alto de água, somatório de todos os aportes que abastecem esses sistemas (igarapé, chuva e/ou entradas de

efluentes de residências adjacentes). O único lago que apresentou diferentes atividades antrópicas em sua área de captação foi o Janauacá, por essa razão esse foi o único local com mais de um sítio amostral, sendo seis ao todo: Boa Vista (“flutuante” para extração do tucupi – manipulação da mandioca), São Sebastião (flutuante com criação de patos e cultivo de ervas); Cabeceira (água livre), Tilheiro (comunidade de pescadores), Tapage (“casa da farinha”, onde é feita produção de goma em terra firme) e Caraipé (“boca” do Janauacá, entrada do paraná do Janauacá, que traz água do Solimões).

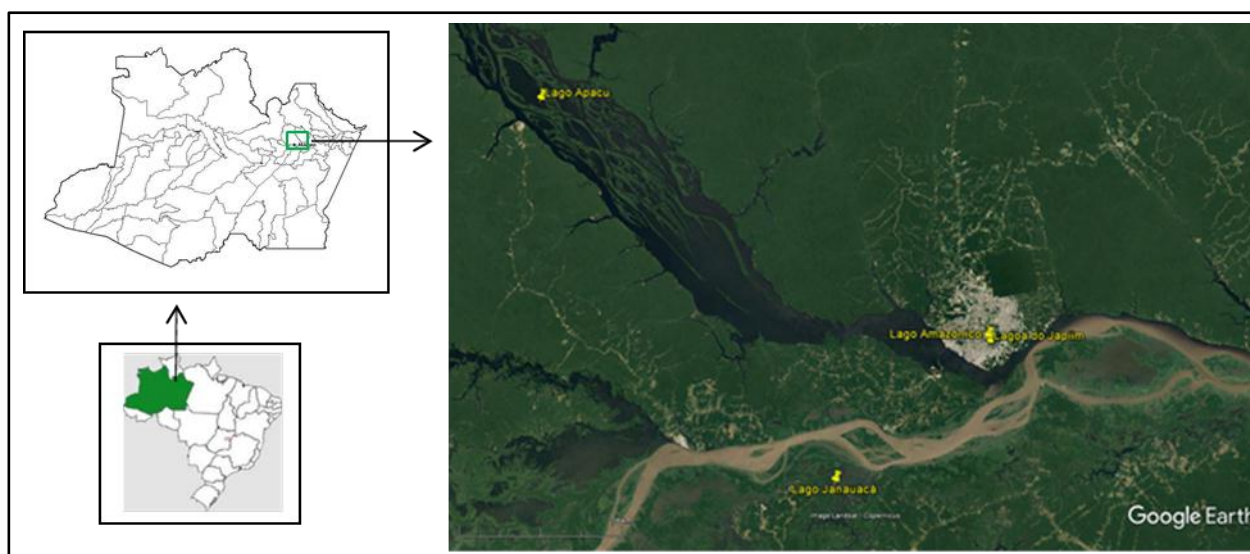


Figura 1- Localização dos sítios amostrais

As variáveis ambientais investigadas, as técnicas analíticas e suas referências encontram-se na Tabela 1. As análises foram realizadas pelo Laboratório de Química Ambiental – CODAM/INPA.

Tabela 1. Variáveis ambientais e técnicas analíticas utilizadas

VARIÁVEL AMBIENTAL	TÉCNICA ANALÍTICA	UNIDADE
pH	APHA et al. (2005), Potenciometria	-----
Oxigênio Dissolvido (OD)	Golterman et al. (1978), Titulometria	mg/L
Condutividade Elétrica (CE)	APHA et al. (2005), Potenciometria	μS/cm
Alcalinidade	APHA et al. (2005), Potenciometria	mg H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> /L
Sólidos totais em suspensão (SST)	APHA et al. (2005), Gravimetria	mg/L
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	APHA et al. (2005), Titulometria	mg/L
Na <sup>+</sup>	APHA et al. (2005), Fotometria de Chama	mg/L
K <sup>+</sup>	APHA et al. (2005), Fotometria de Chama	mg/L
Ca <sup>+</sup>	APHA et al. (2005), Titulometria	mg/L
Mg <sup>++</sup>	APHA et al. (2005), Titulometria	mg/L
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	APHA et al. (2005), Espectrofotometria	mg/L
NO <sub>3</sub> <sup>+</sup>	APHA et al. (2005), Espectrofotometria	mg/L
Cl <sup>-</sup>	APHA et al. (2005), Espectrofotometria	mg/L
Si(OH) <sub>4</sub>	APHA et al. (2005), Espectrofotometria	mg/L
PO <sub>4</sub>	APHA et al. (2005), Espectrofotometria	mg/L
N-Total	Valderrama (1980), Espectrofotometria	mg/L
P-Total	Valderrama, Espectrofotometria	mg/L

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registradas 24 espécies no Lago Amazônico, 6 na Lagoa do Japiim, 63 no Lago Janauacá e 15 no Lago Apacu (Tabela 2).

Tabela 2. Espécies ocorrentes nos locais de estudo (x = presente, \*= floração (bloom), \*\* = abundante)

	Lago Amazônico	Lagoa do Japiim	Lago Janauacá	Lago Apacu
<b>CYANOPHYTA / CIANOBACTERIA</b>				
<i>Aphanothece</i> sp.			x	
<i>Anabaena</i> sp1			x	
<i>Anabaena</i> sp2			x	
<i>Chroococcus</i> sp.			x	
<i>Microcystis</i> sp1			x	
<i>Microcystis</i> sp2.			x	
<i>Microcystis</i> sp.	x		x	x
<i>Oscillatoria</i> sp.			x	x
<i>Planktothrix</i> cf. <i>agardhii</i> (Gomnot ) Anagnostidis		*		
<i>Planktothrix</i> sp.			x	
<i>Pseudanabaena</i> sp1			x	
<i>Pseudanabaena</i> sp.			x	
<b>EUGLENOPHYTA</b>				
<i>Euglena acus</i> Ehrenberg	x		x	
<i>Euglena oxyuris</i> Scharmada	x		x	
<i>Lepocincles ovum</i> ( Ehrenberg ) Lemmermann	-		x	
<i>Lepocincles</i> sp.	x		x	
<i>Phacus longicauda</i> ( Ehrenberg ) Dujardin	x		x	
<i>Phacus</i> sp1		x	x	
<i>Phacus</i> sp2		x	x	
<i>Trachelomonas armata</i> ( E. ) Stein			x	
<i>Trachelomonas acanthophora</i> Stokes			x	
<i>Trachelomonas dastuguei</i> Balech			x	
<i>Trachelomonas</i> sp1			x	
<i>Trachelomonas</i> sp2			x	
<i>Trachelomonas</i> sp.		x	x	
<b>DYNOPHYTA</b>				
<i>Peridinium</i> sp1			x	
<i>Peridinium</i> sp2			x	
<i>Peridinium</i> sp.			x	
<b>HETEROKONTOPHYTA (CHRYSOPHYCEAE)</b>				
<i>Dinobryun sertularia</i> Ehrenberg			x	x
<i>Mallomonas</i> sp. 1			x	
<i>Mallomonas</i> sp.			x	
<i>Synura uvella</i> Ehrenberg			x	
<b>HETEROKONTOPHYTA (BACILLARIOPHYCEAE)</b>				
<i>Aulacoseira granulata</i> ( Ehrenberg ) Simonssen	x		x	x
<i>Aulacoseira</i> sp1	x		x	x
<i>Aulacoseira</i> sp2			x	
<i>Aulacoseira</i> sp.			x	

Tabela 2. (Continuação)

	Lago Amazônico	Lagoa do Japiim	Lago Janauacá	Lago Apacu
<i>Gomphonema sp.</i>	x			
<i>Eunotia sp1</i>	x			
<i>Eunotia sp2</i>	x			
<i>Eunotia sp.</i>			x	
<i>Tabellaria sp.</i>			x	
<i>Urosolenia eriensis</i> ( Smith ) Round			x	x
<i>U. longiseta</i> Zachariasi			x	x
CHLOROPHYTA				
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim			x	
<i>Bambusina brebissonii</i> Kützing				x
<i>Closterium kwetzingii</i> Brébisson			x	
<i>Closterium pronum</i> Brébisson			x	
<i>Closterium sp.</i>			x	
<i>Coelastrum cambricum</i> Archer	x		x	
<i>Coelastrum reticulatum</i> ( Dangeard ) Senn.			x	
<i>Coelastrum sp.</i>			x	
<i>Desmidium sioli</i> Förster			x	
<i>Desmodesmus communis</i> ( Hegwald ) Hegwald	x			
<i>Desmodesmus sp.</i>		x	x	
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood			x	x
<i>Dimorphococcus lunatus</i> ( A. Braun )	**			
<i>Echinosphaeridium sp.</i>	x			
<i>Euastrum evolutum</i> ( Nordstedt ) W. & G. S. West			x	
<i>Euastrum gemmatum</i> Brébisson			x	
<i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg			x	x
<i>Kirchneriella lunaris</i> ( Kirchner ) Möbius	x			
<i>Kirchneriella sp.</i>	x			
<i>Micractinium pulsillum</i> Fresenius			x	
<i>Microcystis sp.</i>			x	
<i>Oocystis lacustris</i> Chodt			x	
<i>Oocystis sp.</i>	x		x	
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	x			
<i>Pleurotaenium minutum</i> ( Ralfs ) Delponte				
<u><i>Scenedesmus acuminatus</i> ( Lagerheim ) Chodat</u>	x	x		
<i>Scenedesmus denticulatus</i> Lagerheim	x			
<i>Scenedesmus sp.</i>	x			
<i>Sphaerocystis sp.</i>			x	
<i>Staurastrum boergesenii</i> Raciborski			x	
<i>Staurastrum leptocladum</i> Nordstedt			x	x
<i>Staurastrum pseudosebaldi</i> Wille				x
<i>Staurastrum stelliferum</i> Borge				x
<i>Staurastrum sp.</i>	x		x	
<i>Stauroidesmus sp.</i>	x		x	
<i>Sphaerocystis sp.</i>			x	x
<i>Tetrallantos Lagerheimii</i> Teiling	x			
<i>Xanthidium sp.</i>				x
<i>Volvox sp.</i>			x	

Chlophyta foi a divisão mais frequente (48,2% das espécies), seguida por Euglenophyta (15,7%), Cyanophyta/Cyanobacteria (14,5%), Heterokontophyta (Bacillariophyceae) (13,2%), Heterokontophyta (Chrysophyceae) (4,8%) e Dynophyta (3,6%). A distribuição de frequência das espécies em cada local encontra-se representada na Figura 2.

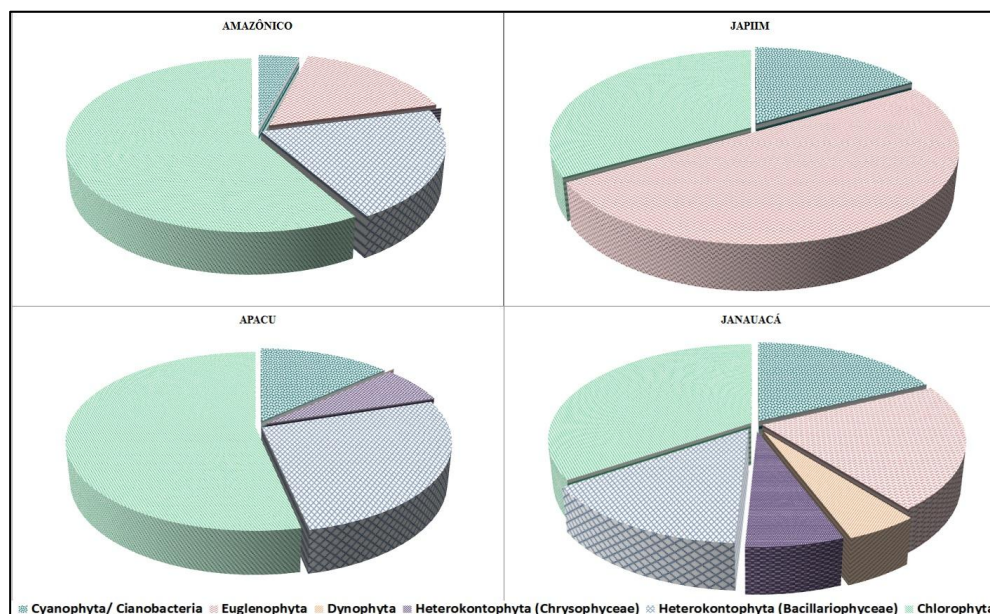


Figura 2: Distribuição das espécies por Divisão nos locais de estudo

No Lago Janauacá o sítio amostral com maior diversidade (61% das espécies) foi Boa Vista, onde a principal atividade com potencial de interferência na qualidade da água é a extração do tucupi (sumo amarelo extraído da raiz da mandioca brava quando descascada), pois o bagaço, potencialmente rico em nitrogênio, é armazenado no flutuante ou lançado na água. O sítio amostral com menor número de espécies foi Cairapé (26%), foi o local com menor interferência antrópica, apesar das moradias (esparsas) na redondeza, foi o único local onde as características físicas, físico-químicas e químicas da água sugeriram maior interferência do rio Solimões, rico em sedimentos. A frequência relativa dos números de espécies encontra-se na figura 3.

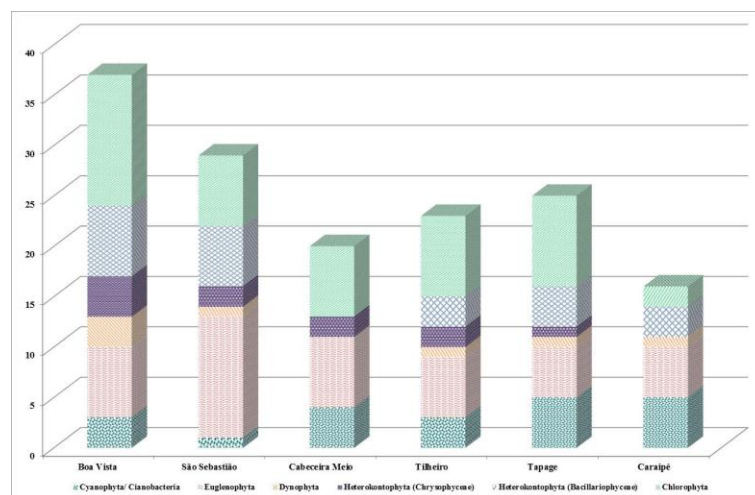


Figura 3: Frequência acumulada de espécies no lago Janauacá

Os resultados obtidos para a média das variáveis ambientais em cada local podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios das variáveis ambientais mensuradas.

Local	T. Água °C	S.T.S. mg/L	pH	C.E. µS/cm	Alc. mgHCO <sub>3</sub> /L	Turb. NTU	DQO mg/L	OD mg/L	Dureza mgCaCO <sub>3</sub> /l	Si (OH) <sub>4</sub> mg/L
Lago Amazônico	27.00	7.71	6.21	32.37	12.81	5.46	19.66	4.75	8.01	3.18
Lagoa Japiim	32.00	52.80	8.59	97.98	32.33	95.68	60.24	12.29	30.71	3.22
Lago Apacu	30.00	0.20	4.95	3.05	123.70	0.78	41.31	5.26	1.10	2.24
Lago Janaucá	31.00	5.78	6.57	21.76	61.91	51.73	29.09	3.66	23.07	3.33
Local	Ca <sup>++</sup> mg/L	Mg <sup>++</sup> mg/L	Cl <sup>-</sup> mg/L	K <sup>+</sup> mg/L	Na <sup>+</sup> mg/L	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/L	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/L	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> mg/L	P-Total mg/L	N-Total mg/L
Lago Amazônico	2.65	0.15	2.01	2.61	2.05	0.11	0.31	0.04	0.07	0.76
Lagoa Japiim	4.41	4.04	9.14	2.50	2.59	0.03	0.44	0.05	0.48	5.14
Lago Apacu	0.00	0.24	0.75	0.13	1.07	0.04	0.41	0.01	0.05	0.39
Lago Janaucá	7.76	0.33	1.88	0.38	0.54	0.02	0.20	0.01	0.15	0.54

Segundo o diagrama de Piper, as águas foram bicarbonatas cálcicas no lago Janaucá, bicarbonatada magnésiana, no Apacu e bicarbonatada sódica no Lago Amazônico e na Lagoa do Japiim, confirmando que o forte aporte orgânico que recebem as lagoas urbanas enriquecem a água em sódio. Ao se comparar os resultados obtidos para os compostos nitrogenados, ortofosfato e nitrogênio e fósforo total é possível verificar que o lago Apacu apresentou característica de ambiente oligotrófico enquanto o local mais eutrofizado foi a lagoa do Japiim. Foi também nessa lagoa que houve o registro do mais alto nível de oxigênio, o que indica que as algas e, principalmente a espécie dominante, a cianobactéria *Planktothrix cf. agardhii* (Gomnot ) Anagnostidis, estariam no pico da fotossíntese.

## CONCLUSÃO

O lago Apacu, por estar associado ao rio Negro e estar localizado em área de proteção ambiental apresentou características de ambiente oligotrófico, tendo como grupo predominante as clorofíceas e tendo apresentado a maior frequência relativa de bacilariofíceas (diatomáceas).

Apesar das diferentes atividades antrópicas realizadas no lago Janaucá, os resultados não indicam que haja interferência direta na qualidade da água ou nas comunidades fitoplanctônica.

Os resultados indicam eutrofização no lago Amazônico e hipereutrofização na Lagoa do Japiim. Embora a espécie com maior densidade na lagoa do Japiim seja potencialmente tóxica (*Planktothrix agardhii*), ela ajuda a melhorar as condições locais devido à produção de oxigênio. É importante realizar um estudo nictemeral para verificar o que acontece nesse sistema, principalmente no período noturno.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Public Health Association –APHA; American Water Work Association – AWWA; Water Pollution Control Federation – WPC . 2005. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. American Public Health Association, Washington, 21a edição. CD-rom.

BATISTELLA, A.M.; CASTRO, C.P.; VALE, J.D. (2005). Conhecimento dos moradores da comunidade de Boas Novas, no Lago Janauacá - Amazonas, sobre os hábitos alimentares dos peixes da região. *Acta Amazônica* 35 (1), pp. 51-54.

ESTEVES, F. A. (2011). *Fundamentos de Limnologia*. Interciência, Rio de Janeiro-RJ, 826p. 2011.

GOLTERMAN, H.L., CLYMO, R.S., OHSNTAD, M.A.M (1978). *Methods for chemical analysis of fresh waters*. Blackwell, Boston (IBP handbook, 8).

VALDERRAMA, J.C. (1980). The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. *Mar. Chem.* 10, pp. 109-122.