

## XII ENCONTRO NACIONAL DE ÁGUAS URBANAS

### **FITOPLÂNCTON E QUALIDADE DA ÁGUA EM DOIS SISTEMAS LACUSTRES NA REGIÃO METROPOLITANA DE MANAUS**

*Climéia Corrêa Soares<sup>1</sup>; Domitila Pascoaloto<sup>2</sup> & Hillândia Brandão da Cunha<sup>3</sup>*

**RESUMO** – Foram investigadas as comunidades de algas planctônicas e a qualidade da água em dois sistemas lacustres na bacia do rio Solimões. O sistema Janauacá abrange dois municípios, Manaquiri e Careiro Castanho. Trata-se de um complexo de lagos que se unem no período de cheia/vazante do rio Solimões, ainda que a água do rio não chegue até a cabeceira do lago, que é abastecida por vários igarapés de água clara (ainda que esses aparentemente sejam de igarapé de água preta). O lago Miriti também tem sua cabeceira em área de terra firme, e é abastecido por igarapés; no período em que ocorre a entrada do rio Solimões, o sistema se transforma num grande lago. No trecho onde a estrada passa por cima do Miriti existem três balneários, sendo um deles público, o que atrai muitos turistas. O aporte principal de esgoto da cidade também está no Miriti, próximo à orla, bem como a captação da água de cerca de metade da cidade. Os resultados obtidos sugerem que o período de estiagem é mais propício para a eutrofização na área urbana do sistema lacustre Miriti e que esforços devem ser realizados para verificar as condições no sistema Janauacá nesse período.

**ABSTRACT**– Planktonic algae communities and water quality were investigated in two lake systems in the Solimões river basin. The Janauacá system covers two municipalities, Manaquiri and Careiro Castanho. It is a complex of lakes that meet in the flood / ebb period of the Solimões River, although the water of the river does not reach the head of the lake, which is supplied by several clear water streams (although these are apparently of black water stream). Lake Miriti also has its bedside in terra firme area, and is supplied by igarapés; in the period in which the Solimões River enters, the system becomes a large lake. In the section where the road above the Miriti there are three resorts, one of them public, which attracts many tourists. The city's main sewage supply is also in Miriti., near the shore, and the water catchment of about half of the city. The results suggest that the drought period is more conducive to eutrophication in the urban area of the Miriti lacustrine system and that efforts should be made to verify the conditions in the Janauacá system in this period.

**Palavras-Chave** – lagos amazônicos; lagos de várzea; rio Solimões

1) Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA/COBIO. Av. André Araújo, 2936 – Petrópolis – Manaus (AM) 69067-375 (92) 36433296, climeia@inpa.gov.br

2) Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA/CODAM. Av. André Araújo, 2936 – Petrópolis – Manaus (AM) 69067-375 . (92) 3643-3168, domitila.pascoaloto@gmail.com

3) Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA/CODAM. Av. André Araújo, 2936 – Petrópolis – Manaus (AM) 69067-375 . (92) 3643-3169, hillandia@gmail.com

## 1 - INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica amazônica é a maior do mundo, de forma que é esperado que nela existam centenas de lagos, sobretudo na região da bacia sedimentar amazônica. Lagos esses que, quando associados aos rios, apresentam mudanças nas características de suas águas ao longo dos períodos hidrológicos. Trata-se do paradoxo das águas (Cunha & Pascoaloto, 2006), quando ou toda a região está coberta de água ou, na maioria das vezes, é necessário andar dezenas de quilômetros para alcançar um canal e acessar o rio, muitas vezes o único “caminho” para se chegar a outra cidade.

Os tipos de lagos mais comuns na Amazônia são aqueles formados pela atividade de rios, podendo ser lagos de Barragem (“lagos de Terra Firme”, associados a rios de água preta ou clara) e os lagos de Inundação (“lagos de Várzea”, associados a rios de água branca) (Esteves, 1998).

O Janauacá é um sistema de lagos que abrange dois municípios, em região de várzea, Careiro Castanho e Manaquiri. O lago encontra-se a margem direita do rio Solimões por um canal natural, o Paraná do Janauacá com extensão de aproximadamente 7 km<sup>2</sup> e sua profundidade varia conforme o regime das águas do rio. Sua dinâmica fluvial é extremamente irregular margeado na região sul por terra firme, formando uma área de igapó nas épocas de cheia e, ao norte, por uma restinga (Cândido, 2014). Quando as águas do rio Solimões sobem invadem a área e unem vários pequenos lagos em um único e imenso lago. Apenas a cabeceira, localizada em área de terra firme, não é influenciada pelas águas barrentas do rio. Em seu entorno existem várias comunidades, para as quais o lago e o rio estão presentes em praticamente todas as atividades.

O sistema lacustre Miriti está localizado no município de Manacapuru. É abastecido principalmente por igarapés localizados em sua cabeceira. Há alguns anos ele era chamado de rio Miriti, apresentando apenas a porção inferior represada pelo rio Solimões e pelo “barranco” que o separava do lago Calado. Para a abertura da estrada Manoel Urbano (Rodovia AM-070), que liga Manaus aos municípios de Iranduba e Manacapuru, o leito do rio foi alargado (provocando a morte e dezenas de árvores, cujos troncos permanecem no leito do lago) e a área foi represada, criando dois ambientes hidrológicos no período de nível baixo de água (um lântico – a montante da ponte, e um lótico – a jusante), enquanto no período de nível alto de água a área fica com aspecto de um enorme lago. No entanto, enquanto a montante da ponte na estrada a área é rural e tem como principal interferência a presença de três balneários (além da possível interferência de agrotóxicos, tendo em vista a grande quantidade de sítios com plantações diversificadas), a jusante está a orla da cidade, o despejo do esgoto municipal, duas áreas de captação de água (praticamente toda a cidade é

abastecida com essa água, após tratamento convencional) e um dos balneários mais famosos do local, onde está localizado um hotel recreacional.

A comunidade fitoplanctônica já foi investigada no lago Janauacá (Oliveira-Miranda, 2013) e o aumento do número de espécies de cianobactérias gerou um projeto que está sendo desenvolvido no estado do Amazonas e do Pará, numa parceria entre pesquisadores brasileiros e franceses (Bonnet, 2016). Mas não existem estudos sobre o fitoplâncton no lago Miriti, apesar de sua importância na cidade.

Como em ambos os sistemas lacustres existem diversos usos do solo, interferência do rio Solimões e cabeceiras em área de terra firme, o objetivo do presente estudo foi comparar as comunidades fitoplanctônicas e a qualidade da água desses dois locais.

## 2– MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado entre abril/2016 e dezembro/2017, com duas campanhas no sistema lacustre Janauacá e cinco no Miriti. Devido à dificuldade de acesso ao sistema Janauacá no período da estiagem, as visitas foram realizadas apenas em período de águas altas (enchente/cheia).

Para se verificar a qualidade da água do lago Janauacá foram realizadas coletas de água e de algas em seis sítios amostrais no lago Janauacá (locais com diferentes usos do solo e ocupação da terra: casa de farinha ou goma ou tucupi – exploração da mandioca; atividade pesqueira; comércio/flutuante para venda de combustível/criação de animais). A qualidade da água no lago Miriti foi investigada em quatro locais

O estudo da comunidade fitoplanctônica foi qualitativo. Em cada local foram feitos 10 arrastões, de forma a amostrar todos os nichos observados (água livre, canal, bancos de macrófitas).

As algas foram coletadas com rede para plâncton com malha de 20 $\mu$ m de abertura e imediatamente fixadas em solução de Transeau (Bicudo & Menezes, 2005).

A identificação do material coletado, em nível genérico e infragenérico, foi baseada nos caracteres morfológicos e morfométricos das células. A identificação das espécies foi feita com auxílio de literatura relevante na área: Bourrely (1968, 1970, 1972), Prescott (1962), Förster (1969; 1974), Thomasson (1971), Uherkovich (1976, 1981), Uherkovich & Rai (1979), Uherkovich & Franken (1980), De-Lamonica-Freire (1985), Kramer & Lange-Bertalot (1988, 1991) e Bicudo & Menezes (2005).

As variáveis ambientais investigadas para avaliação da qualidade da água encontram-se na tabela 1. Os procedimentos de coleta foram realizados segundo o Standard Methods (APHA et al., 2005). A classificação hidroquímica (diagrama de Piper) foi feita com o programa QualiGraf.

Tabela 1 - Variáveis físicas, físico-químicas e químicas e técnicas analíticas utilizadas.

VARIÁVEL AMBIENTAL	TÉCNICA ANALÍTICA	UNIDADE
pH	Direto, Potenciométrico	----
Condutividade Elétrica (CE)	Direto, Potenciométrico	μS/cm
Oxigênio Dissolvido (OD)	<i>Standard Methods</i> , Titulometria	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	<i>Standard Methods</i> , Titulometria	%
Alcalinidade	<i>Standard Methods</i> , Potenciometria	mg H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L
Turbidez	<i>Standard Methods</i> , Nefelometria	NTU
Cor verdadeira (Cor)	<i>Standard Methods</i> , Espectrofotometria	mg Pt/L
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	<i>Standard Methods</i> , Refluxo Aberto	mg/L
Íons dissolvidos (Na <sup>+</sup> K <sup>+</sup> NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> Cl <sup>-</sup> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	<i>Standard Methods</i> , Espectrofotometria	mg/L
Si(OH) <sub>4</sub>	<i>Standard Methods</i> , Titulometria	mg/L
N-Total	Valderrama (1980), Espectrofotometria	mg/L
P-Total	Valderrama (1980), Espectrofotometria	mg/L

### 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registradas 113 táxons de algas planctônicas, sendo 21,24% comuns aos dois sistemas lacustres (Tabela 2); o sistema mais bem representado foi o Janaucá (65,49% das espécies). Em ambos os sistemas Chlorophyta foi a Divisão mais bem representada (60,81% no Janaucá e 35,48% no Miriti), seguida por Euglenophyta e Heterokontophyta/Chrysophyceae (16,22%) no Janaucá e por Euglenophyta (21,00%) no Miriti (Figura 1).

Apesar da parte média da bacia hidrográfica do Miriti estar dentro da área urbana da quarta maior cidade do estado do Amazonas (IBGE, 2017) e desse recurso hídrico ser o principal recurso hídrico a receber o esgoto da cidade, o sistema Janaucá esteve mais bem representado em termos de cianobactérias (16,67% e 91,67% dos táxons dessa Divisão, respectivamente).

Os valores médios observados para as variáveis ambientais nos locais estudados encontram-se na figura 2. Apesar das variáveis DQO, íon amônio e nitrato terem sido mais elevadas no Miriti e do nitrogênio total e fósforo total terem sido mais elevados no Janaucá, ambos os sistemas apresentaram a mesma classificação hidroquímica: águas cálcicas bicarbonatadas (Figura 3).

Tabela 2: Algas fitoplanctônicas nos sistemas lacustres Janauacá e Miriti

Táxon	Miriti	Janauacá
CYANOPHYTA ( CYANOBACTERIA )		
<i>Aphanothece sp.</i>		X
<i>Anabaena spx</i>		X
<i>Anabaena sp2</i>		X
<i>Anabaena sp.</i>	X	
<i>Chroococcus sp.</i>		X
<i>Microcystis spx</i>		X
<i>Microcystis sp2.</i>		X
<i>Microcystis sp.</i>		X
<i>Oscillatoria sp.</i>	X	X
<i>Planktothrix sp.</i>		X
<i>Pseudanabaena spx</i>		X
<i>Pseudanabaena sp.</i>		X
CHLOROPHYTA		
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim	X	X
<i>Ankistrodesmus graciles</i> ( Reinsch ) Korsikov	X	
<i>Ankistrodesmus sp.</i>	X	
<i>Closterium decoratum</i> W. & G. S. West	X	
<i>Closterium kwetzingii</i> Brébisson		X
<i>C. ornatum</i> Ralfs	X	
<i>Closterium pronum</i> Brébisson		X
<i>Closterium setaceum</i> Ehrenberg	X	
<i>Closterium sp.</i>		X
<i>Coelastrum cambricum</i> Archer	X	X
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli	X	
<i>C. macilentum</i> Brébisson	X	
<i>C. porrectum</i> Nordstedt	X	
<i>C. pronum</i> Brébisson	X	
<i>Coelastrum reticulatum</i> ( Dangeard ) Senn.		X
<i>C. subulatum</i> ( Kützing ) Brébisson	X	X
<i>Coelastrum sp.</i>		
<i>Cosmarium sp.</i>	X	
<i>D. sioli</i> Förster	X	X
<i>D. swartzii</i> Agardh	X	
<i>Desmodesmus sp.</i>		X
<i>Dictyosphaerium puchellum</i> Wood	X	X
<i>Dimorphococcus lunatus</i> A. Braun	X	
<i>Euastrum evolutum</i> ( Nordstedt ) W. & G. S.		X
<i>E. fissum</i> West & West	X	
<i>Euastrum gemmatum</i> Brébisson		X
<i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg	X	X
<i>Golenkinia sp.</i>	X	
<i>Gonatozygon sp.</i>	X	
<i>Micrasterias borgei</i> Kreger	X	

Tabela 2: (Continuação).

<i>M. radiata</i> Hassall		X
<i>Oedogonium</i> sp.	X	
<i>Onychonema laeve</i> Nordstedt	X	
<i>Oocystis lacustris</i> Chodt		X
<i>Oocystis</i> sp.	X	X
<i>Pandorina morun</i> ( Muell ) Bory	X	
<i>P. duplex</i> Meyen	X	
<i>P. Tetras</i> ( Ehrenberg ) Ralfs	X	
<i>Pleurotaenium coronatum</i> ( Brébisson ) Rabenhorst	X	
<i>P. trabecula</i> Ehrenberg	X	
<i>Selenastrum gracile</i> Reinsch	X	
<i>Sphaerocystis</i> sp.	X	X
<i>Spirogyra</i> spp.	X	
<i>Spondylosium pulchrum</i> ( Bailey ) Archer	X	
<i>Staurastrum boergesenii</i> Raciborski		X
<i>S. elegantissimum</i> Johnon	X	
<i>S. leptacanthum</i> Nordstedt	X	
<i>S. longipes</i> ( Nordstedt ) Teiling	X	
<i>S.leptocladum</i> Nordstedt	X	X
<i>S. pinnatum</i> Turner	X	
<i>S. rotula</i> Nordstedt	X	
<i>S. sebaldi</i> Reinsch	X	
<i>S. setigerum</i> Cleve	X	
<i>Staurastrum</i> sp.		X
<i>Staurodesmus clepsydra</i> ( Nordstedt ) Teiling	X	
<i>Staurodesmus</i> sp.		X
<i>Xanthidium canadense</i> Joshua ) Förster	X	
<i>X. trilobum</i> Nordstedt	X	
<i>Volvox</i> sp.		X
<b>DINOPHYTA</b>		
<i>Peridinium spx</i>		X
<i>Peridinium sp2</i>		X
<i>Peridinium</i> sp.	X	X
<b>EUGENOPHYTA</b>		
<i>Euglena acus</i> Ehrenberg		X
<i>E. oxyuris</i> Scharmada	X	X
<i>Lepocincles ovum</i> ( Ehrenberg ) Lemmermann	X	X
<i>Lepocincles</i> sp.x	X	
<i>Lepocincles</i> sp.	X	X
<i>Phacus longicauda</i> ( Ehrenberg ) Dujardin	X	X
<i>Phacus</i> sp.x	X	
<i>Phacus</i> sp2		X
<i>Phacus</i> sp3		X
<i>Phacus</i> sp.	X	

Tabela 2: (Continuação).

<i>Trachelomonas acanthophora</i> Stokes		X
<i>T. armata</i> ( E. ) Stein		X
<i>T. dastuguei</i> Balech	X	X
<i>Trachelomonas sp.x</i>	X	
<i>Trachelomonas sp.2</i>	X	
<i>Trachelomonas sp3</i>		X
<i>Trachelomonas sp4</i>		X
<i>Trachelomonas sp.</i>	X	X
<i>Strombomonas gibberosa</i> ( Playf. ) Defl.	X	
HETEROKONTOPHYTA ( Chrysophyceae )		
<i>Dinobryun sertularia</i> Ehrenberg	X	X
<i>Mallomonas sp.x</i>		X
<i>Mallomonas sp.</i>	X	X
<i>Synura uvella</i> Ehrenberg		X
HETEROKONTOPHYTA ( Bacillariophyceae )		
<i>Actinella guianensis</i> Grunow	X	
<i>Aulacoseira ambigua</i> ( Grunow ) Simonsen		X
<i>A. granulata</i> ( Ehrenberg ) Simonsen	X	X
<i>Aulacoseira sp.x</i>	X	
<i>Aulacoseira sp.2</i>	X	
<i>Aulacoseira sp3</i>		X
<i>Aulacoseira sp4</i>		X
<i>Aulacoseira sp.</i>	X	X
<i>Eunotia asterionelloides</i> Hustedt	X	
<i>E. flexuosa</i> ( Brébisson ) Kützing	X	
<i>E. pseudoserra</i> De oliveira & Steinita-Kannan	X	
<i>Eunotia sp.</i>	X	X
<i>Navicula sp.</i>	X	
<i>Tabellaria sp.</i>		X
<i>Urosolenia eriensis</i> (Smith ) Round	X	X
<i>U. longiseta</i> Zacharias	X	X

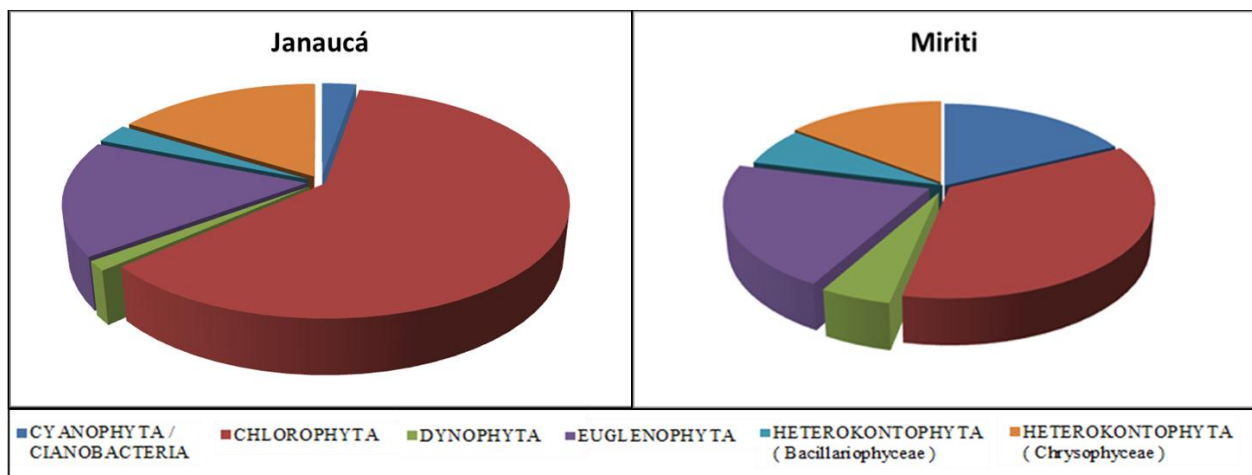


Figura 1: Distribuição das Divisões nos sistemas lacustres Janaucá e Miriti.

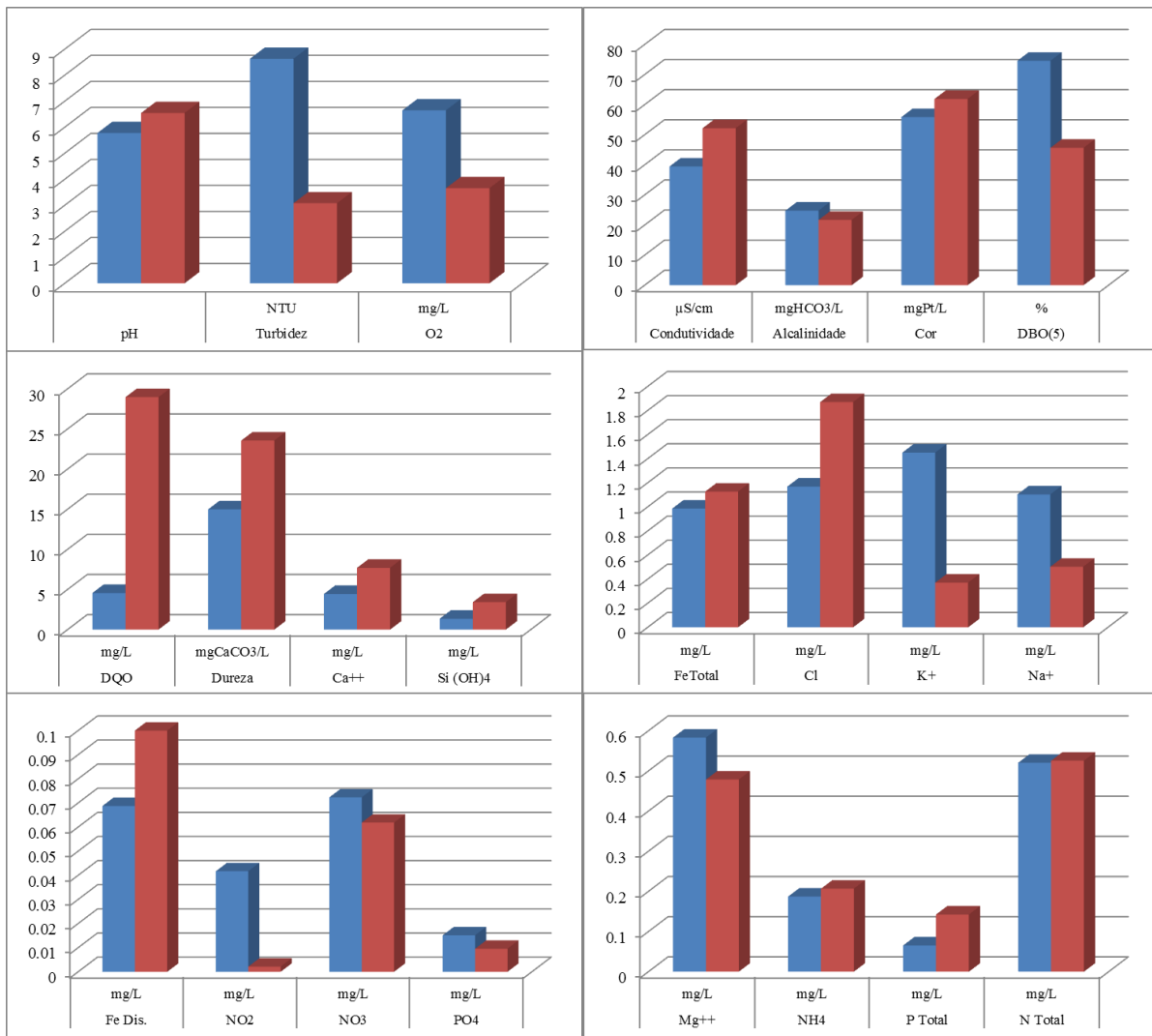


Figura2: Resultados das análises químicas, físico-químicas e químicas da água. (■ Miriti, ■ Janaúacá)

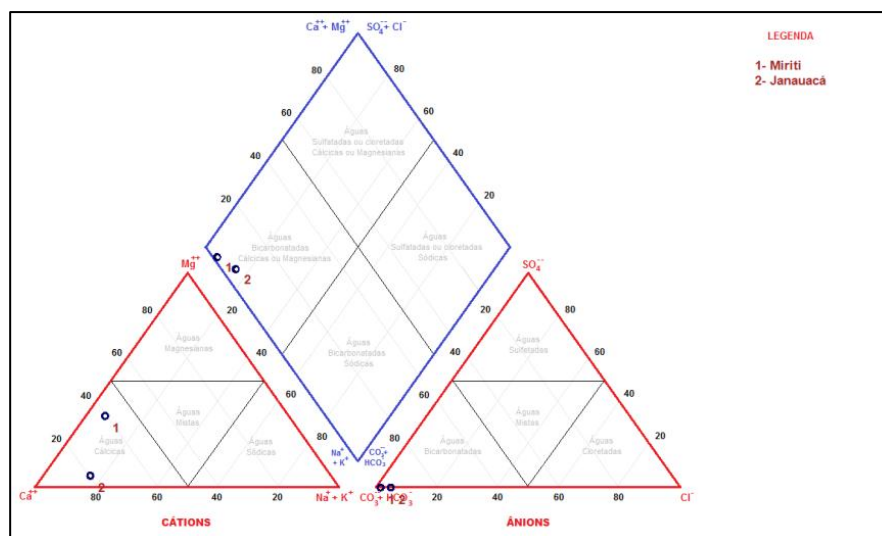


Figura 3 – Diagrama de Piper.



#### 4- CONCLUSÕES

Em uma das visitas ao sistema Janaucá, bem a frente a uma comunidade de pescadores, foi observada uma nata de cianobactérias em direção a outra comunidade, mas nem a análise da água nem a observação das amostras do fitoplâncton sugeriram um início de eutrofização. Apesar da maior riqueza de espécies de cianobactérias no Janaucá, esse grupo foi mais representativo no Miriti,

Os resultados obtidos na análise da água (pH, concentração de oxigênio e tonalidade da água) sugeriram intensa atividade fotossintética em um dos sítios amostrais do Miriti, em período de águas baixas (o que represa ainda mais o lago nesse trecho, que fica a jusante do aporte de esgoto do cidade, e próximo à foz) no entanto não houve coleta de algas nesse local para verificar uma possível floração de uma ou mais espécies. O estudo ficológico foi realizado apenas na visita seguinte, próximo à cheia do Solimões, e não foram observadas muitas algas nesse sítio amostral, nem algum fator que voltasse a sugerir maior produtividade nesse local. Os resultados obtidos sugerem que o período de estiagem é mais propício para a eutrofização na área urbana do sistema lacustre Miriti. Apesar da dificuldade de acesso, devem ser concentrados esforços para verificar as comunidades fitoplanctônicas e a qualidade da água nos lagos do sistema Janaucá próximo ao período de estiagem

#### REFERÊNCIAS

- American Public Health Association - APHA; American Water Work Association – WWA; Water Pollution Control Federation - WOCF. (2005). “*Standard methods for the examination of water and wastewater*”. 21st ed. Washington-USA: American Public Health Association, CD-rom.
- BICUDO, C. E. M; MENEZES, M. 2005. “*Gêneros de Algas Continentais do Brasil (chave para identificação e descrições)*”. São Carlos: RiMa, 508p.
- BOURRELLY, P. (1968). “*Les algues d’eau douce. Initiation à la systematique, Tom II: Les algues jaunes et brunes. Chrysophycées, Xanthophycées et Diatomées*”. Paris: Éditions N. Boubée & Cie, 438p.
- BOURRELLY, P. (1970). “*Les algues d’eau douce. Initiation à la systematique, Tom III, Les algues blues et rouges Les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines*”. Paris: Éditions N. Boubée & Cia, 512p.
- BOURRELLY, P. (1972). “*Les algues d’eau douce. Initiation à la systematique, Tom I: Les algues vertes*”. Paris: Éditions N. Boubée & Cie, 569p.
- CÂNDIDO, P.R. (2014) “*Comunidade Novo Horizonte no lago Janaucá – AM sob uma ótica socioeconômica, ambiental e cultural*”. Dissertação (Mestrado). Manaus: Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas. 2014. 57p.

- CUNHA, H.B.; PASCOALOTO, D. (2006). “*Hidroquímica dos rios da Amazônia*”. Manaus: Governo do Estado do Amazonas/ Secretaria de Estado da Cultura/Centro Cultural dos Povos da Amazônia - Série Pesquisas, Manaus. 127pp.
- DE-LAMONICA-FREIRE, E. M. (1985). “*Desmidióflora da Estação Ecológica da Ilha de Taiaã, Município de Cáceres, Mato Grosso, Brasil*”. Tese de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo, 538p.
- FÖRSTER, K. (1969). “Amazonische Desmidiéen 1. Areal Santarém<sup>3</sup>”. *Amazoniana* 2 (1/2), pp. 5-232,
- FÖRSTER, K. (1974). “Amazonisch Desmidiéen 2. Areal Maúes-Abacaxis”. *Amazoniana* 5 (2), pp.: 135-242.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2017). «Estimativa populacional 2017». Rio de Janeiro, IBGE. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/>>, Consultado em 20 de junho de 2018.
- KRAMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. 1988. “*Bacillariophyceae: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae*”, in *Süsswasserflora von Mitteleuropa*. Org, por Ettl, H.; Gerloff, J.; Heynig, H. e Mollenhauer, D. , v. 2(2), Stutthart: G. Fischer, 595p.
- KRAMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. (1991). “*Bacillariophyceae: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*”, in *Süsswasserflora von Mitteleuropa*. Org, por Ettl, H.; Gerloff, J.; Heynig, H. e Mollenhauer, D. , v. 2(3), Stutthart: G. Fischer, 576p.
- OLIVEIRA MIRANDA, E.C.A. (2013). “*Influência do pulso de inundação do rio Solimões sobre os processos geoquímicos e comunidade fitoplânctonica do Lago Janauacá, Amazonas, Brasil*”. Tese (Doutorado). Brasília/DF: Universidade de Brasília, 2013. 125 p.
- PRESCOTT, G. W. (1962). “*Algae of the Western Great Lakes Area*”. Dubuque, Iowa: W. M. C. Brown Company Publishers, 977p.
- THOMASSON, K. (1971). “*Amazonian algae*”. Mémoires Institut des Sciences Naturelles de Belgique 10 (86), pp. 1-57.
- UHERKOVICH, G. (1976). “*Algen aus den Flüssen Rio Negro und Rio Tapajós*”. *Amazoniana* 5 (4), pp. 465-515.
- UHERKOVICH, G. (1981). “*Algen aus einigen Gewässen Amazoniens*”. *Amazoniana* 7 ( 2), pp. 191-219.
- UHERKOVICH, G. (1984). “*Phytoplankton*”, in *The Amazon: limnology and landscape ecology of a might tropical river and its basin*. Org. por SIOLI, H.. Dordrecht: Dr. W. Junk Publ., pp. 295-310.
- UHERKOVICH, G.; H. RAI. (1979). “*Algen aus dem Rio Negro und seinen Nebenflüssen*”. *Amazoniana* 6 (4), pp. 611-638.
- UHERKOVICH, G.; FRANKEN, M. (1980). “*Aufwuchsalgen aus zentralamazonischen Regenwaldbächen*”. *Amazoniana* 7 (1), pp. 49-79.

## AGRADECIMENTOS

À FAPEAM, pelo financiamento do projeto. Aos técnicos do LQA (CODAM/INPA), pela ajuda em campo e análises das amostras.