

CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA DA BAÍA CAIÇARA SUPERIOR, EM CÁCERES-MT, PANTANAL BRASILEIRO

Acisa Raimunda de **SOUZA**

Universidade do Estado de Mato Grosso, Laboratório de Ictiologia do Pantanal Norte-LIPAN, Centro de Pesquisa em Limnologia, Biodiversidade e Etnobiologia do Pantanal. Cidade Universitária.

E-mail: cisa.rsouza@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9262-8238>.

Claumir Cesar **MUNIZ**

Universidade do Estado de Mato Grosso, Laboratório de Ictiologia do Pantanal Norte-LIPAN, Centro de Pesquisa em Limnologia, Biodiversidade e Etnobiologia do Pantanal. Cidade Universitária.

E-mail: claumir@unemat.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2082-2234>.

Ernandes Sobreira **OLIVEIRA JUNIOR**

Universidade do Estado de Mato Grosso, Laboratório de Ictiologia do Pantanal Norte-LIPAN, Centro de Pesquisa em Limnologia, Biodiversidade e Etnobiologia do Pantanal. Cidade Universitária.

E-mail: ernandes.sobreira@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6953-6917>.

Histórico do Artigo:

Recebido

Maio de 2021

Aceito

Junho de 2021

Publicado

Agosto 2021

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo analisar as variáveis limnológicas nas diferentes variações sazonais de uma baía temporariamente conectada ao rio Paraguai - Baía Caiçara Superior (BCS), no Pantanal Mato-grossense. As amostras foram coletadas

mensalmente de janeiro a dezembro de 2008. As variáveis: transparência, temperatura, profundidade, condutividade elétrica, pH, oxigênio dissolvido, saturação, amônia, nitrato, nitrito, fósforo e nitrogênio foram obtidas em campo e plotadas em planilhas e gráficos. Os resultados mostraram que a redução do nível d'água na estiagem (setembro, outubro e novembro) promove na baía do Caiçara Superior o desligamento da baía com o rio Paraguai e elevação nos valores de algumas das variáveis analisadas como: oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico, saturação, nitrogênio, nitrato, nitrito e fósforo. Enquanto que as demais variáveis analisadas como: profundidade, temperatura, condutividade elétrica, amônia e transparência apresentaram maiores valores no período em que esta baía manteve sua conexão com o rio Paraguai. Diante dos resultados, conclui-se que a variação do nível da água provoca alterações nas variáveis limnológicas nos corpos d'água, que é provocada pela interação entre ambiente aquático e terrestre, mostrando forte influência com os períodos de conexão e desligamento dessa baía ao rio Paraguai. A perda de conexão da baía com o rio proporciona o incremento nas concentrações das variáveis, motivada pela redução do nível d'água típico do pulso de inundação pantaneiro.

Palavras-chaves: Planície de inundação. Isolamento ambiental. Lago pantaneiro.

LIMNOLOGICAL CHARACTERIZATION IN LAKE WITH TEMPORARY CONNECTION WITH THE RIVER PARAGUAY CÁCERES-MT, THE BRAZILIAN PANTANAL

Abstract: This paper aims to analyze the limnological variables in different seasonal variations of a lake temporarily connected to the Paraguay river – Caiçara Upper Lake (BCS), in the Pantanal of the Mato Grosso State. Samples were collected monthly from January to December 2008. The variables: transparency, temperature, depth, conductivity, pH, dissolved oxygen, saturation, ammonia, nitrate, nitrite, phosphate and nitrogen were obtained in the field and plotted on spreadsheets and charts. The results showed that the reduction of the water level in the dry season (September, October and November) promotes in the Caiçara Upper Lake the off of the lake with the Paraguay river and increase the values of some variables such as dissolved oxygen, hydrogen potential, saturation, nitrogen, nitrate, nitrite and phosphorus. While other variables such as depth, temperature, conductivity, ammonia and transparency were higher in the period in which this lake maintained his connection with the Paraguay river. Given the results, it is concluded that the change in water level causes changes in limnological variables in water bodies, which is caused by the interaction between the aquatic and terrestrial environment, showing strong influence with periods of connection and disconnection of this lake to the Paraguay river. The loss of connection between the bay and the river provides an increase in the concentrations of the variables, motivated by the reduction in the water level typical of the Pantanal flood pulse.

Keywords: Floodplain. Environmental isolation. Wetland lake.

CARACTERIZACIÓN LIMNOLÓGICA EN UNA BAHÍA CON CONEXIÓN TEMPORAL AL RÍO PARAGUAY EN CÁCERES-MT, PANTANAL BRASILEÑO

Resumen: El presente trabajo tiene como objetivo analizar las variables limnológicas en las diferentes variaciones estacionales de una bahía temporalmente conectada al río Paraguay - Bahía Caiçara Superior (BCS), en el Pantanal Mato- grossense. Las muestras se recolectaron mensualmente de enero a diciembre de 2008. Las variables: transparencia, temperatura,

profundidad, conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto, saturación, amoníaco, nitrato, nitrito, fósforo y nitrógeno se obtuvieron en campo y se graficaron en hojas de cálculo y gráficos. Los resultados mostraron que la reducción del nivel del agua durante la estación seca (septiembre, octubre y noviembre) promueve en la Bahía Caiçara Superior la desconexión de la bahía del río Paraguay y un aumento en los valores de algunas de las variables analizadas, como como: oxígeno disuelto, potencial de hidrógeno, saturación, nitrógeno, nitrato, nitrito y fósforo. Mientras que las demás variables analizadas como: profundidad, temperatura, conductividad eléctrica, amoniaco y transparencia mostraron valores superiores en el período en el que esta bahía mantuvo su conexión con el río Paraguay. Con base en los resultados, se concluye que la variación en el nivel del agua provoca cambios en las variables limnológicas en los cuerpos de agua, lo cual es causado por la interacción entre el medio acuático y terrestre, mostrando una fuerte influencia con los períodos de conexión y desconexión de esta bahía al río Paraguay. La pérdida de conexión entre la bahía y el río proporciona un aumento en las concentraciones de las variables, motivado por la reducción del nivel de agua típica del pulso de crecida del Pantanal.

Palabras clave: Llanura aluvial. Aislamiento ambiental. Lago pantaneiro.

INTRODUÇÃO

O Pantanal é toda área contínua inserida na Bacia do Alto Paraguai (BAP), sofrendo inundações periódicas, contém cerca de 138.183 Km², dos quais 35% pertencem ao estado de Mato Grosso e 64,64% ao Mato Grosso do Sul, isso o faz a maior planície inundável do mundo (DA SILVA *et al.* 1998). Um dos principais fatores que rege a biodiversidade do Pantanal é o pulso de inundação, uma vez que favorece a flora e fauna relacionadas aos diferentes períodos sazonais (cheia, vazante, estiagem e enchente) (ALHO 2011; 2019).

No período de enchente/cheia é frequente a alteração na qualidade da água, pois esta relacionada com a decomposição da grande massa de matéria orgânica submersa no rio durante o início do processo de inundação. Essa troca do ciclo anual promove a ciclagem de nutrientes, contribuindo para o funcionamento da planície de inundação pantaneira e para o desenvolvimento das espécies (JUNK; CUNHA, 2005).

Durante a fase de inundação, o rio Paraguai expande sua área estabelecendo ligações entre os mais diferentes tipos de compartimentos, podendo ser entre rio e lagoa, rio e planície, lagoa e planície ou até uma combinação de todos esses compartimentos. Essa conectividade determina a transferência de nutrientes e matéria e também a troca de organismos entre esses ambientes (FANTIN-CRUZ *et al.* 2010).

Essa alternância entre períodos (cheia, vazante, estiagem e enchente) que rege o Pantanal, em curtos períodos de tempo além de permitir rápida ciclagem de nutrientes, o que faz desses ambientes altamente produtivos explicando, em parte, a abundância de aves e peixes. O Pantanal é local de constante movimentação de animais uma vez que com a

variação dos ciclos hidrológicos disponibiliza habitats e outros recursos para esse organismo, sendo este considerado um fenômeno ecológico mais interessante e desconhecido do ambiente Pantaneiro (FANTIM-CRUZ *et al.* 2010)

As variações periódicas que separa esse ambiente entre fase terrestre e aquática é o fator mais importante para os organismos que vivem em várzeas e também de áreas inundáveis. Isso por que muitos organismos são adaptados para sobreviver em ambas as fazes. Normalmente o que acontece é que para alguns organismos uma dessas fases será desfavorável ou até fatal. Para a garantia das espécies esses organismos necessitam se recuperar durante a fase favorável a fim de garantir a sobrevivência de pelo menos parte da população durante a fase desfavorável (GODINHO *et al.* 2009).

Essas variações juntamente com o período de inundação provocam transformações nas características limnológicas d'água que são causadas pelas interações de ambientes aquáticos e terrestres. A ocupação do solo (desmatamento) em torno de cursos d' água o crescimento da população e padrões gerais do consumo humanos resultaram em inúmeros impactos que alteram (qualidade) o meio físico, químico e biológico da água, já que os descartes de resíduos gerados pela urbanização acelerada nem sempre ocorrem de maneira adequada (TUNDISI, 2008). Além disso, o Pantanal vem ocorrendo com perda de água cada ano com maior frequência, e nos últimos anos o Pantanal Norte perdeu 16% de sua massa d'água (LAZARO; OLIVEIRA JUNIOR *et al.* 2020).

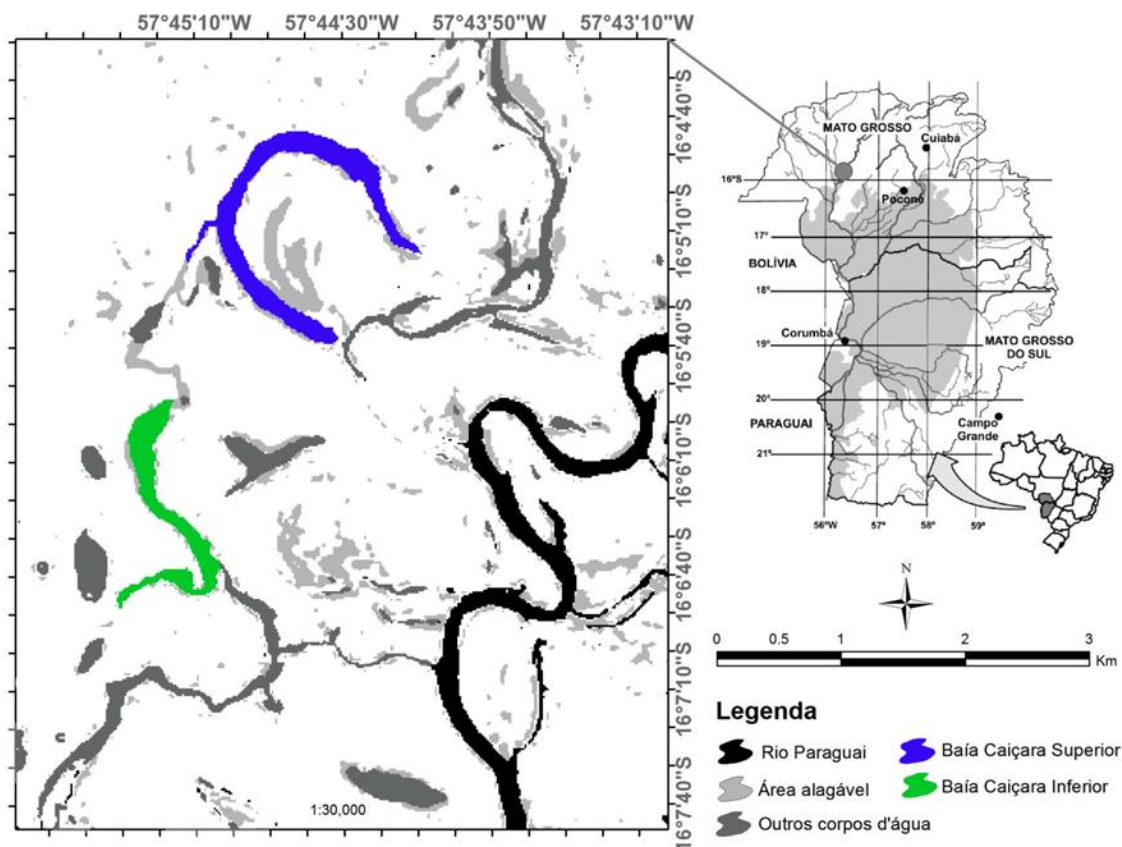
De forma geral, a qualidade da água é representada por parâmetros limnológicos que visa acompanhar periodicamente a evolução das condições hídricas. Através desse processo de monitoramento é possível traduzir as características físicas, químicas e biológicas do ambiente aquático que esta relacionada diretamente com a contaminação desses corpos (ESTEVES, 2011), o uso da limnologia torna possível detecção de resultados de atividades antrópicas nocivas, por meio de monitoramentos auxiliam no diagnóstico da qualidade dos recursos hídricos, promovendo conhecimento para manutenção desses recursos (Silva *et al.* 2017) e melhor compreensão das relações ecológicas no ambiente (OLIVEIRA-JUNIOR *et al.* 2013).

Neste contexto, o trabalho teve como objetivo analisar as variáveis limnológicas de uma baía temporariamente conectada ao rio Paraguai, durante o ano de 2008 considerando as alterações Limnológicas sazonais, em ambientes inundáveis com perda de conexão com o corpo d'água principal, a fim de formar base de dados sobre a condição ambiental de tais baías, para monitoramento dos corpos d'água pantaneiros.

MATERIAL E MÉTODOS

O sistema de baías Caiçara ($16^{\circ}07'03''\text{S}$ e $57^{\circ}44'07''\text{W}$) está localizado na margem direita do rio Paraguai, é caracterizado como sistema lântico, e composto por inúmeras baías, muitas perdem a conexão com o rio durante a estiagem (MUNIZ, 2010). Dentre as baías temporárias, pertencentes ao sistema Caiçara, a Baía Caiçara Superior (BCS) (Figura 1), perde completamente a conexão com o rio durante o período de águas baixas (setembro a novembro) na estiagem, ficando conectada à calha do rio durante o período de dezembro a agosto.

Figura 1: Localização da área de estudo: “Baía Caiçara Superior”.



Fonte: Os autores, 2021.

A coleta de dados foi realizada entre os meses de janeiro a dezembro de 2008 compreendendo os quatro períodos hidrológicos (Cheia, Vazante, Estiagem e Enchente). Acompanhando a variação limnológica que ocorre em decorrência da entrada e saída de material, assim como flutuações na profundidade do corpo d'água. Dessa forma é possível uma melhor compreensão da dinâmica limnológica e como essa afeta a biota aquática durante

o ano.

Os parâmetros analisados foram: profundidade da coluna d'água (cm), temperatura (°C), potencial hidrogeniônico (pH), saturação, transparência (cm), condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{Cm}^{-1}$), oxigênio dissolvido -OD (mg/L), amônia (mg/L), nitrato (mg/L), nitrito (mg/L), fósforo (mg/L) e nitrogênio (mg/L). Os registros limnológicos foram obtidos com o auxílio de: peagâmetro digital, disco de Secchi, condutivímetro digital e oxímetro digital, e para outras variáveis, o material foi encaminhado para análise no laboratório de limnologia da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar.

Foram realizadas as análises Correlação de Spearman para testar a relação das variáveis ambientais entre si, temperatura, OD, condutividade, pH e transparência. Análise de variância- Anova para testar as variáveis químicas entre si (nitrogênio, nitrito, nitrato, fósforo e amônia), com as variáveis físicas. Análise de Componentes Principais (PCA), para demonstrar os agrupamentos formados em decorrência do período sazonal com os outros atributos estudados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os diferentes períodos sazonais da Baía Caiçara Superior observados são representados pela cheia (janeiro, fevereiro e março), vazante (abril, maio, junho, julho e agosto), e estiagem (setembro, outubro e novembro). O período de enchente é representado por dezembro (figura 2). Os valores médios da profundidade e da transparência da água variaram apresentando diferenças entre os períodos de amostrados. Para profundidade as maiores médias foram apresentadas no período da cheia em fevereiro com (433,33 cm) e menor no período de estiagem com (34,33cm) durante o mês de novembro, descrevendo assim os períodos hidrológicos.

Figura 2. Dinâmica da coluna d'água no rio Paraguai (Prof. mar) e na Baía Caiçara Superior (Prof. cm) durante o período de janeiro a dezembro de 2008.



As maiores médias para transparência foram no período de cheia, mas precisamente no mês de fevereiro ($132,44 \pm 14,31$ cm) e menores na estiagem no mês de novembro, com ($13,00 \pm 01,69$ cm). Os resultados demonstram a forte correlação entre profundidade e transparência da coluna d'água, variando simultaneamente. As maiores médias para transparência no período em que há conexão entre rio-baía, demonstra que esta ligação entre sistemas atua diluindo as concentrações de nutrientes ali existentes, assim como descritos por Nogueira *et al.* (2002) estudando baías pantaneiras. Nesse sistema, quando em conectividade ao rio, ocorrem trocas de matéria orgânica e inorgânica permanentes entre os sistemas rio-baía, ocasionando a entrada de material alóctone proveniente do pulso de inundação no período da enchente, assim como descrito por Fantin Cruz *et al.* (2010), e em períodos de isolamento, este sistema apresenta características únicas, diferente daqueles em que permanece conectada ao rio Paraguai e a outras baías.

Resultados semelhantes foram encontrados por Silva (2008), no rio Purus, em que os valores de transparência acompanharam os valores de profundidade. O menor resultado para esta variável ocorreu justamente no período de desligamento da baía com o rio Paraguai, o que pode ter sido provocado pelo baixo nível hidrológico nesse período, diminuição da temperatura da água pelos ventos o que provoca a mistura da água com sedimento das partes mais profundas, deixando a água mais turva (ESTEVES, 2011).

Durante o período de cheia, ocorreu redução nos teores de oxigênio dissolvido, em relação aos demais períodos. Durante o mês de janeiro o oxigênio dissolvido foi $0,44\text{mg/l}$ ($\pm 0,13$), aumentando até $7,30\text{mg/l}$ ($\pm 0,20$) no período de estiagem, em setembro. As menores médias para saturação foram observadas no período da cheia, no mês de janeiro com $5,26\%$ ($\pm 1,47$) e as maiores no período de estiagem, com $90,14\%$ ($\pm 4,56$) em novembro. Mediante as análises efetuadas para os parâmetros físico-químicos da água da Baía Caiçara Superior (BCS), foi observado que oxigênio dissolvido e pH apresentaram o mesmo comportamento em relação aos períodos sazonais.

De acordo com Costa *et al.* (2006), em seu trabalho sobre avaliação preliminar da qualidade da água do arroio Madureira e afluentes, os baixos valores de oxigênio dissolvido e pH estão associados a decomposição da matéria orgânica, processo no qual são produzidos muitos ácidos. Oliveira Junior *et al.* (2013) observaram altas concentrações de OD na estiagem e baixas na cheia para uma baía desse mesmo sistema. As ondulações nos valores de oxigênio dissolvido disponível no meio são normais para o Pantanal sendo comumente citados em

trabalhos como De Souza *et al.* (2018), que observaram a variação sazonal ao longo de seis baías marginais no Pantanal norte.

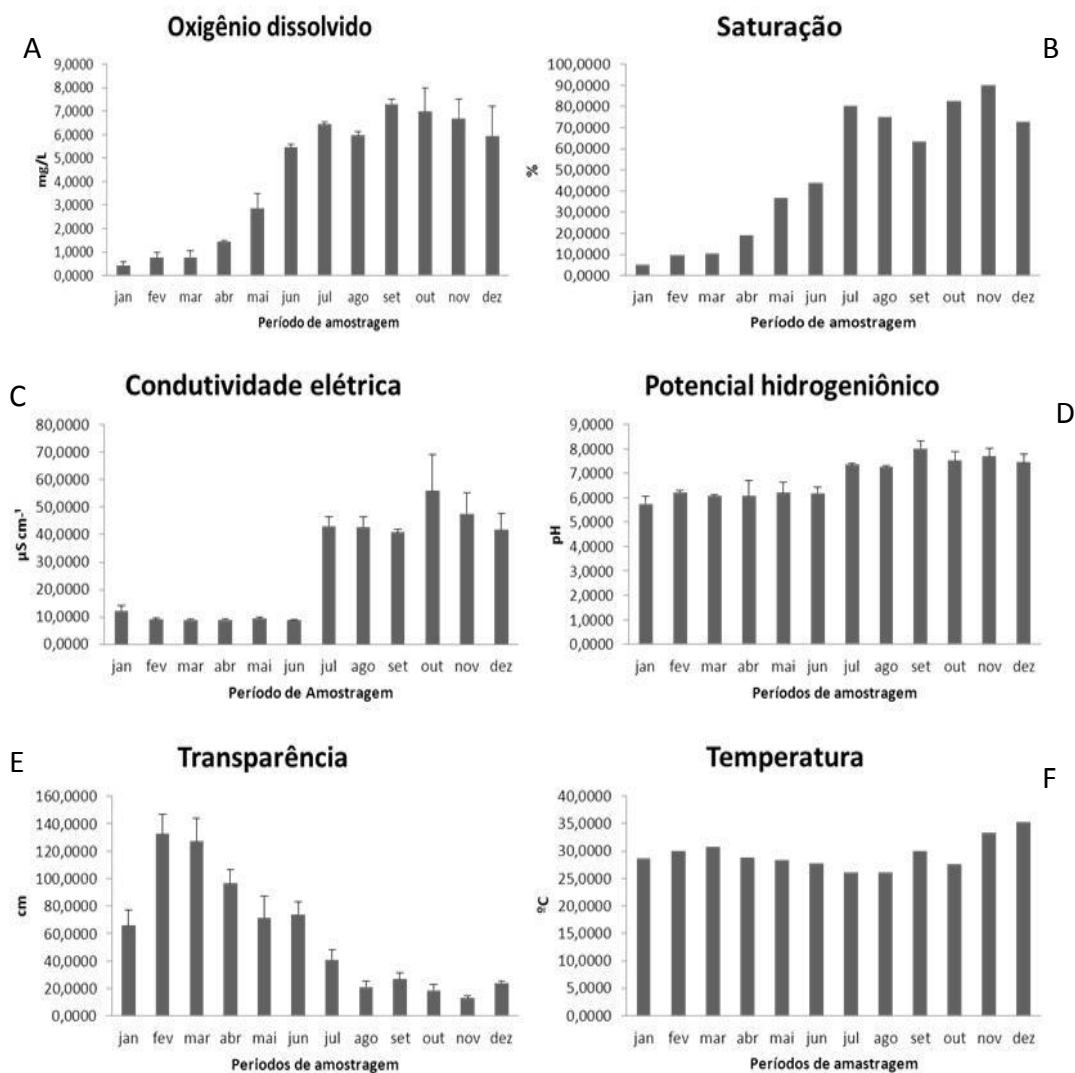
As temperaturas mais elevadas foram verificadas em dezembro no período da enchente com 35,27°C, como características dos rios de regiões tropicais, assim como descrito por Esteves (2011), quando caracteriza a região tropical. Os maiores valores para temperatura da água foram observados no período de enchente, durante o mês de dezembro, com 35,27°C ($\pm 1,18$). A menor temperatura da água no período de vazante, com 26,06°C ($\pm 0,74$) no mês de agosto. Oliveira Junior *et al.* (2013), assim como no presente trabalho, registraram as temperaturas da água mais elevadas durante a enchente, os autores citam a temperatura máxima de 31,65°C para a Baía Caiçara Inferior, baía que integra o sistema de baías Caiçara.

O potencial hidrogeniônico variou de 8,01 ($\pm 0,30$) na estiagem, a 5,75 ($\pm 0,31$) no período da cheia. Assim como no presente estudo De Souza *et al.* (2018) também não observaram grandes variações sazonais no pH, os autores citam que a média sazonal das seis baías estudadas ficaram entre 6,30 à 6,79. Alguns estudos em ambientes pantaneiros citam médias de pH mais baixas que as apresentada no presente trabalho e no citado para o Pantanal norte, Cardoso *et al.* (2014) observaram médias com variação de 3, 175 para uma baía em Aquidauna, Pantanal de Mato Grosso do Sul. As variações no pH observadas podem estar relacionada a fatores locais como o acúmulo de substâncias húmicas e a decomposição de material, oriundas da vegetação (NECCHI JUNIOR *et al.* 2000).

A condutividade elétrica da água apresentou os menores valores no período de vazante, representada pelo mês de junho 8,80 $\mu\text{S cm}^{-1}$ ($\pm 0,40$) e valores mais elevados no mês de outubro no período de enchente com 55,92 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ($\pm 13,31$) (Figura 3). A saída de água do sistema proporcionou redução na condutividade da água de forma simultânea. Resultados semelhantes da condutividade elétrica foram observados por Oliveira (2008) ao analisar riachos da microbacia do rio São Francisco, citando variação espacial e temporal como aqueles fatores que determinam as características desta variável ambiental. Segundo Calheiros (2003), as variações na condutividade são normais e fazem parte das alterações decorrentes do ciclo sazonal.

De acordo com valores indicados pela Cetesb (2009), esse ambiente ainda não esta completamente impactado, uma vez que considera-se um ambiente impactado quando encontrado o valor superior a 100 $\mu\text{S.cm}^{-1}$. Observa-se que a condutividade elétrica geralmente acompanha os níveis de nitrogênio, nitrato, nitrito, ou seja, quanto mais poluído estiver o ambiente aquático, maior será a condutividade.

Figura 3. Dinâmica das variáveis limnológicas mensuradas na Baía Caiçara Superior durante o período de janeiro a dezembro de 2008.



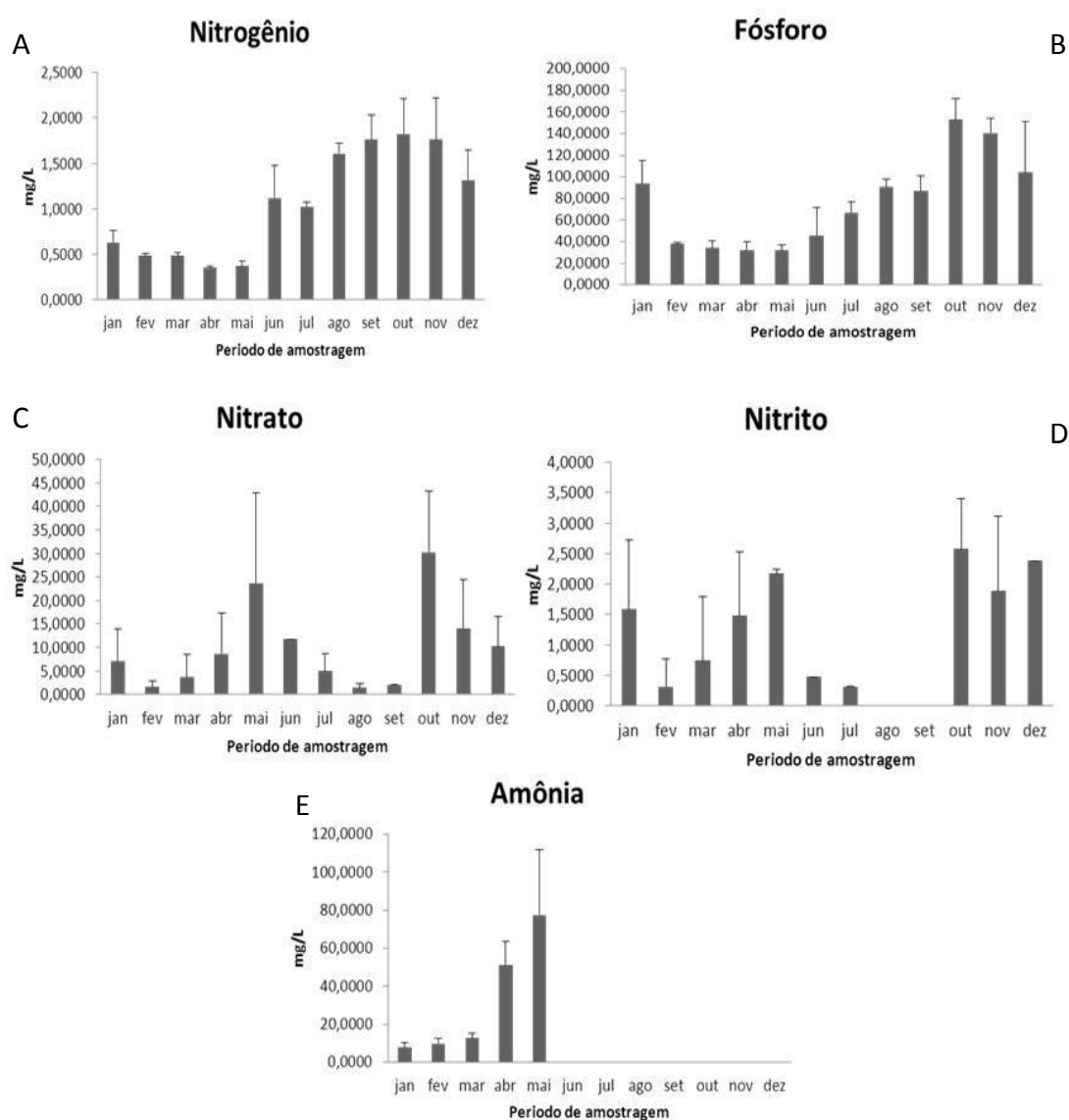
Em: A- Oxigênio Dissolvido; B- Saturação; C- Condutividade Elétrica; D- Potencial Hidrogeniônico; E- Transparência; F- Temperatura.

A dinâmica de variação do fósforo foi de 31,90 mg/L (\pm 4,85) na vazante, a 152,77mg/L (\pm 19,8) no período de estiagem, ocorrendo o inverso com o nitrogênio, o com maior concentração na estiagem (1,82mg/L \pm 0,38) e menor média no período de vazante (0,35mg/L \pm 0,0). A maior concentração de nitrato foi observada na estiagem (30,28mg/L \pm 13,01), enquanto a menor concentração na vazante (1,41mg/L \pm 0,77). A amônia apresentou os menores valores (7,84 mg/L \pm 2,77) no período de cheia e maiores (77,45mg/L \pm 34,72) no período da estiagem, tendendo a zero.

O nitrito não apresentou valores nulos no período de vazante, mais precisamente no mês de agosto e primeiro mês da estiagem (setembro). Foram observadas menores médias desta variável em no período de vazante (0,31 mg/L \pm 0,00) e maiores (2,57 mg/L \pm 0,82) no

período de estiagem. Nitrogênio, amônia, nitrito e nitrato, apresentaram os valores mais elevados na época das águas baixas (vazante e principalmente na estiagem), período em que a baía encontrava-se desconectada do rio Paraguai (Figura 4). De acordo com Esteves (2011), as maiores taxas de nitrogênio estão relacionadas com a diminuição do nível hidrológico o que favorece a decomposição de matéria orgânica, diminuindo a transparência, assim como observado neste estudo.

Figura 4. Dinâmica das variáveis limnológicas mensuradas na Baía Caiçara Superior durante o período de janeiro a dezembro de 2008.

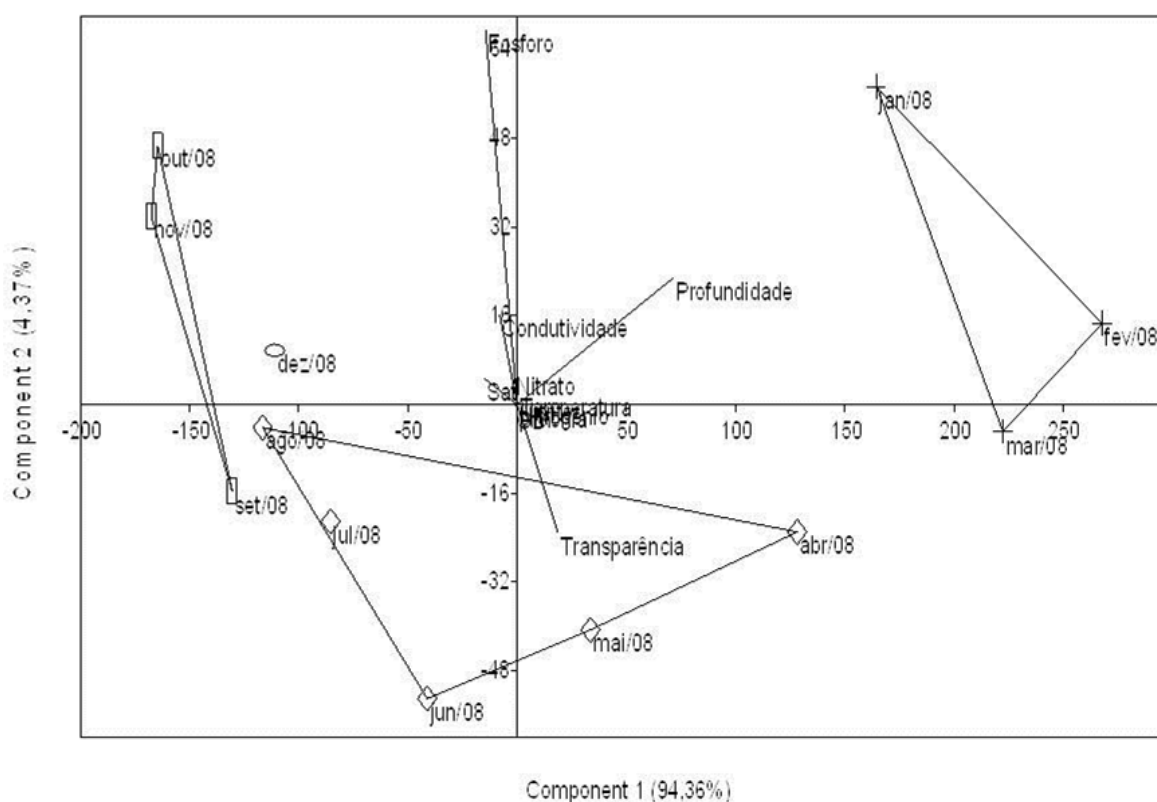


Em: A- Nitrogênio; B- Fósforo; C- Nitrito; D- Nitrato; E- Amônia.

Na análise de componentes principais, plotada comparando os meses de amostragem em relação às variáveis limnológicas, houve agrupamento entre os meses caracterizados pela variação da coluna d'água como sendo aqueles descritores dos períodos hidrológicos na baía estudada, assim como houve segregação dos períodos, demonstrando que o pulso de inundação é um fator distinto para as variáveis limnológicas.

O eixo 1 da PCA é aquele que melhor descreve esta análise (94,36%), e é ordenado principalmente pela transparência correlacionando-se com o período de vazante (Figura 5). Profundidade foi a variável que melhor ordenou a análise para o período de cheia. Dentre os períodos hidrológicos estudados, a enchente (dezembro) possui as maiores diferenças em seus valores para as variáveis limnológicas, fato esse que pode ter ocorrido em virtude de ser amostrado como único mês para o período.

Figura 5. PCA demonstrando os agrupamentos entre os períodos hidrológicos estudados na Baía Caiçara Superior entre os meses de janeiro a dezembro de 2008.



A tabela I demonstra a correlação de Spearman (r_s) das variáveis limnológicas plotadas entre si comparadas entre todos os períodos amostrados. Pode-se perceber que a temperatura é aquela que correlaciona com quase todas as variáveis, exceto nitrito.

Tabela I. Correlação de Spearman (r_s) entre as variáveis limnológicas observadas na Baía Caiçara Superior entre os meses de janeiro a dezembro de 2008. OD = Oxigênio Dissolvido (mg/l); Sat = Saturação de Oxigênio (%); T = Temperatura (°C); C = Condutividade(μS_s^{-1}); N = Nitrogenio (mg/l); Ni = Nitrato (mg/l); Nit = Nitrito (mg/l); P = Fósforo (mg/l); A = Amônia (mg/l); Tra = Transparencia (cm); Prof = Profundidade (cm).

Valor crítico para $n=12$ ($0,56r_s$).

	T	C	N	Ni	Nit	P	A	Tra	Prof
OD	0,86	0,02	0,00	0,60	0,81	0,05	0,89	0,00	0,00
Sat	0,59	0,00	0,00	0,30	0,82	0,04	0,61	0,00	0,00
T		0,60	0,93	0,73	0,47	0,86	0,79	0,76	0,83
pH		0,01	0,00	0,71	0,89	0,05	0,69	0,01	0,00
C			0,01	0,26	0,48	0,00	0,73	0,00	0,00
N				0,85	0,85	0,00	0,23	0,00	0,00
Nit						0,48	0,39	0,53	0,79
P							0,18	0,00	0,01
A								0,85	0,86

Fonte: Os autores, 2021.

A variável fósforo correlacionou somente com temperatura, assim como a condutividade ($p<0,05$) e nitrogênio ($p<0,05$), apresentando os maiores valores correlacionados (0,93). A relação entre nitrato e oxigênio dissolvido também apresentou valores significativos ($p<0,05$), assim como com temperatura, nitrogênio e pH. As maiores concentrações de fósforo foram observadas no período de estiagem, o mesmo ocorreu com o trabalho realizado por Fantin-Cruz *et al.* (2008) em lagoas do Pantanal Norte. Esses resultados foram superiores aos valores permitidos pela Resolução do CONAMA 357/2005 que é de (50 mg/L), porém como observado em reservatórios, esta variável apresenta-se em valores mais altos do que em ambiente natural, e o fato de BCS estar totalmente desligada do canal principal do rio e de outros corpos d'água, acredita-se que os altos níveis de fósforo encontrados neste sistema estejam ligados principalmente a não transferência de fósforo para outros sistemas, sendo fornecido pelo sedimento, porém sem seguir o fluxo, permanecendo em concentrações mais elevadas.

Tundisi (2001) afirma que altos valores da concentração de fósforo no sistema podem causar efeitos significativos de variável como o nitrogênio, porém este fato não foi observado

neste sistema, haja visto que os compostos nitrogenados não correlacionaram com o fósforo. Além disso, segundo este autor, o fósforo promove a liberação de amônia no sistema, e neste estudo a amônia, no período de águas baixas, demonstrou-se com valores tendendo a nulidade.

Quando plotado nitrito com oxigênio dissolvido, a correlação demonstra-se negativa, assim como com pH e nitrogênio, indicando que as concentrações de uma variável influencia na concentração negativa de outra, de forma significativa ($p < 0,05$). A variável temperatura correlacionou positivamente com fósforo e amônia. Relações negativas foram encontradas entre e transparência e profundidade ($p < 0,05$). Transparência correlacionou-se com amônia de forma positiva, e negativa com profundidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A baía da caiçara superior- BCS apresenta características comuns para baías do Pantanal, com aspectos limnológicos que denotam a ação do pulso de inundação e da sazonalidade, mantendo os corpos hídricos como ambiente perfeito para abrigar organismos adaptados ao ciclo de cheias e secas anualmente.

Com base nos dados analisados, os parâmetros limnológicos apresentaram concentrações diferentes em relação aos períodos sazonais, mostrando forte influência com os períodos de conexão e desligamento dessa baía com o rio Paraguai Durante a estiagem valores de nitrogênio, nitrito, nitrato, fósforo, amônia pH e oxigênio dissolvido apresentaram os maiores valores. Para condutividade elétrica e temperatura durante a enchente.

Variáveis estiveram correlacionadas entre si, com alterações de maiores ou menores concentrações de acordo com a fase do ciclo e a perda de conexão com o corpo hídrico principal. Estes dados podem auxiliar nas tomadas de decisão referentes aos planos de manejo dos sistemas hídricos pantaneiros, haja visto demonstrar as fortes diferenciações das variáveis ambientais determinadas pelo pulso de inundação, formando base de dados com as condições Limnológicas dos corpos d'água, frente às mudanças antrópicas ocorrentes no Pantanal nos últimos anos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALHO, C. J. R. Biodiversity of the Pantanal: Its magnitude, human occupation, environmental threats and challenges for conservation. **Brazilian Journal of Biology**, vol. 71, p. 229-232. 2011.

ALHO, C. J. R.; MAMEDE, S. B.; BENITES, M.; ANDRADE, B. S.; SEPÚLVEDA, J. J. O.

THREATS TO THE BIODIVERSITY OF THE BRAZILIAN PANTANAL DUE TO LAND USE AND OCCUPATION. **Ambiente & Sociedade** [online], vol.. 22, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/BqQNwh94qn5g9kh56FZchYj/?lang=pt&format=pdf>

CALHEIROS, D. F. **Influência do pulso de inundação na composição isotópica ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$) das fontes primárias de energia na planície de inundação do rio Paraguai (Pantanal- MS)**. 2003. 186 p.Tese (Doutorado). Centro de Energia Nuclear na Agricultura. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

CARDOSO, I. L.; REZENDE, M. P. G.; PAIVA, B. A. F.; RAMIRES, G. G. Relação dos parâmetros com a estrutura ictiológica de uma lagoa localizada em área urbana no Ecótono Cerrado/ Pantanal. **Revista Eclesiástica Brasileira**, vol. 7, n. 4, p. 357-370, 2014.

CETESB. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo**. CONAMA (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE). Resolução nº 357, 2005. Publicada no DOU nº 053, p. 58-63. [2009](#)

COSTA, W.; MARQUES, M. B.; DELEZUK, J. A. M.; FOLKUENIG, E. S. Avaliação preliminar da qualidade da água do arroio Madureira e afluentes. **Revista Publicatio – Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, Ponta Grossa, vol. 12, n. 1, p. 15-22, 2006.

DA SILVA, J. S. V.; ABDON, M. M. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub regiões. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, vol.33, Número Especial, p.1703-1711, 1998.

DE SOUZA A. R.; MUNIZ C. C.; OLIVEIRA JUNIOR E. S. *Eichhornia azurea* como hotspot para macroinvertebrados no Pantanal norte: ferramenta para a aplicação de índices de avaliação ambiental. **Enciclopédia biosfera**, vol. 15, n. 28, p.1043- 1056. 2018.

ESTEVES F. A. **Fundamentos de limnologia**. 3ª ed. Interciência, Rio de Janeiro. 2011.

FANTIN-CRUZ, I; LOVERDE-OLIVEIRA, S.; GIRARD, P. Caracterização morfométrica e suas implicações na limnologia de lagoas do Pantanal Norte. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, vol. 30, n. 2, p. 133-140, 2008.

FANTIN-CRUZ, I; GIRARD, P; ZEILHOFER, P; COLLISCHONN, W. Dinâmica de inundação. *In*: FERNANDES, I. M.; SIGNOR, C. A.; PENHA, J. **Biodiversidade no Pantanal de Poconé**. Atema. Manaus, 2010, p. 25-35.

GODINHO, A. L.; LAMAS, I. R.; GODINHO, H. P. Reproductive ecology of Brazilian freshwater fishes. **Environmental Biology of Fishes**, vol. 87, p. 143-162, 2009.

JUNK, W. J.; CUNHA, C. N. Pantanal: a large South American wetland at a crossroads. **Ecological Engineering**, vol. 24, p. 391-401, 2005.

LÁZARO W. L.; OLIVEIRA JUNIOR, E. S.; DA SILVA, C. J.; CASTRILLON, S. K. I.; MUNIZ, C. C. Mudança climática refletida em uma das maiores áreas úmidas do mundo: uma visão geral do regime das águas do Pantanal do Norte. **Acta Limnológica Brasilica**, 32, 2020.

MUNIZ, C. C. **Avaliação do papel do pulso de inundação sobre a riqueza e biodiversidade de peixes em ambiente inundável, no sistema de baías caiçara, porção norte do Pantanal Matogrossense, alto Paraguai**. 2010. 84 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

NECCHI JUNIOR, O.; BRANCO, L. H. Z.; BRANCO, C. C. Z. Características Limnológicas da bacia do Alto Rio São Francisco, Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais. **Acta Limnologica Brasiliensis**. 12, p. 11-22, 2000.

NOGUEIRA, F.; SOUZA, M. D.; BACHEGA, I.; SILVA, R. L. Seasonal and diel limnological differences in a tropical floodplain lake (Pantanal of Mato Grosso, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensis**, São Carlos, vol. 14, n. 3, p. 17-25, 2002.

OLIVEIRA JUNIOR, E. S.; BUTAKKA, C. M. M.; DA SILVA, C. J.; MUNIZ, C. C. 2013. A influência do pulso de inundação na ecolimnologia de baías pantaneiras: Um estudo da dinâmica de invertebrados aquáticos. **Holos environment**, vol.13, n. 2, p. 188-199.

OLIVEIRA, L.; GOMES, B. M.; BAUMGARTNER, G.; SEBASTIEN, N. Y. Variação espacial e temporal dos fatores limnológicos em riachos da microbacia do rio São Francisco Verdadeiro. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, vol. 28, n.4, p.770-781, 2008.

SILVA, A. E. P.; ANGELIS, C. F.; MACHADO, L. A. T.; WAICHAMAN, A. V. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta amazônica**, vol. 38, n.4, p. 733 – 742, 2008.

SILVA, F. L.; SILVA, G. C.; FUSHITA, Â. T.; BIANCHINI JUNIOR, I.; CUNHA-SANTINO, M. B. Qualidade das águas e hemerobia da bacia do córrego do Mineirinho, São Carlos, SP. **Revista Brasileira de Geografia Física**, vol. 10, n. 06, p. 1921-1933, 2017.

TUNDISI, J. G.; VANNUCCI, D. (Ed.). **Planejamento e gerenciamento de lagos e represas: uma abordagem integrada ao problema de eutrofização**. São Carlos: Instituto Internacional de Ecologia. 2001.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, por meio do Laboratório de Limnologia, pelo auxílio com as análises.