

ANA CAROLINE LEAL NASCIMENTO

**Caracterização das variáveis limnológicas em quatro praias do rio Xingu,
Altamira-PA**

Altamira-PA
2019

ANA CAROLINE LEAL NASCIMENTO

**Caracterização das variáveis limnológicas em quatro praias do rio Xingu,
Altamira-PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Altamira, como requisito parcial para obtenção de grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Karina Dias da Silva.

Altamira-PA
2019

ANA CAROLINE LEAL NASCIMENTO

**Caracterização das variáveis limnológicas em quatro praias do rio Xingu,
Altamira-PA**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à aprovação como requisito parcial para obtenção de grau de Licenciado em Ciências Biológicas, pela banca examinadora formada pelos professores:

Orientadora:

Profa. Dra. Karina Dias da Silva
Faculdade Ciências Biológicas – UFPA

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Ana Karina Moreyra Salcedo
Universidade Estadual do Pará – Núcleo de Altamira

Prof. Dr. Thiago Bernardi Vieira
Faculdade Ciências Biológicas – UFPA

Altamira-PA, 06 de Dezembro de 2019

Formatado nas normas da revista Enciclopédia Biosfera (normas em Anexo II)

Caracterização das variáveis limnológicas em quatro praias do rio Xingu, Altamira-PA

¹Ana Caroline Leal Nascimento; ^{1,2}Kleitton Rabelo de Araújo; ^{1,2}Karina Dias-Silva.

¹Faculdade Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará-UFPA,
Altamira-Pará, Brasil.

¹leal0745@gmail.com

²Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação-PPGBC,
Universidade Federal do Pará-UFPA, Altamira-Pará, Brasil.

RESUMO

O rio Xingu é um afluente da bacia Amazônica em que possui diversos usos, tais como abastecimento de água, transporte, geração de energia, subsistência de comunidade tradicionais, recreação e lazer. O monitoramento das variáveis limnológicas em ecossistemas aquáticos, como rios, são necessários para verificar as condições e funcionamento de um ecossistema. Principalmente naqueles ambientes que sofrem influência de áreas urbanas e de empreendimentos hidrelétrico como é o caso do rio Xingu. Diante disso, esse trabalho teve como objetivo analisar e caracterizar as variáveis limnológicas em quatro praias do rio Xingu na cidade de Altamira-PA. O estudo foi realizado mensalmente de setembro de 2018 a setembro de 2019. Foi medido Temperatura da Água (°C), Oxigênio Dissolvido (mg/L), pH, Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e Turbidez (NTU), nos períodos seco e chuvoso. Para verificar a variação espacial entre as variáveis foi aplicado uma ANOVA (análise de variância), demonstrando que não houve diferenças nas variâncias quando comparados os locais e os períodos. Foi aplicado também um teste T para verificar se há diferenças entre as médias das variáveis nos períodos seco e chuvoso. Temperatura da água apresentou diferença no período seco, pH e Turbidez apresentaram diferenças no período chuvoso. Para avaliar as correlações das variáveis foi utilizado a correlação de Pearson, tanto no geral quanto para cada local. Para cada local as variáveis apresentaram correlações diferentes, apesar de ser o mesmo rio, essas diferenças podem estar relacionadas com a sazonalidade ou com outros fatores.

PALAVRAS-CHAVE: Análise espaço-temporal, Qualidade de água, Variáveis físico-químicas.

Characterization of limnological variables in four beaches of the Xingu river, Altamira-PA

ABSTRACT

The Xingu River is a tributary of the Amazon basin and has varied uses, such as water supply, transport, energy generation, traditional communities' subsistence, and recreation. Monitoring of limnological variables in aquatic ecosystems, such as rivers, is necessary to verify the conditions and functioning of an ecosystem. Especially in those environments that are influenced by urban areas and hydroelectric projects, as the Xingu River. Therefore, this study aimed to analyze and characterize the limnological variables in four beaches of the Xingu River in the Altamira-PA municipality. The study was conducted monthly from September 2018 to September 2019. Water Temperature ($^{\circ}$ C), Dissolved Oxygen (mg / L), pH, Electrical Conductivity (μ S / cm) and Turbidity (NTU) were measured in the dry periods. and rainy. To verify the spatial variation between the variables an ANOVA (analysis of variance) was applied, showing that there were no differences in variances when comparing the locations and the periods. A T-test was also applied to verify if there are differences between the means of the variables in the dry and rainy periods. Water temperature showed differences in the dry season, pH and turbidity showed differences in the rainy season. To evaluate the correlations of the variables, Pearson's correlation was used, both overall and for each location. For each location the variables showed different correlations, although being the same river, these differences may be related to seasonality or other factors.

KEYWORDS: Spatio-temporal analysis, Physical-chemical variables, Water quality.

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos representam 77% da cobertura do planeta Terra, e constituem um dos mais importantes componentes da crosta terrestre (REBOUÇAS, 2006; ESTEVES, 1998). A água salgada corresponde a 97% desse total, enquanto a água doce a 3%, e dessa porcentagem 0,3% corresponde a água de rios e lagos (RIBEIRO; ROLIM, 2017). Comparando a grande quantidade de água salgada existente, os ecossistemas de água doce, principalmente os rios, necessitam de uma atenção especial em relação aos impactos causados pelos seus diversos usos.

Pois, a degradação desses ambientes tem afetado as características físico-químicas e biológicas, comprometendo a qualidade da água e

consequentemente as comunidades aquáticas e a população humana, que utiliza desse recurso, seja para abastecimento, subsistência ou recreação (ARRUDA et al., 2015; SOUZA et al., 2014; MEDEIROS; SILVA; LINS, 2018).

Cada uma dessas atividades gera poluentes que podem ser de origem química, física ou biológica (PEREIRA, 2004). Dependendo do ambiente e da quantidade de poluentes despejados poderão ocorrer eutrofização, desoxigenação da água, fechamento de canais, produção de toxinas pelas algas verdes-azuis e modificações nas características físico-químicas e biológicas da água, causando o comprometimento de fontes limpas para o abastecimento, mortalidade de organismos e surgimento de doenças. (BRASIL, 2013; OLIVEIRA, 2017).

Um exemplo da modificação que os diferentes usos podem causar é observado no rio Xingu, afluente da margem direita do rio Amazonas, localizado na maior bacia hidrográfica do mundo (Bacia Amazônica - 6.869.000 Km²) e sob constantes atividades antrópicas (NEILL et al., 2006; BARROS; AMIM, 2007; BRASIL, 2013). Dentre os principais usos observamos abastecimento, transporte, agricultura, exploração de areia, geração de energia, subsistência de comunidades tradicionais, recreação e lazer.

Para avaliar e verificar o estado de um corpo de d'água são necessários estudos limnológicos, que consistem na análise ecológica das massas de água (ESTEVES, 2011; TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008, 2012). São de grande importância principalmente na bacia Amazônica, pois apresenta complexidade em sua dinâmica ecológica e está sob forte influência dos grandes projetos, como construção de hidrelétricas e mineração (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2013).

O monitoramento das variáveis limnológicas em ecossistemas aquáticos se torna necessário para verificar as condições e funcionamento do ecossistema com base na qualidade da água. Principalmente naqueles ambientes que sofrem influência de áreas urbanas e de empreendimentos hidrelétricos, para que estes sirvam de parâmetros para estudos comparativos futuros. Diante disso este trabalho tem como objetivo analisar e caracterizar as variáveis limnológicas em quatro praias do rio Xingu na cidade de Altamira-PA, nos períodos seco e chuvoso. E verificar a variação espacial entre variáveis limnológicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo está localizada na cidade de Altamira no estado do Pará, em quatro praias as margens do Xingu. Em estado natural o Xingu é classificado como rio de águas claras, com pouco sedimento em suspensão e consequentemente zona fótica pronunciada e pH em torno de 6,0 a 7,0 (SIOLI, 1975, 1984). Segundo a classificação de Koppen (1948) a região apresenta um clima tropical, do tipo Am. Apresentando sazonalidade característica com período seco, ocorrendo de junho a novembro e período chuvoso, de dezembro a maio, com temperatura média de 26,2 °C e 144 mm pluviosidade média anual (INMET, 2015).

A coleta de dados foi realizada em quatro praias das margens do Xingu, denominados no mapa como **PR1**: Pedral, localizado a margem direita do Xingu; **PR2**: Praia artificial Adalberto (Assurini); **PR3**: Praia da Orla, localizado na frente da cidade de Altamira; e **PR4**: Praia do Massanori, localizado a margem esquerda do Xingu (**Figura 1**). As coordenadas geográficas dos pontos estão descritas na **Tabela 1**.

As praias, Assurini, Massanori e da Orla são resultado de uma pesquisa de caracterização de Praias, desenvolvida pela Norte Energia, empresa responsável pela Usina Hidrelétrica de Belo Monte – UHE, essas praias foram reservadas para atividades de recreação e lazer, como condicionante de Belo Monte (REVISTA UHE BELO MONTE, 2018).

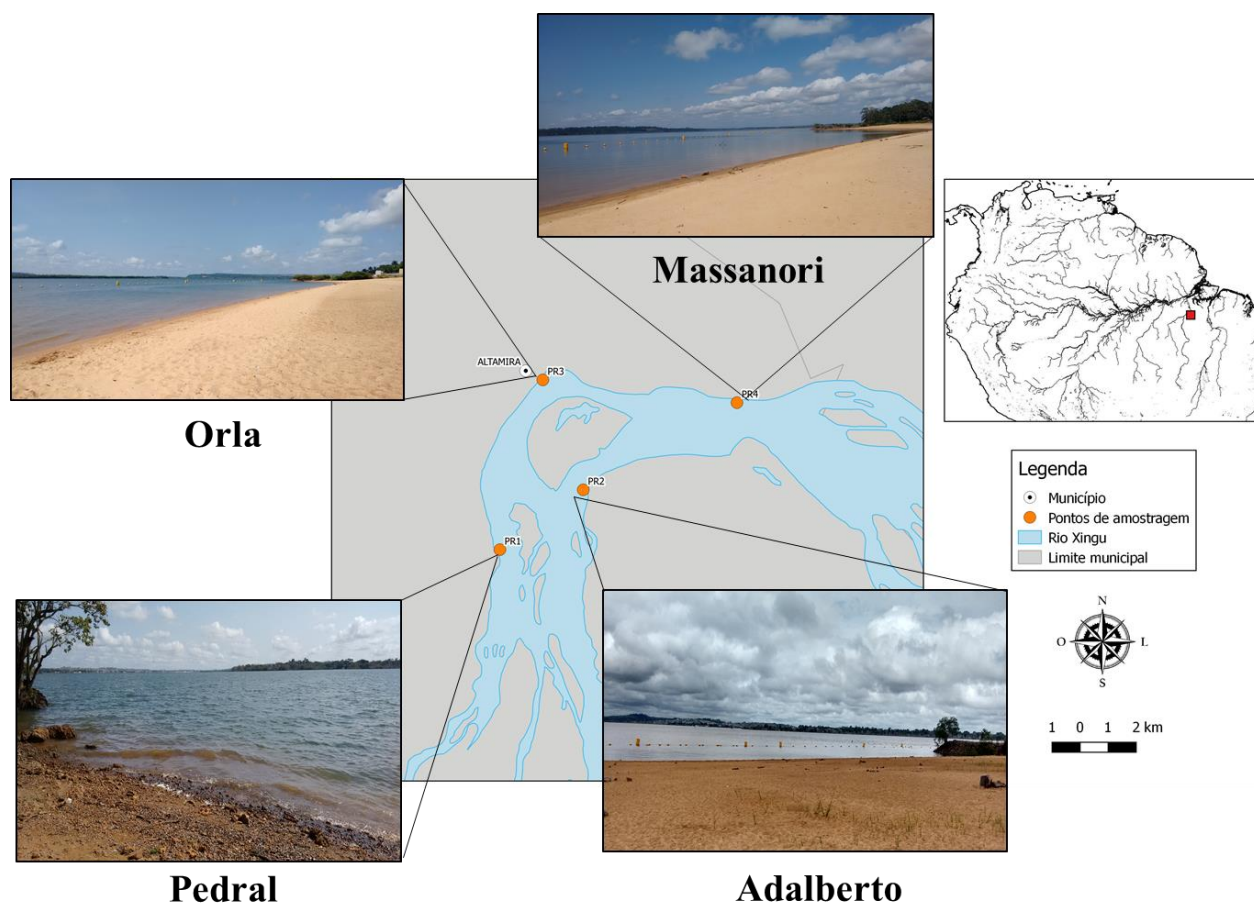


Figura 1: Localização dos pontos de coleta, tendo como ponto de referência a cidade de Altamira, Pará-Brasil.

Fonte: Autores.

Tabela 1: Pontos com as coordenadas geográficas das praias em que foram realizadas as coletas na cidade de Altamira-PA.

Ponto de coletas	Latitude	Longitude
PR1	3°15'34"S	52°13'04"W
PR2	3°14'46"S	52°11'19"W
PR3	3°12'20"S	52°12'17"W
PR4	3°12'37"S	52°08'24"W

Fonte: Autores

Coleta de dados

Foram coletadas amostras de águas superficiais, as amostragens ocorreram mensalmente durante um ano (setembro de 2018 a setembro de

2019), dividido nos períodos de seca, que ocorre de junho a novembro e chuvoso de dezembro a maio. Temperatura da água (°C), Oxigênio Dissolvido (mg/L), pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e turbidez (NTU) foram quantificados com medidores portáteis de campo (Hanna HI98129, Instrutherm MO-910 e QUIMIS Q279P, respectivamente).

Análises estatísticas

Foi utilizada uma análise de variância (ANOVA dois fatores) para verificar a variação espacial entre as variáveis físico-químicas (ZAR, 2010). Os pressupostos de normalidade e de homogeneidade foram testados. A Anova foi realizada com a função *aov*, implementada no pacote *vegan* e executado em ambiente R (OKSANEN et al., 2019; R Core Team, 2019).

Para avaliar se existe variação nas médias nos períodos analisados foi realizado um Teste t de variâncias homogêneas, foi verificado se os pressupostos de homogeneidade de variância e normalidade foram cumpridos, quando estes pressupostos não foram cumpridos, foi utilizado um Teste t para variâncias separadas (ZAR, 2010), os dois foram realizados com a função *t.test* e o pacote *car* no ambiente R Statistics. Para avaliar a correlação entre as variáveis limnológicas utilizamos a correlação de Pearson (ZAR, 2010) com a função *cor* e o pacote *vegan* (OKSANEN et al., 2019) no ambiente R (R Core Team, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis analisadas não apresentaram diferenças nas suas variâncias quando considerada a comparação entre os locais e os períodos amostrados (**Tabela 2**).

Tabela 2: Resultados da análise (Anova de dois fatores) das variáveis limnológicas analisadas nas praias das margens do rio Xingu, cidade de Altamira-PA.

Variável	Estatística-F	p
OD x Período: Local	0,775	0,690
Temperatura x Período: Local	4,954	0,065

pH x Período: Local	1,733	0,317
Condutividade x Período: Local	3,057	0,143
Turbidez x Período: Local	1,308	0,438

*OD= Oxigênio Dissolvido.

Fonte: Autores.

Quando comparada a variação entre as médias nos períodos analisados, Temperatura da água ($t=-6,509$, $p=0,001$) apresentou os maiores valores no período seco com média de $1,93^{\circ}\text{C}$ e mais neste período, pH ($t= 4,011$, $p=0,001$) e Turbidez ($t=3,579$, $p=0,001$) apresentaram maiores valores no período chuvoso, pH com média de 0,86 e Turbidez com média 7,08 (**Tabela 3 e Tabela 4; Figura 3**). Os valores analisados, médias, desvio padrão, valores máximos e mínimos de cada período são apresentadas na **Tabela 4**.

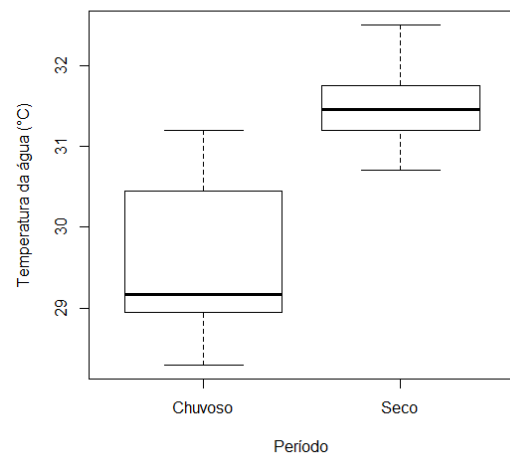
Tabela 3: Teste t entre as variáveis limnológicas analisadas durante os períodos seco e chuvoso.

Variável	Valor de t	GL	p	Média Seco	Média Chuvoso
Temperatura	-6,509	22	0,001	31,5	29,57
pH	4,011	22	0,001	5,88	6,74
Oxigênio Dissolvido	1,466	19,51	0,159	6,38	6,67
Condutividade	-0,357	22	0,727	18,25	17,31
Turbidez	3,579	22	0,001	5,68	12,76

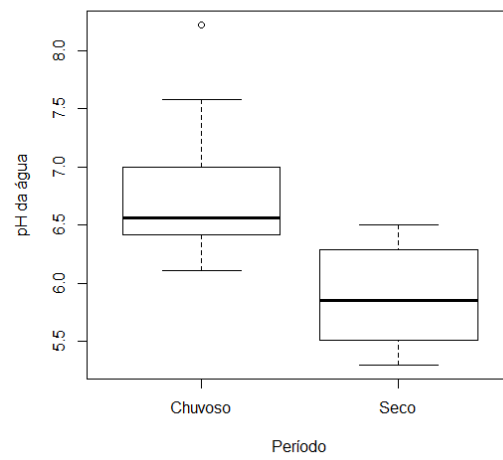
*Valores em negrito correspondem as variáveis que apresentaram diferenças em suas médias.

Fonte: Autores.

A)



B)



C)

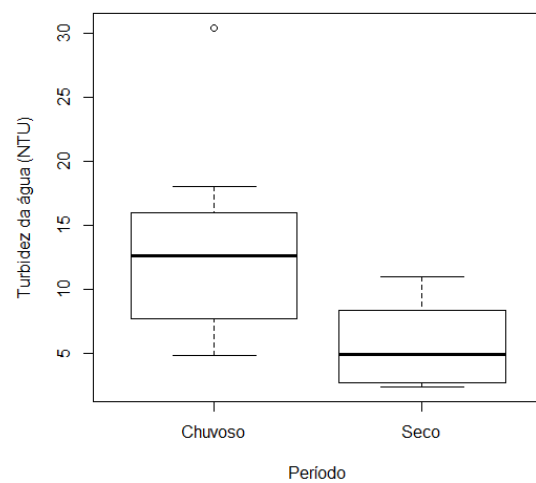


Figura 3: Comparação de mediana das variáveis nos períodos amostrados nas praias do rio Xingu, Altamira-PA. A) Temperatura da água; B) pH da água e C) Turbidez da água.

Fonte: Autores.

Tabela 4: Valores das variáveis limnológicas analisadas nos períodos amostrados nas praias do rio Xingu, Altamira-PA.

Variáveis	Média	DP	Mínimo	Máximo
Temperatura período chuvoso	29,57	0,91	28,3	31,20
Temperatura período seco	31,5	0,53	30,7	32,50
Temperatura geral	30,21	1,22	28,3	32,5
Oxigênio Dissolvido período chuvoso	6,67	0,72	5,6	8,30
Oxigênio Dissolvido período seco	6,38	0,21	6,2	6,70
Oxigênio Dissolvido geral	6,57	0,61	5,6	8,30
pH período chuvoso	6,74	0,56	6,11	8,22
pH período seco	5,88	0,44	5,3	6,50
pH geral	6,45	0,66	5,3	8,22
Condutividade período chuvoso	17,31	4,84	11	27
Condutividade período seco	18,25	6,58	11	31
Condutividade geral	17,62	5,35	11	31
Turbidez período chuvoso	12,76	6,29	4,87	30,4
Turbidez período seco	5,68	3,39	2,4	11
Turbidez geral	10,4	6,39	2,4	30,4

*DP= Desvio padrão.

Fonte: Autores.

Oxigênio Dissolvido (OD)

No geral, apresentou seu maior valor no período chuvoso de 8,3 mg/L e menor valor no período seco 6,2 mg/L (**Tabela Anexo I**). A concentração de oxigênio (O²) na água é um elemento de grande importância para os organismos aquáticos aeróbicos, sua principal fonte é a atmosfera e a fotossíntese (ESTEVEZ, 2011).

OD sofre influência de temperatura e pressão atmosférica (ESTEVEZ, 2011). Mas não temos grandes variações de temperatura nessa região ao longo do ano, para que este seja considerado um fator de influência sobre OD. Neste sentido, para explicar o maior valor de OD no período chuvoso, a disponibilidade de OD está mais relacionada com a produtividade primária, que diminui no período chuvoso devido ao maior volume de água, e conseqüentemente aumenta a disponibilidade de OD, devido ao menor consumo pelos consumidores primários. Além disso no período chuvoso há o aumento na turbulência das águas o que ocasiona maior troca de oxigênio do ar e da água.

Analisando as correlações de OD para cada praia, na praia 1 (Pedral) e 4 (Massanori) apresentaram correlação positiva com condutividade, na praia 1 com valor ($r=0,659$), e na praia 4 com valor de ($r= 0,558$), enquanto na praia 2 (Assurini) Oxigênio dissolvido apresentou relação negativa com condutividade($r=-0,506$). Na praia 3 (Orla) Oxigênio Dissolvido não apresentou correlação com nenhuma variável.

Potencial Hidrogeniônico (pH)

Indica a concentração de íons H^+ e OH^- , variam em escala de 0 a 14, sendo que 7,0 é considerado neutro, valores menos que 7,0 são ácidos e valores acima de 7,0 são básicos (DERISIO, 2012). No geral, pH apresentou seu maior valor no período chuvoso de 8,22 e menor no período seco 5,3 ficando caracterizado como ácido (**Tabela Anexo I**), apresentou correlação positiva com Turbidez nos locais e períodos analisados (**Tabela 5; Figura 4**).

Com o aumento das chuvas, o pH tende a aumentar devido a maior diluição dos compostos dissolvidos e maior velocidade do escoamento, isso é causado pelo aumento do volume de água que faz com que a acidez da água diminua (CARVALHO et., al, 2000). Baixos valores de pH têm sido descritos em rios da Amazônia, como no estudo de Silva et. al (2016), ao analisar o pH do rio Amazonas e afluentes, foram registrados valores de 4,4 a 7,4, sendo que a maioria dos corpos d'água apresentaram valores de 6,5.

Analisando as correlações para cada praia, na praia 1, pH não apresentou correlação com nenhuma das variáveis (Tabela 6). Na praia 2, pH apresentou correlação negativa com Temperatura ($r=-0,614$) e Condutividade ($r= -0,702$), e positiva com Turbidez ($r= 0,764$). Na praia 3, pH apresentou correlação negativa com temperatura ($r= -0,867$), e positiva com Turbidez ($r= 0,792$). Na praia 4, pH não apresentou correlação com nenhuma das variáveis.

Turbidez

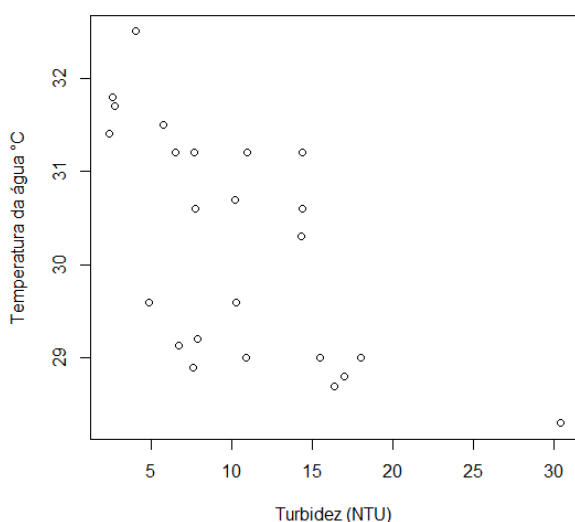
É a medida da capacidade em dispersar radiação solar, fatores responsáveis pela turbidez da água são partículas em suspensão como bactérias, fitoplâncton, detritos orgânicos e inorgânicos responsáveis pela cor aparente da água e os compostos dissolvidos responsáveis pela cor verdadeira

da água (ESTEVES, 2011). No geral, apresentou seu maior valor no período chuvoso 30,4 NTU e menor no período seco de 2,4 NTU (**Tabela Anexo I**), apresentou correlação negativa com Temperatura nos locais e períodos analisados (**Tabela 5; Figura 4**).

Resultado que corrobora com os resultados de Skorupa et al. (2017), analisando as variáveis limnológicas nas cabeceiras do Xingu. As variáveis físico-químicas apesar de se inter-relacionarem, podem sofrer influência do meio externo (ESTEVES, 1998). Com o aumento da precipitação ocorre aumento dos sólidos em suspensão na água e conseqüentemente a turbidez é mais elevada, diminuindo entrada de luz no corpo d'água (ARCOVA; CICCO, 1999).

Analisando as correlações de Turbidez para cada praia, na praia 1 apresentou correlação negativa com Temperatura ($r=-0,859$), e com Condutividade($r=-0,603$). Na praia 3 e 4, apresentou correlação negativa com Temperatura. Na praia 3 com valor de ($r=-0,657$), e na praia 4 com valor de ($r=-0,674$), na praia 4 também apresentou correlação positiva com condutividade($r=0,692$).

A)



B)

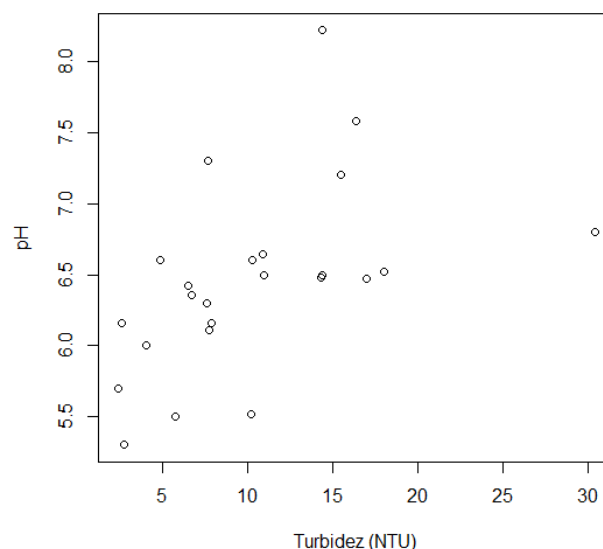


Figura 4: Correlações acima de 0,50 das variáveis nos períodos amostrados nas praias do rio Xingu, Altamira-PA. A) Correlação negativa entre Temperatura e Turbidez; B) Correlação positiva entre pH e Turbidez.

Fonte: Autores.

Temperatura da água

Característica física da água, que trata da medida de intensidade de calor (DERISIO, 2012). No geral, apresentou seus maiores valores no período seco 32,5 °C e menor no período chuvoso 28,3 °C (**Tabela Anexo I**). Analisando as correlações de Temperatura da água para cada praia, na Praia 1 apresentou correlação positiva com Condutividade ($r= 0,576$), enquanto na praia 4 apresentou correlação negativa ($r=-0,540$).

Condutividade Elétrica

Capacidade em conduzir corrente elétrica, depende da concentração de íons presentes, e quanto maior a concentração de íons maior será a condutividade elétrica, temperatura e pH tem influência nos valores de condutividade (ESTEVES, 2011). No geral, apresentou seus maiores valores no período seco de 31 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e menor no período chuvoso 11 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (**Tabela 5 Anexo I**). Níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, podem ser um indício de ambiente impactado (CETESB, 2016).

Tabela 5: Correlação geral das variáveis analisadas nos locais e períodos amostrados.

Variáveis	Temp	OD	pH	Cond
Oxigênio Dissolvido	-0,125			
pH	-0,403	-0,067		
Condutividade	0,239	0,090	-0,229	
Turbidez	-0,631	-0,132	0,508	-0,165

***Temp**= Temperatura; **OD**=Oxigênio dissolvido; **Cond**= Condutividade. Valores em negrito correspondem as variáveis que apresentaram correlação.

Fonte: Autores.

CONCLUSÃO

As variáveis das praias analisadas nas margens do rio Xingu apesar de não apresentaram diferenças significativas em suas variâncias quando comparadas entre os locais e períodos. Quando comparados as médias entre os períodos, as variáveis Temperatura da água, pH e Turbidez apresentaram diferenças em suas médias nos períodos seco e chuvoso. Apresentaram também diferenças em suas correlações, quando comparados os locais

separadamente, indicando que essas diferenças podem estar relacionadas com a sazonalidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, N. M. B.; RIZZI, N. E.; MIRANDA, T. L. G. Análise multivariada na avaliação da qualidade de água do reservatório de Foz do Areia, estado do Paraná. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 37, p. 26-37, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.5327/Z2176-947820159514>>.

ARCOVA, F.C.S.; CICCIO, V. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, (56): 125-134. 1999.

BARROS, F. G. N.; AMIN, M. M. Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**. v. 4, n. 1. Taubaté, São Paulo: p 75-108, 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/242400395_Agua_um_bem_economico_de_valor_para_o_Brasil_e_o_mundo_1>.

BRASIL. Agência Nacional das Águas. Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos / Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. 2. ed. Brasília: ANA, 2013.

CARVALHO, A.R.; SCHLITTLER, F.H.M.; TORNISIELO, V.L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. **Química Nova**, 23(5): 618-622. 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422000000500009>>.

CETESB. Apêndice E: significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade. In: CETESB. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo: 2016. São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-eSanit%C3%A1rio-dasVari%C3%A1veis-de-Qualidade-2016.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 4. ed. atual. – São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

ELETROBRÁS. Aproveitamento hidrelétrico da bacia do rio Xingu, AAI - Avaliação Ambiental Integrada da Bacia do Rio Xingu, São Paulo, 204 pp., 2009.

ESTEVES, F.A. Fundamentos de Limnologia. Interciência, Rio de Janeiro. 602 pp.1998.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência. 826 p.2011.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa – BDMEP. 2015. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>.

OKSANEN, J; BLANCHET, F; FRIENDLY, G; KINDT, M; LEGENDRE, P. R. et al., vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-5. 2019. URL<<https://CRAN.R-project.org/package=vegan>>.

KOPPEN, W. Climatologia: conunestudio de los climas de latierra. **Mexico: Fondo de Cultura Econômica**, 1948.

MEDEIROS, W. M. V; SILVA, C. E; LINS, R. P. M. Avaliação sazonal e espacial da qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Longá, Piauí, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, n. 2-16, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.2054>>.

NEILL, C., ELSENBEER, H., KRUSCHE, A.V., LEHMANN, J., MARKEWITZ, D; FIGUEIREDO, R.O. Hydrological and biogeochemical processes in a changing Amazon: results from small watershed studies and the large-scale biosphere-atmosphere experiment. **HYDROLOGICAL PROCESSES**, vol. 20, p. 2467-2477. 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/hyp.6210>>.

OLIVEIRA, E. J. A. MOLICA, R. J. R. A poluição das águas e as cianobactérias. Recife: IFPE, 2017.

PEREIRA, R. S. Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. Revista eletrônica de recurso hídricos. IPH-UFRGS. V. 1, n. 1. P. 20-36. 2004. Disponível em: <<http://www.abrh.org.br/informacoes/rerh.pdf>>.

REBOUÇAS, A. C. **Água doce no mundo e no Brasil**. 3 ed. São Paulo: Escrituras. p. 1-34. 2006.

Revista UHE Belo Monte. Energia do Xingu: Praias urbanas e ecoturismo no sudoeste do Pará. ed. 1. p.44, 2018. Disponível em: <<https://www.norteennergiasa.com.br/pt-br/imprensa/revistas>>.

REVISTA ENCICLOPEDIA BIOSFERA. Normas para submissão de trabalhos. 2019. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/Agrarian%20Academy/orienta.htm>>.

RIBEIRO, L. G. G; ROLIM, N. D. Planeta água de quem e para quem: uma análise da água doce como direito fundamental e sua valoração mercadológica. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, n. 1, 2017. p. 7-33. Disponível em: <<http://www.uces.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/view/4149>>.

R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <<https://www.R-project.org/>>.

SKORUPA, L. A.; COSTA, U. M. P.; CUNHA, P.; ROSSETE, A. N.; FIDALGO, E. C. C. et., al. Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Suiá-Miçu. Jaguariúna: Embrapa MeioAmbiente, ISSN 1516-4961;112,2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1080466/monitoramento-da-qualidade-da-agua-na-bacia-hidrografica-do-rio-suia-micu>>.

SILVA, M. S. R.; MIRANDA, S. A. F.; SANTANA, G. P. Bacia Hidrográfica do Rio Amazonas: condições de suas águas versos Resolução n. 57/CONAMA/2005. **Scientia Amazonia**, v. 6, n.2, 83-90, 2016. Disponível em: <<http://scientiaamazonia.org/wp-content/uploads/2017/01/v6-n2-83-90-2017.pdf>>.

SOUZA, J. R.; MORAES, M. E. B.; SONODA, S. L.; SANTOS, H. C. R. G. A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: caso rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. REDE - **Revista Eletrônica do Prodepa**, v. 8, n. 1, p. 26-45, 2014. Disponível em: <<http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/217>>.

SIOLI, H. Rio tropical: a Amazônia. Em WHITON, BA. (Ed.). Ecologia do rio. estudos em ecologia. Oxford: Blackwell Scientific Publications. vol. 2, p. 461-486.1975.

SIOLI, H. The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. In: _____. **The Amazon and its main affluents: Hydrography, morphology of the river courses, and river types**. Springer Science & Business Media. p.127-165. 1984.

TUNDISI, J. G; MATSUMURA-TUNDISI, T. LIMNOLOGIA. São Paulo: Oficina de Textos. 632 p. 2008.

TUNDISI, J. G; MATSUMURA-TUNDISI, T. Limnology. Florença: Taylor e Francis. 864 p. 2012.

TUNDISI, J. G; MATSUMURA-TUNDISI, T. Biodiversity and development of the Amazon Watershed. ProceedingsBrazilianAcademyof Science. In press. 2013.

VILAS-BÔAS, A. De olho na bacia do Xingu. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2012.

ZAR, J.H. Análise bioestatística. Rio Saddle Superior: Prentice Hall. 2010.

Anexo I – Valores das variáveis limnológicas nos períodos amostrados nas praias das margens do Xingu, Altamira-PA.

Pontos	Mês	Período	Temp	OD	pH	Cond	TUR
PR1	set/18	Seco	31,4	6,3	5,7	23	2,4
PR2	set/18	Seco	31,7	6,5	5,3	31	2,77
PR3	set/18	Seco	31,8	6,2	6,16	17	2,63
PR4	set/18	Seco	31,2	6,2	6,42	17	6,56
PR1	jan/19	Chuvoso	28,8	7,1	6,47	20	17
PR2	jan/19	Chuvoso	31,2	6,2	6,5	27	14,4
PR3	jan/19	Chuvoso	29	6,8	6,52	22	18
PR4	jan/19	Chuvoso	29	6,9	6,64	20	10,9
PR1	fev/19	Chuvoso	30,6	6,9	8,22	20	14,4
PR2	fev/19	Chuvoso	29,6	7,9	6,6	18	4,87
PR3	fev/19	Chuvoso	30,6	7,1	6,11	21	7,76
PR4	fev/19	Chuvoso	30,3	7	6,48	20	14,3
PR1	mar/19	Chuvoso	28,3	6	6,8	12	30,4
PR2	mar/19	Chuvoso	29,2	8,3	6,16	13	7,91
PR3	mar/19	Chuvoso	28,9	6,3	6,3	22	7,62
PR4	mar/19	Chuvoso	31,2	6,2	7,3	13	7,71
PR1	mai/19	Chuvoso	28,7	6	7,58	12	16,4
PR2	mai/19	Chuvoso	29	6,5	7,2	11	15,5
PR3	mai/19	Chuvoso	29,13	6	6,36	13	6,72
PR4	mai/19	Chuvoso	29,6	5,6	6,6	13	10,3
PR1	jun/19	Seco	30,7	6,3	5,52	13	10,2
PR2	jun/19	Seco	31,2	6,2	6,5	21	11
PR3	jun/19	Seco	32,5	6,7	6	13	4,07
PR4	jun/19	Seco	31,5	6,7	5,5	11	5,81

***Temp**= Temperatura; **OD**= Oxigênio Dissolvido; **Cond**= Condutividade; **TUR**= Turbidez.