



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA DOS BAIXOS CURSOS D'ÁGUAS DO BOLÍVIA E TARUMÃ-AÇU, MANAUS/AM

Angélica Rodrigues Rocha<sup>(a)</sup>, Beatriz Diogo Pessoa<sup>(a)</sup>; Liange de Sousa Rodrigues<sup>(a)</sup>; Flávio Wachholz<sup>(b)</sup>; Alba Tatiana de Sousa Gonçalves<sup>(a)</sup>; Hebe Souza de Oliveira<sup>(a)</sup>; Janderson Pena Teixeira<sup>(a)</sup>; Jucineudo Matos de Souza<sup>(a)</sup>; Ruben Abitol Neto<sup>(a)</sup>; Wallace de Sousa Santos<sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup> Mestrandos em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Universidade do Estado do Amazonas - UEA, angelica.rocha@outlook.com, beatrizdiogopessoa@hotmail.com, li\_rodrigues212@hotmail.com, albatati@gmail.com, hebesol1@gmail.com, japt.geo@uea.edu.br, jucineudo@hotmail.com,

ruben.neto@gmail.com, wallaces.santos@hotmail.com;

<sup>(b)</sup> Professor Adjunto, Universidade do Estado do Amazonas - UEA, fwachholz@uea.edu.br

**Eixo: Geotecnologias e modelagem aplicada aos estudos ambientais**

### Resumo

O presente artigo tem como objetivo caracterizar e espacializar as variáveis limnológicas dos baixos cursos do *igarapé* da Bolívia e do rio Tarumã-Açu. A área de estudo está localizada na margem esquerda do rio Negro, zona Oeste da cidade de Manaus, Amazonas. A coleta de dados ocorreu através de visita em campo, no dia 10 de Novembro de 2018, onde foi possível analisar características das margens e quantificar algumas variáveis limnológicas: *Turbidez*, *transparência*, *condutividade elétrica*, *sólidos dissolvidos totais*, *potencial hidrogeniônico (pH)*, *oxigênio dissolvido* e *temperatura*. Verificou-se maior impacto antrópico na região do trecho da foz do *Igarapé* da Bolívia, onde se registrou altos valores de *condutividade elétrica*, *sólidos totais dissolvidos*, *turbidez*, *pH* e *temperatura*, e baixos valores de *transparência* e *oxigênio dissolvido*. Estas alterações sugerem forte degradação ambiental, que vem ocorrendo em alguns trechos da bacia do *Igarapé* da Bolívia, provenientes de atividades antrópicas desenvolvidas à sua montante.

**Palavras chave:** Geotecnologia; Recursos Hídricos; Amazônia.

### 1. Introdução

O crescimento populacional descontrolado tem sido um dos principais fatores de contribuição para a degradação dos recursos hídricos no Brasil. A ausência de um planejamento eficiente dos centros urbanos acarreta em prejuízos à sociedade e gera conflitos



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

aos usos múltiplos da água, dentre eles, o uso para irrigação, saneamento básico, indústria, recreação e balneabilidade, criando um ambiente com condições ambientais inadequado (TUCCI, 1997).

A cidade de Manaus, assim como outras cidades nacionais, enfrenta dificuldades quanto a problemática de poluição hídrica, principalmente em seus córregos urbanos, localmente denominados de *igarapés*, onde o impacto das atividades antrópicas são mais evidentes. A rede hidrográfica do município é composta por nove bacias, das quais, a bacia do rio Tarumã-Açu, junto com seu tributário, *igarapé* da Bolívia, contribuem para a drenagem da bacia do rio Negro e da bacia do rio Amazonas, a maior bacia de drenagem do mundo.

A bacia do rio Tarumã-Açu localiza-se na margem esquerda do rio Negro, a montante da cidade de Manaus, formada por uma malha de corpos d'água de diferentes magnitudes, cujas nascentes estão em uma área de expansão urbana importante. O canal principal é o rio Tarumã-Açu, composto por 13 tributários, dentre eles, o *igarapé* da Bolívia (MELO, 2017).

As águas pretas, encontradas na maioria dos afluentes do rio Negro, como o rio Tarumã-açu e o *igarapé* da Bolívia, apresentam como o próprio nome indica, coloração escura. A química destas águas é considerada uniforme, em sua maioria de aspecto ácido, devido a presença de grandes quantidades de substâncias orgânicas dissolvidas, provenientes do escoamento de solos arenosos cobertos por vegetação, conhecida como campinarana ou caatingas amazônicas (ZEIDEMANN, 2001).

A ocupação do solo na bacia do rio Tarumã-Açu é composta, em sua maior parte, por empreendimentos, residências, assentamentos do INCRA, hotéis de selva, marinas, ocupações desordenadas, clubes de lazer e comércios fluviais (flutuantes). Além disso, apresenta processos erosivos intensos e assoreamento do leito dos rios, resultantes de atividades de extração mineral clandestinas (MELO, 2017).

Em relação aos impactos provocados por alterações antrópicas, os estudos de variáveis limnológicas possibilitam a elaboração de modelos capazes de analisar fatores sistêmicos importantes para a gestão de bacias hidrográficas, de modo integrado aos usos múltiplos e a



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

influência sobre o meio ambiente. Desta forma, os modelos passam a inter-relacionar-se, facilitando a análise de diferentes variáveis (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Os parâmetros limnológicos, segundo Miguel et al (2014), estão interligados e quando uma variável se altera, todas as demais estão sujeitas à alteração. Sendo assim, a caracterização limnológica associada à geotecnologias possibilita melhor entendimento destas interações e a elaboração de diagnósticos qualitativos do corpo d'água mais detalhados, contribuindo para melhores tomadas de decisões ao se gerir os recursos hídricos.

Mediante a problemática levantada, este artigo tem como objetivo caracterizar e espacializar parâmetros limnológicos dos baixos cursos do *igarapé* da Bolívia e do rio Tarumã-Açu, zona Oeste da cidade de Manaus, Amazonas.

## 2. Material e Métodos

### 2.1. Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Tarumã-açu localiza-se nas zonas Norte e Oeste da cidade de Manaus, com parte de seu território em zona rural. A área desta bacia é de 1.388,94 km<sup>2</sup>, segundo Maia et al. (2019), correspondendo a 12,18% do território municipal. O seu principal curso d'água é o rio Tarumã-Açu, que é um tributário da margem esquerda do rio Negro. A estimativa da população dentro do perímetro urbano, de acordo com Costa (2011) é de 496.185 habitantes.

A microbacia do *igarapé* da Bolívia possui área de 182,81 km<sup>2</sup>, sua nascente encontra-se protegida na Reserva Florestal Adolpho Ducke se estendendo pelos bairros Nova Cidade, Santa Etelvina e Tarumã, sua foz deságua no baixo curso do rio Tarumã-Açu. A nascente do *igarapé* da Bolívia possui características naturais, típicas de mata primária de terra firme da Amazônia Central, com dois ambientes definidos: *natural*, no interior da reserva e *alterado*, o qual se descaracteriza totalmente das condições naturais (NASCIMENTO, SILVA, 2010).

O estudo foi organizado em 4 trechos distintos: *Igarapé* da Bolívia, rio Tarumã-açu e dois de seus afluentes, classificados neste trabalho como afluente 1 e afluente 2 (Figura 01).



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

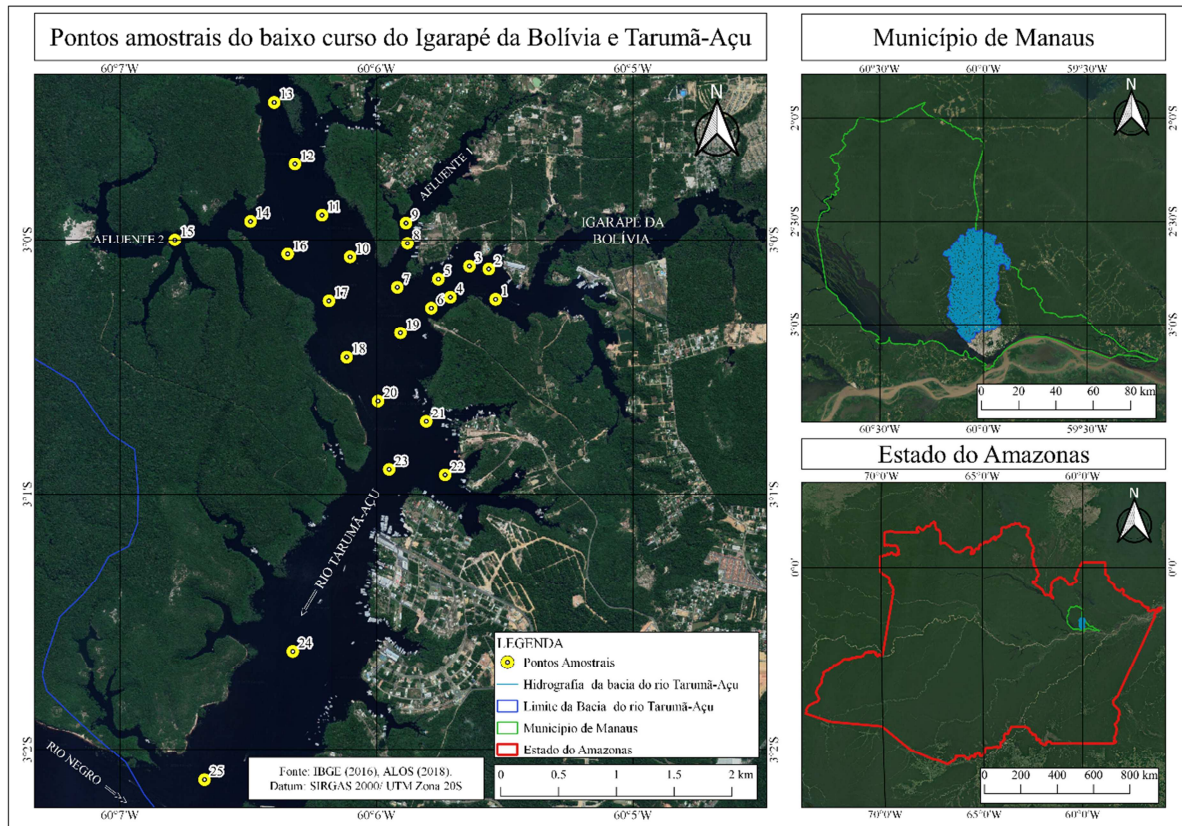


Figura 01 - Mapa de Localização.  
Fonte: Os autores, 2019.

## 2.2. Definição dos pontos amostrais

A etapa de definições dos pontos amostrais consistiu em aquisições de imagens de satélites *PlanetScope*, do dia 30 de outubro de 2018, em projeção UTM 20S/Datum:WGS-84 e processadas para *SIRGAS 2000*, no programa de sistema de informação geográfico *QGIS – versão 3.2.2*, a fim de delimitar, através de variações espectrais de imagem (cor verdadeira), possíveis pontos de coleta na área de estudo.

## 2.3. Coleta de dados

A coleta de dados em campo foi realizada com auxílio de GPS portátil (*GPSmap 62s - Garmin*), no dia 10 de novembro de 2018, de 9:03 às 10:25h, no período de vazante, com medições *in loco* de 25 pontos amostrais, apresentado na figura 01. Os pontos de 1 a 6



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

correspondem as coletas no *igarapé* da Bolívia; os 8 e 9 no afluente 1, os 14 e 15 no afluente 2 do rio Tarumã-açu; e 7, 10 a 13 e 16 a 25 no rio Tarumã-açu.

Os parâmetros coletados neste estudo foram a *Turbidez (NTU)*, a *transparência (SD)*, a *condutividade elétrica (CE)*, os *sólidos dissolvidos totais (TDS)*, o *potencial hidrogeniônico (pH)*, o *oxigênio dissolvido (OD)* e a *temperatura*. Os equipamentos utilizados foram o turbidímetro digital portátil Instrutherm (TD-300), para aferição da turbidez (resolução 0,01 e precisão de  $\pm 0,5$  NTU); o medidor multiparâmetro portátil Hanna instruments (HI98184), para as variáveis *CE* (Resolução 0,1 e precisão de  $\pm 1\%$  de leitura), *pH* (Resolução 0,01 e precisão  $\pm 0,01$ ), *OD* (Resolução 0,01 e precisão de  $\pm 1,5\%$  de leitura), *TDS* (Resolução 1ppm e precisão de 1% de leitura) e *temperatura* (Resolução 0,1 °C e precisão de 0,5°C); e o disco de Secchi de 30 cm de diâmetro (quadrantes preto e branco), para *SD*.

Registros fotográficos e informações descritivas foram coletadas em uma ficha técnica para cada ponto, com dados de cobertura vegetal, uso e ocupação do solo das margens próximas ao ponto de coleta, mata ciliar e condições do tempo.

#### 2.4. Tabulação dos dados

Os dados foram organizados em planilha e tabulados no programa Microsoft Office Excel, com base na estatística descritiva mínima e máxima para descrever e resumir-los. Os gráficos BoxPlot foram gerados através do modelo de Peixoto (2010) e os mapas elaborados por meio do programa *QGis versão 3.2.2*, que realiza a técnica de interpolação do tipo *Ponderação do Inverso da Distância (IDW)*, gerando uma grade raster.

Os métodos de interpolação são ferramentas utilizadas na geração de superfícies distribuídas de uma determinada variável a partir de dados pontuais. Eles contribuem para a compreensão espacial de atributos, sem a necessidade de levantar dado em toda a área de interesse (RIGHI; BASSO, 2016). Os dados inseridos no processamento, após correção em tabela de Excel, foram transformados em formato vetor (pontos), contendo as informações necessárias para interpolação. No arquivo *raster* utilizou-se a camada de limite (polígono) para recortar a área desejada pós-interpolação. A simbologia do arquivo foi modificada em



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

configurações da imagem, utilizando a redenrização *singleband/pseudocolor* com o gradiente de cores *Spectral*. Após as modificações foi possível realizar análise dos parâmetros de forma espacializada, através da elaboração de mapas temáticos para cada parâmetro.

### 3. Resultados e Discussões

As condições de tempo, no decorrer das coletas, oscilaram de nublado para ensolarado e sol entre nuvens. A superfície da água apresentou variação de rugosidade, verificando-se lisa no *igarapé* da Bolívia e com alta rugosidade em direção à foz do rio Tarumã-açu.

#### 3.1. Oxigênio dissolvido e potencial hidrogeniônico (pH)

Neste trabalho, os valores de pH (escala adimensional) apresentaram variações significativas, como mostra a figura 02, registrando o mínimo de 4,11 no rio Tarumã-açu (ponto 17) e máximo de 7,21 no *igarapé* da Bolívia (ponto 01), com média de  $5,95 \pm 0,96$ . Os resultados por trecho mostraram o *igarapé* da Bolívia com aspecto mais alcalino, com média de  $7,04 \pm 0,11$ ; enquanto que os trechos dos Afluentes 01, 02 e o rio Tarumã-açu apresentaram características mais ácidas; com médias de  $5,45 \pm 0,77$ ;  $4,98 \pm 0,23$  e  $5,71 \pm 0,89$ , respectivamente.

Sabe-se que para a região, devido à geologia, quanto maior o caráter básico das águas, maiores são as indicações de contaminação por atividades antrópicas, que para Sioli (1968), valores acima de 6,00 podem ser sugestivos de alterações ambientais. Os valores deste artigo corroboram com os estudos realizados por Nascimento e Silva (2010), no qual as amostras da microbacia do *igarapé* da Bolívia apresentaram pH em ambiente natural (característica naturalmente ácida), entre 4,4 e 4,6 e em ambiente urbano ou que recebem afluentes que nascem em ambientes antropizados (tendendo a alcalinidade), com valores de 5,8 a 6,7.

A concentração de OD apresentou comportamento parecido com o do pH, com valores menores no *igarapé* da Bolívia, com mínimo de 1,20mg/L (ponto 02) e média de  $3,61 \pm 1,65$ mg/L; e maiores no rio Tarumã-açu, com máximo de 8,55mg/L (ponto 25) e média de  $6,66 \pm 1,01$ mg/L, como mostra a figura 02. Segundo Jasen et al. (2008), o OD é um indicador primário de qualidade das águas, já que sua concentração é resultado da interação



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

de diversos processos capazes de alterar seu valor, como a turbulência (aumentando sua concentração) e atividades humanas como lançamento de efluentes sem tratamento (diminuindo sua concentração).

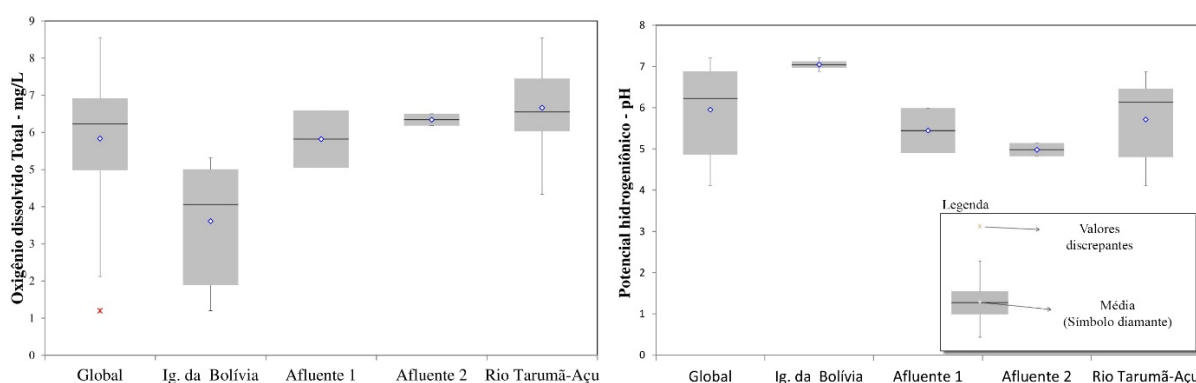


Figura 02 - Variação dos valores médios e desvio padrão do OD, e pH nos baixos cursos do *igarapé* da Bolívia, rio Tarumã-Açu e seus afluentes;

Fonte: autores, 2019.

### 3.2. Transparência e Turbidez

O parâmetro transparência apresentou alta variação das coletas, obtendo valores entre 10cm, no trecho do afluente 01 (ponto 8) e 75cm, no trecho do rio Tarumã-açu (ponto 25). No *igarapé* da Bolívia a média por trecho para a variável foi de  $34,83 \pm 6,91$ cm, enquanto para rio Tarumã-açu foi de  $49,88 \pm 12,37$  cm, sendo o maior valor entre os trechos analisados, como pode-se verificar na figura 03. Sendo assim, os valores de todos os pontos deste trabalho são anômalos aos limites de valores (100cm a 150cm) para rios de águas pretas amazônicas, encontrados nos estudos de Geisler et al (1973).

Em relação a variável turbidez, encontrou forte variação entre os pontos, variando entre 23,21 NTU (afluente 02) e 114 NTU (afluente 01), com média de  $43,01 \pm 24,15$  NTU, como mostra a figura 03. Dentre os trechos estudados as médias do rio Tarumã-açu e seu afluente 2 foram as menores;  $32,28 \pm 7,10$  NTU e  $48,60 \pm 35,91$  NTU; enquanto que para o *igarapé* da Bolívia e afluente 1 foram de  $44,80 \pm 10,30$  NTU e  $112,50 \pm 2,12$  NTU.

Os trechos do rio Tarumã-açu e seu afluente 2 apresentaram os maiores valores de transparência e os menores de turbidez, evidenciando a relação inversa entre os dois



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

parâmetros. Segundo o IAP (2005), erosões das margens dos rios, esgotos sanitários e diversos tipos de efluentes podem provocar elevações na turbidez das águas.

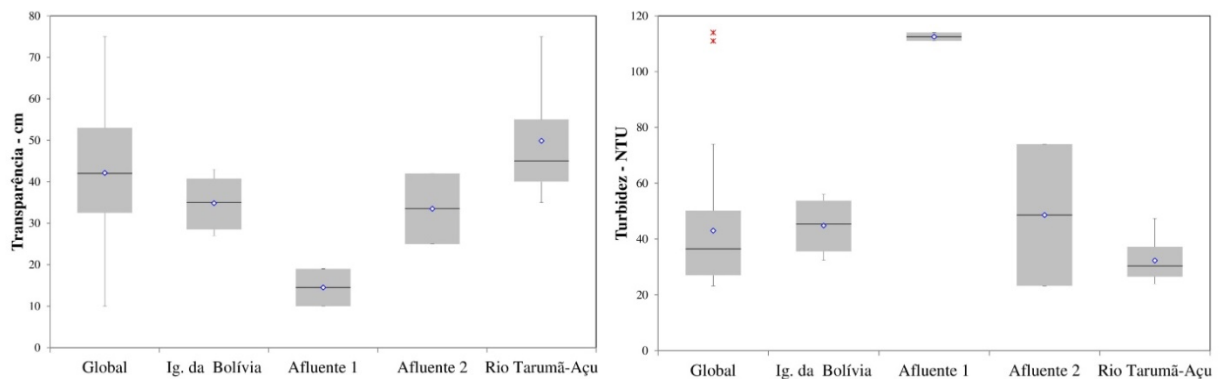


Figura 03 - Variação dos valores médios e desvio padrão da Transparência e Turbidez nos baixos cursos do *igarapé* da Bolívia, rio Tarumã-Açu e seus afluentes;

Fonte: autores, 2019.

### 3.3. Condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais e temperatura

A CE apresentou valores mínimos e máximos de 7  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , no rio Tarumã-açu (ponto 17) e 280  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , no *igarapé* da Bolívia (ponto 1), com média de  $60,80 \pm 80,10 \mu\text{S}/\text{cm}$ . Valores anômalos aos limites de referências para águas pretas (características naturais de baixa CE), de 10 a 20  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , encontrados por Geisler et al. (1973). O valor de TDS obteve variação entre 4 mg/L (pontos 10, 15 e 17) e 140 mg/L (ponto 1), com média de  $30,48 \pm 40,09 \text{ mg}/\text{L}$ . Os dois parâmetros registraram valores discrepantes nos pontos 1 e 3, como mostra a figura 04.

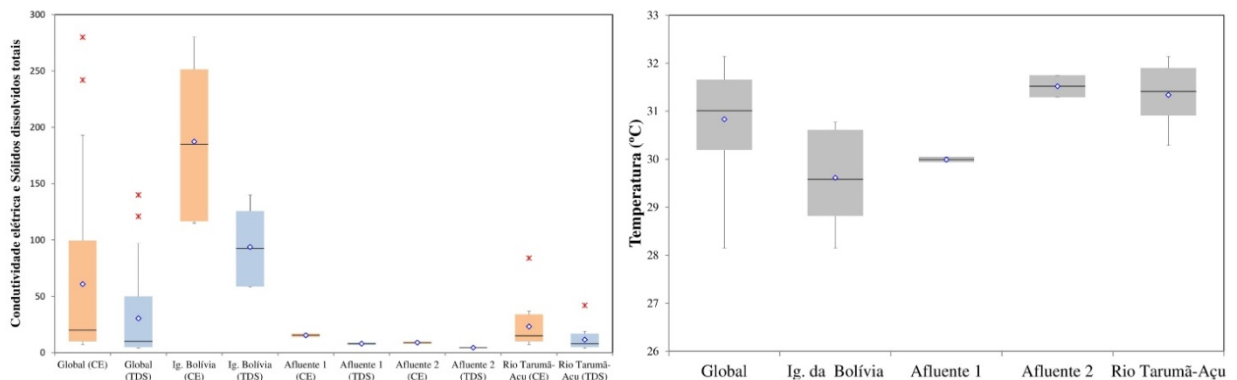


Figura 04 - Variação dos valores médios e desvio padrão da CE, TDS e Temperatura nos baixos cursos do *igarapé* da Bolívia, rio Tarumã-Açu e seus afluentes;

Fonte: autores, 2019.





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A análise por trecho mostrou valores maiores de *CE* ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e *TDS* ( $\text{mg}/\text{L}$ ) para o *igarapé* da Bolívia (mínimos de  $115 \mu\text{S}/\text{cm}$  e  $58 \text{mg}/\text{L}$ ; máximos de  $280 \mu\text{S}/\text{cm}$  e  $140 \text{mg}/\text{L}$ ; e médias de  $93,83 \pm 32,90 \mu\text{S}/\text{cm}$  e  $93,83 \pm 32,90 \text{mg}/\text{L}$ ). Estudos realizados por Nascimento et al. (2007) e Melo et al. (2005) encontraram valores máximos de *CE*, abaixo dos obtidos neste estudo,  $200 \mu\text{S}/\text{cm}$  e  $366 \mu\text{S}/\text{cm}$ , respectivamente, em locais antropizados.

A *temperatura* apresentou menor variação amostral, comparado aos demais parâmetros. O valor mínimo registrado foi de  $28,15^\circ\text{C}$ , no *igarapé* da Bolívia (ponto 1) e o máximo de  $32,14^\circ\text{C}$ , no rio Tarumã-açu (ponto 25), aumentando gradativamente com o horário de coleta, com média de  $30,83 \pm 1,03^\circ\text{C}$ , acima das médias anuais para águas de corpos d'água urbanos, registradas ( $22$  a  $28^\circ\text{C}$ ) por Prance et al. (1985). Este aumento pode interferir nos valores de *OD*, já que segundo Silva (1996), esta elevação pode dificultar a dissolução do oxigênio e aumentar o consumo do gás pela biota local.

### 3.4. Caracterização das margens

Em campo foi possível observar interferências antrópicas presentes nas margens e nos cursos d'água que podem ser relacionadas a alterações obtidas neste estudo, como presença de indústrias, hotéis, comércios fluviais (flutuantes), pesca predatória, balneabilidade, marinas, estaleiros, deposição irregular de resíduos sólidos nas margens e na massa d'água, transporte, e atividades de recreação, representados na figura 05.



Figura 05 - Fotografias das margens da foz do *igarapé* da Bolívia (foto A - deposição de resíduos sólidos), Afluente 01 (foto B - comércios fluviais) e rio Tarumã-açu (foto C - recreação);

Fonte: Autores, 2018.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

### 3.5. Espacialização das variáveis

A espacialização das variáveis (figura 06), possibilitou observar o destaque ao baixo curso do *igarapé* da Bolívia, com alta concentração de CE, sólidos totais dissolvidos, turbidez e pH, e baixos valores de transparência e oxigênio dissolvido. Este cenário advem da intensa erosão das margens da localidade, intensificados com o regime pluviométrico da região e da emissão de efluentes, sem os devidos tratamentos, em praticamente toda área urbanizada da bacia.

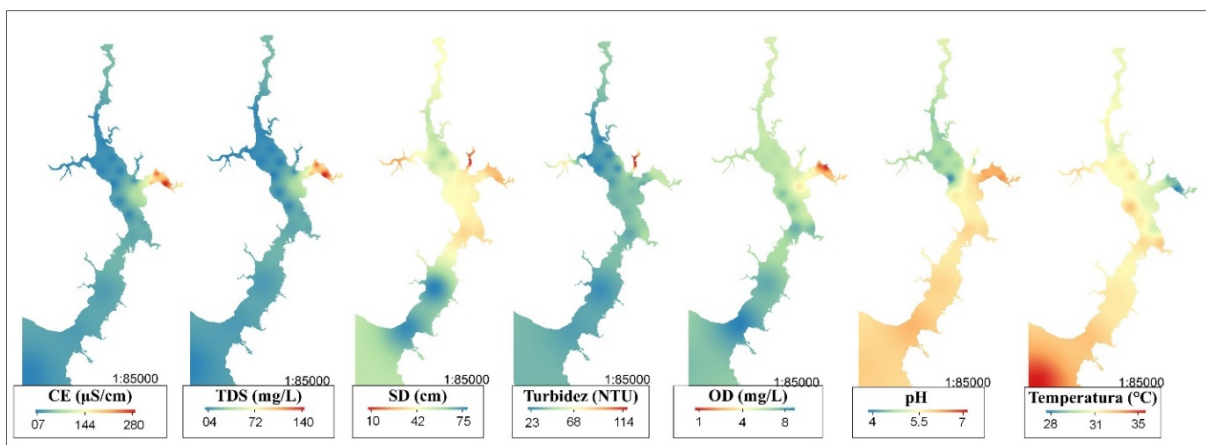


Figura 06 - Espacialização dos parâmetros: transparência, turbidez, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais, temperatura, OD e pH; no *igarapé* da Bolívia, rio Tarumã-açu e seus afluentes, 1 e 2; Fonte: Autores, 2018.

### Considerações Finais

Estudos limnológicos e o uso de geotecnologias possibilitaram a caracterização e espacialização dos baixos cursos do rio Tarumã-Açu e de seu tributário, *igarapé* da Bolívia. Assim, pôde-se identificar maior impacto antrópico na região do trecho da foz do *igarapé* da Bolívia, com alta concentração de *CE*, *TDS*, *NTU*, *pH* e *temperatura*, e baixos valores de *SD* e *OD* provenientes de atividades antrópicas desenvolvidas à montante da bacia.

Sugerem-se, entretanto, novos estudos na área em períodos distintos como da cheia dos rios para reforçar os estudos na bacia do rio Tarumã-Açu, a fim de aperfeiçoar as informações disponíveis e possibilitar futuros estudos de impactos nos recursos hídricos em bacias urbanizadas de Manaus.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

### **Agradecimentos**

Agradecemos ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação dos Recursos Hídricos - ProfÁgua, projeto CAPES/ANA AUXPE nº 2717/2015. A Universidade do Estado do Amazonas (UEA), à Fundação de Amparo à pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam) e aos nossos colegas, João e Luiz, pelo apoio no trabalho de campo.

### **Referências Bibliográficas**

CHRISTOFOLETTI, A. *Modelagem de Sistemas Ambientais*. 1ª Ed. - São Paulo, Edgard Blücher, 1999.

COSTA, F.E.V. *Uma experiência amazônica de gestão dos recursos hídricos: a criação do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Tarumã-Açu, Manaus – AM – Brasil*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará. Pós-graduação em Geografia, Belém, 2011.

GEISLER, R.; KNÖPPEL, H. A. & SIOLI, H. *The ecology of fresh-water fisher in Amazonia: present status and futures tasks for research*. Applied Sciences and Development. 144-162, 1973.

IAP, Instituto Ambiental do Paraná- Turbidez das águas. Disponível em:< <http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=92>>. Acesso em: 10 Fev. 2019.

JANSEN J.G; SCHULZ H.E; LAMON A.W. *Medidas da concentração de oxigênio dissolvido na superfície da água*. Eng Sanitária Ambient. 13(3):278-283, 2008.

MAIA, S.A.; FERREIRA JR, J.C.; WACHHOLZ, F.; COLARES. I. S. *Caracterização e localização da bacia hidrográfica do rio Tarumã-açu, Manaus-AM*. Boletim Técnico Grupo de Pesquisa Geotecnologias e Análise da Paisagem - Geotap, Manaus, nº1, 2019. 1 p.

MELO, E.G.F; SILVA, M.S.R.; MIRANDA, S.A.F. *Influência antrópica sobre águas de igarapés na cidade de Manaus – Amazonas*. Caminhos de Geografia, vol. 5(16), p.40–47, 2005.

MELO, S.F.S. *Gestão de Recursos Hídricos no Estado do Amazonas: o caso da Bacia do Tarumã-Açu*. Dissertação (mestrado) .Rio de Janeiro: PUC, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, 2017.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

MIGUEL, A. E. S.; et al. *Características Morfométricas do Relevo e Rede de Drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Taquaruçu/MS*. Revista Brasileira de Geografia Física, vol.07, n.04. 2014. Disponível em: <http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/view/783/586>. Acesso em: 03 jan. 2019.

NASCIMENTO, C.R.; et al. *Hidroquímica das águas de um igarapé sob diferentes graus de impactos, Manaus/Am*. In: Anais do I Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro-Oeste. Cuiabá, MT: ABRH, p.1-13, 2007.

NASCIMENTO, C.R.; SILVA, M.R.S. *Alterações em parâmetros físicos e em concentração de cátions e ânions em uma micro-bacia hidrográfica de Manaus devido a expansão urbana*. Revista Caminhos de Geografia. Uberlândia, vol. 11, n.33, p. 208-219, 2010.

PRANCE, G.T. PIRES, J.M.; LOVEJOY, T. E. *The vegetation types of the Brazilian Amazon*. In: Prance, G.T.; Lovejoy, T.E. (eds.). Key Environments: Amazonia. Pergamon Press, Oxford. vol. 35 p. 109-145, 1985.

PEIXOTO, P. S. *BoxPlot para Microsoft Excel*. São Paulo, 2010. Disponível em: <https://www.ime.usp.br/~pedrosp/bioestatistica/>. Acesso: 10 jan. 2019.

RIGHI, E.; BASSO, L.A. *Aplicação e análise de técnicas de interpolação para espacialização de chuvas*. Revista Ambiente Guarapuava (PR) v. 12 n. 1; p. 101-118, 2016.

SILVA, C.P.D. *Community structure of fish in urban and natural streams in the Central Amazon*. Amazoniana. 13 (3/4): 221 -236, 1996.

SIOLI, H. *Hydrochemistry and geology in the brazilian amazon region*. Amazoniana, 1968.

TUCCI, C.E.M. *Água no meio urbano*: Livro Água Doce, cap. 14, 1997.

ZEIDEMANN, VIVIAN KARINA. *O Rio das Águas Negras*. In: DALY, Douglas A. et al. Florestas do Rio Negro, 2001. Disponível em: <http://ecologia.ib.usp.br/guiaigapo/florestas.html>. Acesso em 18 fev. 2019.