



Water quality of the small river smell wood and the process of urbanization of the Municipality Igarapé-Açu/PA

Samya Uchôa Bordallo¹; Ewerton Carvalho de Souza²; Antônio dos Santos Silva³; Emerson Renato Maciel da-Silva⁴; Regina Celi Sarkis-Müller⁵; Ivan Carlos da Costa-Barbosa⁶.

Email: samyauchoa2000@gmail.com, ewcarvalho@yahoo.com.br, ansansil@superig.com.br, emersonrvs255@gmail.com, reginasarkis@hotmail.com, belemivan@hotmail.com

Received: January 13th, 2017

Accepted: February 14th, 2017

Published: March 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

The objective was to evaluate the water quality of the Pau-Cheiroso igarapé, Igarapé-Açu/PA, through physicochemical parameters and to make the comparison with the acceptable values established by the legislation. Ten points were selected and divided into areas of riparian forest and urban area. The determinations were performed in April, June, August, October and December of 2015 and February of 2016. It was observed that the pH averages were below 6, the minimum value allowed in class II waters; The values of turbidity oscillated within the maximum allowed value; The values of dissolved oxygen did not present above the acceptable minimum of 5 mg L⁻¹; And the temperature did not vary significantly between the points and between the collections. It was possible to distinguish two distinct groups through the multivariate analysis, observing the influence of the removal of riparian forest, by the urbanization process, on the water quality of the Pau-Cheiroso stream.

Key Words: water quality, urbanization process, environmental management.

Qualidade da água do igarapé pau-cheiroso e o processo de urbanização do Município Igarapé-Açu/PA

RESUMO

O objetivo foi avaliar a qualidade da água do igarapé Pau-Cheiroso, Igarapé-Açu/PA, através de parâmetros físico-químicos e realizar a comparação com os valores aceitáveis estabelecidos pela legislação. Foram selecionados 10 pontos e divididos em área de mata ciliar e em área urbana. As determinações foram realizadas nos meses de abril, junho, agosto, outubro e dezembro de 2015 e fevereiro de 2016. Observou-se que as médias de pH se encontraram abaixo de 6, valor mínimo permitido em águas de classe II; os valores de turbidez oscilaram dentro do valor máximo permitido; os valores de oxigênio dissolvido não se apresentaram acima do mínimo aceitável de 5 mg L⁻¹; e a temperatura não variou significativamente entre os pontos e entre as coletas. Foi possível distinguir através da análise multivariada dois grupos distintos, observando a influência da retirada da mata ciliar, pelo processo de urbanização, na qualidade da água do igarapé Pau-Cheiroso.

Palavras Chaves: qualidade da água, processo de urbanização, gestão ambiental.

I. INTRODUÇÃO

A água pode ser considerada um recurso abundante, relativamente para as necessidades atuais. No passado era visto como bem infinito impossível de acabar, mas os tempos mudaram e a água é hoje o recurso mais importante para a vida, sendo caracterizada como finito para o consumo humano. A importância da água não está relacionada apenas às suas funções na natureza,

mas ao papel que exerce na saúde, economia e qualidade de vida humana [1].

A proximidade com a água foi um fator preponderante no crescimento e desenvolvimento das civilizações e das cidades atuais que utilizam a mesma para seus diversos fins. Ambientes aquáticos são utilizados em todo o mundo com distintas finalidades, entre as quais se destacam o abastecimento de água (doméstico e industrial), a geração de energia, a irrigação, a

navegação, pesca, a aquicultura, a harmonia paisagística, preservação da fauna e da flora, criação de espécies, diluição e transporte de despejos. No entanto, essa diversificação no uso da

Alterações nas margens dos rios, como a retirada da mata ciliar, também chamada de vegetação ripária ou ripícola, influenciam de forma negativa na qualidade da água. A intervenção humana sob a mata ciliar só é permitida para usos múltiplos desde que possua plano de manejo aprovado pelo órgão ambiental competente, pois possuem importância particular na manutenção da qualidade e da quantidade de água, permitindo a estabilidade das margens servindo como filtros, contribuindo para a diminuição do escoamento superficial e assim do surgimento de erosões, além de

Segundo a ONU, em 2012, 80% da população mundial vivem em áreas em que a segurança da água é debilitada, fazendo com que as pessoas fiquem sujeitas a doenças. Para que a água seja considerada potável, é imprescindível a verificação por meio das análises físico-químicas, químicas e microbiológicas, a fim de constatar se ela está inclusa nos padrões de potabilidade para consumo humano instituídos nos regulamentos vigentes em cada país [8, 9].

Por isso, a seriedade em fazer um trabalho que aborde uma temática tão em pauta, auxiliando autoridades governamentais e pessoas que necessitam da água do rio da sua cidade. Sem dúvidas, a poluição afeta o equilíbrio de ecossistemas pondo a vida humana, de animais e vegetais em risco. Assim, os parâmetros analisados podem ser utilizados como uma indicação de que o corpo d'água está ou não sofrendo degradações advindas de atividades poluidoras.

O presente estudo tem como objetivo avaliar a qualidade da água do igarapé Pau-Cheiroso, no município de Igarapé-Açu – PA, através de parâmetros físico-químicos e realizar a comparação com os valores aceitáveis estabelecidos pela legislação vigente em áreas de mata ciliar e áreas urbanizadas.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo compreende a microbacia do Igarapé-Açu, localizada no município de Igarapé-Açu (01° 07'33" S e 47° 37' 27" W), região nordeste do Estado do Pará, a 105 km da capital Belém. O município tem população estimada em 2016 de 37.547 habitantes e tem sua base econômica voltada para a agricultura, comércio e indústria [10].

Apresenta média anual da temperatura máxima de 32,2°C e da temperatura mínima de 21,4°C e o clima do município insere-se na categoria de megatérmico úmido, do tipo Ami da classificação de Köppen.

Em Igarapé-Açu, a precipitação média mensal varia no período de maior índice pluviométrico (fevereiro, março e abril) entre 340 e 418 mm e no período de menor pluviosidade (setembro, outubro e novembro) entre 29 e 75 mm. Em termos de totais anuais, os índices pluviométricos atingem os valores entre 2.300 e 2.800 mm. Durante o ano ocorrem em média cerca de 156 dias de chuva [11].

Para avaliação dos parâmetros físico-químicos no rio, foram selecionados dez pontos, distribuídos ao longo do igarapé e divididos em área natural e em área urbana, sendo que os pontos de 1 a 7 se localizam em uma área natural com vegetação ripária preservada, e os pontos de 8 a 10 se localizam no centro urbano conforme mostra a Figura 1.

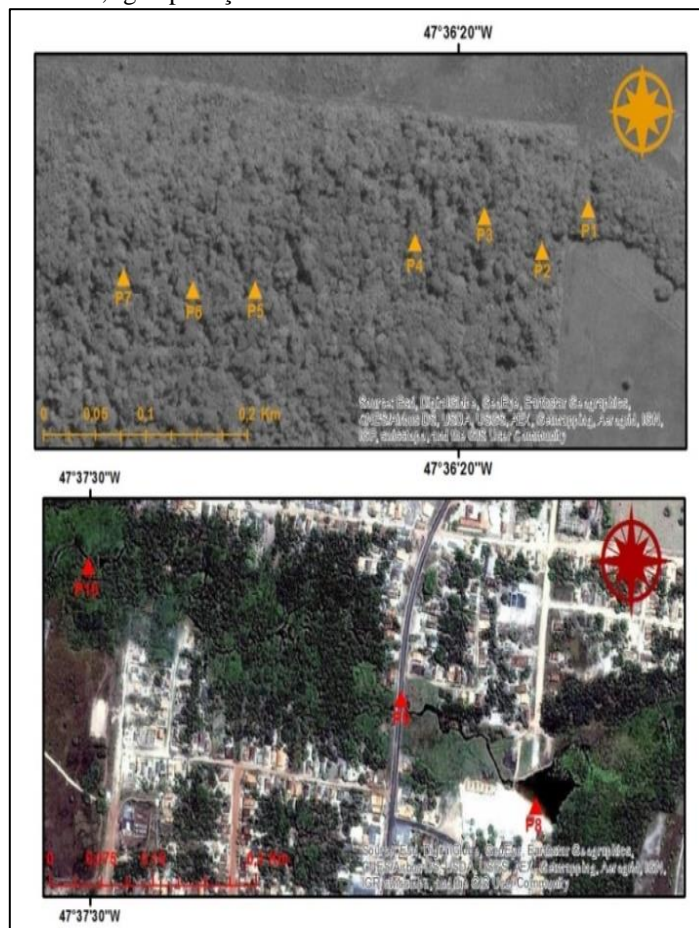
As determinações foram feitas *in situ* nos meses de abril, junho, agosto, outubro e dezembro de 2015 e fevereiro de 2016, compreendendo o intervalo de um ano e seis campanhas amostrais.

água, quando realizada de forma inadequada, provoca alterações na qualidade da mesma, comprometendo os recursos hídricos e por consequência seus usos para os diversos fins [2,3].

proporcionar uma redução significativa na possibilidade de contaminação da água, por agrotóxicos e resíduos agropecuários, por exemplo [4-6].

Em função desse quadro de deterioração dos sistemas aquáticos, houve a necessidade de se criar medidas para assegurar a proteção e o uso sustentável dos mesmos. Neste sentido em 1997 a Lei Federal nº 9.433 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, a qual traz dentre seus instrumentos o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água

Figura 1. Distribuição dos pontos ao longo do Igarapé Pau-Cheiroso, Igarapé-Açu.



Fonte: Os Autores, 2016.

A determinação dos parâmetros foi realizada através da sonda multiparâmetro (HANNA, modelo HI 9829), com a qual foi possível medir pH (adimensional), temperatura (em graus Celsius, °C) e oxigênio dissolvido (em miligramas por litro, mg L⁻¹). Com o auxílio de um turbidímetro digital (Lutron, modelo TU-2016) quantificou-se a turbidez (em unidades de turbidez, NTU ou uT). Todos os equipamentos foram previamente calibrados e todas as análises foram realizadas em triplicata (n = 3).

Foram calculados os valores de média, desvio padrão e realizado teste de Tukey (nível de significância de 95%), além de tratamento estatístico multivariado, através de análise de agrupamentos hierárquica (HCA) e análise de componentes principais (PCA).

A análise estatística foi realizada utilizando o *software* Minitab® 16 e o Microsoft Excel® 2010.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cálculo da média e desvio padrão dos resultados obtidos dos parâmetros físico-químicos analisados resultou nas tabelas 1, 2, 3 e 4.

Tabela 1. Valores de média e desvio padrão do pH de amostras de água.

Pontos	Abril/15	Junho/15	Agosto/15	Outubro/15	Dezembro/15	Fevereiro/16
P1	4,48±0,04c	4,84±0,34b	4,94±0,06bc	4,86±0,30b	4,63±0,18c	4,37±0,26b
P2	4,74±0,10b	4,39±0,03cd	5,00±0,01bc	4,14±0,11d	4,34±0,07d	4,39±0,06b
P3	4,52±0,10ab	4,23±0,04d	4,35±0,16c	4,37±0,11cd	4,24±0,03d	4,31±0,05b
P4	4,55±0,07ab	4,33±0,16d	4,97±0,72bc	4,63±0,08bc	4,71±0,15c	4,37±0,21b
P5	4,60±0,05ab	4,51±0,08bcd	4,51±0,32bc	4,50±0,05bcd	4,65±0,04c	4,17±0,21b
P6	4,65±0,06ab	4,72±0,06bc	4,65±0,13bc	4,39±0,03cd	4,67±0,03c	4,01±0,15b
P7	4,57±0,06ab	4,75±0,04bc	5,10±0,05abc	4,52±0,22bcd	4,69±0,02c	4,17±0,23b
P8	5,36±0,14a	5,42±0,04a	4,80±0,67bc	5,41±0,25a	5,51±0,06b	5,17±0,26a
P9	5,45±0,09a	5,43±0,03a	6,06±0,05a	5,48±0,06a	5,70±0,04ab	5,62±0,08a
P10	5,54±0,06a	5,62±0,08a	5,38±0,23ab	5,49±0,06a	5,93±0,06a	5,47±0,18a

Fonte: Os Autores, 2016.

Valores de média que não dividem a mesma letra, em uma mesma coluna, apresentam diferenças significativas segundo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Observa-se que ocorre diferença significativa dos valores de pH dos pontos P8, P9 e P10, em relação aos pontos P1 a P7, em

quase todos os meses. Exceto em agosto, em que o P8 apresenta média significativamente igual a outros pontos anteriores.

Na tabela N^o2, observam-se os valores obtidos de turbidez no Igarapé Pau-Cheiroso.

Tabela 2. Valores de média e desvio padrão de turbidez (NTU) de amostras de água.

Pontos	Abril/15	Junho/15	Agosto/15	Outubro/15	Dezembro/15	Fevereiro/16
P1	2,16±0,26d	5,48±0,08bc	0,76±0,06c	1,29±0,27e	0,50±0,34e	1,66±0,15d
P2	1,90±0,17d	4,39±0,67c	0,61±0,33c	1,78±0,13cde	2,01±0,57cde	2,05±0,60d
P3	2,08±0,16d	7,14±0,51b	1,38±0,40c	2,20±0,57bcd	2,76±0,54bcd	1,63±0,24d
P4	2,52±0,16d	5,97±1,68bc	1,03±0,54c	2,00±0,28bcde	1,26±0,36de	3,55±0,17c
P5	2,40±0,04d	4,92±0,06bc	1,48±0,52c	1,42±0,40de	1,79±0,30de	2,09±0,47d
P6	2,67±0,50d	6,00±1,34bc	1,23±0,10c	1,46±0,38de	4,79±1,70b	1,49±0,35d
P7	3,14±0,13d	4,12±0,22c	1,18±0,21c	1,61±0,23cde	1,13±0,23de	1,63±0,10d
P8	7,79±0,79b	18,24±0,81a	4,26±0,21ab	4,19±0,07a	3,92±0,26bc	9,05±0,88a
P9	5,71±0,23c	15,99±1,06a	5,99±2,83a	2,78±0,27b	4,50±0,30b	7,06±0,77b
P10	10,02±1,11a	16,98±0,14a	2,78±0,10bc	2,48±0,08bc	19,82±0,95a	8,77±0,28a

Fonte: Os Autores, 2016.

Valores de média que não dividem a mesma letra, em uma mesma coluna, apresentam diferenças significativas segundo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Nos meses de abril, junho e fevereiro os pontos P8, P9 e P10 apresentam médias de turbidez distintas dos outros pontos.

Enquanto que, nos meses de agosto, outubro e fevereiro eles não caracterizam um grupo isolado, como anteriormente.

Os valores obtidos a partir da medição do oxigênio dissolvido são mostrados na tabela Nº 3.

Tabela 3. Valores de média e desvio padrão de oxigênio dissolvido (mg L^{-1}) de amostras de água.

Pontos	Abril/15	Junho/15	Agosto/15	Outubro/15	Dezembro/15	Fevereiro/16
P1	4,03±0,29c	1,47 ± 0,41ab	4,42±0,23b	2,45±0,15de	2,86±0,02f	7,86±0,16a
P2	1,44±1,11d	0,93±0,27abc	3,89±0,61b	2,75±0,01cd	3,38±0,28e	8,31±0,21a
P3	5,36±0,12ab	0,82±0,21c	5,79±0,03a	2,94±0,06bc	3,84±0,04d	8,12±0,17a
P4	5,62±0,06a	0,59±0,05c	5,81±0,14a	3,32±0,12a	4,57±0,10bc	8,15±0,26a
P5	5,95±0,02a	0,93±0,04abc	5,97±0,10a	3,25±0,14ab	4,34±0,04c	8,37±0,10a
P6	6,31±0,34a	1,50±0,13 ^a	5,68±0,25a	3,25±0,14ab	4,34±0,07c	8,15±0,30a
P7	6,32±0,20a	0,96±0,13abc	4,22±0,33b	3,48±0,17a	4,66±0,05ab	7,59±0,37a
P8	4,18±0,03bc	1,10±0,22abc	4,46±0,15b	1,97±0,07f	4,67±0,07ab	4,67±0,57c
P9	5,41±0,57ab	0,91±0,06bc	2,90±0,64c	2,26±0,06ef	4,79±0,03ab	3,37±0,29d
P10	5,79±0,09a	1,11±0,16abc	6,00±0,25a	2,85±0,03c	4,87±0,04a	6,00±0,29b

Fonte: Os Autores, 2016.

Valores de média que não dividem a mesma letra, em uma mesma coluna, apresentam diferenças significativas segundo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Diferente do que ocorrem com os parâmetros anteriores, os valores de oxigênio dissolvido não são significativamente

diferentes entre os pontos naturais e os pontos da área urbana, ou seja, os pontos localizados na cidade e os localizados na área natural não formam grupos isolados.

A tabela Nº 4 apresenta os valores de temperatura medidos no momento de medição dos demais parâmetros.

Tabela 4. Valores de média e desvio padrão de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) de amostras de água.

Pontos	Abril/15	Junho/15	Agosto/15	Outubro/15	Dezembro/15	Fevereiro/16
P1	26,00±0,01f	16,87±0,25c	27,53±0,51bc	26,47±0,03bc	18,70±0,39e	27,76±0,04ab
P2	25,80±0,04g	15,20±0,74e	29,10±0,64ab	26,44±0,02bcde	18,35±0,41e	27,71±0,02b
P3	26,05±0,02ef	15,60±0,65de	26,25±0,03cd	26,48±0,01bc	18,39±0,18e	27,62±0,04b
P4	26,11±0,02de	15,59±0,46de	26,04±0,02cd	26,51±0,02bc	19,02±0,14de	27,92±0,02a
P5	26,10±0,04de	16,54±0,28cd	26,17±0,02cd	26,40±0,00bcd	19,48±0,12cd	26,95±0,03cde
P6	26,19±0,03cd	19,27±0,40a	26,30±0,03cd	26,38±0,04cde	20,08±0,29bc	26,90±0,02de
P7	26,21±0,02c	17,41±0,23bc	27,57±0,64bc	26,26±0,02e	20,17±0,21bc	26,82±0,01e
P8	27,44±0,05b	16,70±0,31cd	25,62±0,22d	26,28±0,16de	20,39±0,16b	27,06±0,19cd
P9	27,72±0,03a	17,01±0,17c	29,63±0,15a	26,71±0,02a	20,74±0,15ab	27,01±0,03cd
P10	27,69±0,02a	18,33±0,38ab	26,20±0,02cd	26,58±0,03ab	21,27±0,11a	27,14±0,03c

Fonte: Os Autores, 2016.

Valores de média que não dividem a mesma letra, em uma mesma coluna, apresentam diferenças significativas segundo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Somente no mês de abril as médias de temperatura formaram dois grupos entre os pontos de P1 a P7 e P8 a P10. Nos demais meses as médias não diferiram significativamente uma das outras.

Analisando os resultados obtidos na tabela 1, destaca-se que as médias de pH estão abaixo de 6, valor mínimo permitido (podendo variar de 6 a 9) em águas de classe 2 da resolução 357 do CONAMA. Estudos anteriores comentaram que, em rios brasileiros, o pH varia de neutro a ácido, e que existem rios na Amazônia com pH baixo, atingindo a neutralidade praticamente em águas marinhas. Esta acidez parece ser uma característica própria dos rios da Amazônia e aparentemente, não influenciam negativamente na qualidade das águas [12].

Os valores de pH variaram de 4,14 a 6,06, considerando tanto os meses de menor, quanto de maior índice pluviométrico, tendo uma variação pequena entre os meses (desvios padrão menores que 1,00). Com isso, percebe-se que o nível pluviométrico não influenciou significativamente nos resultados obtidos de pH. A variação de pH entre os pontos ocorre devido a quantidade de matéria orgânica depositada. Sua decomposição libera íons de H⁺ que contribui para os valores baixos [13].

Os valores de turbidez oscilaram entre 0,27 a 19,05 NTU, com desvios padrão pequenos (variando de 0,06 a 2,83). Portanto todos os valores se encontram abaixo do limite aceitável pela legislação, a qual permite valor máximo de turbidez para água de classe II até 100 NTU. Como visto na tabela Nº 2, os pontos P8, P9 e P10 possuem as maiores médias. A retirada de boa parte da vegetação contribui para o aumento do assoreamento do rio e da quantidade de sólidos em suspensão, já que a mata ciliar diminui a erosão do solo e aumenta a taxa de infiltração. O despejo de lixo e esgoto doméstico também eleva o valor da turbidez [14].

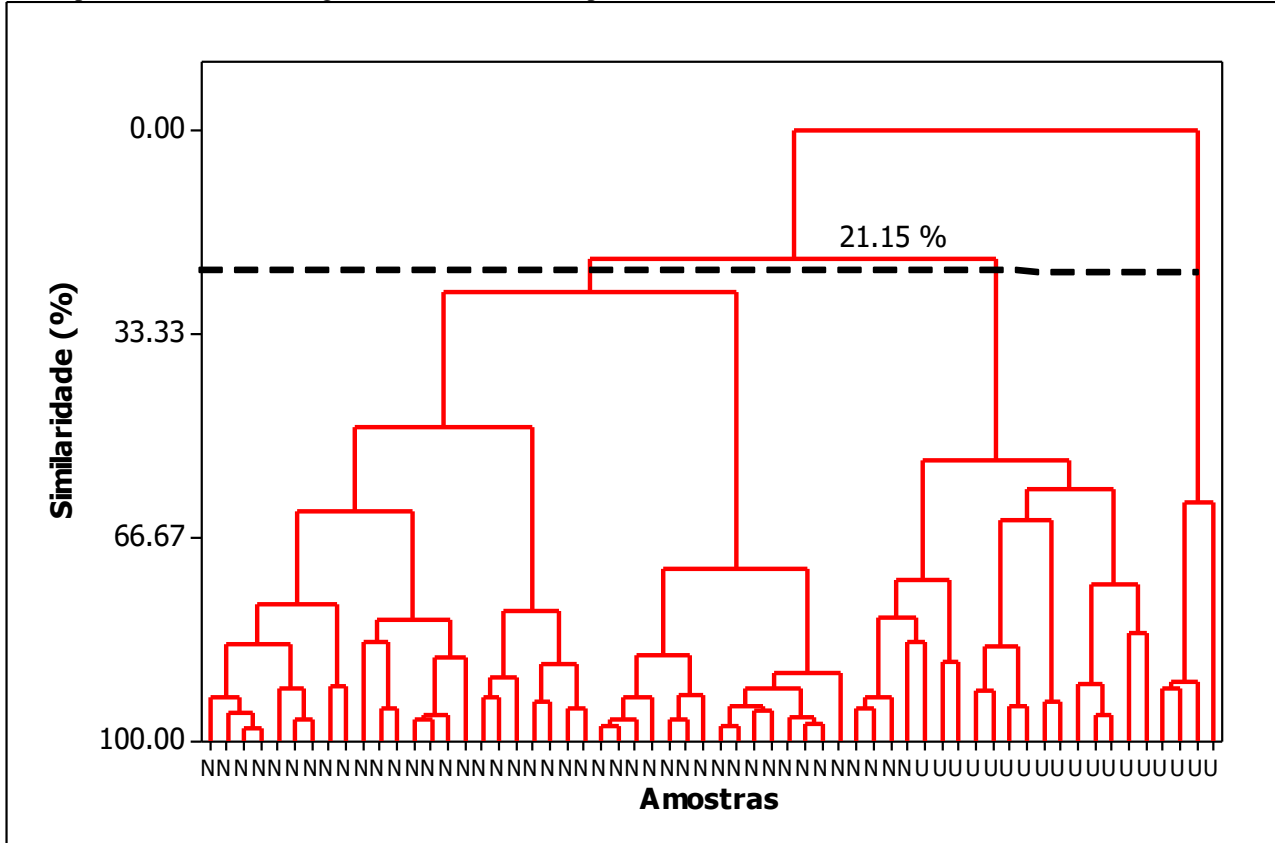
Conforme a resolução CONAMA nº 357/2005, os valores de oxigênio dissolvido não devem ser inferiores a 5 mg L⁻¹, para rios de classe II. De acordo com a tabela Nº 3, observa-se que os valores de oxigênio dissolvido, não apresentam valores acima do mínimo aceitável. Exceto no mês de fevereiro, que pode ser explicado por ser um dos meses de maior média de precipitação. A chuva aumenta o volume dos rios, aumentando assim a quantidade de oxigênio introduzida. A quantidade de matéria orgânica e o consumo de oxigênio por plantas e animais também influenciam na quantidade de oxigênio reduzido [14, 15].

A temperatura média de todos os valores obtidos é de 23,97 °C, não diferindo os pontos da área natural dos pontos da área urbana. Também não houve diferença entre os meses de maior e de menor pluviosidade. O motivo da baixa variabilidade deste parâmetro é a alta capacidade calorífica da água. Quando esta absorve grande quantidade de energia, parte dela é usada para quebra de ligações de hidrogênio, por isso a temperatura não se eleva drasticamente.

III.1 ANÁLISE MULTIVARIADA

A aplicação da técnica multivariada de análise hierárquica de agrupamentos (HCA) aos dados obtidos para os parâmetros pH, oxigênio dissolvido, temperatura e turbidez, empregando-se a padronização dos dados, ligações completas e distâncias euclidianas, produziu o dendrograma dado como mostra a Figura 2.

Figura 2. Dendrograma para as análises de pH, oxigênio dissolvido (OD), temperatura e turbidez. Legenda: N = corresponde às amostras de águas naturais; U = correspondem às amostras de trechos urbanos.



Fonte: Os Autores, 2016.

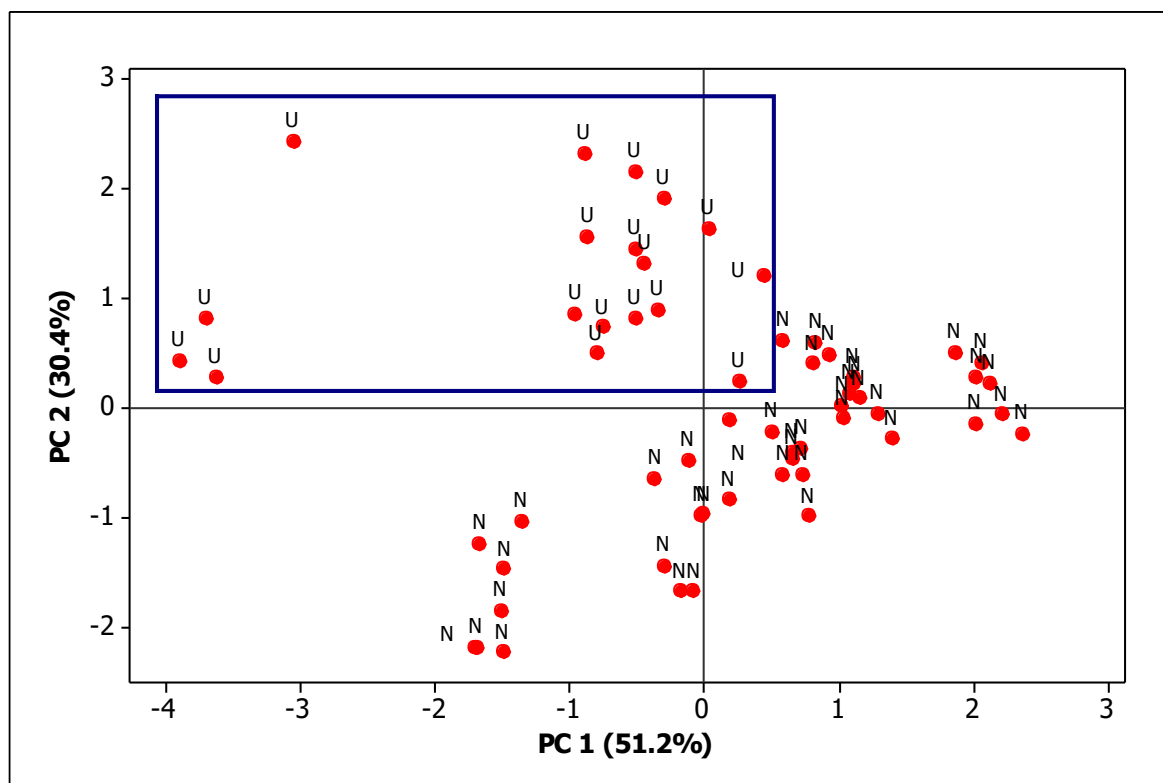
A aplicação da HCA revelou a formação de três grupos de amostras, a uma similaridade de 21,15%, sendo um grande grupo formado por 38 amostras de águas naturais (N), um pequeno grupo

formado por 4 amostras de trecho urbano (U), que, aliás, apresenta total falta de similaridade com as demais amostras, e um terceiro grupo misto de 18 amostras, sendo 4 de águas naturais e o restante

de trecho urbano. Assim, a técnica de HCA conseguiu fazer uma boa discriminação das amostras de águas estudadas conforme sejam de trechos urbanos ou naturais.

Ao se aplicar a técnica multivariada de análise de componentes principais (PCA) aos dados obtidos, obteve-se o gráfico das duas primeiras componentes principais.

Figura 3. Gráfico das duas primeiras componentes principais. Legenda: N = corresponde à amostras de águas naturais; U = correspondem à amostras de trechos urbanos.



Fonte: Os Autores, 2016.

Na Figura 3 pode-se perceber que as amostras de trechos urbanos formam um grupo disperso, mas separável em relação as amostras de águas naturais, incluindo todas as amostras U. Isso sugere que tal grupo de amostras são estatisticamente distintas das amostras do tipo N. Como as duas primeiras componentes principais juntas somam 81,6%, elas então explicam satisfatoriamente a separação encontrada.

IV. CONCLUSÃO

Realizando a comparação dos valores com a Resolução nº 357/2005 do CONAMA, a turbidez atende a legislação. Já os parâmetros pH e oxigênio dissolvido apresentam-se abaixo do valor mínimo aceitável. Porém não se pode inferir que seja uma água de má qualidade.

Através dos parâmetros estudados durante o período de um ano foi possível distinguir através de análise multivariada quais pontos representam água em ambiente de mata ciliar e quais estão presentes em área urbana. Estes formam grupos visivelmente isolados.

Com a análise destes parâmetros foi possível observar a influência da retirada da mata ciliar, pelo processo de urbanização, na qualidade da água do igarapé Pau-Cheiroso, mas algumas avaliações podem ser feitas de forma equivocadas devido a legislação brasileira basear o controle de qualidade e seus valores aceitáveis em usos da água.

É necessário que se realize mais estudos sobre a qualidade de água do igarapé Pau-Cheiroso.

V. REFERÊNCIAS

- [1] Chaplin, M. F. "Water: its important to life". *Biochemistry and Molecular Biology Education*. 2001, p. 54-59. [Acessado em: 16 de novembro de 2016]. Disponível em: <http://w3.ualg.pt/~pmartel/cadeiras/b e/papers/4.pdf>.
- [2] The Food and Agriculture Organization of the United Nations and Earthscan (FAO). **The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) – Managing systems at risk**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome and Earthscan, London. 2011. [Acessado em: 15 de novembro de 2016]. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/017/i1688e/i1688e.pdf>. ISBN: 978-92-5-106614-0(pbk).
- [3] Zektser, I. S., Everett, L. G. "Groundwater Resources of The World and Their Use". *Series on groundwater*. 2004, n.06. [Acessado em: 16 de novembro de 2016]. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001344/134433e.pdf>. ISBN 92-9220-007-0.

- [4] Naiman, R. J., Decamps, H. “**The Ecology of Interfaces: Riparian Zones**”. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 1997, vol. 28, pp. 621-658. ISSN: 1545-2069. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140196314001943>.
- [5] GÖBEL, P., DIERKES, C., COLDEWEY, W. G. J. “**Storm water runoff concentration matrix for urban áreas**”. *Journal of Contaminant Hydrology*, v. 91, n. 1-2, p. 26-42, 2007. ISSN: 0169-7722.
- [6] SOUZA, J. R. de. et al. “**A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil**”. *Revista Eletrônica do Prodem*. 2014, v.8, n.1, p. 26-45. Fortaleza, Brasil, ISSN: 1982-5528.
- [7] BRASIL. Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Brasília, DF, 2005.
- [8] Anwar, K. M., Vanita, A. “**Analysis Of Groundwater Quality Using Statistical Techniques: A Case Study Of Aligarh City (India)**”. *International Journal of Technical Research and Applications*. 2014, v. 2, n. 5, p. 100-106. [Acessado em: 15 de novembro de 2016]. Disponível em: <http://www.ijtra.com/view/analysis-of-groundwater-quality-using-statistical-techniques-a-case-study-of-aligarh-city-india.pdf>. ISSN: 2320-8163.
- [9] Dohare, D., Deshpande, S., Kotiya, A. “**Analysis of Ground Water Quality Parameters: A Review**”. *Research Journal of Engineering Sciences*. 2014, v. 3, n. 5, p. 26-31. [Acessado em: 13 de novembro de 2016]. Disponível em: <http://www.isca.in/IJES/Archive/v3/i5/3.ISCA-RJEngS-2014-24.pdf>. ISSN 2278-9472.
- [10] IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2016. Consultado em: 02 de dezembro de 2016. Disponível em: [http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=150320&search=p ara|igarape-acu](http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=150320&search=p%20ara%20igarape%20acu).
- [11] Cordeiro, A. H. F., Pachêco, N. A., Santiago, A. V. “**Climatologia da precipitação no município de Igarapé-Açu, PA. Período: 1995-2009**”. Em: Congresso Brasileiro de Meteorologia, Belém, 2010. Acesso em: 11 de março de 2016. Disponível em: http://www.sbmet.org.br/cbmet2010/artigos/490_71971.pdf.
- [12] Maier, M.H. 1987. “**Ecologia da bacia do rio Jacaré Pepira (47°55’ – 48°55’W; 22°30’ – 21°55’S – Brasil): qualidade da água do rio principal**”. *Ciência e Cultura*, 39(2): 164-185.
- [13] Harding, J.S.; Claassen, K.; Evers, N. 2006. **Can forest fragments reset physical and water quality conditions in agricultural catchments and act as refugia for forest stream invertebrates**. *Hydrobiologia*. 568: 391-402.
- [14] Fu, B., Burgher, I. “**Riparian vegetation NDVI dynamics and its relationship with climate, surface water and groundwater**”. *Journal of Arid Environments*. 2015, vol. 113, pg. 59-68. [Acessado em: 10 de dezembro de 2016] Disponível em: