

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA  
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

**EFEITO DA PRECIPITAÇÃO NA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO MADEIRA,  
HUMAITÁ, AMAZONAS**

Bolsista FAPEAM: Isis da Silva Sousa bolsista\*

Orientador: Prof. Dr. João Ânderson Fulan\*\*

**HUMAITÁ  
2014**

Bolsista: Isis da Silva Sousa bolsista FAPEAM

Orientador: Prof. Dr. João Ânderson Fulan

**EFEITO DA PRECIPITAÇÃO NA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO MADEIRA,  
HUMAITÁ, AMAZONAS**

**(RELATÓRIO FINAL)**

**HUMAITÁ  
2014**

## **RESUMO**

O objetivo principal deste estudo foi conhecer nas estações seca e chuvosa os efeitos das precipitações sobre as características físicas e químicas da água do rio Madeira, trechos à montante e à jusante a cidade de Humaitá, sul do estado do Amazonas. Este trabalho é um dos últimos realizados no rio Madeira antes da cheia histórica 2013/2014. Amostras de água foram coletadas em outubro de 2012 (estação seca) e março de 2013 (estação chuvosa) em seis estações de amostragem. Os resultados mostraram uma correlação positiva entre as precipitações e a concentração de oxigênio dissolvido na água e uma correlação negativa entre precipitação e pH, condutividade e temperatura de superfície da água. As correlações negativas entre as precipitações e o pH e a temperatura são diferentes das registradas na literatura.

**Palavras-chave:** Condutividade; lótico; oxigênio; pH; temperatura.

## **ABSTRACT**

The goal of this study was to know in the dry and rainy seasons the effects of the precipitation on the physical and chemical characteristics of the water of the River Madeira, stretches upstream and downstream the city of Humaitá, south Amazonas State. This work was realized before an extraordinary inundation episode in the years 2013/2014. Water samples were collected in October 2012 (dry season) and March 2013 (rainy season) in six sampling stations. The results showed a positive correlation between precipitation and concentration of dissolved oxygen in the water and a negative correlation between precipitation and pH, conductivity and temperature water surface. The negative correlation between precipitation and pH and temperature are different from those reported in the literature.

**Key-words:** Conductivity; lotic; oxygen; pH; temperature.

## INTRODUÇÃO

A qualidade da água dos ecossistemas aquáticos pode ser avaliada pela medição de parâmetros ambientais como pH, condutividade, oxigênio e temperatura da água (Conama, 2006). Todas as variáveis descritas anteriormente são diretamente afetadas pelas precipitações demonstrando a sua importância em estudos limnológicos. Silva *et al.* (2008), por exemplo, destacaram que a concentração de oxigênio foi maior no período chuvoso em comparação ao período seco no rio Purus, Amazonas. Alterações nas características da água afetam diretamente a biota local como os peixes provocando mudanças significativas tanto comportamentais como fisiológicas como tolerância ao pH registrada nas espécies de peixes identificadas no rio Negro, Amazonas (Val *et al.*, 1998). Variações significativas no pH podem levar a morte de peixes, pois propiciam o aumento na vulnerabilidade a infecções e dificuldade na realização das trocas gasosas (McDonald, 1983; Schmidt-Nielsen, 1996). Outras variáveis como a condutividade também exerceu um papel significativo na estrutura da comunidade de peixes em um ecossistema lótico no Amazonas (Bojsen & Barriga, 2002).

Muitos trabalhos limnológicos destacaram a importância do oxigênio no comportamento de peixes (Kramer, 1987; Mormul *et al.*, 2012). Algumas espécies podem ser mais tolerantes a baixa oxigenação da água devido ao seu comportamento ou adaptações morfológicas e anatômicas (Scarabotti *et al.*, 2011). Kramer (1987) destacou quatro efeitos da disponibilidade de oxigênio: mudanças na atividade, aumento da frequência respiratória, uso da água mais próxima da superfície e mudanças no habitat tanto vertical quanto horizontal. No Amazonas algumas espécies são altamente especializadas a viverem em condições de baixa oxigenação como o tamuatá e o bodó. Além do oxigênio, a temperatura também atua significativamente sobre as espécies de peixes.

A temperatura está diretamente relacionada à concentração de oxigênio. Ecossistemas aquáticos que apresentam temperaturas menores como os de clima temperado tem maior disponibilidade de oxigênio em comparação aos países com clima tropical (Esteves, 2011). Isto ocorre devido a influencia da temperatura sobre a solubilidade da água, isto é, quanto maior a temperatura, maior a solubilidade da água e maior a difusão do oxigênio da água para a atmosfera. Além do efeito sobre o oxigênio, a temperatura atua diretamente sobre o metabolismo e sobre a reprodução dos peixes (Hoar & Randall, 1971). Portanto, o pH, a

condutividade, a concentração de oxigênio e a temperatura da água estão diretamente relacionadas a sobrevivência dos peixes. Por outro lado, essas variáveis ambientais são diretamente afetadas pelas chuvas que são distribuídas de acordo com as estações do ano.

É neste contexto que este trabalho teve como objetivo principal conhecer os efeitos da precipitação nas estações seca e chuvosa sobre as características físicas e químicas da água como o pH, a condutividade, a concentração de oxigênio e a temperatura da água. Este trabalho foi realizado nos anos de 2012 e 2013 anteriores a cheia histórica do rio Madeira e poderá ser utilizado como referência em trabalhos futuros envolvendo a limnologia.

## **JUSTIFICATIVA**

Realizou-se este trabalho, com base em dados obtidos em 2012 e 2013, pois não tivemos condições para realizar o que foi proposto inicialmente que seria o monitoramento das características físicas e químicas da água do rio Madeira que passa pelo município de Humaitá-Am no período de setembro de 2013 a junho de 2014.

Entre vários fatores que contribuíram para esta ocorrência está inserido as mudanças ambientais, como a grande cheia que houve no Amazonas, influenciando diretamente em Humaitá-Am, fazendo com que os nossos pontos de coletas mensais ficassem submergidos, e mudassem totalmente sua natureza após esta.

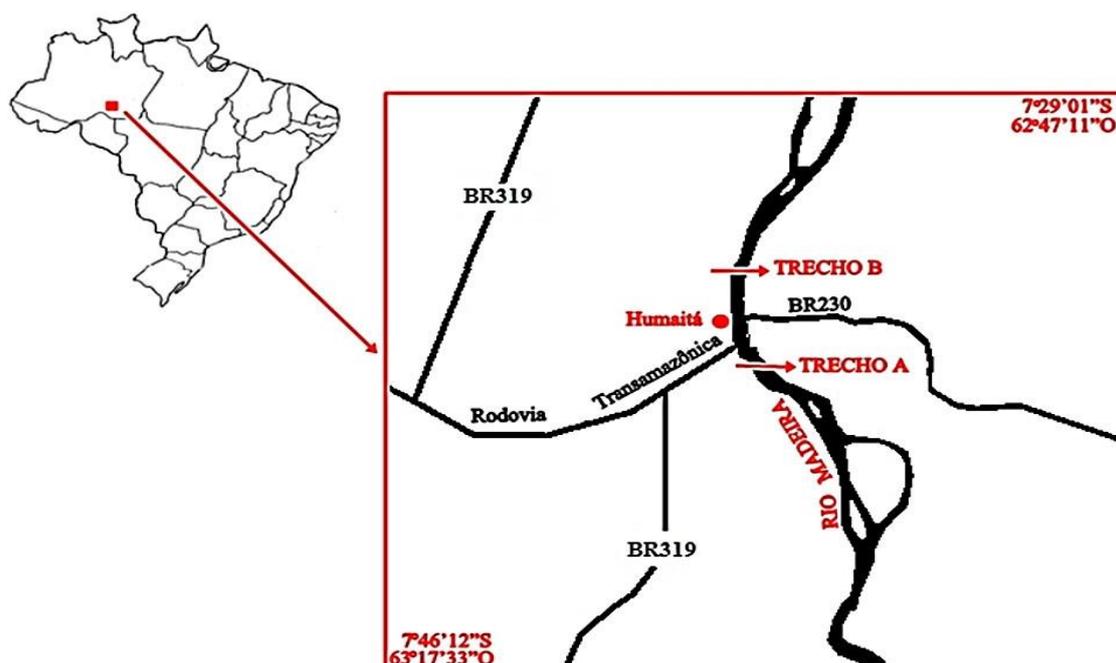
Então após várias literaturas abordadas, ideias foram sugeridas para realização deste, e o objeto de estudo foi analisar o efeito da precipitação na qualidade da água do rio Madeira, Humaitá, Amazonas, no período de cheia e seca, com os dados das coletas realizadas a montante e jusante em 2012 e 2013 do mesmo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de Estudo**

O rio Madeira tem 1.700 km de extensão e 1,5 km de largura em alguns trechos, sendo um dos principais tributários do rio Amazonas contribuindo com cerca de 20% de toda água da bacia Amazônica (Figura 1). No sul do Amazonas, o rio Madeira passa pelo município de Humaitá sendo uma das principais vias de transporte e recurso pesqueiro.

As coletas foram realizadas nos meses de outubro de 2012 e março de 2013 em dois trechos do rio Madeira, um à montante e outro à jusante ao município de Humaitá, AM. Em cada trecho foram amostrados três pontos: margens esquerda e direita e leito. Em cada ponto as amostras de água foram coletadas em tréplicas. Foram determinadas as seguintes variáveis ambientais: oxigênio dissolvido (método de Winkler descrito por Golterman et al. (1978), pH (pHmetro Micronal B380), condutividade (condutivímetro HACH-2511 com compensação linear para a temperatura de 25°C), temperatura de superfície da água (termômetro de álcool) e precipitação (Estação Pluviométrica de Humaitá A112, Lat: -7.55 e Lon: -63.07, dados Instituto Nacional de Meteorologia-INMET).



**Figura 1:** Trecho montante (A) e jusante (B) de Humaitá-Am.

A análise de correlação entre as variáveis analisadas e o teste “t” das médias dos trechos A e B foram rodadas no programa Statistica versão 6.0 (Statsoft, 1996).

## RESULTADOS

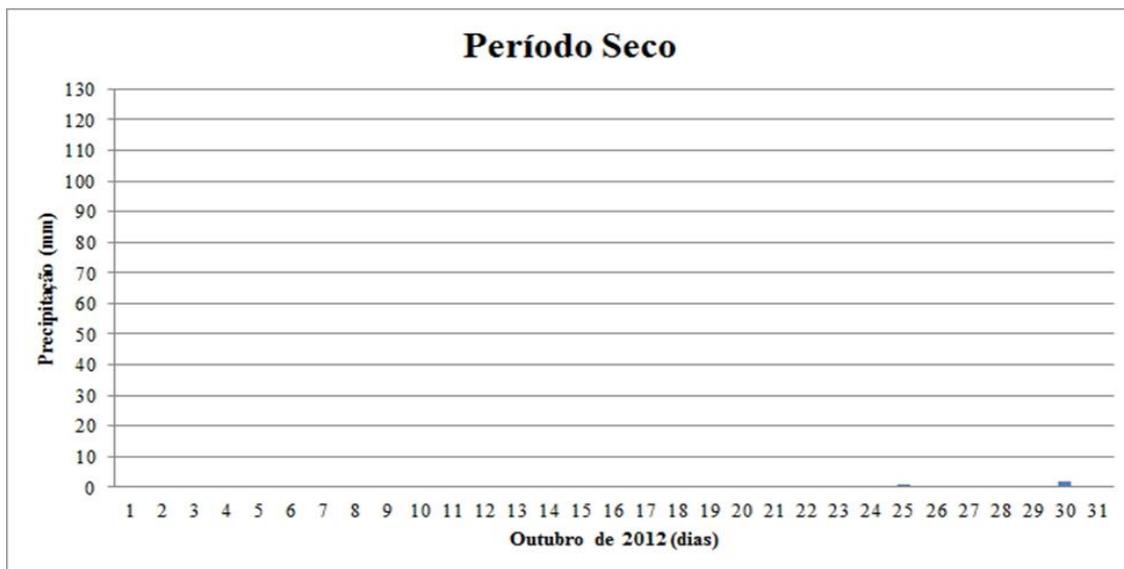
Na tabela 1 estão representadas as médias mensais das variáveis ambientais estudadas no rio Madeira nas estações seca e chuvosa. As médias mensais dos valores do oxigênio dissolvido, temperatura da água, pH e condutividade foram maiores no período chuvoso em comparação ao período seco em todos os pontos analisados.

Tabela 1: Média± DP das variáveis medidas no rio Madeira no período seco (outubro de 2012) e chuvoso (março de 2013) nos pontos MEM, LM e MDM do trecho A e MEJ, LJ e MDJ do trecho B.

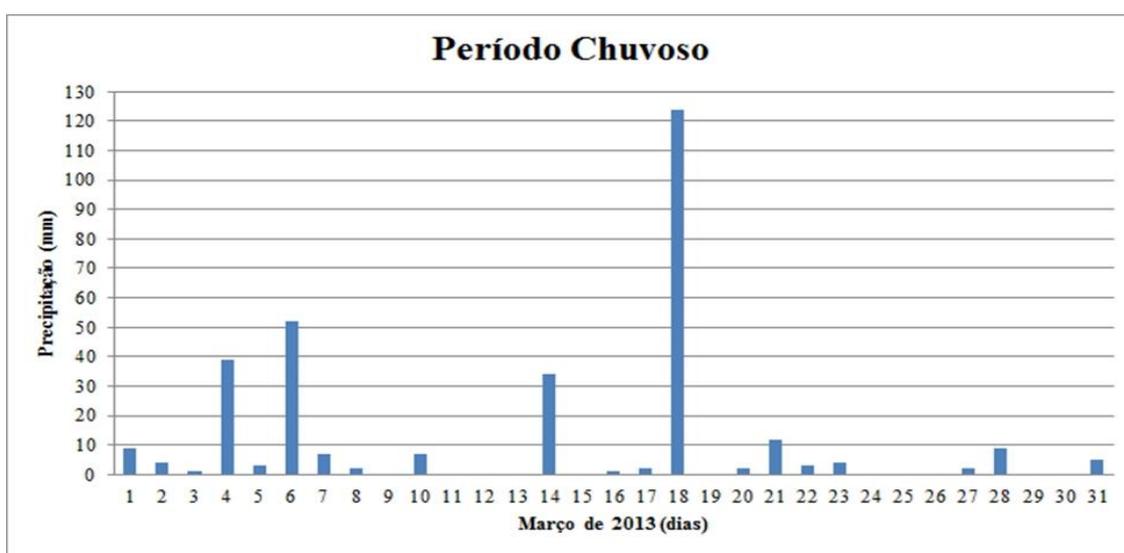
Variáveis Ambientais (Média± DP)	Período	Trecho A			Trecho B		
		MEM	LM	MDM	MEJ	LJ	MDJ
OD (mg/L)	Seco	5,5±0,2	5,4±0,5	5,4±0,2	5,6±0,2	5,6±0,2	5,4±0,3
	Chuvoso	7,5±0,5	7,7±0,5	7,6±0,4	7,9±0,2	7,7±0,2	7,7±0,2
T (°C)	Seco	33±1,0	32±1,0	31±1,1	30±1,0	32±1,0	31±1,2
	Chuvoso	29±1,5	29±1,0	29±1,0	29±1,0	28±1,0	29±1,0
Ph	Seco	7,7±0,9	7,7±1,1	7,8±2,0	7,7±1,9	7,6±1,2	7,5±1,2
	Chuvoso	6,9±0,3	6,9±1,0	7,0±1,2	6,5±1,1	6,8±1,0	6,8±2,0
Cond. (µS/cm)	Seco	135±1,4	106±2,0	105±3,0	120±5,2	109±6,1	105±5,0
	Chuvoso	67±5,0	60±4,5	58±5,0	58±1,9	60±2,8	65±3,0

**Legenda:** MEM: margem esquerda à montante; LM: leito do rio à montante; MDM: margem direita à montante; MEJ: margem esquerda à jusante; LJ: leito do rio à jusante; MDJ: margem direita à jusante; OD: oxigênio dissolvido; T: temperatura da água; pH: potencial hidrogênio iônico e Cond: condutividade

As precipitações diárias nos meses de outubro de 2012 (período seco) e março de 2013 (período chuvoso) estão representadas nas figuras 2 e 3, respectivamente. A precipitação mensal em outubro de 2012 ficou em 3 mm, enquanto que em março foi de 322 mm.



**Figura 2:** Precipitação em milímetros, decorrente no período seco, no município de Humaitá-AM. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia.



**Figura 3:** Precipitação em milímetros, decorrente no período chuvoso, no município de Humaitá-AM. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia.

A matriz de correlação de Pearson entre todas as variáveis ambientais determinadas neste trabalho está representada na tabela 2.

**Tabela 2:** Matriz de correlação de Pearson entre todas as variáveis físicas e químicas medidas na superfície da água nas estações seca e chuvosa no rio Madeira, Humaitá, AM.

Variáveis	OD	T	pH	Cond.	Precipitação
-----------	----	---	----	-------	--------------

OD (mg/L)	1,000				
T (°C)	-0,223	1,000			
Ph	0,345	-0,128	1,000		
Cond. (µS/cm)	-0,342	-0,432	-0,234	1,000	
Precipitação (mm)	<b>0,568</b>	-0,389	<b>-0,501</b>	<b>-0,589</b>	1,000
<b>Legenda na Tabela 1.</b>					
<b>Em negrito valores significativos p&lt;0,05</b>					

Houve correlação significativa positiva entre a precipitação e o oxigênio dissolvido. No entanto, o pH e a condutividade mostraram uma correlação negativa com a precipitação. O teste “t” mostrou que não houve diferença significativa nas médias das variáveis ambientais estudadas, exceto a precipitação, nos trechos A (à montante) e B (à jusante) ao rio Madeira em relação à cidade de Humaitá, evidenciando que não houve influência do município nas características da água do rio Madeira o que poderia interferir nos resultados deste trabalho.

## DISCUSSÃO

De acordo com Conama (2006), a avaliação da qualidade de um ecossistema aquático está diretamente relacionada às características físicas e químicas da água como oxigênio, temperatura, pH e condutividade. As características da água por sua vez são afetadas pelas estações do ano como a seca e a chuvosa devido às precipitações (Silva *et al.*, 2008). Os meses de maior e menor precipitação na região amazônica são março e outubro.

Maier (1987) destacou que os rios do Brasil apresentam pH menores ou iguais a sete. No rio Madeira registramos valores médio de pH mensal sempre superior a 7,5 no período seco e superior a 7,0 no período chuvoso. O pH é diretamente influenciado pela precipitação. Alguns autores registraram que há uma tendência de um maior valor de pH no período chuvoso (Carvalho *et al.*, 2000; Silva *et al.*, 2008). No rio Madeira registramos o inverso, pois o período chuvoso apresentou um pH menor que no período seco. Valores de pH menores no período chuvoso foram registrados no rio Paranapanema, SP (Fulan *et al.*, 2011).

No rio Purus, também no Amazonas, uma correlação positiva entre a precipitação e condutividade, oxigênio e temperatura de superfície da água foi registrada (Silva *et al.*, 2008).

Neste trabalho, no rio Madeira, apenas o oxigênio apresentou uma correlação positiva com a precipitação. O aumento da oxigenação da água no período chuvoso é maior devido ao aumento da velocidade da correnteza proporcionando uma maior turbulência da água que favorece a difusão do oxigênio do ar para a água (Closs *et al.*, 2004).

No rio Madeira, a condutividade e a temperatura de superfície da água apresentaram correlação negativa com a precipitação. Outros autores registraram o inverso para rios, isto é, a condutividade e a temperatura da água mostraram uma correlação positiva entre a precipitação e temperatura e condutividade (Umetsu *et al.*, 2007; Fulan *et al.*, 2011). No rio Madeira, está em operação uma usina hidrelétrica localizada à 200 km de Humaitá, AM. Esta usina é do tipo fio d'água e utiliza a energia da própria correnteza do rio como fonte geradora de energia, isto é, não há formação de um grande reservatório como observado nas usinas tradicionais. Os efeitos da construção deste tipo de usina a grandes distâncias ainda são poucos conhecidos. É possível que os valores de temperatura e condutividade observados tenham alguma correlação com a construção da usina, porém são necessários estudos complementares para poder inferir qualquer conclusão.

## **CONCLUSÃO**

Com a realização deste viu-se que os resultados mostraram uma correlação positiva entre as precipitações e a concentração de oxigênio dissolvido na água e uma correlação negativa entre a precipitação o pH, condutividade e temperatura de superfície da água. As correlações negativas entre as precipitações e o pH e a temperatura são diferentes das registradas na literatura. Porém estas não estão afetando negativamente a qualidade da água do rio Madeira, nos trechos próximo ao município de Humaitá-Am.

## **AGRADECIMENTOS**

À Fundação de Amparo à pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM).

## REFERÊNCIAS

BOJSEN, B. H. & BARRIGA, R., 2002. Effects of deforestation on fish community structure in Ecuadorian Amazon streams. **Freshwater Biology** 47(11): 2246-2260.

CARVALHO, A. R.; SCHLITTLER, F.H.M. & TORNISIELO, V.L., 2000. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. **Química Nova** 23(5): 618-622.

CLOSS, G.; DOWNES, B. & BOULTON, A., 2004. **Freshwater Ecology: A scientific introduction**: 1-240. Blackwell Publishing Company, USA.

CONAMA – **Conselho Nacional do Meio Ambiente**, 2006. Resolução nº357 de 17 de março de 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705>. Acesso em: 01 maio 2014.

ESTEVES, F. A., 2011. **Fundamentos de Limnologia**: 1-790. Interciência, Rio de Janeiro.

FULAN, J. A.; DAVANSO, R. C. S.& HENRY, R., 2011. A profundidade como fator determinante na variação anual da densidade dos macroinvertebrados associados à *Salvinia auriculata* Aublet. **Revista Brasileira de Biociências** 9: 214-219.

GOLTERMAN, K. L.; CLYMO, R. S. & OHMSTAD, M. A. M., 1978. **Methods for physical and chemical analysis of freshwaters**: 1-213. Scientific Publications, Oxford.

HOAR, W.S. & RANDALL, O. J., 1971. **Fish physiology**: 1-457. Academic Press Inc., New York.

KRAMER, D.L., 1987. Dissolved oxygen and fish behavior. **Environmental Biology of Fishes** 18(2): 81-92.

MCDONALD, D. G., 1983. The effects of H<sup>+</sup> upon the gills of freshwater fish. **Canadian Journal of Zoology** 61(4): 691-703.

MAIER, M.H., 1987. Ecologia da bacia do rio Jacaré Pepira: qualidade da água do rio principal. **Ciência e Cultura** 39(2): 164-185.

MORMUL, R. P.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; BONECKER, C. C. & MAZZEO, N., 2012. Migratory benthic shes may induce regime shifts in a tropical oodplain pond. **Freshwater Biology** 57: 1592-1602.

NASCIMENTO, F. L. & NAKATANI, K., 2006. Relações entre fatores ambientais e a distribuição de ovos e larvas de peixes na sub-bacia do rio Ivinhema, Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences** 28(2): 117-122.

SCARABOTTI, P. A.; LÓPEZ, J. A.; GHIRARDI, R. & PARMA, M. J., 2011. Morphological plasticity associated with environmental hypoxia in characiform fishes from neotropical floodplain lakes. **Environmental Biology of Fishes** 92: 391-402.

SILVA, A. E. P.; ANGELIS, C. F.; MACHADO, L. A. T. & WAICHAMAN, A. V., 2008. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta Amazonica** 38(4): 733-742.

SCHIMIDT-NIELSEN, K., 1996. **Fisiologia Animal - Adaptação e meio ambiente**: 1-620. Knut, Santos.

STATSOFT, 1996. **Statistica**, version 6.0. Statsoft Company, USA.

UMETSU, C. A.; UMETSU, R. K.; MUNHOZ, K. C. A.; DALMAGRO, H. J. & KRUSCHE, A. V., 2007. Aspectos físico-químicos de dois rios da bacia do alto Tapajós Teles Pires e Cristalino MT, durante período de estiagem e cheia. **Revista de Ciências Agro-Ambientais** 5: 59-70.

VAL, A. L.; GONZALEZ, R. J.; WOOD, C. M.; WILSON, R. W.; PATRICK, M. L.; BERGMAN, H. L. & NARAHARA, A., 1998. Effects of Water pH and Calcium Concentration on Ion Balance in Fish of the Rio Negro, Amazon. **Physiological Zoology** 71(1): 15-22.