

VARIÁVEIS QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DO IGARAPÉ RIACHUELO COMO INDICADORAS DE POLUIÇÃO URBANA NA CIDADE DE JI-PARANÁ (RO)

Rafael Ranconi Bezerra*
Nara Luísa Reis de Andrade**

RESUMO: Nos ambientes urbanos a perda da qualidade dos recursos hídricos com o passar dos tempos está cada vez mais associada às atividades potencialmente poluidoras como lava-jatos e retíficas e do inadequado uso e ocupação do solo em áreas voltadas à preservação permanente. Diante disto, o objetivo deste estudo foi analisar algumas características químicas e biológicas do Igarapé Riachuelo, disposto totalmente no perímetro urbano de Ji-Paraná (RO), passíveis de associação com a emissão de efluentes domésticos no período de outubro de 2013 a abril de 2014. Durante 6 meses realizou-se monitoramento de 4 variáveis, coliformes totais, *E. coli*, nitrato e oxigênio dissolvido, e pôde-se constatar que as variáveis comportaram-se em níveis característicos de ambientes aquáticos que vêm sofrendo aporte de cargas poluentes originárias de efluentes domésticos e de períodos remotos, como o nitrato. Deste modo, demanda-se de um arcabouço de informações que visem assegurar as necessidades da população em consonância com as atividades que vêm sendo exercidas na bacia de modo que não venham ou continuem a interferir negativamente na qualidade ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Monitoramento; Qualidade Ambiental; Recursos Hídricos.

CHEMICAL AND BIOLOGICAL VARIABLES OF THE STREAM RIACHUELO AS INDEXES OF URBAN POLLUTION IN JI-PARANÁ, BRAZIL

ABSTRACT: Loss of quality in water resources in city environments are more and more associated with potentially polluting activities such as car-washing and engine repairs, coupled to the inadequate use and occupation of soil in areas of permanent preservation. Current study, undertaken between October 2013 and April 2014, analyzes some chemical and biological characteristics of the stream Riachuelo within the urban range of the city of Ji-Paraná RO Brazil, associated with the emission of domestic effluents. Four variables, total coliforms, *E. coli*, nitrate and dissolved oxygen, were monitored during six months. Variables behaved at levels which were characteristics of water environments with great polluting cargoes derived from domestic effluents and nitrate. A range of information is required to ensure population needs so that the water basin would not continue undergoing negative interference in environmental quality.

KEYWORDS: Monitoring; Environmental Quality; Water Resources.

INTRODUÇÃO

A água para manutenção da qualidade de vida é um bem essencial, no entanto, sua qualidade e quantidade vêm sofrendo sérios impactos pelas mais variadas atividades antrópicas exercidas tanto no meio urbano quanto rural. Deste modo, a execução de programas de monitoramento a fim de

se conhecer a qualidade da água para determinar quais as possíveis interferências que a mesma vem sofrendo é uma das alternativas para a execução de ações intervencionistas e de gerenciamento para a manutenção quali-quantitativa dos recursos hídricos.

No meio urbano a degradação dos recursos hídricos em microbacias é resultado da interferência de atividades potencialmente poluidoras e do

* Universidade Federal de Rondônia

** Universidade Federal de Rondônia

inadequado uso e ocupação do solo em áreas de preservação permanente, as APPs. Elevadas taxas de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), de Nitrato (NO_3^-) e de Fósforo total (PO_3^-) são características que corpos d'água apresentam quando se tem lançamento de efluentes direto ou sem o devido tratamento.

Além destes componentes outros indicadores de degradação ambiental são os coliformes. Estes organismos, que podem estar presentes no solo ou de origem entérica, influenciam diretamente na qualidade dos corpos d'água e são determinantes na escolha por fonte de abastecimento para fins potáveis. Nas áreas urbanas estão relacionados principalmente ao lançamento de esgotos domésticos de forma clandestina e que quando não apresentam algum tipo de controle acabam por influenciar na capacidade de autodepuração do corpo receptor. Segundo Thebaldi et al. (2011) “é muito importante considerar a capacidade de assimilação dos rios e impedir o lançamento de efluentes tratados em vazão superior à que o corpo d'água possa suportar”.

Segundo Abrahão (2006) as doenças ou agentes de doenças de veiculação hídrica mais comuns para ambientes impactados podem ser a diarreia, sendo o agente o enterovírus, *E.coli*, cólera, pelo agente Vibrião da cólera e giardíase, agente *Giardia lamblia*.

Ressalta-se que ambiente impactado é aquele, segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente em sua Resolução nº 01, de 23 de janeiro de 1986, ambiente que sofreu ou sofre “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: à saúde, à segurança e o bem-estar da população”.

De acordo com Lucas, Folegatti e Duarte (2010) “a avaliação da qualidade da água pode ser feita pela composição dos resultados obtidos das amostras com os padrões de qualidade estabelecidos para a classe que está enquadrado o manancial”. Em face disto, ao dispor-se de um ambiente impactado ou não os usos mais significativos e apropriados para

aquela qualidade serão definidos pela Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005.

Ao estudar as características de cada corpo d'água os planos de manejo podem ser mais adequados às suas características, visto que as informações obtidas pelos estudos são intrínsecas à região e a seus componentes. Diante disto, o objetivo deste estudo foi analisar algumas características químicas e biológicas passíveis de associação com a emissão de efluentes domésticos do Igarapé Riachuelo, disposto totalmente no perímetro urbano de Ji-Paraná (RO).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Ji-Paraná encontra-se no leste rondoniense e tem uma população e densidade demográfica de 116.610 habitantes e 16,91 hab/km², respectivamente, segundo censo demográfico do IBGE (2010). O clima segundo a classificação de Koppen é Aw (tropical-quente-úmido) e tem temperatura média no mês mais frio superior a 18 °C (SEDAM, 2010). Segundo Ferreira, Luizao e Dallarosa (2005) “o período de chuvas ou forte atividade convectiva é compreendido entre Novembro e Março, sendo que o período de seca é entre os meses de Maio e Setembro, sem grande atividade”.

A microbacia do Igarapé Riachuelo está disposta em sua totalidade no perímetro urbano de Ji-Paraná e está localizada no segundo distrito da cidade como é possível perceber na Figura 1. O Igarapé tem sua nascente segundo a Lei nº 1.179, de 26 de julho de 2002, entre as ruas Rodrigues Alves, Café Filho, Sena Madureira e Basiléia no bairro São Pedro passando pelos bairros Riachuelo e Primavera, até a Lagoa do Parque Ecológico.

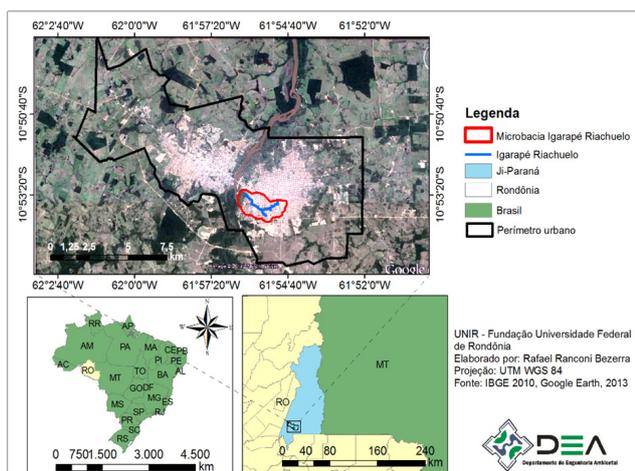


Figura 1. Localização da microbacia do Igarapé Riachuelo em Ji-Paraná (RO).

Os pontos amostrais para análise das variáveis foram determinados por amostragem simples aleatória, em que as ruas foram transcritas e posteriormente sorteadas. Entretanto, a nascente e o exutório foram definidos previamente; neste caso, não participaram do sorteio. Os mesmos estão representados na Figura 2.

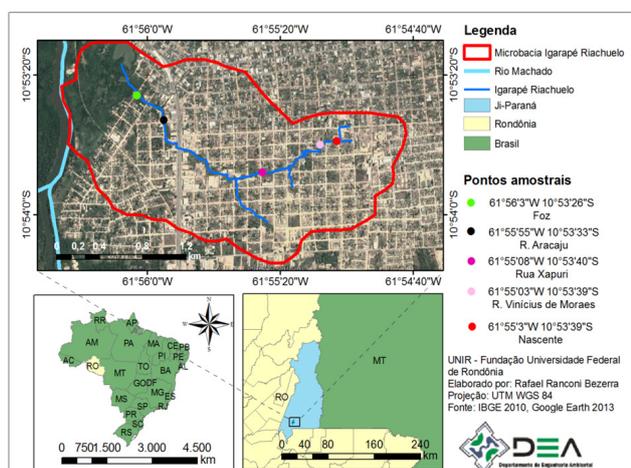


Figura 2. Localização dos pontos amostrais na microbacia do Igarapé Riachuelo, Ji-Paraná (RO).

2.2 VARIÁVEIS QUÍMICAS E BIOLÓGICAS

As variáveis utilizadas para indicação de poluição ambiental por lançamento de efluentes neste estudo foram nitrato (NO_3^-), oxigênio dissolvido (O_2), coliformes totais e *E. coli*. Para tanto a água amostrada

foi analisada de acordo com os procedimentos do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005) para os parâmetros químicos e biológicos citados. As metodologias para análise das variáveis estão expostas no Quadro 1. Quanto aos procedimentos de coleta e acondicionamento das amostras os mesmos foram realizados de acordo com a NBR 9.898, de 30 de junho de 1987, da ABNT.

Quadro 1. Metodologia de coleta e análise das variáveis para a qualidade de água.

Variável	Unidade	Metodologia
Oxigênio Dissolvido	mg/L	Foi medido <i>in loco</i> por meio de sondagem.
Coliformes Totais e <i>Escherichia coli</i>	Unidades Formadoras de Colônias (UFC)	Utilizou-se para coleta frascos de vidro borossilicato de 300 mL com tampa esmerilada rosqueável, esterilizada previamente em autoclave vertical. O crescimento bacteriano ocorreu em placas com substrato cromogênico após a filtragem de 100 mL em membranas de acetato de celulose de porosidade de 0,45 μm . As unidades formadoras de colônias de coloração azulada foram contabilizadas como <i>E. coli</i> . A contagem realizou-se após um período de 24 h em estufa a 35 $^{\circ}\text{C}$.
Nitrato	mg/L	As análises foram realizadas por amostras previamente filtradas em membrana filtrante de acetato de celulose quadriculada de 0,45 μm de porosidade. E seguirão a metodologia da ABNT NBR 12.620 pelo método do ácido fenoldissulfônico.

Os dados foram coletados entre os meses de outubro de 2013 e abril de 2014, sendo que para o oxigênio dissolvido, excepcionalmente, não se obtiveram dados para os meses de novembro e dezembro em virtude da sonda que seria utilizada teve sua membrana danificada, desta forma inviabilizando a amostragem.

As análises microbiológicas foram realizadas no laboratório de Limnologia e Microbiologia do curso de Engenharia Ambiental da Fundação Universidade

Federal de Rondônia, Campus de Ji-Paraná, sendo, neste caso, Coliformes totais e *Escherichia coli*.

Os dados foram analisados com a ferramenta estatística *Action* do Microsoft Excel 2013, além da ferramenta *solver* para análise descritiva dos dados. Foi realizado o desvio padrão de cada ponto, além do método não-paramétrico para determinar se havia diferença significativa entre os valores de cada média para cada ponto amostral com um grau de liberdade de 5%. Neste estudo teve-se como hipótese nula a igualdade das médias amostrais e hipótese alternativa de que pelo menos duas das populações envolvidas viessem a apresentar distribuição distinta.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises iniciaram e se procederam em período chuvoso para a região amazônica. Por este fato os dados encontrados garantiram ao corpo hídrico melhor qualidade para alguns compostos, visto que segundo Lucas, Folegatti e Duarte (2010) a precipitação tem fundamental importância para a viabilidade de diluição dos poluentes nos cursos d'água.

Nas Figuras 3 e 4 podemos notar o comportamento oscilante para o grupo coliforme e para a *E. coli*. O comportamento de ambas as variáveis tende a estar associado ao período em que a pesquisa ocorreu, visto que há maior aporte dos mais variados tipos de resíduos dentre eles fezes de animais, efluentes domésticos e material orgânico.

Tabela 2. Estatística descritiva e não-paramétrica para a *E. coli*.

	<i>Foz</i>	<i>R. Aracaju</i>	<i>R. Xapuri</i>	<i>R. Vinicius de Moraes</i>	<i>Nascente</i>
Média	133166,67	64166,67	55333,33	164166,67	2500,00
Desvio padrão	79780,74	39680,81	26755,68	222750,46	3987,48
Coef. Variação	0,60	0,62	0,48	1,36	1,59
P – valor	0,003				

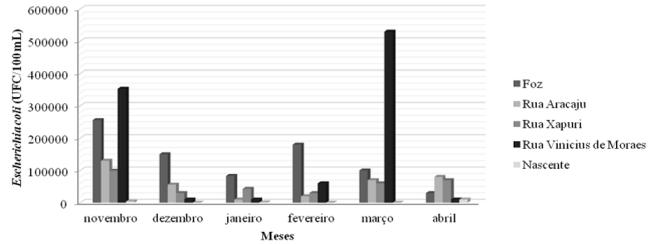


Figura 3. Unidades Formadoras de Colônia de *E. coli* no Igarapé Riachuelo, entre novembro/2013 e abril/2014.

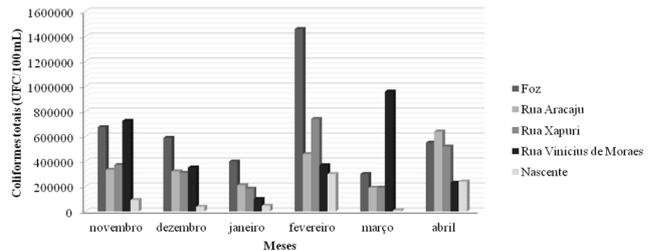


Figura 4. Unidades Formadoras de Colônia de Coliformes totais no Igarapé Riachuelo, entre novembro/2013 e abril/2014.

O valor *p* e o desvio padrão possibilitaram perceber que em todas as variáveis ocorreram diferenças significativas entre os pontos de tratamento, assim como uma baixa dispersão dos valores em torno da média, respectivamente. Isto indica que as diferenças nos valores medianos entre os grupos de tratamento são maiores do que seria esperado pelo acaso. Somente a variável nitrato apresentou valor mais próximo ao grau de liberdade aqui adotado, sendo o mesmo de 5%.

Nas Tabelas 2, 3 e 4 encontra-se a média, o desvio padrão, o coeficiente de variação de cada variável, juntamente com o respectivo *P*-valor.

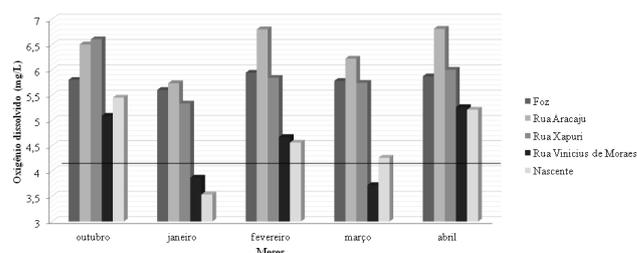
Tabela 3. Estatística descritiva e não-paramétrica para os Coliformes totais.

	Foz	R. Aracaju	R. Xapuri	R. Vinícius de Moraes	Nascente
Média	108000	57571,43	42285,71	141285,71	3428,57
Desvio padrão	92455,39	44847,36	35668,44	212105,88	4720,77
Coef. Variação	0,86	0,78	0,84	1,50	1,38
P – valor	0,018				

Levando-se em consideração a análise estatística para a *E. coli* e para os Coliformes totais, temos que a média e o desvio padrão apresentaram magnitude consideravelmente elevadas, o que acabaram por influenciar em coeficientes também elevados. Entretanto, análise correlata acerca deste comportamento está atrelada ao quão alterada a água do Igarapé estava no momento de cada campanha, visto que este comportamento oscilante é característico de ambientes que sofrem pressões negativas, sejam elas, o lançamento de efluentes domésticos via pontual ou difusa. Pontual quando encontraram-se derivações de efluentes que despejam diretamente resíduos no curso hídrico, e difusa quando os mesmos emissários despejam os mesmos em solos sem qualquer controle e somam-se às cargas de montante.

Em termos de reflexos que estas práticas podem desencadear, de acordo com Resolução 274, de 29 de novembro de 2000, a mesma pode ser classificada como imprópria pra recreação (contato primário), uma vez que apresentou mais de 2.000 *E. Coli* por 100 mililitros em 80% das amostras coletadas. Além deste aspecto, segundo a Figura 4, pode-se notar que há valores iguais a 0 (zero), ora representados, sendo que foram resultados da necessidade de sucessivas diluições, neste caso utilizando apenas valores de 1 para 1.000 mL e 1 para 10.000 mL, uma vez que a densidade microbiana inviabilizava a contagem das Unidades Formadoras de Colônias.

No âmbito de enquadramento de cursos d'água não somente as variáveis se fazem suficientes, sendo que para o devido fim de classificação os principais usos, assim como os que se almejam para a bacia, compõem os critérios necessários para a determinação de sua classe. Na Figura 5 encontram-se os valores registrados para oxigênio dissolvido e na Figura 6 para o nitrato.

**Figura 5.** Faixas de oxigênio dissolvido em função da Resolução CONAMA 357/2005 nos cinco pontos de monitoramento do Igarapé Riachuelo em Ji-Paraná (RO).

Segundo a Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005, o oxigênio dissolvido em corpos d'água deve apresentar valores acima de 5 mg/L ou 5 partes por milhão (ppm) para que possa ser enquadrado como classe 2, tendo isto ocorrido nas campanhas, no entanto, nos meses de janeiro e março ocorreram valores inferiores a 4 (ppm), valores estes suficientemente tendenciosos a enquadrá-lo como de classe 4.

Por esta situação pode-se inferir que o corpo hídrico não vem apresentando condições favoráveis à manutenção da ictiofauna, mas ligeiramente acima do mínimo necessário para as formas de vida aeróbia superior. Segundo Braga et al. (2005) este valor pode ser de 2 mg/L, mas podendo ser de no mínimo 4 mg/L para algumas formas de vida mais exigentes em requisitos de oxigênio.

Como comparativo, Bezerra (2012) encontrou comportamento semelhante no Igarapé 2 de Abril em Ji-Paraná, quando constatou concentrações oscilando entre 0,65 a 3,53 mg/L de oxigênio dissolvido em 5 dos 18 pontos amostrais. Em termos estatísticos têm-se a Tabela 4, que permite observar que os dados relacionados ao oxigênio dissolvido apresentaram consistência em função do desvio padrão e coeficiente de variação.

Tabela 4. Estatística descritiva e não-paramétrica para o oxigênio dissolvido.

	<i>Foz</i>	<i>R. Aracaju</i>	<i>R. Xapuri</i>	<i>R. Vinicius de Moraes</i>	<i>Nascente</i>
Média	5,80	6,41	5,90	4,52	4,60
Desvio padrão	0,13	0,45	0,46	0,70	0,77
Coef. Variação	0,02	0,07	0,08	0,15	0,17
P – valor			0,01		

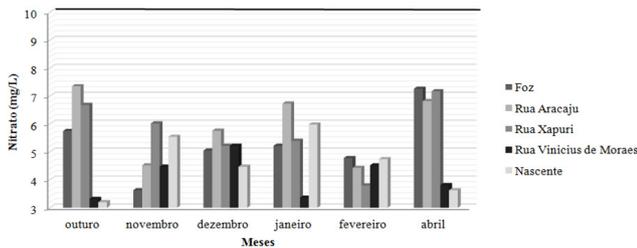


Figura 6. Faixas de nitrato em relação ao limite da Resolução CONAMA 357/2005 nos cinco pontos de monitoramento do igarapé Riachuelo, Ji-Paraná (RO).

Em relação ao nitrato presente nas amostras, permite-se observar que há valores relativamente abaixo do máximo permitido, sendo de 10 mg/L ou 10

ppm. Neste caso, não há distinção de concentração nas diferentes classes da referida resolução. Disto tira-se que ao apresentar valores muito próximos ao limite máximo permitido ou acima dele pode estar ocorrendo lançamento indiscriminado de carga poluente a nível que o curso d’água não suporte e seja capaz de depurar ao longo de seu percurso. Quanto à análise estatística aplicada pôde-se chegar à Tabela 5. Tais valores permitem inferir uma consistência dos dados, principalmente em relação ao desvio padrão e ao coeficiente de variação, visto que os mesmos expuseram uma magnitude relativamente baixa.

Tabela 5. Estatística descritiva e não-paramétrica para o nitrato.

	<i>Foz</i>	<i>R. Aracaju</i>	<i>R. Xapuri</i>	<i>R. Vinicius de Moraes</i>	<i>Nascente</i>
Média	4,89	5,76	5,42	4,18	4,79
Desvio padrão	0,79	1,30	1,07	0,82	1,07
Coef. Variação	0,16	0,23	0,20	0,20	0,22
P – valor			0,045		

A preocupação quanto à presença de nitrato em corpos d’água é que segundo Tundinisi (2003) apud Silveira Junior et al. (2013) relaciona-se aos despejos de fontes antrópicas de resíduos domésticos e industriais, ao passo que nos efluentes domésticos apresenta-se em maior concentração, sendo resultado da oxidação do nitrito.

Comparando-se os valores amostrais com o estabelecido pela Resolução CONAMA 357, de 17 março de 2005, o curso hídrico pode ser enquadrado como de classe 4, embora haja valores abaixo do máximo para enquadrá-lo como de classe 1, no

caso do nitrato presente nas amostras; entretanto, as demais variáveis aqui elencadas direcionam para àquela classificação.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As concentrações das variáveis microbiológicas se mostraram inconstantes, o que influenciaram em altos desvios e coeficientes de variação, proporcionando desta forma o relacionamento desta inconstância com o aporte de efluentes domésticos no curso d’água.

Em relação às variáveis químicas, as mesmas expuseram-se menos oscilantes quando comparadas com as microbiológicas, o que refletiu em coeficientes de variação e desvios relativamente baixos. Por sua vez, ao exporem este comportamento infere-se que o ambiente seja um receptor de carga poluente constante e que como demonstrado influencia na manutenção de uma boa qualidade ambiental.

Deste modo, demanda-se de um arcabouço de informações que visem assegurar as necessidades da população em consonância com as atividades que vêm sendo exercidas de modo que não venham ou continuem a interferir negativamente na qualidade ambiental da bacia.

Concomitante a isto tem-se a necessidade de execução de práticas de fiscalização e educação ambiental por parte dos órgãos públicos responsáveis, haja vista que o acesso ao conhecimento e maior conscientização da população, de um modo geral, proporciona a manutenção do ambiente, de modo que os serviços ambientais que os recursos naturais podem proporcionar sejam assegurados às presentes e futuras gerações.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, R. **Impactos do lançamento de efluentes na qualidade da água do Riacho Mussuré**. 2006. 160f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, Universidade Estadual da Paraíba, UFPB, UEPB, 2006.
- APHA, AWWA, WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington: Edition 21, 2005.
- BEZERRA, P. L. **A influência da atividade urbana sobre a qualidade da água do Igarapé Dois de Abril em Ji-Paraná/RO**. 2012. 41f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Ambiental) – Fundação Universidade Federal de Rondônia, UNIR, 2012.
- BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- CONAMA. Resolução nº357 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 de março de 2005, p. 58–63.
- FERREIRA, S. J. F.; LUIZÃO, F. J.; DALLAROSA, R. L. G. Precipitação interna e interceptação da chuva em floresta de terra firme submetida à extração seletiva de madeira na Amazônia Central. **Acta Amaz.** [Online], v. 35, n. 1, p. 55–62, 2005.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=110012&search=rondonialji-parana>>. Acesso em: 19 mar. 2014.
- LUCAS, A. A. T.; FOLEGATTI, M. V.; DUARTE, S. N. Qualidade da água em uma microbacia hidrográfica do Rio Piracicaba, SP¹. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 9, p. 937–943, 2010.
- SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL. Boletim Climatológico de Rondônia – Ano 2010. COGEO – SEDAM / Coordenadoria de Geociências – Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental – v. 12, 2010 – Porto Velho: COGEO.
- SILVEIRA JUNIOR, A. M. S. et al. Avaliação das características química da água utilizada para consumo humano no bairro Santa Rita, Macapá-AP, Brasil. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v. 13, n. 1, p. 10–16, 2013.
- THEBALDI, M. S. et al. Qualidade da água de um córrego sob influência de efluente tratado de abate bovino. **Rev. Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 3, p. 302–309, 2011.

*Recebido em: 21 de outubro de 2014
Aceito em: 04 de novembro de 2014*