



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA**  
**CAMPUS DE JI-PARANÁ**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**



**KISMARA BUTZKE**

**AVALIAÇÃO LIMNOLÓGICA DE UM IGARAPÉ IMPACTADO PELA  
URBANIZAÇÃO DA CIDADE DE JI-PARANÁ (RONDÔNIA): IGARAPÉ PINTADO**

Ji-Paraná

2013

**KISMARA BUTZKE**

**AVALIAÇÃO LIMNOLÓGICA DE UM IGARAPÉ IMPACTADO PELA  
URBANIZAÇÃO DA CIDADE DE JI-PARANÁ (RONDÔNIA): IGARAPÉ PINTADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Ambiental, Fundação Universidade Federal de Rondônia, *Campus* de Ji-Paraná, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Elisabete Lourdes do Nascimento

Ji-Paraná

2013

Butzke, Kismara

B989a      Avaliação limnológica de um igarapé impactado pela urbanização  
da cidade de Ji-Paraná (Rondônia): Igarapé Pintado / Kismara  
2013 Butzke ; orientadora, Elisabete Lourdes do Nascimento. -- Ji-Paraná,  
2013

84 f. : 30cm

Trabalho de conclusão do curso de Engenharia Ambiental. --  
Universidade Federal de Rondônia, 2013

Inclui referências

1. Meio ambiente. 2. Água – Qualidade -Rondônia. 3. Recursos  
hídricos - Rondônia. 4. Rios. 5. Urbanização. I. Nascimento, Elisabete  
Lourdes do. II. Universidade Federal de Rondônia. III. Título

CDU 628 (811.1)



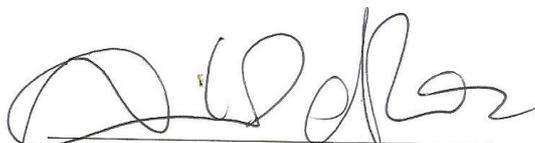
UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA  
CAMPUS DE JI-PARANÁ  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL



**TÍTULO:** AVALIAÇÃO LIMNOLÓGICA DE UM IGARAPÉ IMPACTADO PELA  
URBANIZAÇÃO DA CIDADE DE JI-PARANÁ (RONDÔNIA): IGARAPÉ PINTADO.

**AUTOR:** Kismara Butzke

O presente Trabalho de Conclusão de Curso foi defendido como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e aprovado pelo Departamento de Engenharia Ambiental, Fundação Universidade Federal de Rondônia, *Campus* de Ji-Paraná, no dia 06 de maio de 2013.



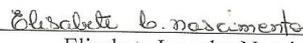
---

Ana Lúcia Denardin da Rosa  
Universidade Federal de Rondônia



---

Beatriz Machado Gomes  
Universidade Federal de Rondônia



---

Elisabete Lourdes Nascimento  
Universidade Federal de Rondônia

Ji-Paraná, 06 de maio de 2013.

## **AGRADECIMENTOS**

Para chegar até aqui foi preciso muito esforço, determinação, paciência, perseverança, ousadia e maleabilidade, e nada disso eu conseguiria sozinha. Portanto expresso minha terna gratidão a todos aqueles que colaboraram para que este sonho pudesse ser concretizado.

Agradeço principalmente a Deus, o maior mestre que alguém pode ter, pela força e disposição renovada a cada instante.

A minha família, em especial aos meus pais, que me deram apoio e incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

As minhas eternas amigas “irmãs” Monique S. Souza e Jéssica C. Ribeiro pela amizade e companheirismo em todos esses anos. E como poderia me esquecer de Camila L. Chaves, Hariane T. Russeti e Larissa P. F. Corilaço, pessoas maravilhosas que eu conheci no curso de Engenharia Ambiental. Obrigada por todos os momentos em que fomos estudiosas, brincalhonas, e cúmplices. Obrigada pela paciência, pelo sorriso, pelo abraço, pela mão que sempre se estendia quando eu precisava. Esta caminhada não seria a mesma sem vocês. Peço a Deus que os abençoe grandemente.

A minha orientadora, prof. Dra. Elisabete Lourdes do Nascimento, que acreditou em mim, que ouviu pacientemente as minhas considerações, partilhando comigo as suas idéias, conhecimento e experiências, e que sempre me motivou. Quero expressar o meu reconhecimento e admiração pela sua competência profissional e minha gratidão pela sua amizade.

Venho expressar meus agradecimentos também, a professora Ana Lúcia Denardin da Rosa, que de uma forma especial e não menos importante, contribui com este trabalho e na minha vida acadêmica.

Agradeço a todos os professores por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional.

A todos os professores, funcionários e alunos da UNIR, que de alguma maneira contribuíram na mudança da nossa Universidade, momento este que me estimulou e fez-me acreditar de que nada é impossível.

Agradeço a todos os meus colegas do curso de Engenharia Ambiental, em especial a Raissa Fonseca, Rhayanna K. Nascimento e Vinicius A. S. Souza. Obrigada pelos momentos felizes e “tristes” em que vivemos nestes cinco anos, pela dedicação nos momentos aflitos de aprendizagem com o apoio e companheirismo.

O meu muito obrigado a todos que direto ou indiretamente fizeram parte da minha formação.

“Que todo o meu ser louve ao Senhor, e que eu não esqueça nenhuma das suas bênçãos!”

Salmos 103:2.

## RESUMO

A água é indispensável para o desenvolvimento das diversas atividades humanas. No entanto, com o crescimento populacional, a pressão sobre os recursos hídricos vem aumentando continuamente, resultando em impactos ambientais que comprometem a sua disponibilidade e qualidade. O município de Ji-paraná/RO, por sofrer uma ocupação urbana sem planejamento, se encontra entre os cenários problemáticos dos recursos hídricos existentes no Brasil. Nesse aspecto cita-se o caso do igarapé Pintado, o qual após sofrer impactos da urbanização, atualmente compõe uma paisagem totalmente adversa à natural, apresentando em seu entorno um grande adensamento populacional. Desta forma, este estudo teve por objetivo avaliar os impactos ocasionados à qualidade da água do Igarapé Pintado decorrentes da urbanização em sua área de entorno, por meio de análises limnológicas. Para tanto, foram medidas algumas variáveis físicas, químicas e microbiológicas (coliformes) do corpo hídrico, tais como: oxigênio dissolvido, temperatura, turbidez, condutividade elétrica, pH, amônia, nitrato, fósforo total e ortofosfato. Os parâmetros coliformes fecais (*E. coli*) e totais mostraram valores muito acima do estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos hídricos e estabelece diretrizes ambientais para o enquadramento dos cursos d'água, indicando assim, contato frequente das águas do igarapé com fezes de animais de sangue quente, principalmente a do homem, através do lançamento de esgoto *in natura*. No entanto, os valores de amônia e nitrato estiveram respectivamente abaixo de  $0,20\text{mg.L}^{-1}$  e  $0,04\text{mg.L}^{-1}$ . As maiores concentrações observadas de fósforo total foi de  $0,013\text{mg.L}^{-1}$  e ortofosfato de  $0,011\text{mg.L}^{-1}$ . Portanto as concentrações dos nutrientes amônia, nitrato e fósforo total se encontraram abaixo dos valores recomendados pela referida resolução. Já as concentrações de oxigênio dissolvido estiveram abaixo de  $4,0\text{mg.L}^{-1}$ , estando muito próximas às necessidades da ictiofauna. A resolução estabelece a classificação das águas doces do Território Nacional segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes. No entanto, como os corpos hídricos de RO não possuem classificação e sugere-se que o enquadramento de classes do CONAMA deve ser utilizada com cautela, sendo necessário estudos mais detalhados sobre o assunto. Dentro desse contexto o presente estudo demonstrou a necessidade de um monitoramento contínuo da qualidade da água do igarapé Pintado, e reforça a necessidade políticas públicas e da recuperação da área.

**Palavras-chave:** Recurso hídrico, qualidade da água, impactos ambientais.

## ABSTRACT

Water is indispensable for the development of various human activities. However, with population growth, the pressure on water resources is increasing continuously, resulting in impacted environmental compromise their availability and quality. The municipality of Jiparaná/RO, by undergoing unplanned urban settlements, is among the troublesome scenarios of water resources in Brazil. In this respect cites the case of the stream Pintado, who after suffering the impacts of urbanization, currently makes up a totally adverse to the natural landscape, with its surroundings a large population density. Thus, this study aimed to assess the impacts on water quality caused Igarapé Painted arising from urbanization in its surrounding area through limnological analyzes. Therefore, some measures were physical, chemical and microbiological (fecal) of the water body, such as dissolved oxygen, temperature, turbidity, conductivity, pH, ammonia, nitrate, total phosphorus and orthophosphate. The parameters fecal coliform (*E. coli*) and total showed values well above established by CONAMA Resolution 357/2005, which provides for the classification of water bodies and establishes environmental guidelines for classification of watercourses, thus indicating frequent contact the waters of the stream with the feces of warm-blooded animals, especially of man, through the release of raw sewage. However, the amounts of ammonia and nitrate were respectively below 0.20 mg l<sup>-1</sup> and 0.04 mg.L<sup>-1</sup>. Their concentrations of total phosphorus was 0.013 mg L<sup>-1</sup> and orthophosphate 0.011 mg.L<sup>-1</sup>. Therefore the concentrations of nutrients ammonia, nitrate and total phosphorus were found below the recommended values for the resolution. Already the dissolved oxygen concentrations were below 4.0 mg L<sup>-1</sup>., Being very close to the needs of the fish fauna. The resolution establishes the classification of freshwaters of the National Territory according to the quality required for their main uses. However, as the RO water bodies have no classification and suggests that the framework classes CONAMA should be used with caution, and need more detailed studies on the subject. Within this context, the present study demonstrated the need for continuous monitoring of water quality of the stream Pintado, and reinforces the need for public policy and the recovery area.

**Key-words:** Water resources, water quality, environmental impacts.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
<b>OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>14</b>
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO.....</b>	<b>14</b>
<b>1 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 DISPONIBILIDADE HÍDRICA .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 USO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS.....</b>	<b>16</b>
<b>1.3 IMPACTOS OCASIONADOS PELO CRESCIMENTO URBANO.....</b>	<b>18</b>
<b>1.4 VARIÁVEIS DE AVALIAÇÃO LIMNOLÓGICA .....</b>	<b>20</b>
<b>1.4.1 Variáveis limnológicas físicas e químicas .....</b>	<b>21</b>
<b>1.4.2 Variáveis microbiológicas .....</b>	<b>26</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>28</b>
<b>2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>28</b>
<b>2.1.1 Uso e ocupação do solo na área da bacia</b>	<b>29</b>
<b>2.2 CLIMA.....</b>	<b>31</b>
<b>2.3 HIDROLOGIA.....</b>	<b>32</b>
<b>2.4 COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA.....</b>	<b>32</b>
<b>2.5 ANÁLISES DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS .....</b>	<b>35</b>
<b>2.5.1 Análise realizadas <i>in loco</i> .....</b>	<b>35</b>
<b>2.5.2 Turbidez.....</b>	<b>35</b>
<b>2.5.3 Oxigênio dissolvido.....</b>	<b>35</b>
<b>2.5.4 Amônia e nitrato.....</b>	<b>36</b>
<b>2.5.5 Fósforo total e ortofosfato.....</b>	<b>37</b>
<b>2.6 DETERMINAÇÃO DE COLIFORMES FECAIS E TOTAIS.....</b>	<b>37</b>
<b>2.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....</b>	<b>37</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>3.1 IMPACTOS AMBIENTAIS OBSERVADOS NA ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>39</b>
<b>3.2 VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS.....</b>	<b>45</b>
<b>3.2.1 Turbidez .....</b>	<b>45</b>
<b>3.2.2 Temperatura.....</b>	<b>46</b>
<b>3.2.3 Condutividade elétrica.....</b>	<b>48</b>
<b>3.2.4 Potencial hidrogeniônico (pH).....</b>	<b>49</b>
<b>3.2.5 Oxigênio Dissolvido ..;</b>	<b>51</b>
<b>3.2.6 Amônia e nitrato.....</b>	<b>53</b>

<b>3.2.7 Fósforo total e ortofosfato.....</b>	<b>56</b>
<b>3.3 VARIÁVEIS MICROBIOLÓGICOS.....</b>	<b>59</b>
<b>3.3.1 Coliformes Fecais e totais.....</b>	<b>59</b>
<b>3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....</b>	<b>63</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>64</b>
<b>RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>66</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>67</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localização do estado de Rondônia e do município de Ji-Paraná.....	29
<b>Figura 2.</b> Imagem ilustrativa da localização do igarapé Pintado no perímetro urbano de Ji-Paraná-RO.....	30
<b>Figura 3.</b> Precipitação média mensal (mm) em Rondônia, entre setembro de 2011 a setembro de 2012.....	31
<b>Figura 4.</b> Localização dos pontos amostrados no igarapé Pintado.....	33
<b>Figura 5.</b> Aspectos físicos de cada ponto coletado.....	35
<b>Figura 6.</b> Assoreamento e erosão intensa no leito do igarapé Pintado provocado pela retirada da mata ciliar, maio (2012).....	40
<b>Figura 7.</b> Pilhas de pneus apoiando nas margens do igarapé Pintado no P1, para que não ocorra o desbarrancamento (a) maio de 2012; (b) dezembro de 2011.....	40
<b>Figura 8.</b> Despejo de esgoto doméstico no igarapé Pintado, maio (2012).....	41
<b>Figura 9.</b> Acúmulo de resíduos sólidos urbanos no igarapé Pintado .....	43
<b>Figura 10.</b> Resíduos sólidos urbanos jogados no igarapé Pintado. Junho de 2012.....	43
<b>Figura 11.</b> (a) e (b) Eletrodoméstico sem vida útil jogados no leito do igarapé Pintado, maio (2012).....	43
<b>Figura 12.</b> Restos de animais mortos depositados nas águas do igarapé Pintado.....	44
<b>Figura 13.</b> Variação da turbidez nos períodos estudados.....	46
<b>Figura 14.</b> Variação da temperatura da água nos períodos estudados.....	48
<b>Figura 15.</b> Variação da condutividade elétrica nos períodos estudados.....	49
<b>Figura 16.</b> Variação dos valores do pH nos períodos.....	50
<b>Figura 17.</b> Variação das concentrações de oxigênio dissolvido nos períodos estudados....	52
<b>Figura 18.</b> Variação das concentrações de amônia nos períodos estudados.....	55
<b>Figura 19.</b> Descarga direta de efluentes domésticos no igarapé Pintado (P3).....	55
<b>Figura 20.</b> Variação das concentrações de nitrato nos períodos estudados.....	56
<b>Figura 21.</b> Densidade de coliformes totais nos períodos .....	60
<b>Figura 22.</b> Densidade de coliformes fecais ( <i>E. coli</i> ) nos períodos estudados.....	61

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Classificação das águas doces e seus destinos, segundo a Resolução CONAMA 357/2005.....	17
<b>Tabela 2.</b> Posição geográfica dos pontos amostrais.....	33
<b>Tabela 3.</b> Breve descrição das variáveis limnológicas, que são freqüentemente alteradas pelo aporte de efluentes domésticos.....	42
<b>Tabela 4.</b> Concentrações de oxigênio dissolvido para as diferentes classes de águas doces, de acordo com a resolução CONAMA 357/2005.....	51
<b>Tabela 5.</b> Concentrações de amônia para as diferentes classes de águas doces, de acordo com a resolução CONAMA 357/2005.....	54
<b>Tabela 6.</b> Concentrações de fósforo total para as diferentes classes de águas doces, de acordo com a resolução CONAMA 357/2005.....	57
<b>Tabela 7:</b> Variação das concentrações de fósforo total e ortofosfato na água do igarapé Pintado nos períodos estudados.....	58
<b>Tabela 8.</b> Resultados obtidos na avaliação estatística dos parâmetros analisados no igarapé Pintado.....	63

## INTRODUÇÃO

A água, recurso de suma importância por garantir a existência de vida em nosso planeta também é a responsável pelo desenvolvimento econômico e social da população. A Constituição Federal do Brasil de 1988, a par das múltiplas atribuições que esse recurso natural desempenha, tratou os corpos d'água como sendo bens públicos e que devem ser preservados. Nesse sentido a Conferência sobre Água e Meio Ambiente de 1992 destacou que a água doce é um recurso finito e vulnerável, indispensável para a vida (AGENDA 21, 2012).

No entanto, com o crescimento populacional, a pressão sobre os recursos hídricos vem aumentando continuamente, comprometendo a disponibilidade e a qualidade da água.

A densidade populacional no entorno de um corpo hídrico implica em uma maior entrada de carga poluidora, principalmente em áreas em que não há redes de coleta e tratamento de efluentes domésticos e industriais. Assim, disponibilidade de água significa que este recurso deve estar presente, não somente em quantidade adequada, mas também que sua qualidade seja satisfatória para suprir as necessidades humanas e para manutenção do equilíbrio ecológico.

Contudo, a alteração da qualidade dos recursos hídricos não se manifesta apenas por características estéticas, a água aparentemente limpa pode conter microrganismos patogênicos e substâncias tóxicas (COLLISCHONM; TASSI, 2008). A legislação ambiental brasileira, mais precisamente a Lei 6.938 de agosto de 1981, conceitua que degradação da qualidade ambiental é uma alteração adversa das características do meio ambiente. Definindo poluição como uma degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; afete desfavoravelmente a biota; afete as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente e que lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos na legislação.

Uma importante fonte de poluição das águas são os dejetos humanos, pois o lançamento de esgotos domésticos em corpos hídricos provoca contaminação orgânica, física,

química e bacteriológica. Para Von Sperling (2007), o comprometimento dos corpos hídricos superficiais ocorre com mais intensidade em locais de grande adensamento populacional e/ou reduzida capacidade de assimilação dos cursos de água.

Outro agravante que se destaca em relação aos impactos dos recursos hídricos trata-se da ausência de mata ciliar, devido a tal fato implicar na erosão, provocando assoreamento do corpo d'água e degradação de suas nascentes.

O espaço natural foi sendo ocupado e degradado, sem que houvesse qualquer preocupação quanto ao planejamento, surgindo assim, áreas impróprias ao assentamento urbano (THOMAZINI; CUNHA, 2012). Em relação a esse contexto, pode-se constatar que o perímetro urbano do município de Ji-paraná, Rondônia, se encontra entre os cenários problemáticos existentes no Brasil, devido a uma ocupação urbana sem planejamento. A cidade foi desenvolvida em cima de uma rica área de mananciais sem nenhum plano de gestão e desenvolvimento, onde as primeiras populações instaladas se concentravam às margens do rio Machado, sendo a única via de acesso a outros territórios, até a década de 70 (OLIVEIRA, 2003).

Dentre os corpos hídricos localizados na cidade de Ji-Paraná, encontra-se o igarapé Pintado , que até meados da década de 1980 apresentava sua mata ciliar sem grandes alterações, sendo realizadas apenas pequenas práticas agrícolas de subsistência que abastecia uma exígua parcela populacional que habitava suas margens (NASCIMENTO et al., 2011). Porém, com o forte incremento populacional dos centros urbanos, esse curso d'água vem sofrendo os impactos da urbanização e, hoje, compõe uma paisagem totalmente adversa, apresentando em seu entorno um grande adensamento populacional, sendo perceptível o lançamento de dejetos e resíduos pelos populares que vivem no entorno desse igarapé.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo geral**

Realizar uma avaliação limnológica de um igarapé impactado pela urbanização da cidade de Ji-Paraná (Rondônia): Igarapé Pintado.

### **Objetivos específicos**

- a) Realizar análises de parâmetros microbiológicos (Coliformes fecais e totais) em amostras de água coletadas em diferentes pontos do igarapé Pintado;
- b) Determinar as seguintes variáveis limnológicas: temperatura, condutividade elétrica, potencial hidrogeniônico (pH), turbidez e oxigênio dissolvido;
- c) Determinar as concentrações dos nutrientes: nitrato, amônia, fósforo total e ortofosfato (fósforo inorgânico dissolvido).

# 1 REFERENCIAL TEÓRICO

## 1.1 DISPONIBILIDADE HÍDRICA

A água, essencial ao surgimento e à manutenção da vida em nosso planeta, é indispensável para o desenvolvimento das diversas atividades humanas e apresenta, por essa razão, valores econômicos, sociais e culturais.

A superfície da Terra é praticamente constituída por este recurso, estima-se que seu volume é de 1,35 bilhões de quilômetros cúbicos correspondente a um percentual de 70%, encontrado principalmente no estado líquido. Porém, apenas 2% dessa água se encontra disponível para consumo, estando distribuída entre águas subterrâneas, lagos, rios, atmosfera etc. (BECHARA, 1992; SETTI, 1994).

O Brasil possui a maior reserva hidrológica do mundo, a qual contribui para a manutenção da diversidade biológica existente em todo o país. Estima-se que 13% dos recursos hídricos superficiais disponíveis em todo o planeta estão presentes no território brasileiro, com uma vazão de aproximadamente de 182.633 m<sup>3</sup>/s (ANA, 2002).

De acordo com Tucci et al. (2006), os recursos hídricos superficiais presentes no Brasil representam 50% do total dos recursos da América do Sul. O autor descreve ainda que a distribuição desses recursos no País e durante o ano não é uniforme, destacando-se a presença de extremos: o excesso de água na região Amazônica e as limitações de disponibilidade hídrica no Nordeste do país.

Alguns fatores como a falta de planejamento dos espaços urbanos e industriais, o uso inadequado da água e a poluição, limitam a quantidade desse recurso disponível para o consumo humano (SOUZA et al., 2010).

Nesse contexto um dos maiores problemas enfrentados é o da redução da disponibilidade hídrica devido à degradação da qualidade da água dos rios, lagos e aquíferos. Alguns países da África e do Oriente Médio enfrentam problemas graves com a escassez hídrica.

De acordo com os dados da CETESB (2011), 35% da população mundial não têm acesso à água tratada e 43% não contam com serviços adequados de saneamento básico, sendo que dez milhões de pessoas morrem anualmente em decorrência de doenças intestinais transmitidas pela água.

Cabe salientar que a escassez de água mundial é agravada em virtude da desigualdade social e da falta de manejo para os usos sustentáveis dos recursos naturais. Para

Rocha (2007), esta escassez está crescendo a cada dia, seja pelo aumento da população humana, seja pela extrapolação da capacidade de suporte decorrente da recepção de altas cargas poluidoras.

A disponibilidade hídrica, bem como a depleção da qualidade das águas de rios e mananciais, torna-se um dos principais problemas enfrentados pela sociedade contemporânea (NASCIMENTO et al., 2011).

Consoante a Silva, et al. (2008), a preservação da qualidade das águas é uma necessidade universal que exige séria atenção por parte das autoridades sanitárias, particularmente em relação aos mananciais e águas destinadas a utilização pública, visto que sua contaminação por excretas de origem humana e animal podem torná-las um veículo na transmissão de patógenos.

Braga et al. (2012) ressalta que a gestão de águas torna-se uma ferramenta imprescindível para otimizar o uso deste recurso natural finito em benefício de toda a sociedade. Porém o que se observa são índices significativos de degradação dos corpos hídricos em todo o mundo. O autor descreve também que o crescimento populacional, a densidade urbana e a expansão das atividades primárias são os principais responsáveis pelo aumento acentuado do consumo de água.

Por sua vez, o desmatamento, a contaminação por esgotos domésticos e industriais, bem como outras ações antrópicas têm comprometido a oferta dos recursos hídricos.

Portanto, as políticas de gerenciamento dos recursos hídricos são importantes instrumentos para a melhoria da qualidade e equilíbrio entre disponibilidade e consumo da água (HENKES, 2002).

## **1.2 USO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS**

A água é um recurso de uso múltiplo e variado, dentre tais usos estão o abastecimento urbano, irrigação, recreação, balneabilidade, entre outros. Tucci (2006) evidencia que um manancial deve possuir quantidade e qualidade adequada para satisfazer suas diversas funcionalidades.

A Resolução CONAMA 357 de março 2005 dispõe sobre a classificação dos corpos hídricos (TABELA 1), estabelecendo diretrizes ambientais para o enquadramento dos cursos d'água.

**Tabela 1.** Classificação das águas doces e seus destinos, segundo a Resolução CONAMA 357/2005.

<b>Classe</b>	<b>Usos</b>
<b>Especial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• abastecimento para consumo humano após desinfecção;</li> <li>• preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,</li> <li>• preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.</li> </ul>
<b>1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;</li> <li>• proteção das comunidades aquáticas;</li> <li>• recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;</li> <li>• irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e</li> <li>• proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.</li> </ul>
<b>2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;</li> <li>• proteção das comunidades aquáticas;</li> <li>• recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;</li> <li>• irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e</li> <li>• aquicultura e a atividade de pesca</li> </ul>
<b>3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;</li> <li>• irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;</li> <li>• pesca amadora;</li> <li>• recreação de contato secundário; e</li> <li>• dessedentação de animais</li> </ul>
<b>4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• navegação; e</li> <li>• harmonia paisagística.</li> </ul>

**Fonte:** Adaptado da Resolução CONAMA 357/2005.

O enquadramento do corpo hídrico nas classes, segundo o art.2º inciso XX, da resolução CONAMA 357/2005, diz respeito ao estabelecimento de padrões a serem alcançados ou preservados para um determinado corpo hídrico de acordo com o uso ao qual é destinado.

Para Carvalho e Silva (2006), a utilização dos recursos hídricos por cada setor pode ser classificado como consuntivo e não consuntivo. O uso consuntivo trata-se da parcela consumida, como abastecimento e irrigação, e o não consuntivo é quando a água não é consumida, a exemplo da pesca e recreação.

Como substância indispensável para a vida, as principais utilidades da água são para a sobrevivência da população humana e o equilíbrio dos ecossistemas, incluindo-se aí todas as plantas, animais e microrganismos.

A Lei N° 9.433 de 8 de janeiro de 1997, da Política Nacional dos Recursos Hídricos, estabelece que a gestão dos recursos hídricos deva proporcionar os usos múltiplos da água em bacias hidrográficas brasileiras, e que em situações de escassez de água, o uso prioritário dos recursos hídricos deverá ser para o consumo humano e para a dessedentação de animais.

### **1.3 IMPACTOS OCASIONADOS PELO CRESCIMENTO URBANO**

As características dos recursos naturais alteram conforme os mesmos vêm sendo utilizados de maneira destrutiva pela humanidade (SOUZA, 2007). A forma com que o homem utiliza esses recursos, para suprir suas necessidades, traz impactos significativos ao meio ambiente, onde sua capacidade de deterioração é superior à sua capacidade de regeneração.

Para Martins (2008), o crescimento da população urbana aconteceu de forma rápida e desordenada, aumentando consideravelmente a pressão sobre os fatores naturais. O autor destaca ainda que os problemas ambientais decorrentes do processo de urbanização têm assumido grande relevância, pois este implica em uma grande transformação do meio, levando a uma diminuição da qualidade ambiental.

As transformações ocorridas na economia nacional brasileira, nas últimas décadas, tiveram como uma das consequências, o aumento caótico do quadro urbano do país. A série de censos brasileiros mostrou que a população experimentou sucessivos aumentos em seu contingente, tendo um acréscimo de quase vinte vezes desde o primeiro recenseamento realizado no Brasil, em 1872 (IBGE, 2010).

Tucci (2008) destaca que o crescimento populacional ocorrido nas últimas décadas transformou o Brasil num país essencialmente urbano, com 83% de população residente em áreas urbanas. Para Von Sperling (2005), a forma em que o homem usa e ocupa o solo tem implicação direta na qualidade da água.

Este êxodo populacional urbano, associado à falta de infraestrutura, resulta na ocupação de áreas inadequadas, como por exemplo, áreas de proteção de mananciais, encostas de morros e margens de córregos e rios. Ainda comprometerá todo trabalho desenvolvido na melhoria das condições sanitárias da região, aumentando o risco do surgimento de todos os problemas associados à ocupação inadequada do solo, tais como enchentes, deslizamento de encostas e poluição (BRANDÃO; LIMA, 2002).

Para Matos et al. (2011), o crescimento populacional requer novos espaços, seja para moradia ou outras atividades, o que vem provocando a ocupação de regiões ambientalmente sensíveis. Sabe-se que esta situação surge em função da inexistência de uma incorporação mais efetiva dos fatores naturais como variáveis do planejamento do processo de tomada de decisão urbana.

Os corpos hídricos estão entre os recursos naturais que diretamente sofrem os impactos decorrentes do crescimento urbano, e em muitas regiões vem se tornando cada vez mais escassos conforme ocorre à expansão da população (MATOS et al., 2011). Não obstante, Costa (2005) destaca que o não cumprimento da legislação ambiental são as principais dificuldades relacionadas à preservação dos recursos naturais, especialmente aos recursos hídricos.

O comprometimento dos corpos hídricos superficiais, segundo Von Sperling (2007), ocorre com mais intensidade em locais de grande adensamento populacional e/ou reduzida capacidade de assimilação dos cursos de água.

Haddad e Magalhães Jr. (2007) enfatizam que o crescimento da população urbana aumenta a demanda por água e a quantidade de resíduos domésticos, tendendo também a influir sobre a qualidade de mananciais e de nascentes.

Observa-se que o contínuo crescimento populacional em áreas de mananciais tem levado os ecossistemas aquáticos a níveis cada vez mais elevados de poluição (MARTINS 2008).

Galvan et al. (2006), diagnosticou que as bacias hidrográficas brasileiras apresentam profundas alterações nas suas características naturais, em função das atividades antrópicas. Para o autor, as microbacias em especial, são um reflexo direto dessas atividades, uma vez que os córregos apresentam sinais claros da perturbação antrópica, destacando-se a deposição de esgotos, rejeitos industriais, poluentes provenientes das atividades agrícolas, retirada da mata ciliar, entre outros.

Segundo Silva e Ueno (2008), os problemas de poluição das águas são geralmente caracterizados pelos crescimentos urbano, rural e industrial mal planejado, comprometendo a saúde humana.

Para Andreoli et al. (2000), o crescimento urbano e indiscriminado próximo a mananciais e rios causa a remoção florestal, despejo de lixos e esgotos e impermeabilização do solo, tornando a qualidade da água desse manancial comprometida pela presença de coliformes, e outros contaminantes oriundos de resíduos urbanos e industriais.

A caracterização e o controle das fontes pontuais de poluição para os corpos hídricos no meio urbano vêm sendo amplamente estudados e aperfeiçoados ao longo da história moderna da humanidade. Correa et al. (2010) ao avaliarem o grau de eutrofização de dois igarapés urbanos de Manaus/AM, destacou a importância de se conhecer a dinâmica desses corpos d'água para integrar com outros estudos similares, e ter uma visão geral do comportamento desses igarapés e do nível de poluição.

Tomazni e Cunha (2012) por meio dos estudos do relevo, na Bacia Hidrográfica do Córrego do Castelo, localizada na cidade de Bauru-SP, analisaram a influência da expansão urbana no surgimento dos processos erosivos lineares.

Portanto, a exploração de recursos naturais pelo homem vem sendo alvo de crescentes preocupações e questionamentos, sendo que muito se tem debatido sobre conservação ambiental e recuperação dos ecossistemas degradados (BAILLY et al., 2012).

#### **1.4 VARIÁVEIS DE AVALIAÇÃO LIMNOLÓGICA**

A maioria dos rios que atravessam as cidades brasileiras, estão deteriorados, sendo esse o maior problema ambiental brasileiro. Tal problemática encontra-se associada ao lançamento de esgotos, por conterem nitrogênio e fósforo presente nas fezes e urina, nos restos de alimentos, nos detergentes e outros subprodutos das atividades humanas (Von Sperling, 2005).

Para Alves (2009) a avaliação de parâmetros limnológicos é uma importante ferramenta no estudo dos problemas ambientais, contribuindo na compreensão dos principais mecanismos de funcionamento dos ecossistemas aquáticos, auxiliando na gestão da qualidade da água.

A determinação de parâmetros de avaliação e o acompanhamento da qualidade das águas servem para fornecer elementos de comparação e monitoramento das melhorias que

devem ser implantadas para a recuperação da bacia que está sendo avaliada (CUNHA et al, 2010).

Goulart e Callisto (2003) relatam que a avaliação de impactos ambientais em ecossistemas aquáticos tem sido realizada através da medição de alterações nas concentrações de variáveis físicas, químicas e biológicas fazendo com que este sistema de monitoramento, juntamente com a avaliação de variáveis microbiológicas (coliformes totais e fecais), contribua como ferramenta fundamental na classificação e enquadramento de rios e córregos em classes de qualidade de água e padrões de potabilidade e balneabilidade.

Portanto a avaliação da qualidade das águas numa bacia hidrográfica é de fundamental importância para assegurar o gerenciamento dos recursos hídricos, de forma sustentável que garanta os seus usos múltiplos.

#### **1.4.1 Variáveis limnológicas físicas e químicas**

De acordo com Libânio (2005), os parâmetros físicos, em quantidades anormais na água, podem causar a sua repugnância pelos consumidores. O autor afirma ainda, que componentes de natureza química na água podem oferecer risco à saúde de seus usuários.

Entre as variáveis limnológicas físicas e químicas utilizadas na avaliação da qualidade da água, podemos citar a condutividade elétrica, pH, turbidez, temperatura, oxigênio dissolvido, amônia, nitrato, fósforo dissolvido (ortofosfato) e fósforo total.

##### **1.4.1.1 Condutividade elétrica**

Consoante a CETESB (2009) a condutividade elétrica é uma expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica. Depende das concentrações iônicas e da temperatura, indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água, representando assim, uma medida indireta da concentração de poluentes (CETESB, 2009). Os sais dissolvidos e ionizados presentes na água transformam-na num eletrólito capaz de conduzir corrente elétrica.

Medidas de condutividade são importantes na área do reuso de águas especialmente na prática da irrigação, aquicultura e prevenção de corrosão. A condutividade é também, uma medida importante na determinação de outros parâmetros analíticos, entre os quais salinidade e gás sulfídrico (OLIVEIRA et al., 1999)

Para Ribeiro et al. (2004), a CE é a variável mais empregada para se avaliar o nível de salinidade, ou a concentração de sais solúveis na águas de irrigação e no solo. Esta medida cresce proporcionalmente na medida em que a concentração de sais aumenta (SAMPAIO et al., 2007). Segundo Ramos et al. (2009), quanto mais sólidos dissolvidos estiveram presentes na água, maior será a condutividade.

#### 1.4.1.2 Potencial hidrogênionico (pH)

O pH expressa o grau de acidez ou alcalinidade da água, sendo que os valores inferiores a 7 (sete) indicam águas ácidas, e valores superiores a 7 (sete) indicam águas alcalinas (BENETTI; BIDONE, 1993).

Baixos valores de pH aceleram a decomposição de materiais potencialmente tóxicos, já altos valores, podem levar ao aumento da concentração de amônia (CETESB, 2009). O excesso de matéria orgânica dos esgotos contribui para diminuir o pH na água, devido à liberação de gás carbônico e compostos orgânicos ácidos.

Von Sperling (2005) ressalta que valores de pH afastados da neutralidade podem afetar a vida aquática. Para Corazza (2010), os ecossistemas aquáticos naturais possuem efeitos diretos sobre a fisiologia de diversas espécies. O autor destaca ainda, que o efeito indireto é muito importante, podendo em determinadas condições, contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados, ou exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes.

#### 1.4.1.3 Turbidez

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la devido à presença de sólidos em suspensão e de detritos orgânicos (CETESB, 2009). É medida pela quantidade de luz refletida pela água de uma amostra (SILVEIRA, 2007).

A turbidez corresponde, portanto, à redução da transparência da água, ocasionada pelo material em suspensão, que reflete a luz, dificultando a sua passagem pela solução. A quantificação de luz refletida pelas partículas suspensas dá uma ordem de grandeza de sólidos em suspensão na amostra (TOMAZONI et al., 2005). Para Teixeira e Senhorelo (2000), a turbidez aumenta com a carga de sedimento suspenso.

O aumento da turbidez pode ser causado pela erosão das margens dos rios nas estações chuvosas, o mau uso do solo com o impedimento da fixação da vegetação, pelo lançamento de esgotos sanitários e diversos efluentes industriais, pelas atividades de mineração, entre outros, sendo, portanto, uma influência nas comunidades biológicas aquáticas (CETESB, 2009).

Contudo, é uma variável adotada nas atividades de controle de poluição da água e de verificação do parâmetro físico nas águas consideradas potáveis (SILVEIRA, 2007). No entanto, Di Bernardo (1993), apresenta relações entre a turbidez da água decantada e filtrada e o teor de sólidos suspensos, sendo que, a turbidez foi pouco alterada, porém, o número de partículas e o seu tamanho mudaram consideravelmente, razão pela qual é difícil comparar águas de diferentes mananciais, se somente a turbidez for usada como referência.

Para Esteves (1998), a turbidez pode ser expressa em termos de coeficiente de dispersão ou alguma unidade empírica, como a turbidez nefelométrica ou NTU (“*Nephelometric Turbidity Units*”).

#### 1.4.1.4 Temperatura

A temperatura desempenha um papel crucial no meio aquático, sendo que uma série de variáveis físico-químicas são dependentes da temperatura. Alguns fatores como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade da lamina d’água influenciam na temperatura (CETESB, 2009).

Para Azevedo (1999) a diferença de temperatura em determinadas áreas de uma bacia hidrográfica também está relacionada com o desmatamento de suas margens, profundidade e largura do seu leito, pois isso influenciará na quantidade de radiação solar recebida e a facilidade de propagação do calor em um menor volume de água.

O aumento de temperatura em um corpo d’água potencializa a ação de substâncias poluentes, presentes na água, aumentando suas velocidades de reação, levando a um deslocamento de equilíbrio do ambiente de origem (GUEDES, 2003).

#### 1.4.1.6 Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido (OD) é necessário para manter as condições de vida do ambiente aquático. Quando ausente, permite a existência de organismos anaeróbios que liberam substâncias que conferem odor, sabor e aspecto indesejável à água (LIMA, 2004).

Algumas dessas substâncias, liberadas por determinados processos biológicos, são tóxicas e provocam a mortalidade de inúmeras espécies aquáticas, incluindo os peixes.

Segundo Von Sperling (2005) o oxigênio presente nos corpos d'água pode ser de origem natural, ou seja, proveniente da dissolução do oxigênio atmosférico e produzido pelos organismos fotossintéticos, ou de origem antrópica.

Bastos et al. (2003), enunciam que quando as concentrações de OD encontram-se na faixa de 2 a 4 mg.L<sup>-1</sup> ocorre a morte dos peixes mais exigentes, e quando os valores de OD encontram-se inferiores a 2 mg.L<sup>-1</sup>, dependendo do tempo de exposição, este fator apresenta-se letal à maioria das espécies de peixes.

#### 1.4.1.7 Amônia e nitrato

O nitrogênio é um parâmetro de fundamental importância no ecossistema aquático por se tratar de um elemento indispensável ao crescimento dos organismos vivos e, quando em excesso, pode levar ao crescimento excessivo das plantas aquáticas, a níveis tais que sejam consideradas causadoras de interferências com os usos desejáveis do corpo d'água. (VON SPERLING, 2005).

O nitrogênio pode ser encontrado em corpos hídricos nas formas reduzidas (nitrogênio orgânico e amoniacal) e nas formas oxidadas (nitrito e nitrato).

De acordo com Assunção (2009) processos como a supressão florestal, a utilização exacerbada de combustíveis fósseis, a elevada fixação industrial de nitrogênio e o lançamento de águas residuárias sem tratamento em mananciais, aliado ao contínuo crescimento da população mundial, demandando cada vez mais recursos ambientais, são fatores que vêm modificando as concentrações de nitrogênio nos diversos reservatórios do ecossistema.

O lançamento de formas reduzidas de nitrogênio nos mananciais implica no consumo de oxigênio dissolvido no meio aquático devido principalmente ao processo de nitrificação, que demanda um consumo de aproximadamente 4kg de oxigênio para cada 1kg de amônia descarregada no corpo receptor (ASSUNÇÃO, 2009).

Bastos et al. (2003), enfatizam que além da restrição inerente às concentrações de oxigênio dissolvido para sobrevivência das diversas espécies de peixes, as formas de nitrogênio apresentam diferentes níveis de toxicidade, levando a tolerâncias variadas para as diferentes espécies de peixes.

A concentração de nitrogênio amoniacal é um importante parâmetro de classificação das águas naturais e é normalmente utilizado na constituição de índices de qualidade das

águas (CETESB, 2009). A amônia representa parte da matéria nitrogenada inorgânica geralmente presente em águas superficiais e residuárias. Para Coutinho (2007), os esgotos sanitários constituem em geral a principal fonte de nitrogênio amoniacal para os corpos d' água devido à presença de proteínas e uréia na sua composição.

Dentro do ciclo do nitrogênio na biosfera, o nitrato é uma das formas do nitrogênio encontrado no meio aquático, composto final da oxidação de materiais orgânicos (MARQUES, 2011). Os nitratos são tóxicos, e em excesso contribui para o desenvolvimento da doença conhecida como *metahemoglobinemia* infantil, que é letal para crianças (FORESTI et al., 2005).

#### 1.4.1.8 Fósforo total e dissolvido

O fósforo é um elemento essencial para os microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica (NAIME et al., 2009). Elevadas concentrações de fósforo podem ser encontradas em águas naturais devido, principalmente, às descargas de esgotos sanitários.

Segundo o relatório da CETESB (2009), a matéria orgânica fecal e os detergentes em pó, empregados em larga escala domesticamente, constituem uma importante fonte de fósforo para o meio ambiente.

As águas drenadas em áreas urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais. Reynolds e Davies (2001) afirmam que a disponibilidade do fósforo na água depende da interação quali-quantitativa entre o sedimento e a água no espaço e no tempo.

Para Moraes et al. (2007) a reciclagem interna do fósforo é um grande desafio para a limnologia, tendo em vista que os sedimentos de ambientes aquáticos estocam uma grande quantidade desse elemento. Quando prevalecem baixas concentrações de oxigênio, o fósforo pode ser disponibilizado para a coluna de água e, assim, sem fontes externas o processo de eutrofização pode ocorrer (MARQUES, 2011).

Na forma orgânica o fósforo se apresenta complexado à matéria orgânica, geralmente de origem fisiológica, e na forma inorgânica, como ortofosfatos e polifosfatos oriundos, principalmente, de detergentes e outros produtos químicos domésticos (VON SPERLING, 2005).

Coutinho (2007) aborda que nos ecossistemas aquáticos, as concentrações de fósforo variam de acordo com as características geológicas e com tipo de uso e ocupação do solo da

bacia de drenagem. Segundo o autor, nas áreas urbanas, o aporte de fósforo para os cursos d'água se faz, principalmente, através dos lançamentos indevidos de efluentes industriais e de esgotos domésticos.

#### **1.4.2 Variáveis microbiológicas**

Segundo Jordão e Pessoa (2005) e Da-Rin et al. (2008), os principais microrganismos presentes em rios e esgotos são bactérias, fungos, protozoários, vírus e algas, sendo as bactérias as de maior importância sanitária pelo importante papel na estabilização da matéria orgânica.

No entanto Nunes (2011), afirma que nas análises bacteriológicas não são identificados todos os grupos de organismos presentes em uma amostra, mas sim, alguns que expressam as condições de qualidade da água, assim como, sua condição sanitária e higiênica. Tais organismos, na maioria das vezes, não apresentam potencial patológico, porém é uma fonte auspiciosa de indicação de contaminação fecal.

##### **1.4.2.1 Coliformes fecais e totais**

Segundo Fellenberg (1980), a poluição biológica em um corpo hídrico é causada geralmente por detritos orgânicos suscetíveis à fermentação. Os detritos são representados principalmente por esgoto domiciliares e despejo.

O potencial de uma água em transmitir doenças pode ser determinado de forma indireta, através dos organismos indicadores de contaminação fecal, pertencentes principalmente ao grupo coliformes (VON SPERLING, 2003).

Os coliformes são definidos como bastonetes gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não esporulados, que fermentam lactose com formação de ácido e gás dentro de 24-48 h a 35°C (MARTINS 2009; SILVA e JUNQUEIRA, 1995; HITCHINS et al, 1996; PRESCOTT et al, 1996; VANDERZANT e SPLITTOESSER, 1996).

Para Rodrigues et al. (2009), o número de coliformes termotolerantes em um manancial é um ótimo indicador de contaminação recente, oriunda principalmente de despejo de esgoto doméstico, além da presença de animais próximos às margens do manancial, demonstrando condições higiênico-sanitárias insatisfatórias, sendo um risco para a saúde pública.

Bassoi e Guazelli (2004) evidenciam que a existência de coliformes na água é um importante indicador de que organismos patogênicos podem estar presentes, favorecendo a transmissão de doenças por veiculação hídrica.

Os coliformes fecais são constituídos em sua maior parte pela bactéria patogênica *Escherichia coli*, que tem seu *habitat* exclusivo no trato intestinal do homem e de animais homeotérmicos (EMBRAPA, 2013).

As fezes de uma pessoa sadia contém um grande número de bactérias comensais de várias espécies que variam em quantidade e tipo, de acordo com hábitos e costumes da população (ALVES, 2009). Todas as infecções levam as bactérias a serem eliminadas pelas fezes, com a probabilidade de atingir um novo ser humano (ROQUE, 1997).

Em consoante a Quick et al. (1999), as doenças diarréicas são as principais causas de morbidade infantil nos países em desenvolvimento, devido à transmissão de coliformes fecais através da água.

Para Martins (2009), os coliformes assumem importância como parâmetro indicador da existência de microrganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratifóide, disenteria bacilar e cólera.

De acordo com o Ministério da Saúde (2007) as bactérias do grupo coliforme habitam normalmente o intestino de homens e de animais, servindo como indicadoras da contaminação de uma amostra de água por fezes. Quanto maior a população de coliformes em uma amostra de água, maior é a chance de que haja contaminação por organismos patogênicos.

Conforme a classificação das águas, definida pela Resolução nº 20 de 18 de junho de 1986, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, os coliformes fecais são utilizados como padrão para qualidade microbiológica de águas superficiais destinada a abastecimento, recreação, irrigação e piscicultura.

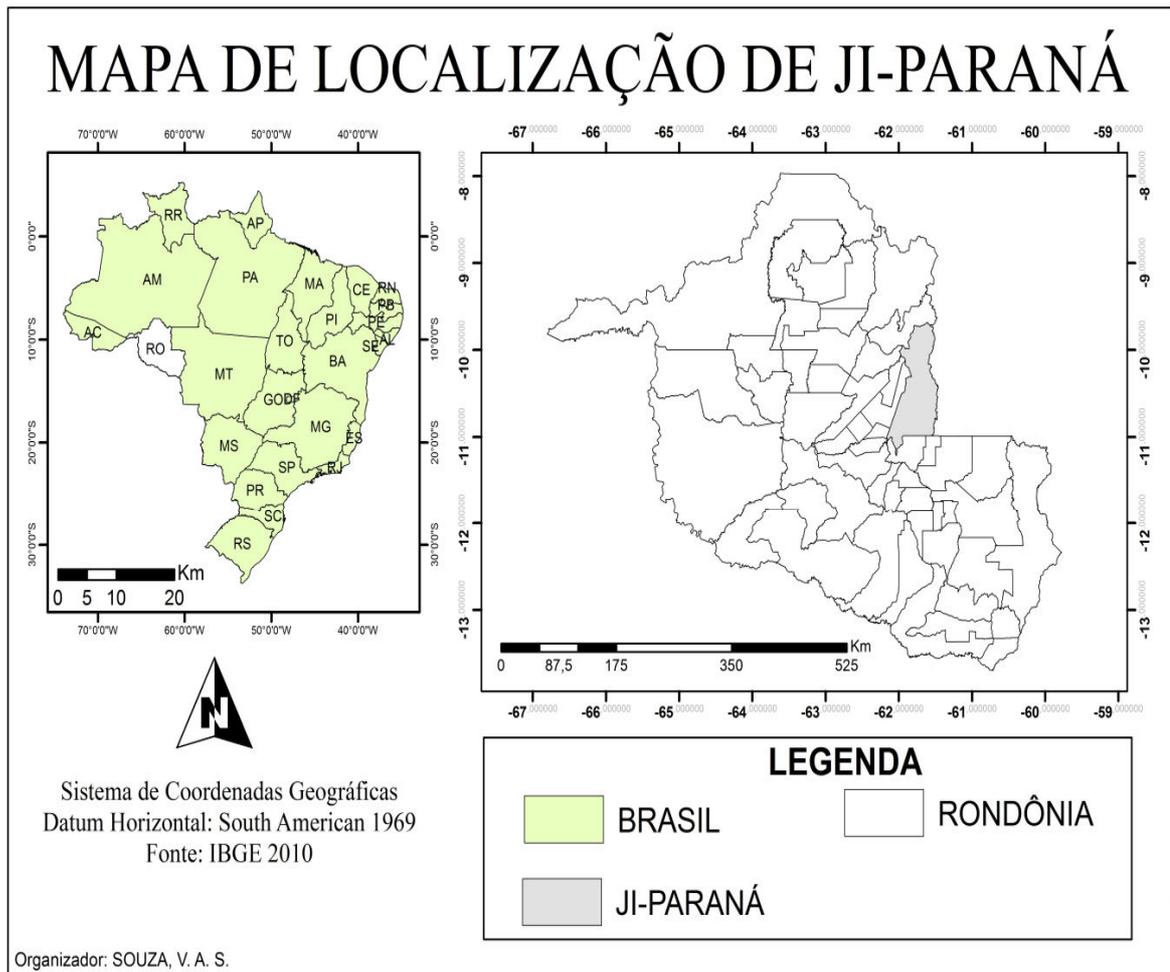
## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

O Estado de Rondônia está localizado na Amazônia Ocidental (FIGURA 1), situado entre os paralelos 7° 58' e 13° 43' de Latitude Sul e os meridianos 59° 50' e 66° 48' de Longitude Oeste de Greenwich, e não sofre grandes influências do mar ou da altitude (SEDAM, 2012).

O município de Ji-Paraná se encontra na região leste do estado de Rondônia, entre os paralelos 8°22' e 11°11' de latitude sul e entre os meridianos 61°30' e 62°22' de longitude oeste (FIGURA 1), estando a uma altitude de 170 metros (SEDAM, 2012). Seus limites são: ao norte Vale do Anari; ao sul, Presidente Médici, Alvorada d'Oeste e Ministro Andreaza; a leste, o Estado do Mato Grosso; a oeste, Urupá, Teixeiraópolis e Ouro Preto do Oeste (PTDRS, 2007).

Conforme os dados relatados pelo censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, (2010), o município possui 116.610 habitantes e uma densidade demográfica de aproximadamente 16,91 hab/km<sup>2</sup>.



**Figura 1.** Localização do estado de Rondônia e do município de Ji-Paraná.

### 2.1.1 Uso e ocupação do solo na área da bacia

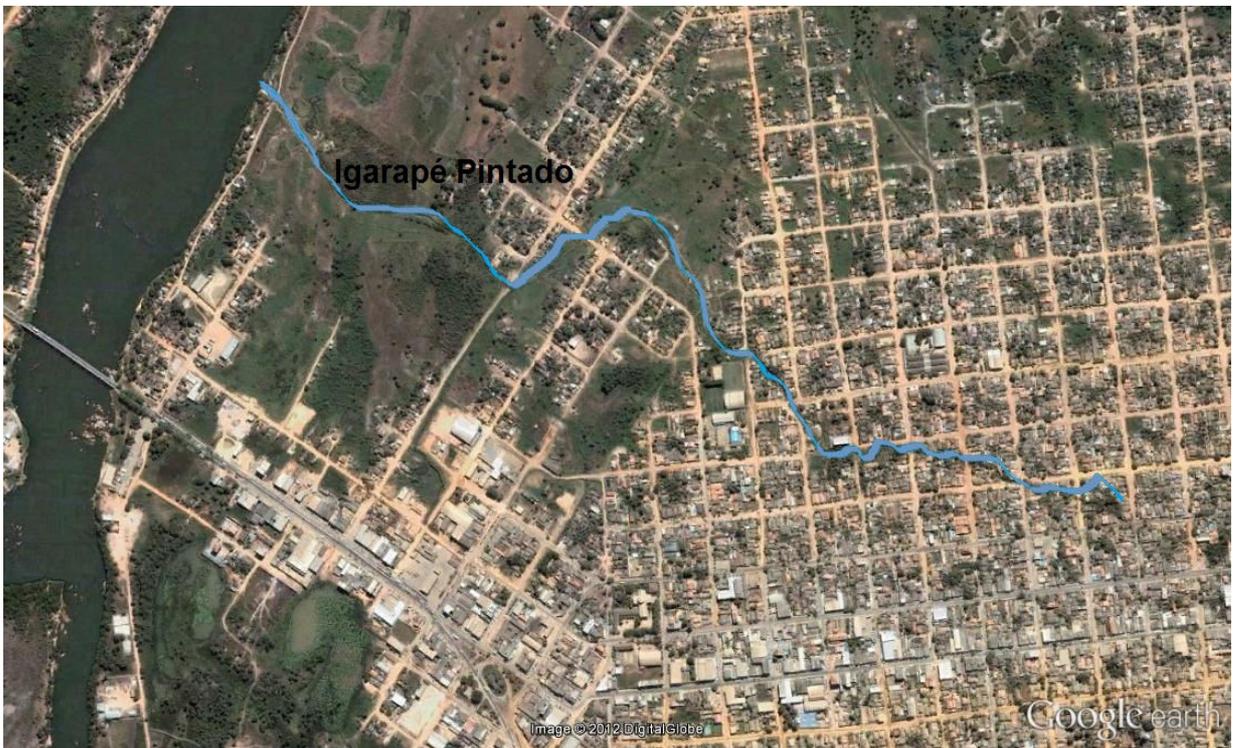
O estado de Rondônia apresenta altitudes que variam entre 70 e 600 metros, sendo suas principais unidades de relevo: Planícies Amazônicas; Depressões (Amazônia Meridional, Guaporé e Solimões); Planaltos (Amazônia Meridional e dos Parecis); Pantanal do Guaporé (PTDRS, 2007).

O relevo da região de Ji-Paraná é constituído predominantemente sobre rochas do embasamento cristalino, com altitude média variando entre os 200 a 300 metros (PTDRS, 2007). De acordo com o plano municipal de saneamento básico de Ji-Paraná/RO (2011), o solo do município é constituído predominantemente de Latossolo Amarelo em suas áreas centrais e norte, ocorrendo Latossolos Vermelhos e Vermelho Amarelos a oeste, na porção sudoeste há

ocorrência de Cambissolo e na porção leste, Argilossolo Ertróficos e Neossolos Litólicos. Silva (2008), ressalta que o perímetro urbano de Ji-Paraná possui em geral solos predominantemente arenosos e areno-siltosos. Helbel (2011) destaca que solos desta natureza são altamente permeáveis, facilitando o transporte de bactérias e a lixiviação iônica nas águas de infiltração, contribuindo para que os contaminantes superficiais sejam lixiviados com mais facilidade até o lençol freático.

O igarapé Pintado possui um comprimento de aproximadamente 2700 metros, localiza-se na área urbana de Ji-Paraná e está inserido na bacia de drenagem do rio Machado (FIGURA 2). De acordo com Leite (2004), os solos da bacia do Rio Machado, regionalmente no domínio do município de Ji-Paraná, apresentam uma distribuição espacial bastante heterogenia, com áreas onde predominam solos muito arenosos (pobres em cátions) e “manchas” isoladas de solos com maiores teores de argilas (rico em cátions).

Em decorrência das atividades humanas serem dependentes de recurso hídrico, as comunidades tendem a se desenvolverem próximas a corpos d' água. Desta forma é provável que o igarapé Pintado venha sofrendo impactos a mais de 20 anos, tendo em vista que a criação do município foi concedida em 1977, pelo Presidente Ernesto Geisel através da Lei Nº 6.448/77.



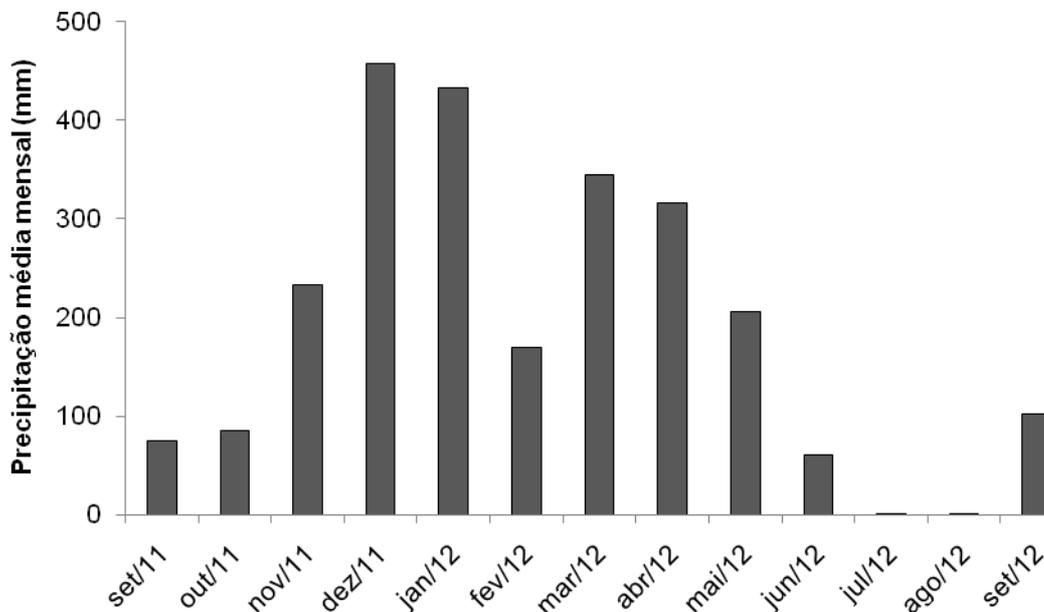
**Figura 2.** Imagem ilustrativa da localização do igarapé Pintado no perímetro urbano de Ji-Paraná-RO.  
**Fonte:** Adaptado de Goole earth, 2013.

## 2.2 CLIMA

Conforme a classificação internacional de Köppen, o Estado de Rondônia possui um clima do tipo Aw, ou seja, Clima Tropical Chuvoso, com média climatológica da temperatura do ar, durante o mês mais frio, superior a 18°C, e um período seco bem definido durante a estação de inverno (PTDRS, 2007).

Com uma média anual da temperatura entre 24 e 26°C, o clima de Rondônia caracteriza-se por apresentar uma homogeneidade espacial e sazonal da temperatura média do ar, o mesmo não ocorrendo em relação à precipitação pluviométrica que apresenta uma variabilidade temporal, e em menor escala espacial, ocasionado pelos diferentes fenômenos atmosféricos que atuam no ciclo anual da precipitação (SILVA, 2012).

Os dados da SEDAM (2012) destacam ainda, que o período chuvoso ocorre de outubro a abril e, o período de menor precipitação (seca) em junho, julho e agosto (FIGURA 3). Os meses de maio e setembro são considerados de transição. De acordo com Webler et al. (2007), a precipitação média anual é em torno de 2.000mm.



**Figura 3.** Precipitação média mensal (mm) em Rondônia, entre setembro de 2011 a setembro de 2012. Fonte: SEDAM (2013) modificado pela autora.

## 2.3 HIDROLOGIA

Toda área do estado de Rondônia pertence à grande região hidrográfica amazônica que ocupa cerca de 3,8 milhões de km<sup>2</sup> do território nacional (SIPAM, 2008).

Krusche et al. (2005) assinalam que, a hidrologia é um dos principais agentes de modelagem do terreno, contribuindo também para alteração dos tipos de solo. Neste sentido, a hidrologia é responsável por dissecar o relevo em rochas mais resistentes e depositar o material menos resistente nas calhas dos principais rios.

Conforme relata Quoos (2007), três bacias principais correspondem à hidrografia de Rondônia: a bacia do rio Madeira (principal afluente da margem direita do rio Amazonas), a bacia dos rios Guaporé e Mamoré, e a bacia do rio Ji-Paraná (ou rio Machado), da qual faz parte a região de Ji-Paraná.

Os dois principais e maiores rios que compõem a hidrografia do município de Ji-Paraná são o rio Urupá e o rio Machado. Segundo dados da Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação de Ji-Paraná, RO - SEMPLAC (1998), a principal drenagem na região é o rio Machado, que possui largura média de 260 metros e variação de nível de 6 metros, apresenta um regime hidrográfico diversificado, com um período de cheia de novembro a março e período de seca de junho a setembro.

Alem dos rios Machado e Urupá, drenam a cidade de Ji-Paraná diversos córregos que sofrem ao longo dos anos impactos decorrentes da urbanização. Entre os mais conhecidos estão o igarapé Conceição, rio Riachuelo, rio Nazaré, igarapé Piraputanga (PICCOLO et al., 2008), igarapé Marobá (NUNES, et al., 2008), igarapé 2 de Abril (BEZERRA, 2012), igarapé Pintado (HELBEL et al., 2011; NASCIMENTO et al., 2011), entre outros.

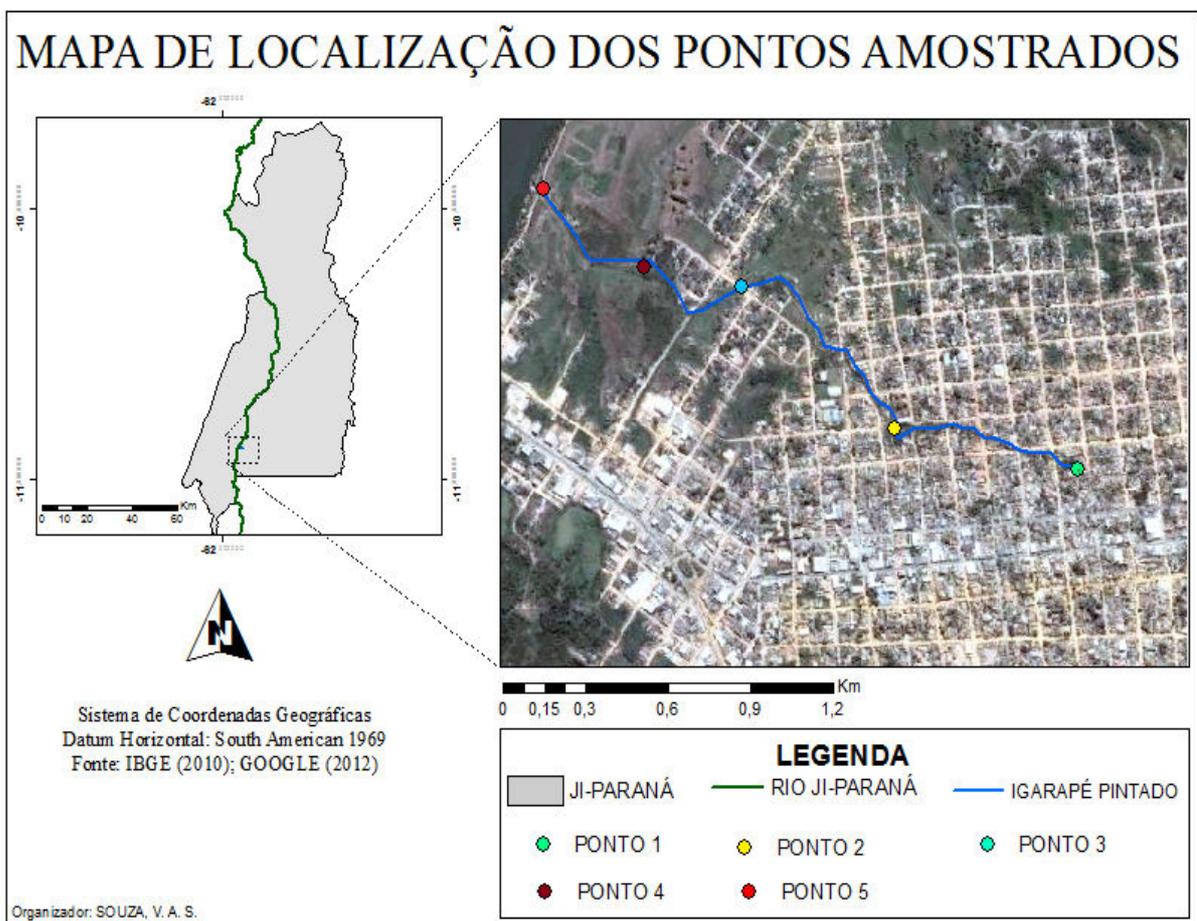
## 2.4 COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

Com a utilização de um aparelho de Sistema de Posicionamento Global – GPS (Garmin Etrex Vista), os 5 pontos selecionados para coleta das amostras de água foram georreferenciados. A figura 4 mostra a localização dos pontos e a tabela 2 evidencia as coordenadas geográficas de cada ponto.

As coletas foram realizadas nos períodos de chuva (dezembro de 2011), transição período chuvoso/seco (maio/2012) e período seco (julho/2012).

**Tabela 2.** Posição geográfica dos pontos amostrais.

Pontos	Coordenadas (UTM)	
	Latitude (°)	Longitude (°)
1	-87,96564	-61,8243
2	-87,96750	-61,7612
3	-87,69966	-61,7367
4	-87,97120	-61,6258
5	-87,97516	-61,6258

**Figura 4.** Localização dos pontos amostrados no igarapé Pintado.

Os pontos 1 ao 4 sofrem com a pressão antrópica, estando à constantes entradas de efluentes domésticos. O P1 está localizado próximo à nascente. Já o P5 é um ponto mais afastado de residências domiciliares, em que para chegar até este local o curso d'água passa por áreas "alagadas", estando próximo à confluência do igarapé com o rio Machado. A figura 5 demonstra os aspectos físicos de cada ponto.



Figura 5. Aspectos físicos de cada ponto coletado.

## 2.5 ANÁLISES DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS

Foram determinadas as seguintes variáveis físicas, químicas e microbiológicas da água: temperatura, condutividade elétrica, pH, oxigênio dissolvido, nitrato, amônia, fósforo total, ortofosfato, coliformes fecais (*Escherichia coli*) e totais.

As amostras de água destinadas às análises laboratoriais foram coletadas utilizando-se garrafas pet (500mL) descontaminadas e desinfectadas. Todas as análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Limnologia e Microbiologia Ambiental do Departamento de Engenharia Ambiental- DEA da Universidade Federal de Rondônia-UNIR, *Campus* de Ji-Paraná.

### 2.5.1 Análises realizadas *in loco*

As variáveis temperatura da água, condutividade elétrica e pH, foram determinadas *in loco* com uso de sonda multiparâmetros (Hanna Instruments, HI 9828).

### 2.5.2 Turbidez

A variável turbidez foi determinada com o uso de turbidímetro de bancada (Hach, 2100P). Os valores de turbidez foram expressos em Unidade Nefelométrica de Turbidez (NTU).

### 2.5.3 Oxigênio Dissolvido

As concentrações de oxigênio dissolvido foram medidas pelo método de Winkler (1969) descrito em APHA (1998). Nesta técnica, o oxigênio dissolvido combina-se com o sulfato manganoso ( $Mn(OH)_2$ ) formando hidróxidos. A acidificação subsequente na presença do iodeto de potássio ( $KIO_3$ ) libera iodo elementar ( $I_2$ ) em uma quantidade equivalente ao oxigênio dissolvido presente na amostra. Posteriormente o iodo elementar é determinado por titulação com tiosulfato de sódio ( $Na_2S_2O_3$ ), conforme descrito em APHA (1998).

A concentração de oxigênio dissolvido da amostra é calculada a partir do volume gasto da solução de tiosulfato de sódio na titulação, conforme a equação 1:

$$O_2 = \frac{\text{Vol. Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 8000}{\text{vol. amostra} - [(\text{vol. Frasco} - 0,5)/(\text{vol. Frasco})]} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

Vol. Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (mL): Volume (mL) de tiosulfato de sódio consumido na titulação;

N Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: Normalidade do tiosulfato de sódio (0,01N);

8000: Correção para mg.L<sup>-1</sup>;

Vol. amostra (mL): Volume titulado da amostra (mL);

Vol. frasco (mL): Volume do frasco utilizado para armazenar a amostra;

Vol. frasco – 0,5: Volume do frasco – (0,25mL de sulfato manganoso e 0,25mL de azida sódica adicionados em campo para fixação da amostra).

As amostras para a determinação de oxigênio dissolvido foram coletadas em frasco de DBO com capacidade de 65mL e tampa de vidro esmerilhada, com o cuidado de não formar bolhas. O tempo entre a coleta e a análise desse parâmetro não excedeu 2 horas.

#### 2.5.4 Amônia e nitrato

Para a análise das concentrações de amônia (N-NH<sub>3</sub>+NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) e nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), as amostras de água coletadas foram previamente filtradas em filtros de acetato de celulose de 0.45µm de porosidade (Millipore). Após o tratamento químico correspondente a cada análise, as leituras das absorvâncias foram realizadas em espectrofotômetro (Rach, DR 5000).

Para a determinação de amônia utilizou-se o método azul de indofenol, com posterior leitura das absorvâncias em 630nm de comprimento de onda (APHA, 1998).

A determinação da concentração de nitrato seguiu a metodologia proposta por Forest et al. (2005) e APHA (1998). A leitura direta de absorvância das amostras em espectrofotômetro ocorreu nos comprimentos de onda 220nm e 275nm (MATSUMOTO et al., 2011; PENIDO, 2010). O comprimento de onda na faixa de 220nm permite determinar o íon nitrato. Porém, a matéria orgânica absorve comprimento de ondas de 220nm e de 275nm, enquanto o íon nitrato não absorve esta última, sendo necessário realizar uma segunda leitura na faixa de 275nm, para que o valor de absorvância referente à matéria orgânica fosse subtraído do dobro da leitura em 275nm, encontrando-se assim o valor correspondente à concentração de nitrato.

### 2.5.5 Fósforo total e ortofosfato

A quantificação do fósforo total e ortofosfato também foram realizadas pelo método colorimétrico descrito em APHA (1998). A diferença entre a determinação de fósforo total e ortofosfato, é que para o fósforo total a leitura das absorvâncias (882nm) das amostras é realizada após as mesmas terem passado por um processo de digestão com persulfato de potássio em autoclave. A análise de ortofosfato também foi realizada com amostras de água previamente filtradas em filtros de acetato de celulose de 0.45 $\mu$ m de porosidade (Millipore).

### 2.6 DETERMINAÇÃO DE COLIFORMES FECAIS E TOTAIS

As análises de coliformes fecais e totais foram realizadas através do método de membrana filtrante em meio cromogênico, técnica recomendada pelo *Standard of Methods for the Examination of Water and Wasterwater* (APHA, 1998).

Tal método consiste em passar um volume de água conhecido (100mL) com auxílio de uma bomba a vácuo e sistema de filtração, por uma membrana estéril com porosidade de 0,45 $\mu$ m e diâmetro de 0,47mm, a qual retém os microrganismos presentes na água.

Após a filtração, as membranas foram acomodadas em placas *Petri* contendo meio de cultura *Chromocult Coliform Agar* (Merck), preparado conforme especificações do fabricante. Posteriormente as placas foram encubadas por 24 horas a uma temperatura de 35 $\pm$ 2°C. Transcorrido o período de encubação ocorreu à contabilização das unidades formadoras de colônia (UFCs), sendo os coliformes fecais (*E. Coli*) as colônias de coloração azul, e os coliformes totais são contabilizados como o somatório das colônias de coloração avermelhada e das de tonalidade azul.

A distinção entre os coliformes totais e *E. coli*, através da cor, ocorre em função do substrato cromogênico, o qual reage com as enzimas produzidas por cada grupo bacteriano. Para os coliformes totais o meio cromogênico reage com a enzima  $\beta$ -galactosidase, enquanto com a *E. coli* o meio reage com a enzima  $\beta$ - glicuronidase (MADIGAN et al., 2010).

### 2.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

No intuito de verificar a diferença da variação dos resultados entre os períodos estudados, utilizou-se o coeficiente de regressão ( $r^2$ ) de ajuste da função aos pontos e realizou-

se o teste de hipótese de Wilcoxon-Mann-Whitney, disponível no MINITAB® Statistical Software, 16.0 demo (MINITAB, 2012).

O teste de Wilcoxon-Mann-Whitney é um teste não paramétrico, o qual prescinde da distribuição original dos dados, sendo por isso chamados de testes livre de distribuição, o mesmo é indicado para testar se duas amostras são idênticas ou não, além disso, sua utilização ocorre quando as variáveis estudadas são mensuradas em escala, pelo menos em nível ordinal, sendo o mesmo uma alternativa ao teste t-pareado (PRAZERES FILHO et al., 2010).

Na validação estatística dos dados o critério de decisão foi baseado no intervalo de confiança de 95%. Estabeleceu-se como hipótese nula ( $H_0$ ) que os dados sejam iguais, e como hipótese alternativa ( $H_1$ ), que os mesmos diferem entre si. Contudo, se o valor 0 estiver contido nesse intervalo aceita-se a hipótese de nulidade, caso contrário a hipótese alternativa seria aceita.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

De acordo com Marques (2011) a qualidade da água pode ser entendida como consequência dos processos atuantes na bacia hidrográfica, sendo a ação antrópica reguladora do equilíbrio entre os sistemas. O autor destaca ainda, que os efeitos adversos das atividades humanas sobre o meio ambiente representam uma grande preocupação.

Através da avaliação limnológica realizada no igarapé Pintado no presente estudo, serão apresentadas a seguir as características da água para os períodos de chuva, transição chuva/seca e seca.

Esses resultados foram comparados com a Resolução CONAMA 357/2005, que 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.

#### **3.1 IMPACTOS AMBIENTAIS OBSERVADOS NA ÁREA DE ESTUDO**

O comprometimento dos corpos hídricos superficiais, segundo von Sperling (2007), ocorre com mais intensidade em locais de grande adensamento populacional e/ou reduzida capacidade de assimilação dos cursos de água.

Dentre os impactos ambientais observados em campo, ocasionados pela ocupação urbana no entorno do igarapé Pintado, destacam-se: a retirada das matas ciliares causando o assoreamento e a erosão do igarapé, o despejo de esgoto doméstico *in natura* e a deposição de resíduos sólidos.

A retirada da mata ciliar pode causar impermeabilização do solo e erosão intensa, provocando assoreamento e degradação do manancial, este fato pode ser observado na Figura 6. Lopes (2001) relata que a retirada da mata ciliar facilita o transporte do solo para o interior dos rios e represas, o desbarrancamento e a deformação das margens dos cursos d'água e alagamentos.

A figura 7 (a, b) mostra que a própria população local já verificou o comprometimento do igarapé Pintado, e passou a colocar nas margens do igarapé, pneus empilhados no intuito de conter o desmoronamento de suas margens. O assoreamento do referido igarapé é causado principalmente pela remoção da mata ciliar de suas margens, interferindo na regulação do fluxo da água e sedimentos (SANTOS et al., 2011). Helbel et al. (2011) afirma que toda a extensão do Igarapé Pintado apresenta deslizamento de margens e

aporte de material particulado devido à perda de solo em sua bacia, que são levados pelas águas das chuvas.

De acordo com o Novo Código Florestal Federal (2012), todas as margens de cursos d' água no Brasil são consideradas Áreas de Preservação Permanente-APP, e deve-se manter uma extensão de mata ciliar às margens dos corpos hídricos, pelo qual varia de acordo com a largura dos rios, lagos, represas e nascentes.

As Áreas de Preservação Permanente são áreas definidas pelo Código Florestal, em razão de sua situação topológica, à margem dos corpos d' água ou em função do relevo, onde a vegetação natural deve ser preservada, com o fim de proteger os mananciais, prevenir a erosão e preservar a biodiversidade.



**Figura 6.** Assoreamento e erosão intensa no leito do igarapé Pintado provocado pela retirada da mata ciliar, maio (2012).

**Fonte:** Butzke, (2012).



**Figura 7.** Pilhas de pneus apoiando nas margens do igarapé Pintado no P1, para que não ocorra o desbarrancamento (a) maio de 2012; (b) dezembro de 2011.

**Fonte:** Butzke, (2012)

Outro impacto ambiental causado ao igarapé Pintado observado em campo constitui o lançamento de efluentes domésticos através de canalizações clandestinas de esgotos (FIGURA 8), os quais são despejados no córrego sem nenhum tipo de tratamento, tornando-se uma fonte de degradação do meio ambiente e de proliferação de doenças.



**Figura 8.** Despejo de esgoto doméstico no igarapé Pintado, maio (2012).  
**Fonte:** Butzke (2012).

A Tabela 3 traz uma breve descrição das variáveis limnológicas que são frequentemente alteradas por descarga de efluentes domésticos em um corpo hídrico, sem o tratamento adequado.

A disposição inadequada dos efluentes domésticos aumenta conforme o crescimento populacional e, por conseguinte a capacidade de autodepuração dos mananciais diminui.

Cunha e Ferreira (2006) mencionam que o lançamento de efluentes no rio causará poluição em toda a bacia hidrográfica e não só no trecho onde houve o lançamento.

Cunha et al. (2010), ao realizarem avaliação microbiológica da água do rio Itanhém em Teixeira de Freitas/BA, constaram que o rio vem sofrendo impacto em suas águas em decorrência da entrada de efluentes, oriundos do município, que não recebem tratamento, apresentando contaminação por coliformes fecais.

**Tabela 3.** Breve descrição das variáveis limnológicas, que são frequentemente alteradas pelo aporte de efluentes domésticos.

<b>Variáveis limnológicas</b>	<b>Breve descrição</b>	<b>Freqüentes alterações pelo excessivo aporte de efluentes domésticos sem tratamento</b>
<b>Oxigênio dissolvido</b>	É um gás essencial à maioria dos organismos aquáticos. A escassez de oxigênio favorece a liberação de compostos tóxicos na água por determinados processos biológicos.	A excessiva carga orgânica dos esgotos aumenta a demanda bioquímica de oxigênio, de maneira a reduzir expressivamente as concentrações de oxigênio na coluna d'água.
<b>Ph</b>	O pH é determinante à composição de espécies de um determinado local, pois influencia diretamente nos processos de permeabilidade das membranas celulares.	O excesso de matéria orgânica dos esgotos contribui para reduzir o pH da água devido à liberação de gás carbônico (precursor do ácido carbônico em meio aquoso) e de compostos orgânicos ácidos.
<b>Nitrogênio</b>	A importância do nitrogênio está relacionada principalmente ao seu papel na formação das proteínas. No entanto, o excesso de algumas formas nitrogenadas pode ser tóxico inclusive aos seres humanos.	Os efluentes domésticos sem tratamento causam um expressivo aumento nas concentrações de nitrogênio nos ecossistemas aquáticos, contribuindo para a eutrofização artificial dos corpos d' água.
<b>Fósforo</b>	É um nutriente fundamental à biota, especialmente devido à sua função na estruturação das membranas celulares e no armazenamento de energia via ATP.	Tal como ocorre com o nitrogênio, o aporte de esgotos incrementa demasiadamente as concentrações de fósforo nos ecossistemas aquáticos, contribuindo para a eutrofização artificial dos corpos d' água.
<b>Turbidez</b>	Refere-se à quantidade de partículas em suspensão na água. É inversamente proporcional à disponibilidade de radiação solar, a qual é essencial à produção primária de um ecossistema.	A turbidez da água é incrementada pelo aporte das partículas que compõem os efluentes domésticos sem tratamento.
<b>Bactérias coliformes totais e bactérias fecais</b>	Bactérias coliformes totais são bastonetes gran-negativos fermentadores aeróbios ou anaeróbios facultativos, que incluem seres de vida livre ou não. Já os coliformes fecais são encontradas preferencialmente no trato intestinal de animais endotérmicos.	O aporte de esgotos aumenta expressivamente as densidades de bactérias termotolerantes totais e fecais.

**Fonte:** Adaptado de APHA, 1998; KOROM, 1992; MATSON et al., 1997; ESTEVES, 1998; ROITMAN et al., 1998; HERBERT, 1999; VER et al., 1999; SMITH, 1999; CONLEY, 1999; MAROTTA et al., 2008.

Além dos efluentes domésticos, atualmente são encontradas, ao longo do curso do igarapé Pintado, quantidades significativas de resíduos sólidos (FIGURA 9) Os entulhos de

resíduos sólidos urbanos são verificados em todo o curso d'água, observados através da Figura 10 (a, b) e na Figura 11 (a, b), bem como a presença de restos de animais mortos na Figura 12, sendo estes vetores de doenças de veiculação hídrica.



**Figura 9.** Acúmulo de resíduos sólidos urbanos no igarapé Pintado, dezembro (2011).  
**Fonte:** Butzke (2011).



(a)



(b)

**Figura 10.** Resíduos sólidos urbanos jogados no igarapé Pintado. Junho de 2012.  
**Fonte:** Butzke, K.



(a)



(b)

**Figura 11.** (a) e (b) Eletrodoméstico sem vida útil jogados no leito do igarapé Pintado, maio (2012).  
**Fonte:** Butzke (2012).



**Figura 12.** Restos de animais mortos depositados nas águas do igarapé Pintado, junho (2012).  
**Fonte:** Butzke (2012).

Os resíduos sólidos urbanos e o desmatamento nas margens dos corpos d' água provocam o assoreamento de seu leito e mudança do seu curso natural. Mudanças no uso do solo e o aumento do desmatamento fazem com que os ecossistemas sejam afetados alterando o ciclo biogeoquímico (MEIXNER; EUGSTER, 1999), a diversidade biológica (SALA et al., 2000) e o ciclo hidrológico (BOSH; HEWLETT, 1989; BRUIJINZEL, 1996; COSTA, 2003; ZIEGLER et al., 2004).

Há vários anos este processo de degradação vem ocorrendo no entorno do igarapé Pintado. Fato comprovado em 2010 pela Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos (SEMOSP) que realizou uma campanha de limpeza, onde recolheram os mais diversos tipos de entulhos no leito e no igarapé.

É notório que estes impactos ocasionados no igarapé Pintado geram significativos prejuízos ao meio ambiente e à saúde pública. Macedo (2008) retrata que comunidades que ocupam áreas próximas ao curso da água estão mais propensas a adquirirem doenças de veiculação hídrica devido à incidência de alagamentos. A deposição de resíduos sólidos como pneus contribuem para a proliferação de doenças graves como a dengue.

O passivo ambiental representado pelo acúmulo imenso de detritos sólidos, cuja quantificação carece de precisão, além dos problemas ambientais, resulta em ameaça séria à saúde da população expressa em vetores de doenças tropicais, tais como: dengue, malária, leptospirose e um gasto estatal incalculável com a conscientização da população (via mídia), com inseticidas, raticidas e mão-de-obra (NOHARA et al., 2005).

Portanto, os impactos ambientais observados no entorno do igarapé Pintado acentuam a degradação da paisagem, prejudicam o uso do corpo d'água e a saúde da população local.

## **3.2 VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS**

### **3.2.1 Turbidez**

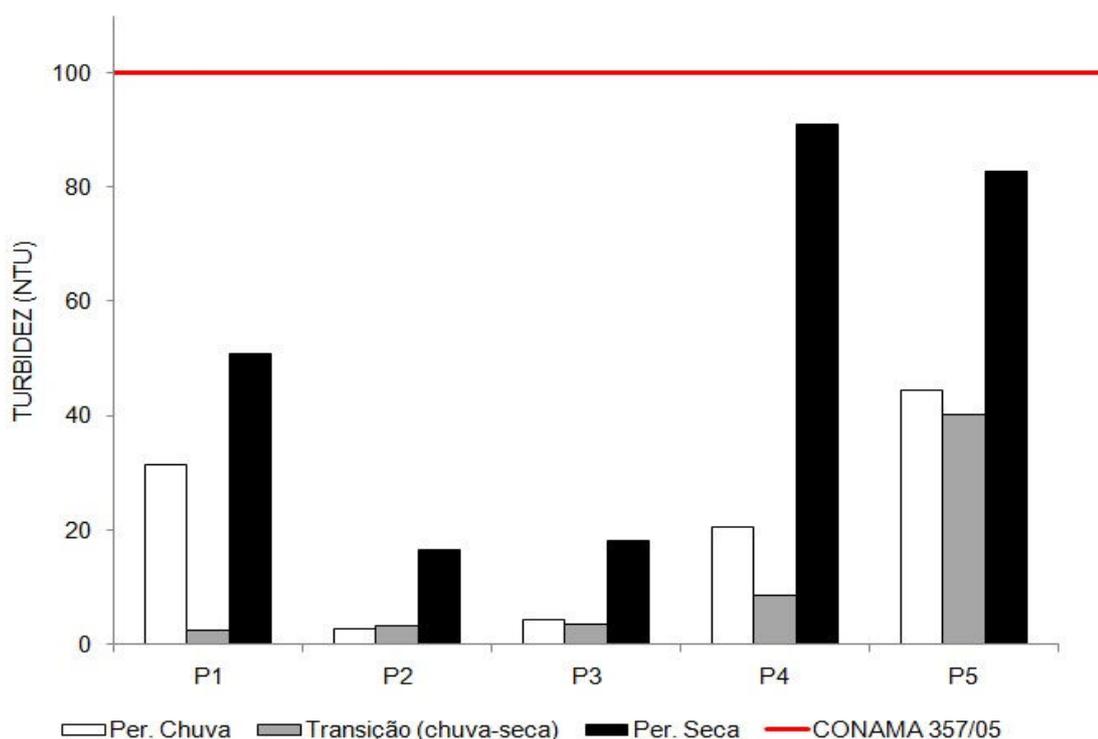
A turbidez é uma variável tipicamente sazonal, pois a mesma tende a aumentar devido ao aumento de materiais advindos da bacia de drenagem, principalmente, em períodos chuvosos (FIGUEIREDO; BIANCHINI Jr., 2008; BOTINO, 2011).

Dentre os pontos amostrados, os valores de turbidez foram relativamente baixos nos pontos 2 e 3 em todo período estudado (FIGURA 13), podendo ser um indicativo de uma menor entrada de sedimentos alóctones. Para Teixeira e Senhorelo (2000), a turbidez pode estar diretamente relacionada com o teor de sólidos em suspensão.

No período de chuva e transição, os valores de turbidez nos pontos 1, 2, 3 e 4 se encontraram abaixo de 40 NTU, sendo que o valor estabelecido pela CONAMA 357/2005, para águas doces de classe 1 é de 40 NTU e de 100 NTU para águas doces de classes 2 e 3.

Já no período de seca dos pontos 1, 4 e 5, os valores encontrados ficaram acima de 40 NTU, sendo este o período que apresentou os maiores valores de turbidez (FIGURA 13). Nuvolari (2003) relata que o excesso de turbidez pode ser ocasionado por despejo de materiais na água ou por ocasião do solo drenado pelos corpos hídricos. Pereira e Bleich (2009), ao estudarem as variações limnológicas abióticas espaciais e temporais em uma lagoa na bacia Araguaia-Tocantins, em Mato Grosso, constataram que com o aumento da lâmina da água, no período de chuva, houve uma redução nos valores de turbidez.

Para Tundisi et al. (1984), com o aumento da profundidade no período da cheia, a ação do vento pode não ser suficiente para promover a mistura completa da coluna de água e assim ressuspender os sedimentos no fundo, como acontece no período de seca. Portanto estes valores podem ocorrer devido à aeração natural do corpo de água no período de seca.



**Figura 13.** Variação da turbidez nos períodos estudados.

Ressalta-se que todos os valores de turbidez obtidos, se encontraram dentro dos padrões exigidos pela legislação federal - CONAMA 357/2005.

### 3.2.2 Temperatura

A Temperatura da água afeta as características físicas e químicas da mesma (BENETTI; BIDONE, 1993). Almeida e Schwarzbold (2003) enunciam que altas temperaturas em corpos hídricos podem provocar a aceleração de processos biológicos, assim como o aumento da produção primária, o que resulta em grande geração de material orgânico particulado, e em valores mais altos de turbidez.

Martins (2009) ressalta que a elevação da temperatura pode produzir alterações da solubilidade de gases na água. Para Angelocci e Villa Nova (1995), quando se tem temperatura elevada em um ambiente aquático significa perda de oxigênio dissolvido, influenciando a qualidade da água e consequentemente a vida dos organismos aquáticos aeróbicos.

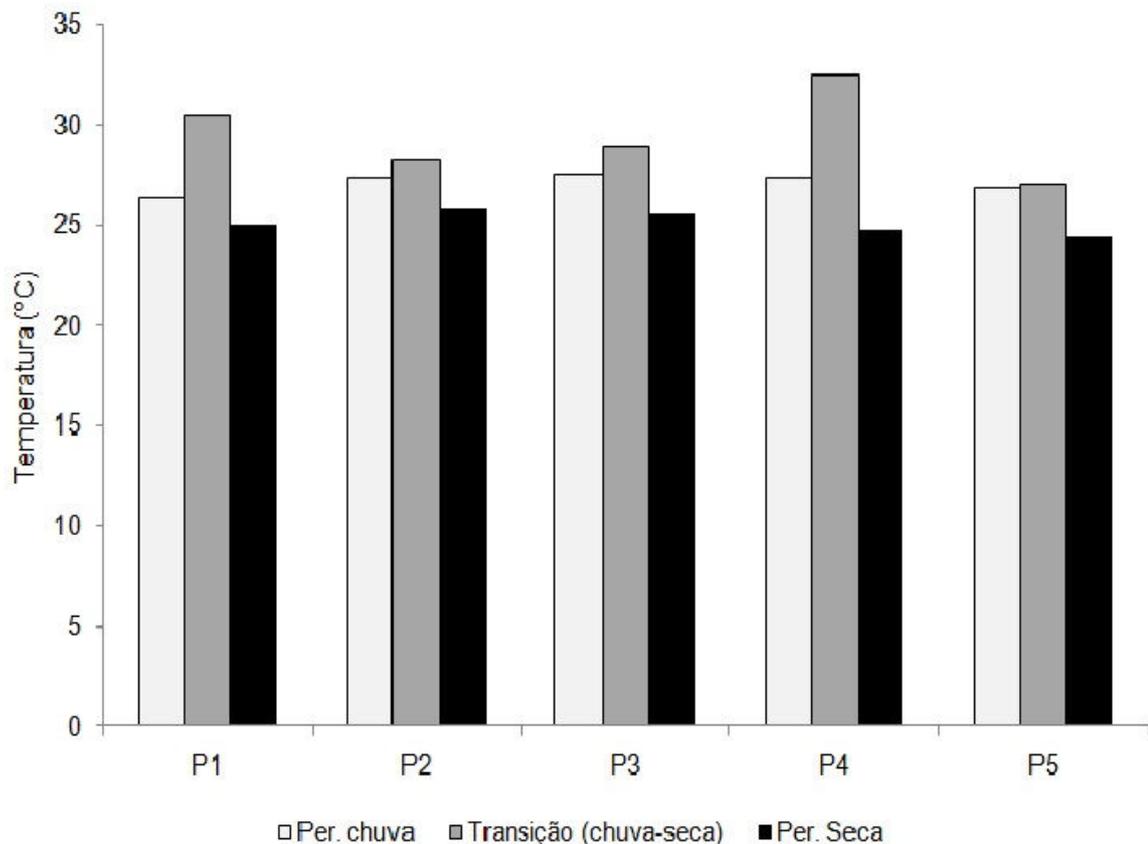
Os valores de temperatura encontrados nas águas do igarapé Pintado foram semelhantes aos dados de Sobrinho (2006), o qual registrou uma variação de 23 a 30 °C no período de seca no baixo rio Candeias/RO. Assim sendo, o valor mínimo encontrado no

igarapé Pintado foi de 24 °C no período de seca e o máximo de 32 °C no período de transição chuva-seca, conforme exposto na Figura 14. Temperaturas elevadas no período de transição podem estar relacionadas à presença de matéria orgânica lançada no corpo hídrico.

De maneira geral, os resultados de temperatura registrados nos diferentes pontos durante o período estudado (FIGURA 14) estão de acordo com os valores de temperaturas de corpos aquáticos tropicais amazônicos (SIOLI; KLINGE, 1964). Ressalta-se também que os valores de temperatura registrados, estão relacionados com a quantidade recebida de radiação solar. Visto que, segundo Esteves (1998), a transformação da radiação em energia calorífica no primeiro metro de profundidade de um rio, por exemplo, é de cerca de 50%. Fato comprovado por Boneto (2007), que ao estudar os aspectos limnológicos das águas do rio Caulim na região metropolitana de São Paulo, constatou que a temperatura da água do rio variou de acordo com a temperatura do ar, por ser um rio de baixa profundidade.

Como relatado por Martins (2009), modificações como retirada da cobertura vegetal, principalmente das margens de sistemas aquáticos contribuem para a radiação solar direta (principal fonte de energia), aumentando a temperatura dos corpos hídricos.

Através das observações em campo, foi possível verificar que o Igarapé Pintado já não possui mata ciliar, de forma que este fator certamente contribui para o registro de temperaturas ainda mais altas neste ambiente.



**Figura 14.** Variação da temperatura nos períodos estudados.

### 3.2.3 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica permite verificar a influência direta e indireta das atividades desenvolvidas nas bacias sobre os recursos hídricos, como o lançamento de efluentes domésticos, industriais e atividades agropastoris (MARQUES, 2011).

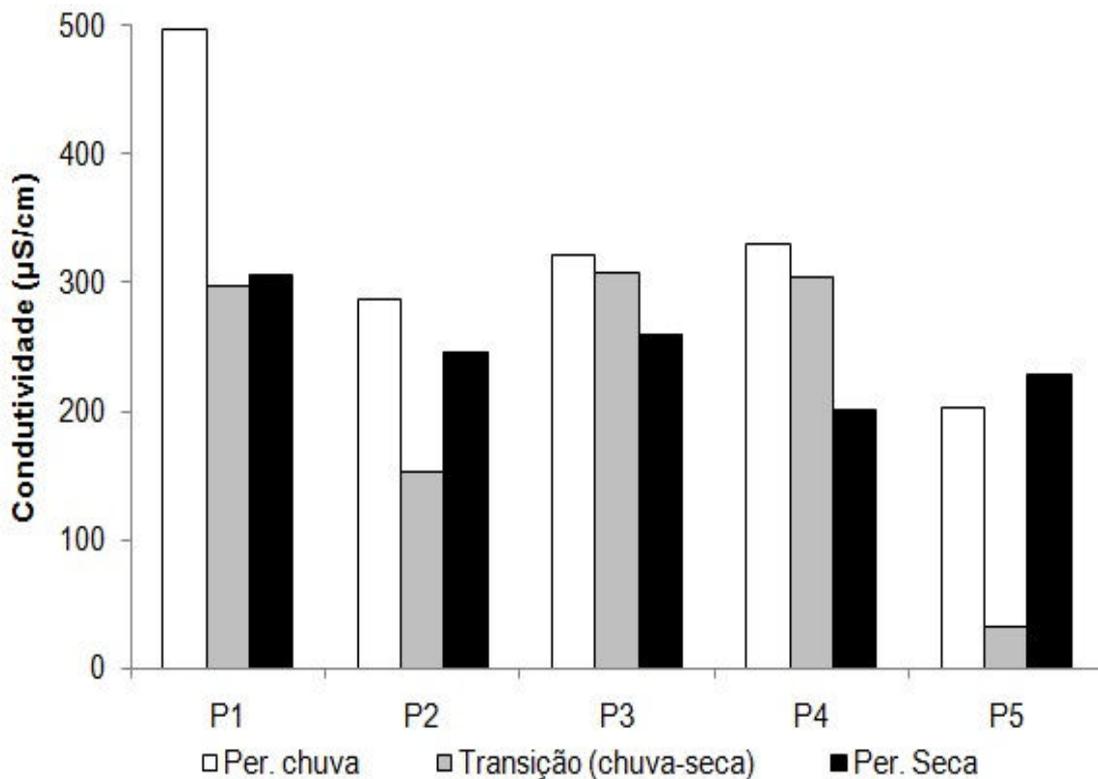
Para Esteves (1998), esta variável pode fornecer importantes informações que possibilitam identificar as várias províncias geológicas, evidenciando, desta maneira, a interação entre o sistema aquático e o terrestre, além de ajudar a detectar fortes poluidoras nos ecossistemas aquáticos.

De acordo com o autor, a condutividade elétrica da água é a função da concentração de íons presente na água que possam conduzir corrente elétrica, mas seu valor, além de depender da temperatura, também difere para cada íon. Em soluções de maior concentração iônica, maior será a condutividade elétrica. Porém em algumas ocasiões a elevada concentração de íons é uma característica natural da água. Em regiões tropicais, os valores de condutividade nos ambientes aquáticos estão mais relacionados com as características geoquímicas e com as condições climáticas da região onde se localizam.

Os valores de condutividade elétrica apresentaram concentrações médias de  $327,2\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  no período chuvoso, como observado na Figura 15, tal resultado pode estar associado a concentração de sólidos em suspensão decorrentes do carreamento das águas pluviais. Conforme Garcia e Forsberg (2000), o sistema fluvial e período hidrológico são fatores de grande influência na condutividade elétrica que é um parâmetro relativamente conservativo.

No período de transição, a média apresentada foi de  $218,4\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , e  $247,9\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  no período de seca.

Em geral, valores de condutividade elétrica maiores que a  $100\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  indicam ambientes impactados (MACHADO et al., 2010; CETESB, 2009 ).



**Figura 15.** Variação da condutividade elétrica nos períodos estudados.

### 3.2.4 Potencial hidrogênico (pH)

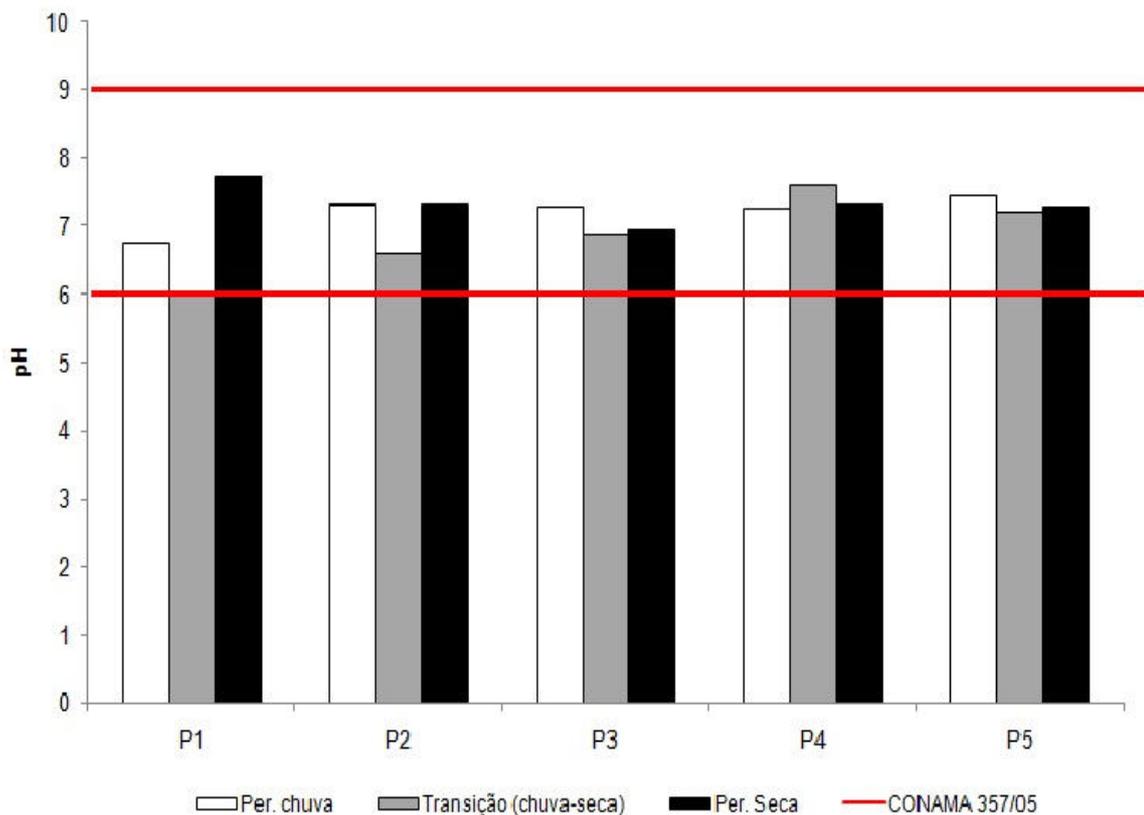
De acordo com Pereira (2004), o pH indica a condição de acidez, alcalinidade ou neutralidade da água, podendo ser resultado de fatores naturais ou antrópicos.

As variações do pH no meio aquático estão relacionadas ainda com a dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese (VON

SPERLING, 1996). A resolução CONAMA 357/2005 determina uma faixa de 6 a 9 para todas as classes de água.

Conforme exposto pela figura 16, o pH da água do igarapé Pintado nos diferentes pontos e durante todo o período amostrado, esteve dentro do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, variando entre 6,0 a 7,7. As maiores concentrações foram registrados no período da seca, com um valor médio para todos os pontos de 7,31.

Valores semelhantes foram encontrados por Peixoto Filho (2008), ao avaliar a qualidade da água do córrego Prosa, no município de Campo Grande/MS, em que os valores de pH variaram entre 6 e 7. Ao avaliar o diagnóstico físico ambiental do córrego São Pedro, Machado et al. (2010), observaram que os valores de pH ao longo do córrego, mostraram-se dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005.



**Figura 16.** Variação dos valores do pH nos períodos estudados.

Entretanto, apesar de estar localizado em perímetro urbano, os valores de pH encontrados no igarapé Pintado, corroboram com Esteves (1998), que atribuiu a maioria dos ecossistemas aquáticos brasileiros, valores de pH entre 6 e 8.

### 3.2.5 Oxigênio Dissolvido

A variação da concentração de oxigênio dissolvido é um reflexo dos processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem num corpo de água e, portanto, pode ser considerada uma das variáveis limnológicas que melhor reflete as alterações em um ecossistema aquático (MARIANI et al., 2006; BOTINO, 2011).

Marques (2011) destaca que as concentrações de oxigênio dissolvido nos corpos d'água se caracterizam como um indicador primário de sua qualidade.

Sendo um elemento indispensável para a manutenção dos processos vitais da maioria dos organismos, a resolução CONAMA 357/2005 estabeleceu as concentrações de oxigênio dissolvido em águas doces para as diferentes classes, conforme exposto na Tabela 4.

**Tabela 4.** Concentrações de oxigênio dissolvido para as diferentes classes de águas doces, de acordo com a resolução CONAMA 357/2005.

<b>Concentração de oxigênio dissolvido para as diferentes classes de água doce (CONAMA 357/2005)</b>				
<b>Classes</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Oxigênio dissolvido (mg.L<sup>-1</sup>)</b>	≥ 6	≥ 5	≥ 4	> 2

**Fonte:** Adaptado da Resolução CONAMA 357/2005

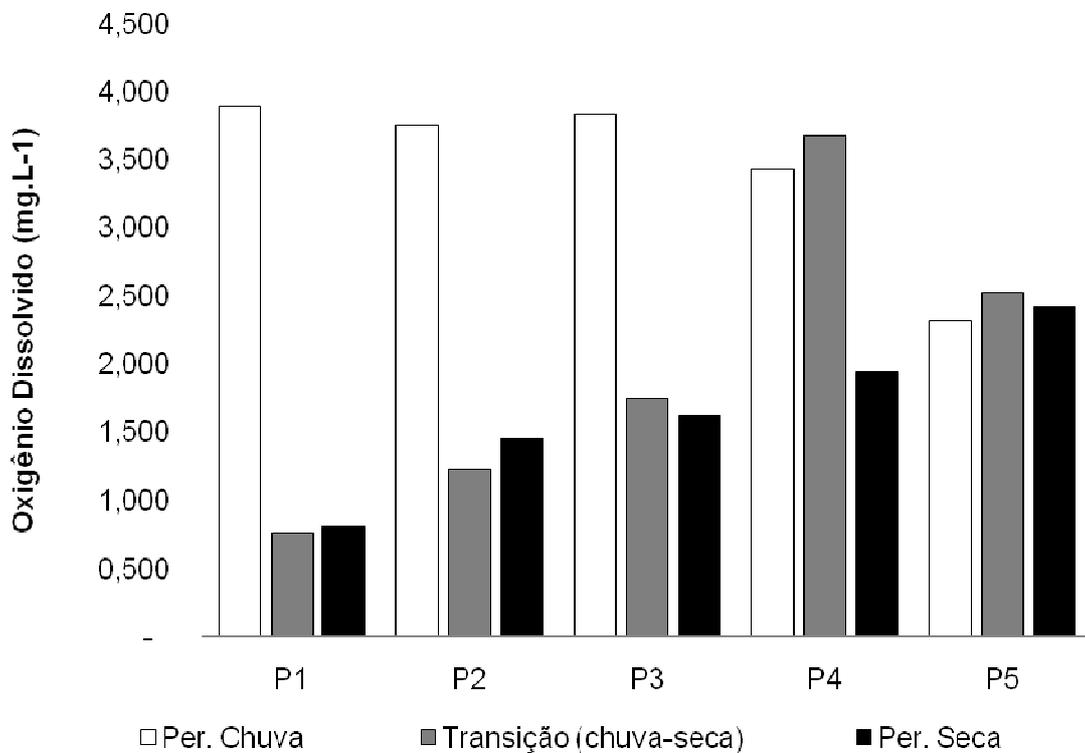
A Figura 17 apresenta a variação das concentrações de oxigênio dissolvido na água do igarapé Pintado nos períodos de chuva, de transição e de seca.

As maiores concentrações de oxigênio dissolvido foram obtidas no período de chuva nos pontos 1, 2 e 3 (P1: 3,89mg.L<sup>-1</sup>; P2: 3,75mg.L<sup>-1</sup>; P3: 3,84mg.L<sup>-1</sup>). Provavelmente este comportamento está relacionado com a movimentação da água mais intensa no período de chuva, o que propicia sua oxigenação. No período de transição a maior concentração de oxigênio dissolvido foi encontrada no P4, este fato pode estar associado à confluência do igarapé Pintado com algumas ramificações de outros cursos d'água existentes no local.

Já no P5 houve pouca variação das concentrações de oxigênio dissolvido entre os períodos (FIGURA 17), o que certamente está relacionado com a localização deste ponto, que apesar de estar próximo à confluência do igarapé Pintado com o rio Machado, o curso d'água passa por trechos com pequenas áreas “alagadas”, este fato evidencia que no local de coleta

(P5), a água do igarapé Pintado apresentava-se sem correntezas em seu fluxo, não permitindo uma maior movimentação e oxigenação da água.

Bastos et al. (2003), enunciam que quando as concentrações de oxigênio dissolvido encontram-se na faixa de 2 a 4mg.L<sup>-1</sup> ocorre a morte dos peixes mais sensíveis, e quando os valores de oxigênio dissolvido encontram-se abaixo de 2mg.L<sup>-1</sup>, dependendo do tempo de exposição, este fator apresenta-se letal à maioria das espécies de peixes.



**Figura 17.** Variação das concentrações de oxigênio dissolvido nos períodos estudados.

Segundo Von Sperling (1996), um dos principais problemas de poluição dos cursos d'água, já resolvido nos países desenvolvidos, mas ainda de grande notabilidade no Brasil, é o consumo de oxigênio dissolvido após o lançamento de esgoto. A matéria prima presente em um corpo d'água interfere indiretamente no consumo de oxigênio dissolvido. Tal se deve aos processos de estabilização da matéria orgânica realizados por bactérias decompositoras, as quais necessitam de oxigênio disponível no meio líquido para sua respiração.

Portanto, em geral, constatou-se que, em todos os períodos analisados, a água do igarapé Pintado apresentaram valores de oxigênio dissolvido abaixo de 4mg.L<sup>-1</sup>, sendo que

nos pontos 1, 2 e 3 dos períodos de transição e seca e no P4 no período de seca, as concentrações ficaram abaixo de  $2\text{mg.L}^{-1}$ . Contudo os valores das concentrações de oxigênio dissolvido, neste estudo, não estão de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, conforme observado na Tabela 4, que relata que os valores de oxigênio dissolvido para águas doces utilizada para fins menos nobres, como navegação e harmonia paisagística, devem ser superiores a  $2\text{mg.L}^{-1}$ .

Desta forma, fica evidenciado que as concentrações de oxigênio dissolvido obtidas no igarapé Pintado neste estudo, não são adequadas para a manutenção da ictiofauna.

Para Jansen et al., (2008) quando a concentração de oxigênio dissolvido na água se apresenta abaixo de limites aceitáveis, pode afetar significativamente a saúde do ecossistema aquático e também impedir o uso da água para diferentes fins. Farias (2006) aborda que, um rio considerado limpo, em condições normais, apresenta normalmente, de 8 a  $10\text{mg.L}^{-1}$  de oxigênio dissolvido.

De acordo com Valente et al. (1997) e Esteves (1998), a presença de matéria orgânica na água diminui a concentração de oxigênio pelo processo de oxidação da matéria em decomposição e pela respiração dos microorganismos, agentes decompositores. A temperatura também afeta a disponibilidade de oxigênio dissolvido na água.

Conforme Esteves (1998), a temperatura influencia a respiração dos microorganismos como também a oxidação de matéria orgânica que consome o oxigênio dissolvido na água.

Para Wetzel (1983), existe uma relação entre o aumento das bactérias e suas atividades metabólicas com o consumo oxigênio. Segundo Pelczar et al. (1997), os nutrientes orgânicos e inorgânicos no ambiente aquático influenciam o crescimento microbiano e o crescimento das algas, diminuindo o oxigênio disponível no ecossistema.

Contudo, essa variável indica que o corpo hídrico estudado sofre com a ocupação desordenada, e indica que o mesmo está poluído.

### **3.2.6 Amônia e Nitrato**

#### **3.2.6.1 Amônia**

O nitrogênio amoniacal se apresenta em duas formas dissolvidas: o amoníaco ou amônia não-ionizada e o íon amônio, cujas proporções dependem do pH, da temperatura, e da salinidade presentes no ambiente (MARTINS, 2009).

As concentrações de amônia nos diferentes pontos e durante o período amostrado são apresentadas na figura 18. Os valores médios de amônia para os pontos amostrados foram de  $0,099\text{mg.L}^{-1}$  no período de chuva;  $0,102\text{mg.L}^{-1}$  no de período de transição e  $0,120\text{mg.L}^{-1}$  no período de seca. Os valores médios encontrados no presente estudo são similares aos valores médios encontrados por Sobrinho (2006) no rio Candeias/RO, com concentrações em torno de  $0,090\text{mg.L}^{-1}$  de amônia.

Com relação às concentrações de amônia, estipuladas pela resolução CONAMA 357/2005, constatou-se que os valores de amônia encontrados no igarapé Pintado foram menores dos que os valores permitidos por esta resolução, conforme exposto na tabela 5.

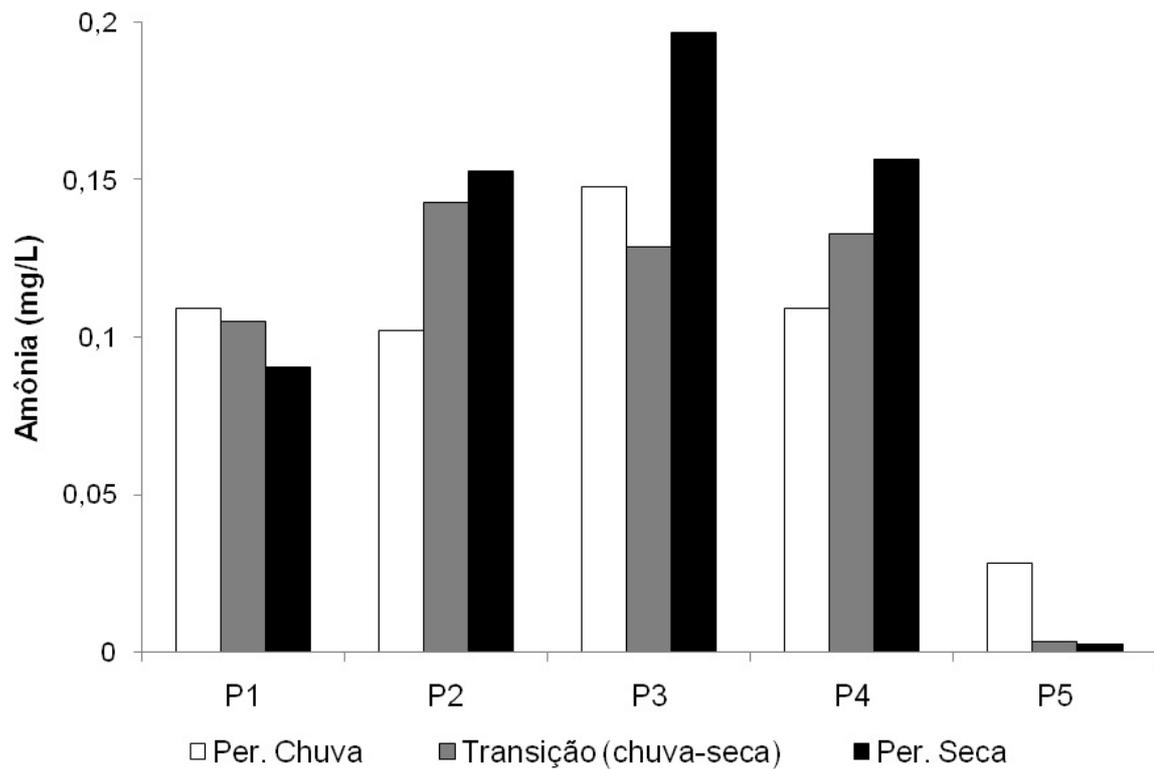
**Tabela 5.** Concentrações de amônia para as diferentes classes de águas doces, de acordo com a resolução CONAMA 357/2005.

<b>Concentração de amônia em mg/L para as diferentes classes de água doce (CONAMA 357/2005)</b>				
	<b>pH &lt; 7,5</b>	<b>7,5 &lt; pH &lt; 8,0</b>	<b>8,0 &lt; pH &lt; 8,5</b>	<b>pH &gt; 8,5</b>
<b>Classe 1</b>	3,7	2,0	1,0	0,5
<b>Classe 2</b>	3,7	2,0	1,0	0,5
<b>Classe 3</b>	13,3	5,6	2,2	1,0

**Fonte:** Adaptado da Resolução CONAMA 357/2005.

As maiores concentrações de amônia, observadas na Figura 18, ocorreram nos pontos 3 e 4, no período da seca, com concentrações de  $0,197\text{mg.L}^{-1}$  e  $0,157\text{mg.L}^{-1}$ , respectivamente. Esses valores podem estar associados à uma maior entrada de efluentes domésticos constatados no local (FIGURA 19), ressaltando-se ainda que no período da seca ocorre uma menor dispersão dos efluentes, pois não há diluição dos mesmos. Marques (2011) encontrou valores próximos aos obtidos no presente estudo no córrego Machado (Tocantins), onde foram encontradas concentrações na ordem de  $0,073\text{mg.L}^{-1}$ .

Menores concentrações foram observadas no P5. Estes resultados podem estar associados ao fato de que no local há uma maior diluição dos nutrientes devido a uma maior entrada de água provocada pelo remanso do rio Machado.



**Figura 18.** Variação das concentrações de amônia nos períodos estudados.



**Figura 19.** Descarga direta de efluentes domésticos no igarapé Pintado (P3).

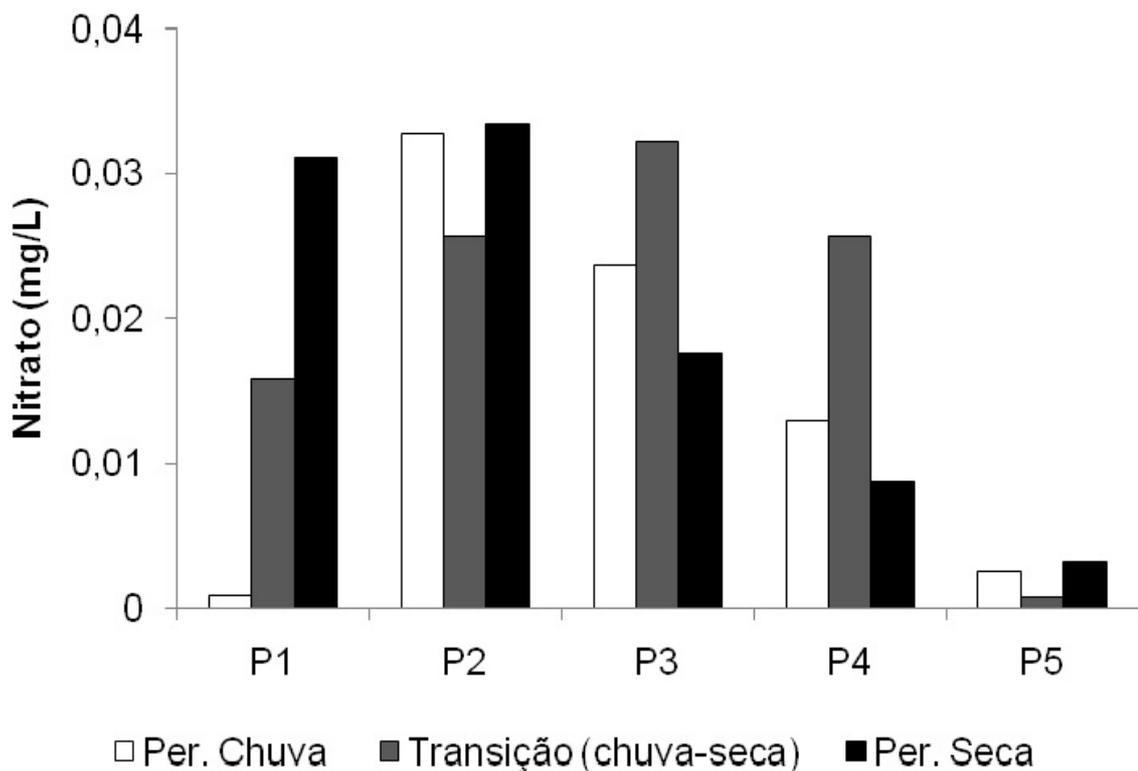
### 3.2.6.2 Nitrato

O nitrato é a forma mais estável do nitrogênio, sendo um dos principais nutrientes dos produtores primários, sua produção resulta da oxidação bacteriana do amônio, tendo o nitrito como intermediário (BAUMGARTEN; POZZA, 2001).

Para Foster e Hirata (1988), o nitrato ocorre de forma natural, geralmente em baixas concentrações na água e no solo. Porém, Rossi et al. (2007), relatam que as concentrações de nitrato na água e no solo, podem ser alteradas devido à disponibilização inadequada dos esgotos domésticos nos solos.

As menores concentrações de nitrato foram encontradas no ponto 5 durante todos os período amostrados (FIGURA 20). Este resultado pode estar associado ao fato da localização (foz com o rio machado), apresentando uma menor entrada de fontes poluidoras e uma maior diluição de nutrientes devido à entrada das águas de remanso do rio Machado.

A estação chuvosa apresentou uma média de  $0,014\text{mg.L}^{-1}$  de nitrato. Marques (2011) constatou no córrego Machado/TO concentrações de nitrato de  $0,80\text{ mg.L}^{-1}$  a  $3,40\text{ mg.L}^{-1}$ , em períodos que coincidem com uma maior intensidade pluviométrica, onde atuaram nesta bacia lavando o solo e carreando para o corpo hídrico os esgotos sem tratamento.



**Figura 20.** Variação das concentrações de nitrato nos períodos estudados.

Apesar de ter sido detectada a presença dos íons nitrato em todas as amostras, conforme pode ser observado na figura 20, os valores estão dentro dos valores recomendados pela resolução CONAMA 357/2005, os quais não podem ser superiores a  $10\text{mg.L}^{-1}$ .

### 3.2.7 Fósforo Total e Ortofosfato

O fósforo apresenta-se nas águas sob diversas formas de fosfato, podendo ser orgânico ou inorgânico, dissolvido ou particulado. Segundo von Sperling (2005), na forma orgânica o fósforo se apresenta complexado à matéria orgânica, geralmente de origem fisiológica, e na forma inorgânica como ortofosfatos e polifosfatos oriundos, principalmente, de detergentes e outros produtos químicos domésticos. Segundo Esteves (1998), do ponto de vista limnológico, todas as formas de fosfato são importantes, no entanto o ortofosfato assume maior relevância por ser a principal forma de fosfato assimilada pelos vegetais aquáticos.

Para Von Sperling (1996), fatores como o despejo de efluentes domésticos e industriais, a entrada de detergentes, de excrementos animais e fertilizantes contribuem para o aumento das concentrações de fósforo nos corpos d' água.

De acordo com a resolução CONAMA 357/2005, os valores recomendados de fósforo total para os ambientes aquáticos superficiais, devem ser iguais ou menores que  $0,02\text{mg.L}^{-1}$ , para águas doces de ambientes lênticos de classe 1, e iguais ou menores que  $0,15\text{mg.L}^{-1}$  para águas doces de ambientes lóticos de classe 3 (Tabela 6). A resolução CONAMA 357/2005 não traz valores para o ortofosfato, entretanto de acordo com Tundisi (2005) o fósforo total é um ótimo indicador de poluição hídrica.

**Tabela 6.** Concentrações de fósforo total para as diferentes classes de águas doces, de acordo com a resolução CONAMA 357/2005.

		<b>Concentração de fósforo total para as diferentes classes de água doce (CONAMA 357/2005)</b>			
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Fósforo Total</b> <b>(mg.L<sup>-1</sup>)</b>	Lêntico	0,02	0,03	0,05	NF
	Intermediário	0,025	0,05	0,075	NF
	Lótico	0,1	0,1	0,15	NF

**Fonte:** Adaptado da Resolução CONAMA 357/05.

\*NF: não informado.

As concentrações de fósforo total e ortofosfato da água do igarapé Pintado em todos os pontos amostrados, durante os períodos estudados, se encontraram abaixo dos valores máximos recomendados pela resolução citada.

Dentre os valores detectados de fósforo total e ortofosfato, grande parte das amostras atingiram valores  $\leq 0,005\text{mg.L}^{-1}$  (TABELA 7). Ao contrário do estudo realizado por Souza et al. (2011), que encontrou no igarapé Preto, em Cruzeiro do Sul/AC, valores de fósforo total que variavam de  $0,10\text{mg.L}^{-1}$  a  $0,94\text{mg.L}^{-1}$ .

Barros et al. (2011), ao avaliarem os valores de fósforo total nos igarapés Piarara e Tamarupá, inseridos no meio rural e urbano do município de Cacoal/RO, encontraram valores que variaram entre  $0,16\text{mg.L}^{-1}$  e  $0,20\text{mg.L}^{-1}$  de fósforo total. Os autores constataram que o igarapé Piarara apresentou índices de fósforo total na área urbana abaixo dos teores obtidos na área rural, devido à maior taxa de saneamento naquela região. Já no igarapé Tamarupá, as concentrações se mantiveram sempre altas, acima do padrão estabelecido para a Classe 3, indicando um potencial de eutrofização.

**Tabela 7:** Variação das concentrações de fósforo total e ortofosfato na água do igarapé Pintado nos períodos de chuva, transição (chuva-seca) e seca.

		<b>Ortofosfato</b>	<b>Fósforo Total</b>
<b>Período de chuva</b>	<b>P1</b>	$<0,005\text{mg.L}^{-1}$	$<0,005\text{mg.L}^{-1}$
	<b>P2</b>	$<0,005\text{mg.L}^{-1}$	$0,005\text{mg.L}^{-1}$
	<b>P3</b>	$<0,005\text{mg.L}^{-1}$	$0,006\text{mg.L}^{-1}$
	<b>P4</b>	$<0,005\text{mg.L}^{-1}$	$<0,005\text{mg.L}^{-1}$
	<b>P5</b>	$<0,005\text{mg.L}^{-1}$	$<0,005\text{mg.L}^{-1}$
<b>Período de transição (chuva-seca)</b>	<b>P1</b>	$<0,005\text{mg.L}^{-1}$	$<0,005\text{mg.L}^{-1}$
	<b>P2</b>	$<0,005\text{mg.L}^{-1}$	$<0,005\text{mg.L}^{-1}$
	<b>P3</b>	$<0,005\text{mg.L}^{-1}$	$<0,005\text{mg.L}^{-1}$
	<b>P4</b>	$<0,005\text{mg.L}^{-1}$	$<0,005\text{mg.L}^{-1}$
	<b>P5</b>	$<0,005\text{mg.L}^{-1}$	$<0,005\text{mg.L}^{-1}$
<b>Período de seca</b>	<b>P1</b>	$0,011\text{mg.L}^{-1}$	$0,013\text{mg.L}^{-1}$
	<b>P2</b>	$<0,005\text{mg.L}^{-1}$	$<0,005\text{mg.L}^{-1}$
	<b>P3</b>	$<0,005\text{mg.L}^{-1}$	$<0,005\text{mg.L}^{-1}$
	<b>P4</b>	$<0,005\text{mg.L}^{-1}$	$0,006\text{mg.L}^{-1}$
	<b>P5</b>	$<0,005\text{mg.L}^{-1}$	$<0,005\text{mg.L}^{-1}$

Os maiores valores de fósforo total ( $0,013\text{mg.L}^{-1}$ ) e dissolvido ( $0,011\text{mg.L}^{-1}$ ) foram encontrados no P1 no período de seca. Valores semelhantes foram evidenciados por França et al. (2009), que encontraram, no lago do Viveiro em Rio Branco-AC, valores de fósforo total

entre 0,001 e 0,04 mg.L<sup>-1</sup>, durante o período de seca, em que ocorre menor diluição destas substâncias.

No entanto, mesmo encontrando valores mais altos de fósforo total no ponto 1, todos os resultados obtidos se encontram abaixo dos valores máximos permitidos pela resolução CONAMA 357/2005. Segundo Santos et al., (1984), o fósforo é o elemento mais deficitário que se observa nas águas da Amazônia, e esse déficit está associado a pobreza da água em nutrientes em consequência das características do solo.

### 3.3 VARIÁVEIS MICROBIOLÓGICAS

#### 3.3.1 Coliformes Fecais e totais

De acordo com Murray (2000) e Tortora (2000), o estudo da contaminação microbiana das águas é extremamente importante, devido diferentes grupos de microrganismos serem causadores de doenças de veiculação hídrica. Na água é relativamente comum a presença de bactérias do grupo coliformes, que podem ser responsáveis por uma variedade de doenças, principalmente infecções intestinais.

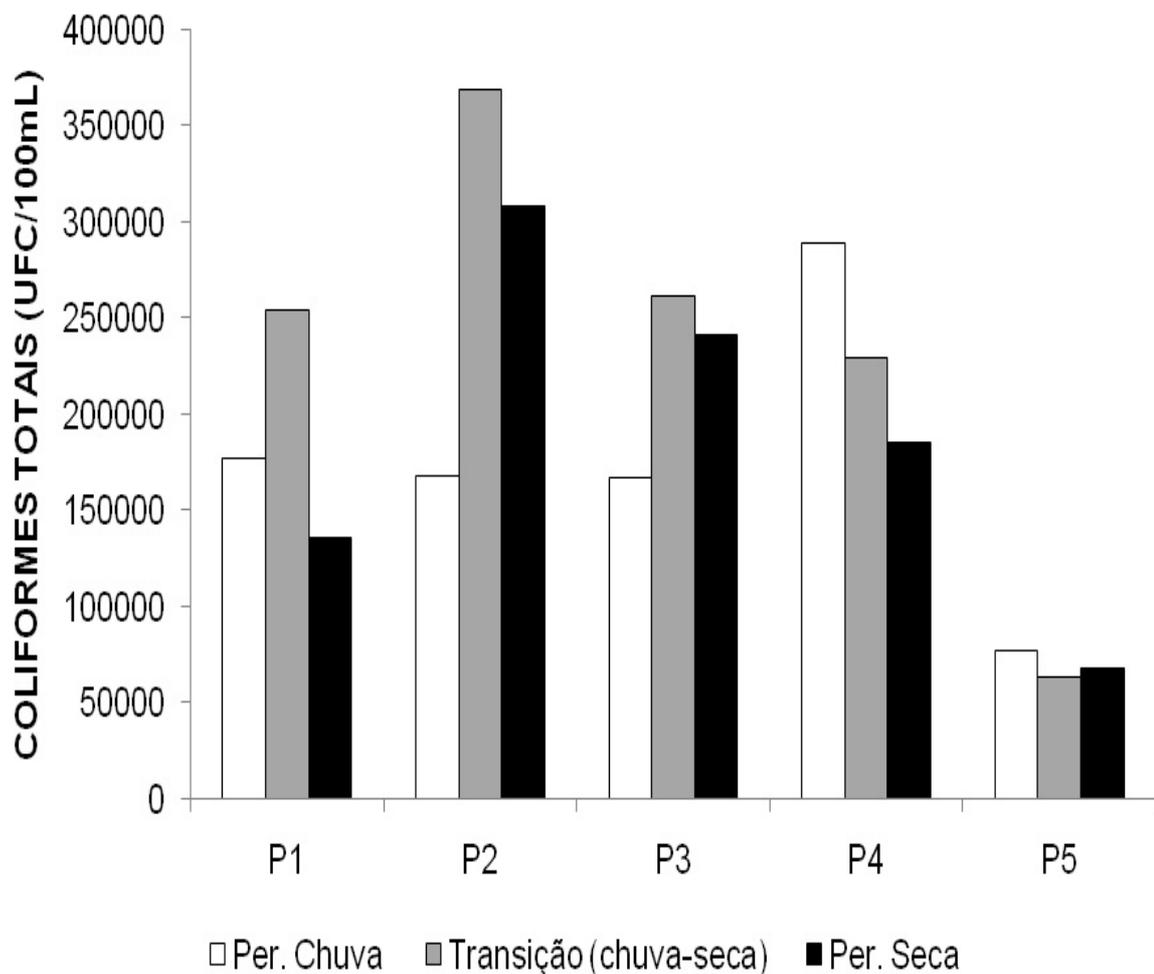
Miranda (2006) relata que os coliformes totais fazem parte da microbiota residente no trato gastrointestinal do homem e de alguns animais. Segundo a autora a presença de coliformes totais não é uma indicação útil de contaminação fecal, pois este grupo inclui diversos gêneros e espécies de bactérias não entéricas, no entanto, a sua presença e número são indicativos da qualidade higiênico-sanitária.

Consoante a Madigan (2010), no que diz respeito à indicação de que uma amostra de água teve contato com fezes de animais de sangue quente, a principal espécie de bactéria que constitui o grupo coliformes é a *Escherichia coli*, visto que esta está sempre presente nas fezes de humanos, outros mamíferos e aves (animais de sangue quente).

A *E. coli* raramente é encontrada em água ou solo que não teve contato com fezes, diferente das espécies de *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter* (coliformes totais), que apesar de também serem encontradas em fezes de humanos, outros mamíferos e aves, também são capazes de sobreviverem em ambientes aquáticos e terrestres com elevada concentração de matéria orgânica. Já a bactéria *E. coli*, após ser expelida do trato intestinal dos animais de sangue quente, é capaz de sobreviver no ambiente por no máximo 24-48 horas (algumas variações genéticas de *E. coli* são capazes de sobreviver no ambiente por um período de

tempo maior, 144h, por exemplo). Desta forma os coliformes fecais *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter* não são tão bons indicadores de contaminação fecal como *E. coli*.

Maiores densidades de coliformes totais foram evidenciadas no P2. Menores valores encontrados no presente estudo foram obtidos no P5 (FIGURA 21), esta ocorrência pode estar associada a pouca urbanização do local, e também com a entrada das águas de remanso, do rio Machado, podendo ocasionar uma maior diluição dos componentes.

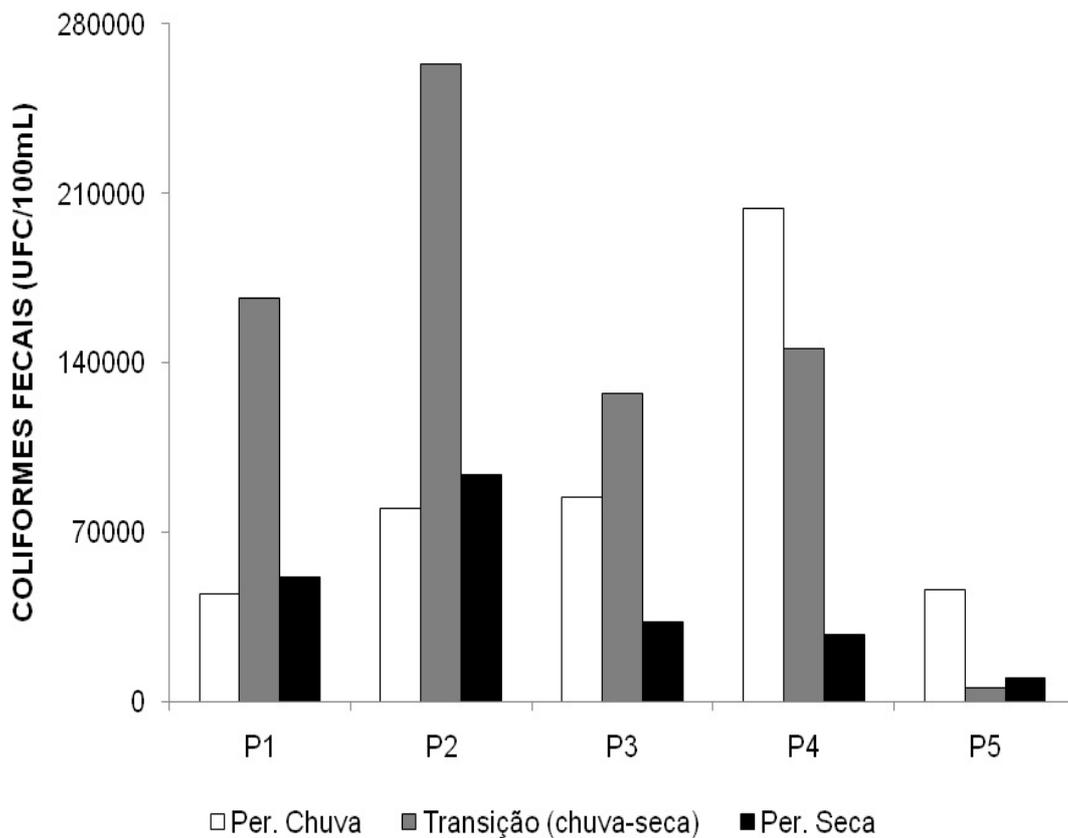


**Figura 21.** Densidade de coliformes totais presentes na água nos períodos estudados.

O uso dos coliformes fecais para indicar poluição sanitária é mais efetivo que o uso do grupo de bactérias coliformes totais, pois a primeira está restrita ao trato intestinal de animais de sangue quente, e sua presença indica a possibilidade da existência de organismos patogênicos causadores de doenças de veiculação hídrica como a febre tifóide, febre paratifóide, disenteria bacilar e cólera (HITCHINS et al., 2002; CETESB, 2009).

Nas amostras de água estudadas a contaminação por *E. coli* ocorreu em todos os pontos e períodos estudados (FIGURA 22). Conforme relatado na resolução CONAMA 357/2005, o maior limite utilizado são os valores para as águas doces de classe III (águas destinadas a fins menos nobres), onde não deverá ser excedido o limite de 1000UFC/100mL de *Escheria coli*, águas com esta densidade de coliformes fecais podem ser utilizadas para dessedentação de animais criados confinados. Já águas que tenham uma densidade de 2500 UFC/100mL podem ser utilizadas para recreação e contato secundário.

Para Amaral et al. (2003), águas com altos índices de coliformes fecais podem tornar-se um veículo de transmissão de agentes de doenças infecciosas e parasitárias, devido as doenças de veiculação hídrica serem causadas principalmente por microrganismos patogênicos de origem entérica de animais homeotermos que são transmitidos pela rota fecal-oral.



**Figura 22.** Densidade de coliformes fecais (*E. coli*) presentes na água nos períodos estudados.

Os resultados de coliformes fecais obtidos no P5, próximo a foz do Igarapé Pintado com o rio Machado, apresentaram densidades mais baixas de coliformes, o que pode ser reflexo da diluição, visto que neste local há forte influência das águas do rio Machado. As maiores densidades de *E. coli* e de coliformes totais foram observadas no P2 no período de transição chuva-seca.

Ao avaliarem a qualidade sanitária através da ocorrência de coliformes totais e coliformes fecais em águas superficiais do Rio Una - São Paulo, durante o período das chuvas, Silva e Ueno (2008), encontraram elevados valores de coliformes fecais, o que constatou uma alta contaminação de origem fecal. Tal resultado estava relacionado a ocupação urbana instalada sem planejamento na região e devido as condições higiênico sanitárias precárias do local.

Carvalho et al. (2012), ao estudarem os efeitos dos impactos do meio urbano na qualidade da água do canal São Joaquim, em Belém/PA, constataram valores de até  $11 \times 10^5$  NMP/mL de coliformes fecais. Segundo os autores, estes valores estão relacionados ao processo de urbanização sem planejamento e nenhuma preocupação sanitária, o que ocasionou o despejo de lixo e efluentes domésticos e industriais na sub-bacia do canal São Joaquim.

Portanto a presença de coliformes fecais indica a possibilidade de contaminação por fezes e, conseqüentemente por outros microrganismos patogênicos presentes nas mesmas, como os vírus, que por serem mais frágeis às condições ambientais, tornam-se difíceis de serem evidenciados (SILVA, 2000).

Desta forma pode-se dizer que as amostras de água estudadas não apresentaram condições sanitárias satisfatórias, o que evidencia constantes entradas de cargas orgânicas, decorrentes do mau planejamento urbano.

### 3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Em conformidade às análises estatísticas (TABELA 8), baseadas num intervalo de confiança de 95%, houve diferenças nos resultados obtidos entre os períodos estudados para as amostras de oxigênio dissolvido, temperatura e turbidez. Isto mostra que estas variáveis sofrem maiores influências do ciclo hidrológico, demonstrando a importância dos estudos limnológicos serem efetuados em diferentes períodos do ano, conforme realizado neste estudo.

Entretanto, para as demais variáveis não foi observado a diferença estatística, independentemente do período da coleta. pois de acordo com o teste livre de distribuição, os resultados amostrados apresentaram o valor zero contido nos intervalos aceitando-se a hipótese de que os resultados sejam estatisticamente iguais. Isto pode ocorrer devido às constantes distribuições de poluentes ao longo do Igarapé Pintado.

**Tabela 8.** Resultados obtidos na avaliação estatística dos parâmetros analisados no Igarapé Pintado.

VARIÁVEL	I.C. (95%)	
	INFERIOR	SUPERIOR
<b>Oxigênio Dissolvido</b>	0,76	3,89
<b>Coliformes Fecais (UFC)</b>	-13650	176100
<b>Coliformes Totais (UFC)</b>	-139800	103650
<b>pH</b>	-0,31	0,97
<b>Temperatura</b>	1,43	2,65
<b>Condutividade elétrica</b>	-25,2	191
<b>Turbidez</b>	13,63	70,6
<b>Amônia</b>	-50,59	25,68
<b>Nitrato</b>	-6,154	30,334
<b>Fósforo Total</b>	-1,395	11,789
<b>Fósforo Dissolvido (Ortofosfato)</b>	-4,16	10,97

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os impactos ambientais causados pela ocupação desordenada no entorno do igarapé Pintado na cidade de Ji-Paraná/RO, foram observados em campo e comprovados através da análise de algumas variáveis referentes à avaliação limnológica realizada neste igarapé pelo presente estudo.

As concentrações dos nutrientes de amônia, nitrato e fósforo total se encontraram abaixo dos valores recomendados pela resolução CONAMA 357/2005. Entretanto, ressalta-se que as concentrações de oxigênio dissolvido na água do igarapé Pintado estiveram abaixo de 4,0 mg/L, estando muito próximas às necessidades da ictiofauna.

Em relação ao parâmetro coliformes fecais (*E. coli*) e totais, os valores obtidos se apresentaram muito acima do recomendado pela resolução CONAMA 357/2005. De acordo com a legislação federal as águas serão consideradas impróprias quando no trecho avaliado, for verificado o valor superior a 2500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 2000 *Escherichia coli* por 100 mililitros de amostra de água, bem como a presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação. Tais parâmetros indicaram assim, contato frequente das águas do igarapé com efluentes domésticos lançados *in natura*.

A resolução CONAMA 357/2005, dispõe também sobre a classificação das águas doces do Território Nacional, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes. Porém, ambientes aquáticos que não possuem classificação são enquadrados como classe 2, entretanto como os corpos hídricos de RO não possuem classificação e visualmente o igarapé é usado para lançamento de efluentes domésticos, esta graduação não cabe para o igarapé Pintado, por isso o enquadramento de classes do CONAMA deve ser utilizada com cautela, sendo necessário estudos mais detalhados sobre o assunto.

O presente estudo demonstra a precisão de um monitoramento contínuo da qualidade da água do igarapé Pintado, e reforça a necessidade de recuperação da área.

Dentro desse contexto, é extremamente importante a presença dos gestores públicos e a participação da população para melhoria ambiental do igarapé Pintado. Sendo indispensáveis ações como a coleta e tratamento de efluentes domésticos e a coleta regular de resíduos sólidos, conjuntamente ao desenvolvimento de políticas públicas que visem ao monitoramento, à preservação das águas dos corpos hídricos do município, assim como desenvolver trabalhos de educação ambiental que enfoquem a importância destes ambientes quanto ao desenvolvimento socioeconômico, saúde pública, prevenção de doenças e qualidade de vida como um todo.

## RECOMENDAÇÕES

- Recomenda-se que a avaliação limnológica realizada neste estudo seja continuada, no intuito de melhor compreender a dinâmica do igarapé Pintado, visando fornecer informações mais detalhadas que melhor contribuam com a gestão deste recurso hídrico;
- Gestão adequada dos efluentes domésticos, uma vez que efluentes *in natura* estão sendo lançados nas águas do igarapé Pintado;
- Ações de conservação e proteção;
- Ações de recuperação e restauração;

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENDA 21: Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, **Portal MMA**, 1992. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo>>. Acesso em: 17 set. 2012.

ALMEIDA, M. A. B.; SCHWARZBOLD, A. Avaliação sazonal da qualidade das águas do Arroio da Cria Montenegro, RS, com aplicação de um Índice de Qualidade de Água (IQA). **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.8, n.1, p. 81-97, 2003.

ALVES, R. I. . **Avaliação de parâmetros limnológicos, parasitas, bactérias e metais pesados em água superficial no córrego Ribeirão Preto**. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências em Saúde Ambiental), Programa de Pós-Graduação em Enfermagem em Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 2009.

AMARAL, L. A.; NADER FILHO, A.; ROSSI, O. D. J.; FERREIRA, F. L. A.; BARROS, L. S. S. A água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.37, n. 4, p. 510-514, 2003.

ANA (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS). **Evolução da organização e implementação da gestão de bacias no Brasil**. Brasília: ANA, 2002. Disponível em: <[http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/arquivos/20110406123812\\_EvolucaoodaOrganizacaoEAImplementacaodaGestaodeBacias.pdf](http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/arquivos/20110406123812_EvolucaoodaOrganizacaoEAImplementacaodaGestaodeBacias.pdf)>. Acesso em: 20 mai. 2012.

ANDREOLI, C. V.; DALARMI, O.; LARA, A.I.; ANDREOLI, F.N. Limites ao desenvolvimento da região metropolitana de Curitiba, impostos pela escassez de água. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 9., 2000, Porto Seguro-BA. **Anais...** Porto Seguro: ABES, 2000, p.185-195.

ANGELOCCI, L. R.; VILLA NOVA, N. A. Variações da temperatura da água de um pequeno lago artificial ao longo de um ano em Piracicaba – SP. **Scientia. Agrícola**, Piracicaba, v. 52, n. 3, p. 431-438, 1995.

APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington: American Public Health Association, ed. 20, 1998.

ASSUNÇÃO, F. A. L. **Estudo da remoção de nitrogênio, com ênfase na volatilização de amônia, em lagoas de polimento de efluentes e reatores UASB tratando esgotos urbanos de Belo Horizonte/MG**. Belo Horizonte: UFMG, 2009. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos), Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

AZEVEDO, E. B. Poluição *versus* tratamento de água: duas faces da mesma moeda. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.10, p.21-25, nov. 1999.

BAILLY, D.; FERNANDES, C. A.; SILVA, V. F. B.; KASHIWAQUI, E. A.; DAMÁSIO, J. F.; WOLF, M. J.; RODRIGUES, M. C. Diagnóstico ambiental e impactos sobre a vegetação ciliar da microbacia do córrego da ponte, área de proteção ambiental do rio Iguatemi, <sup>MS</sup> **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.5, n.2, p. 409-427, maio/ago. 2012.

BARROS, Y. J.; KUMMER, L.; ORRUTÉA, A. G.; NUNES, T.; JOSÉ ELIAS MELLEK, J. E.; JESUS, M. R. G.; ANDRETTA, R. L.; FAVARETTO, N. Influência de diferentes usos e ocupações do solo na qualidade da água dos igarapés Piarara e Tamarupá, em Cacoal – RO. **Revista Ciências Agrárias**, v. 53, n. 1, p. 102-107, Jan/Jun 2010.

BASSOI, L. J.; GUAZELLI, M. R. Controle ambiental da água. In: PHILIPPI JR, A.; ROMÉRO, M. A.; BRUNA, G. C. **Curso de Gestão Ambiental**. Barueri: Manole, 2004. cap. 3, p. 53-99.

BASTOS, R. K. X., BEVILACQUA, P. D.; KELLER, R. Desinfecção de efluentes sanitários. In: **Organismos patogênicos e efeitos sobre a saúde humana**. Ed.: Gonçalves, R. F. ABES/RIMA/Projeto PROSAB, 2003. P. 438.

BAUMGARTEN, M. G.; POZZA, S. A. Qualidade de águas: descrição de parâmetros químicos referidos na legislação ambiental. FURG, Rio grande, p. 166, 2001.

BECHARA, E. J. H. O homem e o meio ambiente. **Química Nova**, São Paulo, v.15, n.2, p.117-143, 1992.

BENETTI, A.; BIDONE, F. O meio ambiente e os recursos hídricos. In: TUCCI, C. E. M. (Org). **Hidrologia – ciência e aplicação**. Ed. USP, São Paulo, 1993.

BEZERRA, P. L. **Influência da atividade urbana sobre qualidade da água do Igarapé dois de abril em Ji-Paraná-RO.** Ji-Paraná: UNIR, 2012. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental), Departamento de Engenharia Ambiental, Fundação Universidade Federal de Rondônia, 2012.

BONETO, R. M. C. G. **Aspectos limnológico-sanitários das águas do rio Caulim na região metropolitana de São Paulo.** São Paulo: Universidade de São Paulo - Faculdade de Saúde Pública, 2007. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública), Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 2007.

BOSCH, J. M.; HEWLETT, J. D. A review of catchment experiments to determine the effecto vegetation changes on water and evapotranspiration. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 55, p. 3-23, feb. 1982.

BOTTINO, Flávia. **Diversidade, biomassa e decomposição de macrófitas aquáticas no reservatório Itupararanga, SP.** São Carlos: USP, 2011. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento), Departamento de Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2011.

BRAGA, K. A. A. F.; SILVA, F. F.; SCHAFFRATH, V. R. Microbacia do Igarapé do Gigante: unidade de planejamento para a gestão da bacia do Tarumã. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 5, n. 1, p. 103-129, jan./abr. 2012 - ISSN 1981-9951.

BRANDÃO, S. L.; LIMA, S. C. Diagnóstico ambiental das Áreas de Preservação Permanente (APP), margem esquerda do rio Uberabinha, em Uberlândia (MG). **Caminhos de Geografia**, v. 3, n. 7, 2002.

BRASIL. Constituição **da República Federativa do Brasil de 1988.** Brasília: Casa Civil, 05 de outubro de 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm)>. Acesso em: 15 mar. 2012.

BRASIL. **Lei Federal nº. 6.938 de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 1981.

BRASIL. **Lei nº 6.448, de 11 de Outubro de 1977.** Dispõe sobre a organização política e administrativa dos Municípios dos Territórios Federais, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 1977.

BRASIL. **Lei n. 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 1997.

BRASIL. **Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012**. Institui o Novo Código Florestal Brasileiro e dá outras providências. Casa Civil, Brasília, 2012.

BRUIJNZE EL, L. A. Hidrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees? **Agriculture Ecosystems and Environmet**, Amsterdam, v. 104, p. 185-228, 2004.

CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. **Hidrologia**. UFRJ, Ago. 2006.

CARVALHO, J. R. F., LIMA, A. C. M., COUTINHO, N. B., FERNANDES, L. L. Efeito dos impactos do meio urbano na qualidade da água de canais naturais: o caso do canal São Joaquim. **Urbanização e Meio Ambiente**. Ed. UNAMA, Belém, 2012.

CETESB. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2009.

CETESB. **Qualidade das águas superficiais do Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2011.

COLLISCHONM, W.; TASSI, R. **Introduzindo a hidrologia**. Rio Grande do Sul: IPH UFRGS, 2008.

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA nº20, de 18 de junho de 1986. Dispõe sobre a classificação das águas no Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF, 25 jun. 1986.

Conselho nacional de meio ambiente (CONAMA). Resolução nº 357 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de águas e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF, 25 mar. 2005.

CONLEY, D. J. Biogeochemical nutrient cycles and nutrient management strategies. **Hydrobiologia**, Holanda, v. 410, n. 2, p. 87-96, set. 1999.

CORAZZA, Rosana. **Relações entre variáveis espectrais e limnológicas no reservatório da Usina Hidrelétrica Dona Francisca-RS**. Santa Maria: UFSM, 2010. Dissertação (Mestrado em geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências, Universidade Federal de Santa Maria, 2010.

CORREA, G. F.; CUNHA, H. B. Avaliação do grau de eutrofização de dois igarapés urbanos de Manaus – AM. In: PIBIC: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 19., 2010, Manaus. **Anais...** CNPq/FAPEAM, Manaus, 2010.

COSTA, E. J. Impactos ambientais no córrego Palmital no município de Urutaí- GO. **Enciclopédia Bioesfera**, n. 1, p. 1-23, 2005.

COSTA, M. H.; BOTTA, A.; CARDILLE, J. A. Effects of large-scale changes in land cover on the discharge of the Tocantins River, Southeastern Amazonia. **Journal of Hydrology**, v. 283, p. 206 – 217, 2003.

COUTINHO, W. **Emprego da flotação a ar dissolvido no tratamento de cursos d'água: avaliação de desempenho da estação de tratamento dos córregos Ressaca e Sarandi afluentes à Represa da Pampulha**. Belo Horizonte: UFMG, 2007. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos), Programa de Pós Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

CUNHA, A. H.; TARTLER, N.; SANTOS, R. B.; FORTUNA, J. L. Análise microbiológica da água do rio Itanhém em Teixeira de Freitas-BA. **Revista Biociências, UNITAU**. v. 16, n. 2, 2010.

CUNHA, L. N. C.; FERREIRA, A. P. Modelagem matemática para avaliação dos efeitos de despejos orgânicos nas condições sanitárias de águas ambientais. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, p. 1715-1725, 2006.

DA-RIN, B. P.; VIEIRA NETO, J. N.; CUNHA, M. F.; RAMOS, R. **Tratamento de esgoto**. 2. ed. Rio de Janeiro: SENAI, CEDAE, 2008. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/30366989/3/Caracteristicas-fisicas>>. Acesso em: 04 set. 2012.

DI BERNARDO, L. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. Rio de Janeiro : ABES, 1993, cap. 2, p. 6-47.

EMBRAPA. **Indicadores da qualidade da água**. Disponível em: <<http://www.embrapa.com.br>>. Acesso em: 10 nov. 2013.

ESTEVEES, F. de A. **Fundamentos de limnologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FARIAS, M. S. S. **Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Cabelo**. Campina Grande/Paraíba: UFCG. Tese de doutorado (Pós-Graduação em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Campina Grande, 2006.

FELLENBERG, G. **Introdução aos problemas da poluição ambiental**. São Paulo: Springer, ed. da Universidade de São Paulo, 1980.

FIGUEIREDO, D. M.; BIANCHINI JR., I. Limnological patterns of the filling and stabilization phases in the Manso multiple-use reservoir (MT). **Acta Limnologia Brasiliensia**, v. 20, n. 4, p. 277-290, 2008.

FORESTI, E., et al. **Métodos de análises físico-químicas de rotina de águas residuárias tratadas biologicamente**. São Paulo: USP, 2005.

FOSTER, S. S. D.; HIRATA, R. **Determination del riesgo del contamination de águas subterranas: uma metodologia baseada en dados existentes**. 2 ed. Centro Panamericano de Ingenieria y Ciencias del ambiente, Peru. 1988.

FRANÇA, R. C. S.; LOPES, M. R. M.; FERRAGUT, C. Temporal variation of biomass and status nutrient of periphyton in shallow Amazonian lake (Rio Branco, Brazil). **Acta Limnologia Brasiliensia**, v. 21, n. 2, p. 175-183, 2009.

GALVAN, G. L.; PEREIRA, R. H. G.; CAPPI, N.; SILVA, M. C. Estudo limnológico no córrego João Dias: uma abordagem longitudinal e sazonal. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 1., 2006, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2006, p. 77-86.

GARCIA, F. C.; FORSBERG, B. R. Caracterização físico-química de lagoas da planície de alagamento do alto rio Paraguai, Sepotuba e Cabaçal, em Cáceres, Mato Grosso. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 3., 2000, Corumbá. **Anais...** Corumbá-MS: Embrapa Pantanal, 2000, p. 1-26.

GOULART, M.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **FAPAM, Revista da Faculdade de Pará de Minas**, Pará de Minas, v. 2, n. 1, 2003.

GUEDES, N. C. C. **Poluição aquática na microbacia do igarapé do Quarenta, Manaus-Amazonas**. Manaus: UFAM, 2003. Dissertação (Mestrado em Química de Produtos Naturais), Departamento de Química, Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Exatas, 2003.

HADDAD, E. A.; MAGALHÃES Jr, A. P. Influência antrópica na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio São Miguel, carste do alto São Francisco, Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABRH, 2007.

HELBEL, A. F.; et al. Análise ambiental das áreas propensas à inundação do igarapé Pintado/RO com base em estudos morfométricos e de geoprocessamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 26., 2011, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ABES, 2011. p. 1-11.

HENKES, Silvana Lúcia. **Gestão dos recursos hídricos: acertos e erros na bacia hidrográfica do rio Itajaí/SC-Brasil**. Florianópolis: UFSC, 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

HERBERT, R. A. Nitrogen cycling in coastal marine ecosystems. **FEMSMicrobiology Reviews**, Londres, v. 23, n. 3, p. 563-590, out. 1999.

HITCHINS, A. D.; HARTMAN, P. A.; TODD, E. C. D. Compendium of methods for the microbiological examination of foods: Coliforms – Escherichia coli and its toxins. **Washington: American Public Health Association**, ed. 3, p. 325-369, 1996.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades por Unidades Federativas**. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 30 set. 2012.

JANZEN, J. G.; SCHULZ, H. E.; LAMON, A. W. Medidas da concentração de oxigênio dissolvido na superfície da água. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 13, n. 3, p. 278-283, 2008.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 4 ed. Rio de Janeiro: SEGRAC, 2005.

KOROM, S. F. Natural denitrification in the saturated zone: a review. **Water Resources Research**, Florida (EUA), v. 28, n. 06, p. 1657-1668, jun. 1992.

KRUSCHE, A. V., et al. Effects of land use changes in the biogeochemistry of fluvial systems of the Ji-Paraná river basin, Rondônia. *Acta Amazônica*, v. 35, p. 197–205, 2005.

LEITE, N. K. **A biogeoquímica do rio Ji-Paraná, Rondônia**. Piracicaba: USP, 2004. Dissertação de mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz,” Universidade de São Paulo, 2004:

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Átomo, 2005.

LIMA, A. M. **Limnologia e qualidade ambiental de um corpo lântico receptor de efluentes tratados da indústria de petróleo**. Natal: UFRN., 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade federal do Rio Grande do Norte, 2004.

LOPES, I. V. **Gestão ambiental no Brasil**. 4 ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2001.

MACEDO, H. **Saneamento e Saúde: um estudo de caso na vila Roriz em Goiânia/Goiás**. Brasília : Universidade de Brasília, 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia), Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade de Brasília, 2008.

MACHADO, P. J. O. et al. **Diagnóstico físico ambiental da bacia hidrográfica do córrego São Pedro: um exercício acadêmico da gestão dos recursos hídricos**. Ed. Geographica, Consultoria, Estudos e Projetos Ambientais Ltda, 2010.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; DUNLAP, P. V.; CLARK, D.P. **Microbiologia de Brock**. 12 ed. Porto Alegre: ARTMED, 2010.

MARIANI, C. F.; MOSCHINI-CARLOS, V.; BRANDIMARTE, A. L.; NISHIMURA, P. Y.; TÓFOLI, C. F.; DURAN, D. S.; LOURENÇO, E. M.; BRAIDOTTI, J. C.; ALMEIDA, L. P.; FIDALGO, V. H.; POMPÊO, M. L. M. Biota and water quality in the Riacho Grande Reservoir, Billings Complex (São Paulo, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, v.18, n. 3, p. 267-280, 2006.

MAROTTA, H.; SANTOS, R. O.; ENRICH-PRAST, A. Monitoramento limnológico: um instrumento para a conservação dos recursos hídricos no planejamento e na gestão urbano-ambientais. *Revista Ambiente & Sociedade*, Campinas, v. 11, n. 1, p. 67-79, jan./jun. 2008.

MARQUES, A. K. **Avaliação da qualidade da água da sub-bacia do Ribeirão Taquaruçu Grande e da área de sua influência no reservatório da Usina Hidroelétrica Luis Eduardo**

**Magalhães, TO.** São Paulo: IPEN/USP, 2011. Tese (doutorado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Materiais). Departamento de Ciencia e Tecnologia Nuclear. Universidade de São Paulo, 2011.

MARTINS, A. L. P. **Avaliação da qualidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Bacanga (São Luis-MA) com base em variáveis físico-químicas, biológicas e populacionais: subsídios para um manejo sustentável.** São Luis: UFMA, 2008.

MARTINS, A. S. **Avaliação das águas superficiais sob uso e ocupação na sub bacia do rio Candeias/RO - Amazônia Ocidental.** Porto Velho: UNIR, 2009. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente), Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Núcleo de Ciências e Tecnologia, Fundação Universidade Federal de Rondônia, 2009.

MATOS, F. C.; TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DIAS, N. W. Análise temporal da expansão urbana no entorno do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil. **Revista Biociências, UNITAU**, v. 17, n. 1, 2011.

MATSON, P. A.; PARTON, W. J.; POWER, A. G.; SWIFT, M. J.. Agricultural Intensification and Ecosystem Properties. **Science**, Nova York, v. 277, n. 4, p. 504-509, jul. 1997.

MATSUMOTO, C. S.; ARAÚJO, R. R., THOMAZ, M. B., PORTAS, G. C. P. Variável-resposta no córrego do Cedro, Presidente Prudente-SP. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 07, n. 02, 2011 ISSN 1980-0827. Disponível em: <<http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum/article/view/129>>. Acesso em: 14 nov. 2012.

MEIXNER, F.X.; EUGSTER, W. Effects of landscape pattern and topography in emissions and transport. In: TENHUNEN, J.D.; KABAR, P. (Ed.). **Integrating hydrology, ecosystem dynamics, and biogeochemistry in complex landscapes.** New York: Wiley, 1999. p. 147-175.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Inspeção sanitária em abastecimento de água.** Manual de norma técnicas: 1. ed., Brasília-DF, 2007.

MINITAB. **Minitab Statistical Tab.** Pennsylvânia: [s.n.], 2011. Disponível em: <<http://www.minitab.com>>. Acesso em: 28 de Nov. de 2011.

MIRANDA, E. C. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS. In: GALVÃO JUNIOR, A. C.; SILVA, A. C. **Regulação: indicadores para prestação de serviços de água e esgoto**. Fortaleza: Expressão Gráfica Ltda. ARCE, 2006. p. 75-90.

MORAIS, P. B., MARQUES, A. K., BONATTO, G.; BESSA, G. F.; REIS, D. F.; BINI, L. M. **Monitoramento limnológico da área influência da usina hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães – UHE Lajeado**. Relatório técnico anual. Palmas, 2007.

MORREL, J. M.; CORREDOR, J. E. Sediment nitrogen trapping in a mangrove lagoon. **Estuarine, coastal and shelf science**. v. 37, p. 203-212, 1993.

MURRAY, P. R. **Microbiologia Médica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. 73p.

NAIME, R. H.; CARVALHO, S.; NASCIMENTO, C. A. Avaliação da qualidade da água utilizada nas agroindústrias familiares do Vale dos Sinos. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v.2, n. 1, p. 105-119, jan./abr. 2009.

NASCIMENTO, R. K.; SOUZA V. A. S.; FELISBERTO R. A.; ANDRADE, N. L. R. Análise dos impactos das atividades antropogênicas e sua influência na qualidade da água no igarapé pintado, Ji-paraná-ro. In: Reunião Anual da SBPC, 63., 2011, Goiânia. **Anais...** Goiânia: UFG, 2011.

NOHARA, J. J.; ACEVEDO, C. R.; PIRES, B. C. C.; CORSINO, R. M. GS-40 - resíduos sólidos: passivo ambiental e reciclagem de pneus. **Thesis**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 21-57, 2005.

NUNES, M. L. A. **Avaliação da eficiência de diferentes produtos químicos utilizados na coagulação da água**. Ji-Paraná: UNIR, 2011. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental), Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Rondônia, 2011.

NUNES, M. L. A.; et al. Morfometria da bacia hidrográfica do igarapé Marobá. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA, 2008, Ji-Paraná. **Anais...** Ji-Paraná: UNIR/DEA, 2008.

NUVOLARI, A. O lançamento *in natura* e seus impactos. In: NUVOLARI, A. (Coord.). **Esgoto Sanitário: Coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. São Paulo: Edgard Blucher, 2003. cap. 7, p. 171- 207.

OLIVEIRA, O. A. **História desenvolvimento e colonização do Estado de Rondônia**. Porto Velho, RO: Dinâmica Editora e Distribuidora Ltda, 2003.

OLIVEIRA, R.; SILVA, S. A.; ATHAYDE Jr, G. B.; SILVA, S. T. A. Relação entre condutividade e sólidos totais dissolvidos em amostras de esgoto bruto e de lagoas de estabilização. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 1999.

PEIXOTO FILHO, G. E. **Proposta da qualidade ambiental urbana da Bacia Hidrográfica do Prosa em função do uso e ocupação do solo**. Campo Grande: UFMS, 2008. Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos), Programa de Pós Graduação em Tecnologias Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2008.

PELCZAR, M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. **Microbiologia: Conceitos e aplicações**. Makron Books, São Paulo, v. 1, 1997.

PENIDO, J. S. **Estudos limnológicos e ecotoxicológicos com amostras de água e sedimento do ribirão Limeira – Piquete/Lorena-SP**. Lorena: USP, 2010. Tese (Doutorado em Ciências), Programa de Pós Graduação em Biotecnologia Industrial na área de conversão de biomassa, Universidade de São Paulo, 2010.

PEREIRA, R. S. Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. **Revista eletrônica de recursos hídricos**, Porto Alegre-RS, 2004, n.1, v.1, p. 23-40, jul./set. 2004. Disponível em: <<http://www.abrh.org.br/informacoes/terh.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2013.

PEREIRA, M. B.; BLEICH, M. E. Variações limnológicas abióticas espaciais e temporais em uma lagoa na bacia Araguaia-Tocantins, Mato Grosso. **CESUMAR**, v. 11, n. 1, p. 29-35, jan./jun. 2009.

PICCOLO, L. C. C.; et al. Determinação dos índices físicos da bacia hidrográfica do rio Piraputanga. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA, 2008, Ji-Paraná. **Anais...** Ji-Paraná: UNIR/DEA, 2008.

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE JI-PARANÁ/RO. **Plano setorial de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário**. Prefeitura municipal de Ji-Paraná, Rondônia, versão preliminar, 2011.

PRAZERES FILHO, J.; VIOLA, D. N.; FERNANDES, G. B. Uso de teste de aleatorização para comparar dois grupos considerando teste não paramétrico. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA, 19., 2010, São Pedro. **Anais...**, São Pedro: SINAPE, 2010.

PRESCOTT, L. M. **Microbiology**. 1996.

PTDRS. **Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentado**. Secretaria de Desenvolvimento Territorial, Rondônia 2007.

QUICK, R. E.; VENCZEL, L. V.; MINTZ, E. D.; SOLETO, L.; APARICIO, J.; GIRONAZ, M.; HUTWAGNER, L.; GREENE, K.; BOPP, C.; MALONEY, K.; CHAVEZ, D.; SOBSEY, M.; TAUXE, R. V. Diarrhoeae prevention in Bolivia through point-of-use water treatment and safe storage: a promising new strategy. **Epidemiology na Infection**, Cambridge, v. 122, n. 1, p. 83-90, 1999.

QUOOS, R. D. **Desenvolvimento Rural Sustentável na Região de Ouro Preto do Oeste - RO: Desafios da ATER Agroecológica**. Santa Maria: UFSM, 2007. Relatório de Estágio.

RAMOS, F.O. et al. **Avaliação da qualidade da água dos mananciais superficiais do projeto pólo de fruticultura irrigada São João - Porto Nacional – TO**. 2009. Disponível em: <<http://www.catolica-to.edu.br/gestaoambiental/projetointegrador/PROJETOS%202010-1/4%BA%20PERIODO/AVALIACAO%20DA%20QUALIDADE%20DA%20AGUA%20DOS%20MANANCIAS%20SUPERFICIAIS.pdf>>. Acesso em: 4 jan. 2013.

REYNOLDS; C.S.; DAVIES; P. S. Sources and bioavailability of phosphorus fractions in freshwaters: a British perspective. **Biology Review**, 76, 27-64, 2001.

RIBEIRO. G. M., MAIA. C. E., MEDEIROS. J. F. Uso da Regressão linear para estimativa da relação entre a condutividade elétrica e a composição iônica da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 1, p. 15-22, 2004.

ROCHA, Daniella. **Proposta metodológica para integração dos instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos**. Rio de Janeiro, UFRJ, 2007. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

RODRIGUES, J. R. D. D.; JORGE, A. O. C.; UENO, M. Avaliação da qualidade das águas de duas áreas utilizadas para recreação do Rio Piracuama- SP. **Revista Bociências**, UNITAU, Taubaté, v. 15, n.2, 2009.

ROITMAN, I.; TRAVASSOS, L. R.; AZEVEDO, J. L. **Tratado de Microbiologia**. v.1. São Paulo: Manole Ltda, 1998. 126 p.

ROQUE, O. C. C. **Sistemas Alternativos de Tratamento de Esgotos Aplicáveis as Condições Brasileiras**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1997. Tese (Doutorado em Saúde Pública), Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental, FIOCRUZ, 1997.

ROSSI, P.; MIRANDA, J. H.; DUARTE, S. N. **Curvas de distribuição de efluentes do íon nitrato em amostras de solo deformadas e indeformadas**. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" ESALQ/USP, Piracicaba. 2007

SALA, O. E.; CHAPIN III, F.S.; ARMESTO, J.J; BERLOW, E.; BLOOMFIELD, J.; DIRZO, R.; HUBER-SANWALD, E.; HUENNEKE, L.F.; JACKSON, R.B.; KINZIG, A.; LEEMANS, R.; LODGE, D.M.; MOONEY, H.A.; OESTERHELD, M.; POFF, N.L.; SYKES, M.T.; WALKER, B.H.; WALKER, M.; WALL, D.H. Global biodiversity scenarios for the year 2100. **Science**, v. 287, p. 1770-1774, 2000.

SAMPAIO, S. C.; SILVESTRO, M. G.; FRIGO, E. P.; BORGES, C. M. Relação entre série de sólidos e condutividade elétrica em diferentes águas residuárias. **Irriga**, Botucatu, v. 12, n. 4, p. 557-562, outubro-dezembro, 2007.

SANTOS, A. M.; REIS, R. D.; ANDRADE, N. L. R.; ROSA, A. L. D.; SOUZA, J. G. R. Sensoriamento Remoto orbital e SIG aplicados a análise espacial de áreas degradadas na cidade de Ji-Paraná, Rondônia. **Anais...** XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.0667

SANTOS, U. M. et al. Rios da Bacia Amazônica. I. Afluentes do rio Negro. **Acta Amazônica**, v.14, n. 1-2, p. 222-237, 1984.

Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (SEDAM). **Climatologia**. 2012. Disponível em: <<http://www.sedam.ro.gov.br/index.php/meteorologia/climatologia.html>>. Acesso em: 20 out. 2012.

Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação de Ji-Paraná, RO (SEMPLOC). **Divisão de estatística e informações: Dados municipais**. Ji-Paraná, 1998.

SETTI, A. A. **A necessidade do uso sustentável dos recursos hídricos**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente da Amazônia Legal, 1994.

SILVA, A. B. A.; UENO, M. Qualidade sanitária das águas do Rio Una, São Paulo, Brasil, no período das chuvas. **Revista Biociências, UNITAU**, v. 14, n. 1, out. 2008.

SILVA, A. C. **Estudo da contaminação do lençol freático através da integração de técnicas geofísicas e geoquímicas em Ji-Paraná-RO**. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 2008. Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2008

SILVA, A. B. A.; UENO, M. Qualidade sanitária das águas do Rio Una, São Paulo, Brasil, no período das chuvas. **Revista Biociências, UNITAU**, v. 14, n. 1, out. 2008.

SILVA, M. J. G. **Climatologia do estado de Rondônia**. Disponível em: <<http://www.sedam.ro.gov.br/web/guest/Meteorologia/Climatologia>>. Acesso em: 10 mar. 2012.

SILVA, Márcio Luiz da. **Alternativas para a preservação dos mananciais**. Manaus, AM: Projeto Bodozal, 2000. p. 19.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A. **Métodos de análise microbiológica de alimentos**. Campinas: ITAL. 1995, p. 228.

SILVEIRA, Thyago. Análise físico-química da água da bacia do Rio Cabelo, João Pessoa-PB. CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 2., 2007, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa: CEFET-PB, 2007.

SIOLI, H.; KLINGE, H. Solos, tipos de vegetação e água na Amazônia. **Boletim Geográfico**, n.179, p. 146-153, 1964.

SIPAM. Sistema de Proteção da Amazônia, Centro Técnico e Operacional de Porto Velho, Divisão de Proteção Ambiental, PROBACIAS - Programa de Manutenção e Restauração de Bacias Hidrográficas. **Caracterização Ambiental, Manancial do Rio Boa Vista**. Porto Velho: SIPAM, 2008.

SMITH, V. H.; TILMAN, G. D.; NEKOLA, J. C. Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. **Environmental Pollution**, Massachusetts, EUA, v. 100, n. 2, p. 179-196, jul. 1999.

SOBRINHO, A. A. **Sub-bacia hidrográfica do baixo Rio Candeias e a viabilidade da piscicultura em tanques-rede**. Porto Velho: UNIR, 2006. Dissertação (Mestrado em

Desenvolvimento Regional e meio ambiente), Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Universidade Federal de Rondônia, 2006.

SOUZA, C. F.; BACICURINSKI, I.; SILVA, E. F. F. Avaliação da qualidade da água do rio Paraíba do Sul no município de Taubaté-SP. **Revista Biociências, UNITAU**, Taubaté, v. 16 n. 1, 2010.

SOUZA, G. A. C.; FURTADO, C. M.; KEPPELER, E. C. Variabilidade espacial de variáveis limnológicas e coliformes fecais do igarapé Preto, em Cruzeiro do Sul – AC. **Ensaios e Ciência: Ciências Agrárias, Biológicas e da Saúde**, v. 15, n. 5, ano 2011, p. 65-80.

SOUZA, R. F. P. Economia do meio ambiente e responsabilidade social: os métodos de valoração econômica e controle ambiental. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL. "CONHECIMENTOS PARA AGRICULTURA DO FUTURO", 45., 2007, Londrina – PR. **Anais...** Londrina: UEL, 2007.

TEIXEIRA, E. C.; SENHORELO, A. P. Avaliação de Correlação entre turbidez e concentração de sólidos suspensos em bacias hidrográficas com uso e ocupação diferenciada. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27., 2000, Porto Alegre-RS, **Anais...** Porto Alegre: ABES, 2000.

THOMAZINI, L.; CUNHA, C. M. L. Análise do relevo da bacia do córrego Castelo (Bauru-SP): a influência da urbanização nos processos erosivos. **Caminhos de geografia**, Uberlândia v. 13, n. 42 jun/2012 p. 169–189.

TOMAZONI, J. C.; MANTOVANI, L. E.; BITTENCOURT, A. V. L.; FILHO, E. F. R. Utilização de medidas de turbidez na quantificação da movimentação de sólidos por veiculação hídrica nas bacias dos rios Anta Gorda, Brinco, Coxilha Rica e Jirau – sudoeste do estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, ed. UFPR, n. 57, p. 49-56, 2005.

TORRES, J. L. R. et al. Morfometria e qualidade da água da microbacia do ribeirão da Vida em Uberaba, MG. **Global Science and Technology**. v. 2, n. 1. p. 1-9, 2009.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 6. Ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000. 729p.

TUCCI, A; SANT'ANNA, C. L.; GENTIL, R. C.; AZEVEDO, M. T. P. Fitoplâncton do Lago das Garças, SP, Brasil: um reservatório urbano eutrófico. **Hoehnea**, São Paulo, v. 32, p.147-175, 2006.

TUCCI, C. E. M. Água no meio urbano. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**. 3 ed. São Paulo: Escrituras, 2006, cap. 12, p. 399-432.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008.

TUNDISI, J. G.; FORSBERG, B. R.; DEVOL, A. H.; ZARET, T. M.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; SANTOS, A.; RIBEIRO, J. S.; HARDY, E. R. Mixing patterns in Amazon lakes. **Hydrology**, v. 108, p. 3-15, 1984.

TUNDISI, J. G. Água no século XXI: enfrentando a escassez. **Revista Rima**, São Paulo, v. 2, 251 p., 2005.

VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu - SP. **Eclét. Quím**, v. 22, p. 49-66, 1997.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium of methods for microbiological examination of foods**. Washington: American Public Health Association, 3 ed., 1996, p. 873.

VER, L. M. B.; MACKENZIE, F. T.; LERMAN, A. Carbon cycle in the coastal zone: effects of global perturbations and change in the past three centuries. **Chemical Geology**, Estados Unidos, v. 159, n. 3, p. 283-304, jul. 1999.

VON SPERLING, M. **Estudos de modelagem da qualidade da água de rios**. 1.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2007, 243p.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2 ed. Belo Horizonte, MG: DESA - UFMG, 2003.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. v. 1.

WEBLER, A. D. ; AGUIAR, R. G. ; AGUIAR, L. J. G. Características da precipitação em área de floresta primária e área de pastagem no Estado de Rondônia. **Revista Ciência e Natura**, v. Esp., p. 55-58, 2007.

WETZEL, R. G. **Limnologia**. 2. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1983.

ZIEGLER, A. D.; GIAMBELLUCA, T. W.; TRAN, L. T; VANA, T. T.; NULLET M. A.; FOX, J.; VIEN, T. D.; PINTHONG, J.; MAXWELL, J. F; EVETT, S. Hydrological consequences of landscape fragmentation in mountainous northern Vietnam: evidence of accelerated overland flow generation. **Journal of Hydrology**, v. 287, n. 1/4, p. 124 – 146, feb. 2004.