



## **PLANO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARANÁ 3**

### **DIAGNÓSTICO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUPERFICIAIS**

**(Produto 3.1)**

**CASCADEL / 2014**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ**  
**ITAIPU BINACIONAL**  
**AGUASPARANÁ**  
**COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARANÁ 3**

**PLANO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARANÁ 3**

**DIAGNÓSTICO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS  
SUPERFICIAIS**

**(Produto 3.1)**

**(Versão Final)**

**CASCADEL / 2014**

# COMITÊ DA BACIA DO PARANÁ 3

## 1 REPRESENTANTES DO SETOR PÚBLICO

### MEMBROS TITULARES:

GILMAR JEFERSON PALUDO – SEMA /Toledo  
MARIA GLÓRIA GENARI POZZOBON – IAP/Toledo  
ROBERT GORDON HICKSON – AGUASPARANÁ/Toledo  
ELOIR SEBASTIÃO PAPE – SEAB/Toledo  
ADALBERTO TELESCA BARBOSA – EMATER/Toledo  
FERDINANDO NESSO NETO – FUNAI/Guaíra  
RICARDO ENDRIGO – Prefeitura Municipal de Medianeira  
CARLOS ALBERTO MILLIOLI – Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu  
SÉRGIO GROSSENHEIMER – Prefeitura Municipal de Pato Bragado  
TÂNIA MARIA IAKOVACZ LAGEMAM – Prefeitura Municipal de Toledo  
KEILA KOCHEM – Prefeitura Municipal de Cascavel  
ORNÉLIO MENSCH – Prefeitura Municipal de Mercedes

### MEMBROS SUPLENTE:

SILVIO BENDER - SEMA /Toledo  
MÁRCIO DE AZEVEDO MOREIRA – IAP/Foz do Iguaçu  
GUMERCINDO NOGUEIRA DE BRITO – AGUASPARANÁ/Toledo  
VALDECIR FERRANDIN – SEAB/Toledo  
ÉLCIO PAVAN – EMATER/Toledo  
JOSÉ TADEU – FUNAI/Guaíra  
ALCIR BERTA ALÉSSIO – Prefeitura Municipal de Medianeira  
JOÃO MATKIEVICZ FILHO – Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu  
CLAUDETE LUCIA SACARAVONATTO – Prefeitura Municipal de Pato Bragado  
LEOCLIDES LUIZ ROSO BISOGNIN – Prefeitura Municipal de Toledo  
ADENIR DE LOURDES MOLINA MORI – Prefeitura Municipal de Cascavel  
KELLI E. K. WEBER – Prefeitura Municipal de Mercedes

## **2 REPRESENTANTES DOS SETORES DE USUÁRIOS DE RECURSOS HÍDRICOS**

### **MEMBROS TITULARES:**

FABIO LEAL OLIVEIRA - SANEPAR/Toledo  
SIGMAR HERPICH - Horizonte Amidos/Marechal Cândido Rondon  
ROSELÉIA MARTINI DE AGUIAR - SAAE/Marechal Cândido Rondon  
NELSON NATALINO PALUDO - Sindicato Rural, FAEP/ Toledo  
LUIZ YOSHIO SUZUKE - ITAIPU Binacional/Foz do Iguaçu  
RENATO MAYER BUENO - SANEPAR/Foz do Iguaçu  
VICENTE PAULO FERNANDES VALÉRIO - INAB/Toledo  
NORBERTO JOSÉ MANZ - APS/AMS/ Toledo  
JOSÉ UEBI MALUF - SINDICARNE/Toledo  
CLAUDIANE MORETTI - Cooperativa Agroindustrial LAR/Medianeira  
GISELE MARIA BROD CALDEREIRO - FRIMESA/Medianeira  
VANDIR PAULO HOFFMANN - ACIMACAR/Marechal Cândido Rondon  
KAREN DE LUCCA PAZ - OCEPAR/Curitiba

### **MEMBROS SUPLENTE:**

ARTHUR CAMILLO FILHO - SANEPAR/Toledo  
JORDANI LUIZ RODRIGUES- Horizonte Amidos/Marechal Cândido Rondon  
GERSON LUIS DA SILVA - SAAE/Marechal Cândido Rondon  
LAÉRCIO GALANTE - Sindicato Rural, FAEP/ Toledo  
SIMONE FRIDERIGI BENASSI - ITAIPU Binacional/Foz do Iguaçu  
NICOLAS LOPARDO - SANEPAR/Foz do Iguaçu  
ROBERTO CARLOS PRIESNITZ - INAB/Toledo  
ADILSON DILMAR KULPA - APS/AMS/ Toledo  
ADRIANA BORGES - SINDICARNE/Toledo  
FABIANA KANINOSKI PORTOLAN - Cooperativa Agroindustrial LAR/Medianeira  
CÁTIA ELIZA DALPOSSO - FRIMESA/Medianeira  
DENILSON SIEDEL - ACIMACAR/Marechal Cândido Rondon  
MAYCON RICARDO ZIMERMANN - OCEPAR/Curitiba

## **3 REPRESENTANTES DA SOCIEDADE CIVIL ORGANIZADA**

### **MEMBROS TITULARES:**

DANIEL MARACA MIRI LOPES - Comunidade Indígena Tekoha Añetete/Diamante do Oeste  
FABIANA COSTA DE ARAUJO SCHUTZ - UTFPR/Medianeira  
ARMIN FEIDEN - UNIOESTE/Marechal Cândido Rondon  
DIMER ISOTTON - CREA/Medianeira  
PAULO SÉRGIO ROTTA - ABAS/Cascavel  
GENUIR NODARI - Sindicato dos Trabalhadores Rurais/Toledo

### **MEMBROS SUPLENTE:**

ANDERSON SANDRO DA ROCHA - UTFPR/Medianeira  
ALISSON ALVES - PTI/Foz do Iguaçu  
DANIEL GALAFASSI - CREA/Medianeira  
JURANDIR BOZ FILHO - ABAS/Cascavel  
DELVO BALDIN - Sindicato dos Trabalhadores Rurais/Toledo

# **AGUASPARANÁ**

## **EQUIPE TÉCNICA**

FABIO AUGUSTO GALLASSINI – Gerente de Bacias Hidrográficas e Chefe Regional – AGUASPARANÁ/Toledo

GUMERCINDO NOGUEIRA DE BRITO – Engenheiro Civil – AGUASPARANÁ/Toledo

ENÉAS SOUZA MACHADO – Diretor de Gestão de Bacias Hidrográficas – AGUASPARANÁ/Curitiba

IVO HEISLER JR – Engenheiro Civil – AGUASPARANÁ/Curitiba

OLGA POLATTI – Engenheira Civil – AGUASPARANÁ/Curitiba

# **ITAIPU BINACIONAL**

## **DIRETORIA EXECUTIVA**

JORGE MIGUEL SAMEK – Diretor-Geral Brasileiro  
EFRAÍN ENRÍQUEZ GAMÓN – Diretor-Geral Paraguai  
RAIMUNDO LÓPEZ FERREIRA – Diretor Técnico  
EUSEBIO RAMÓN AYALA GIMENEZ – Diretor Jurídico Executivo  
NILDO JOSÉ LUBKE – Diretor Jurídico  
RÚBEN ESTEBAN BRASA – Diretor Administrativo Executivo  
EDÉSIO FRANCO PASSOS – Diretor Administrativo  
MARGARET MUSSOI LUCHETA GROFF – Diretora Financeira Executiva  
MARÍA MERCEDES ELIZABETH RIVAS DUARTE – Diretora Financeira  
DIANA BEATRIZ GARCÍA GALEANO – Diretora de Coordenação Executiva  
NELTON MIGUEL FRIEDRICH – Diretor de Coordenação  
JAIR KOTZ – Superintendente de Meio Ambiente

# **EQUIPE DE ELABORAÇÃO DO PLANO DA BACIA DO PARANÁ 3**

## **1 PROFESSORES DA UNIOESTE**

### **COORDENAÇÃO GERAL:**

PROF. DR. ARMIN FEIDEN

### **EQUIPE DO CAMPUS DE CASCAVEL:**

PROF. DR. BRENO LEITÃO WAICHEL

PROF. M.SC. JORGE ADEMIR MEDEIROS

PROF<sup>a</sup> DR<sup>a</sup> IRENE CARNIATTO

### **EQUIPE DO CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

PROF<sup>a</sup> DR<sup>a</sup> ADRIANA MARIA DE GRANDI

PROF. M.SC. ANDREY LUIS BINDA

PROF. DR. ARMIN FEIDEN

PROF<sup>a</sup> DR<sup>a</sup> EDLEUSA PEREIRA SEIDEL

PROF<sup>a</sup> DR<sup>a</sup> MARCIA REGINA CALEGARI

PROF. DR. NARDEL LUIZ SOARES DA SILVA

PROF. DR. OSCAR V. QUINONEZ FERNANDEZ

PROF. DR. PEDRO CELSO SOARES DA SILVA

PROF. DR. WILSON JOÃO ZONIN

### **EQUIPE DO CAMPUS DE TOLEDO**

PROF. DR. ALDI FEIDEN

PROF. DR. CAMILO FREDDY MENDOZA MOREJON

PROF. DR. CLEBER ANTONIO LINDINO

PROF<sup>a</sup> M.SC. DIUSLENE RODRIGUES FABRIS

PROF. M.SC. LUCIR REINALDO ALVES

PROF<sup>a</sup> DR<sup>a</sup> MARLI R. V. B. ROESLER

PROF. DR. RICARDO RIPPEL

PROF. DR. NYAMIEN YAHAUT SEBASTIEN

## **2 APOIO TÉCNICO (GRADUADOS, MESTRANDOS E DOUTORANDOS) DA UNIOESTE**

ALINE COSTA GONZALEZ

ANA BEATRYZ SUZUKI

DONIZETE JOSÉ VICENTE JR.

JUCINEI FERNANDO FRANDALOSO

ROBERTO LUIS PORTZ

RONAN ROGER RORATO

## **3 ACADÊMICOS DA UNIOESTE**

ALEXANDRE RODRIGO CERNY

ANDERSON MAIKON ZIMMERMANN

BRUNO BONEMBERGER DA SILVA

BRUNO RODRIGUES SAUNITTI

CAMILLA FERRADOZA BATALIOTO

DANIEL WAGNER ROGÉRIO

DEVANIR BATISTA DA CRUZ

FERNANDO JOSÉ LIMA

GABRIELE PIZZATTO

GRÉGORI OLDONI PAZINATO

HIGOR EINSTEIN FRANCISCONI LORIN

JANAINA FRANCISCA TOLFO

JHEISON THIAGO REIS

JULIANA TABORDA

JULIANI CRISTINA MEITH

LARISSA TEODORO RECKZIEGEL DA SILVA

LOUSIE DI FRANCISCO DE SOUZA RODRIGUES

LUIZ EDUARDO PERUZZO DE LIMA

MARGUITA MÁRCIA KAUFER

NAIRO EDUARDO HEPPE

RENAN DAS NEVES VANDERLINDE

SUELEN TERRE DE AZEVEDO

THIAGO KICH FOGAÇA

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	1
RESUMO EXECUTIVO.....	2
1.1 INTRODUÇÃO.....	3
1.2 SUBDIVISÃO HIDROLÓGICA.....	4
1.2.1 ÁGUAS SUPERFICIAIS.....	4
1.2.2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	10
1.3 VAZÕES CARACTERÍSTICAS (VAZÃO MÉDIA E VAZÃO Q95).....	11
1.3.1 VAZÕES CARACTERÍSTICAS (VAZÃO MÉDIA E VAZÃO Q95).....	11
1.3.2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	14
1.4 QUALIDADE DA ÁGUA.....	15
1.4.1.1 NITRATO, FÓSFORO TOTAL E NITROGÊNIO KJEDAHN.....	15
1.4.1.2 NITRITO E NITROGÊNIO AMONÍACAL TOTAL.....	16
1.4.1.3 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO) E DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO).....	17
1.4.1.4 COLIFORMES TOTAIS E ESCHERICHIA COLI.....	18
1.4.1.5 OXIGÊNIO DISSOLVIDO E pH.....	19
1.4.1.6 ALCALINIDADE TOTAL E CONDUTIVIDADE.....	20
1.4.1.7 TURBIDEZ E SÓLIDOS TOTAIS.....	21
1.4.1.8 METAIS: ZINCO E FENÓIS.....	21
1.4.1.9 COBRE E CROMO.....	23
1.4.1.10 SATURAÇÃO, TEMPERATURA DO AR E DA ÁGUA.....	23
1.4.2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Localização das seções transversais nas bacias dos rios Guaçu e São Francisco Verdadeiro.....	8
Figura 02: Relação entre a área da bacia e a vazão de margens plenas (Qmp) nas seções monitoradas nas bacias dos rios Guaçu e São Francisco Verdadeiro (Bacia do Paraná 3).....	9
Figura 03: Curva de permanência para a estação fluviométrica de Santa Rosa (Cod. 64850000).....	12
Figura 04: Curva de permanência para a estação fluviométrica de São Francisco Verdadeiro (Cod. 64875500).....	13
Figura 05: Curva de permanência para a estação fluviométrica de São Francisco Falso..	13
Figura 06: Estações de Monitoramento de Água da ITAIPU Binacional na BP3.....	25

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 01: Área da bacia acima das seções transversais e respectivo valor da vazão de margens plenas (Qmp).....	7
Tabela 02: Características das vazões nas estações fluviométricas da Bacia do Parana III. ....	12

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Variação dos parâmetros nitrato, fósforo total e nitrogênio Kjeldahl no período na bacia do Paraná 3.....	16
Gráfico 02: Variação dos parâmetros nitrito e nitrogênio amoniacal no período na bacia do Paraná 3.....	17
Gráfico 03: Variação dos parâmetros DBO e DQO no período na bacia do Paraná 3.....	18
Gráfico 04: Valores médios dos parâmetros coliformes fecais e Escherichia coli em diversos pontos amostrados na bacia do Paraná 3.....	19
Gráfico 05: Valores médios dos parâmetros oxigênio dissolvido e pH em diversos pontos amostrados na bacia do Paraná 3.....	20
Gráfico 06: Valores médios dos parâmetros alcalinidade, condutividade, em diversos pontos amostrados na bacia do Paraná 3.....	21
Gráfico 07: Valores médios dos parâmetros sólidos totais e turbidez em diversos pontos amostrados na bacia do Paraná 3.....	22
Gráfico 08: Valores médios dos parâmetros zinco e fenóis em diversos pontos amostrados na bacia do Paraná 3.....	22
Gráfico 09: Valores médios dos parâmetros surfactante e toxicidade aguda em diversos pontos amostrados na bacia do Paraná 3.....	23
Gráfico 10: Valores médios dos parâmetros metais pesados em diversos pontos amostrados na bacia do Parana 3.....	24
Gráfico 11: Valores médios dos parâmetros temperatura da água, do ar e saturação do oxigênio em diversos pontos amostrados na bacia do Parana 3.....	24

## APRESENTAÇÃO

O presente relatório, denominado *Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas Superficiais (Produto 3.1)*, é parte dos estudos para elaboração do *Plano da Bacia Hidrográfica do Paraná 3*, executado pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), por meio do *Termo de Compromisso N° JD/JE/014/09*, celebrado entre a UNIOESTE e ITAIPU BINACIONAL, para suporte do Termo de Cooperação firmado entre a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos e Saneamento (SUDERHSA), atual Instituto das Águas do Paraná (Aguasparaná) e o Comitê da Bacia Hidrográfica do Paraná 3.

## **RESUMO EXECUTIVO**

O presente relatório abrange os estudos de diagnóstico das Características Gerais da Bacia Hidrográfica do Paraná 3 e é constituído das seguintes partes:

- (1) Subdivisão Hidrológica;
- (2) Vazões Características;
- (3) Qualidade da Água.

# **DIAGNÓSTICO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUPERFICIAIS**

**(Produto 3.1)**

## **1.1 INTRODUÇÃO**

A bacia do Paraná 3 está localizada na mesorregião Oeste do Paraná, entre as latitudes 24° 01' S e 25° 35' S e as longitudes 53° 26' O e 54° 37' O e se estende em áreas dos municípios de Cascavel, Céu Azul, Diamante do Oeste, Entre Rios do Oeste, Foz do Iguaçu, Guaíra, Itaipulândia, Marechal Cândido Rondon, Maripá, Matelândia, Medianeira, Mercedes, Missal, Nova Santa Rosa, Ouro Verde do Oeste, Pato Bragado, Quatro Pontes, Ramilândia, Santa Helena, Santa Teresa do Oeste, Santa Teresinha de Itaipu, São José das Palmeiras, São Miguel do Iguaçu, São Pedro do Iguaçu, Terra Roxa, Toledo, Tupãssi e Vera Cruz do Oeste, perfazendo 28 municípios.

Divide-se em três seções de controle, cada uma pertencente a uma área estratégica de gestão, a saber: BP3-1, BP3-2 e BP3-3, conforme abordado no produto 2 – Regionalização. Neste trabalho, na sequência, serão abordados os itens subdivisão hidrológica, vazões características e qualidade da água.

## 1.2 SUBDIVISÃO HIDROLÓGICA

### **Equipe:**

### **Professores:**

Oscar Vicente Q. Fernandez (coord.)

Marcia Regina Calegari

Andrey Luis Binda

### **Bolsistas:**

Juliani Cristina Meith

Suelen Terre de Azevedo

Thiago Kich Fogaça

### 1.2.1 ÁGUAS SUPERFICIAIS

O texto apresenta informações acerca das magnitudes das vazões construtoras nos rios e córregos denominadas de vazão de margens plenas. Esta vazão envolve uma grande importância prática e científica, pois representa a fase inicial do estravamento do rio. A magnitude das vazões nas estações fluviométricas da ITAIPU Binacional na Bacia do Paraná 3 foram concluídas a partir de dados coletados no site da ANA e das bases de dados da ITAIPU Binacional.

Nas seções selecionadas na Bacia do Paraná 3 que não estão instrumentalizadas com réguas, a vazão de margens plenas foi estimada através da identificação no nível de margens plenas. Para identificar em campo esse nível foi adotado o mesmo critério usado nas estações da Suderhsa localizadas nas bacias dos rios Piquiri e Iguazu (Fernandez, 2009), isto é, o limite superior dos depósitos arenosos.

A descarga de margens plenas é definida como a vazão líquida que preenche o canal ao nível da planície de inundação ativa (WOLMAN e LEOPOLD, 1957). Esta planície é

definida como uma superfície plana adjacente ao canal fluvial, modelada pela ação deposicional do fluxo das cheias e inundada pelo menos uma vez a cada dois anos.

Para estimar a vazão de margens plenas, foram levantados perfis transversais em cada seção, na qual é identificado esse nível, foi medida também a declividade da lâmina da água e calculado o coeficiente de rugosidade. Com estes dados, foi estimada a vazão de margens plenas para o nível definido em campo.

Após a definição do nível de margens plenas, o passo seguinte é calcular a vazão referente a este nível, utilizando um dos quatro métodos: método da curva de descarga, método baseado na geometria hidráulica, método baseado na recorrência das cheias e o método baseado na equação de Manning (WILLIAMS, 1978). Os primeiros três métodos podem ser utilizados somente em estações fluviométricas devido a necessidade de um histórico de vazões. As informações necessárias à aplicação destes métodos são encontradas em textos de hidráulica geral e artigos especializados.

Por outro lado, o método de Manning é o único aplicável em cursos fluviais sem instalações fluviométricas. A vazão correspondente ao nível de margens plenas ( $Q_{mp}$ ) é estimada pela seguinte equação:

$$Q_{mp} = \frac{1}{n} A_{mp} \cdot RH_{mp}^{0,66} \cdot D^{0,5} \quad (1)$$

Onde  $A_{mp}$  e  $RH_{mp}$  representam a área da seção transversal ( $m^2$ ) e o raio hidráulico (m) respectivamente, ambos medidos em nível de margens plenas,  $D$  a declividade do leito (m/m) e  $n$  o coeficiente de rugosidade de Manning.

A área da seção transversal ( $A_{mp}$ ) deve ser obtida executando um levantamento detalhado da seção transversal até o nível de margens plenas. Fernandez et al. (2001) detalham um método apropriado. O perímetro da seção em nível de margens plenas ( $PM_{mp}$ ) é medido indiretamente no perfil transversal, efetuando:

$$Pm_{mp} = L_{mp} + 2P_{mp} \quad (2)$$

Onde  $L_{mp}$  e  $P_{mp}$  representam a largura e a profundidade do canal em nível de margens plenas.

O raio hidráulico é calculado mediante:

$$RH_{mp} = A_{mp} / PM_{mp} \quad (3)$$

A declividade do leito ( $D$ ) foi obtida mediante técnicas de levantamento topográfico ao longo do canal numa distância equivalente a 20 vezes a largura do canal em nível de margens plenas (LEOPOLD, 1994).

O coeficiente **n** pode ser obtido seguindo vários métodos (BAPTISTA et al., 2001). Neste trabalho, exemplifica-se a estimativa do coeficiente através do método de incrementação ou método de Cowan:

$$n = (N_0 + N_1 + N_2 + N_3 + N_4) \cdot N_5 \quad (4)$$

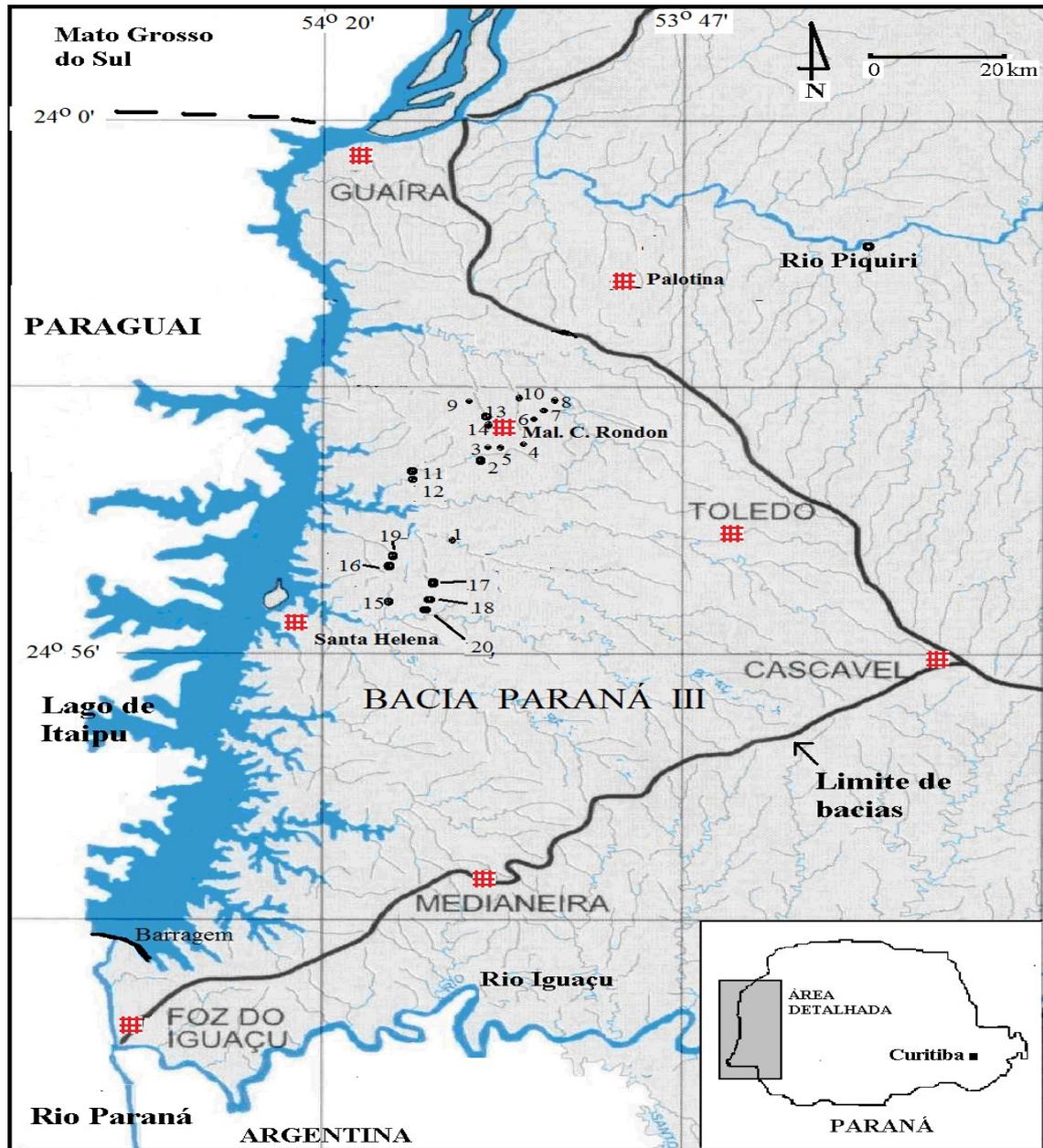
Onde:  $n_0$  tipo de material da margem,  $n_1$  grau de irregularidade do leito,  $n_2$  variações da seção transversal,  $n_3$  efeito de obstruções,  $n_4$  tipo de vegetação e  $n_5$  grau de meandramento.

Foram selecionadas 20 seções transversais nas quais foi estimada a vazão de margens plenas (Tabela 1 e Figura 1). As seções estão localizadas nas bacias dos rios Guaçu e São Francisco Verdadeiro e abarca áreas entre 0,42 a 1406 km<sup>2</sup>. As relações encontradas para a vazão de margens plenas em função da área de drenagem é mostrada na figura 2, denotando um excelente índice de determinação entre ambos os variáveis ( $R^2=0,861$ ).

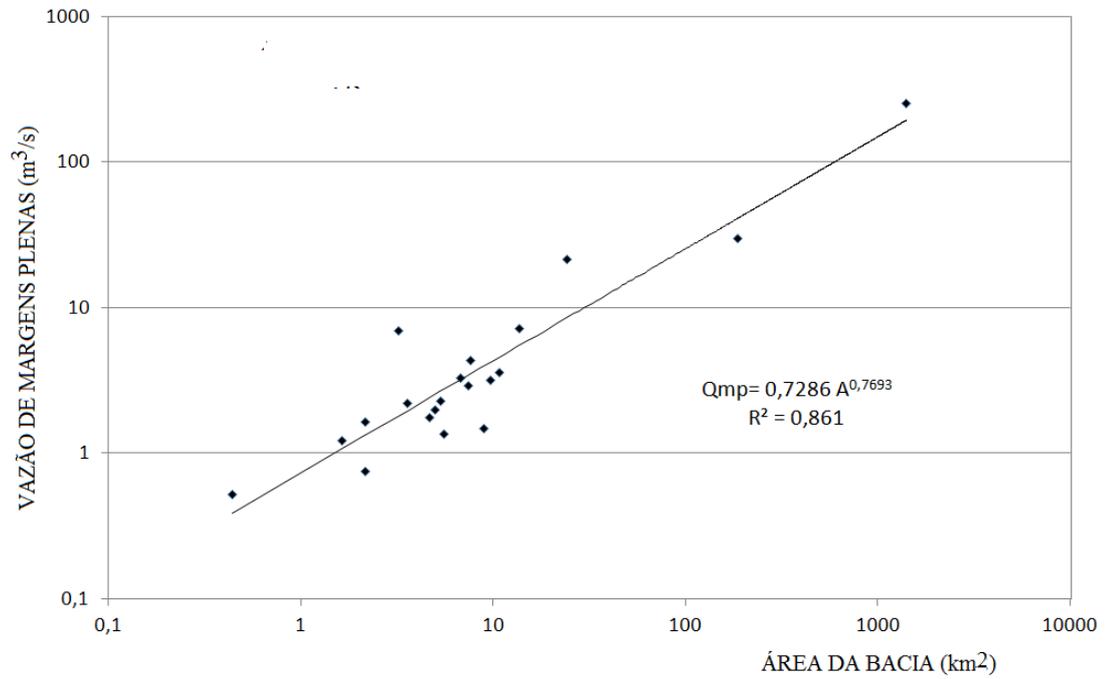
**Tabela 01: Área da bacia acima das seções transversais e respectivo valor da vazão de margens plenas (Qmp).**

Pontos	Rio/Córrego	Coordenadas Geográficas	Área da Bacia (km <sup>2</sup> )	Vazão Qmp (m <sup>3</sup> /s)
1	São Francisco Verdadeiro	24° 44' 36" S 54° 05' 47" W	1406	254,5
2	Concórdia	24° 36' 54" S 54° 06' 26" W	2,17	0,75
3	Apepu	24° 35' 23" S 54° 05' 21" W	7,62	4,37
4	Matilde-cue	24 34' 52" S 54° 02' 11" W	4,63	1,77
5	Borboleta	24° 35' 12" S 54° 04' 03" W	4,96	2,0
6	Guará	24° 31' 54" S 54° 01' 35" W	7,44	2,92
7	Guará	24° 31' 20" S 54° 01' 22" W	9,7	3,16
8	Guará	24° 30' 59" S 54° 01' 18" W	13,63	7,21
9	Peroba	24° 31' 25" S 54° 04' 25" W	5,85	2,27
10	Bonito	24° 31' 23" W 54° 02' 23" S	6,74	3,28
11	Arroio Fundo	24° 38' 06" S 54° 11' 32" W	187,2	29,7
12	São João	24° 38' 35" S 54° 11' 18" W	5,52	1,35
13	Guavirá	24° 31' 17" S 54° 04' 24" W	10,7	3,59
14	Guavirá	24 31 41 S 54 03 47 W	8,9	1,47
15	Ponte Queimada	24° 49' 42" S 54° 16' 16" W	24,24	21,33
16	Volta Seca	24° 46' 37" S 54° 12' 31" W	0,42	0,52
17	Barra Funda	24° 48' 20" S 54° 08' 57" W	3,58	2,19
18	Sanga Nova	24° 50' 47" S 54° 13' 29" W	1,63	1,23
19	São Pedro	24° 45' 19" S 54° 12' 10" W	2,52	1,65
20	Abelha	24° 49' 26" S 54° 06' 58" W	1,43	6,96

Figura 01: Localização das seções transversais nas bacias dos rios Guaçu e São Francisco Verdadeiro.



**Figura 02: Relação entre a área da bacia e a vazão de margens plenas (Qmp) nas seções monitoradas nas bacias dos rios Guaçu e São Francisco Verdadeiro (Bacia do Paraná 3).**



### 1.2.2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BAPTISTA, M.B.; COELHO, M.M.L.P. & CIRILO, J.A. Hidráulica Aplicada. Porto Alegre. Coleção ABRH de Recursos Hídricos, 609 p. 2001.
2. FERNANDEZ, O. V. Q. (2009) Relações preliminares da geometria hidráulica regional para rios das regiões Oeste e Sudoeste do estado do Paraná. Revista Geographia, 11 (22): 89-103.
3. FERNANDEZ, O.V.Q.; REBELATTO, G.; SANDER, C. (2001) Análise quantitativa de seções transversais em canais fluviais. Revista Brasileira de Geomorfologia, 2: 85- 92.
4. LEOPOLD, L.B. (1994) A view of the river. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts.
5. WILLIAMS, G.P. (1978) Bank-full discharge of rivers. Water Resources Research, 14 (6): 1141-1153.

## 1.3 VAZÕES CARACTERÍSTICAS (VAZÃO MÉDIA E VAZÃO Q95)

**Equipe:**

**Professores:**

Oscar Vicente Q. Fernandez (coord.)

Marcia Regina Calegari

Andrey Luis Binda

**Bolsistas:**

Juliani Cristina Meith

Suelen Terre de Azevedo

Thiago Kich Fogaça

### 1.3.1 VAZÕES CARACTERÍSTICAS (VAZÃO MÉDIA E VAZÃO Q95)

A curva de permanência expressa a relação entre a vazão e a frequência com que esta vazão é igualada ou superada num determinado período de tempo (Tucci, 2002).

Na tabela 2 são apresentadas as características das vazões nas estações estudadas. Os valores desta tabela foram obtidos a partir das figuras 3 a 5 que representam as curvas de permanência para as estações. A curva de permanência foi elaborada a partir de dados diários de vazão.

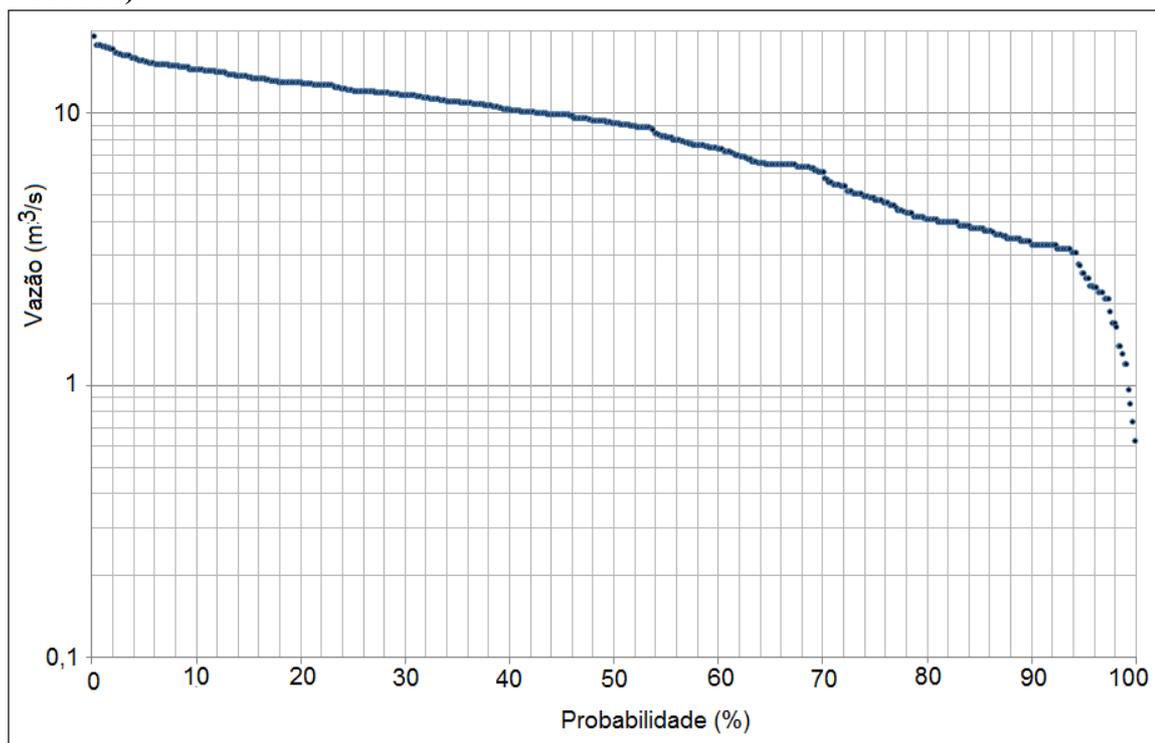
É possível associar as características das vazões com as condições de relevo na bacia. O valor baixo de  $Q_{95}$  na estação São Francisco Falso coincide com o relevo acidentado da bacia (Poletto, 2007). Nas outras estações, a vazão de referência ( $Q_{95}$ ) é substancialmente maior devido ao relevo mais suave que caracteriza essas bacias (Santos et al., 2006). Nas bacias com superfícies menos declivosas (como é o caso dos rios São Francisco Verdadeiro e Guaçu) predominam os processos de infiltração de água pluviais que alimentam os mananciais nos períodos de estiagem.

**Tabela 02: Características das vazões nas estações fluviométricas da Bacia do Parana III.**

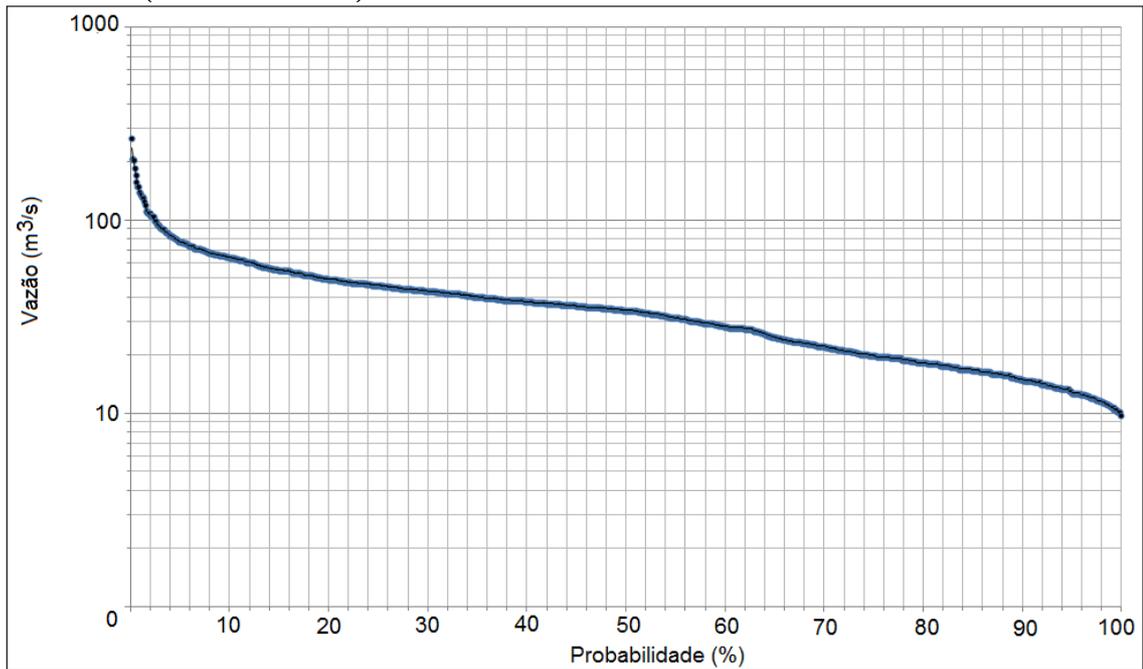
Estação	Rio	Área Estratégica de Gestão	Coordenadas Geográficas	Área da bacia (km <sup>2</sup> )	Vazão média (m <sup>3</sup> /s)	Vazão Q <sub>50</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Vazão Q <sub>95</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Período analisado
Santa Rosa	Arroio Guaçu	BP3-01	24° 28' 37" S 54° 59' 52" W	500	8,88	9,0	2,6	1964-66 1979
São Francisco Verdadeiro	S. F. Verdadeiro	BP3-02	24° 44' 36" S 54° 05' 48" W	1406	38,94	34,0	13,0	2006-2010
São Francisco Falso	S. F. Falso	BP3-03	24° 59' 35" S 54° 07' 48" W	504	10,22	5,3	1,42	2001- 2010

Observações: A estação Santa Rosa (64850000) foi desativada e estava localizada à jusante da ponte Marechal Cândido Rondon-Nova Santa Rosa. Os dados foram obtidos no sitio da ANA. Os dados das estações São Francisco Verdadeiro e São Francisco Falso foram cedidos pela Itaipu. A estação São Francisco Falso encontra-se situada há 6 km à montante da estação homônima (64892500), operada pela ITAIPU Binacional.

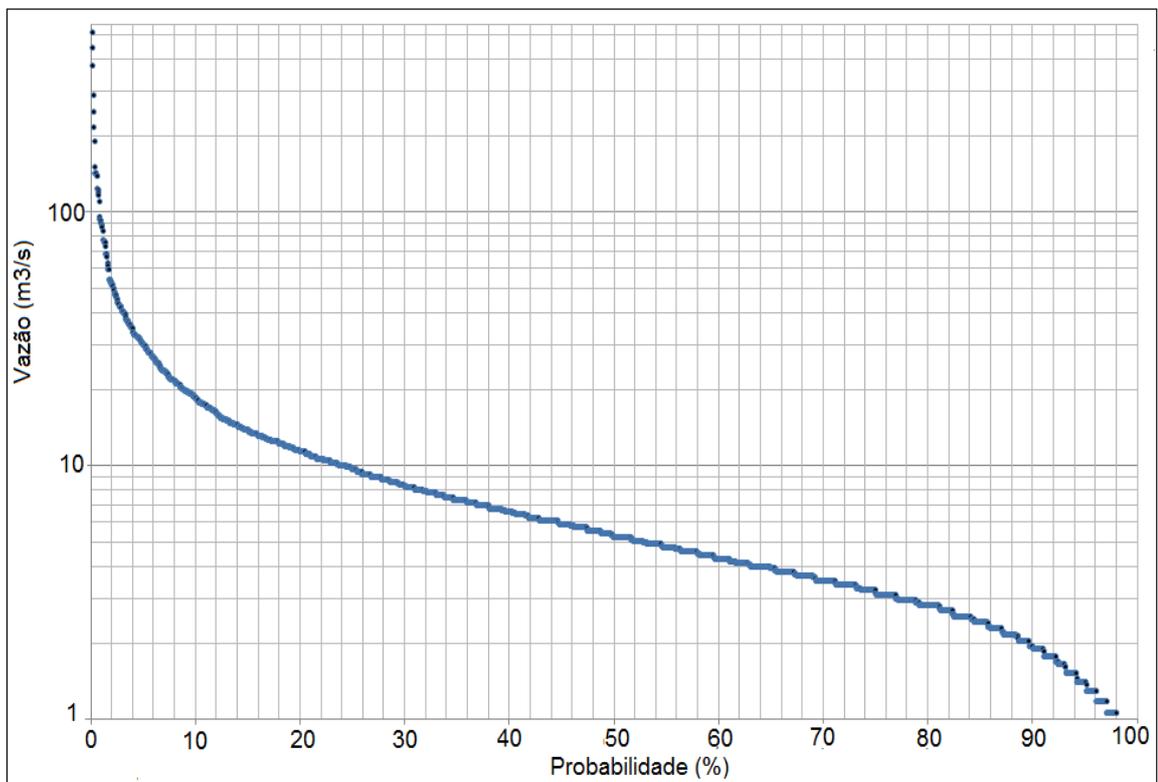
**Figura 03: Curva de permanência para a estação fluviométrica de Santa Rosa (Cod. 64850000).**



**Figura 04: Curva de permanência para a estação fluviométrica de São Francisco Verdadeiro (Cod. 64875500).**



**Figura 05: Curva de permanência para a estação fluviométrica de São Francisco Falso.**



### **1.3.2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. TUCCI, C.E.M. (2002) Regionalização de vazões. Editora da Universidade. UFRGS. 1ª edição. Porto Alegre.
2. SANTOS, L.J.C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N.E.; FIORI, A.P.; SILVEIRA, C.T.; SILVA, J.M.F.; ROSS, J.L.S. (2006) Mapeamento geomorfológico do Estado do Paraná. Revista Brasileira de Geomorfologia, 7 (2): 3-12.
3. POLETTO, K.W.G. (2007) Curva chave para o monitoramento automático de sedimentos na bacia do rio São Francisco Falso-PR. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Unioeste, 78 p.

## 1.4 QUALIDADE DA ÁGUA

**Equipe:**

**Professor:**

Nyamien Yahaut Sebastien (coord.)

**Bolsistas:**

Renan das Neves Vanderlinde

A qualidade da água na Bacia do Paraná 3 se apresenta conforme os parâmetros abaixo.

### 1.4.1.1 NITRATO, FÓSFORO TOTAL E NITROGÊNIO KJEDAHL

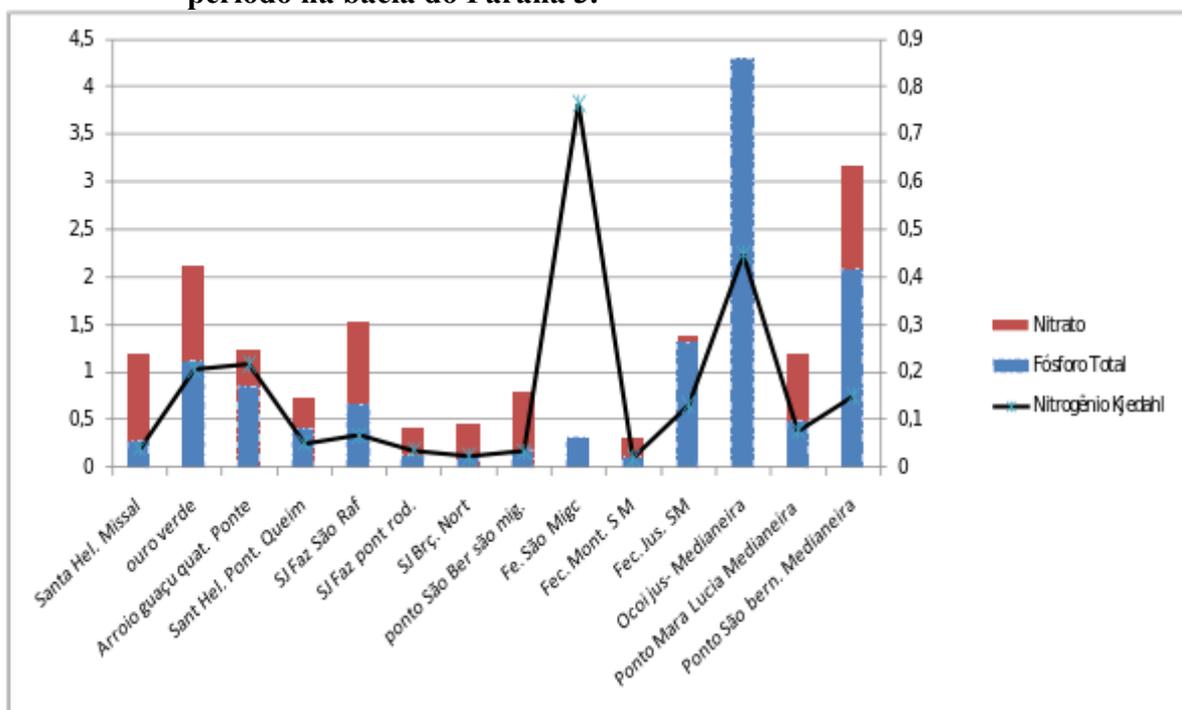
O gráfico 1 apresenta as variações dos parâmetros nitrato, fosfato total e nitrogênio Kjeldahl nos pontos amostrados da bacia do Paraná 3. Nesta figura, os parâmetros tiveram mínimo de 0,174 , 0,020 e 0,023 mg/L, máximo de 0,857; 0,482 e 3,16mg/L e média de 0,11; 0,17 e 0,8 mg/L respectivamente. Os pontos que se destacaram foram Fecularia São Miguel para o nitrogênio total, Ocoi jusante em Medianeira, para fósforo total e Ponto São Bernardo em São Miguel e Medianeira para nitrato. O nitrato, nitrogênio Kjeldahl ficaram abaixo dos limites determinados pela Conama 357 para água de Classe 2. O fosfato total ultrapassou os limites.

No entanto a análise das tendências destes dados e o cálculo dos índices de estado trófico a partir de fósforo, conforme Lamparelli (2004), indicaram que estas águas apresentaram-se de ultraoligotrófico a eutrófico. A bacia do rio São Francisco sendo afluente do reservatório de Itaipu influencia a qualidade das águas que se classificam como eutrofizadas conforme Piagoro et al (2005). De acordo com Chapman e Kimstach(1992), em área não impactadas por atividade antropogênica, as concentrações de nitrato raramente ultrapassam 0,1 mg/L.

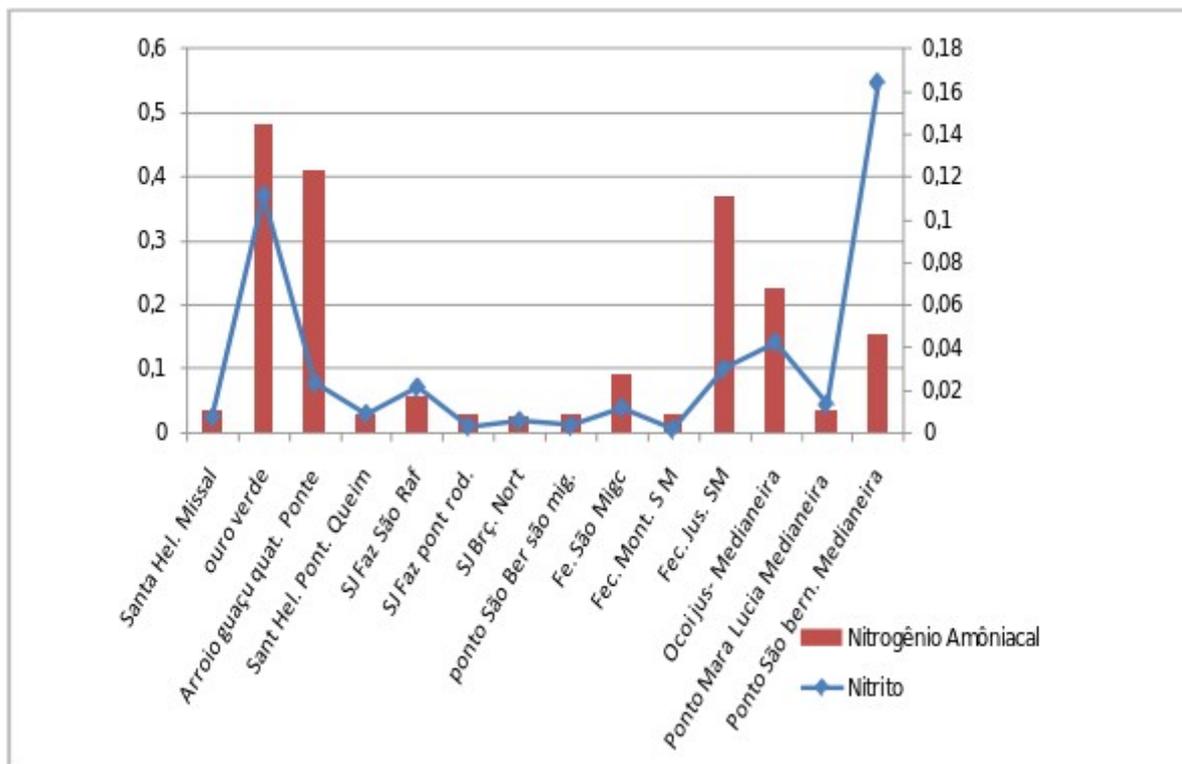
### 1.4.1.2 NITRITO E NITROGÊNIO AMONIAICAL TOTAL

O nitrito e nitrogênio amoniacal são representados no gráfico 2. Eles registraram mínimo de 0,00197 e 0,0232 mg/L; máximo de 0,164 e 0,48 mg/L e média de 0,032 e 0,0141 mg/L respectivamente . Os pontos no município de Ouro Verde, rio Arroio Guaçu em Quatro Pontes e jusante da fecularia em São Miguel se destacaram com maior concentração de nitrogênio amoniacal em Ouro Verde e ponto São Bernardo em Medianeira maior valor em nitrito. Estes parâmetros ficaram abaixo dos limites estipulados para água de classe 2 na resolução 357 da Conama. De acordo com Chapman e Kimstach (1992), geralmente as concentrações de nitrito são baixas nas águas superficiais e raramente ultrapassam 0,1 mg/L.

**Gráfico 01: Variação dos parâmetros nitrato, fósforo total e nitrogênio Kjeldahl no período na bacia do Paraná 3.**



**Gráfico 02: Variação dos parâmetros nitrito e nitrogênio amoniacal no período na bacia do Paraná 3.**

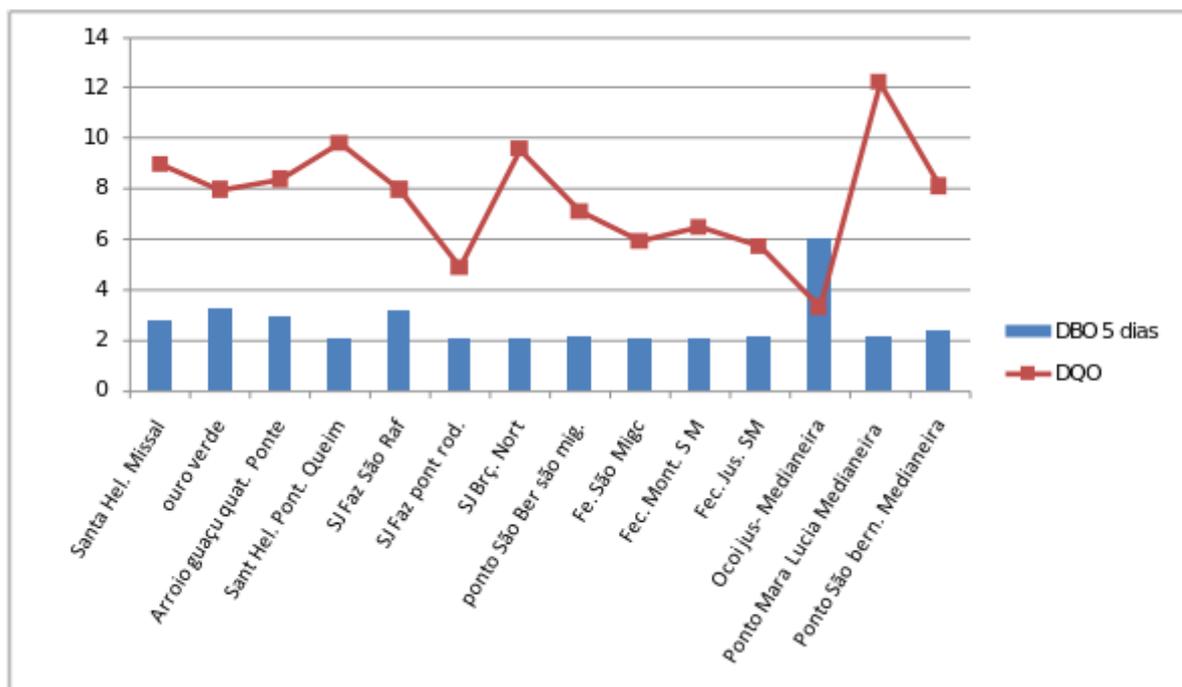


#### 1.4.1.3 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO) E DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO)

Os parâmetros DBO e DQO são visualizados no gráfico 3. Eles tiveram os mínimos de 2,0 e 3,3 mg/L , máximo de 6,05 e 12,2 mg/L e média de 2,63 e 7,58 mg/L respectivamente no periodo amostrado. A DBO não apresentou ponto de destaque a exceção de Ocoi a jusante de Medianeira com 6,05 mg/L. Em relação a DQO o ponto em questão apresentou valor baixo sendo 3,3 mg/L. Em compensação o maior valor foi registrado no ponto Mara Lucia e Medianeira com 12,2 mg/L e menor DQO 2,07 mg/L. A exceção destes pontos os valores ficaram abaixo dos limites máximos determinados pela Resolução Conama 357.

Em geral a DBO está associada às concentrações de N e P dos sistemas lânticos e lóticos (Santos et al 2011). Sua alteração se deve aos fatores como turbulência, temperatura e comunidade aquáticas envolvidas no processo ( Barreto, 1999).

**Gráfico 03: Variação dos parâmetros DBO e DQO no período na bacia do Paraná 3.**

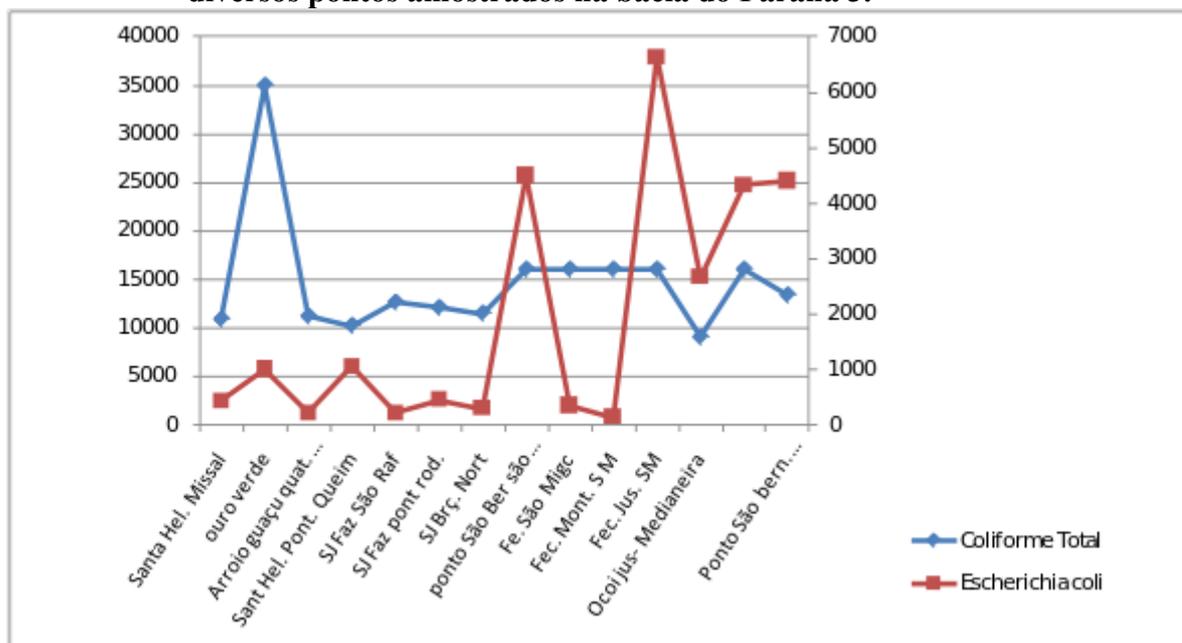


#### 1.4.1.4 COLIFORMES TOTAIS E *ESCHERICHIA COLI*

Os parâmetros biológicos coliformes totais e *Escherichia coli* tiveram variação entre mínimo de 9.000 e 138 NMP/100 ml, máximo de 35.000 e 6.625 NMP/100 ml e média de 14.690 e 1.900 NMP/100 ml, respectivamente, no período amostrado. Como destaque os pontos São Bernardo e fecularia, todos em São Miguel, apresentaram maior concentração em *Escherichia coli*. Em relação a coliforme totais, Ouro Verde foi destaque com 35.000 NMP/100 ml.

A presença destes organismos indica poluições pontuais por dejetos animais. Na região da bacia de São Francisco predomina a atividade de suinocultura, sendo a provável fonte de contaminação. A análise destes dados, juntamente com os de fósforo elevados, decorrem de lançamento de esgoto não tratados nos diferentes pontos dos rios da bacia (Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente, et al 2009). O aumento destes parâmetros deve-se a intensa urbanização, uso intensivo do solo, desmatamentos em larga escala, despejo de esgoto domésticos, resíduos sólidos e resíduos industriais e fertilizante agrícolas, estes últimos especialmente nas áreas periurbanas (Tundisi, et al (2006).

**Gráfico 04: Valores médios dos parâmetros coliformes fecais e *Escherichia coli* em diversos pontos amostrados na bacia do Paraná 3.**

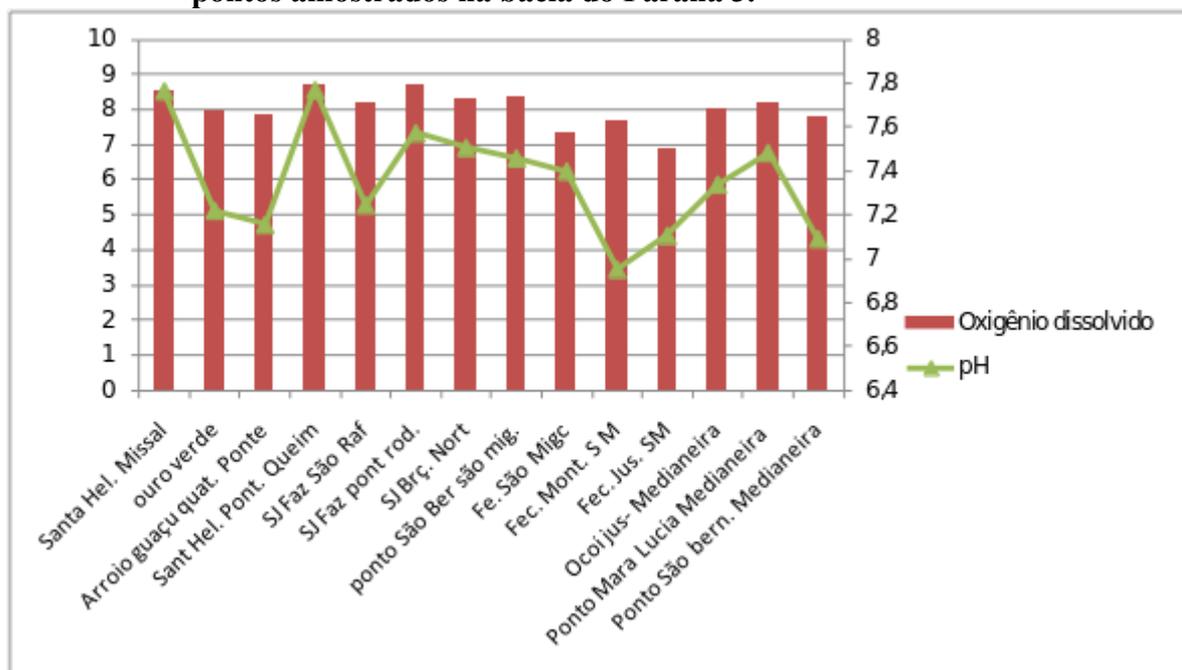


#### 1.4.1.5 OXIGÊNIO DISSOLVIDO E pH

O oxigênio dissolvido e o pH registraram mínimo de 6,87 mg/L e 6,95 mg/L, uma média de 8,01 e 7,36 mg/L e um máximo de 8,67 e 7,77 mg/L. Estes parâmetros não registraram valores de destaque pois todos estão nos limites estipulados pela resolução CONAMA 357.

No entanto a análise da tendência destes dois parâmetros apresentou uma redução podendo alcançar o meio ácido. Conforme Santos et al, (2011) a tendência ácida se deve a decomposição da matéria orgânica proveniente da vegetação do entorno, que torna o meio ácido pela liberação de gás carbônico. As faixas de pH estabelecida pela Resolução Conama 357/05 para a vida aquática é de 6 a 9.

**Gráfico 05: Valores médios dos parâmetros oxigênio dissolvido e pH em diversos pontos amostrados na bacia do Paraná 3.**

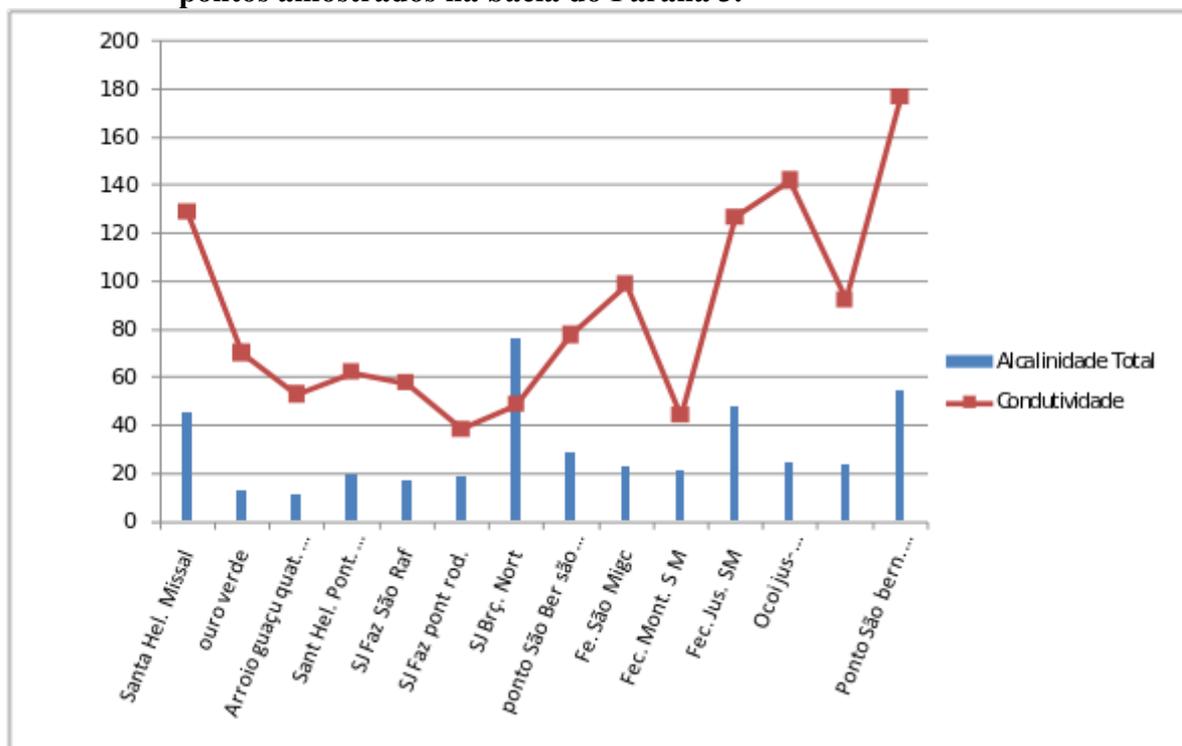


#### 1.4.1.6 ALCALINIDADE TOTAL E CONDUTIVIDADE

A alcalinidade e a condutividade podem ser visualizadas no gráfico 6. Estes dois parâmetros apresentaram um mínimo de 11,34  $\mu\text{Eq/L}$  e 38,25  $\mu\text{S/cm}$  e um máximo de 75,46  $\mu\text{Eq/L}$  e 176,5  $\mu\text{S/cm}$ . Apesar desta variação registraram-se em alguns pontos como São Jorge braço Norte e São Bernardo em Medianeira, valor elevado para alcalinidade e Santa Helena, Ocoi jusante em Medianeira e São Bernardo para condutividade.

Apesar destes valores baixos notou-se um aumento progressivo da condutividade. Esta alteração se deve aos íons dissolvidos, como nitrato e amônio (Santos et al, 2011).

**Gráfico 06: Valores médios dos parâmetros alcalinidade, condutividade , em diversos pontos amostrados na bacia do Paraná 3.**



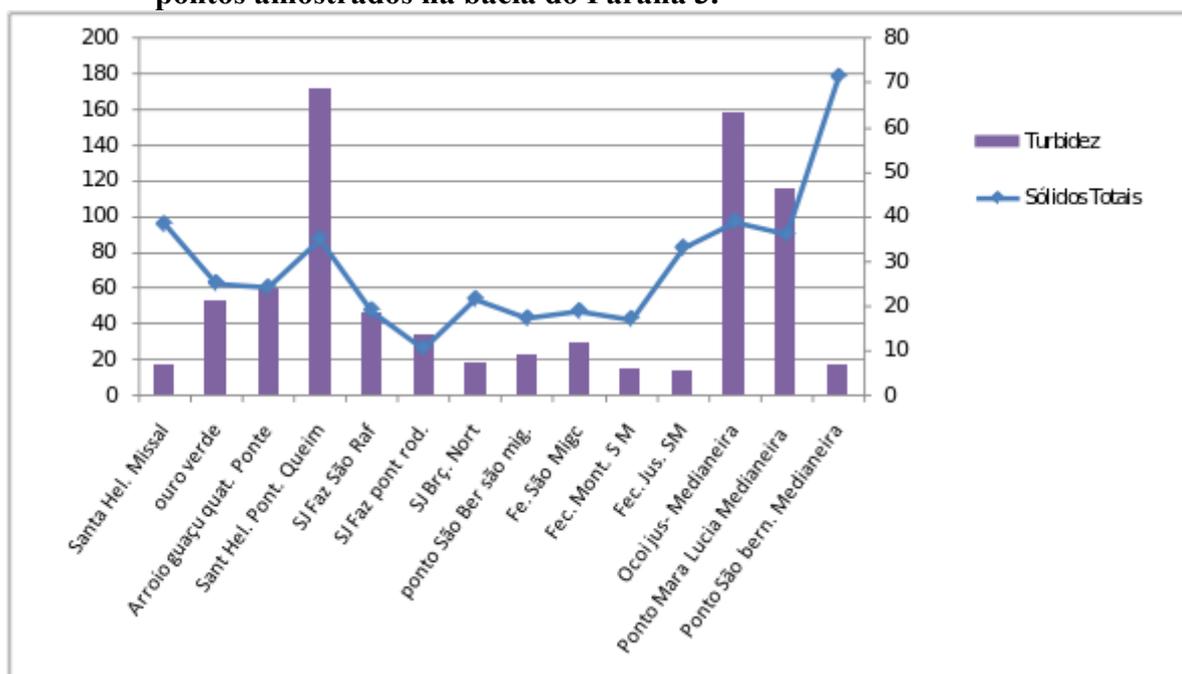
#### 1.4.1.7 TURBIDEZ E SÓLIDOS TOTAIS

O gráfico 7 apresenta as variações da turbidez e dos sólidos totais. Estes parâmetros no período variaram entre os mínimos de 5,33 NTU; 26,25 mg/L e os máximos de 68,35 NTU e 178,25 mg/L tendo média de 21,3 NTU e 72,45 mg/L respectivamente. Os eventos críticos foram registrados em Santa Helena, Ocoí - Medianeira e Ponto Mara Lucia para turbidez. Em relação a sólidos totais além dos pontos citados o evento foi observado em São Bernardo em Medianeira.

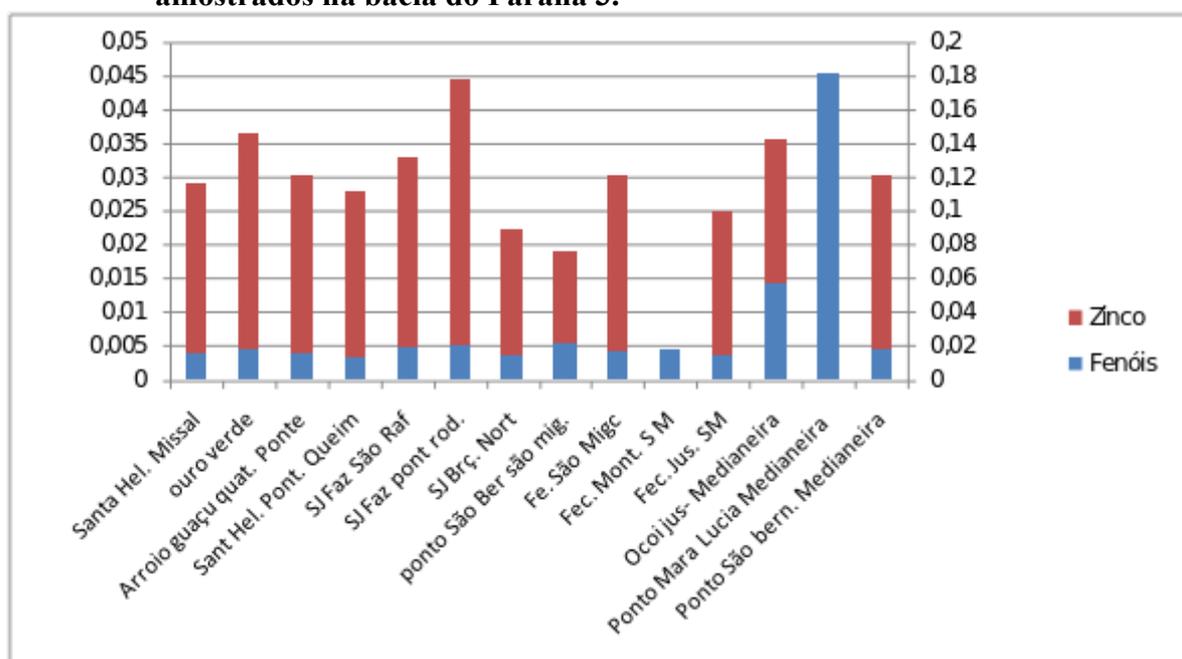
#### 1.4.1.8 METAIS: ZINCO E FENÓIS

O zinco e os fenóis caracterizando metais pesados e componentes de defensivos agrícolas tiveram a ocorrência marcante na bacia. O zinco apresentou maior concentração em todos os pontos a exceção do ponto Mara Lucia em Medianeira. Em relação aos fenóis observou-se sua ocorrência em todos os pontos e sua maior concentração em Mara Lucia. Os valores mínimos registrados foram 0,019 mg/L e 0,01mg/L e os máximos 0,044 mg/L e 0,18 mg/L, com médias de 0,029 mg/L e 0,031 mg/L respectivamente.

**Gráfico 07: Valores médios dos parâmetros sólidos totais e turbidez em diversos pontos amostrados na bacia do Paraná 3.**

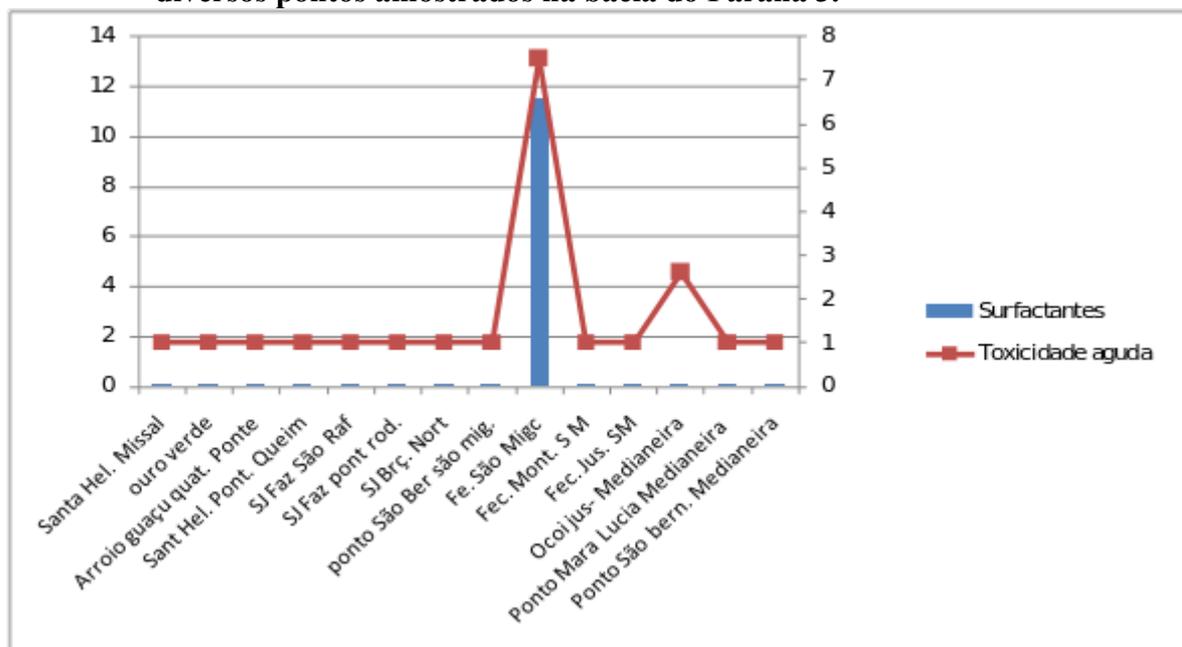


**Gráfico 08: Valores médios dos parâmetros zinco e fenóis em diversos pontos amostrados na bacia do Paraná 3.**



Os surfactantes e a toxicidade aguda foram baixos em exceção no ponto fecularia em São Miguel onde os dois parâmetros alcançaram os valores máximos de 11,5 mg/L e 7,5 tendo média de 1,5 mg/L e 0,85 mg/L.

**Gráfico 09: Valores médios dos parâmetros surfactante e toxicidade aguda em diversos pontos amostrados na bacia do Paraná 3.**



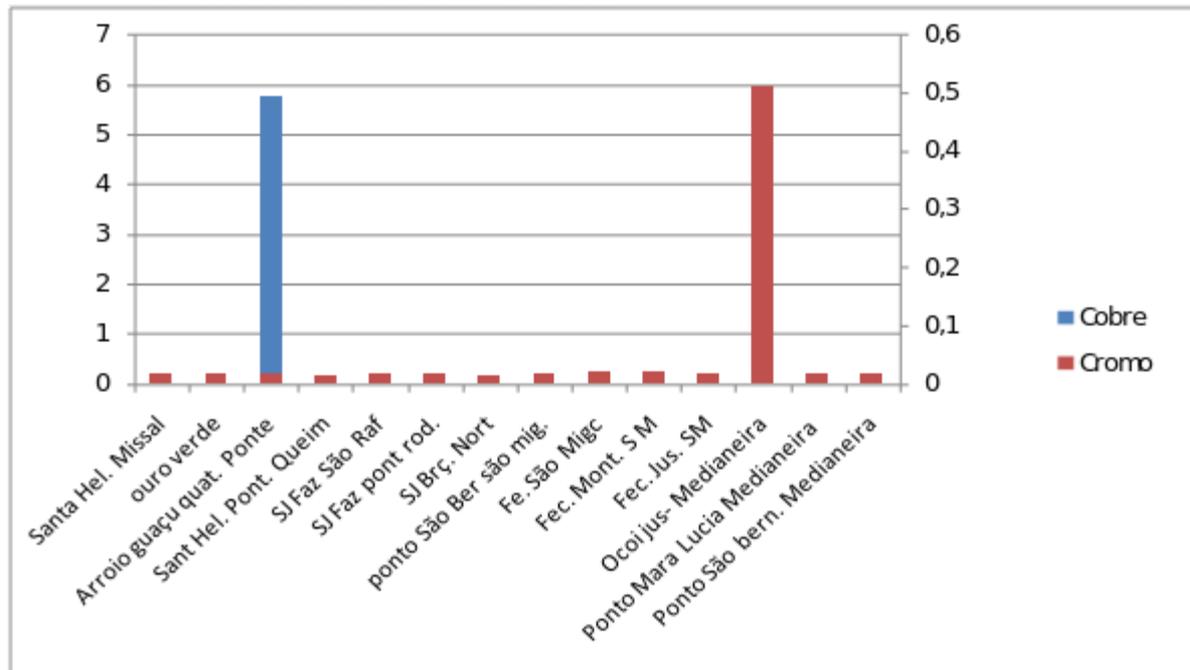
#### 1.4.1.9 COBRE E CROMO

O cobre e o cromo, considerados metais pesados, tiveram dois eventos característicos. No ponto Guaçu, em Quatro Pontes, para o cobre, onde alcançou 5,76 mg/L e em Ocoi, Medianeira, para o cromo, com valores registrados de 5,51 mg/L. Os valores médios mantiveram-se em 0,42 e 0,05 mg/L, respectivamente.

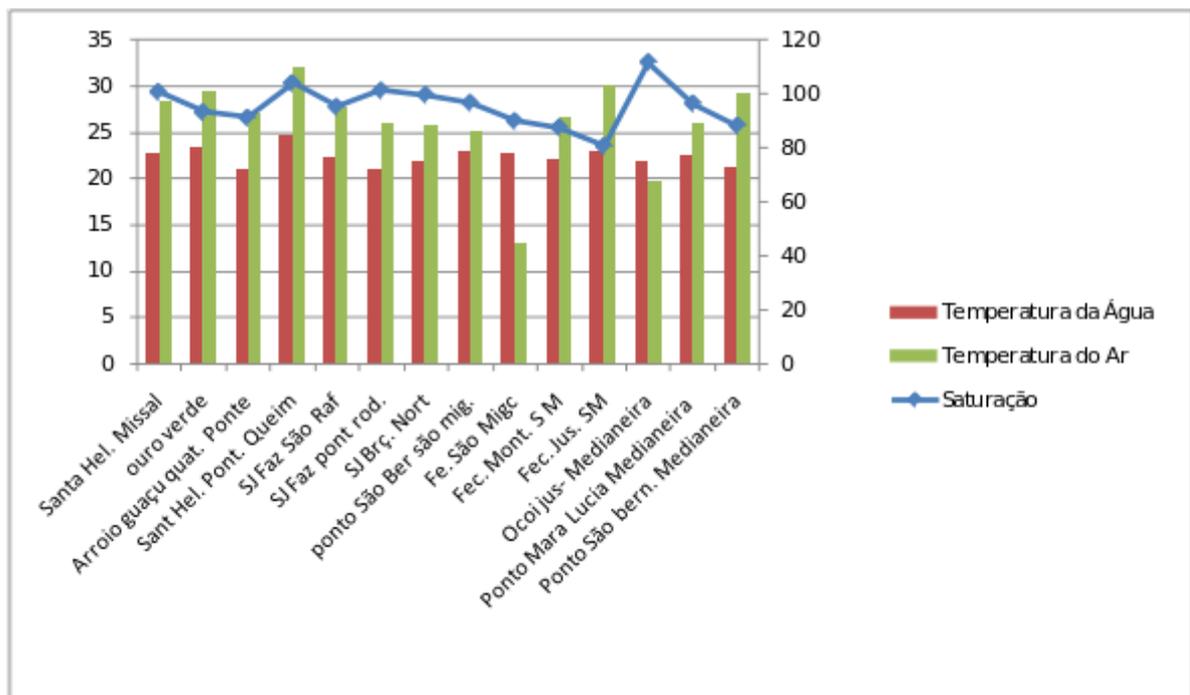
#### 1.4.1.10 SATURAÇÃO, TEMPERATURA DO AR E DA ÁGUA

A temperatura da água, do ar e a saturação apresentaram os valores mínimo de 20,86° C; 12,9° C e 80%, máximo de 24,56° C, 32,13° C e 111,75% e média de 22,32° C, 26,11° C e 95,51 %.

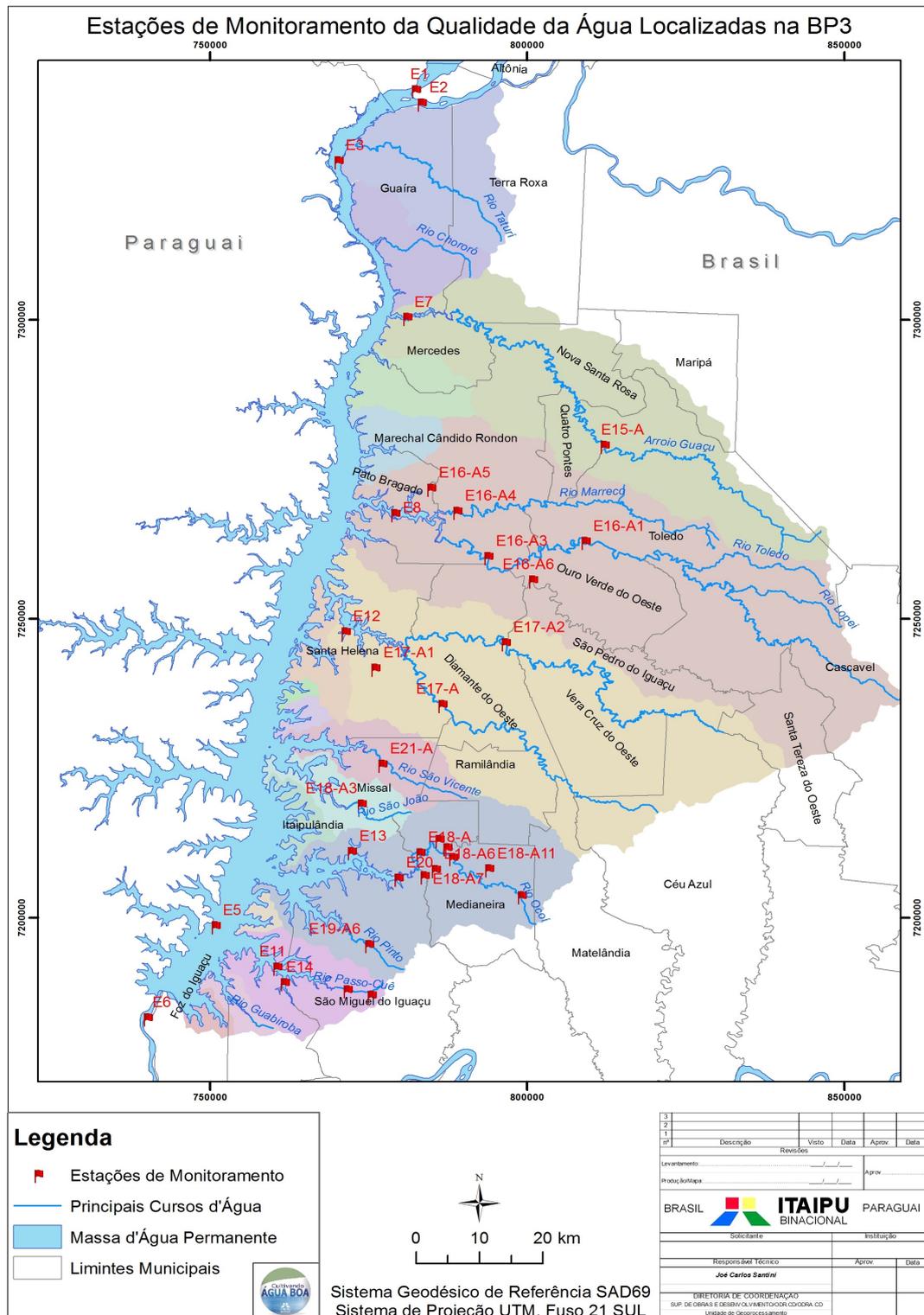
**Gráfico 10: Valores médios dos parâmetros metais pesados em diversos pontos amostrados na bacia do Parana 3.**



**Gráfico 11: Valores médios dos parâmetros temperatura da água, do ar e saturação do oxigênio em diversos pontos amostrados na bacia do Parana 3.**



**Figura 06: Estações de Monitoramento de Água da ITAIPU Binacional na BP3.**



Fonte: ITAIPU Binacional (2010).

## 1.4.2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARRETO, A.S. (1999) Estudo da distribuição de metais em ambiente lótico, com ênfase na assimilação das comunidades biológicas e a sua quantificação no sedimento e água . Tese de doutorado . Universidade de São Paulo, São Carlos , SP, Brasil, 274p.
2. CHAPMAN, D. KIMSTACH, V. (1992) Selection of water quality variables . p 51-119. In Chapman(ed) An introduction to water quality . Water assessments. Chapman & Hall, London, UK 651p .
3. CONAMA CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (2005) Ministério do Meio Ambiente . Resolução 357 de 17 de março de 2005. Diário Oficial da união da Republica Federativa do Brasil, Poder Executivo Brasília, DF.
4. ITAIPU BINACIONAL. Mapa das Estações de Monitoramento de Água. Diretoria de Coordenação. Foz do Iguaçu, PR: Itaipu, 2010.
5. LAMPARELLI, M., C. (2004) Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo : Avaliação dos métodos de monitoramento . 235 f tese ( Doutorado em ecologia)- Departamento de ecologia , Universidade de São Paulo-USP, São Paulo, 2004.
6. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em 12 de abril de 2011.
7. PAGIORO, T. A., THOMAZ , S.M., ROBERTO, M.C. (2005). Caracterização límnicas abióticas dos reservatórios in Rodrigues, L. , Thomaz, S.M, Agostinho, A.A., Gomes, L.C. Biocenoses em reservatórios : Padrões espaciais e temporais . Ed.Rima , p17-37.
8. SANTOS, M.G., CUNHA-SANTINO, M.B., BIANCHINI JR, I (2011) Alterações espaciais e temporais de variáveis limnológicas do reservatório do Monjolinho 9 campus da UFSCAR) . Oecologia Australis 15(3) 682-696.
9. SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E MEIO AMBIENTE (SVMA), INSTITUTO INTERNACIONAL DE ECOLOGIA (IIE)(2009 ). Manual de Gerenciamento de Bacias Hidrográficas .São Carlos : 134p.
10. TUNDISI, J.G. ABE, D.S., MATSUMURA –TUNDISI, T. TUNDISI, J.E.M. & VANNUCCI, D. (2006) Reservatório da região metropolitana de São Paulo : consequências e impactos da eutrofização e perspectivas para o gerenciamento e recuperação in Eutrofização na América do Sul : causas, consequências e tecnologias para gerenciamento e controle . Ed. IIE, GA e Eutrosul , 2006 p161-182.