

Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas  
Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo

# BIOMONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA E MONITORAMENTO AMBIENTAL PARTICIPATIVO NA BACIA DO RIO DAS VELHAS

## Relatório Final

### *Décimo Quarto Produto*

Trabalho realizado no âmbito do  
Contrato de Gestão nº 002/IGAM/2012

### **ATO CONVOCATÓRIO Nº 005/2014**

Contrato de Prestação de Serviços nº 001/2015

Versão Final –Volume Único

Belo Horizonte, Outubro de 2017



Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas  
Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo

# BIOMONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA E MONITORAMENTO AMBIENTAL PARTICIPATIVO NA BACIA DO RIO DAS VELHAS

## Relatório Final

### *Décimo Quarto Produto*

ii

Trabalho realizado no âmbito do  
Contrato de Gestão nº 002/IGAM/2012

### **ATO CONVOCATÓRIO Nº 005/2014**

Contrato de Prestação de Serviços nº 001/2015

Versão Corrigida – Volume Único (versão eletrônica)

Contratada: **Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa (FUNDEP)**

Belo Horizonte, Outubro de 2017

## **EQUIPE TÉCNICA**

Dr. Paulo dos Santos Pompeu – Biólogo, Mestre em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre, Doutor em Meio Ambiente, Saneamento e Recursos Hídricos

MSc. Carlos Bernardo Mascarenhas Alves – Biólogo, Mestre em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre

Juliana Silva França – Bióloga, Doutoranda em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre (ênfase em Educação Ambiental)

Lísia Cândida Durães Godinho – Pedagoga – Especialista em Educação Ambiental

Débora Reis de Carvalho – Bióloga, Doutoranda em Ecologia Aplicada

Aline Junqueira Grossi – Bióloga

Lucas Grossi Bastos – Geógrafo

R3	10/10/2017	Apresentação Final	Carlos Bernardo Mascarenhas Alves		Paulo dos Santos Pompeu
R2	11/09/2017	Apresentação Corrigida	Carlos Bernardo Mascarenhas Alves		Paulo dos Santos Pompeu
R1	18/08/2017	Apresentação Preliminar	Carlos Bernardo Mascarenhas Alves		Paulo dos Santos Pompeu
Revisão	Data	Descrição Breve		Ass. do Supervisor	Ass. de Aprovação
<b>CONTRATO --- BIOMONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA E MONITORAMENTO AMBIENTAL PARTICIPATIVO NA BACIA DO RIO DAS VELHAS</b>					
PRODUTO 14: Décimo Quarto Produto (Volume Único)					
Elaborado por:			Supervisionado por:		
Carlos Bernardo Mascarenhas Alves Paulo dos Santos Pompeu Juliana Silva França Lísia Cândida Durães Godinho Débora Reis de Carvalho			Paulo dos Santos Pompeu		
Aprovado por:		Revisão	Finalidade	Data	
			3	10 de Outubro de 2017	
Legenda finalidade: [1] para informação [2] Para Comentário [3] Para Aprovação					
 <p><b>FUNDEP</b> Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa</p>		<p><b>FUNDEP – Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa</b></p> <p>Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 Un. Adm. II Campus UFMG Caixa Postal 856 - CEP 30.161-970 - Belo Horizonte - MG – Brasil Telefone: 31 3409-4200   <a href="http://www.fundep.ufmg.br">www.fundep.ufmg.br</a></p> <p>Contato: Andresa Georgina de Oliveira Analista de projetos – Gerência de Atendimento a Projetos Externos Tel: +55(31)3409-3179 – Cel: +55(31)99764-4141 <a href="mailto:andresaoliveira@fundep.ufmg.br">andresaoliveira@fundep.ufmg.br</a>   <a href="http://www.fundep.ufmg.br">www.fundep.ufmg.br</a></p>			

## APRESENTAÇÃO

O presente documento refere-se ao Décimo Quarto Produto previsto no contrato de prestação de serviços 001/2015, celebrado entre a Associação Executiva de Apoio a Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo – AGB Peixe Vivo e a Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa – Fundep, aos 9 de Março de 2015.

A proposta intitulada “BIOMONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA E MONITORAMENTO AMBIENTAL PARTICIPATIVO NA BACIA DO RIO DAS VELHAS”, em atendimento ao ATO CONVOCATÓRIO Nº 005/2014, foi a vencedora e recebeu Ordem de Serviço em 24 de Fevereiro de 2015.

Dentro das duas linhas de abordagem do Projeto (1) o Monitoramento da Ictiofauna, que compreende as amostragens de peixes na calha e afluentes do rio das Velhas, análises de distribuição, riqueza, diversidade da ictiofauna e análises de isótopos estáveis para determinar a incorporação de compostos orgânicos provenientes da poluição nos tecidos de peixes e (2) o Monitoramento Ambiental Participativo (MAP), com atividades educacionais e de mobilização com a participação dos Subcomitês de Bacia Hidrográfica, “Amigos do Rio” e Escolas (professores e alunos). O presente Relatório Final apresenta os resultados de todas as atividades desenvolvidas até o mês de Agosto de 2017, e que foram cumulativamente apresentados nos 13 documentos anteriores. Em relação aos documentos anteriores são incorporados o resultados conclusivos das análises de isótopos estáveis e uma revisão final das demais atividades.

São apresentados os resultados consolidados do Biomonitoramento de Peixes, incluindo as análises de isótopos estáveis, além das atividades do Monitoramento Ambiental Participativo (MAP) e avaliação crítica das atividades nas escolas da sub-bacia do rio das Velhas e Amigos do Rio. Todas as atividades constam do cronograma apresentado no Relatório de Planejamento Global (1º Produto) e no conteúdo dos Produtos subsequentes (2º ao 13º) já apresentados, discutidos e aprovados pela AGB-PeixeVivo, até o mês de Março de 2017.

## SUMÁRIO

(Volume I)

SUMÁRIO .....	1
LISTA DE FIGURAS .....	5
LISTA DE TABELAS .....	33
LISTA DE NOMENCLATURAS E SIGLAS .....	37
1    PREÂMBULO .....	40
2    INTRODUÇÃO .....	43
3    CONTEXTUALIZAÇÃO .....	53
3.1  HISTÓRICO DOS ESTUDOS DE ICTIOFAUNA NA BACIA .....	53
3.2  HISTÓRICO DAS ATIVIDADES DE MONITORAMENTO AMBIENTAL PARTICIPATIVO .....	71
3.3  PERSPECTIVAS ATUAIS .....	77
3.4  BASES LEGAIS .....	78
3.5  OBJETIVOS .....	81
3.6  PRODUTOS PREVISTOS .....	84
4    METODOLOGIA .....	85
4.1  COLETA DE PEIXES .....	85
4.2  CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA .....	120
4.3  ISÓTOPOS ESTÁVEIS .....	122
4.4  MONITORAMENTO AMBIENTAL PARTICIPATIVO .....	144
4.4.1  Oficinas sobre bacia hidrográfica e biomonitoramento .....	144
4.4.2  Capacitação de Professores e Estudantes: Monitoramento Participativo .....	145
4.4.3  Amigos do Rio .....	150

## SUMÁRIO

(Volume II)

5	RESULTADOS .....	154
5.1	BIOMONITORAMENTO DE PEIXES .....	154
5.1.1	Composição da Ictiofauna .....	154
5.1.2	Caracterização Limnológica.....	227
5.1.1	Análise dos resultados para os isótopos estáveis .....	235

## SUMÁRIO

(Volume III)

5.2	MONITORAMENTO AMBIENTAL PARTICIPATIVO .....	295
5.2.1	Amigos do Rio .....	295
a.	Criação de rede de monitoramento participativo Amigos do Rio .....	295
b.	Capacitação e treinamento dos Amigos do Rio .....	295
c.	Efetivação da rede de Amigos do Rio.....	295
5.2.2	Oficinas sobre bacia hidrográfica e biomonitoramento.....	321
5.2.3	Capacitação de Professores e Estudantes: Monitoramento Participativo.....	387



## SUMÁRIO

(Volume IV)

6	OUTRAS ATIVIDADES .....	457
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	461
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	466
9	ANEXOS .....	476
9.1	QUESTIONÁRIO PARA INVESTIGAÇÃO DE MORTANDADES DE PEIXES 476	
9.2	QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS JUNTO AOS AMIGOS DO RIO.....	478
9.3	QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DAS OFICINAS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS E BIOMONITORAMENTO.....	479
9.4	APRESENTAÇÃO DO PROJETO NO CBH-VELHAS – Fevereiro de 2016.	480
9.5	APRESENTAÇÃO DO PROJETO NO CBH-VELHAS – Abril de 2017.....	501
9.6	POSTER APRESENTADO NO XXII ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, EM PORTO SEGURO (BA), ENTRE 29 DE JANEIRO E 03 DE FEVEREIRO DE 2017:.....	530
9.7	POSTER APRESENTADO NO XXII ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, EM PORTO SEGURO (BA), ENTRE 29 DE JANEIRO E 03 DE FEVEREIRO DE 2017:.....	532

## LISTA DE FIGURAS

(Volume I)

Figura 1: Átomos de Carbono e Nitrogênio e seus isótopos estáveis .....	46
Figura 2: Ilustração simulando resultados de estudo de isótopos estáveis com três diferentes espécies e duas fontes (recursos) de Carbono. ....	49
Figura 3: Influência negativa dos esgotos não tratados da Região Metropolitana de Belo Horizonte sobre a distribuição dos peixes na bacia do rio das Velhas, no sentido da nascente (P1) à foz (P6).....	53
Figura 4: Variação da cota altimétrica do nível do rio das Velhas em Várzea da Palma entre 15 de novembro de 2004 e 15 de abril de 2005 .....	55
Figura 5: Distribuição por classe de tamanho de <i>Leporinus</i> spp. (piaus) e <i>Prochilodus</i> spp. (curimatás) capturados nas lagoas marginais do rio das Velhas nas coletas de abril e agosto de 2005.....	55
Figura 6: Exemplos de indivíduos de piaus ( <i>Leporinus</i> ), primeira e segunda imagens a partir da esquerda, e curimatás ( <i>Prochilodus</i> ), imagem à direita. Ao centro vê-se as três classes de tamanho observadas. (escala = 2 cm).....	56
Figura 7: Recuperação da distribuição dos peixes ao longo da bacia do rio das Velhas após o início de operação da ETE Arrudas, na Região Metropolitana de Belo Horizonte.....	57
Figura 8: Curvas de riqueza de espécies ao longo do rio das Velhas, em três fases de estudos, desde 1999, mostrando a recuperação da distribuição dos peixes ao longo da bacia do rio das Velhas após o início do tratamento de esgotos da Região Metropolitana de Belo Horizonte. ....	59
Figura 9: Distribuição da matrinchã ( <i>Brycon orthotaenia</i> ) ao longo da bacia do rio das Velhas. As cores representam as fases de estudos: azul (1999-2000), verde (2006-2007) e amarelo (2010-2011).....	60
Figura 10: Distribuição do dourado ( <i>Salminus franciscanus</i> ) ao longo da bacia do rio das Velhas. As cores representam as fases de estudos: azul (1999-2000), verde (2006-2007) e amarelo (2010-2011). ....	61
Figura 11. Logomarca da Meta 2010, cujo objetivo era “Navegar, pescar e nadar no rio das Velhas em sua passagem pela Região Metropolitana de Belo Horizonte em 2010” .....	63

Figura 12. Logomarca da Meta 2014, cujo objetivo era “Revitalizar a bacia do rio das Velhas de forma a assegurar a volta do peixe e o nadar na Região Metropolitana de Belo Horizonte” .....	63
Figura 13. Logomarca da Expedição Manuelzão desce o Rio das Velhas, realizada em 2003 .....	64
Figura 14. Logomarca da Expedição pelo Velhas 2009: encontros de um povo com sua bacia, realizada em 2009.....	64
Figura 15. Logomarca do Projeto <i>Rio das Velhas te quero vivo</i> .....	65
Figura 16. Convite para a Expedição <i>Rio das Velhas te quero vivo</i> , em 2017.....	66
Figura 17. Logomarca do 1º FestiVelhas 2005 - “FestiVelhas Manuelzão: arte e transformação”, realizado entre 11 e 15 de novembro de 2005 .....	67
Figura 18. 2º FestiVelhas - “FestiVelhas Manuelzão: arte e transformação na capital mineira do folclore”, de 6 a 9 de setembro de 2007, em Jequitibá. ....	67
Figura 19. 4º FestiVelhas - “FestiVelhas Manuelzão: arte e transformação”, realizado em Belo Horizonte, entre 6 a 9 de setembro de 2011. ....	69
Figura 20. 5º FestiVelhas - “FestiVelhas Manuelzão: cultura da escassez”, realizado em Itabirito, no dia 5 de julho de 2015. ....	70
Figura 21. 5º FestiVelhas – Cartaz de Divulgação do “FestiVelhas Manuelzão: cultura da escassez”, realizado em Itabirito, no dia 5 de julho de 2015. ....	70
Figura 22. Capa do Relatório Final do Projeto SOS Rio das Velhas: Estudo das Possíveis Causas das Mortandades de Peixes na Sub-Bacia. ....	72
Figura 23. Capa do Relatório Final do Projeto Sistema de monitoramento ambiental, pesquisa e alerta no atendimento a casos de mortandade de peixes na bacia hidrográfica do rio das Velhas e no trecho do rio São Francisco compreendido entre a UHE Três Marias e a Barra do Guaicuí – Várzea da Palma.....	73
Figura 24. Capa do Relatório Final do Projeto Monitoramento ambiental participativo: ferramenta para avaliação da qualidade das águas e determinação das possíveis causas de mortandade de peixes na bacia do rio das Velhas .....	74
Figura 25. Distribuição espacial dos locais de amostragem em afluentes da bacia do rio das Velhas.....	86
Figura 26. Coleta com redes (armação).....	88
Figura 27. Retirada de redes.....	88

Figura 28. Coleta com tarrafa.....	89
Figura 29. Coleta com rede de arrasto.....	89
Figura 30. Coleta com peneira .....	90
Figura 31. Processamento em campo – Retirada de peixe da rede.....	90
Figura 32. Processamento em campo – Etiquetação.....	91
Figura 33. Processamento em campo – acondicionamento em Bombona .....	91
Figura 34. Ribeirão da Mata (RM-01) – 1ª Coleta .....	92
Figura 35. Ribeirão da Mata (RM-01) – 2ª Coleta .....	92
Figura 36. Rio Taquaraçu (TQ-01) – 1ª Coleta.....	93
Figura 37. Rio Taquaraçu (TQ-01) – 2ª Coleta.....	93
Figura 38. Rio Jaboticatubas (JB-01) – 1ª Coleta, vista para montante .....	93
Figura 39. Rio Jaboticatubas (JB-01) – 2ª Coleta, vista para jusante .....	94
Figura 40. Rio Cipó (CP-01) – 1ª Coleta, vista para montante .....	94
Figura 41. Rio Cipó (CP-01) – 2ª Coleta, vista para jusante .....	95
Figura 42. Rio Jequitibá (JE-01) – 1ª Coleta .....	95
Figura 43. Rio Jequitibá (JE-01) – 2ª Coleta .....	96
Figura 44. Rio da Onça (ON-01) – 1ª Coleta, vista para montante .....	96
Figura 45. Rio da Onça (ON-01) – 2ª Coleta, vista para jusante.....	97
Figura 46. Rio Cipó (CP-02) – 1ª Coleta, vista para montante .....	97
Figura 47. Rio Cipó (CP-02) – 2ª Coleta, vista para jusante .....	97
Figura 48. Rio Bicudo (BI-01) – 1ª Coleta .....	98
Figura 49. Rio Bicudo (BI-01) – 2ª Coleta .....	98
Figura 50. Rio Pardo Pequeno (PP-01) – 1ª Coleta .....	98
Figura 51. Rio Pardo Pequeno (PP-01) – 2ª Coleta .....	99
Figura 52. Rio Pardo Grande (PG-01) – 1ª Coleta, vista para montante.....	99
Figura 53. Rio Pardo Grande (PG-01) – 2ª Coleta, vista para jusante .....	99

Figura 54. Rio Curimataí (CU-01).....	100
Figura 55. Rio Curimataí (CU-01).....	100
Figura 56 - Distribuição espacial dos locais de amostragem ao longo da calha do rio das Velhas.....	101
Figura 57. Exemplares de espécies que estão sendo encaminhadas para especialistas para determinação definitiva ou descrição de novas espécies.....	104
Figura 58. Rio das Velhas em São Bartolomeu (RV-01), município de Ouro Preto, na estação seca (vista de montante), em agosto de 2015 .....	105
Figura 59. Rio das Velhas em São Bartolomeu (RV-01), município de Ouro Preto, na estação chuvosa (vista de montante), janeiro de 2016 .....	105
Figura 60. Rio das Velhas em São Bartolomeu (RV-01), município de Ouro Preto, na estação seca (vista para jusante), junho de 2016 .....	105
Figura 61. Rio das Velhas em Bela Fama (RV-02), município de Nova de Lima, na estação seca em agosto de 2015 – braço da margem direita.....	106
Figura 62. Rio das Velhas em Bela Fama (RV-02), município de Nova de Lima, na estação chuvosa, em janeiro de 2016 – vista para montante .....	106
Figura 63. Rio das Velhas em Bela Fama (RV-02), município de Nova de Lima, na estação seca, em junho de 2016 – vista para montante .....	106
Figura 64. Rio das Velhas no município de Santa Luzia (RV-03), na estação seca em agosto de 2015 – vista para jusante.....	107
Figura 65. Rio das Velhas no município de Santa Luzia (RV-03), na estação chuvosa em janeiro de 2016 – vista para montante .....	107
Figura 66. Rio das Velhas no município de Santa Luzia (RV-03), na estação seca em junho de 2016 – vista para montante .....	108
Figura 67. Rio das Velhas no município de Lagoa Santa (RV-04), na estação seca em agosto de 2015 – vista para jusante.....	108
Figura 68. Rio das Velhas no município de Lagoa Santa (RV-04), na estação chuvosa em janeiro de 2016 – vista da ponte MG-010.....	109
Figura 69. Rio das Velhas no município de Lagoa Santa (RV-04), na estação seca em junho de 2016 – vista para montante .....	109
Figura 70. Rio das Velhas em Santa Rita do Cedro (RV-05), município de Curvelo, na estação seca em agosto de 2015 – vista para montante .....	110

Figura 71. Rio das Velhas em Santa Rita do Cedro (RV-05), município de Curvelo, na estação chuvosa em janeiro de 2016 – vista para montante .....	110
Figura 72. Rio das Velhas em Santa Rita do Cedro (RV-05), município de Curvelo, na estação seca em maio de 2016 – vista para jusante.....	111
Figura 73. Rio das Velhas em Senhora da Glória (RV-06), município de Corinto, na estação seca em agosto de 2015.....	111
Figura 74. Rio das Velhas em Senhora da Glória (RV-06), município de Corinto, na estação chuvosa em janeiro de 2016.....	112
Figura 75. Rio das Velhas em Senhora da Glória (RV-06), município de Corinto, na estação seca em maio de 2016.....	112
Figura 76. Rio das Velhas no município de Lassance (RV-07), na estação seca em agosto de 2015 – vista para montante .....	113
Figura 77. Rio das Velhas no município de Lassance (RV-07), na estação chuvosa em janeiro de 2016 – vista para jusante.....	113
Figura 78. Rio das Velhas no município de Lassance (RV-07), na estação seca em junho de 2016 – nas corredeiras com pescador usando tarrafa.....	113
Figura 79. Rio das Velhas em Barra do Guaicuí (RV-08), município de Várzea da Palma, na estação seca em agosto de 2015 .....	114
Figura 80. Rio das Velhas em Barra do Guaicuí (RV-08), município de Várzea da Palma, na estação chuvosa em janeiro de 2016.....	114
Figura 81. Rio das Velhas em Barra do Guaicuí (RV-08), município de Várzea da Palma, na estação seca em junho de 2016 .....	114
Figura 82. Acondicionamento do material coletado para fixação em solução de formol (10%), em bombona plástica.....	115
Figura 83. Biometria do material coletado (medição em ictiômetro).....	116
Figura 84. Biometria das espécies coletadas na bacia do rio das Velhas – medição dos comprimentos total e padrão .....	116
Figura 85. Biometria das espécies coletadas na bacia do rio das Velhas – pesagem dos indivíduos .....	116
Figura 86. Triagem e processamento das espécies coletadas na bacia do rio das Velhas. ....	117

Figura 87. Exemplar com amostra de tecido retirada da musculatura dorsal para análise de isótopos estáveis.....	117
Figura 88. Esquema dos procedimentos de coleta e processamento de peixes, em campo e laboratório, incluindo tabulação de dados, análises e elaboração de relatórios.....	118
Figura 89 - Esquema ilustrado dos procedimentos de coleta e processamento de peixes, em campo e laboratório, incluindo tabulação de dados, análises e elaboração de relatórios.....	119
Figura 90. Coleta de dados para caracterização limnológica no rio das Velhas .....	120
Figura 91. Caracterização limnológica na calha do rio das Velhas (RV-06).....	121
Figura 92. Filtragem de água na calha (RV-07) .....	121
Figura 93. Exemplo de banco de folhas depositadas no leito do rio. ....	122
Figura 94. Exemplo de pedras do leito do rio, onde o perifíton se adere. ....	123
Figura 95. Exemplo algas filamentosas em ambiente lótico do leito do rio. ....	123
Figura 96. Processamento de amostras de isótopos em campo, na segunda coleta da calha do rio das Velhas .....	126
Figura 97. Acondicionamento de amostra de água filtrada em frasco, no ponto de coleta do rio Pardo Pequeno (PP-01).....	126
Figura 98. Preparo e etiquetagem de amostras .....	127
Figura 99. Pedras do leito do rio utilizadas para extração do perifíton.....	127
Figura 100. Extração do perifíton de pedras do leito do rio.....	127
Figura 101. Identificação de frasco com amostra.....	128
Figura 102. Macrófita aquática, coletada no ponto do ribeirão da Mata (RM-01)....	128
Figura 103. Macrófita aquática, coletada no ponto da Barra do Guaicuí (RV-08) ...	128
Figura 104. Frascos e fichas de campo .....	129
Figura 105. Filtros processados de amostras líquidas .....	129
Figura 106. Ilustração da rotina de procedimentos adotados em campo na terceira campanha da calha do rio das Velhas (Mai-Jun/2016) .....	130
Figura 107. Vista Parcial da ETE Arrudas.....	131

Figura 108. Vista aérea da ETE Onça.....	132
Figura 109. Amostrador automático com 24 parcelas coletadas a cada hora. ....	132
Figura 110. Amostra sendo agitada para separação da sub-parcela proporcional à vazão afluyente na ETE no momento da coleta.....	133
Figura 111. Medição de parcela proporcional à vazão afluyente na hora da coleta..	133
Figura 112. Amostras compostas, após a coleta de todas as 24 sub-amostras .....	134
Figura 113. Coleta de amostras de esgotos: (a) tomada d'água (afluyente), (b) saída do esgoto tratado (efluyente) e (c) decantador final da ETE Arrudas. ....	135
Figura 114. Coleta de amostras de esgotos: (a) tomada d'água (afluyente), (b) saída do esgoto tratado (efluyente) e (c) decantador final da ETE Onça. ....	136
Figura 115. Amostras em preparação para análises de isótopos estáveis (a). Em detalhe amostras com respectiva identificação (b).....	137
Figura 116. Grupo de amostras vegetais dessecadas, liofilizadas e maceradas, acondicionadas em frascos Eppendorf para análises de isótopos estáveis.....	138
Figura 117. Esquema do processamento de amostras de isótopos estáveis, desde a coleta até o fim das análises que gerarão os valores para interpretação matemática e estatística. ....	139
Figura 118 - Esquema ilustrado do processamento de amostras de isótopos estáveis, desde a coleta até o fim das análises que gerarão os valores para interpretação matemática e estatística.....	140
Figura 119 - Esquema ilustrado do processamento de amostras líquidas de isótopos estáveis, em laboratório. ....	143
Figura 120. Bases conceituais das principais características de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade de água para utilização em atividades de Monitoramento Participativo com estudantes ribeirinhos. ....	149



## LISTA DE FIGURAS

(Volume II)

Figura 121. Modelo de ficha de esforço de pesca.....	155
Figura 122. Modelo de ficha de coleta quantitativa de peixes.....	156
Figura 123. Modelo de ficha de coleta qualitativa de peixes.....	157
Figura 124. Modelo de ficha de coleta de amostras do ambiente e peixes para análises de isótopos estáveis.....	158
Figura 125. Riqueza de espécies na bacia do rio das Velhas, ao longo do tempo.	167
Figura 126. Riqueza de espécies nos tributários do rio das Velhas, após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015. ....	168
Figura 127. Riqueza de espécies observada nos pontos da calha do rio das Velhas, após as três campanhas previstas e realizadas em 2015 e 2016.....	169
Figura 128. <i>Conorhynchos conirostris</i> (pirá): espécie ameaçada de extinção da bacia do rio São Francisco, registrada historicamente por Lütken no século XIX e atualmente ausente no rio das Velhas.....	170
Figura 129. <i>Rhamdiopsis microcephala</i> (bagre): espécie ameaçada de extinção da bacia do rio São Francisco, registrada historicamente por Lütken no século XIX e atualmente ausente no rio das Velhas. ....	170
Figura 130. Espécies mais abundantes em número de indivíduos no Ribeirão da Mata (RM-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.....	178
Figura 131. Espécies mais abundantes em biomassa no Ribeirão da Mata (RM-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015. ....	178
Figura 132. Espécies mais abundantes em número de indivíduos no Rio Taquaraçu (TQ-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.....	179
Figura 133. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio Taquaraçu (TQ-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.....	180
Figura 134. Espécies mais abundantes em número de indivíduos no Rio Jaboticatubas (JB-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015. ....	181
Figura 135. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio Jaboticatubas (JB-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015. ....	181

Figura 136. Espécies mais abundantes em número de indivíduos no Rio Cipó (CP-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015. ....	182
Figura 137. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio Cipó (CP-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.....	183
Figura 138. Espécies mais abundantes em número de indivíduos no Rio Jequitibá (JE-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015. ....	184
Figura 139. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio Jequitibá (JE-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015. ....	184
Figura 140. Espécies mais abundantes em número de indivíduos no Rio da Onça (ON-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015. ....	185
Figura 141. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio da Onça (ON-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015. ....	186
Figura 142. Espécies mais abundantes em número de indivíduos no Rio Cipó (CP-02), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015. ....	187
Figura 143. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio Cipó (CP-02), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.....	187
Figura 144. Espécies mais abundantes em número de indivíduos no Rio Bicudo (BI-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015. ....	188
Figura 145. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio Bicudo (BI-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.....	189
Figura 146. Espécies mais abundantes em número de indivíduos no Rio Pardo Pequeno (PP-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015. ....	190
Figura 147. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio Pardo Pequeno (PP-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015. ....	190
Figura 148. Espécies mais abundantes em número de indivíduos no Rio Pardo Grande (PG-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015. ....	191
Figura 149. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio Pardo Grande (PG-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015. ....	191
Figura 150. Espécies mais abundantes em número de indivíduos no Rio Curimataí (CU-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015. ....	192
Figura 151. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio Curimataí (CU-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.....	193

Figura 152. Espécies mais abundantes em número no Rio das Velhas em São Bartolomeu (RV-01), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016). .....	194
Figura 153. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio das Velhas em São Bartolomeu (RV-01), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016). .....	194
Figura 154. Espécies mais abundantes em número no Rio das Velhas em Bela Fama (RV-02), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016). .....	195
Figura 155. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio das Velhas em Bela Fama (RV-02), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016). .....	196
Figura 156. Espécies mais abundantes em número no Rio das Velhas em Santa Luzia (RV-03), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016). .....	197
Figura 157. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio das Velhas em Santa Luzia (RV-03), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016). .....	197
Figura 158. Espécies mais abundantes em número no Rio das Velhas em Lagoa Santa (RV-04), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016). .....	198
Figura 159. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio das Velhas em Lagoa Santa (RV-04), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016). .....	198
Figura 160. Espécies mais abundantes em número no Rio das Velhas em Santa Rita do Cedro (RV-05), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016). .....	199
Figura 161. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio das Velhas, Santa Rita do Cedro (RV-05), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016). .....	200
Figura 162. Espécies mais abundantes em número no Rio das Velhas em Senhora da Glória (RV-06), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016). .....	201
Figura 163. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio das Velhas em Senhora da Glória (RV-06), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016). .....	201
Figura 164. Espécies mais abundantes em número no Rio das Velhas em Lassance (RV-07), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016). .....	202
Figura 165. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio das Velhas em Lassance (RV-07), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016). .....	203
Figura 166. Espécies mais abundantes em número no Rio das Velhas na Barra do Guaicuí (RV-08), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016). .....	203
Figura 167. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio das Velhas na Barra do Guaicuí (RV-08), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016). .....	204

Figura 168. Evolução do número de espécies de peixes ao longo da calha do rio das Velhas, nas 4 fases de estudos realizadas até o presente. ....	205
Figura 169. Exemplar de cascudo (gênero <i>Hypostomus</i> ) com tumor próximo à boca, coletado em Santa Luzia (RV-03) na estação seca em junho de 2016.....	206
Figura 170. Exemplar de lambari (gênero <i>Astyanax</i> ) com deformidade na mandíbula, coletado em Santa Luzia (RV-03) na estação seca em junho de 2016.....	206
Figura 171. <i>Imparfinis minutus</i> (bagrinho).....	207
Figura 172. <i>Tetragonopterus franciscoensis</i> (piaba-rapadura).....	207
Figura 173. <i>Australoheros facetus</i> (cará) .....	208
Figura 174. <i>Hisonotus</i> spp. (cascudinhos) .....	208
Figura 175. <i>Eigenmannia virescens</i> (peixe-espada) .....	209
Figura 176. <i>Salminus franciscanus</i> (dourado).....	209
Figura 177. <i>Brycon orthotaenia</i> (matrinchã) .....	209
Figura 178. <i>Myleus micans</i> (pacu) .....	210
Figura 179. <i>Prochilodus costatus</i> (curimatá-pioa) .....	210
Figura 180. <i>Prochilodus argenteus</i> (curimatá-pacu).....	210
Figura 181. <i>Hoplias intermedius</i> (trairão) .....	211
Figura 182. <i>Hypostomus margaritifer</i> (cascudo).....	211
Figura 183. <i>Rhinelepis aspera</i> (cascudo-preto).....	211
Figura 184. <i>Hypostomus alatus</i> (cascudo) .....	212
Figura 185. <i>Neoplecostomus franciscoensis</i> (cascudinho) .....	212
Figura 186. <i>Rineloricaria</i> sp. (cascudinho) .....	212
Figura 187. <i>Lepidocharax burnsi</i> (piaba).....	213
Figura 188. <i>Piabina argentea</i> (piaba) .....	213
Figura 189. <i>Bryconops affinis</i> (piaba).....	213
Figura 190. <i>Orthospinus franciscensis</i> (piaba) .....	214
Figura 191. <i>Astyanax rivularis</i> (lambari) .....	214

Figura 192. <i>Astyanax taeniatus</i> (lambari) .....	214
Figura 193. <i>Astyanax lacustris</i> (lambari-rabo-amarelo) .....	215
Figura 194. <i>Astyanax fasciatus</i> (lambari-do-vermelho) .....	215
Figura 195. <i>Oligosarcus argenteus</i> (lambari-bocarra) .....	215
Figura 196. <i>Rhamdia quelen</i> (bagre) .....	216
Figura 197. <i>Pimelodus maculatus</i> (mandi-amarelo) .....	216
Figura 198. <i>Pimelodus fur</i> (mandi-prata) .....	216
Figura 199. <i>Trachelyopterus galeatus</i> (cangati) .....	217
Figura 200. <i>Callichthys callichthys</i> (tamoatá) .....	217
Figura 201. <i>Hoplosternum littorale</i> (tamoatá) .....	217
Figura 202. <i>Crenicichla lepidota</i> (joão-bobo) .....	218
Figura 203. <i>Acestrorhynchus lacustris</i> (peixe-cachorro) .....	218
Figura 204. <i>Schizodon knerii</i> (piau-branco) .....	218
Figura 205. <i>Leporellus vittatus</i> (piancó, piau-rola) .....	219
Figura 206. <i>Megaleporinus obtusidens</i> - jovem (piau-verdadeiro) .....	219
Figura 207. <i>Leporinus marcgravii</i> (timburé) .....	219
Figura 208. <i>Leporinus amblyrhynchus</i> (timburé) .....	220
Figura 209. <i>Leporinus taeniatus</i> (piau-jejo) .....	220
Figura 210. <i>Megaleporinus reinhardtii</i> (piau-três-pintas) .....	220
Figura 211. <i>Megaleporinus elongatus</i> (piau-verdadeiro) .....	221
Figura 212. <i>Pachyurus francisci</i> (corvina) .....	221
Figura 213. <i>Serrapinnus piaba</i> (piaba) .....	221
Figura 214. <i>Serrapinnus heterodon</i> (piaba) .....	222
Figura 215. <i>Hemigrammus marginatus</i> (piaba) .....	222
Figura 216. <i>Phenacogaster franciscoensis</i> (piaba) .....	222
Figura 217. <i>Moenkhausia costae</i> (piaba-tesoura) .....	223

Figura 218. <i>Moenkhausia sanctae-filomenae</i> (piaba).....	223
Figura 219. <i>Hysteronotus megalostomus</i> (piaba).....	223
Figura 220. <i>Franciscodoras marmoratus</i> (mandi-serrudo) .....	224
Figura 221. <i>Duopalatinus emarginatus</i> (mandiaçu).....	224
Figura 222. <i>Trichomycterus variegatus</i> (cambeva) .....	224
Figura 223. <i>Homodiaetus</i> sp. (cambeva) .....	225
Figura 224. <i>Serrasalmus brandtii</i> (pirambeba) .....	225
Figura 225. <i>Pygocentrus piraya</i> (piranha) .....	225
Figura 226. <i>Steindachnerina corumbae</i> (saguiru) .....	226
Figura 227. <i>Cichlasoma sanctifranciscense</i> (cará).....	226
Figura 228. Enquadramento dos corpos de água superficiais de domínio de Minas Gerais.....	233
Figura 229. Exemplar de <i>Gymnotus carapo</i> (sarapó) fixado do qual foi retirada amostra de músculo para as análises de isótopos em campo .....	235
Figura 230. Amostras em processo de liofilização .....	236
Figura 231. Processo de moagem de material seco, em cadinho com pistilo .....	236
Figura 232. Amostras secas e moídas, acondicionadas em frascos Eppendorf .....	237
Figura 233. Amostras filtradas de perifíton e material em suspensão na água. Detalhe dos filtros de fibra de vidro Millipore® de 45 micrômetros .....	238
Figura 234. Amostras filtradas de perifíton e material em suspensão na água. Detalhe dos filtros de fibra de vidro Millipore® de 45 micrômetros .....	239
Figura 235. Respostas Biológicas para Níveis Crescentes de Estresse .....	249
Figura 236. Média geral das assinaturas isotópicas de Carbono - $\delta^{13}C$ (‰) dos recursos do ambiente e dos peixes analisados nos afluentes da Bacia do Rio das Velhas. Afluentes: Bicudo (BI-01); Cipó (CP-01); Cipó (CP-02); Curimataí (CU-01); Jaboticatubas (JB-01); Jequitibá (JE-01); Onça (ON-01); Pardo Grande (PG-01); Pardo Pequeno (PP-01); Rib. da Mata (RM-01); Taquaraçu (TQ-01). .....	252

Figura 237. Média, desvio padrão e erro padrão das assinaturas isotópicas de Carbono -  $\delta^{13}\text{C}$  (‰) dos recursos do ambiente e dos peixes analisados nos afluentes da Bacia do Rio das Velhas. Afluentes: Bicudo (BI-01); Cipó (CP-01); Cipó (CP-02); Curimataí (CU-01); Jaboticatubas (JB-01); Jequitibá (JE-01); Onça (ON-01); Pardo Grande (PG-01); Pardo Pequeno (PP-01); Rib. da Mata (RM-01); Taquaraçu (TQ-01).....253

Figura 238. Média geral das assinaturas isotópicas de Carbono -  $\delta^{13}\text{C}$  (‰) dos recursos do ambiente e dos peixes analisados nos afluentes da Bacia do Rio das Velhas. Afluentes: Bicudo (BI-01); Cipó (CP-01); Cipó (CP-02); Curimataí (CU-01); Jaboticatubas (JB-01); Jequitibá (JE-01); Onça (ON-01); Pardo Grande (PG-01); Pardo Pequeno (PP-01); Rib. da Mata (RM-01); Taquaraçu (TQ-01). .....259

Figura 239. Média, desvio padrão e erro padrão das assinaturas isotópicas de Nitrogênio -  $\delta^{15}\text{N}$  (‰) dos recursos e peixes analisados nos afluentes da Bacia do Rio das Velhas. Afluentes: Bicudo (BI-01); Cipó (CP-01); Cipó (CP-02); Curimataí (CU-01); Jaboticatubas (JB-01); Jequitibá (JE-01); Onça (ON-01); Pardo Grande (PG-01); Pardo Pequeno (PP-01); Rib. da Mata (RM-01); Taquaraçu (TQ-01). .....260

Figura 240. Média geral das assinaturas isotópicas de Carbono -  $\delta^{13}\text{C}$  (‰) dos recursos do ambiente e dos peixes analisados na calha do Rio das Velhas. Locais: São Bartolomeu (RV-01); Bela Fama (RV-02); Santa Luzia (RV-03); Lagoa Santa (RV-04); Santa Rita do Cedro (RV-05); Senhora da Glória (RV-06); Lassance (RV-07); Barra do Guaicuí (RV-08).....265

Figura 241. Média, desvio padrão e erro padrão das assinaturas isotópicas de Carbono -  $\delta^{13}\text{C}$  (‰) dos recursos e peixes analisados na calha do Rio das Velhas. Locais: São Bartolomeu (RV-01); Bela Fama (RV-02); Santa Luzia (RV-03); Lagoa Santa (RV-04); Santa Rita do Cedro (RV-05); Senhora da Glória (RV-06); Lassance (RV-07); Barra do Guaicuí (RV-08). .....266

Figura 242. Média geral das assinaturas isotópicas de Nitrogênio -  $\delta^{15}\text{N}$  (‰) dos recursos do ambiente e dos peixes analisados na calha do Rio das Velhas. Locais: São Bartolomeu (RV-01); Bela Fama (RV-02); Santa Luzia (RV-03); Lagoa Santa (RV-04); Santa Rita do Cedro (RV-05); Senhora da Glória (RV-06); Lassance (RV-07); Barra do Guaicuí (RV-08).....271

Figura 243. Média, desvio padrão e erro padrão das assinaturas isotópicas de Nitrogênio -  $\delta^{15}\text{N}$  (‰) dos recursos e peixes analisados na calha do Rio das Velhas. Locais: São Bartolomeu (RV-01); Bela Fama (RV-02); Santa Luzia (RV-03); Lagoa Santa (RV-04); Santa Rita do Cedro (RV-05); Senhora da Glória (RV-06); Lassance (RV-07); Barra do Guaicuí (RV-08). .....272

Figura 244. Variação na composição isotópica de Carbono e Nitrogênio dos peixes amostrados nos afluentes e na calha do rio das Velhas, nas estações seca e chuvosa. Afluentes: Bicudo (BI-01); Cipó (CP-01); Cipó (CP-02); Curimataí (CU-01); Jaboticatubas (JB-01); Jequitibá (JE-01); Onça (ON-01); Pardo Grande (PG-01); Pardo Pequeno (PP-01); Rib. da Mata (RM-01); Taquaraçu (TQ-01). Locais: São Bartolomeu (RV-01); Bela Fama (RV-02); Santa Luzia (RV-03); Lagoa Santa (RV-04); Santa Rita do Cedro (RV-05); Senhora da Glória (RV-06); Lassance (RV-07); Barra do Guaicuí (RV-08). .....278

Figura 245. Variação na composição isotópica de Carbono e Nitrogênio nas amostras de esgoto coletadas nas UTE Onça e UTE Arrudas antes e após o tratamento de esgoto. ....279

Figura 246. Variação na composição isotópica de Carbono nos peixes e recursos amostrados na Bacia do rio das Velhas. Siglas: Peixes (PX); Algas filamentosas (AL); Macrófitas (MA); Perifíton (PE); Bambu (BA); Mata ciliar (MC); Folhiço (FO); Gramíneas (GR), Sedimento (SE); Material em suspensão (MS). .....281

Figura 247. Variação na composição isotópica de Nitrogênio nos peixes e recursos amostrados na Bacia do rio das Velhas. Siglas: Peixes (PX); Algas filamentosas (AL); Macrófitas (MA); Perifíton (PE); Bambu (BA); Mata ciliar (MC); Folhiço (FO); Gramíneas (GR), Sedimento (SE); Material em suspensão (MS). .....282

Figura 248. Variação na composição isotópica de Carbono e Nitrogênio das 10 espécies de peixes mais abundantes e comuns à calha e aos afluentes do Rio das Velhas. ....284

Figura 249. Espaço biplot para as comunidades de peixes do rio Cipó (CP-02) na estação chuvosa. Cada ponto colorido representa um indivíduo e cada cor representa uma espécie. Os pontos pretos representam os recursos juntamente com a sua variação na assinatura de Carbono (eixo x) e Nitrogênio (eixo y). Siglas: Algas filamentosas (AL); Macrófitas (MA); Perifíton (PE); Bambu (BA); Mata ciliar (MC); Folhiço (FO); Gramíneas (GR), Sedimento (SE); Material em suspensão (MS). ....287

Figura 250. Espaço biplot para as comunidades de peixes do rio Cipó (CP-02) na estação seca. Cada ponto colorido representa um indivíduo e cada cor representa uma espécie. Os pontos pretos representam os recursos juntamente com a sua variação na assinatura de Carbono (eixo x) e Nitrogênio (eixo y). Siglas: Algas filamentosas (AL); Macrófitas (MA); Perifíton (PE); Bambu (BA); Mata ciliar (MC); Folhiço (FO); Gramíneas (GR), Sedimento (SE); Material em suspensão (MS). ....288



Figura 251. Espaço biplot para as comunidades de peixes das diferentes regiões do rio das Velhas. Cada ponto colorido representa um indivíduo e cada cor representa uma espécie. Os pontos pretos representam os recursos juntamente com a sua variação na assinatura de Carbono (eixo x) e Nitrogênio (eixo y). Siglas: Algas filamentosas (AL); Macrófitas (MA); Perifíton (PE); Bambu (BA); Mata ciliar (MC); Folhiço (FO); Gramíneas (GR), Sedimento (SE); Material em suspensão (MS). ....289

Figura 252. Espaço biplot para as comunidades de peixes das diferentes regiões do rio das Velhas. Cada ponto colorido representa um indivíduo e cada cor representa uma espécie. Os pontos pretos representam os recursos juntamente com a sua variação na assinatura de Carbono (eixo x) e Nitrogênio (eixo y). Siglas: Algas filamentosas (AL); Macrófitas (MA); Perifíton (PE); Bambu (BA); Mata ciliar (MC); Folhiço (FO); Gramíneas (GR), Sedimento (SE); Material em suspensão (MS). ....290

Figura 253. Espaço biplot para as comunidades de peixes das diferentes regiões do rio das Velhas. Cada ponto colorido representa um indivíduo e cada cor representa uma espécie. Os pontos pretos representam os recursos juntamente com a sua variação na assinatura de Carbono (eixo x) e Nitrogênio (eixo y). Siglas: Algas filamentosas (AL); Macrófitas (MA); Perifíton (PE); Bambu (BA); Mata ciliar (MC); Folhiço (FO); Gramíneas (GR), Sedimento (SE); Material em suspensão (MS). ....291

Figura 254. Espaço biplot para as comunidades de peixes das diferentes regiões do rio das Velhas. Cada ponto colorido representa um indivíduo e cada cor representa uma espécie. Os pontos pretos representam os recursos juntamente com a sua variação na assinatura de Carbono (eixo x) e Nitrogênio (eixo y). Siglas: Algas filamentosas (AL); Macrófitas (MA); Perifíton (PE); Bambu (BA); Mata ciliar (MC); Folhiço (FO); Gramíneas (GR), Sedimento (SE); Material em suspensão (MS). ....292

Figura 255. Espaço biplot para as comunidades de peixes do ponto RV-01 (calha antes do esgoto), RV-04 (calha após entrada do esgoto) e rio Cipó (CP-02 - afluente mais preservado). Cada número representa uma espécie. A variação no Carbono é representado pela linha azul e a variação no Nitrogênio é representado pela linha vermelha. A variação nas assinaturas dos recursos é indicada pela elipse vermelha e a do esgoto pela linha preta. ....294

## LISTA DE FIGURAS

(Volume III)

Figura 256. Distribuição espacial dos Amigos do Rio ao longo da bacia do rio das Velhas. ....	296
Figura 257. Entrega de kits para os Amigos do Rio .....	299
Figura 258. Abertura do Prof. Marcus Vinícius Polignano (Presidente do CBH-Velhas).....	302
Figura 259. Palestra Biólogo Carlos Bernardo Mascarenhas Alves .....	302
Figura 260. Debate entre participantes Amigos do Rio .....	303
Figura 261. Participantes e equipe do 1º treinamento Amigos do Rio, realizado em julho de 2015, em conjunto com o V Encontro de Subcomitês do CBH Rio das Velhas.....	303
Figura 262. Convite para o Treinamento dos Amigos do Rio. ....	305
Figura 263. Abertura do Treinamento com o Biólogo Carlos B. M. Alves. ....	308
Figura 264. Apresentação de participantes e equipe. ....	308
Figura 265. Palestra: “Histórico dos estudos de biomonitoramento na bacia do rio das Velhas”.....	309
Figura 266. Palestra: “As iniciativas de Monitoramento Participativo na bacia do rio das Velhas: Mortandades de peixes”, exemplo ocorrência na China.....	309
Figura 267. Apresentação do “Manual de Orientação para procedimentos durante o Atendimento à Emergência Ambiental envolvendo Mortandade de Peixes”. ....	310
Figura 268. Apresentação prática sobre coleta e análise de parâmetros da água, pela Bióloga Juliana S. França.....	310
Figura 269. Debate entre participantes Amigos do Rio. ....	311
Figura 270. Participantes e equipe do 2º treinamento Amigos do Rio, realizado em Sete Lagoas em dezembro de 2015. ....	311
Figura 271. Visitas de Acompanhamento realizadas com os Amigos do Rio.....	315
Figura 272. Importância do Programa Amigos do Rio na visão dos parceiros.....	316
Figura 273. Interesse dos Amigos do Rio em atividades relacionadas ao MAP.....	317

Figura 274. Experiência dos Amigos do Rio em atividades semelhantes ao MAP..	317
Figura 275. Opinião dos Amigos do Rio a respeito da situação atual do rio das Velhas.....	318
Figura 276. Propostas para a recuperação da Bacia do rio das Velhas as quais os Amigos do Rio consideram contribuir para o desenvolvimento deste trabalho. ....	320
Figura 277. Minuta de convite enviado para as instituições para realização de Oficina de Bacia Hidrográfica .....	322
Figura 279. Convite <i>online</i> para oficina realizada na cidade de Itabirito, em outubro de 2015. ....	324
Figura 280. Convite <i>online</i> para oficina realizada na cidade de Belo Horizonte (SCBH Ribeirão Arrudas), em dezembro de 2015. ....	325
Figura 281. Convite <i>online</i> para oficina realizada na cidade de Ribeirão das Neves (SCBH Ribeirão da Mata), em abril de 2016. ....	326
Figura 282. Convite <i>online</i> para oficina realizada na cidade de Caeté (SCBH Caeté/Sabará), em maio de 2016. ....	327
Figura 283. Convite <i>online</i> para oficina a ser realizada na cidade de Sete Lagoas (SCBH Jequitibá), em junho de 2016. ....	328
Figura 284. Convite <i>online</i> para oficina a ser realizada na cidade de Várzea da Palma (SCBH Guaicuí), em agosto de 2016. ....	329
Figura 285. Convite <i>online</i> para oficina a ser realizada na cidade de Presidente Juscelino (SCBH Paraúna), em novembro de 2016. ....	330
Figura 286. Convite <i>online</i> para oficina a ser realizada na cidade Curvelo (SCBH Santo Antônio e Maquiné), em novembro de 2016. ....	331
Figura 287. Oficina realizada no Parque Municipal Nossa Senhora da Piedade, em Belo Horizonte: apresentação dos participantes. ....	335
Figura 288. Palestra da oficina sobre bacia hidrográfica como instrumento pedagógico.....	335
Figura 289. Atividade lúdica da oficina sobre biomonitoramento de bacias hidrográficas.....	336
Figura 290. Lista de Presença nas atividades oferecidas na SCBH Ribeirão Onça	337
Figura 291. Oficina realizada na sede Centro de Referência de Assistência Social em Confins: apresentação dos participantes. ....	338

Figura 292. Palestra da oficina sobre bacia hidrográfica como instrumento pedagógico.....	339
Figura 293. Palestra da oficina sobre biomonitoramento de bacias hidrográficas...	339
Figura 294. Lista de Presença nas atividades oferecidas na SCBH Confins. ....	340
Figura 295. Oficina realizada na Casa de Cultura Maestro Dungas em Itabirito: Atividade lúdica da oficina sobre biomonitoramento de bacias hidrográficas.....	341
Figura 296. Palestra da oficina sobre biomonitoramento de bacias hidrográficas...	342
Figura 297. Exposição Interativa da oficina sobre biomonitoramento de bacias hidrográficas.....	342
Figura 298. Lista de Presença nas atividades oferecidas na SCBH Itabirito – Lista 1.....	343
Figura 299. Lista de Presença nas atividades oferecidas na SCBH Itabirito – Lista 2.....	344
Figura 300. Palestra da oficina sobre bacia hidrográfica como instrumento pedagógico.....	345
Figura 301. Palestra da oficina sobre biomonitoramento de bacias hidrográficas...	346
Figura 302. Oficina sobre biomonitoramento de bacias hidrográficas.....	346
Figura 303. Lista de Presença nas atividades oferecidas na SCBH Arrudas.....	347
Figura 304. Apresentação Secretário de Meio Ambiente de Ribeirão das Neves ...	350
Figura 305. Palestra da oficina sobre bacia hidrográfica como instrumento pedagógico.....	350
Figura 306. Oficina sobre biomonitoramento de bacias hidrográficas.....	351
Figura 307. Lista de Presença nas atividades oferecidas na SCBH Ribeirão da Mata (bacias hidrográficas).....	352
Figura 308. Lista de Presença nas atividades oferecidas na SCBH Ribeirão da Mata (biomonitoramento).....	353
Figura 309. Palestra da oficina sobre bacia hidrográfica como instrumento pedagógico.....	355
Figura 310. Oficina sobre biomonitoramento de bacias hidrográficas.....	356

Figura 311. Lista de Presença nas atividades oferecidas no SCBH Ribeirão da Mata.....	357
Figura 312. Oficina bacias hidrográficas como instrumento de articulação popular e prática educativa. ....	359
Figura 313. Oficina biomonitoramento de bacias hidrográficas.....	359
Figura 314. Lista de Presença nas atividades oferecidas no SCBH Jequitibá - Lista 1.....	360
Figura 315. Lista de Presença nas atividades oferecidas no SCBH Jequitibá - Lista 2.....	361
Figura 316. Oficina bacias hidrográficas como instrumento de articulação popular e prática educativa. ....	362
Figura 317. Oficina biomonitoramento de bacias hidrográficas.....	363
Figura 318. Participantes das Oficinas Bacias Hidrográficas e Biomonitoramento, realizada em Várzea da Palma, em agosto de 2016.....	363
Figura 319. Lista de Presença nas atividades oferecidas no SCBH Guaicuí. ....	364
Figura 320. Oficina bacias hidrográficas como instrumento de articulação popular e prática educativa. ....	365
Figura 321. Oficina biomonitoramento de bacias hidrográficas.....	365
Figura 322. Lista de Presença nas atividades oferecidas no SCBH Paraúna – Lista 1 .....	366
Figura 323. Lista de Presença nas atividades oferecidas no SCBH Paraúna – Lista 2.....	367
Figura 324. Oficina bacias hidrográficas como instrumento de articulação popular e prática educativa. ....	368
Figura 325. Oficina biomonitoramento de bacias hidrográficas.....	368
Figura 326. Lista de Presença nas atividades oferecidas no SCBH Santo Antônio e Maquiné – Lista 1 .....	369
Figura 327. Lista de Presença nas atividades oferecidas no SCBH Santo Antônio e Maquiné – Lista 2 .....	370
Figura 328. Questionários respondidos por oficina. ....	372
Figura 329. Instituições participantes representativas nas oficinas.....	372

Figura 330. Satisfação com as informações apresentadas sobre a bacia do Rio das Velhas. ....	373
Figura 331. Satisfação com as informações referentes à pesquisas na bacia do Rio das Velhas.....	374
Figura 332. Satisfação com as informações sobre o Biomonitoramento na bacia do Rio das Velhas. ....	375
Figura 333. Satisfação com as informações sobre a Gestão de Recursos Hídricos na bacia do Rio das Velhas.....	376
Figura 334. Potencial de trabalho em sala de aula das informações apresentadas.....	377
Figura 335. Capacitação biomonitoramento de bacias hidrográficas – palestra. ....	383
Figura 336. Capacitação biomonitoramento de bacias hidrográficas – aplicação de protocolo.....	383
Figura 337. Capacitação biomonitoramento de bacias hidrográficas – utilização de kit educativo.....	384
Figura 338. Capacitação biomonitoramento de bacias hidrográficas – coleta de organismos bentônicos.....	384
Figura 339. Lista de Presença da capacitação oferecida para a ONG Caminhos da Serra .....	385
Figura 340. Certificado oferecido aos participantes da capacitação sobre Biomonitoramento. ....	386
Figura 341. Palestra do curso de capacitação para professores.....	389
Figura 342. Discussões e apontamentos entre participantes.....	389
Figura 343. Apresentação de atividades de Educação Ambiental. ....	390
Figura 344. Aplicação do protocolo de caracterização de entorno.....	390
Figura 345. Análises físicas e químicas de coluna d’água (treinamento na utilização do <i>ecokit</i> ).....	391
Figura 346. Análises biológicas (treinamento na avaliação de macroinvertebrados bentônicos).....	391

Figura 347. Avaliação do curso de capacitação onde os professores marcaram entre 5 (muito bom) e 1 (muito ruim) sobre sua auto avaliação como participante quanto às expectativas e aproveitamento.....	392
Figura 348. Visita à escola (treinamento) na E.M. Hélio Pellegrino: exposição teórica.....	393
Figura 349. Visita à escola (treinamento) na E.M. Hélio Pellegrino: exposição interativa.....	393
Figura 350. Visita à escola (treinamento) na E.E. Maria Carolina Campos: turma selecionada para o projeto. ....	394
Figura 351. Visita à escola (treinamento) na E.E. Maria Carolina: triagem de macroinvertebrados bentônicos. ....	394
Figura 352. Visita à escola (treinamento) na E.M. Adauto Lúcio Cardoso: aplicação de protocolo.....	395
Figura 353. Visita à escola (treinamento) na E.M. Adauto Lúcio Cardoso: utilização de <i>ecokit</i> . ....	395
Figura 354. Visita à escola (treinamento) na E.M. Josefina Souza Lima: observação em lupa. ....	396
Figura 355. Visita à escola (treinamento) na E.M. Josefina Souza Lima: utilização de <i>ecokit</i> . ....	396
Figura 356. Visita à escola (treinamento) na E.E. Geraldina Ana Gomes: aplicação de protocolo.....	397
Figura 357. Visita à escola (treinamento) na E.E. Geraldina Ana Gomes: utilização de <i>ecokit</i> . ....	397
Figura 358. Visita à escola (treinamento) na E.M. Herbert José de Souza: exposição teórica. ....	398
Figura 359. Visita à escola (treinamento) na E.M. Herbert José de Souza: observação em lupa. ....	398
Figura 360. Visita à escola (treinamento) na E.E. Madre Carmelita: exposição interativa.....	399
Figura 361. Visita à escola (treinamento) na E.E. Madre Carmelita: aplicação de protocolo.....	399
Figura 362. Visita à escola (treinamento) na E.E. Bolivar Tinoco Mineiro: exposição interativa.....	400

Figura 363. Visita à escola (treinamento) na E.E. Bolivar Tinoco Mineiro: observação em lupa. ....	400
Figura 364. Visita à escola (treinamento) na E.E. Alisson Pereira Guimarães: utilização de <i>ecokit</i> .....	401
Figura 365. Visita à escola (treinamento) na E.E. Alisson Pereira Guimarães: turma selecionada para o projeto. ....	401
Figura 366. Visita à escola (treinamento) na E.E. Presidente Tancredo Neves: exposição interativa.....	402
Figura 367. Visita à escola (treinamento) na E.E. Presidente Tancredo Neves: aplicação de protocolo. ....	402
Figura 368. Visita à escola (acompanhamento) na E.E. Bolivar Tinoco Mineiro: identificação de macroinvertebrados bentônicos.....	404
Figura 369. Visita à escola (acompanhamento) na E.E. Madre Carmelita: análises físico-químicas. ....	404
Figura 370. Visita à escola (acompanhamento) na E.E. Alisson Pereira Guimarães: coleta de água.....	405
Figura 371. Visita à escola (acompanhamento) na E.E. Maria Carolina Campos: triagem de macroinvertebrados bentônicos. ....	405
Figura 372. Visita à escola (acompanhamento) na E.E. Presidente Tancredo Neves: triagem de macroinvertebrados bentônicos. ....	406
Figura 373. Visita à escola (acompanhamento) na E.M. Josefina Sousa Lima: aplicação de protocolo. ....	406
Figura 374. Visita à escola (acompanhamento) na E.M. Hélio Pellegrino: análises físico-químicas. ....	407
Figura 375. Visita à escola (acompanhamento) na E.M. Herbert José de Souza: análises físico-químicas. ....	407
Figura 376. Visita à escola (acompanhamento) na E.E. Geraldina Ana Gomes: coleta de macroinvertebrados bentônicos. ....	408
Figura 377. Visita à escola (acompanhamento) na E.M. Adauto Lúcio Cardoso: análises físico-químicas. ....	408



Figura 378. Aplicação do “Protocolo de Simplificado de Avaliação Rápida” nos riachos estudados durante as visitas de treinamento, onde: N. Sra. Piedade/E.M. Hélio Pellegrino; Capão/E.E. Maria Carolina Campos; Capão/E.M. Aduino Lúcio Cardoso; Primeiro de Maio/E.M. Josefina Souza Lima; Baleares/E.E. Geraldina Ana Gomes; Ribeirão da Onça/E.M. Herbert José de Souza; Ribeirão da Onça/E.E. Bolivar Tinoco Mineiro; Lagoa da Pampulha/E.E. Madre Carmelita; Córrego Ferrugem/E.E. Alisson Pereira Guimarães; Córrego Saramenha/E.E. Presidente Tancredo Neves. .... 414

Figura 379. Aplicação do “Protocolo de Simplificado de Avaliação Rápida” nos riachos estudados durante as visitas de acompanhamento,; N. Sra. Piedade/E.M. Hélio Pellegrino; Capão/E.E. Maria Carolina Campos; Capão/E.M. Aduino Lúcio Cardoso; Primeiro de Maio/E.M. Josefina Souza Lima; Baleares/E.E. Geraldina Ana Gomes; Ribeirão da Onça/E.M. Herbert José de Souza; Ribeirão da Onça/E.E. Bolivar Tinoco Mineiro; Lagoa da Pampulha/E.E. Madre Carmelita; Córrego Ferrugem/E.E. Alisson Pereira Guimarães; N. Sra. Piedade/E.E. Presidente Tancredo Neves. .... 415

Figura 380. Exemplo de identificação e contagem de organismos por estudantes participantes do Monitoramento Participativo. Anotações da E.M. Aduino Lúcio Cardoso/Córrego Capão. .... 416

Figura 381. Aplicação do “Índice BMWP para macroinvertebrados bentônicos” nos riachos estudados durante as visitas de treinamento, onde: N. Sra. Piedade/E.M. Hélio Pellegrino; Capão/E.E. Maria Carolina Campos; Capão/E.M. Aduino Lúcio Cardoso; Primeiro de Maio/E.M. Josefina Souza Lima; Baleares/E.E. Geraldina Ana Gomes; Ribeirão da Onça/E.M. Herbert José de Souza; Ribeirão da Onça/E.E. Bolivar Tinoco Mineiro; Lagoa da Pampulha/E.E. Madre Carmelita; Córrego Ferrugem/E.E. Alisson Pereira Guimarães; Córrego Saramenha/E.E. Presidente Tancredo Neves. .... 417

Figura 382. Aplicação do “Índice BMWP para macroinvertebrados bentônicos” nos riachos estudados durante as visitas de acompanhamento,; N. Sra. Piedade/E.M. Hélio Pellegrino; Capão/E.E. Maria Carolina Campos; Capão/E.M. Aduino Lúcio Cardoso; Primeiro de Maio/E.M. Josefina Souza Lima; Baleares/E.E. Geraldina Ana Gomes; Ribeirão da Onça/E.M. Herbert José de Souza; Ribeirão da Onça/E.E. Bolivar Tinoco Mineiro; Lagoa da Pampulha/E.E. Madre Carmelita; Córrego Ferrugem/E.E. Alisson Pereira Guimarães; N. Sra. Piedade/E.E. Presidente Tancredo Neves. .... 418

Figura 383. Exemplo de informações e imagens enviadas, através de aplicativo, pela Prof<sup>a</sup> Roseli Corrêa – E.M. Aduino Lúcio Cardoso/Córrego Capão. .... 419

Figura 384. Exemplo de informações e imagens enviadas, através de aplicativo, pela Prof<sup>a</sup> Consuelo Rodrigues – E.E. Geraldina Ana Gomes/Córrego Baleares. .... 420

Figura 385. Convite *online* para o Seminário Final do Monitoramento Participativo com escolas públicas de ensino fundamental e médio da bacia do rio das Velhas, em novembro de 2016. .... 422

Figura 386. Detalhamento das etapas desenvolvidas com os estudantes durante o Monitoramento Participativo das Águas de 2016. ....	423
Figura 387. Programação do Seminário Final do Monitoramento Participativo com escolas públicas de ensino fundamental e médio da bacia do rio das Velhas, em novembro de 2016. ....	425
Figura 388. Mesa de abertura para recepção dos participantes do Projeto Monitoramento Participativo com escolas públicas de ensino fundamental e médio da bacia do rio das Velhas. ....	426
Figura 389. Participantes do Workshop “Monitoramento Participativo” durante a mesa de abertura e palestras realizadas. ....	426
Figura 390. Palestra Prof <sup>a</sup> Adlane Vilas Boas durante o período da manhã no Workshop “Monitoramento Participativo”. ....	427
Figura 391. Palestra Prof <sup>a</sup> Paulina Maria Maia Barbosa durante o período da tarde no Workshop “Monitoramento Participativo”. ....	427
Figura 392. Equipe E.M. Hélio Pellegrino durante a apresentação de pôsteres do Workshop “Monitoramento Participativo”. ....	428
Figura 393. Estudantes da E.M. Adauto Lúcio Cardoso durante a apresentação de pôsteres do Workshop “Monitoramento Participativo” ....	429
Figura 394. Estudantes da E.E. Maria Carolina Campos durante a apresentação de pôsteres do Workshop “Monitoramento Participativo” ....	429
Figura 395. Estudante da E.M. Herbert José de Souza durante a apresentação de pôsteres do Workshop “Monitoramento Participativo” ....	430
Figura 396. Estudantes da E.M. Josefina Sousa Lima durante a apresentação de pôsteres do Workshop “Monitoramento Participativo” ....	430
Figura 397. Estudantes da E.E. Geraldina Ana Gomes durante a apresentação de pôsteres do Workshop “Monitoramento Participativo” ....	431
Figura 398. Pôster apresentado pela equipe E.M. Hélio Pellegrino durante a apresentação do Workshop “Monitoramento Participativo” ....	432
Figura 399. Pôster apresentado pela equipe E.E. Presidente Tancredo Neves durante a apresentação do Workshop “Monitoramento Participativo” ....	433
Figura 400. Pôster apresentado pela equipe E.M. Adauto Lúcio Cardoso durante a apresentação do Workshop “Monitoramento Participativo” ....	434

Figura 401. Pôster apresentado pela equipe E.E. Maria Carolina Campos durante a apresentação do Workshop “Monitoramento Participativo” .....	435
Figura 402. Pôster apresentado pela equipe E.M. Herbert José de Souza durante a apresentação do Workshop “Monitoramento Participativo” .....	436
Figura 403. Pôster apresentado pela equipe E.M. Josefina Sousa Lima durante a apresentação do Workshop “Monitoramento Participativo” .....	437
Figura 404. Pôster apresentado pela equipe E.E. Bolivar Tinoco Mineiro durante a apresentação do Workshop “Monitoramento Participativo” .....	438
Figura 405. Pôster apresentado pela equipe E.E. Geraldina Ana Gomes durante a apresentação do Workshop “Monitoramento Participativo” .....	439
Figura 406. Estudantes da E.M. Hélio Pellegrino durante a apresentação de cultural oferecida no Workshop “Monitoramento Participativo” .....	440
Figura 407. Estudantes da E.E. Presidente Tancredo Neves durante a apresentação de cultural oferecida no Workshop “Monitoramento Participativo”. .....	440
Figura 408. Estudantes da E.M. Adauto Lúcio Cardoso durante a apresentação de cultural oferecida no Workshop “Monitoramento Participativo”. .....	441
Figura 409. Estudantes da E.E. Maria Carolina Campos durante a apresentação de cultural oferecida no Workshop “Monitoramento Participativo”. .....	441
Figura 410. Estudantes da E.M. Herbert José de Souza durante a apresentação de cultural oferecida no Workshop “Monitoramento Participativo”. .....	442
Figura 411. Estudantes da E.M. Josefina Sousa Lima durante a apresentação de cultural oferecida no Workshop “Monitoramento Participativo”. .....	442
Figura 412. Estudantes da E.E. Bolivar Tinoco Mineiro durante a apresentação de cultural oferecida no Workshop “Monitoramento Participativo”. .....	443
Figura 413. Estudantes da E.E. Geraldina Ana Gomes durante a apresentação de cultural oferecida no Workshop “Monitoramento Participativo”. .....	443
Figura 414. Equipe da E.E. Maria Carolina Campos durante a entrega de certificado de Menção Honrosa no Workshop “Monitoramento Participativo” .....	444
Figura 415. Equipe da E.M. Herbert José de Souza durante a entrega de certificado de Menção Honrosa no Workshop “Monitoramento Participativo”. .....	445
Figura 416. Estudantes da E.M. Josefina Sousa Lima durante a entrega de certificado de Menção Honrosa no Workshop “Monitoramento Participativo”. .....	445

Figura 417. Equipe da E.E. Bolivar Tinoco Mineiro durante a entrega de certificado de Menção Honrosa no Workshop “Monitoramento Participativo”. ..... 446

Figura 418. Equipe da E.E. Geraldina Ana Gomes durante a entrega de certificado de Menção Honrosa no Workshop “Monitoramento Participativo”. ..... 446

Figura 419. Equipe da E.E. Madre Carmelita durante a entrega de certificado de Menção Honrosa no Workshop “Monitoramento Participativo”. ..... 447

Figura 420. Divulgação do Workshop Monitoramento Participativo de Bacias Hidrográficas: a comunidade escolar como parceira na conservação de biodiversidade no site da Pró-reitoria de Extensão da UFMG. .... 448

Figura 421. Divulgação do Workshop Monitoramento Participativo de Bacias Hidrográficas: a comunidade escolar como parceira na conservação de biodiversidade no site do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas ..... 449

## LISTA DE FIGURAS

(Volume IV)

Figura 422. Convite com a pauta da Reunião Ordinária da CTPC – CBH-Velhas ..	458
Figura 423. Convite com a pauta da 88ª Reunião Ordinária do CBH-Velhas.....	459
Figura 424. Convite eletrônico com a pauta da 95ª Reunião Ordinária do CBH-Velhas.....	460

## **LISTA DE TABELAS**

(Volume I)

Tabela 1. Processos que influenciam a abundância isotópica em ambientes naturais e impactados.....	48
Tabela 2. Localização geográfica dos pontos de coleta em afluentes do rio das Velhas (em graus/minutos/segundos e UTM), data, altitude e município.....	87
Tabela 3. Localização geográfica dos pontos de coleta na calha do rio das Velhas (em graus/minutos/segundos e UTM), data, altitude e município.....	102
Tabela 4. Realização de oficinas na bacia do Rio das Velhas. ....	145
Tabela 5. Protocolo de avaliação do uso e ocupação do solo na região de entorno da bacia de drenagem de riachos urbanos. ....	147
Tabela 6. Parâmetros abióticos mensurados e respectivos valores máximos permitidos (VMP) previstos pela Resolução CONAMA 357/2005, para águas de Classe 2. ....	148
Tabela 7 Detalhamento das instituições a receberem a “Capacitação de Professores e Estudantes: Monitoramento Participativo” (10 escolas) .....	150
Tabela 8. Listagem de Amigos do Rio contatados para o MAP .....	152

## LISTA DE TABELAS

(Volume II)

Tabela 9. Esforço de pesca utilizado nos afluentes do rio das Velhas nas duas coletas realizadas em Jun-Jul/2015 e Out/2015.....	159
Tabela 10. Esforço de pesca utilizado na calha do rio das Velhas nas três coletas realizadas em Ago/2015, Jan/2016 e Mai-Jun/2016. ....	160
Tabela 11. Lista das espécies coletadas na bacia do rio das Velhas, agrupando os dados obtidos nas duas amostragens nos afluentes (jun-jul e out/2015) e as três amostragens na calha (ago/2015, jan/2016 e Mai-Jun/2016). ....	163
Tabela 12. Dados biométricos das espécies capturadas nas amostragens realizadas na bacia do rio das Velhas (calha e afluentes) em 2015 e 2016.....	174
Tabela 13. Caracterização limnológica dos afluentes do rio das Velhas nas duas campanhas de amostragem realizadas (1ª = Jun-Jul/2015 e 2ª = Out/2015) .....	227
Tabela 14. Caracterização limnológica dos pontos da calha do rio das Velhas nas três campanhas de amostragem realizadas (1ª = Ago/2015; 2ª = Jan/2016 e 3ª = Mai-Jun/2016) .....	230
Tabela 15. Número final de amostras de peixes coletadas nas duas campanhas realizadas nos afluentes da bacia do rio das Velhas e analisadas isotopicamente, por espécie (2015).....	242
Tabela 16. Número final de amostras coletadas nas duas campanhas nos afluentes da bacia do rio das Velhas e analisadas isotopicamente (2015).....	244
Tabela 17. Número final de amostras de peixes coletadas nas três campanhas realizadas na calha do rio das Velhas e analisadas isotopicamente (2015/2016)...	245
Tabela 18 Número final de amostras coletadas nas três campanhas na calha principal do rio das Velhas e analisadas isotopicamente (2015/2016) .....	247
Tabela 19. Número de amostras de esgotos (não tratado e tratado) colhidas nas ETES Arrudas e Onça, no período seco de 2016.....	248
Tabela 20. Número de amostras de esgotos (não tratado e tratado) colhidas nas ETES Arrudas e Onça, no período chuvoso de 2017.....	248
Tabela 21. Amplitudes das assinaturas isotópicas de Carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ , em ‰) e Nitrogênio ( $\delta^{15}\text{N}$ , em ‰) das 10 espécies de peixes mais abundantes e comuns à calha principal e aos afluentes do rio das Velhas (2015-2016). ....	285



Tabela 22. Lista das espécies e os respectivos códigos (Nº) utilizados nas representações gráficas de isótopos estáveis anteriormente apresentadas. ....286



## **LISTA DE TABELAS**

(Volume III)

Tabela 23. Localização geográfica dos Amigos do Rio, distribuídos ao longo da bacia do rio das Velhas.....	297
Tabela 24. Parceiros participantes do 1º treinamento (julho/2015) na cidade de Itabirito e 2º treinamento (dezembro/2015) na cidade de Sete Lagoas. ....	298
Tabela 25. Amostragem realizada do mês de setembro de 2016, representando período de seca, pelos Amigos do Rio com acompanhamento de um membro da equipe .....	313
Tabela 26. Amostragem realizada do mês de janeiro de 2017, representando período de chuvas, pelos Amigos do Rio com acompanhamento de um membro da equipe.....	314
Tabela 27. Agrupamento de respostas dos questionários utilizados para avaliação das oficinas. ....	371
Tabela 28. Classificação segundo Resolução CONAMA 357/2005 para águas de Classe 2. ....	416

## LISTA DE NOMENCLATURAS E SIGLAS

**AGB Peixe Vivo** - Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo

**Avina** - Fundación AVINA

**CBH Rio das Velhas** - Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

**CENA** - Centro de Energia Nuclear na Agricultura

**CNPq** - Fundação de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

**COPASA** - Companhia de Saneamento de Minas Gerais

**CP** - Comprimento padrão

**CPOM** - Course Particulate Organic Matter [Material Orgânico Particulado Grosso]

**CT** - Comprimento Total

**CTHidro** - Fundo Setorial de Recursos Hídricos

**DBO** - Demanda Bioquímica de Oxigênio

**DVEV** - Divisão de Tratamento de Efluentes da Bacia do Rio das Velhas

**COPASA** - Companhia de Saneamento de Minas Gerais

**DN** - Deliberação Normativa

**EMG** - Estádio de Maturação Gonadal

**ETA** - Estação de Tratamento de Água

**ESALQ** – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz

**FEAM** - Fundação Estadual do Meio Ambiente

**FPOM** - Fine Particulate Organic Matter [Material Orgânico Particulado Fino]

**Fundep** - Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa

**GPS** - Global Positioning System [Sistema de Posicionamento Global]

**IEF** - Instituto Estadual de Florestas

**ICMBio** - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

**IGAM** - Instituto Mineiro de Gestão das Águas

**IQA** - Índice de Qualidade de Água

**MAP** - Monitoramento Ambiental Participativo

**MCT-PUCRS** - Museu de Ciências e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

**MZUSP** - Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo

**NEA** - Núcleo de Emergência Ambiental

**OD** - Oxigênio Dissolvido

**PC** - Peso Corporal

**PDRH** - Plano Diretor de Recursos Hídricos

**pH** - Potencial Hidrogeniônico

**ProExt** - Programa de Extensão Universitária

**RMBH** - Região Metropolitana de Belo Horizonte

**SCBH** - Subcomitê de Bacia Hidrográfica

**SISEMA** - Sistema Estadual de Meio Ambiente



**STRS** - Smithsonian Tropical Research Institute [Instituto Smithsoniano de Pesquisa Tropical]

**TDS** - Total Dissolved Solids [Sólidos Totais Dissolvidos]

**UEL** - Universidade Estadual de Londrina

**UEM-Nupelia** - Universidade Estadual de Maringá / Núcleo de Pesquisa em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura

**UFLA** - Universidade Federal de Lavras

**UFMG** - Universidade Federal de Minas Gerais

**UFRGS** – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**US-EPA** - United States Environmental Protection Agency [Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos]

**USP** - Universidade de São Paulo

**UTE** - Unidade Territorial Estratégica

## 1 PREÂMBULO

A FUNDEP – Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa – firmou com a AGB Peixe Vivo – Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo – o Contrato de Prestação de Serviços nº 001/2015, referente ao Contrato de Gestão nº 002/IGAM/2012, para a realização do Biomonitoramento da Ictiofauna e Monitoramento Ambiental Participativo na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, em conformidade com o Ato Convocatório nº 005/2014.

Este estudo foi demandado pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (CBH Rio das Velhas) e viabilizado graças aos recursos advindos da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos. Esta cobrança é um instrumento econômico de gestão das águas previsto na Lei Federal nº 9.433 de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, e seus objetivos são “reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor; incentivar a racionalização do uso da água; e obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos”.

Ainda segundo a referida Lei, os recursos arrecadados devem ser aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que foram gerados e serão utilizados: I - no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos nos Planos de Recursos Hídricos; II - no pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Dessa forma, na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, além deste projeto, vários outros já foram demandados pelo Comitê e executados com o dinheiro arrecadado da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, como projetos hidroambientais, planos municipais de saneamento básico, elaboração e revisão do Plano Diretor de Recursos Hídricos da respectiva Bacia, dentre outros.

Os comitês de bacias hidrográficas são órgãos colegiados do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, com atribuições normativas, consultivas e deliberativas e o foro principal para o conhecimento, o debate de problemas, o planejamento e a tomada de decisão sobre os usos múltiplos dos recursos hídricos

no âmbito da bacia hidrográfica de sua jurisdição. Eles foram criados com o objetivo de compartilhar poder e responsabilidades entre o governo e os diversos setores da sociedade, no que tange a gestão dos recursos hídricos, propiciando maior participação da população.

O CBH Rio das Velhas, órgão deliberativo e com competência normativa, foi criado pelo Decreto Estadual 39.692, de 29 de junho de 1998. É composto, atualmente, por 28 de membros, sendo sua estruturação paritária entre Poder Público Estadual, Poder Público Municipal, usuários de recursos hídricos e sociedade civil organizada.

De acordo com o referido Decreto o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas possui a finalidade de “promover, no âmbito da gestão de recursos hídricos, a viabilização técnica e econômico-financeira de programa de investimento e consolidação de política de estruturação urbana e regional, visando o desenvolvimento sustentado da Bacia”.

As agências de Bacia, também instituídas pela Lei Federal nº 9.433 de 1997, foram criadas para prestar apoio administrativo, técnico e financeiro aos respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica, mediante o planejamento, a execução e o acompanhamento de ações, programas, projetos, pesquisas e quaisquer outros procedimentos aprovados, deliberados e determinados por cada Comitê de Bacia ou pelos Conselhos de Recursos Hídricos Estaduais ou Federais.

A AGB Peixe Vivo é uma associação civil, pessoa jurídica de direito privado, criada em 15 de setembro de 2006 e equiparada, no ano de 2007, à Agência de Bacia para o Comitê da Bacia Hidrográfica do rio das Velhas. Atualmente, além desse Comitê a AGB Peixe Vivo também está legalmente habilitada a exercer as funções de Agência de Bacia para o Comitê Federal da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. De forma sintética, os principais objetivos da AGB Peixe Vivo são os seguintes:

- Exercer a função de secretaria executiva dos Comitês;
- Auxiliar os Comitês de Bacias no processo de decisão e gerenciamento da bacia hidrográfica avaliando projetos e obras a partir de pareceres técnicos, celebrando convênios e contratando financiamentos e serviços para execução de suas atribuições;
- Manter atualizados os dados socioambientais da bacia hidrográfica em especial as informações relacionadas à disponibilidade dos recursos hídricos de sua área de atuação e o cadastro de usos e de usuários de recursos hídricos; e
- Auxiliar a implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos na sua área de atuação, como por exemplo, a cobrança pelo uso da água, plano diretor, sistema de informação e enquadramento dos corpos de água.

Conforme citado anteriormente, este trabalho está sendo executado no âmbito do Contrato de Gestão nº 002/IGAM/2012. O Contrato de Gestão é o instrumento firmado entre o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) e a AGB Peixe Vivo que permite a Agência exercer as funções de entidade delegatária de Agência de Água da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas.

O foco deste estudo é permitir a continuidade de um trabalho que já vinha sendo realizado na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas e que se constitui como um importante meio de detecção de impactos na bacia e monitoramento dos efeitos destes impactos sobre as comunidades biológicas aí existentes, além de permitir avaliações relacionadas com as medidas de controle dos impactos antrópicos sobre seus corpos d'água. Nesta nova fase, mérito especial deve ser dado ao CBH Rio das Velhas que demandou, por meio da AGB Peixe Vivo, a contratação de uma empresa para a continuidade do projeto de Biomonitoramento da Ictiofauna e o Monitoramento Ambiental Participativo nesta bacia de grande relevância para o estado de Minas Gerais e para a bacia do rio São Francisco.

## 2 INTRODUÇÃO

A qualidade ambiental pode ser medida pelo uso de indicadores biológicos, entre eles os peixes. Apesar de variáveis físicas e químicas da água serem importantes para avaliações ambientais, as características biológicas possuem a vantagem de fornecer informações para estudos de longo prazo (NAVAS-PEREIRA & HENRIQUE, 1996). Programas de monitoramento de comunidades de peixes podem trazer subsídios para a avaliação de impactos ambientais, já que são sensíveis à qualidade ambiental, ou integridade biótica (FAUSCH *et al.*, 1990; Ribeiro, 1995). Vários aspectos característicos de comunidades de peixes podem fornecer importantes informações sobre as relações entre estes e o ambiente, tais como riqueza de espécies na escala zoogeográfica (BAYLEY & LI, 1992; HUGUENY & LÉVÊQUE, 1994) e diversidade em escala local (GORMAN & KARR, 1978; ANGERMEIER & SCHLOSSER, 1989). Em locais sujeitos a impactos específicos, como exposição a metais pesados, poluição por esgotos domésticos e/ou industriais, entre outros, devem ser empregadas avaliações e metodologias específicas.

Atendendo metodologia sugerida pelo Ato Convocatório 005/2014 da AGB-Peixe Vivo, e dando continuidade aos trabalhos já realizados na bacia do rio das Velhas pelo Projeto Manuelzão (UFMG), pretende-se reestabelecer o programa de Biomonitoramento da Ictiofauna, em dois ambientes da bacia: calha principal (da nascente até a foz) e em seus principais afluentes.

Este trabalho serve de base para a avaliação dos resultados de todas as atividades previstas nas Metas 2010 e 2014, que foram Projetos Estruturadores Revitalização da Bacia do Rio das Velhas do Governo do Estado de Minas Gerais. Nacionalmente, o programa de Biomonitoramento da bacia do rio das Velhas se destaca por ser um dos poucos projetos de longo prazo, incorporando indicadores biológicos em suas avaliações. Além disso, se incorpora entre as ações relacionadas com a nova campanha do CBH-Velhas: *Rio das Velhas: te quero vivo*, com importantes acordos do Comitê com a Copasa, Governo do Estado de Minas Gerais e diversas prefeituras.



Desde 1999 a bacia do rio das Velhas vem sendo monitorada através de estudos sobre a fauna de peixes (ALVES & POMPEU, 2003; POMPEU *et al.*, 2004; ALVES & POMPEU 2005; POMPEU *et al.*, 2005; ALVES & POMPEU, 2006a; ALVES & POMPEU, 2006b; ALVES & POMPEU, 2008; POMPEU *et al.*, 2010; ALVES & POMPEU, 2010), acompanhando as alterações advindas da crescente preocupação com a saúde humana, conservação ambiental e investimentos em Estações de Tratamento de Esgotos (ETE), notadamente na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). Assim, a instalação das ETEs Arrudas e Onça foram marcos temporais nas avaliações ambientais utilizando os peixes como bioindicadores.

Assim, o presente trabalho pretende estabelecer novo marco temporal nos estudos de ictiofauna, com estudos entre os anos de 2015 e 2016, ao longo da calha do rio das Velhas e em seus principais afluentes. As primeiras iniciativas de estudos ocorreram entre os anos de 1999 e 2000, entre 2006 e 2007, e entre 2010 e 2011. Resultados preliminares demonstraram as respostas dos peixes à melhoria da qualidade da água e pretende-se confirmar se esse processo ainda perdura.

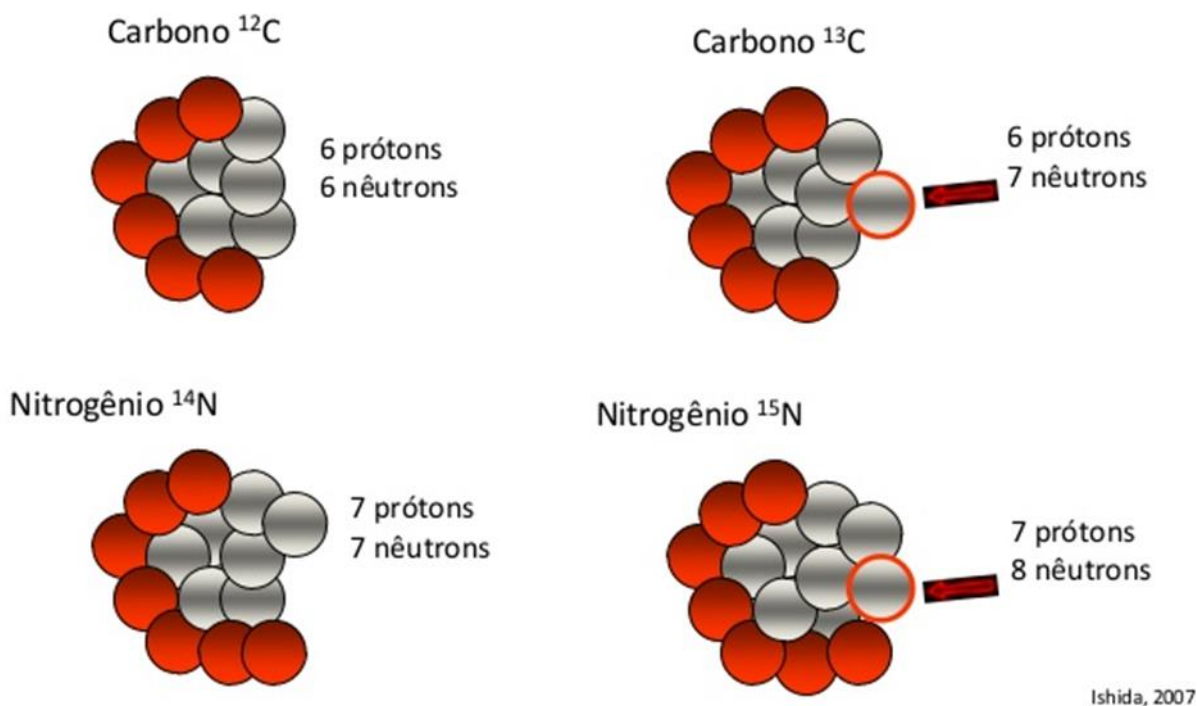
Estudos abordando a influência dos diferentes impactos humanos sobre as comunidades aquáticas vêm ganhando espaço nos últimos anos, principalmente no que se refere às propriedades energéticas do ecossistema (PETERSON & FRY, 1987; BOJSEN & BARRIGA, 2002; KRULL *et al.* 2007; CLAPCOTT *et al.*, 2010), isto é: quais as principais fontes de energia para os organismos aquáticos? Um dos principais contribuintes como fonte de energia para o ecossistema aquático é a floresta ripária (BELTRÃO, 2009). Sua eliminação está fortemente relacionada com a intensificação da agricultura, o que pode exercer grande influência sob as comunidades aquáticas que são dependentes do material que cai no rio, proveniente da camada vegetal circundante (GOULDING *et al.*, 1988). Por outro lado, o aporte de esgotos domésticos representa uma outra forma de aporte de Carbono, mas que não existia anteriormente no sistema. Assim, acompanhar quais fontes de Carbono são mais importantes para os organismos aquáticos representa uma alternativa para se avaliar processos de degradação e/ou recuperação ambiental.

As relações tróficas entre os organismos e suas presas podem ser obtidas pela análise de conteúdo estomacal e por análise de isótopos estáveis (MANETTA & BENEDITO-CECÍLIO, 2003). A grande desvantagem da análise de conteúdo estomacal, quando se dissecar um organismo para verificar a sua dieta, é de oferecer somente um resultado instantâneo de sua alimentação. Por outro lado, tem a vantagem de fornecer dados taxonômicos úteis sobre suas presas. O exame revela, direta e especificamente, o item alimentar que está sendo ingerido em determinado local e período de tempo (BEAUDOIN *et al.*, 1999). No entanto, deve-se considerar que os itens ingeridos apresentam diferentes composições químicas, o que implica velocidades diferentes de digestão e, conseqüentemente, incertezas na identificação do item realmente consumido. Outro fator deve-se a real assimilação do alimento consumido, pois nem todos os itens ingeridos pelo animal serão efetivamente assimilados. (MANETTA & BENEDITO-CECÍLIO, 2003).

Em contraste, os isótopos estáveis no tecido animal fornecem uma informação integrada das relações tróficas com base no longo prazo, bem como da dieta assimilada (HESSLEIN *et al.*, 1993). Segundo KEOUGH *et al.* (1998), os isótopos estáveis também podem ser usados para determinar as contribuições nutricionais de algumas presas que são mal quantificadas na análise do conteúdo do estomacal, como é o caso dos detritos provenientes dos esgotos domésticos. Atualmente, a crescente utilização de isótopos estáveis em tecidos animais e vegetais tem auxiliado no estabelecimento de uma rigorosa base empírica e teórica em estudos ecológicos, além de ser considerado como uma importante ferramenta para fisiologistas, ecólogos e outros pesquisadores que estudam os ciclos dos elementos e da matéria no ambiente (PEREIRA & BENEDITO-CECÍLIO, 2007).

O termo isótopo foi criado em 1913 por Frederick Soddy (1877-1956) e é definido como sendo átomos do mesmo elemento com os mesmos números de prótons, mas com diferentes números de nêutrons, ou seja, com diferentes números de massa. Já Francis William Aston (1877-1945) foi o responsável pelo primeiro espectrômetro de massa, estabelecendo evidências de que o conceito de isótopo aplicava-se a todos os elementos e não apenas aos radioativos (REZENDE *et al.*, 2008). Os isótopos estáveis mais amplamente utilizados em estudos ecológicos são

Carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) e Nitrogênio ( $\delta^{15}\text{N}$ ). Os resultados baseiam-se na determinação das proporções de  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  e  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  (Figura 1), respectivamente (MANETTA & BENEDITO-CECÍLIO, 2003), utilizando esses isótopos estáveis como ferramentas para o entendimento do fluxo de matéria e energia na natureza.



**Figura 1: Átomos de Carbono e Nitrogênio e seus isótopos estáveis**

Fonte: Elaborado por Paulo Pompeu (2017), adaptado de Ishida (2007).

Há um maior número de trabalhos em estudos ecológicos com o isótopo de Carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) (CIFUENTES *et al.*, 1988), possivelmente devido às facilidades metodológicas e de interpretação (LOPES & BENEDITO-CECÍLIO, 2002). Pelo fato do  $\delta^{13}\text{C}$  distinguir as contribuições das fontes de energia, alguns pesquisadores utilizam desta ferramenta seja em ecossistemas terrestres (FRY *et al.*, 1978) ou ecossistemas de água doce (ARAUJO-LIMA *et al.*, 1986). Na natureza, aproximadamente 98,89% de todo o Carbono é  $^{12}\text{C}$ , e 1,11 % é  $^{13}\text{C}$ , sendo que pode haver uma variação nestas taxas como resultado do fracionamento durante processos físicos, químicos e biológicos (BOUTTON, 1991). A composição isotópica de Carbono nos tecidos animais apresenta um enriquecimento por nível trófico de

aproximadamente 1%, evidenciado pelo valor isotópico do Carbono no animal em relação ao valor isotópico do Carbono na dieta. Além disso, a transferência da assinatura isotópica de Carbono ao longo da teia trófica é conservativa podendo ser utilizada para traçar o fluxo de energia em sistemas onde existem vários tipos de alimentos com diferenças nos valores de  $^{13}\text{C}$  (MANETTA & BENEDITO- CECÍLIO, 2003). Assim, conhecendo-se para um organismo a sua assinatura de Carbono, bem como a de suas presas ou alimentos potenciais, é possível estabelecer qual a contribuição de cada tipo de alimento para este organismo.

O  $\delta^{15}\text{N}$ , por sua vez, é fracionado consistentemente ao longo da teia trófica, possibilitando inferências sobre as relações tróficas dos consumidores com a sua dieta (VANDER-ZANDEN *et al.*, 1997). O isótopo de Nitrogênio tem um padrão de fracionamento em que ocorre enriquecimento de 3‰ a medida em que se aumenta o nível trófico (DENIRO & EPSTEIN, 1981). É importante considerar que a estrutura trófica do ecossistema é constituída por duas classes: os autotróficos e os heterotróficos, cabendo aos primeiros manufaturar o alimento a partir de substâncias inorgânicas simples, disponibilizando os nutrientes para os demais níveis da teia alimentar. Portanto, para entender o fluxo de energia no ecossistema é necessário investigar os processos que ocorrem a partir dos produtores primários e ver como a variação neste nível afeta os níveis posteriores da cadeia alimentar (LOPES & BENEDITO-CECÍLIO, 2002).

Quando há mais de uma fonte de alimento, é preciso identificar as fontes de Carbono, sejam elas derivadas de detritos ou de plantas (MANETTA & BENEDITO-CECÍLIO, 2003). Plantas terrestres são geralmente empobrecidas em  $^{13}\text{C}$ , as macrófitas aquáticas caracterizam-se por valores isotópicos mais enriquecidos, enquanto que o fitoplâncton é considerado como intermediário (FRY & SHERR, 1984). Segundo LOPES & BENEDITO-CECÍLIO (2002) a análise de  $\delta^{13}\text{C}$  também pode atuar como uma ferramenta de biomonitoramento na investigação dos efeitos de desflorestamentos em consumidores aquáticos. Embora o  $\delta^{13}\text{C}$  seja mais utilizado, como destacado anteriormente, promovendo diferenças marcantes entre detritos terrestres e de água doce, as diferenças oferecidas pelos  $\delta^{15}\text{N}$  são mais previsíveis, pois sua variabilidade é bem menor, dificultando a ocorrência de sobreposições. Além

disso, o  $\delta^{15}\text{N}$  é indicador preciso da posição trófica de consumidores (LOPES & BENEDITO-CECÍLIO, 2002). A Tabela 1 apresenta informações de como alguns átomos de isótopos estáveis podem variar na natureza e por influência de atividades antrópicas.

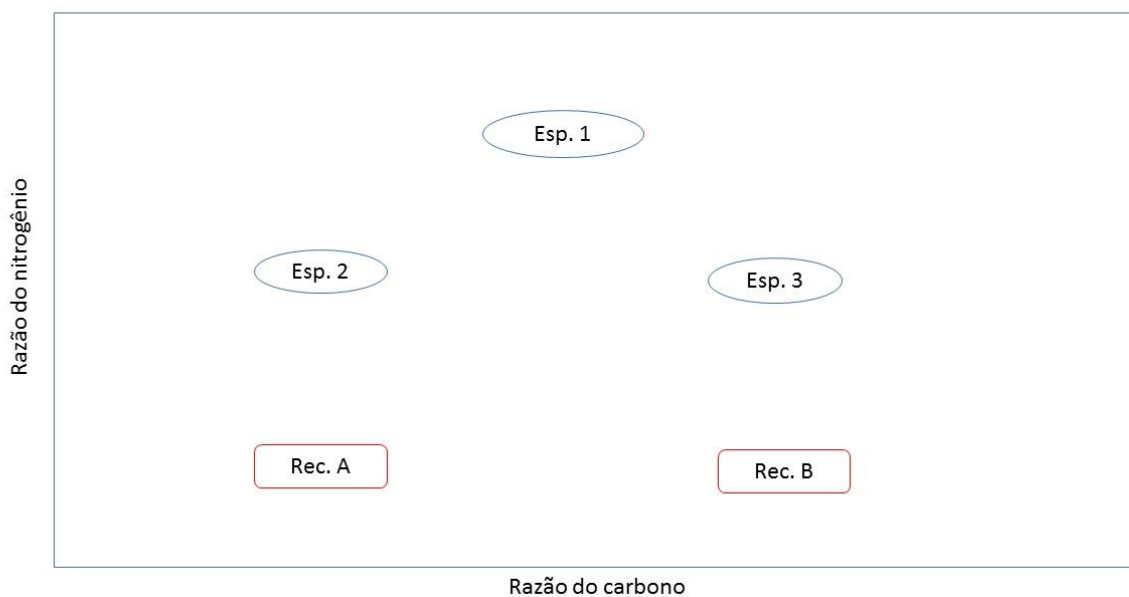
**Tabela 1. Processos que influenciam a abundância isotópica em ambientes naturais e impactados.**

Isótopo	Processos que influenciam na abundância isotópica	
	Biológicos e/ou biogeoquímicos	Antropogênicos
Carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ )	<p>Varia nos tecidos vegetais com:-</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fracionamento isotópico durante a fotossíntese em espécies de via <math>\text{C}_3</math>, <math>\text{C}_4</math> e CAM;</li> <li>- Condições ambientais que limitam as reações enzimáticas durante a fotossíntese ou alteram a abertura estomatal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agricultura (com plantas <math>\text{C}_4</math>) em ecossistemas naturais (com plantas <math>\text{C}_3</math>);</li> <li>- Fontes de poluição aquática ou atmosférica.</li> </ul>
Hidrogênio ( $\delta^2\text{H}$ ) e Oxigênio ( $\delta^{18}\text{O}$ )	<p>Varia em corpos d'água com:-</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Padrões de precipitação;</li> <li>- Temperatura;</li> </ul> <p>Altitude:-</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Umidade relativa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Irrigação com águas subterrâneas;</li> <li>- Criação de lagos artificiais que influenciam os padrões climáticos locais;</li> <li>- Mudança de clima induzida pelo homem.</li> </ul>
Nitrogênio ( $\delta^{15}\text{N}$ )	<p>Varia nos tecidos vegetais pelo modo da fixação do <math>\text{N}_2</math>:-</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fixação simbiótica;</li> <li>- Conversão direta do <math>\text{N}_2</math> atmosférico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de fertilizantes na agricultura;</li> <li>- Práticas do uso do solo que resultam na amonificação ou perda de <math>^{14}\text{N}</math>.</li> </ul>
Enxofre ( $\delta^{34}\text{S}$ )	<p>Varia na natureza com:-</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Distribuição dos sulfetos leves e pesados na rocha-mãe;</li> <li>- Qualidade das condições para o desenvolvimento das plantas (aeróbico x anaeróbico);</li> <li>- Deposição atmosférica de fontes naturais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fontes pontuais de poluição;</li> <li>- Poluição do ar por combustíveis fósseis.</li> </ul>

Fonte: modificado de RUBENSTEIN & HOBSON, 2004

Desta forma, estudos que comparam a estrutura da teia alimentar entre diferentes ecossistemas (com ou sem perturbação e com diferentes recursos naturais) tornam-se importantes por permitirem inferir sobre o estado de cada sistema (USEPA, 2002). Porém, apesar da dinâmica da variabilidade isotópica dos organismos de ambientes terrestres e marinhos estarem bem disseminados, os estudos com organismos de água doce encontram-se em fase de maiores investigações (LOPES & BENEDITO-CECÍLIO, 2002).

Neste sentido, estudos com isótopos estáveis geralmente apresentam resultados na forma de gráficos onde os eixos representam as razões de Carbono e Nitrogênio (Figura 2). No caso apresentado abaixo, a espécie 2 se alimentaria basicamente do recurso A, enquanto a espécie 3 se alimentaria do recurso B, por apresentarem mesma assinatura de Carbono. Por outro lado, a espécie 1 é provavelmente predadora das espécies 2 e 3, por apresentar assinatura de Nitrogênio mais elevada, e deve se alimentar das duas espécies em proporção semelhante, por apresentar assinatura de Carbono intermediária. Caso o recurso A representasse os esgotos domésticos, e o recurso B o Carbono proveniente de fontes naturais, seria esperado que com a recuperação do rio a comunidade de peixes começasse a se deslocar sua assinatura de Carbono para a região à direita da Figura 2.



**Figura 2: Ilustração simulando resultados de estudo de isótopos estáveis com três diferentes espécies e duas fontes (recursos) de Carbono.**

Fonte: Elaborado por Paulo Pompeu (2014).

Ainda segundo a metodologia sugerida pelo Ato Convocatório 005/2014 da AGB-Peixe Vivo e dando continuidade aos trabalhos já realizados na bacia do rio das Velhas, pretende-se reestabelecer o programa de Monitoramento Ambiental Participativo (MAP), envolvendo diversos seguimentos e setores da sociedade civil e de educação (ensino) na bacia do rio das Velhas.

Atualmente a bacia está subdividida em 23 Unidades Territoriais Estratégicas (UTE), que representam sub-bacias e áreas que também precisam ser monitoradas ambientalmente. Como nessas UTEs já existem pessoas que vivem e conhecem profundamente os processos e realidade do rio, é fundamental envolvê-los como atores ativos e participantes do processo, bem como escolas e outros atores relacionados a gestão do rio.

Diante desse quadro, processos participativos e de educação ambiental são componentes fundamentais e imprescindíveis para que haja capacitação de todas as pessoas e segmentos envolvidos, demonstrando a importância da biota aquática na avaliação da qualidade de água dos rios, e fortalecendo os laços de pertencimento e envolvimento da comunidade com a bacia hidrográfica.

Para cumprir estas finalidades pretendem-se integrar mobilização e educação ambiental utilizando-se metodologias participativas. As ações serão desenvolvidas primando não apenas pela divulgação de informações, mas principalmente, pela formação de uma consciência crítica sobre problemas e potencialidades socioambientais e econômicas presentes em uma bacia hidrográfica, a situação atual da ictiofauna e os fatores que comprometem a vitalidade da mesma, em especial provocando mortandades.

O uso de métodos participativos, que apoiam os processos de discussão e negociação, ajuda a conciliar diversos interesses de vários segmentos da sociedade, corroborando com a ideia de gestão participativa tripartite, prevista na Política Nacional de Recursos Hídricos, assim como nos objetivos da Política Nacional de Educação Ambiental que se sustentam em uma formação cidadã.

Nas atividades propostas, teremos a participação direta da comunidade ribeirinha em áreas rurais e urbanas, membros de subcomitês de bacias e comunidade escolar, reforçando o caráter dialógico e participativo, viabilizando o efetivo empoderamento das instituições, localizadas na região da bacia hidrográfica do rio das Velhas. Para tal, será de fundamental importância a interação entre os parceiros selecionados. Vamos proporcionar a eles a formação necessária para o planejamento e desenvolvimento das ações, sistema de alerta e nos processos decisórios.

Outra vertente do presente projeto, e que engloba tanto o Biomonitoramento da Ictiofauna quanto o Monitoramento Ambiental Participativo, é a avaliação de episódios de mortandades de peixes. Ao longo dos anos, esses eventos têm sido comuns na calha do rio das Velhas, principalmente nas últimas décadas do século anterior (ALVES *et al.*, 1999; FEAM-MAP, 2010). A inexistência de um aparato governamental ágil e eficiente, para atuar no momento das emergências, inviabiliza a coleta dos dados necessários para a realização de estudos com base científica, com vistas a diagnosticar a extensão dos danos causados e levantar indícios consistentes de suas prováveis causas. Desta forma, é primordial a mobilização da população para atuar como fiscais e parceiros dessa causa, alertando para a ocorrência desses eventos e auxiliando no levantamento de dados básicos.

O impacto ambiental que o crescimento urbano promove vem causando eventos de extinção em massa que definem a história da biodiversidade na Terra, mas a população do planeta também está apta a documentar e enfrentar esta crise? A participação da comunidade na investigação científica é um movimento crescente que vem envolvendo o público em atividades de monitoramento e experimentação através de uma ampla gama de disciplinas (THEOBALD *et al.*, 2015). É possível que este interesse público crescente no processo científico possa ser aplicado em escalas de investigação básicas que sejam um fortalecimento para enfrentar a crise mundial e, conseqüentemente, diminuir os impactos crescentes sobre a biodiversidade (PIMM *et al.*, 2014).



Segundo a Agenda 21 o manejo dos recursos hídricos deve ser realizado envolvendo o treinamento e capacitação de pessoal em todos os planos (CNUMAD, 1992). Em contraponto, considerando as dimensões do território brasileiro e as características de seus corpos d'água, a carência de dados sobre a qualidade ambiental de seus recursos hídricos é evidente (BUSS *et al.*, 2003).

Monitoramentos ambientais são utilizados como abordagem de avaliação de qualidade de águas e consistem na realização de medições e/ou observações específicas, dirigidas a alguns poucos indicadores e parâmetros, com a finalidade de verificar se determinados impactos ambientais estão ocorrendo, podendo ser dimensionada sua magnitude e avaliada a eficiência de eventuais medidas preventivas adotadas (BITAR & ORTEGA, 1998).

A avaliação de impactos, com a utilização de monitoramentos ambientais, tem sido cada vez mais realizada para o acompanhamento da influência do entorno sobre os ambientes aquáticos. Muitas destas iniciativas já envolvem monitoramento participativo, tornando-o um passo importante para o envolvimento da comunidade com os problemas ambientais (ESTRELLA & GAVENTA, 1997).

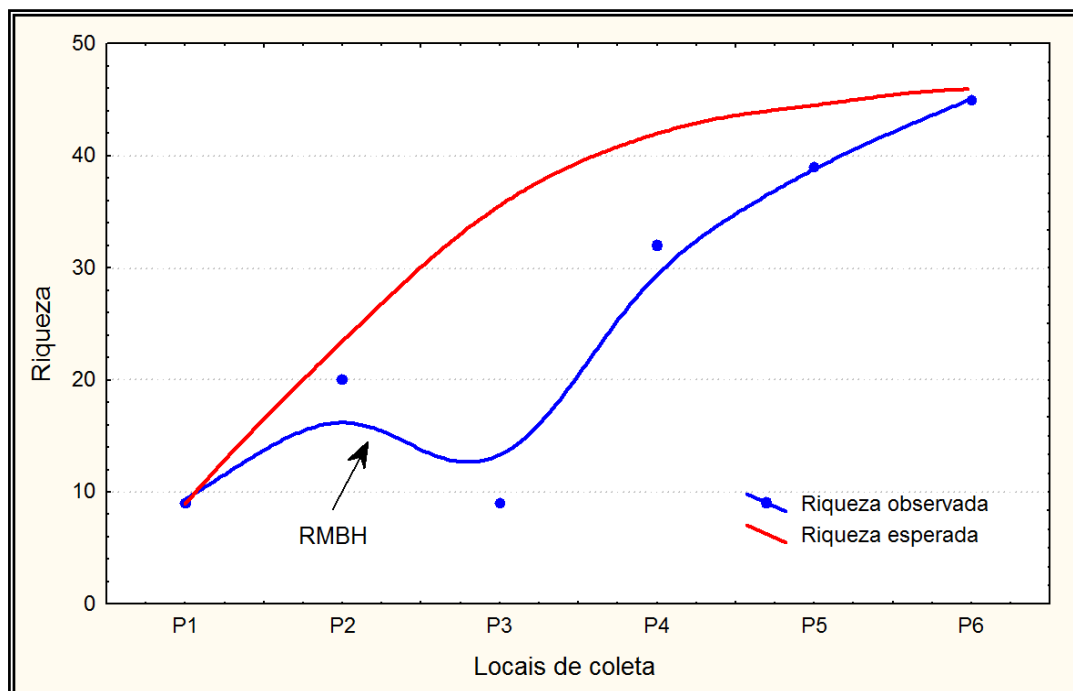
As possibilidades para que cidadãos comuns desempenhem um papel esclarecido e ativo na sociedade em que estão inseridos é uma ferramenta necessária (FERREIRA, 2007). Através do conhecimento o cidadão passa a ter a consciência de que os problemas que se debatem na sociedade têm implicações nas suas vidas e, conseqüentemente, são também, problemas seus, e sua preparação para a tomada de decisões deixa de ser uma pretensão para tornar-se uma necessidade fundamentada (GIL-PÉREZ & VILCHES, 2006).

Desta forma, capacitando a população para conhecer e observar o ambiente aquático podemos contribuir para a preservação de nossas águas e ajudar as pessoas a serem parceiras de sua preservação.

### 3 CONTEXTUALIZAÇÃO

#### 3.1 HISTÓRICO DOS ESTUDOS DE ICTIOFAUNA NA BACIA

A partir de 1999, com as iniciativas após a criação do Projeto Manuelzão da UFMG, foram estabelecidos estudos da ictiofauna do rio das Velhas. Inicialmente os resultados demonstraram uma fauna rica (93 espécies) e comprovaram a influência negativa da RMBH sobre a distribuição dos peixes (Figura 3), notadamente a jusante dos rios Arrudas e Onça. Mortandades eram eventos tão corriqueiros que a população nem mais as denunciava; as considerava normais. Nessa primeira etapa o rio Cipó também foi estudado. Esse rio mostrou deter maior diversidade de espécies que qualquer outro ponto da calha principal do rio das Velhas isoladamente.

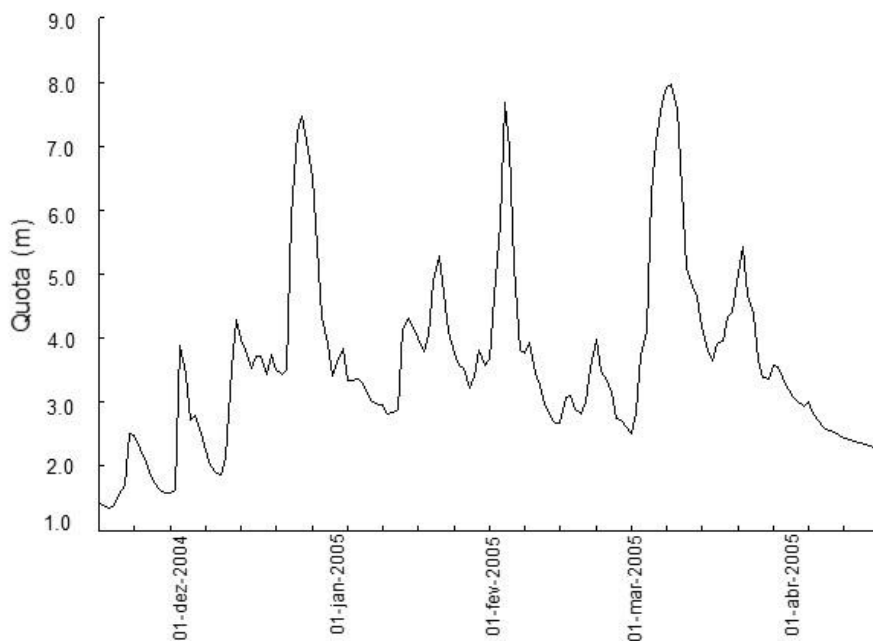


**Figura 3: Influência negativa dos esgotos não tratados da Região Metropolitana de Belo Horizonte sobre a distribuição dos peixes na bacia do rio das Velhas, no sentido da nascente (P1) à foz (P6).**

Fonte: Adaptado de ALVES & POMPEU (2010).

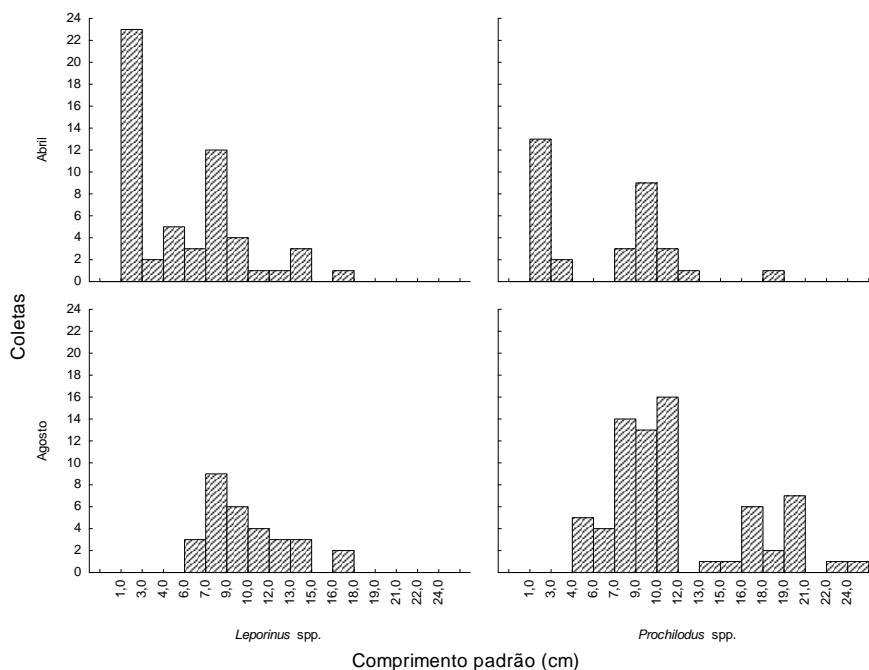
Com base nos resultados obtidos, nos quais o rio Cipó se mostrou em melhores condições do que os demais pontos amostrados na calha do rio das Velhas, mais estudos foram realizados, incluindo o estudo de outros tributários (Curimataí, Bicudo, Pardo Grande e Onça – em Cordisburgo), em 2001-2002 (ALVES & POMPEU, 2002). A riqueza total da bacia do rio das Velhas nessa segunda etapa passou a 107 espécies. A principal conclusão foi que 75% de toda a fauna conhecida até então estavam ali preservados, configurando uma fonte (manancial) para a recolonização da bacia. Esse retorno do peixe seria possível assim que se promovesse a melhoria da qualidade das águas com o tratamento dos esgotos domésticos da RMBH.

Em 2005 foi realizado o primeiro estudo das lagoas marginais do rio das Velhas, localizadas em seu baixo curso. Foram estudadas 5 áreas alagáveis da planície (Sucuriú, Boa Vista, Olaria, Peri-Peri e do Saco) e o número de espécies acumulados nas três primeiras fases de estudo passou para 115. Nas lagoas foram encontradas mais de 50 espécies, incluindo todas aquelas consideradas migradoras de grande porte da bacia, exceto o pirá (*Conorhynchos conirostris*), o cascudo preto (*Rhinelepis aspera*) e o surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*). Esse último não foi coletado, mas teve a sua presença confirmada por pescadores da lagoa Peri-Peri. Na estação chuvosa desse período de estudos houve 3 picos de cheias no rio das Velhas (Figura 4) e a entrada de ovos e larvas nas três oportunidades, confirmada pela presença de jovens de piau e curimatás em três distintas classes de comprimento (Figura 5). A principal conclusão foi que as lagoas estão cumprindo o seu papel de “berçário”, locais propícios para o desenvolvimento inicial de dezenas de espécies, notadamente as migradoras. Não menos importante foi a comprovação da oscilação natural do nível da água do rio das Velhas, já que este não possui nenhuma regulação por barragens.



**Figura 4: Variação da cota altimétrica do nível do rio das Velhas em Várzea da Palma entre 15 de novembro de 2004 e 15 de abril de 2005**

Fonte: Projeto Manuelzão (adaptado de ALVES & POMPEU, 2006a)



**Figura 5: Distribuição por classe de tamanho de *Leporinus* spp. (piaus) e *Prochilodus* spp. (curimatás) capturados nas lagoas marginais do rio das Velhas nas coletas de abril e agosto de 2005.**

Fonte: Projeto Manuelzão (adaptado de ALVES & POMPEU, 2006a)

Quando observada a distribuição etária dos jovens de curimatá (*Prochilodus* spp.) e piaú (*Leporinus* spp.), observa-se nas duas coletas, duas ou três classes de tamanho (Figura 6), relacionadas provavelmente aos três picos de cheia do rio das Velhas na região, que podem ter propiciado três eventos de colonização.



**Figura 6: Exemplos de indivíduos de piaús (*Leporinus*), primeira e segunda imagens a partir da esquerda, e curimatás (*Prochilodus*), imagem à direita. Ao centro vê-se as três classes de tamanho observadas. (escala = 2 cm).**

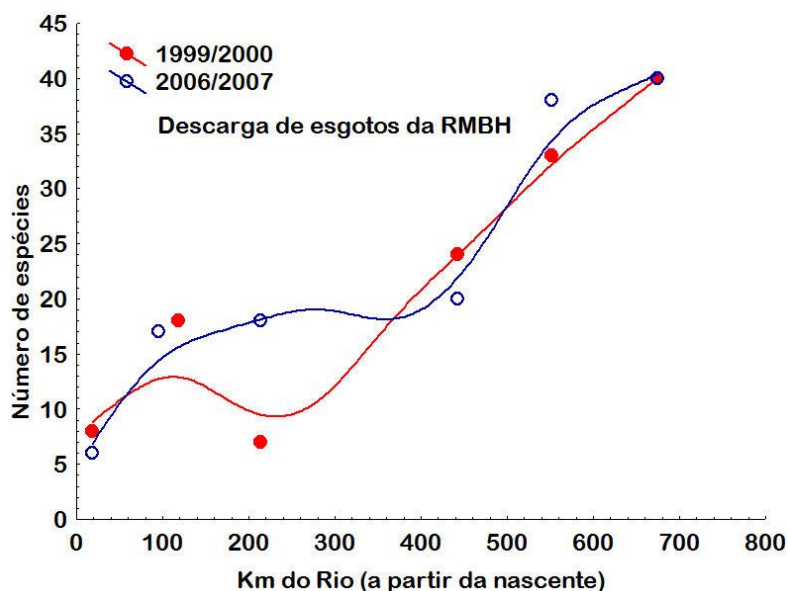
Fonte: Projeto Manuelzão (adaptado de ALVES & POMPEU, 2006a)

Das espécies capturadas nas lagoas marginais, nove são de piracema (SATO *et al.*, 1987; LAMAS, 1993): *Salminus franciscanus* – dourado, *Salminus hilarii* – tabarana, *Prochilodus costatus* – curimatá-pioa, *Prochilodus argenteus* – curimatá pacu, *Megaleporinus reinhardtii* – piaú-três-pintas, *Leporinus taeniatus* - timboré, *Megaleporinus elongatus* – piapara, *Megaleporinus obtusidens* – piaú-verdadeiro e *Brycon orthotaenia* – matrinhã. Em sua maioria, os indivíduos capturados destas espécies eram jovens.

As 51 espécies de peixes capturadas nas lagoas estudadas correspondem a cerca 1/3 das espécies relacionadas para a bacia do São Francisco por TRAVASSOS (1960) e BRITSKI *et al.* (1988) e a 47% de todas as espécies registradas até então para a bacia do rio das Velhas por ALVES & POMPEU (2005). Este número também é bastante expressivo quando comparado às 37 espécies encontradas por SATO *et al.* (1987) em 9 lagoas marginais do alto São Francisco, e às 50 espécies de peixes registradas por POMPEU & GODINHO (2003) no médio São Francisco.

Em 2005 entrou em operação o tratamento secundário da ETE Arrudas. O tratamento primário já havia iniciado antes, até 2001. Os reflexos da atividade da ETE já haviam sido notados pelos moradores ribeirinhos, que relatavam a redução do mau cheiro e da quantidade de material na superfície da água (lixo, garrafas pet, sacos plásticos e uma série de outros dejetos provenientes da RMBH).

Entre 2006 e 2007, novos estudos na calha do rio das Velhas foram realizados. O número acumulado de espécies registradas na bacia passou a 120. Foi diagnosticada a recuperação da fauna nativa de peixes nos pontos próximos a Lagoa Santa (Figura 7). Na primeira fase, este local possuía apenas 9 espécies, todas consideradas de ampla distribuição e resistentes à má qualidade de água, e nesta fase essa riqueza chegou 20 espécies. Entre as novas ocorrências figuram importantes espécies migradoras, como o dourado (*Salminus franciscanus*), a matrinchã (*Brycon orthotaenia*) e as duas espécies de curimatás (*Prochilodus argenteus* e *Prochilodus costatus*).



**Figura 7: Recuperação da distribuição dos peixes ao longo da bacia do rio das Velhas após o início de operação da ETE Arrudas, na Região Metropolitana de Belo Horizonte.**

Fonte: Projeto Manuelzão (2010)

Em 2007, também foram repetidos os estudos em 4 lagoas marginais (lagoa do Saco, Olaria, Peri-Peri e Capivara). Os resultados foram semelhantes, comprovando o uso desses ambientes pelas espécies migradoras e também por outras várias sedentárias e de pequeno porte. A grande produtividade primária nas lagoas é fonte de alimento para as fases iniciais do desenvolvimento dos peixes.

Ainda em 2007, estudos complementares foram realizados em três afluentes (rio Cipó – Presidente Juscelino, rio Pardo Grande – Santo Hipólito e rio Curimataí – Augusto de Lima) e um trecho do alto rio das Velhas, em Rio Acima, dentro das atividades de projeto financiado pelo CNPq-CTHidro<sup>1</sup>. Foram coletadas 65 espécies (LEAL, 2009), com pelo menos 16 adicionadas à lista de ALVES & POMPEU (2002).

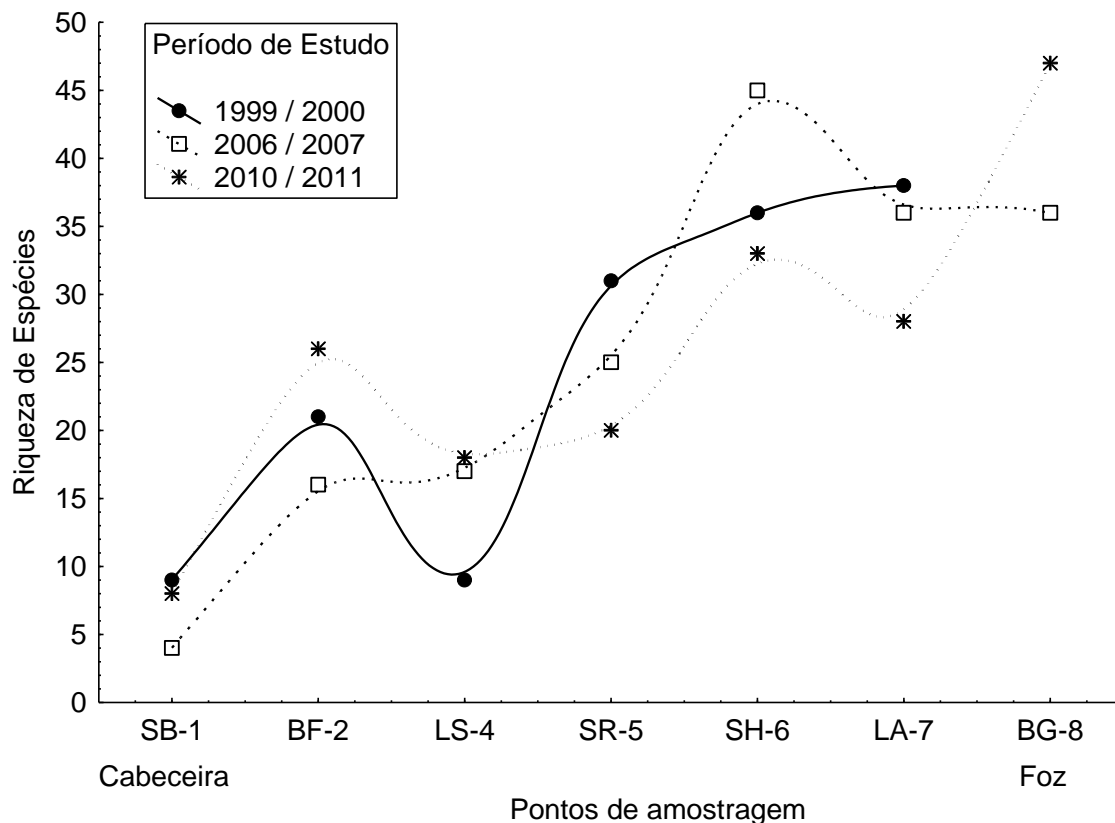
Em 2009 (março e agosto) novas coletas foram realizadas em afluentes do rio das Velhas: Bicudo, Onça (em Cordisburgo), Pardo Pequeno e Jaboticatubas. Nessa nova fase houve ampliação espacial da malha amostral, agregando informações de mais dois tributários (os dois últimos acima mencionados).

Em seguida, nova importante ação ocorreu na bacia, com início a operação do tratamento secundário na ETE Onça em Janeiro de 2010. Os tratamentos de esgotos podem ser por técnicas aeróbicas ou anaeróbicas, ambas técnicas podendo ser em nível primário, secundário e o mais eficiente que é o nível terciário, que inclui a desinfecção e retirada de Nitrogênio e fósforo. O nível terciário ainda não é aplicado na bacia do rio das Velhas. Mesmo assim houve significativa melhora na qualidade da água do rio das Velhas, a jusante da RMBH, onde vive aproximadamente 85% da população de toda a bacia do Velhas. Entre 2010-2011 foram realizadas novas campanhas na calha do rio, nos mesmos oito locais e com a mesma metodologia utilizada nas coletas realizadas em 1999-2000 e 2006-2007, permitindo a comparação dos resultados nas escalas espacial e temporal.

---

<sup>1</sup> “Avaliação da perda de biodiversidade de peixes e das características hidráulicas originais no alto curso do rio das Velhas, como subsídio para proposição de intervenções que visem sua revitalização (Financiamento CNPq-CTHidro)”

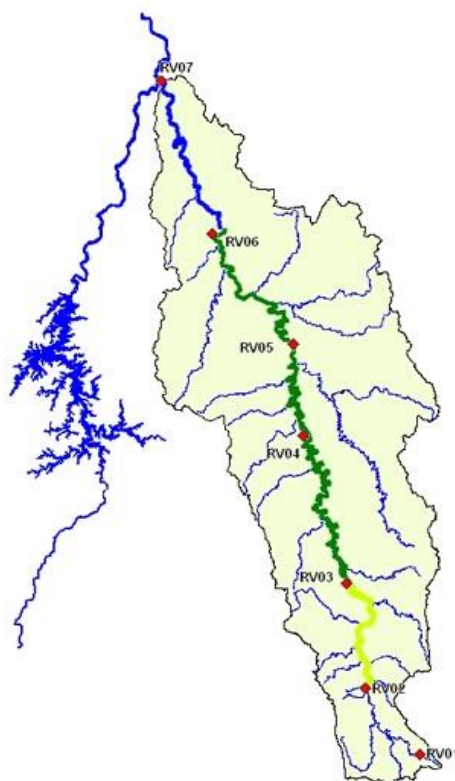
Nessa nova fase, após o início de Operação da ETE Onça, a fauna de peixes continuou a responder positivamente à melhoria da qualidade da água (Figura 8), com algumas espécies chegando próximo a RMBH, e algumas delas até ultrapassando a faixa crítica da bacia, próximo à foz dos ribeirões Arrudas e Onça. Assim, nas coletas realizadas na calha do rio das Velhas, novos sinais de recuperação foram observados, com registros espécies migradoras como o dourado e surubim acima da RMBH, em Rio Acima / Nova Lima no alto rio das Velhas localizados a montante da RMBH. Sinais de melhoria das condições da qualidade da água também foram detectados ao longo do rio, em especial para algumas espécies que vem aumentando sua área de distribuição ao longo do rio, como matrinchã (Figura 9) e dourado (Figura 10).



**Figura 8: Curvas de riqueza de espécies ao longo do rio das Velhas, em três fases de estudos, desde 1999, mostrando a recuperação da distribuição dos peixes ao longo da bacia do rio das Velhas após o início do tratamento de esgotos da Região Metropolitana de Belo Horizonte.**

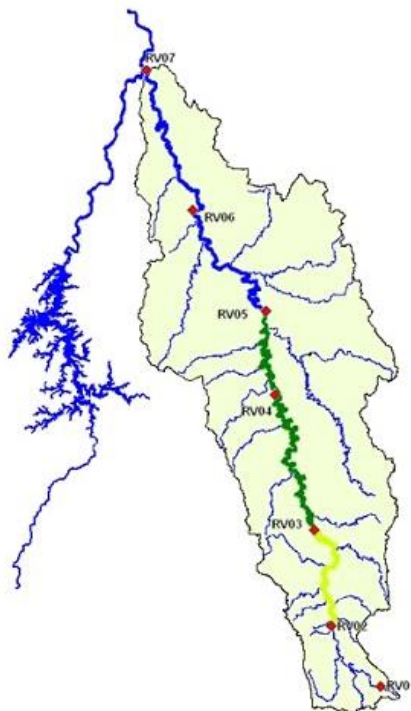
Fonte: dos autores (2012)





**Figura 9: Distribuição da matrinxã (*Brycon orthotaenia*) ao longo da bacia do rio das Velhas. As cores representam as fases de estudos: azul (1999-2000), verde (2006-2007) e amarelo (2010-2011).**

Fonte: adaptada de Alves *et al.*, 2010



**Figura 10: Distribuição do dourado (*Salminus franciscanus*) ao longo da bacia do rio das Velhas. As cores representam as fases de estudos: azul (1999-2000), verde (2006-2007) e amarelo (2010-2011).**

Fonte: adaptada de Alves *et al.* (2010).

A equipe de mobilização deste projeto já esteve envolvida em projetos financiados pelo Governo de Minas entre 1999 e 2000 e entre 2007 e 2010, intitulado “Monitoramento Ambiental Participativo: ferramenta para avaliação da qualidade das águas e determinação das possíveis causas de mortandade de peixes na bacia do rio das Velhas”. Estes projetos anteriores foram propostos em uma tentativa de reunir esforços na busca de soluções pelas constantes e periódicas mortandades de peixes que ocorriam ao longo de vários anos na calha principal do rio das Velhas.

Uma das principais virtudes destes projetos foi a participação efetiva da comunidade local na denúncia, no preenchimento de formulários e até mesmo na coleta de dados. Esta mesma população já se encontrava desacreditada com o descaso dos órgãos responsáveis e não mais denunciavam as mortandades anuais que ocorriam face a inoperância dos responsáveis bem como à falta de resultados concretos que poderiam ter como consequência soluções para o ocorrido. Em termos históricos a ocorrência de notificações vinha sendo apurada desde a década de 80, principalmente na porção média do rio das Velhas. A inexistência de um aparato ágil, para atuar no momento das emergências, inviabiliza a coleta de dados necessários para a realização de estudos com base científica.

Nestas etapas realizadas foram alcançados relevantes avanços no estudo de dois grandes episódios de mortandades, sendo um no Alto e um segundo no Médio rio das Velhas quando, juntamente com o monitoramento da qualidade da água, foi possível diagnosticar a extensão dos danos causados e levantar indícios consistentes de suas possíveis causas.

Em nossas experiências anteriores pudemos concluir que: (a) após treinamento e capacitação, voluntários ribeirinhos podem constituir importantes parceiros no monitoramento da qualidade de rios; (b) a qualidade de dados obtidos pela comunidade é compatível com níveis aceitáveis de variação, considerando que pertencem a diversos extratos sociais da população.

Além destas experiências nos estudos de ictiofauna na bacia, a equipe envolvida no presente projeto atuou em diversas iniciativas sempre apoiadas por fontes de financiamento tradicional de ministérios federais e secretarias estaduais de Educação, Ciência e Tecnologia (CNPq, Fapemig, Feam e ProExt por exemplo), ou do terceiro setor (Fundação O Boticário, Avina, Fundep). Também celebrou parcerias com empresas privadas ou de economia mista, notadamente com a Copasa, com o Ministério Público de Meio Ambiente, sempre no intuito de desenvolver a melhoria da qualidade de vida na bacia do rio das Velhas através de três pilares: saúde, meio

ambiente e cidadania. Nesse contexto, ficou definido o objetivo operacional pontual comum de todas as suas ações e parcerias: **a volta do peixe ao rio das Velhas**.

O forte apelo de mobilização social, com base em experiências reais e informações científicas, levaram essa equipe (do Projeto Manuelzão) a um elevado grau de credibilidade junto à sociedade, viabilizando as propostas de Programas Estruturadores do Governo de Estado: as Metas 2010<sup>2</sup> e 2014<sup>3</sup> (Figuras 11 e 12).

# Meta 2010



Revitalização da Bacia do Rio das Velhas

**Figura 11. Logomarca da Meta 2010, cujo objetivo era “Navegar, pescar e nadar no rio das Velhas em sua passagem pela Região Metropolitana de Belo Horizonte em 2010”**

Fonte: Procópio de Castro (2016)

# Meta 2014



Revitalização da Bacia do Rio das Velhas

**Figura 12. Logomarca da Meta 2014, cujo objetivo era “Revitalizar a bacia do rio das Velhas de forma a assegurar a volta do peixe e o nadar na Região Metropolitana de Belo Horizonte”**

Fonte: <http://meta2014.meioambiente.mg.gov.br/>

<sup>2</sup> Meta 2010: Navegar, Pescar e Nadar na Calha Metropolitana do Rio das Velhas

<sup>3</sup> Meta 2014: Projeto Estratégico de Revitalização da Bacia do Rio das Velhas

Estas metas de governo foram estabelecidas em decorrência da forte mobilização das comunidades da bacia em torno da revitalização do rio das Velhas. A primeira iniciativa, que ensejou a Meta-2010, foi a *Expedição Manuelzão desce o Rio das Velhas* (Figura 13), realizada em 2003. A segunda iniciativa, em 2009, foi a *Expedição pelo Velhas 2009: encontros de um povo com sua bacia* (Figura 14), na qual foi lançada a Meta-2014.



**Figura 13. Logomarca da Expedição Manuelzão desce o Rio das Velhas, realizada em 2003**

Fonte: Projeto Manuelzão – UFMG (2003)



**Figura 14. Logomarca da Expedição pelo Velhas 2009: encontros de um povo com sua bacia, realizada em 2009**

Fonte: Projeto Manuelzão – UFMG (2009)

Recentemente o CBH-Velhas, com participação de diversos setores da sociedade, lançou nova ação para a revitalização do rio das Velhas, através do projeto *Rio das Velhas te quero vivo* (Figura 15), durante a Expedição de mesmo nome (Figura 16), realizada em 2017.

Em decorrência desta atividade de mobilização e da atuação junto aos governantes municipais e do Estado, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas e a Copasa assinaram Termo de Compromisso para revitalização do rio das Velhas. A ação é um dos frutos da Expedição ‘Rio das Velhas, te quero vivo’<sup>4</sup>. Na ocasião do acordo o presidente do CBH Rio das Velhas ressaltou que a situação é preocupante e o acordo vem num momento de fundamental importância para a realização de propostas concretas para o manancial. “O rio é um forte. Ele sobrevive nesses meses de estiagem através de muito sacrifício. Esse é o rio que temos atualmente e por isso, precisamos dessas alternativas para revitalizá-lo”.

A Copasa se comprometeu a investir 530 milhões em ações de saneamento sanitário e construção de estações de tratamento ao longo da bacia. Para a Copasa, o compromisso assumido é fundamental para recuperação da bacia. “É um compromisso relacionado à transparência do conjunto de ações que serão realizadas pela Copasa”, destacou a presidente da empresa.



**Figura 15. Logomarca do Projeto *Rio das Velhas te quero vivo***

Fonte: CBH-Velhas (2017)

<sup>4</sup> <http://www.manuelzao.ufmg.br/comunicacao/noticias/como-a-concreta-da-expedi-cao-2017-copasa-e-cbh-velhas-assinam-termo-de-compromisso-para-revitaliza-do-rio>



**Expedição**  
**Rio das Velhas**  
Te quero **vivo**

**A proposta é conhecer a realidade atual do Alto Rio das Velhas e mobilizar a sociedade para a imprescindível revitalização do rio.**

De 28 de maio a 4 de junho de 2017.  
Da nascente em Ouro Preto, passando por Itabirito, Rio Acima, Raposos, Nova Lima, Sabará, Santa Luzia e Belo Horizonte.

**Participe!**  
Acesse o diário de bordo da Expedição pelo site do CBH Rio das Velhas.

Acesso:  
[cbhvelhas.org.br](http://cbhvelhas.org.br)  
#cbhriodasvelhas

Apoio:  
**peixe vivo**  
**UFMG**  
**UFOP**

Realização:  
**MANUELZÃO**  
UFMG. Saúde, Ambiente e Cidadania na Bacia do Rio das Velhas

[manuelzao.ufmg.br](http://manuelzao.ufmg.br)  
#projetomanuelzao

Parceria:  
**COPASA**  
**POLÍCIA MILITAR**  
Prefeituras: Ouro Preto, Itabirito, Rio Acima, Raposos, Nova Lima, Sabará, Caselândia, Santa Luzia e Belo Horizonte

**CBH Rio das Velhas**  
Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

**Figura 16. Convite para a Expedição *Rio das Velhas te quero vivo*, em 2017.**

**Fonte: CBH-Velhas (2017)**

Fonte: <http://meta2014.meioambiente.mg.gov.br/>

Em paralelo, iniciativas através dos subprojetos Manuelzão Vai à Escola e SOS Rio das Velhas, Manuelzão Faz Ciência, entre outras, foram realizadas diversas expedições ao longo da bacia e de seus principais afluentes, além de Festivais de Cultura, os FestiVelhas (Figuras 17 e 18).



Figura 17. Logomarca do 1º FestiVelhas 2005 - “FestiVelhas Manuelzão: arte e transformação”, realizado entre 11 e 15 de novembro de 2005

Fonte: [http://www.manuelzao.ufmg.br/festivelhas/festivelhas\\_2005](http://www.manuelzao.ufmg.br/festivelhas/festivelhas_2005)



Figura 18. 2º FestiVelhas - “FestiVelhas Manuelzão: arte e transformação na capital mineira do folclore”, de 6 a 9 de setembro de 2007, em Jequitibá.

Fonte: [http://www.manuelzao.ufmg.br/festivelhas/festivelhas\\_2007](http://www.manuelzao.ufmg.br/festivelhas/festivelhas_2007)



Em 2009, o FestiVelhas uniu sua programação às atividades da às atividades da "Expedição pelo Velhas 2009: encontros de um povo com sua bacia". Houve uma série de atividades em 5 momentos:

- *FestiVelhas Nascentes*: O primeiro momento do FestiVelhas 2009 foi realizado em Ouro Preto nos dias 08, 09 e 10 de maio. A integração resultou em três dias de música, teatro, poesia, 'contação' de histórias, oficinas, alegria e reflexão;
- *FestiVelhas Águas de Luzia*: Em Santa Luzia foi realizado o segundo momento do FestiVelhas 2009, nos dias 15 e 16 de maio. Foram dois dias de festa, regada por debates, oficinas, recital de poesias e apresentações de dança, teatro e músicas para lá de bonitas;
- *FestiVelhas Sertões*: Seu terceiro momento, nos dias 22 e 23 de maio, em Curvelo/MG. Foram realizadas reuniões com diversos representantes das manifestações populares e artísticas de Curvelo, Inimutaba, Corinto e Morro da Garça, que resultaram em um momento de arte e cultura acerca da identidade alegre e sensível do sertão mineiro;
- *FestiVelhas Velho Chico*: Entre a foz do Velhas e as barrancas do São Francisco, cercados de peixes, lendas e histórias, foi realizado o quarto momento do FestiVelhas Velho Chico. Esse encontro de rios, culturas e vivências aconteceu nos dias 29 e 30 de maio em Barra do Guaicuí, Distrito de Várzea da Palma/MG. A partir da mobilização foi possível planejar e realizar um encontro peculiar, com muitos sorrisos, abraços, poesia e canção;
- O "*FestiVelhas Encontros*" celebrou os trinta dias de viagem pelo rio das Velhas em prol do fortalecimento do imaginário coletivo e ações prepositivas para um rio limpo. O quinto e último momento do FestiVelhas 2009 foi recebido pelo Parque Municipal, no coração de Belo Horizonte.

O Projeto Manuelzão comemorou o Dia Mundial do Meio Ambiente com a realização do FestiVelhas Manuelzão 2011 – Arte e Transformação (Figura 19). O objetivo foi aprofundar a compreensão e a discussão sobre relação entre cultura, sociedade e ambiente, entre 04 e 05 de junho, na Praça de Serviços do Campus Pampulha da UFMG, em Belo Horizonte. Uma comemoração pela vida e uma reflexão sobre o futuro do planeta Terra: o FestiVelhas teve o formato de um Teatro Manuelzão. Foi um espetáculo teatral que conduziu o público ao debate, à reflexão e à participação, com interação entre atores e público, e a inversão de papéis, exposições artísticas, apresentações de musicais, danças, teatro, e manifestações de todas as partes da bacia.



**Figura 19. 4º FestiVelhas - “FestiVelhas Manuelzão: arte e transformação”, realizado em Belo Horizonte, entre 6 a 9 de setembro de 2011.**

Fonte: <http://www.manuelzao.ufmg.br/festivalhas/festivalhas-2011>

Em 2015, na cidade de Itabirito, com apoio da Prefeitura e CBH-Velhas, em paralelo com as atividades V Encontro dos Subcomitês, e treinamento de Amigos do Rio do Projeto de Monitoramento Ambiental Participativo, realizou-se o 5º FestiVelhas (Figuras 20 e 21). O intuito desta edição do já tradicional FestiVelhas foi privilegiar artistas locais, favorecendo assim o intercâmbio cultural por meio da participação de representantes da arte e cultura da bacia numa expressão voltada à diversidade cultural existente nestes territórios.

# 5º *festivelhas*

*cultura da escassez*

Figura 20. 5º FestiVelhas - “*FestiVelhas Manuelzão: cultura da escassez*”, realizado em Itabirito, no dia 5 de julho de 2015.

Fonte: <http://www.manuelzao.ufmg.br/festivelhas/festivelhas-20151>



Figura 21. 5º FestiVelhas – Cartaz de Divulgação do “*FestiVelhas Manuelzão: cultura da escassez*”, realizado em Itabirito, no dia 5 de julho de 2015.

Fonte: <http://cbhvelhas.org.br/events/5o-festivelhas-em-itabirito-mg/>

### 3.2 HISTÓRICO DAS ATIVIDADES DE MONITORAMENTO AMBIENTAL PARTICIPATIVO

Na bacia do rio das Velhas foram implementadas parcerias em atividades de mobilização dentro de projetos financiados pelo Governo de Minas. Em 1999/2000, em parceria com o Instituto Estadual de Florestas (IEF) (Figura 22) foi realizada a primeira avaliação no alto e médio rio das Velhas, junto às comunidades ribeirinhas a saber: Rio Acima, Sabará, Santana do Pirapama, Barra do Luiz Pereira, Santa Rita do Cedro, Araçás e Senhora da Glória. Nestes locais haviam Amigos do Rio colaborando voluntariamente e alertando o Projeto Manuelzão (UFMG) nos episódios de mortandades. As duas principais causas verificadas foram a queda de níveis de Oxigênio Dissolvido (OD) e o aumento da turbidez e sólidos dissolvidos na água.

Novas iniciativas ocorreram entre 2006 a 2010, com financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), gerando produtos relacionados ao Monitoramento Participativo e monitoramento de mortandades (Figuras 23 e 24). Nestas iniciativas a participação dos Amigos do Rio foi mais ativa e eles, além de dar o alerta de mortandades, preenchiam formulários e coletavam dados de qualidade de água (Temperatura, pH e OD). Além do estreitamento da relação com os ribeirinhos, um importante resultado dessas iniciativas foi a avaliação positiva dos dados coletados, que se apresentaram dentro de limites confiáveis se comparados com os mesmos parâmetros coletados pela equipe técnica da UFMG.

Projeto Manuelzão de Revitalização da Sub-Bacia do Rio das Velhas

*Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)  
Instituto Estadual de Florestas (IEF)  
Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM)*

Relatório Final



**Projeto SOS Rio das Velhas**

**Estudo das Possíveis Causas das  
Mortandades de Peixes na Sub-Bacia**

Equipe Técnica

Carlos Bernardo Mascarenhas Alves  
César Augusto Maximiano Estanislau  
Marcos Antônio Reis Araújo  
Marcus Vinícius Polignano  
Paulo dos Santos Pompeu

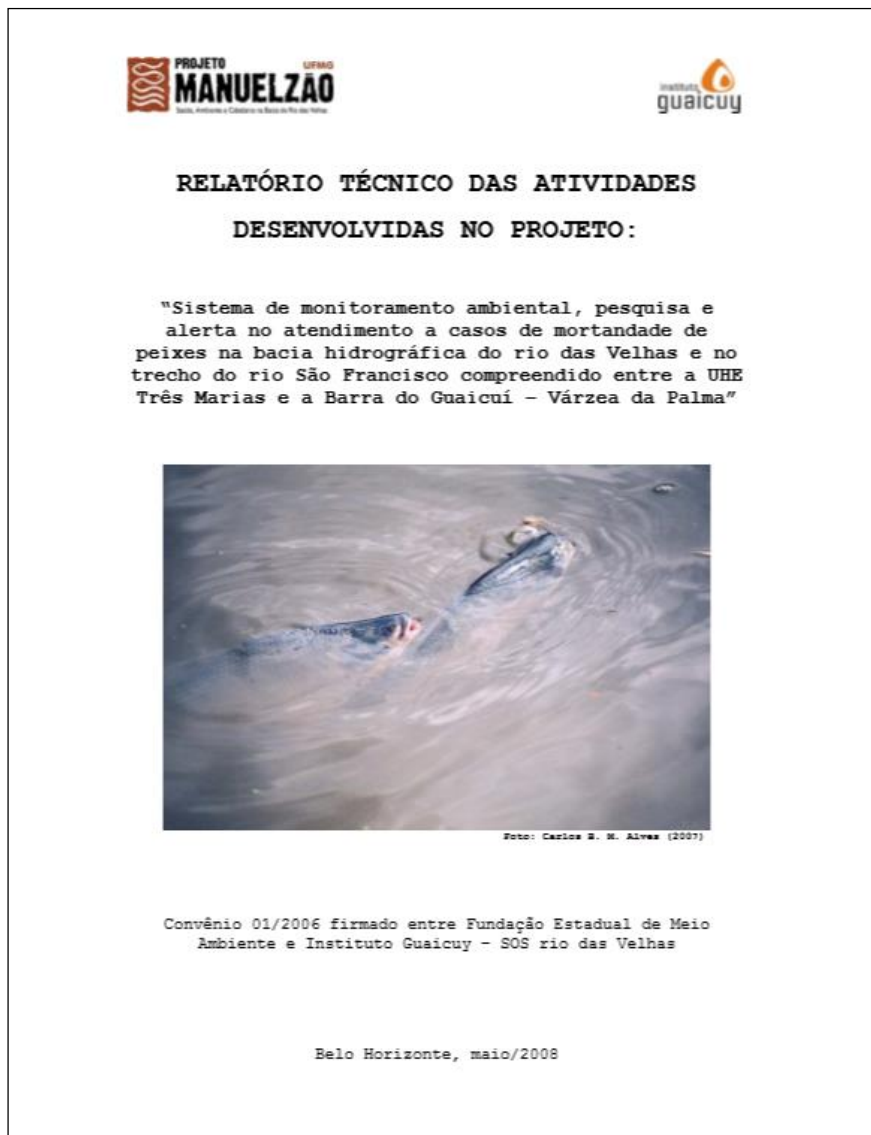


SAÚDE, AMBIENTE E CIDADANIA

Belo Horizonte  
Agosto de 2000

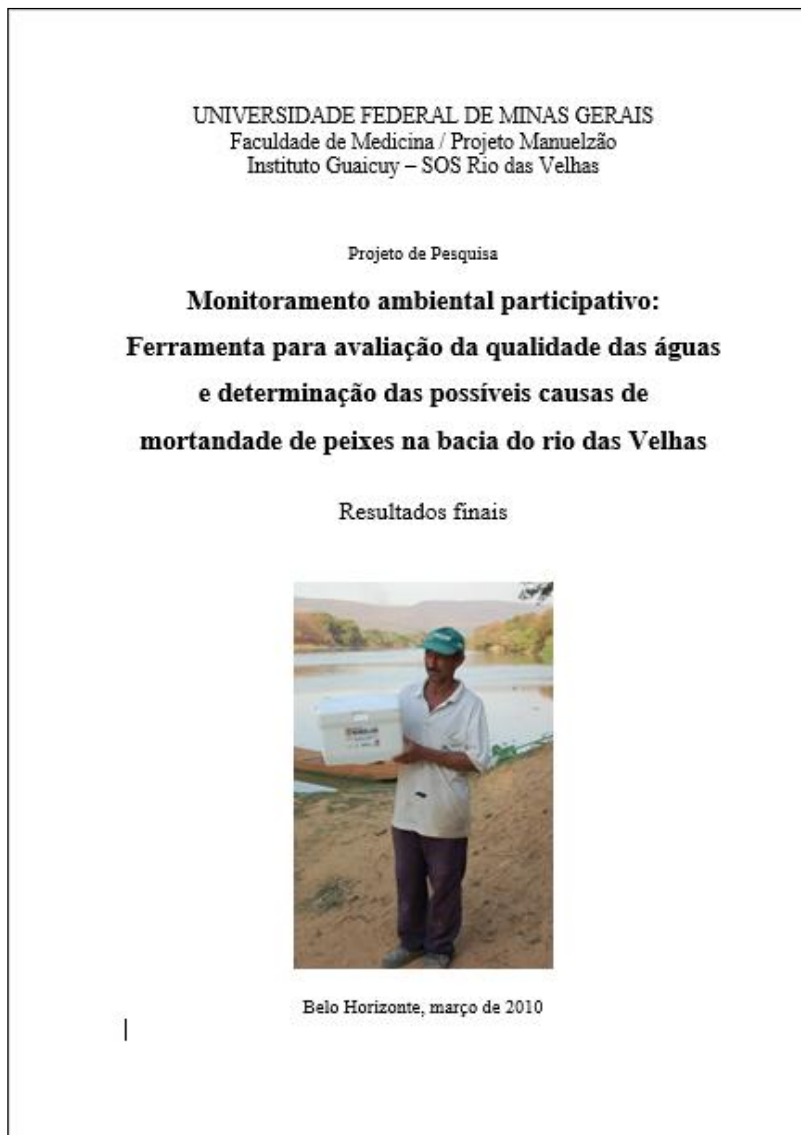
**Figura 22. Capa do Relatório Final do Projeto SOS Rio das Velhas: Estudo das Possíveis Causas das Mortandades de Peixes na Sub-Bacia.**

Fonte: adaptada de Alves *et al.* (2000).



**Figura 23. Capa do Relatório Final do Projeto Sistema de monitoramento ambiental, pesquisa e alerta no atendimento a casos de mortandade de peixes na bacia hidrográfica do rio das Velhas e no trecho do rio São Francisco compreendido entre a UHE Três Marias e a Barra do Guaicuí – Várzea da Palma.**

Fonte: adaptada de Alves *et al.* (2008).



**Figura 24. Capa do Relatório Final do Projeto Monitoramento ambiental participativo: ferramenta para avaliação da qualidade das águas e determinação das possíveis causas de mortalidade de peixes na bacia do rio das Velhas**

Fonte: adaptada de Alves *et al.* (2008).

Episódios de mortandades extensivas de peixes são comuns ao longo do rio das Velhas, desde as últimas décadas do século anterior. No passado, a inexistência de um aparato governamental ágil e eficiente, para atuar no momento das emergências, inviabilizava a coleta dos dados necessários para a realização de estudos com base científica, com vistas a diagnosticar a extensão dos danos causados e levantar indícios consistentes de suas prováveis causas. Desta forma, a mobilização da população para atuar como fiscais e parceiros de qualquer projeto neste sentido, alertando para a ocorrência desses eventos e auxiliando no levantamento de dados básicos é entendido como primordial. As iniciativas da UFMG e agora do CBH-Velhas (financiada com os recursos da cobrança pelo uso dos recursos hídricos), associadas ao aparato do Estado via SISEMA, se somam para solucionar esse problema recorrente.

Com base nesta perspectiva, os Amigos do Rio surgiram com o Monitoramento Ambiental Participativo (MAP), um programa que vem sendo desenvolvido na bacia do Rio das Velhas desde outubro de 2006.

Desde o início das atividades, foram realizadas 15 coletas em 33 pontos, totalizando 495 recolhimentos. Destes, 246 foram feitos pelos Amigos do Rio. Ainda de acordo com o Monitoramento Ambiental Participativo, foi registrada a ocorrência de 18 mortandades de peixes. A maioria teve como principal característica os baixos valores de oxigênio dissolvido; isso impossibilita a manutenção de espécies de peixes por um tempo prolongado. Outras características geralmente presentes nesses episódios são a grande concentração de lixo nos rios, esgoto e presença de óleo na superfície da água.

Em suas atividades no início do programa com a comunidade, o programa realizava, periodicamente, coleta de oxigênio dissolvido, temperatura e pH, que são parâmetros básicos para monitorar a qualidade da água e vitais para a manutenção da comunidade de peixes. Depois, preenchiam formulários que caracterizavam o aspecto da água no momento da coleta e relatavam as alterações quando havia mortandade de peixes.



A participação dos ribeirinhos é de fundamental importância para a preservação de nossos rios”, concluíram os responsáveis pelo Projeto.

Os Amigos do Rio são pessoas que têm contato diário com o rio das Velhas e apoiam as atividades de monitoramento. Eles atuam como parceiros alertando sobre alterações na aparência da água, ocorrência de mortandades de peixes e auxiliando no levantamento de dados básicos da qualidade das águas.

A partir de 2013, através de um financiamento do Governo Federal (Proext/MEC), o foco passou a incluir também estudantes e professores de ensino fundamental e médio de escolas públicas, através de um projeto de extensão intitulado “Monitoramento participativo da qualidade de água na região metropolitana de Belo Horizonte (MG): o uso de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores no ensino fundamental e médio”. Desde então, já participaram como parceiros 30 do projeto escolas públicas, sendo 14 estaduais e 16 municipais, em 12 municípios no estado de Minas Gerais (sub-bacias hidrográficas dos rios das Velhas e Paraopeba, afluentes do trecho alto do rio São Francisco). Na capacitação da comunidade escolar estiveram envolvidos, como tutores, 73 professores e, como agentes ambientais, 750 estudantes, além de 20 graduandos, biólogos e pós-graduandos da UFMG como articuladores e facilitadores das atividades realizadas. Os resultados evidenciaram intensas alterações antrópicas nas áreas de entorno e nos leitos dos ambientes aquáticos, principalmente naqueles sob direta influência urbana, evidenciando a extensão de pressões antrópicas. Esta atividade classificou 14 ecossistemas como impactados, 10 como alterados e apenas 6 como ainda naturais, sendo que a maioria das estações amostrais (80%) não alcançou a classificação de ecossistemas em condições de referência (minimamente influenciados por ações humanas). O baixo nível de conservação de condições ecológicas em que se encontram os ecossistemas aquáticos urbanos alerta para a fragilidade das micro bacias nas regiões urbanas e rurais em Minas Gerais.

O uso de recursos didáticos para mobilização social envolveu professores e estudantes na percepção da importância de conservação de ecossistemas aquáticos urbanos. Atividades como “monitoramentos participativos” disponibilizam à comunidade escolar treinamento e acesso à informação do estado ecológico de córregos e lagoas da sua região, gerando conhecimento em prol da importância de conservação desses recursos hídricos. Em síntese, entendemos que a capacitação destes professores e estudantes representou uma ferramenta para o exercício da cidadania, contribuindo efetivamente para a sensibilização de atores sociais e subsídio à implementação de medidas de gestão ambiental em ecossistemas urbanos.

### 3.3 PERSPECTIVAS ATUAIS

Com as experiências acumuladas em quase duas décadas de atuação na bacia hidrográfica do rio das Velhas, um dos principais afluentes do rio São Francisco, no presente projeto são propostas ações de pesquisa e mobilização, com o título de *Biomonitoramento da Ictiofauna e Monitoramento Ambiental Participativo na Bacia do Rio das Velhas*. Em relação ao Biomonitoramento de peixes trata-se da quarta iniciativa de amostragens comparativas de ictiofauna na calha do rio das Velhas e avaliação da qualidade de seus afluentes, com a incorporação de novas tecnologias de análises. No Monitoramento Ambiental Participativo é reativada a rede de Amigos do Rio (com mobilização de ribeirinhos) e sistema de alerta para mortandades de peixes, além da ampliação das atividades de educação com alunos e professores da rede de ensino na bacia.

Seguindo o padrão de coletas realizados desde o início das pesquisas, certamente o estudo das lagoas marginais poderá agregar mais informações (seria a terceira iniciativa) bom como outros ambientes como riachos e demais afluentes. Espera-se que os resultados desse projeto sinalize os novos passos a seguir.

### 3.4 BASES LEGAIS

A Resolução CONAMA n.º 357 de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, aponta a importância de indicadores biológicos como ferramentas do enquadramento. O Estado de Minas Gerais em Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N.º 1, de 05 de Maio de 2008, estabelece em seu Art. 6º que a qualidade dos ambientes aquáticos deverá ser avaliada por indicadores biológicos, com o seguinte conteúdo:

Art. 6º A qualidade dos ambientes aquáticos deverá ser avaliada por indicadores biológicos, utilizando-se comunidades aquáticas, com critérios a serem definidos por deliberação conjunta do COPAM e CERH-MG.

§1º - Serão estabelecidos sítios de referência em locais preservados e com baixo ou nenhum impacto antropogênico, caracterizados pela composição e estrutura das comunidades e diferenciados por ecorregiões aquáticas, zonas funcionais e características ecomorfológicas dos habitats.

§2º - Os desvios da composição e estrutura das comunidades biológicas associados aos desvios da ecomorfologia dos habitats e da qualidade das águas, em relação ao(s) sítio(s) de referência, serão utilizados para avaliar o estado da qualidade dos ambientes aquáticos (classes de qualidade).

§3º - Comunidades aquáticas a serem preferencialmente consideradas para avaliar a qualidade dos ambientes aquáticos:

I - para os ambientes lóticos: invertebrados bentônicos, macrófitas, perifíton.

a) Em situações que se fizer necessário, deverão ser incluídos outros grupos de organismos aquáticos, como, ictiofauna, zooplâncton, potenciais vetores de doenças e patógenos.

II - para os ambientes lênticos: zooplâncton, macrófitas e perifíton.

a) Em situações que se fizer necessário, deverão ser incluídos outros grupos de organismos aquáticos, como, ictiofauna, invertebrados bentônicos, potenciais vetores de doenças e patógenos.

Em seu Art. 35 a mesma Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N.º 1, de 05 de Maio de 2008, estabelece prazo de 4 anos para a construção dos parâmetros de enquadramento utilizando os indicadores, com o seguinte conteúdo:

Art. 35. A classificação da qualidade dos ambientes aquáticos deverá ser adotada para o enquadramento dos ambientes aquáticos após o prazo de 4 (quatro) anos, a contar da data de publicação desta Deliberação Normativa.

§ 1º Durante este prazo o órgão estadual competente deverá implementar, em caráter piloto, a utilização de indicadores biológicos para avaliação da qualidade dos ambientes aquáticos, conforme disposto no artigo 6º, sendo que a utilização piloto terá como objetivo padronizar a metodologia de: seleção dos sítios de referência, caracterização ecomorfológica dos habitats, amostragem, análise laboratorial, processamento e representação dos dados.

Diante deste contexto a bacia do rio das Velhas se apresentou como região apta a representar projeto piloto para o desenvolvimento de tecnologia e abordagens para serem utilizadas nas demais bacias hidrográficas do estado. Como resultado, o Biomonitoramento foi importante para estabelecer as prioridades das Metas 2010 e 2014, delimitando a RMBH como ponto de foco das intervenções, possuindo custo compatível, e maior sensibilidade do que os monitoramentos tradicionais (IQA). Durante esses anos também foi responsável pela formação de Recursos Humanos aptos a trabalhar com esta ferramenta. Apesar da avaliação do IQA não ter apresentado nenhuma alteração significativa em função das intervenções no Programa Estruturador da Meta 2010, a distribuição de algumas espécies de peixes aumentou consideravelmente (ALVES & POMPEU, 2008), aproximando-se da RMBH. Esses dados foram parcialmente corroborados pela pesquisa da fauna bentônica (CALLISTO & MORENO, 2006). O melhor direcionamento dos esforços certamente poderia maximizar os resultados (FEIO *et al.*, 2015).

A escolha da bacia do Rio das Velhas como bacia piloto para desenvolvimento e adaptações de metodologias aos ambientes tropicais ainda não se efetivou completamente, com o devido apoio e participação do Estado nas diretrizes de metodologias a serem aplicadas no restante do território, padronizando-as e tornando-as comparáveis espacialmente e ao longo do tempo. Além disso, representaria um avanço do Estado de Minas Gerais em relação ao restante do país, incorporando metodologias amplamente utilizadas em países da América do Norte (USEPA's

National Wadeable Stream Assessment - PECK, *et al.* 2006, e Environmental Monitoring Assessment Program) e Europa (Directivas Quadro da Água).

Já em relação às atividades de mobilização e educação ambiental, também previstas na presente proposta através do Monitoramento Ambiental Participativo (MAP), as bases legais se amparam nas seguintes leis e marcos normativos:

- Lei No 6938 de 31/08/1981 (Programa Nacional de Meio Ambiente - PNMA) que preconiza: “educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente”;
- Lei No 9795 de 27/04/1999 (Política Nacional de Educação Ambiental - PNEA), que diz: “deverão ser mantidos e implementados programas de educação ambiental integrados às atividades de licenciamento e revisão de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras”;
- Resolução No 422 de 24/03/2010 (Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA) que: “estabelece diretrizes para as campanhas, ações e projetos de Educação Ambiental, no âmbito da educação formal e não-formal, realizadas por instituições públicas, privadas e da sociedade civil”.
- Resolução N° 02, de 15/06/2012, que estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental: “incluindo os direitos ambientais no conjunto dos internacionalmente reconhecidos, e define que a educação para a cidadania compreende a dimensão política do cuidado com o meio ambiente local, regional e global”.

### 3.5 OBJETIVOS

O projeto de Biomonitoramento da Ictiofauna e Monitoramento Ambiental Participativo na Bacia do Rio das Velhas tem por objetivos principais:

- Realizar amostragens e monitoramento da ocorrência e distribuição da fauna de peixes na calha principal do rio das Velhas após o início do tratamento secundário das Estações de Tratamento de Esgotos dos ribeirões Arrudas (ETE Arrudas) e do Onça (ETE-Onça), comparando com os resultados anteriores desde 1999;
- Realizar amostragens e monitoramento da ocorrência e distribuição da fauna de peixes em afluentes do rio das Velhas, comparando com os resultados anteriores;
- Realizar monitoramento ecossistêmico para avaliar a contribuição do esgoto e da mata ciliar como fonte de energia para os ambientes aquáticos ao longo da bacia, através da relação Carbono 12/13, bem como avaliar a relação entre o Nitrogênio 14/15 para avaliar eventuais mudanças em níveis tróficos e contaminação por fertilizantes;
- Fortalecer o sistema de Monitoramento Ambiental Participativo (MAP) que permita o acompanhamento das mudanças da qualidade das águas do rio e avaliação das possíveis causas da mortalidade de peixe na bacia do rio das Velhas.

Para o cumprimento dos objetivos acima, alguns objetivos específicos serão realizados a fim de se obter os resultados esperados. Esses objetivos específicos encontram-se relacionados abaixo:

- Determinar a riqueza e diversidade da fauna de peixes ao longo da calha do rio das Velhas;

- Comparar os dados coletados com amostragens realizadas ao longo da calha do rio das Velhas desde 1999 em três fases;
- Verificar se a recuperação da fauna de peixes do rio das Velhas continua a ocorrer, como demonstrado por ALVES & POMPEU (2011);
- Determinar a riqueza e diversidade da fauna de peixes em tributários do rio das Velhas;
- Comparar os dados coletados com amostragens nos tributários com as informações obtidas em coletas anteriores;
- Determinar a ocorrência de espécies raras, ameaçadas de extinção e exóticas à bacia do rio São Francisco;
- Testar a metodologia de isótopos estáveis para estudos dos efeitos da poluição sobre a fauna de peixes;
- Identificar na comunidade local, ao longo do Rio das Velhas (desde sua nascente até a foz no rio São Francisco) e seus principais afluentes, pessoas interessadas em participar deste projeto como um “Amigo do Rio”, nos moldes de projetos desenvolvidos anteriormente na bacia;
- Capacitar os Amigos do Rio para preencher formulários, tirar fotografias, comunicar eventos de mortandade às autoridades competentes (Polícia Militar Ambiental, NEA, FEAM e IGAM) de acordo com o estabelecido no “Manual de Orientação para procedimentos durante o Atendimento à Emergência Ambiental envolvendo Mortandade de Peixes” (2014), proposto pelo Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos/Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais, e dar apoio às equipes de campo em caso de alerta e no monitoramento regular das águas do rio;

- Estudar as causas das frequentes e recorrentes mortandades de peixes na bacia do rio das Velhas, incorporando os dados do Programa de Biomonitoramento e utilizando o Manual de Orientação para procedimentos durante o Atendimento à Emergência Ambiental envolvendo Mortandade de Peixes (SISEMA, 2104);
- Disponibilizar as informações obtidas sobre as possíveis causas da mortandade na bacia do rio das Velhas para o Poder Público e comunidade local;
- Estimular e sensibilizar comunidades escolares e subcomitês sobre questões relacionadas a bacia hidrográfica, qualidade das águas e ictiofauna;
- Fortalecer a gestão descentralizada e participativa da bacia hidrográfica do rio das Velhas por meio da capacitação oferecida;
- Localizar a sub-bacia a qual a instituição pertence, utilizando áreas próximas a elas para o trabalho prático oferecido;
- Criar um banco de dados com todos os dados levantados divulgando os resultados dos levantamentos realizados pelos parceiros envolvidos.



### 3.6 PRODUTOS PREVISTOS

O presente Relatório Técnico Final, já compatibilizado com as informações apresentadas no Plano de Trabalho (Produto 1) e demais Relatórios (Produtos 2 a 13) submetidos e aprovados pela AGB-PeixeVivo, apresentará os resultados definitivos de todas as atividades planejadas e executadas, as análises pertinentes a cada um dos objetivos previstos e alguns produtos já gerados, frutos do atual financiamento.

Assim, são apresentados os resultados consolidados do Biomonitoramento de Peixes, incluindo as análises de isótopos estáveis, além das atividades do Monitoramento Ambiental Participativo (MAP) e avaliação crítica das atividades nas escolas da sub-bacia do rio das Velhas e Amigos do Rio. Por se tratar de documento cumulativo, também inclui as atividades que constam do Relatório de Planejamento Global e Produtos subsequentes (2º ao 12º), ocorridas até o mês de março próximo passado e que são parte integrante do contrato de Prestação de Serviços nº 001/2015, realizado no âmbito do Contrato de Gestão nº 002/IGAM/2012.

## 4 METODOLOGIA

Nesta seção serão detalhadas as metodologias aplicadas nos trabalhos de campo, nas campanhas de coletas de peixes em 8 pontos da calha principal (agosto/2015, janeiro e maio-junho/2016) e em 11 tributários do rio das Velhas (junho-julho e outubro/2015), coletas de amostras líquidas nas ETEs Arrudas e Onça, além das atividades de contato e planejamento do MAP (Monitoramento Ambiental Participativo) junto à comunidade (escolas e subcomitês) e Amigos do Rio.

A apresentação da metodologia e resultados seguirá o formato dos Produtos anteriores, adicionando os novos conteúdos alcançados após cada etapa de execução das atividades previstas no Primeiro Produto (Relatório de Planejamento Global).

### 4.1 COLETA DE PEIXES

Nos meses de junho e julho de 2015 houve a primeira campanha e em outubro de 2015 a segunda amostragem, nas quais 11 afluentes foram amostrados (Figura 25), seguindo a mesma metodologia das campanhas passadas nestes ambientes.

Os 11 afluentes (tributários) do rio das Velhas foram, de montante para jusante: ribeirão da Mata (RM-01), rio Taquaraçu (TQ-01), rio Jaboticatubas (JB-01), rio Cipó (em Santana do Riacho - CP-01), rio Jequitibá (JE-01), rio da Onça (ON-01), rio Cipó (em Presidente Juscelino - CP-02), rios Pardo Pequeno e Pardo Grande (PP-01, PG-01), rio Bicudo (BI-01) e rio Curimataí (CU-01). As coordenadas geográficas dos locais amostrados encontram-se na Tabela 2.

## Pontos de Coleta em Afluentes do Rio das Velhas

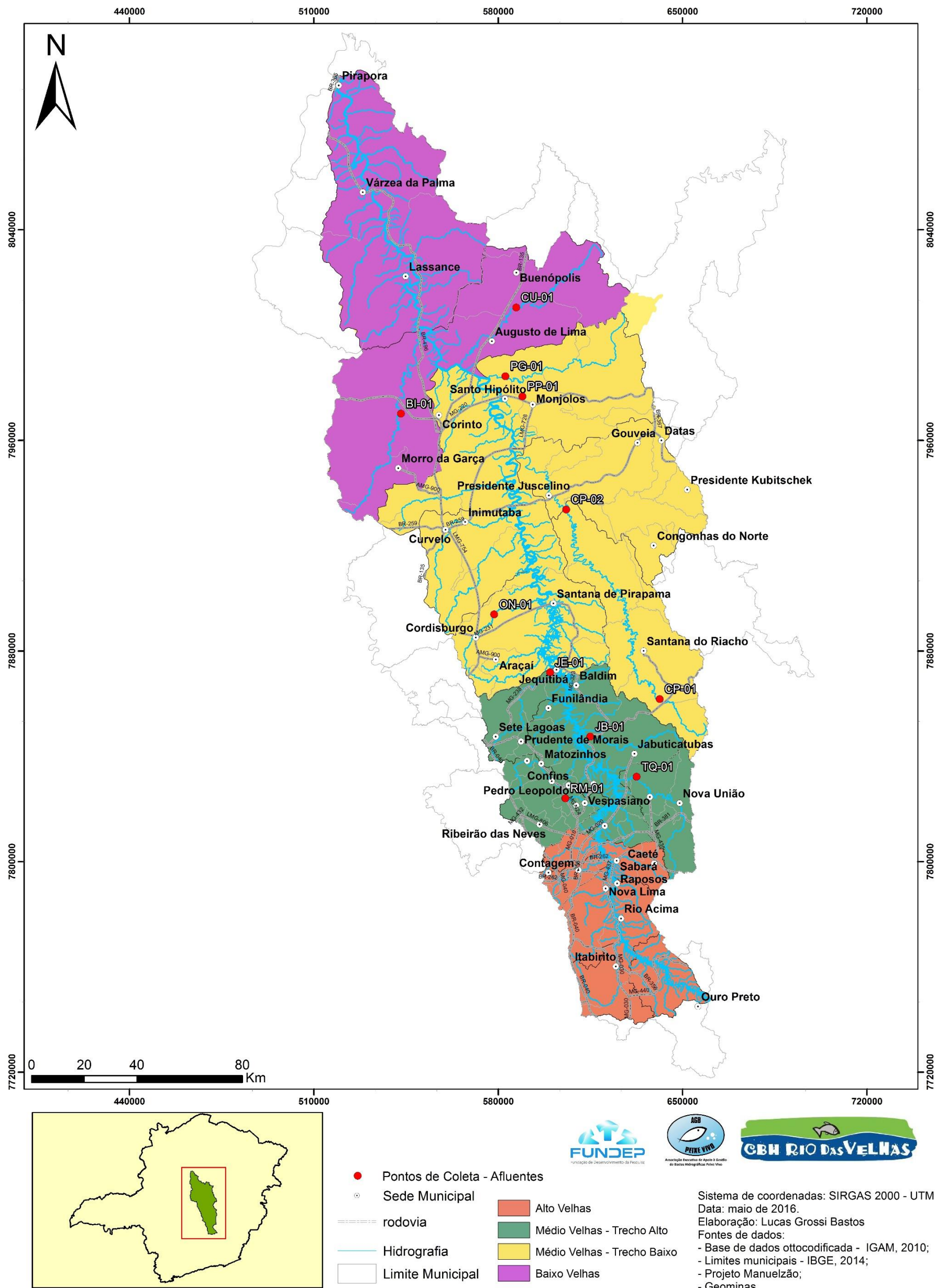


Figura 25. Distribuição espacial dos locais de amostragem em afluentes da bacia do rio das Velhas.

Fonte: Lucas Grossi Bastos (2016)

**Tabela 2. Localização geográfica dos pontos de coleta em afluentes do rio das Velhas (em graus/minutos/segundos e UTM), data, altitude e município.**

Curso d'água (sigla)	Datas das coletas	Coordenadas	Altitude	Município
Ribeirão da Mata (RM-01)	17/06/2015 20/10/2015	19°40'35.8"S 43°59'37.6"W 23K 605473 E 7823991 N	684 m	Pedro Leopoldo
Rio Taquaraçu (TQ-01)	19/06/2015 23/10/2015	19°36'03.1"S 43°44'09.9"W 23K 632551 E 7832196 N	677 m	Taquaraçu de Minas
Rio Jaboticatubas (JB-01)	16/06/2015 22/10/2015	19°27'51.4"S 43°54'18.0"W 23K 614931 E 7847433 N	651 m	Jaboticatubas
Rio Cipó (CP-01)	15/06/2015 21/10/2015	19°20'01.1"S 43°39'17.0"W 23K 641315 E 7861707 N	757 m	Santana do Riacho
Rio Jequitibá (JE-01)	18/06/2015 19/10/2015	19°14'41.1"S 44°03'05.1"W 23K 599696 E 7871820 N	621 m	Jequitibá
Rio da Onça (ON-01)	11/07/2015 18/10/2015	19°02'48.1"S 44°15'15.9"W 23K 578454 E 7893841 N	632 m	Cordisburgo
Rio Cipó (CP-02)	10/07/2015 13/10/2015	18°41'07.0"S 43°59'48.4"W 23K 605789 E 7933699 N	567 m	Presidente Juscelino
Rio Bicudo (BI-01)	06/07/2015 17/10/2015	18°21'30.7"S 44°35'30.8"W 23K 543117 E 7970099 N	564 m	Corinto
Rio Pardo Pequeno (PP-01)	07/07/2015 14/10/2015	18°17'51.9"S 44°09'22.2"W 23K 589183 E 7976666 N	524 m	Santo Hipólito
Rio Pardo Grande (PG-01)	09/07/2015 16/10/2015	18°13'43.2"S 44°13'03.2"W 23K 582728 E 7984340 N	513 m	Santo Hipólito
Rio Curimataí (CU-01)	08/07/2015 15/10/2015	17°59'33.4"S 44°10'47.5"W 23K 586829 E 8010438 N	518 m	Augusto de Lima

Fonte: dos autores (2015)

Foram realizadas coletas quantitativas com redes de emalhar de malhas 3,0 a 12,0 cm entre nós opostos e coletas qualitativas com tarrafas, redes de arrasto e peneiras (Figuras 26 a 30). Em campo o material coletado foi processado, os dados transcritos para fichas de campo, foram coletadas amostras frescas para as análises de isótopos e então foram fixados em solução de formol a 10% (Figuras 31 a 33).



**Figura 26. Coleta com redes (armação)**

Fonte: dos autores (Junho de 2015)



**Figura 27. Retirada de redes**

Fonte: dos autores (Julho de 2015)



**Figura 28. Coleta com tarrafa**

Fonte: dos autores (Julho de 2015)



**Figura 29. Coleta com rede de arrasto**

Fonte: dos autores (Julho de 2015)



**Figura 30. Coleta com peneira**

Fonte: dos autores (Julho de 2015)



**Figura 31. Processamento em campo – Retirada de peixe da rede**

Fonte: dos autores (Julho de 2015)



**Figura 32. Processamento em campo – Etiquetação**

Fonte: dos autores (Julho de 2015)



**Figura 33. Processamento em campo – acondicionamento em Bombona**

Fonte: dos autores (Julho de 2015)



Os mesmos tributários foram amostrados novamente entre 13 a 24 de outubro de 2015, de acordo com o Planejamento Global do Projeto. Registros fotográficos dos pontos na primeira e segunda campanhas estão representados nas Figuras 34 a 55.



**Figura 34. Ribeirão da Mata (RM-01) – 1ª Coleta**  
Fonte: dos autores (Junho de 2015)



**Figura 35. Ribeirão da Mata (RM-01) – 2ª Coleta**  
Fonte: dos autores (Outubro de 2015)



**Figura 36. Rio Taquaraçu (TQ-01) – 1ª Coleta**  
Fonte: dos autores (Junho de 2015)



**Figura 37. Rio Taquaraçu (TQ-01) – 2ª Coleta**  
Fonte: dos autores (Outubro de 2015)



**Figura 38. Rio Jaboticatubas (JB-01) – 1ª Coleta, vista para montante**  
Fonte: dos autores (Junho de 2015)



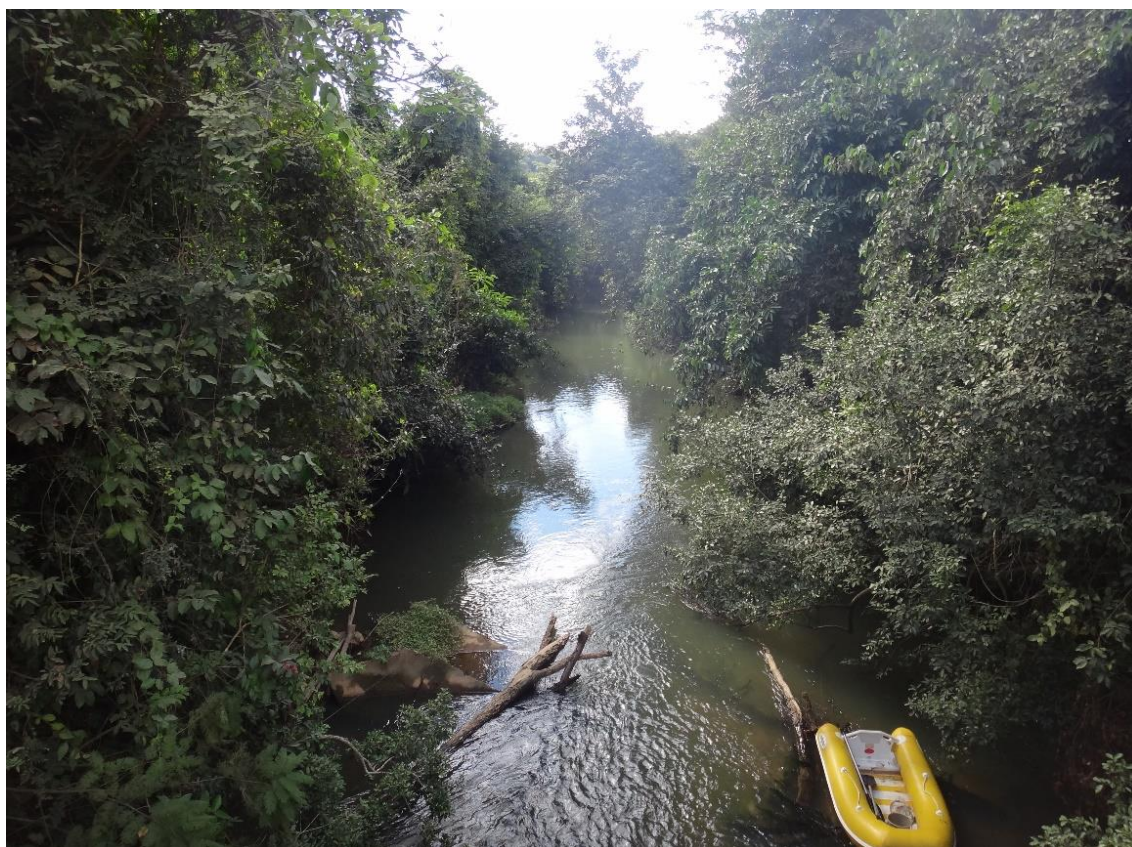
**Figura 39. Rio Jaboticatubas (JB-01) – 2ª Coleta, vista para jusante**  
Fonte: dos autores (Outubro de 2015)



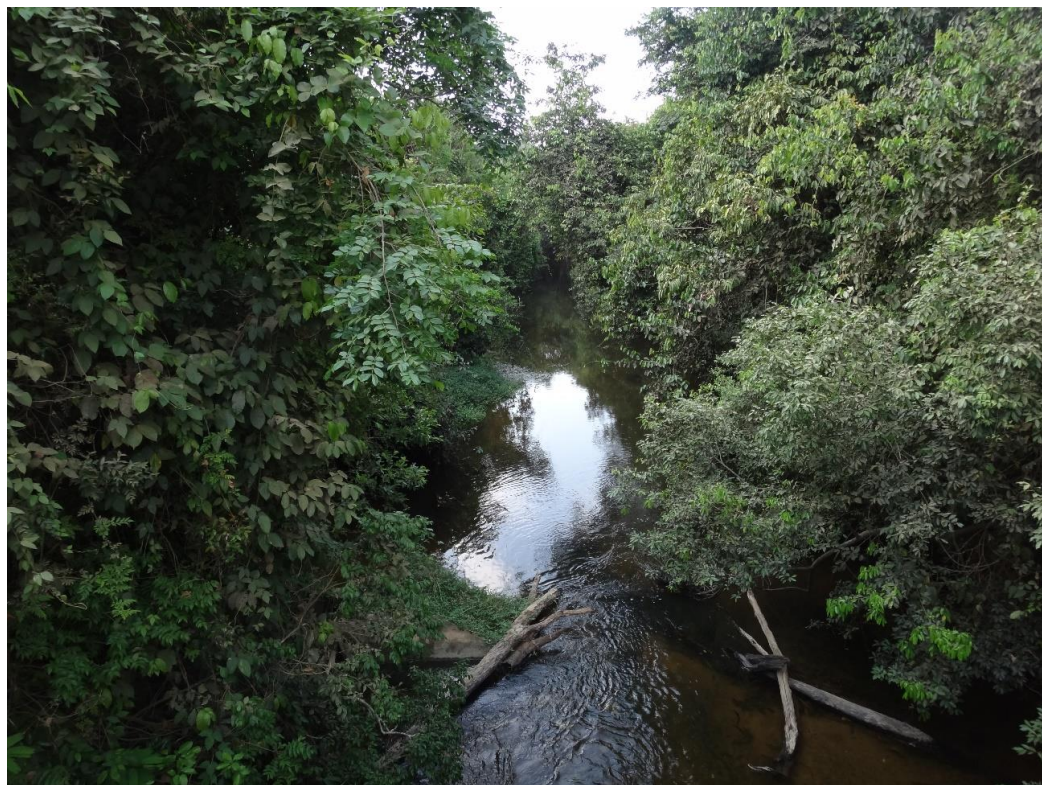
**Figura 40. Rio Cipó (CP-01) – 1ª Coleta, vista para montante**  
Fonte: dos autores (Junho de 2015)



**Figura 41. Rio Cipó (CP-01) – 2ª Coleta, vista para jusante**  
Fonte: dos autores (Outubro de 2015)



**Figura 42. Rio Jequitibá (JE-01) – 1ª Coleta**  
Fonte: dos autores (Junho de 2015)



**Figura 43. Rio Jequitibá (JE-01) – 2ª Coleta**  
Fonte: dos autores (Outubro de 2015)



**Figura 44. Rio da Onça (ON-01) – 1ª Coleta, vista para montante**  
Fonte: dos autores (Julho de 2015)



**Figura 45. Rio da Onça (ON-01) – 2ª Coleta, vista para jusante**

Fonte: dos autores (Outubro de 2015)



**Figura 46. Rio Cipó (CP-02) – 1ª Coleta, vista para montante**

Fonte: dos autores (Julho de 2015)



**Figura 47. Rio Cipó (CP-02) – 2ª Coleta, vista para jusante**

Fonte: dos autores (Outubro de 2015)



**Figura 48. Rio Bicudo (BI-01) – 1ª Coleta**  
Fonte: dos autores (Julho de 2015)



**Figura 49. Rio Bicudo (BI-01) – 2ª Coleta**  
Fonte: dos autores (Outubro de 2015)



**Figura 50. Rio Pardo Pequeno (PP-01) – 1ª Coleta**  
Fonte: dos autores (Julho de 2015)



**Figura 51. Rio Pardo Pequeno (PP-01) – 2ª Coleta**  
Fonte: dos autores (Outubro de 2015)



**Figura 52. Rio Pardo Grande (PG-01) – 1ª Coleta, vista para montante**  
Fonte: dos autores (Julho de 2015)



**Figura 53. Rio Pardo Grande (PG-01) – 2ª Coleta, vista para jusante**  
Fonte: dos autores (Outubro de 2015)





**Figura 54. Rio Curimataí (CU-01)**  
Fonte: dos autores (Julho de 2015)

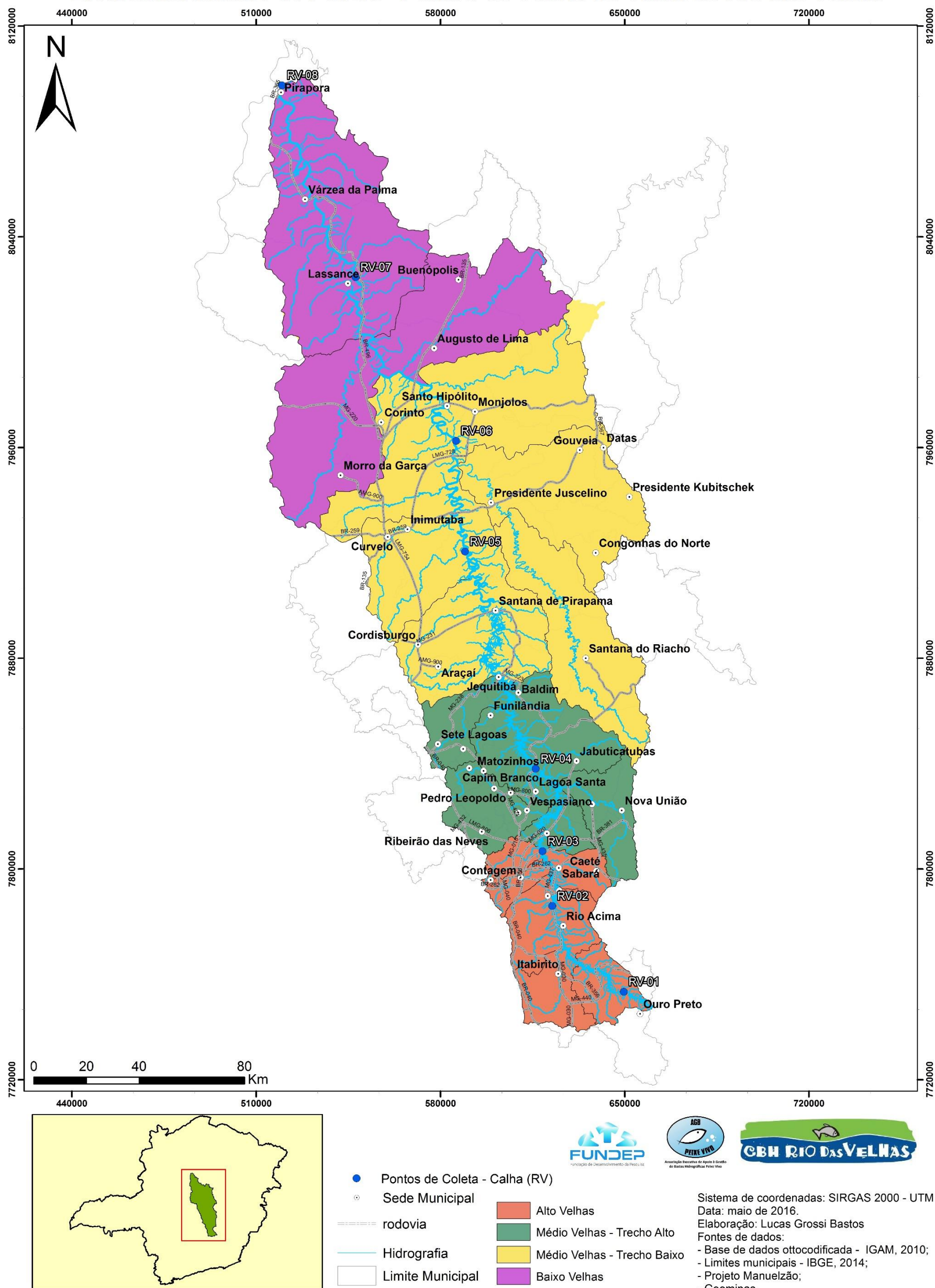


**Figura 55. Rio Curimataí (CU-01)**  
Fonte: dos autores (Outubro de 2015)

Ainda seguindo a mesma metodologia empregada desde 1999, foram realizadas três campanhas relativas à estação seca de 2015 (em agosto) e chuvosa e seca de 2016 (em janeiro e maio-junho). Nestas campanhas foram amostrados 8 pontos de coleta ao longo da calha principal do rio das Velhas (Figura 56), coincidentes com os locais utilizados nas três fases anteriores (vide item 3.1 - Histórico dos Estudos de Ictiofauna na Bacia).

Foram visitados 8 localidades/Municípios ao longo do rio das Velhas, a saber (no sentido de montante para jusante): São Bartolomeu – Ouro Preto (RV-01), Bela Fama – Nova Lima (RV-02), Santa Luzia (RV-03), Lagoa Santa (RV-04), Santa Rita do Cedro – Curvelo (RV-05), Senhora da Glória – Corinto (RV-06), Lassance (RV-07), Barra do Guaicuí – Várzea da Palma (RV-08). As coordenadas geográficas dos locais amostrados encontram-se na Tabela 3.

## Biomonitoramento de Peixes - Pontos de Coleta na Calha do Rio das Velhas



**Figura 56 - Distribuição espacial dos locais de amostragem ao longo da calha do rio das Velhas.**  
 Fonte: Lucas Grossi Bastos (2016)

**Tabela 3. Localização geográfica dos pontos de coleta na calha do rio das Velhas (em graus/minutos/segundos e UTM), data, altitude e município.**

Trecho da Calha (sigla)	Data	Coordenadas	Altitude	Município
São Bartolomeu (RV-01)	20/08/2015	20° 18'42.8"S 43° 34'01.5"W	1010 m	Ouro Preto
	21/01/2016	23K 649606 E 7753356 W		
	10/06/2016			
Bela Fama (RV-02)	19/08/2015	20° 01'10.7"S 43° 49'45.4"W	729 m	Nova Lima
	20/01/2016	23K 622454 E 7785916 W		
	9/06/2016			
Santa Luzia (RV-03)	17/08/2015	19° 49'54.8"S 43° 51'56.2"W	674 m	Santa Luzia
	19/01/2016	23K 618796 E 7806723 W		
	7/06/2016			
Lagoa Santa (RV-04)	18/08/2015	19° 32'56.7"S 43° 53'33.3"W	658 m	Lagoa Santa
	18/01/2016	23K 616174 E 7838041 W		
	8/06/2016			
Santa Rita do Cedro (RV-05)	10/08/2015	18° 48'19.2"S 44° 09'09.2"W	567 m	Curvelo
	11/01/2016	23K 589298 E 7920498 W		
	31/05/2016			
Senhora da Glória (RV-06)	11/08/2015	18° 25'33.2"S 44° 11'10.9"W	552 m	Corinto
	12/01/2016	23K 585926 E 7962502 W		
	1º/06/2016			
Lassance (RV-07)	13/08/2015	17° 51'55.4"S 44° 32'57.4"W	495 m	Lassance
	13/01/2016	23K 547752 E 8024649 W		
	3/06/2016			
Barra do Guaicuí (RV-08)	12/08/2015	17° 12'25.9"S 44° 48'49.8"W	464 m	Várzea da Palma
	14/01/2016	23K 519793 E 8097515 W		
	2/06/2016			

Fonte: dos autores (2015/2016)

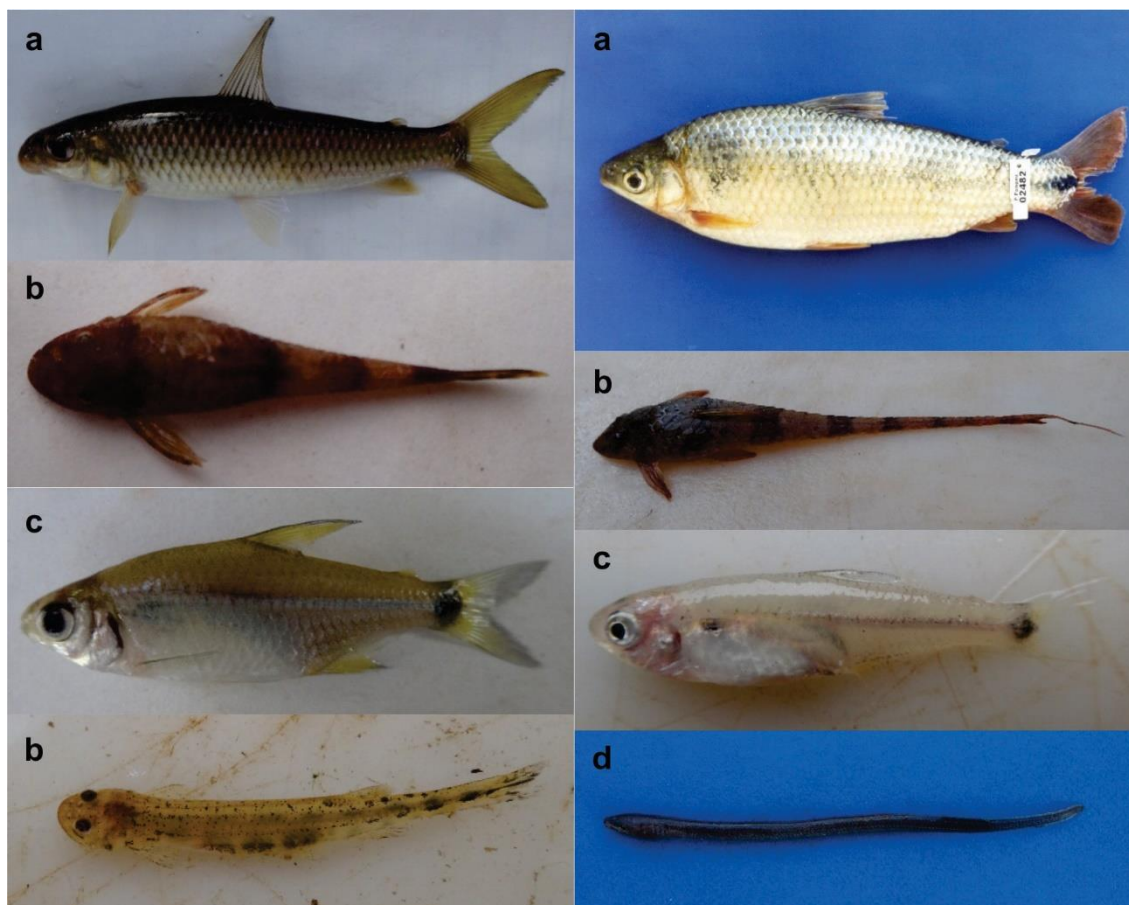
Em cada local, foram realizadas amostragens quantitativas com redes de emalhar de malhas 3,0 a 16,0 cm entre nós opostos e coletas qualitativas com tarrafas, redes de arrasto e peneiras. Apenas no ponto RV-01 (São Bartolomeu), em função das dimensões e profundidade do trecho, não é possível a coleta quantitativa com redes, que necessitam profundidades mínimas entre 1,5 e 2,0 metros.

Em campo, além da caracterização limnológica, registro fotográfico e tomada das coordenadas geográficas, o material coletado foi processado e os dados transcritos para fichas próprias. No caso dos peixes, foram coletadas amostras frescas para as análises de isótopos e então os exemplares foram etiquetados, separados por local e forma de coleta para, então, serem fixados em solução de formol a 10%.

Com a realização das coletas previstas, o material-testemunho coletado será preferencialmente depositado em coleção de referência do Museu de Zoologia da USP (onde já foram depositadas amostras das espécies de peixes das etapas anteriores), mas também com a possibilidade de manutenção de réplicas nas coleções ictiológicas da UFLA e/ou da UFMG, e em instituições de especialistas consultados para confirmações de identificação e interessados em revisões taxonômicas de grupos determinados.

Algumas espécies de peixes coletadas já despertaram interesse de pesquisadores de outras instituições, que solicitaram acesso ao material coletado para inclusão em revisões taxonômicas e também para descrição de espécies consideradas novas para a ciência. Entre eles citamos: Dr. Heraldo Antônio Britski (MZUSP), Dr. Luiz Roberto Malabarba (UFRGS), Fernando Camargo Jerep (UEL), Roberto Esser dos Reis (MCT-PUCRS), Cláudio Henrique Zawadski (UEM-Nupelia), Tyson R. Roberts (STRS – California Academy of Sciences).

Parte do material coletado foi separado para envio aos pesquisadores mencionados, respeitando todo o rigor referente às informações necessárias: determinação preliminar em laboratório, data e local de captura, dados de coordenadas geográficas dos pontos de ocorrência, métodos corretos para a fixação (em formol) e conservação (em álcool), responsáveis pela amostragem e identificação. Além disto, no memento da descrição e elaboração do artigo científico sobre o material, serão disponibilizadas informações sobre o ambiente, qualidade de água e demais informações ambientais que possam enriquecer o trabalho. Na Figura 57 constam exemplos destas espécies.



**Figura 57. Exemplos de espécies que estão sendo encaminhadas para especialistas para determinação definitiva ou descrição de novas espécies.**

(a) Heraldo Britski, (b) Roberto Reis, (c) Luiz Malabarba e Fernando Jerep e (d) Tyson Roberts

Fonte: dos autores (Março de 2016)

A primeira campanha foi realizada durante duas semanas, entre 10 e 14 e entre 17 a 21 de agosto de 2015. Entre 11 e 15 e entre 18 e 22 de janeiro de 2016, foram realizadas novas amostragens nos mesmos pontos de coleta. A segunda campanha representou o período chuvoso, conforme planejado. A terceira campanha ocorreu de 30 de maio a 3 de junho e de 6 a 10 de junho, representando nova estação seca, como realizado nas etapas anteriores. Imagens dos 8 locais nos três períodos são apresentadas nas Figuras 58 a 81.



**Figura 58. Rio das Velhas em São Bartolomeu (RV-01), município de Ouro Preto, na estação seca (vista de montante), em agosto de 2015**

Fonte: dos autores (Agosto de 2015)



**Figura 59. Rio das Velhas em São Bartolomeu (RV-01), município de Ouro Preto, na estação chuvosa (vista de montante), janeiro de 2016**

Fonte: dos autores (Janeiro de 2016)



**Figura 60. Rio das Velhas em São Bartolomeu (RV-01), município de Ouro Preto, na estação seca (vista para jusante), junho de 2016**

Fonte: dos autores (Junho de 2016)



**Figura 61. Rio das Velhas em Bela Fama (RV-02), município de Nova de Lima, na estação seca em agosto de 2015 – braço da margem direita**

Fonte: dos autores (Agosto de 2015)



**Figura 62. Rio das Velhas em Bela Fama (RV-02), município de Nova de Lima, na estação chuvosa, em janeiro de 2016 – vista para montante**

Fonte: dos autores (Janeiro de 2016)



**Figura 63. Rio das Velhas em Bela Fama (RV-02), município de Nova de Lima, na estação seca, em junho de 2016 – vista para montante**

Fonte: dos autores (Junho de 2016)



**Figura 64. Rio das Velhas no município de Santa Luzia (RV-03), na estação seca em agosto de 2015 – vista para jusante**

Fonte: dos autores (Agosto de 2015)



**Figura 65. Rio das Velhas no município de Santa Luzia (RV-03), na estação chuvosa em janeiro de 2016 – vista para montante**

Fonte: dos autores (Janeiro de 2016)





**Figura 66. Rio das Velhas no município de Santa Luzia (RV-03), na estação seca em junho de 2016 – vista para montante**

Fonte: dos autores (Junho de 2016)



**Figura 67. Rio das Velhas no município de Lagoa Santa (RV-04), na estação seca em agosto de 2015 – vista para jusante**

Fonte: dos autores (Agosto de 2015)



**Figura 68. Rio das Velhas no município de Lagoa Santa (RV-04), na estação chuvosa em janeiro de 2016 – vista da ponte MG-010**

Fonte: dos autores (Janeiro de 2016)



**Figura 69. Rio das Velhas no município de Lagoa Santa (RV-04), na estação seca em junho de 2016 – vista para montante**

Fonte: dos autores (Junho de 2016)



**Figura 70. Rio das Velhas em Santa Rita do Cedro (RV-05), município de Curvelo, na estação seca em agosto de 2015 – vista para montante**

Fonte: dos autores (Agosto de 2015)



**Figura 71. Rio das Velhas em Santa Rita do Cedro (RV-05), município de Curvelo, na estação chuvosa em janeiro de 2016 – vista para montante**

Fonte: dos autores (Janeiro de 2016)



**Figura 72. Rio das Velhas em Santa Rita do Cedro (RV-05), município de Curvelo, na estação seca em maio de 2016 – vista para jusante**

Fonte: dos autores (Maio de 2016)



**Figura 73. Rio das Velhas em Senhora da Glória (RV-06), município de Corinto, na estação seca em agosto de 2015**

Fonte: dos autores (Agosto de 2015)



**Figura 74. Rio das Velhas em Senhora da Glória (RV-06), município de Corinto, na estação chuvosa em janeiro de 2016**

Fonte: dos autores (Janeiro de 2016)



**Figura 75. Rio das Velhas em Senhora da Glória (RV-06), município de Corinto, na estação seca em maio de 2016**

Fonte: dos autores (Maio de 2016)



**Figura 76. Rio das Velhas no município de Lassance (RV-07), na estação seca em agosto de 2015 – vista para montante**

Fonte: dos autores (Agosto de 2015)



**Figura 77. Rio das Velhas no município de Lassance (RV-07), na estação chuvosa em janeiro de 2016 – vista para jusante**

Fonte: dos autores (janeiro de 2016)



**Figura 78. Rio das Velhas no município de Lassance (RV-07), na estação seca em junho de 2016 – nas corredeiras com pescador usando tarrafa**

Fonte: dos autores (junho de 2016)



**Figura 79. Rio das Velhas em Barra do Guaicuí (RV-08), município de Várzea da Palma, na estação seca em agosto de 2015**

Fonte: dos autores (Agosto de 2015)



**Figura 80. Rio das Velhas em Barra do Guaicuí (RV-08), município de Várzea da Palma, na estação chuvosa em janeiro de 2016**

Fonte: dos autores (janeiro de 2016)



**Figura 81. Rio das Velhas em Barra do Guaicuí (RV-08), município de Várzea da Palma, na estação seca em junho de 2016**

Fonte: dos autores (junho de 2016)

De acordo com a metodologia empregada nas demais amostragens, durante as coletas, ainda em campo, os peixes foram fixados em solução de formol 10%, separados por método e local de captura. Após armazenamento no Laboratório Nuvelhas (do Projeto Manuelzão – UFMG) as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Ecologia de Peixes da UFLA. Neste laboratório, retirados da solução de formol 10% (Figura 82), foram lavados, identificados (BRITSKI *et al.*, 1986), pesados e medidos (Figuras 83 a 86) e mantidos em solução de álcool 70%. Os dados foram digitados a partir das informações contidas nas fichas de campo e laboratório e, em seguida, conferidos para a realização das análises necessárias.

Peixes maiores que tiveram parte do seu tecido muscular retirado para as análises de isótopos estáveis (Figura 87) também foram levados ao laboratório para a identificação, biometria e contagem do número de indivíduos por espécie. Peixes menores, cujas amostras para estas análises utilizam o peixe inteiro, sem o trato digestivo, foram contados em campo. Exemplares coletados nos mesmos locais são utilizados para a confirmação da identificação taxonômica.



**Figura 82. Acondicionamento do material coletado para fixação em solução de formol (10%), em bombona plástica**

Fonte: dos autores (Março de 2016)





**Figura 83. Biometria do material coletado (medição em ictiômetro)**

Fonte: dos autores (Março de 2016)



**Figura 84. Biometria das espécies coletadas na bacia do rio das Velhas – medição dos comprimentos total e padrão**

Fonte: dos autores (Agosto de 2015)



**Figura 85. Biometria das espécies coletadas na bacia do rio das Velhas – pesagem dos indivíduos**

Fonte: dos autores (Março de 2016)



**Figura 86. Triagem e processamento das espécies coletadas na bacia do rio das Velhas.**

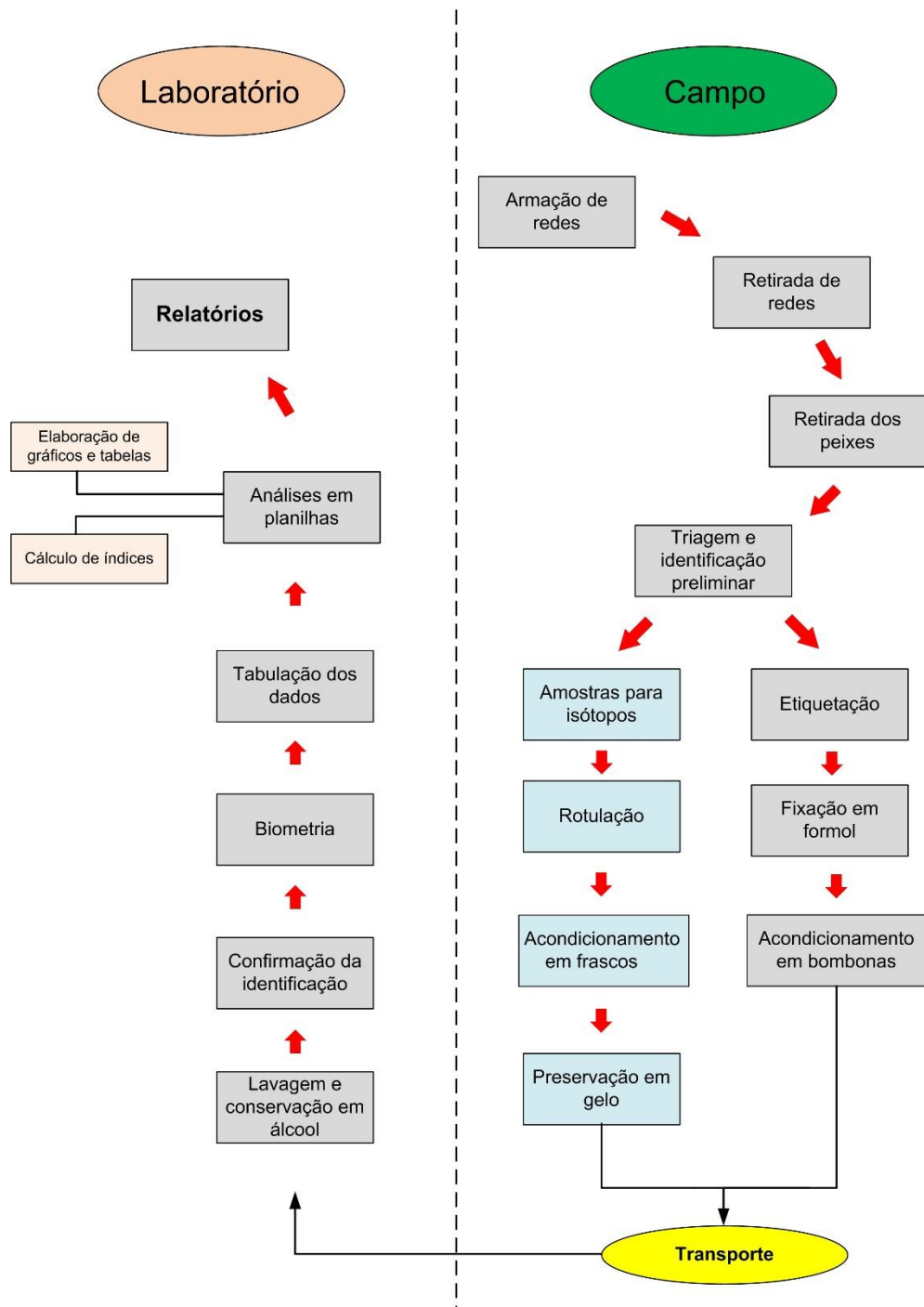
Fonte: dos autores (Agosto de 2015)



**Figura 87. Exemplar com amostra de tecido retirada da musculatura dorsal para análise de isótopos estáveis**

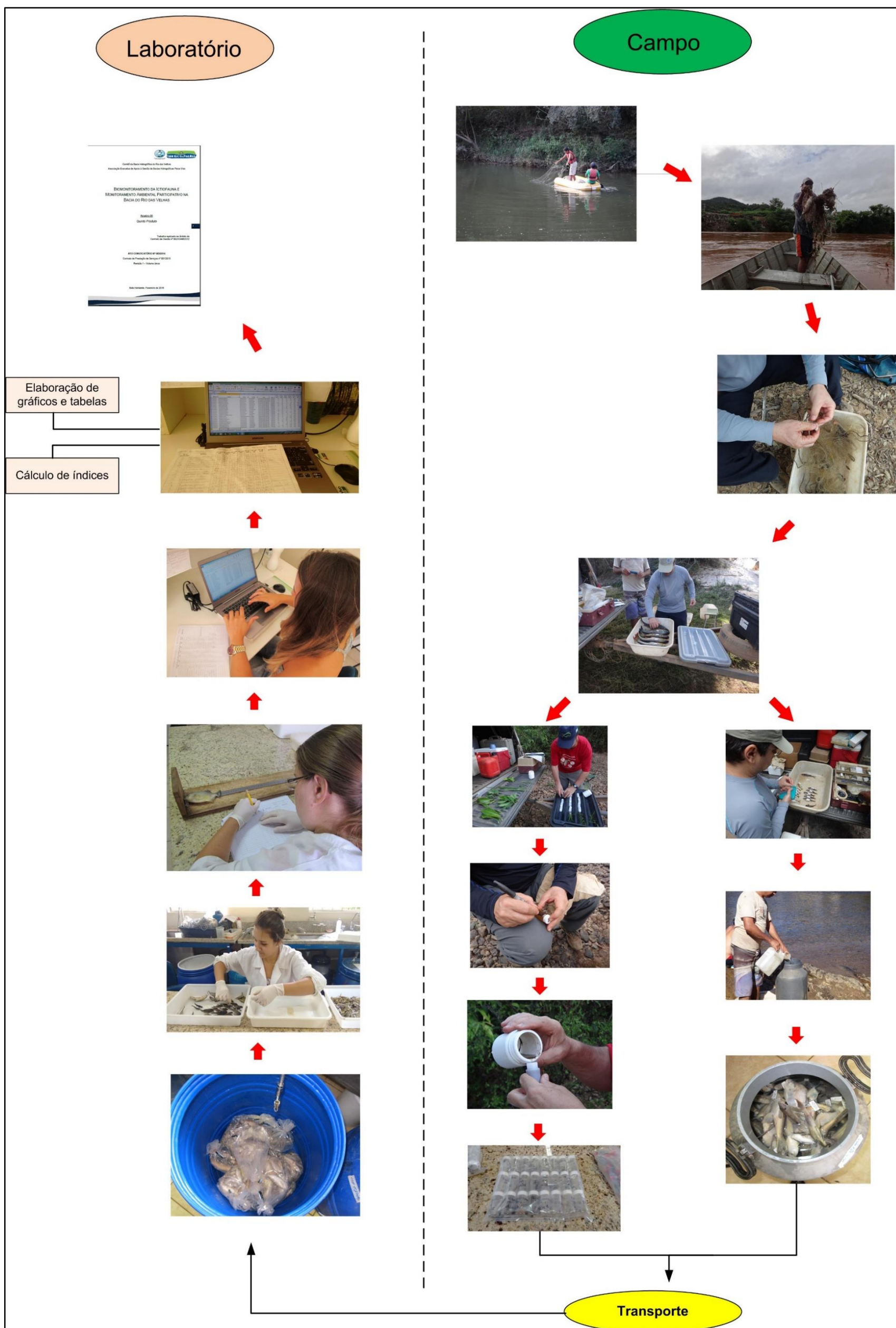
Fonte: dos autores (Março de 2016)

Todos os procedimentos adotados nas amostragens de peixes em campo estão resumidos no fluxograma da Figura 88 e ilustrados na Figura 89.



**Figura 88. Esquema dos procedimentos de coleta e processamento de peixes, em campo e laboratório, incluindo tabulação de dados, análises e elaboração de relatórios.**

Fonte: dos autores (Março de 2016)



**Figura 89 - Esquema ilustrado dos procedimentos de coleta e processamento de peixes, em campo e laboratório, incluindo tabulação de dados, análises e elaboração de relatórios.**

Fonte: dos autores (Agosto de 2016)

## 4.2 CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA

Todos os locais visitados foram caracterizados através de parâmetros limnológicos básicos: Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e Oxigênio Dissolvido. Os parâmetros foram obtidos através de sondas portáteis Yellow Springs Instruments: pHmetro YSI-60 e Oxímetro/condutivímetro YSI-55 (Figura 90).



**Figura 90. Coleta de dados para caracterização limnológica no rio das Velhas**

Fonte: dos autores (Agosto de 2015)

Os procedimentos limnológicos realizados nos afluentes foram os mesmos aplicados nas amostragens na calha do rio das Velhas durante a Pesca Experimental (Figuras 91 e 92).



**Figura 91. Caracterização limnológica na calha do rio das Velhas (RV-06).**

Fonte: dos autores (Julho de 2015)



**Figura 92. Filtragem de água na calha (RV-07)**

Fonte: dos autores (Agosto de 2015)

### 4.3 ISÓTOPOS ESTÁVEIS

Para obtenção das quantidades mínimas de material necessário para análise de amostras de tecidos animais (2-5 mg de material seco) e para amostras vegetais (5-10 mg de material seco) foram coletadas amostras de tecido animal (peixe inteiro ou fragmento muscular) e vegetal (folhas inteiras da mata e do fundo do rio, no caso do folhiço – Figura 93), bem como amostras filtradas de material suspenso na água, sedimento e aderido a substratos (pedras de preferência - Figura 94). Além disto, para cada consumidor e recurso, procurou-se obter o mínimo de 5 amostras (cada espécie de peixe e recurso animal e vegetal) por local amostrado, de forma a contemplar o conjunto da fauna dos tributários e da calha principal do rio das Velhas. Assim, coletou-se amostras de água (filtrada com rede de fitoplâncton), perifíton aderido a pedras (cascalho ou seixos) do leito do rio, sedimento depositado no leito do rio, folhas depositadas no leito do rio (folhiço), plantas arbóreas e gramíneas da mata ciliar e margens dos rios. Além disso, quando presentes, foram coletadas amostras de algas (Figura 95) filamentosas do leito do rio e bambu das margens e vegetação ciliar.



**Figura 93. Exemplo de banco de folhas depositadas no leito do rio.**

Fonte: dos autores (Julho de 2015)



**Figura 94. Exemplo de pedras do leito do rio, onde o perífíton se adere.**

Fonte: dos autores (Outubro de 2015)



**Figura 95. Exemplo algas filamentosas em ambiente lótico do leito do rio.**

Fonte: dos autores (Outubro de 2015)



As amostras coletadas foram acondicionadas em frascos de vidro e do tipo Eppendorf, identificadas e imediatamente acondicionadas em caixa isotérmica com gelo. Posteriormente, em um prazo máximo de 3 meses, serão liofilizadas (secas) e novamente acondicionadas em frascos Eppendorf (conforme detalhado a seguir para cada recurso e consumidor) ou similar para envio para análise.

Foram coletadas amostras das diferentes fontes de Carbono (recursos) e consumidores do ambiente, quais sejam:

- (a) Perifíton (algas que crescem no leito do rio): foram coletados através da raspagem de pedras (com escova) e armazenado em um pote com água destilada. Após a coleta as amostras foram imediatamente acondicionadas em gelo até a adequada manutenção em freezer para preservação do material. Em laboratório as amostras serão filtradas (utiliza-se um filtro específico) e secas em estufa a 60°C. Logo em seguida serão moídas a pó fino e homogêneo utilizando almofariz e pilão;
- (b) Algas filamentosas: quando presentes foram coletadas, armazenadas em frascos plásticos e congeladas. Em laboratório as amostras serão secas em estufa a 60°C e moídas a pó fino e homogêneo utilizando almofariz e pilão.
- (c) Matéria em suspensão na água: Utilizando uma rede de fitoplâncton colocada superficialmente à água por um período mínimo de 1 minuto. A água coletada foi acondicionada em frasco e imediatamente congelada. Em laboratório estas amostras serão filtradas (utiliza-se um filtro específico) e secas em estufa a 60°C. Logo em seguida serão moídas a pó fino e homogêneo utilizando almofariz e pilão.
- (d) Sedimento (FPOM – matéria orgânica particulada fina): sedimento foi coletado de pontos diferentes ao longo do trecho amostrado. As amostras foram armazenadas em potes plásticos e imediatamente congeladas. Em laboratório as amostras serão secas em estufa a 60°C e moídas a pó fino e homogêneo utilizando almofariz e pilão.

- (e) Vegetação, serrapilheira, CPOM (matéria orgânica particulada grossa) e macrófitas: Também foram coletadas pelo menos 5 amostras nos diferentes pontos de cada tipo de vegetação (mata ciliar, capim - gramíneas, e bambu quando presente), na sua região de entorno. Em cada amostra foram coletadas pelo menos 5 folhas das árvores mais comuns predominantes no local. Após a coleta cada amostra foram congeladas e, em laboratório, serão colocadas em prensas herbáricas e mantida em estufa até que esteja completamente seca (para evitar a decomposição). Esse procedimento será feito imediatamente após a coleta. Em laboratório as amostras serão secas em estufa a 60°C por 48h (pois podem ter absorvido alguma umidade) e moídas a pó fino e homogêneo utilizando almofariz e pilão. O mesmo procedimento feito para vegetação e serrapilheira será aplicado para CPOM e macrófitas. Na prensa herbárica será colocado mais jornal para essas amostras (pois são retiradas de dentro do riacho e demoram mais para secar).
- (f) Peixes: Fragmentos de tecidos de peixes de maior porte ou exemplar inteiro daqueles de pequeno porte foram coletados através da pesca experimental, sem uso de anestésicos (eugenol) ou fixadores/conservantes (formol e/ou álcool). Em campo separou-se 5 amostras de cada espécie que foram congelados. Em laboratório retirar-se-á uma parte do músculo do peixe (suficiente para uma amostra de 5mg após seco). Os peixes muito pequenos serão mantidos inteiros (retira-se apenas o trato digestivo para não interferir). Após a separação, os peixes serão liofilizados por 24h e depois serão moídos a pó fino e homogêneo utilizando almofariz e pilão.

Os procedimentos de coleta de amostras de isótopos estáveis realizados nos afluentes foram igualmente aplicados nas amostragens na calha do rio das Velhas pela Pesca Experimental (Figuras 96 a 104). A Figura 105 apresenta os filtros com material proveniente dos procedimentos em laboratório para as amostras líquidas. Oportunamente serão incluídas imagens de todo o processo (fluxograma e fotografias).



**Figura 96. Processamento de amostras de isótopos em campo, na segunda coleta da calha do rio das Velhas**

Fonte: dos autores (Janeiro de 2016)



**Figura 97. Acondicionamento de amostra de água filtrada em frasco, no ponto de coleta do rio Pardo Pequeno (PP-01)**

Fonte: dos autores (Julho de 2015)



**Figura 98. Preparo e etiquetagem de amostras**

Fonte: dos autores (julho de 2015)



**Figura 99. Pedras do leito do rio utilizadas para extração do perifíton**

Fonte: dos autores (Julho de 2015)



**Figura 100. Extração do perifíton de pedras do leito do rio**

Fonte: dos autores (Junho de 2016)



**Figura 101. Identificação de frasco com amostra**

Fonte: dos autores (Julho de 2015)



**Figura 102. Macrófita aquática, coletada no ponto do ribeirão da Mata (RM-01)**

Fonte: dos autores (Agosto de 2015)



**Figura 103. Macrófita aquática, coletada no ponto da Barra do Guaicuí (RV-08)**

Fonte: dos autores (Junho de 2016)



**Figura 104. Frascos e fichas de campo**

Fonte: dos autores (Julho de 2015)



**Figura 105. Filtros processados de amostras líquidas**

Fonte: dos autores (Agosto de 2016)

Os mesmos procedimentos de rotina em campo, ilustrados acima nas Figuras 89 a 104, foram adotados na terceira amostragem na calha do rio das Velhas. Esses passos são evidenciados na montagem apresentada na Figura 106.



**Figura 106. Ilustração da rotina de procedimentos adotados em campo na terceira campanha da calha do rio das Velhas (Mai-Jun/2016)**

Fonte: dos autores (Junho de 2016)

Ainda atendendo ao objetivo de realizar monitoramento ecossistêmico para avaliar a contribuição do esgoto nas proporções de Carbono e Nitrogênio no ambiente e nos peixes, foi realizada a coleta das ETEs Arrudas e Onça (Figuras 107 e 108), em julho de 2016, com apoio da Divisão de Tratamento de Efluentes da Bacia do Rio das Velhas (DVEV – COPASA). Estas são as duas principais ETEs de Minas Gerais, que possuem capacidade de tratamento dos rejeitos de 1 milhão de habitantes cada.

Em cada ETE, a coleta diária (por período de 24 horas) é realizada através de um amostrador automático que coleta 1 litro por hora (Figura 109). Cada uma destas 24 sub-amostras é agitada (Figura 110) e as sub-parcelas são medidas (Figura 111) e somadas em uma única amostra de um litro de forma proporcional (Figura 112), ou seja, respeitando a vazão afluyente no momento da coleta. As vazões afluentes se alteram de acordo com o uso de água pela população, diferindo entre manhã, tarde e noite, e dependendo das atividades predominantes da população, como banho, usos do comércio, horas de alimentação, reduzindo no período da madrugada por exemplo.



**Figura 107. Vista Parcial da ETE Arrudas**

Fonte: dos autores (Julho de 2016)





**Figura 108. Vista aérea da ETE Onça**

Fonte: Copasa (2010)



**Figura 109. Amostrador automático com 24 parcelas coletadas a cada hora.**

Fonte: dos autores (Julho de 2016)



**Figura 110. Amostra sendo agitada para separação da sub-parcela proporcional à vazão afluyente na ETE no momento da coleta.**

Fonte: dos autores (Julho de 2016)



**Figura 111. Medição de parcela proporcional à vazão afluyente na hora da coleta**

Fonte: dos autores (Julho de 2016)



**Figura 112. Amostras compostas, após a coleta de todas as 24 sub-amostras**

Fonte: dos autores (Julho de 2016)

Em cada ETE, cinco amostras de esgoto bruto (não tratado ou afluente) foram coletadas na tomada d'água e outras cinco amostras de esgoto tratado (efluente) na restituição da água tratada próxima ao lançamento no corpo d'água receptor (Figuras 113 e 114).



**Figura 113. Coleta de amostras de esgotos: (a) tomada d'água (afluente), (b) saída do esgoto tratado (efluente) e (c) decantador final da ETE Arrudas.**

Fonte: dos autores (Julho de 2016)



**Figura 114. Coleta de amostras de esgotos: (a) tomada d'água (afluente), (b) saída do esgoto tratado (efluente) e (c) decantador final da ETE Onça.**

Fonte: dos autores (Julho de 2016)

Após a preparação do material em laboratório, as amostras foram encaminhadas para Laboratório para análise isotópica (CENA – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, da ESALQ-SP/USP) em lotes, de acordo com a época em que foram coletadas e após o processamento em laboratório. O 1º Lote, contendo 970 amostras foi encaminhado em março de 2016 (Figuras 115 e 116). Outro grupo de amostras (2º Lote, com 1.536 amostras válidas), foi encaminhado após o processamento do material da terceira coleta na calha do rio das Velhas. O 3º e último lote, com 610 amostras, foi entregue após as amostragens nas ETEs. A análise isotópica, propriamente dita, é realizada em um período aproximado de 3 meses, a depender do volume de amostras e de condições laboratoriais específicas. É recomendável que esse procedimento seja feito agrupando as amostras e dinamizando o processo para não prejudicar o cronograma.



**Figura 115. Amostras em preparação para análises de isótopos estáveis (a). Em detalhe amostras com respectiva identificação (b).**

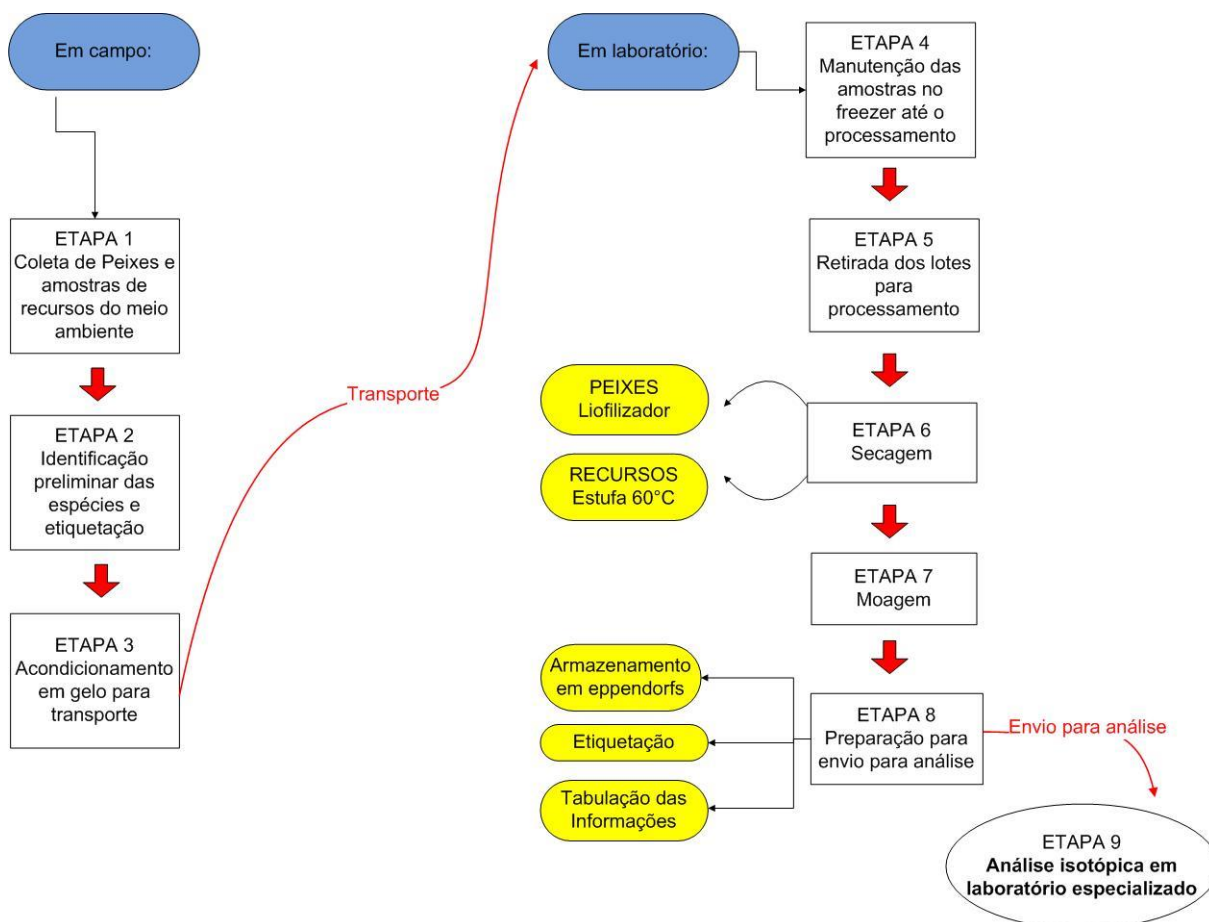
Fonte: dos autores (Janeiro de 2016)



**Figura 116. Grupo de amostras vegetais dessecadas, liofilizadas e maceradas, acondicionadas em frascos Eppendorf para análises de isótopos estáveis.**

Fonte: dos autores (Janeiro de 2016)

Todo o procedimento foi esquematizado na Figura 117 e ilustrado na Figura 118.



**Figura 117. Esquema do processamento de amostras de isótopos estáveis, desde a coleta até o fim das análises que gerarão os valores para interpretação matemática e estatística.**

Fonte: dos autores (Março de 2016)





Figura 118 - Esquema ilustrado do processamento de amostras de isótopos estáveis, desde a coleta até o fim das análises que gerarão os valores para interpretação matemática e estatística.

Fonte: dos autores (Agosto de 2016)

As amostras líquidas foram processadas em laboratório, seguindo as etapas descritas na Figura 119: Os filtros de quartzo Whatman (25mm) foram previamente queimados em mufla (calcinação), a 500°C, e pesados com precisão de 5 casas decimais (0,00001g). Em seguida, os filtros foram mantidos em dessecador à vácuo para evitar a reidratação pela umidade do ambiente, até o momento de serem utilizados para o processo de filtração. Por meio de uma bomba de vácuo acoplada a um aparato de filtração e kitasato a amostra líquida foi filtrada. O filtro com resíduo sólido da amostra nele retido foram para a estufa a 40°C de temperatura constante até a estabilização do peso, monitorado na mesma balança da pesagem inicial. Após essa etapa, os filtros foram acondicionados individualmente em placas de petri devidamente identificadas e seladas com parafilme para envio para análise.

As amostras de material biológico estão sendo analisadas como razões isotópicas ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  e  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ), além de Carbono total e teor de Nitrogênio. Para a determinação da razão isotópica é utilizado espectrômetro de massa (Continuous-flow - Isotope Ratio Mass Spectrometry - CF-IRMS) com analisador elementar Carlo Erba (CHN 1110) acoplado ao espectrômetro de massa Delta Plus, da Thermo Scientific. Os resultados são expressos como diferença dos padrões internacionais de referência, pela notação delta ( $\delta$ ), em partes por mil (‰), e calculados por meio da fórmula:

$$\delta X = [(R_{\text{amostra}}/R_{\text{padrão}}) - 1] \times 103$$

onde: X é  $^{13}\text{C}$  ou  $^{15}\text{N}$  e R representa as razões isotópicas  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  ou  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  (BARRIE & PROSSER, 1996).

Para determinar as contribuições relativas de cada fonte de Carbono na alimentação dos peixes utilizamos o pacote computacional de análise de isótopos estáveis do R - SIAR (PARNELL *et al.*, 2010). Consideramos as espécies de peixes como consumidoras e perífiton, algas filamentosas, matéria em suspensão, FPOM,

CPOM, vegetação e serrapilheira como recursos alimentares. Para a representação gráfica da distribuição espacial das espécies de acordo com o  $\delta^{15}\text{N}$  e  $\delta^{13}\text{C}$  utilizaremos a média dos recursos de todas as categorias em conjunto.

Os valores de fracionamento considerados serão de 1‰ para Carbono (OLIVEIRA *et al.* 2006) e de 3‰ para Nitrogênio (FERREIRA *et al.*, 2012).

Um total de 3116 amostras foram analisadas isotopicamente. A variação na composição isotópica dos recursos e dos peixes ao longo do rio das Velhas e nos onze tributários foi avaliada através de gráficos com as assinaturas de Carbono e Nitrogênio de cada material. Foram construídos gráficos com as médias, desvio padrão e erro padrão das assinaturas isotópicas de  $\delta^{15}\text{N}$  (‰) e de  $\delta^{13}\text{C}$  (‰) dos peixes e recursos coletados na Bacia do Rio das Velhas, além de amostras de esgoto coletadas em duas UTE's. Também foi avaliada a variação na composição isotópica de  $\delta^{15}\text{N}$  (‰) e de  $\delta^{13}\text{C}$  (‰) das amostras durante as estações seca e chuvosa. A variação na composição isotópica de Carbono e Nitrogênio das 10 espécies mais abundantes na bacia do rio das Velhas também foi avaliada, tanto para calha quanto afluentes, nas estações seca e chuvosa.

Além disso, foi feita uma análise dos componentes principais (PCA) para avaliar quais os pontos da calha e quais tributários são mais similares em relação a composição isotópica de Carbono e Nitrogênio dos recursos.

Para avaliar a “teia trófica” de cada ponto de estudo da calha do Rio das Velhas e seus principais afluentes, gráficos foram gerados através do programa MixSIAR (R software). Através destes gráficos é possível ter uma ideia de como a comunidade de peixes utiliza seus recursos em cada ponto através das disposição dos peixes e dos recursos no espaço bi-plot ( $\delta^{15}\text{N}$  no eixo vertical e  $\delta^{13}\text{C}$  no eixo horizontal). Nestes casos, maiores valores mais elevados no eixo vertical indicam posição mais elevada na teia trófica (p.e. predadores), enquanto que no eixo horizontal as espécies tendem a se alinhar com os recursos consumidos. Além disso podemos averiguar visualmente se há impacto nas teias tróficas nos pontos onde há entrada de esgoto doméstico/industrial (a partir do ponto RV-03), a partir do alinhamento das espécies na posição correspondente ao esgoto.



Figura 119 - Esquema ilustrado do processamento de amostras líquidas de isótopos estáveis, em laboratório.

Fonte: dos autores (outubro de 2016)

#### 4.4 MONITORAMENTO AMBIENTAL PARTICIPATIVO

##### 4.4.1 Oficinas sobre bacia hidrográfica e biomonitoramento

Foram ofertadas para os subcomitês e comunidades escolares 10 (dez) oficinas sobre Bacia Hidrográfica como Instrumento Pedagógico e Biomonitoramento, que constaram de capacitação de comunidade (adultos). Estas oficinas foram distribuídas ao longo de 2 anos de atividades, sendo 4 oficinas em 2015 e 6 oficinas em 2016, conforme proposta apresentada na Tabela 4.

As oficinas constaram de curso com duração de 8hs, dividido em dois módulos teóricos de 4 horas com discussões e atividades lúdicas. O primeiro módulo sobre Bacias Hidrográficas, oferecido por um profissional Geógrafo e o segundo sobre Biomonitoramento, oferecido por um profissional Biólogo.

Foi considerada, ainda, a regionalização hidrográfica proposta pela atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos do Rio das Velhas, aprovada em 2015, e ainda a possibilidade de parceria com as instâncias descentralizadas dos Subcomitês de Bacia Hidrográfica (SCBH) vinculados ao comitê do Rio das Velhas.

As oficinas foram realizadas preferencialmente nos municípios indicados, principalmente pelo fato de já serem áreas de reconhecida articulação social, além de disporem das estruturas necessárias para a realização dos eventos. Ao longo do projeto, como previsto, a depender da articulação e mobilização social desenvolvidos, foram alterados municípios indicados prioritariamente, de forma a melhor atender os objetivos e metodologia do projeto.

Um desdobramento das oficinas realizadas foi uma atividade solicitada pela ONG “Caminhos da Serra: Meio Ambiente, Educação e Cidadania”, após alguns de seus membros participarem da Oficina da UTE Rio Paraúna. A atividade ocorreu em maio de 2017, na Reserva Curral de Pedras, sede da ONG Caminhos da Serra e em São Roberto (Barraginha).

**Tabela 4. Realização de oficinas na bacia do Rio das Velhas.**

Região hidrográfica	Municípios preferenciais	SCBH parceiros	Quantidade de oficinas
Alto Rio das Velhas	Itabirito	SCBH Itabirito	04 (quatro)
	Belo Horizonte	SCBH Ribeirão Onça	
	Belo Horizonte	SCBH Ribeirão Arrudas	
	Caeté	SCBH Caeté/Sabará	
Alto/Médio Rio das Velhas	Ribeirão das Neves	SCBH Ribeirão da Mata	03 (três)
	Lagoa Santa/Confins	SCBH Carste	
	Sete Lagoas	SCBH Jequitibá	
Médio Rio das Velhas	Curvelo	SCBH Sto. Antônio e Maquiné	02 (duas)
	Presidente Juscelino	SCBH Paraúna	
Baixo Rio das Velhas	Augusto de Lima	SCBH Curimataí	01 (uma)
	Lassance	SCBH Guaicuí	
	Várzea da Palma		

Fonte: dos autores (2015)

#### **4.4.2 Capacitação de Professores e Estudantes: Monitoramento Participativo**

Foi desenvolvida, junto a 10 escolas da região metropolitana de Belo Horizonte, a atividade “Monitoramento Participativo das Águas, com a participação de professores e estudantes do ensino fundamental e médio. Esta atividade foi desenvolvida no ano de 2016, conforme programação apresentada abaixo:

##### **a) Capacitação de educadores – maio/2016**

Curso com duração de 8hs, para professores das 10 escolas selecionadas, dividido em dois módulos. O primeiro módulo (teórico) composto por palestra, demonstrações e disponibilização de dinâmicas de Educação Ambiental, com ênfase em atividades de monitoramento de qualidade de águas através de parâmetros abióticos e organismos bioindicadores. O segundo módulo (prático) composto por uma

aula prática em campo e laboratório.

Após a capacitação, os professores selecionaram em sua escola (cada uma das 10) uma turma de 20 a 30 alunos, preferencialmente entre 10 e 18 anos (5º ano fundamental ao 3º ano do ensino médio) para compor o grupo de monitoramento participativo em sua instituição, totalizando a previsão de 200 a 300 estudantes capacitados pelo projeto.

b) Visitas às escolas (treinamento de estudantes) – abril, maio, junho e agosto/2016

Curso com duração de 4hs, em cada uma das 10 escolas, para os estudantes selecionados, dividido em dois módulos. O primeiro módulo (teórico) composto por palestra, com ênfase em atividades de monitoramento de qualidade de águas através de parâmetros abióticos e organismos bioindicadores. O segundo módulo (prático) composto por uma aula prática com demonstração de técnicas de monitoramento de qualidade de águas através de parâmetros abióticos e organismos bioindicadores em um córrego próximo à escola.

Após estas visitas de treinamento, professores e estudantes foram orientados a monitorar mensalmente a qualidade da água dos córregos próximos às escolas como proposta de montar uma rede de monitoramento participativo.

c) Visitas às escolas (acompanhamento e avaliação) - outubro/2016

Atividade prática com duração de 2hs, onde professores e estudantes participantes, das 10 escolas parceiras, discutiram resultados alcançados ao longo de suas amostragens individuais, realizaram uma nova amostragem com acompanhamento da equipe do projeto e identificaram o material coletado, com a oportunidade de tirar dúvidas a respeito de sua interpretação.

d) Seminário Final – novembro/2016

Evento, realizado no Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, para apresentação e troca de experiências, com exposições dos estudantes sobre os resultados alcançados com o monitoramento nos córregos

próximos às suas escolas ao longo do ano para as demais escolas parceiras.

Durante a avaliação dos ambientes aquáticos foi utilizada a seguinte metodologia:

Para avaliar as condições ambientais dos trechos estudados e no seu entorno foi utilizado um “Protocolo Simplificado de Avaliação Rápida da Saúde de Rios e Lagoas”, modificado de CALLISTO *et al.* (2002), que busca avaliar não só o ambiente aquático, mas também, o uso e a ocupação do solo na região de entorno de sua bacia de drenagem (Tabela 5).

**Tabela 5. Protocolo de avaliação do uso e ocupação do solo na região de entorno da bacia de drenagem de riachos urbanos.**

---

<b>Perguntas</b>
1. O que existe em maior quantidade em volta do rio/lagoa?
2. Existe assoreamento?
3. Existe lixo na margem?
4. A água tem cheiro?
5. Existe esgoto? (Observar se existem canos ou tubos desembocando no rio/lagoa)
6. Como é a transparência da água?
7. Como é a maior parte do fundo do rio/lagoa?
8. Como é a mata ciliar?
9. Existe erosão nas margens?
10. Como é a diversidade de habitats dentro do rio/lagoa para os organismos aquáticos?
11. Como é a diversidade de animais (aquáticos e terrestres)?
12. Como é a diversidade de plantas aquáticas?

---

Fonte: dos autores (2016)



Parâmetros abióticos foram avaliados utilizando ecokits de análise da qualidade da água (Alfakit) para mensuração de temperatura, pH, turbidez, e as concentrações de oxigênio dissolvido, Nitrogênio amoniacal e ortofosfato (Tabela 6).

As coletas de macroinvertebrados bentônicos foram realizadas qualitativamente com a utilização de peneiras de mão. As amostras foram triadas em bandejas e identificadas ao nível taxonômico de ordem, com a utilização de uma ficha de identificação simplificada para uso em atividades de divulgação científica (Figura 120).

**Tabela 6. Parâmetros abióticos mensurados e respectivos valores máximos permitidos (VMP) previstos pela Resolução CONAMA 357/2005, para águas de Classe 2.**

Parâmetros	Valores recomendados
	Resolução CONAMA 357/2005 Águas Classe 2
Temperatura da Água (°C)	---
Temperatura do Ar (°C)	---
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	maior que 5
pH	6 até 9
Ortofosfato (µg/L)	---
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	máximo 0,5
Turbidez (UNT)	até 100

Fonte: dos autores (2016)



**Figura 120. Bases conceituais das principais características de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade de água para utilização em atividades de Monitoramento Participativo com estudantes ribeirinhos.**

Fonte: dos autores (2016)

Este monitoramento foi realizado em 6 (seis) escolas que já participaram de projeto semelhante em ano anterior (2013) uma vez que os professores parceiros já estavam treinados e demonstraram comprometimento com a iniciativa e confiabilidade nas avaliações. As demais 4 (quatro) escolas foram selecionadas no município de Belo Horizonte, portanto, pertencentes à região do alto rio das Velhas pois, por ser um trabalho que depende de maior acompanhamento, facilita os deslocamentos da equipe ao longo do ano (Tabela 7). Além disto, o monitoramento participativo vem sendo realizado por escolas destas regiões que já possuem profissionais comprometidos e capacitados para apoiar com maior eficácia e ganho de informações.

**Tabela 7 Detalhamento das instituições a receberem a “Capacitação de Professores e Estudantes: Monitoramento Participativo” (10 escolas)**

<b>Instituições</b>	<b>Bacia</b>
E.M. Hélio Pellegrino	Córrego Nossa Senhora da Piedade
E.E. Tancredo Neves	Córrego Saramenha
E.M. Adauto Lúcio Cardoso	Córrego Capão
E.E. Maria Carolina Campos	Córrego Capão
E.M. Herbert José de Souza	Ribeirão da Onça
E.E. Alisson Pereira Guimarães	Córrego Ferrugem
E.M. Josefina Sousa Lima	Córrego Primeiro de Maio
E.E. Bolivar Tinoco Mineiro	Ribeirão da Onça
E.E. Geraldina Ana Gomes	Córrego Baleares
E.E. Madre Carmelita	Lagoa Pampulha

Fonte: dos autores (2016)

\*A predefinição das escolas tinha caráter preferencial, no entanto, por questões de articulação e mobilização algumas foram alteradas ao longo do processo, de forma a melhor atender os objetivos e metodologia do projeto.

#### **4.4.3 Amigos do Rio**

##### **a. Criação de rede de monitoramento participativo Amigos do Rio**

Para esta atividade foi sistematizada e atualizada uma base cartográfica georreferenciada da bacia hidrográfica do rio das Velhas. A partir desta atualização e sistematização foram elaborados mapas de localização e acesso às comunidades ribeirinhas identificadas nas bases cartográficas existentes. O rio das Velhas foi dividido em 20 trechos, distribuídos de maneira homogênea ao longo de sua calha. Viagens a campo foram realizadas e os primeiros contatos estabelecidos com o convite para reuniões de apresentação, delineamento de potencialidades e utilização de pesquisa com entrevistas semiestruturadas. Com a utilização da base cartográfica

elaborada, todas as localidades identificadas ao longo da bacia foram percorridas visando mobilizar a população ribeirinha, divulgando e esclarecendo a importância do projeto e a participação da comunidade para com o cuidado e saúde do rio. Os contatos foram realizados e confirmados, com a coleta de dados pessoais, endereço, telefones, e demais informações relevantes para que se mantenha uma relação direta e contínua com a comunidade ribeirinha.

Os critérios para a seleção dos Amigos do Rio, foram baseados na disponibilidade de colaborar voluntariamente com o projeto, participar de reuniões e treinamentos e ter a possibilidade de adequar essa nova demanda com a sua atividade principal (trabalho, emprego). Outro critério, talvez o mais importante e ao qual será dada prioridade, é o contato diário com o rio ou a disponibilidade de visitá-lo diariamente. Neste quesito, foram priorizados aqueles cidadãos cuja atividade principal atenda ao princípio de contato com o rio, por exemplo, balseiros, leituristas de réguas limnimétricas, trabalhadores que atravessam diariamente o rio com barco, ou que passem com frequência sobre as pontes do rio.

Foram promovidas, 02 (duas) reuniões para treinamento, identificação de potenciais parceiros e definição de malha amostral para seleção de 20 pessoas que atuarão como Amigos do Rio ao longo deste Projeto. Parte destes já figuram entre cidadãos que colaboraram em iniciativas semelhantes desenvolvidas na bacia do rio das Velhas, estando distribuídos ao longo da bacia desde a cabeceira, em São Bartolomeu, até a sua foz no rio São Francisco na Barra do Guaicuí. A quantidade e temporalidade dos treinamentos, apesar de inicialmente e preferencialmente definidos, foram sujeitos a alterações, visto que dependem de articulação e mobilização de parceiros de diferentes localizações e disponibilidades.

#### b. Capacitação e treinamento dos Amigos do Rio

Foram realizados treinamentos teórico-prático de 8 horas, reunindo o maior número de Amigos do Rio selecionados ao longo da bacia (Tabela 8). Nesta atividade, os parceiros selecionados aprenderão a forma correta de obter informações e de preencher formulários do Projeto, bem como o material disponibilizado pelo Estado, através do Manual de Orientação para procedimentos durante o Atendimento à

Emergência Ambiental envolvendo Mortandade de Peixes (SISEMA, 2014), incluindo visita a campo.

**Tabela 8. Listagem de Amigos do Rio contatados para o MAP**

<b>Seleção MAP</b>		
<b>Amigo do Rio</b>	<b>Localização</b>	<b>Situação</b>
Pia Chaves	São Bartolomeu	Treinado
Odilon de Lima/ Sandra Maria	Itabirito	Treinado
Miguel Houri	Rio Acima	Treinado
João Carlos Luciano	Sabará	Treinado
Júlio Cesar Bernardes	Sabará	Treinado
Rosana de Fátima / Heliodoro Apolinário	Santa Luzia	Treinado
João Márcio Assunção	Lagoa Santa	Treinado
Nelson Gonzaga	Jequitibá	Treinado
Nivaldo Aparecido Santos	Sete Lagoas	Treinado
José Geraldo Silvério	Santana de Pirapama	Treinado
Dionísio	Santana de Pirapama	Treinado
Otávio Xavier/Juvenal	Curvelo	Treinado
Adair de Oliveira	Beltrão	Treinado
José da Rocha	Beltrão	Treinado
Juscelino Almeida	Santa Rita do Cedro	Treinado
Hermes Carneiro	Augusto de Lima	Treinado
Gaspar Santos	Várzea da Palma	Treinado
Zélia Vianna	Barra do Guaicuí	Treinado
Domingos Alves Pacheco	Santa Rita do Cedro	Treinado*
Luís	Barra do Guaicuí	Treinado*
Valter Valério	Caeté/Sabará	Treinado
Luciene \ José Maria	Lagoa Santa	Treinado
Wander Pitta	Jequitibá	Treinado
Nice	Lassance	Treinado

\* “Amigo do Rio” treinado em iniciativas anteriores

Fonte: os autores (2015)

### c. Efetivação da rede de Amigos do Rio

Os Amigos do Rio capacitados formaram a uma rede de informações ao longo da bacia, através de contato telefônico, preenchimento de fichas, comunicação de urgências e utilização do “Manual de Orientação para procedimentos durante o Atendimento à Emergência Ambiental envolvendo Mortandade de Peixes” proposto pelo Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais, em junho de 2014. Esta etapa, após o período de treinamento e efetivação, mantém-se ativa até o final do Projeto, com previsão de 19 meses de duração.

Para o acompanhamento e valorização das atividades dos Amigos do Rio, além do atendimento aos alertas de emergência, foram previstas 2 visitas de um membro da equipe do projeto aos seus locais de atuação. Estas visitas foram previstas para os meses de setembro/16 (período seca) e janeiro/17 (período chuvas). Para esta atividade os Amigos do Rio foram contatados para realização de uma amostragem padrão do kit, com os seguintes parâmetros a serem avaliados: temperatura da água, oxigênio dissolvido e pH.

## 5 RESULTADOS

Nesse item são apresentados resultados dos procedimentos adotados nas coletas do Biomonitoramento de Peixes (afluentes e calha do rio das Velhas) e no planejamento do Monitoramento Ambiental Participativo junto às escolas e Amigos do Rio.

### 5.1 BIOMONITORAMENTO DE PEIXES

#### 5.1.1 Composição da Ictiofauna

Além das amostragens qualitativas (Figuras 28 a 30, e 78), foram utilizadas redes de emalhar para amostragens quantitativas (Figuras 26, 27 e 31), ou seja, um conjunto de redes com malhas variadas de forma padronizada e por tempo de exposição controlado, do final da tarde de um dia até o início da manhã seguinte (aproximadamente 14 horas). Assim, define-se como esforço de pesca o comprimento ou área de redes utilizadas, por tamanho de malha, em dado período de tempo. As Figuras 121 a 124 apresentam os modelos de fichas de: (a) esforço de pesca utilizada em campo, (b, c) de amostragens quantitativas e qualitativas utilizadas nas coletas em campo e completadas em laboratório, e (d) de amostras de isótopos em campo, respectivamente. As fichas de amostragens quantitativas e qualitativas são completadas em laboratório após confirmação da identificação das espécies e biometria.

O esforço de pesca empregado, em metros lineares por tamanho de malha, nas duas amostragens nos afluentes e nas três campanhas na calha do rio das Velhas é apresentado nas Tabelas 9 e 10, respectivamente. Ressalte-se, novamente, que o ponto de São Bartolomeu não permite o uso de um conjunto completo de redes de espera como os demais em função do rio das Velhas, próximo à nascente, não apresentar porte suficiente para esse tipo de amostragem.











**Tabela 9. Esforço de pesca utilizado nos afluentes do rio das Velhas nas duas coletas realizadas em Jun-Jul/2015 e Out/2015**

Pontos	Esforço de Pesca (metros lineares) / tamanho de malha (cm)								Total / local	
	3	4	5	6	7	8	10	12		
Rib. da Mata (RM-01)	- 1	10	10	10	10	10	10	10	10	80
	- 2	10	10	10	10	10	10	10	10	80
Taquaraçu (TQ-01)	- 1	10	10	10	10	10	10	10	10	80
	- 2	10	10	10	10	10	10	10	10	80
Jaboticatubas (JB-01)	- 1	10	10	10	10	10	10	10	10	80
	- 2	10	10	10	10	10	10	10	10	80
Cipó (CP-01)	- 1	10	10	10	10	10	10	10	10	80
	- 2	10	10	10	10	10	10	10	10	80
Jequitibá (JE-01)	- 1	10	10	10	10	10	10	10	10	80
	- 2	10	10	10	10	10	10	10	10	80
Onça (ON-01)	- 1	10	10	10	10	10	10	10	10	80
	- 2	10	10	10	10	10	10	10	10	80
Cipó (CP-02)	- 1	10	10	10	10	10	10	10	10	80
	- 2	10	10	10	10	10	10	10	10	80
Bicudo (BI-01)	- 1	10	10	10	10	10	10	10	10	80
	- 2	10	10	10	10	10	10	10	10	80
Pardo Pequeno (PP-01)	- 1	10	10	10	10	10	10	10	10	80
	- 2	10	10	10	10	10	10	10	10	80
Pardo Grande (PG-01)	- 1	10	10	10	10	10	10	10	10	80
	- 2	10	10	10	10	10	10	10	10	80
Curimataí (CU-01)	- 1	10	10	10	10	10	10	10	10	80
	- 2	10	10	10	10	10	10	10	10	80
<b>Total / tamanho de malha</b>		<b>220</b>	<b>220</b>	<b>220</b>	<b>220</b>	<b>220</b>	<b>220</b>	<b>220</b>	<b>220</b>	<b>1760</b>

1 = Jun-Jul/2015 e 2 = Out/2015

Fonte: dos autores (Julho/2015)

**Tabela 10. Esforço de pesca utilizado na calha do rio das Velhas nas três coletas realizadas em Ago/2015, Jan/2016 e Mai-Jun/2016.**

Pontos	Esforço de Pesca (metros lineares) / tamanho de malha (cm)										Total / local	
	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16		
Bela Fama	- 1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
	- 2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
	- 3	10	10	- *	10	10	10	10	10	10	10	90
Santa Luzia	- 1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
	- 2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
	- 3	10	10	10	- *	20	10	10	10	10	10	100
Lagoa Santa	- 1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
	- 2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
	- 3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
S. Rita do Cedro	- 1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
	- 2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
	- 3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
Senhora da Glória	- 1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
	- 2	10	10	10	10	10	- *	10	10	10	10	90
	- 3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
Lassance	- 1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
	- 2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
	- 3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
Barra do Guaicuí	- 1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
	- 2	10	10	10	10	- *	10	- *	10	10	10	80
	- 3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
<b>Total / tamanho de malha</b>		210	210	200	200	210	200	200	210	210	210	2060

1 = Ago/2015; 2 = Jan/2016 e 3 = Mai-Jun/2016

\* Observação: durante as campanhas assinaladas houve perda de redes (talvez por furto) em quatro pontos.

Fonte: dos autores (Agosto/2015)

Algumas generalizações foram feitas a fim de evitar a superestimativa da riqueza de espécies, considerando que dúvidas ainda serão analisadas com maior número de exemplares e sanadas com a consulta a especialistas e literatura recente. Dessa forma, quando houver espécies de um mesmo gênero que se mostraram taxonomicamente diferentes (p. ex.: *Astyanax* sp.1, sp.2 e sp.3 foram agrupadas em *Astyanax* spp., assim como *Hisonotus*). Espécies do gênero *Harttia* agora constam com determinações provisórias (*H. novalimensis*, *H. longipinna* e *H. torrenticola*). Em alguns casos, pela experiência da equipe com a fauna da bacia e material depositado e conferido anteriormente nos Museus da USP, do Nupélia em Maringá, da UNESP em Rio Claro, e nos laboratórios da UFLA e UFMG, já se sabe tratar de espécies distintas, mantendo algumas designações como “sp.”. Até o presente já foram registradas pelo menos 109 espécies de peixes, distribuídas em 7 Ordens e 24 Famílias.

A taxonomia atual, que além de parâmetros da distribuição geográfica, das análises de morfologia externa e de características osteológicas das espécies, lança mão de ferramentas moleculares (genéticas – DNA Bar Coding) para dar suporte à determinação de novas espécies. É o caso da recente revisão do gênero *Tetragonopterus*, cuja espécie que ocorre na bacia do rio São Francisco, anteriormente conhecida como *T. chalceus*, trata-se de um novo táxon, denominado *Tetragonopterus franciscoensis* (SILVA *et al.*, 2016) O mesmo ocorreu com uma das espécies de tilápia registradas na bacia do rio das Velhas, espécie exótica africana e estabelecida no Brasil, antes conhecida como *Tilapia rendalli*, e que agora passa a ser denominada *Coptodon rendalli* (DUNZ & SCHLIEWEN, 2013).

O aspecto dinâmico desse ramo da zoologia permite revisões e reclassificações à medida que mais material é disponibilizado em museus através de amostragens em outras áreas geográficas. Recentemente, RAMIREZ *et al.* (2017) propuseram a criação do novo Gênero *Megaleponinus* da Família Anostomidae, na qual se concentram as espécies popularmente conhecidas como “piaus”. Com base inclusive em material coletado no rio das Velhas e depositado em Museus, foram incluídas espécies que ocorrem no São Francisco. O estudo sobre diversidade, filogenia e

biogeografia da Família se orientou por informações moleculares, citogenéticas e morfológicas.

Outro exemplo de revisão ocorreu com a espécie *Bryconamericus stramineus*, que foi recentemente designada como *Piabarchus stramineus*. Há alguns anos PEZZI DA SILVA (2003) já colocava o Gênero na situação *incertae sedis* [posição incerta]<sup>5</sup> dentro da Família Characidae. THOMAZ *et al.* (2015) já sinaliza que esta espécie deve ser designada no Gênero *Piabarchus*.

Os estudos realizados no rio das Velhas, anteriores ao presente Projeto, detectaram uma riqueza relevante de espécies de peixes, em se tratando do São Francisco como um todo. ALVES *et al.* (2011), compilaram registros na literatura disponível chegando ao número de 205 espécies com ocorrência para a bacia. Em se tratando de seus afluentes de maior porte no estado de Minas Gerais, ALVES *et al.* (2010) registraram 45 espécies no rio Pará, 58 no rio Pandeiros, 95 no rio Paraopeba e 107 espécies no rio das Velhas. Neste sabe-se que, após a referência citada, novas coletas foram realizadas na calha e afluentes, e a riqueza de espécies contando os registros acumulados nas últimas duas décadas chega a 135 espécies.

Após a identificação em laboratório das espécies de peixes registradas nas primeiras amostragens nos afluentes do rio das Velhas e com base na identificação preliminar dada em campo para as espécies coletadas na calha principal do rio, a Tabela 11 apresenta a lista das espécies registradas na bacia nesta etapa. Os nomes populares são aqueles obtidos *in loco* junto a pescadores e moradores ribeirinhos, ou em ALVES & POMPEU (2010) e BRITSKI *et al.* (1986).

---

<sup>5</sup> *Incertae sedis* é uma expressão latina utilizada na Taxonomia para indicar a incapacidade de estabelecer a posição exata de um táxon dentro da classificação. Popularmente a dificuldade de estabelecer o “parentesco” dele com outros táxons próximos.

**Tabela 11. Lista das espécies coletadas na bacia do rio das Velhas, agrupando os dados obtidos nas duas amostragens nos afluentes (jun-jul e out/2015) e as três amostragens na calha (ago/2015, jan/2016 e Mai-Jun/2016).**

<b>Espécies</b>	<b>Nomes populares</b>
Ordem Clupeiformes	
Família Engraulidae	
1. <i>Anchoviella vaillanti</i> (Steindachner 1908)	Sardinha
Ordem Characiformes	
Família Acestrorhynchidae	
2. <i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken 1875)	Peixe-cachorro
Família Anostomidae	
3. <i>Leporellus vittatus</i> (Valenciennes 1850)	Piancó, piau-rola
4. <i>Leporinus amblyrhynchus</i> Garavello & Britski 1987	Timburé
5. <i>Leporinus marcgravii</i> Lütken 1875	Timburé
6. <i>Leporinus taeniatus</i> Lütken 1875	Piau-jejo
7. <i>Megaleporinus elongatus</i> (Valenciennes 1850)	Piau-verdadeiro, piapara
8. <i>Megaleporinus obtusidens</i> (Valenciennes 1837)	Piau-verdadeiro
9. <i>Megaleporinus reinhardti</i> (Lütken 1875)	Piau-três-pintas
10. <i>Schizodon knerii</i> (Steindachner 1875)	Piau-branco
Família Characidae	
11. <i>Astyanax eigenmanniorum</i> (Cope 1894)	Lambari
12. <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier 1819)	Lambari-do-rabo-vermelho
13. <i>Astyanax intermedius</i> Eigenmann 1908	Lambari
14. <i>Astyanax lacustris</i> (Lütken 1875)	Lambari-do-rabo-amarelo
15. <i>Astyanax rivularis</i> (Lütken 1875)	Lambari
16. <i>Astyanax taeniatus</i> (Jenyns 1842)	Lambari
17. <i>Astyanax</i> sp.	Lambari
18. <i>Brycon nattereri</i> Günther 1864	Pirapitinga
19. <i>Brycon orthotaenia</i> Günther 1864	Matrinchá
20. <i>Bryconops affinis</i> (Günther 1864)	Piaba
21. <i>Hasemania nana</i> (Lütken 1875)	Piaba
22. <i>Hemigrammus gracilis</i> (Lütken 1875)	Piaba
23. <i>Hemigrammus marginatus</i> Ellis 1911	Piaba
24. <i>Hyphessobrycon santae</i> (Eigenmann 1907)	Piaba
25. <i>Hysteronotus megalostomus</i> Eigenmann 1911	Piaba
26. <i>Knodus moenkhausii</i> (Eig. & Kennedy 1903)	Piaba
27. <i>Lepidocharax burnsi</i> Ferreira <i>et al.</i> 2011	Piaba
28. <i>Moenkhausia costae</i> (Steindachner 1907)	Piaba-tesoura
29. <i>Moenkhausia sanctae-filomenae</i> (Steindachner 1907)	Piaba
30. <i>Myleus micans</i> (Lütken 1875)	Pacu
31. <i>Oligosarcus argenteus</i> Günther 1864	Lambari-bocarra
32. <i>Orthospinus franciscensis</i> (Eigenmann 1914)	Piaba
33. <i>Phenacogaster franciscoensis</i> Eigenmann 1911	Piaba
34. <i>Piabarchus stramineus</i> (Eigenmann 1908)	Piaba, pequirá
35. <i>Piabina argentea</i> Reinhardt 1867	Piaba

Continua ...



**Tabela 11. (continuação)**

<b>Espécies</b>		<b>Nomes populares</b>
36.	<i>Psellogrammus kennedyi</i> (Eigenmann 1903)	Piaba
37.	<i>Pygocentrus piraya</i> (Cuvier 1819)	Piranha
38.	<i>Roeboides xenodon</i> (Reinhardt 1851)	Piaba
39.	<i>Salminus franciscanus</i> Lima & Britski 2007	Dourado
40.	<i>Salminus hilarii</i> Valenciennes 1850	Tabarana
41.	<i>Serrapinnus heterodon</i> (Eigenmann 1915)	Piaba
42.	<i>Serrapinnus piaba</i> (Lütken 1875)	Piaba
43.	<i>Serrasalmus brandtii</i> Lütken 1875	Pirambeba, cavaco
44.	<i>Tetragonopterus franciscoensis</i> Silva <i>et al.</i> 2016	Piaba-rapadura
45.	<i>Triportheus guentheri</i> (Garman 1890)	Piaba-facão
Família Crenuchidae		
46.	<i>Characidium fasciatum</i> Reinhardt 1867	Mocinha
47.	<i>Characidium zebra</i> Eigenmann 1909	Mocinha
Família Curimatidae		
48.	<i>Curimatella lepidura</i> (Eig. & Eig. 1889)	Manjuba
49.	<i>Cyphocharax gilbert</i> (Quoy & Gaimard 1824)	Saguiru
50.	<i>Steindachnerina corumbae</i> Pavanelli & Britski 1999	Saguiru
51.	<i>Steindachnerina elegans</i> (Steindachner 1875)	Saguiru
Família Erythrinidae		
52.	<i>Hoplias intermedius</i> Günther 1864	Trairão
53.	<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch 1794)	Traíra
Família Parodontidae		
54.	<i>Apareiodon hasemani</i> Eigenmann 1916	Canivete
55.	<i>Apareiodon ibitiensis</i> Amaral Campos 1944	Canivete
56.	<i>Apareiodon piracicabae</i> (Eigenmann 1907)	Canivete
57.	<i>Parodon hilarii</i> Reinhardt 1867	Canivete
Família Prochilodontidae		
58.	<i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz 1829	Curimatá-pacu, zulega
59.	<i>Prochilodus costatus</i> Valenciennes 1850	Curimatá-pioa
Ordem Gymnotiformes		
Família Gymnotidae		
60.	<i>Gymnotus carapo</i> Linnaeus 1758	Sarapó, tuvira
Família Sternopygidae		
61.	<i>Eigenmannia virescens</i> (Valenciennes 1836)	Peixe-espada
62.	<i>Sternopygus macrurus</i> (Bloch & Schneider 1801)	Peixe-espada
Ordem Siluriformes		
Família Aspredinidae		
63.	<i>Bunocephalus minerim</i> Carvalho <i>et al.</i> 2015	Bagre-banjo

Continua ...

**Tabela 11. (continuação)**

	<b>Espécies</b>	<b>Nomes populares</b>
	Família Auchenipteridae	
64.	<i>Trachelyopterus galeatus</i> (Linnaeus 1766)	Cangati, babão, vovô
	Família Callichthyidae	
65.	<i>Callichthys callichthys</i> (Linnaeus 1758)	Tamoatá
66.	<i>Hoplosternum littorale</i> (Hancock 1828)	Chegante, caborja
	Família Doradidae	
67.	<i>Franciscodoras marmoratus</i> (Lütken 1874)	Mandi-serrudo
	Família Heptapteridae	
68.	<i>Cetopsorhamdia iheringi</i> Schubart & Gomes 1959	Bagrinho
69.	<i>Imparfinis borodini</i> Mees & Cala 1989	Bagrinho
70.	<i>Imparfinis minutus</i> (Lütken 1874)	Bagrinho
71.	<i>Phenacorhamdia tenebrosa</i> (Schubart 1964)	Bagrinho
72.	<i>Pimelodella lateristriga</i> (Lichtenstein 1823)	Chorão, mandizinho
73.	<i>Pimelodella laurenti</i> Fowler 1941	Chorão, mandizinho
74.	<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard 1824)	Bagre
	Família Loricariidae	
75.	<i>Harttia novalimensis</i> Oyakawa 1993	Cascudinho
76.	<i>Harttia longipinna</i> Langeani et al 2001	Cascudinho
77.	<i>Harttia torrenticola</i> Oyakawa 1993	Cascudinho
78.	<i>Hisonotus</i> spp.	Cascudinho
79.	<i>Hypostomus alatus</i> Castelnau 1855	Cascudo
80.	<i>Hypostomus auroguttatus</i> Kner 1854	Cascudo
81.	<i>Hypostomus commersoni</i> Valenciennes 1836	Cascudo
82.	<i>Hypostomus francisci</i> (Lütken 1874)	Cascudo
83.	<i>Hypostomus garmani</i> (Regan 1904)	Cascudo
84.	<i>Hypostomus lima</i> (Lütken 1874)	Cascudo
85.	<i>Hypostomus macrops</i> (Eig. & Eig. 1888)	Cascudo
86.	<i>Hypostomus margaritifer</i> (Regan 1908)	Cascudo
87.	<i>Hypostomus</i> spp.	Cascudo
88.	<i>Neoplecostomus franciscoensis</i> Langeani 1990	Cascudinho
89.	<i>Pareiorhaphis mutuca</i> (Oliveira & Oyakawa 1999)	Cascudinho
90.	<i>Rineloricaria</i> sp.	Cascudinho
91.	<i>Rhinelepis aspera</i> Spix & Agassiz 1829	Cascudo-preto
	Família Pimelodidae	
92.	<i>Bergiaria westermanni</i> (Lütken 1874)	Mandi
93.	<i>Duopalatinus emarginatus</i> (Valenciennes 1840)	Mandiaçu
94.	<i>Pimelodus fur</i> (Lütken 1874)	Mandi-prata
95.	<i>Pimelodus maculatus</i> Lacepède 1803	Mandi-amarelo
96.	<i>Pimelodus pohli</i> Ribeiro & Lucena 2006	Mandi-prata
	Família Pseudopimelodidae	
97.	<i>Lophiosilurus alexandri</i> Steindachner 1876	Pacamã

Continua ...

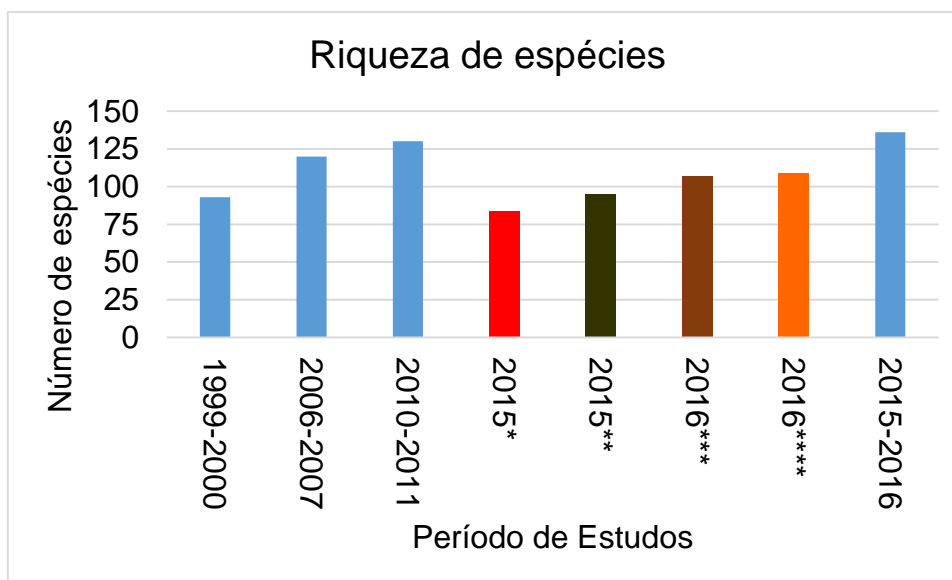
**Tabela 11. (continuação)**

Espécies		Nomes populares
Família Trichomycteridae		
98.	<i>Homodiaetus</i> sp.	Cambeva
99.	<i>Stegophilus insidiosus</i> Reinhardt 1859	Cambeva
100.	<i>Trichomycterus variegatus</i> Costa 1992	Cambeva
Ordem Perciformes		
Família Cichlidae		
101.	<i>Australoheros facetus</i> (Jenyns 1842)	Cará, cará-preto
102.	<i>Cichlasoma sanctifranciscense</i> Kullander 1983	Cará, cará-preto
103.	<i>Coptodon rendalli</i> (Boulenger 1897)	Tilápia
104.	<i>Crenicichla lepidota</i> Heckel 1840	João-bobo
105.	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus 1758)	Tilápia
Família Sciaenidae		
106.	<i>Pachyurus francisci</i> (Cuvier 1830)	Corvina
Ordem Cyprinodontiformes		
Família Poeciliidae		
107.	<i>Phalloceros uai</i> Lucinda 2008	Barrigudinho
108.	<i>Poecilia reticulata</i> Peters 1859	Barrigudinho, guppy
Ordem Synbranchiformes		
Família Synbranchidae		
109.	<i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch 1795	Mussum

Fonte: dos autores (Abril/2016)

A riqueza observada nas amostragens dessa nova etapa de estudos nos revela números semelhantes aos obtidos em etapas anteriores. Após todas as campanhas em tributários e na calha principal a riqueza registrada é de 109 espécies (Figura 125). Em termos históricos, os registros cumulativos de espécies incrementaram até alcançar as atuais 136 espécies até 2016. Como apresentado no item 3.1 do presente documento, os registros cumulativos desde o início das atividades atuais passaram de 93 espécies em 2000, 120 espécies em 2007 e 130 em 2011. Nesta etapa foram contabilizados 6 novos registros (*Apareiodon hasemani*, *Harttia longipinna*, *Imparfinis borodini*, *Megaleporinus elongatus*, *Pareiorhaphis mutuca*, *Synbranchus marmoratus*) e ainda existem 4 espécies que haviam sido anotadas por Lütken (1875), mas que ainda não o foram no presente: *Conorhynchos conirostris*, *Glanidium albescens*,

*Rhamdiopsis microcephala* e *Rineloricaria lima*. Os valores encontrados até o presente são compatíveis tanto com a riqueza conhecida para o rio das Velhas quanto para toda a bacia do rio São Francisco.

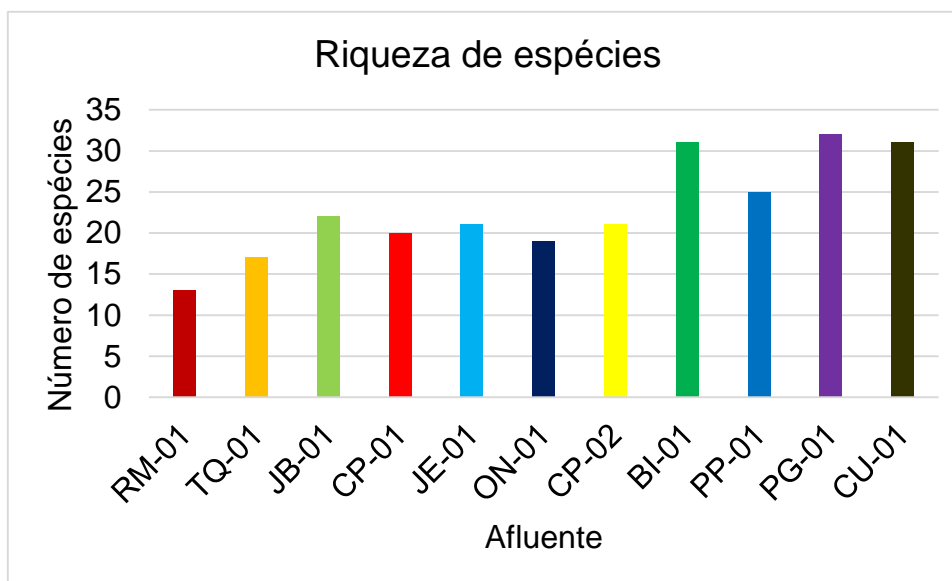


**Figura 125. Riqueza de espécies na bacia do rio das Velhas, ao longo do tempo.**

- \* = Contabilizadas apenas a primeira campanha de tributários e da calha principal.
- \*\* = Contabilizadas as duas campanhas de tributários e a primeira campanha da calha principal.
- \*\*\* = Contabilizadas as duas campanhas de tributários e a duas campanhas da calha principal.
- \*\*\*\* = Contabilizadas as cinco campanhas realizadas em afluentes (2) e na calha principal (3).

Fonte: dos autores (Outubro/2016)

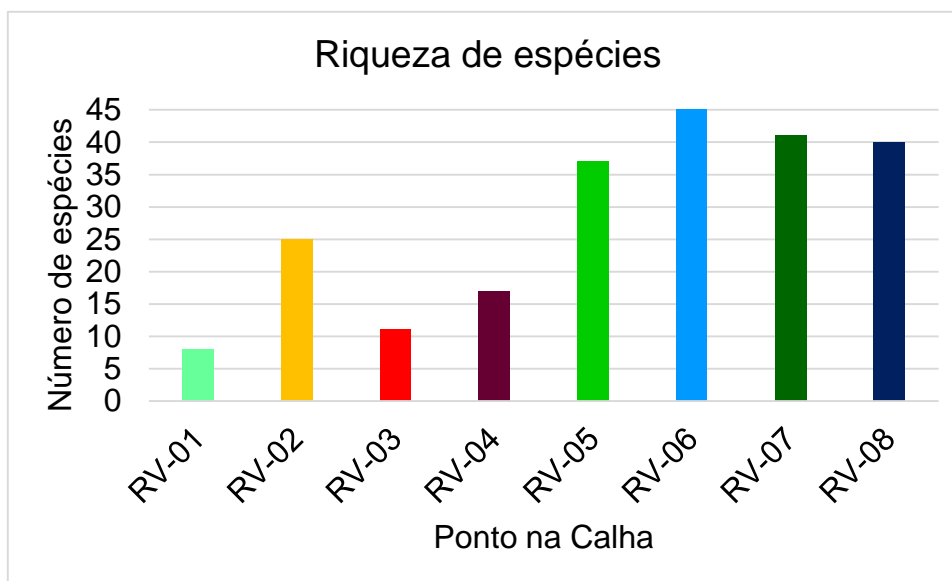
A representação gráfica do número de espécies registrado nos tributários da bacia do rio das Velhas é demonstrada na Figura 126. A Figura 127 traz o mesmo tipo de informação relativa às duas primeiras campanhas na calha. Nos afluentes a riqueza variou entre 13 e 32 espécies por local amostrado.



**Figura 126. Riqueza de espécies nos tributários do rio das Velhas, após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.**

Fonte: dos autores (Outubro, 2015)

Nos pontos da calha, já com resultados consolidados após a terceira campanha ocorrida no período seco de 2016, a riqueza permaneceu entre 8 a 41 espécies. Houve pequenas variações em alguns pontos. Os pontos RV-03 e RV-04, localizados imediatamente a jusante da RMBH, ainda são os que apresentam valores inferiores ao esperado, refletindo as piores condições de qualidade da água. Esse resultado, apesar de ser melhor do que o observado na primeira fase (1999-2000 – quando ainda não havia ETEs de grande porte na sub-bacia), ainda pode ser melhorado caso haja maior esforço para controle da poluição por esgotos domésticos e industriais, e lançamentos clandestinos difusos ou pontuais.



**Figura 127. Riqueza de espécies observada nos pontos da calha do rio das Velhas, após as três campanhas previstas e realizadas em 2015 e 2016.**

Fonte: dos autores (Outubro de 2016)

Em 2008, bacia do rio São Francisco possuía 18 espécies no Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção, a maioria delas (onze) de peixes-anauais (Rivulidae), todas pertencentes ao gênero *Simpsonichthys* (ROSA & LIMA, 2008). Mais recentemente o Ministério do Meio Ambiente publicou a portaria 445, da Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (MMA, 2014), na qual constam 29 espécies de peixes anuais (Rivulidae) e outras 10 espécies de outras Famílias.

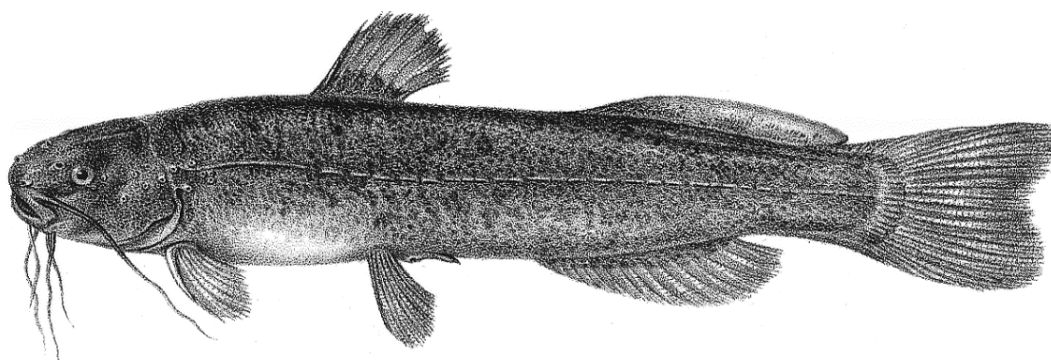
Os peixes anuais não possuem registros nos locais amostrados no rio das Velhas, porque ocorrem em ambientes muito específicos (áreas periodicamente alagáveis) e possuem sempre uma distribuição muito restrita, algumas vezes em uma única localidade. As outras 7 espécies do Livro Vermelho (ROSA & LIMA, 2008) são: *Brycon nattereri* (pirapetinga) espécie de médio porte registrada em afluentes de águas limpas como o rio Cipó e outra de maior é o pirá (*Conorhynchos conirostris* – Figura 128) encontrado na calha do rio São Francisco, mas que também tem registro histórico no rio das Velhas. *Rhamdiopsis microcephala* (Figura 129), *Characidium*

*lagosantense* (já registrada na sub-bacia, porém em outras fases) e *Pareiorhaphis mutuca* são espécies pequenas de cabeceira (a primeira não registrada no Velhas, apesar de ter sido coletada por Lütken no século XIX). Por fim, a lista de espécies ameaçadas da bacia do São Francisco é completada por outras duas espécies que habitam águas subterrâneas *Trichomycterus itacarambiensis* e *Stygichthys typhlops*, mas que não ocorrem na sub-bacia do rio das Velhas.



**Figura 128. *Conorhynchos conirostris* (pirá): espécie ameaçada de extinção da bacia do rio São Francisco, registrada historicamente por Lütken no século XIX e atualmente ausente no rio das Velhas.**

Fonte: dos autores (2005)



**Figura 129. *Rhamdiopsis microcephala* (bagre): espécie ameaçada de extinção da bacia do rio São Francisco, registrada historicamente por Lütken no século XIX e atualmente ausente no rio das Velhas.**

Fonte: Lütken, 1875.

Excetuando-se os Rivulídeos, lista recente das espécies ameaçadas do Brasil traz 10 registros. Em comparação com o documento anterior (ROSA & LIMA, 2008), a lista da Portaria 445 (MMA, 2014)<sup>6</sup> mantém *Brycon nattereri* (VU), *Conorhynchos conirostris* (EN), *Stygichthys typhlops* (EN), *Trichomycterus itacarambiensis* (CR), *Pareiorhaphis mutuca* (EN) e adiciona *Kolpotocheiroidon theloura* (VU), *Bagropsis reinhardti* (VU), *Lophiosilurus alexandri* (VU), *Trichomycterus novalimensis* (EN), e *Pamphorichthys pertapeh* (CR). *Rhamdiopsis microcephala* e *Characidium lagosantense* são retirados da lista mais recente, com base nas avaliações realizados por especialistas de todo o Brasil.

No presente estudo, das espécies oficialmente ameaçadas do Brasil que ocorrem no São Francisco, apenas *B. nattereri*, *L. alexandri* e *P. mutuca* foram registrados no rio das Velhas.

Em 2015, foi aprovado o Plano de Ação Nacional (PAN) para a Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna Aquática da Bacia do Rio São Francisco - PAN São Francisco (ICMBio, 2015) contemplando oito espécies de peixes ameaçados de extinção segundo as categorias CR (Criticamente em Perigo), EN (Em Perigo) e VU (Vulnerável) – *B. reinhardti*, *B. nattereri*, *C. conirostris*, *K. theloura*, *L. alexandri*, *P. mutuca*, *P. pertapeh* e *T. novalimensis*, e outras seis espécies de peixes por estarem em risco e/ou quase ameaçadas, segundo a categoria NT (Quase Ameaçada) – *H. megalostomus*, *P. curvidens*, *P. corruscans*, *R. microcephala*, *R. aspera* e *S. franciscanus*. O PAN São Francisco tem o objetivo geral de aprimorar o conhecimento sobre as espécies ameaçadas e mitigar as atividades impactantes, promovendo a conservação e a recuperação da fauna aquática da bacia do rio São Francisco, em cinco anos.

---

<sup>6</sup> As espécies constantes da Lista (Anexo I da Portaria 445), são classificadas nas categorias Extintas na Natureza (EW), Criticamente em Perigo (CR), Em Perigo (EN), Vulnerável (VU) e NT (Quase Ameaçada).



Outra importante característica biológica para a conservação das espécies de peixes é a necessidade de migração para completarem seu ciclo de vida. Na bacia do rio das Velhas, entre as espécies registradas, pelo menos 10 podem ser caracterizadas como espécies de piracema (migradoras): *Brycon orthotaenia*, *Salminus franciscanus*, *Salminus hilarii*, *Megaleporinus obtusidens*, *Megaleporinus elongatus*, *Megaleporinus reinhardtii*, *Prochilodus argenteus*, *Prochilodus costatus*, *Rhinelepis aspera* e *Pimelodus maculatus*. Além destas, outras espécies são reofílicas<sup>7</sup>, ou seja, possuem o hábito de utilizar as áreas de corredeiras e correnteza forte. Essa afinidade por áreas lóticicas e/ou a necessidade de migração colocam estas espécies em risco caso haja alguma alteração substancial na conectividade do sistema do rio das Velhas, tanto em relação aos seus afluentes maiores, quando em relação ao próprio rio São Francisco, do qual é um dos maiores afluentes em volume d'água e extensão.

Espécies que possuem distribuição restrita (como os peixes anuais já mencionados anteriormente) ou aquelas que possuem ocorrência esporádica nas amostragens podem ser consideradas raras. Algumas destas podem ser raras na área de estudo apenas, mas prolíficas em outros pontos da bacia, seja pelas características dos habitats ou por questões de alterações antrópicas. Nas coletas realizadas no rio das Velhas entre 2015 e 2016, pelo menos 14 espécies foram representadas por até 2 indivíduos. Entre elas algumas são realmente consideradas raras como a piaba *Hysteronotus megalostomus*, que possui requerimentos específicos de habitat (ALVES & VONO, 1999). Outras, como o pacamã (*Lophiosilurus alexandri*), foram pouco capturadas no rio das Velhas e seus afluentes, mas ocorrem em abundância em outras partes da bacia do rio São Francisco, inclusive participando da pesca comercial.

---

<sup>7</sup> Rheos (do grego) = correnteza; Filia = afinidade. Espécies reofílicas são aquelas que possuem preferência por trechos de água corrente, como corredeiras (ambientes lóticicos).

A Tabela 12 apresenta um resumo dos dados biométricos das espécies capturadas, ou seja, as amplitudes de comprimento padrão (tomado da ponta da cabeça ao ponto de inserção dos raios medianos da nadadeira caudal) e de peso corporal, além do número de indivíduos e biomassa total por espécie coletada na bacia do rio das Velhas. Nesta tabela, foram assumidas as generalizações já mencionadas até a decisão definitiva sobre a denominação de algumas espécies. Foram agrupados em uma única citação aquelas espécies que ainda constam como sp.1, sp.2, sp.3, etc., dos gêneros *Astyanax*, *Hisonotus* e *Hypostomus*, por exemplo. As espécies do gênero *Harttia*, que nas listas de espécies do Produtos anteriores constavam provisoriamente como *Harttia* spp. (sp.1, sp.2 e sp.3), estão separadas pelos nomes dados após conferência por especialistas, ou seja, *Harttia novalimensis*, *Harttia longipinna* e *Harttia torrenticola*.

A tabela de biometria, além de demonstrar as amplitudes de porte dos indivíduos coletados de cada espécie, fornece informações sobre a ocorrência de indivíduos jovens, funcionando como comprovação do processo reprodutivo. A captura de exemplares jovens de espécies de interesse para conservação, ou cuja biologia requer condições particulares para completarem seu ciclo de vida, como as espécies migradoras por exemplo, pode evidenciar a qualidade dos ambientes amostrados. Também se observa as espécies menos frequentes e que possuem captura esporádica.

**Tabela 12. Dados biométricos das espécies capturadas nas amostragens realizadas na bacia do rio das Velhas (calha e afluentes) em 2015 e 2016.**

Espécie	N	CP mín (cm)	CP máx (cm)	PC mín (g)	PC máx (g)	PC total (g)
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	27	11	19,5	19,71	117,05	1187,67
<i>Anchoviella vaillanti</i>	41	2,1	4,6	0,12	1,31	32,67
<i>Apareiodon hasemani</i>	914	1,5	5,7	0,07	3,68	352,85
<i>Apareiodon ibitiensis</i>	579	1,3	8,2	0,05	9,22	144,44
<i>Apareiodon piracicabae</i>	69	1,5	8,81	0,05	12,74	203,66
<i>Astyanax sp.</i>	2	8,5	8,5	9,11	9,11	9,11
<i>Astyanax eigenmanniorum</i>	395	1,5	7,5	0,03	10,26	561,01
<i>Astyanax fasciatus</i>	222	1,2	13	0,12	66,13	1300,55
<i>Astyanax intermedius</i>	23	3,69	6,41	1,25	6,99	77,78
<i>Astyanax lacustris</i>	241	1,4	10	0,29	35,26	2044,63
<i>Astyanax rivularis</i>	927	1,19	9,8	0,02	21,71	2784,01
<i>Astyanax taeniatus</i>	705	1,6	10,2	0,05	29,97	3446,78
<i>Australoheros facetus</i>	8	3,41	10,44	2,04	53,82	143,38
<i>Bergiaria westermanni</i>	1	9,2	9,1	7,21	7,21	7,21
<i>Brycon nattereri</i>	1	19,5	19,5	151,75	151,75	151,75
<i>Brycon orthotaenia</i>	6	29	34,1	427,8	827,34	3498,42
<i>Bryconops affinis</i>	81	1,8	9	0,07	10,38	157,05
<i>Bunocephalus minierim</i>	2	3,97	4,5	0,64	1,26	1,9
<i>Callichthys callichthys</i>	14	8	13,2	13,61	77,65	597,6
<i>Cetopsorhamdia iheringi</i>	24	3,1	6,03	0,27	2,94	30,34
<i>Characidium fasciatum</i>	57	2,34	6	0,2	3,86	90,03
<i>Characidium zebra</i>	29	2,05	5,94	0,13	4,1	34,67
<i>Cichlasoma sanctifranciscense</i>	98	1,2	10,6	0,05	54,35	858,25
<i>Coptodon rendalli</i>	275	1	20,2	0,02	294,04	672,22
<i>Crenicichla lepidota</i>	76	1,2	15,2	0,03	77,1	916,44
<i>Curimatella lepidura</i>	169	2,9	13,6	0,72	82,61	3916,43
<i>Cyphocharax gilbert</i>	108	1,5	3,3	0,03	0,99	11,56
<i>Duopalatinus emarginatus</i>	3	22,6	29	171,77	378,16	549,93
<i>Eigenmannia virescens</i>	233	15,4	32	0,04	55,43	2742,76
<i>Franciscodoras marmoratus</i>	1	21	21	240,1	240,1	240,1
<i>Geophagus brasiliensis</i>	1	1,2	1,2	0,06	0,06	0,06
<i>Gymnotus carapo</i>	17	3,0	32,8	0,09	134,13	549,79
<i>Harttia longipinna</i>	103	1,5	10,3	0,05	16,71	157,72
<i>Harttia novalimensis</i>	7	3,4	7,31	0,38	4,79	10,61
<i>Harttia torrenticola</i>	168	1,2	10,91	0,04	17,76	192,88

Continua ...

Tabela 12. (continuação)

Espécie	N	CP mín (cm)	CP máx (cm)	PC mín (g)	PC máx (g)	PC total (g)
<i>Hasemania nana</i>	134	1,6	3,8	0,08	1,03	83,54
<i>Hemigrammus gracilis</i>	3	3,43	4,69	0,88	2,53	5,5
<i>Hemigrammus marginatus</i>	38	1,4	3,9	0,04	1,28	18,85
<i>Hisonotus</i> spp.	80	1,2	3,7	0,03	0,78	20,97
<i>Homodiaetus</i> sp.	5	2	3,5	0,11	0,43	1,55
<i>Hoplias intermedius</i>	81	1,4	43,4	0,02	1290	22754,08
<i>Hoplias malabaricus</i>	9	8,8	31,2	12,15	665,6	3031,26
<i>Hoplosternum littorale</i>	70	7,2	19,8	12,6	284,4	7115,48
<i>Hyphessobrycon santae</i>	98	2,55	5,96	0,33	6,41	120,3
<i>Hypostomus alatus</i>	1	20,3	20,3	152,1	152,1	152,1
<i>Hypostomus auroguttatus</i>	63	1,5	20,4	0,04	222	2947,23
<i>Hypostomus commersoni</i>	44	7,8	21,5	12,58	198,52	3719,07
<i>Hypostomus francisci</i>	312	1,42	23,5	0,05	287,23	22740,53
<i>Hypostomus garmani</i>	22	1,6	18,5	0,13	146,64	221,43
<i>Hypostomus lima</i>	106	4,5	24,7	4,15	379,1	13559,83
<i>Hypostomus macrops</i>	60	5,08	20,2	3,67	217	5459,1
<i>Hypostomus margaritifer</i>	11	11,5	17	21,23	137,03	815,57
<i>Hypostomus</i> spp.	100	1,4	18,4	0,06	146,74	789,7
<i>Hysteronotus megalostomus</i>	1	3,5	3,5	0,8	0,8	0,8
<i>Imparfinis borodini</i>	9	2,5	11,08	0,15	7,07	16,89
<i>Imparfinis minutus</i>	81	2,5	5,31	0,16	2,58	59,62
<i>Knodus moenkhausii</i>	1088	1,12	4,2	0,01	1,81	568,75
<i>Lepidocharax burnsi</i>	2163	1,44	4,13	0,03	1,22	709,86
<i>Leporellus vittatus</i>	11	13	21,2	45,76	162,24	1218,13
<i>Leporinus amblyrhynchus</i>	15	10,4	20,5	19,62	178,36	1066,84
<i>Leporinus marcgravii</i>	19	6,8	13,5	4,72	53,82	391,37
<i>Leporinus taeniatus</i>	41	8,5	25,5	11,09	378,91	5288,45
<i>Lophiosilurus alexandri</i>	1	17,7	17,7	102	102	102
<i>Megaleporinus elongatus</i>	1	38,5	38,5	1477,8	1477,8	1477,8
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	14	5,53	29	3,04	610,8	2373,49
<i>Megaleporinus reinhardti</i>	37	1,5	19,7	0,03	184,3	2906,87
<i>Moenkhausia costae</i>	129	2,2	7	0,23	8,29	358,73
<i>Moenkhausia sanctae-filomenae</i>	1	5,5	5,5	5,13	5,13	5,13
<i>Myleus micans</i>	40	1,6	21	0,1	385,08	1904,74
<i>Neoplecostomus franciscoensis</i>	51	2,1	7,23	0,1	6,69	114,12
<i>Oligosarcus argenteus</i>	12	5,5	14,5	2,78	111,94	325,46
<i>Oreochromis niloticus</i>	392	1,4	22	0,06	501,06	4994,29

Continua ...

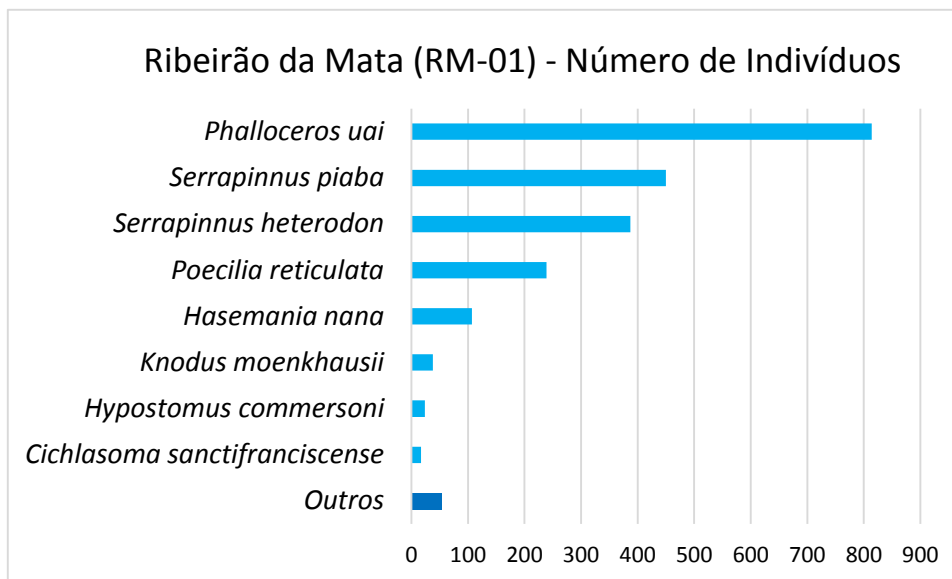
Tabela 12. (continuação)

Espécie	N	CP mín (cm)	CP máx (cm)	PC mín (g)	PC máx (g)	PC total (g)
<i>Orthospinus franciscensis</i>	6	1,9	5,7	0,19	4,66	13,59
<i>Pachyurus francisci</i>	3	8,9	21,5	10,22	196,77	305,38
<i>Parodon hilarii</i>	27	3,58	12	0,56	48,12	497,63
<i>Phalloceros uai</i>	961	1,13	3,64	0,01	1,49	232,81
<i>Phenacogaster franciscoensis</i>	163	1,3	4,5	0,04	2,15	157,49
<i>Phenacorhamdia tenebrosa</i>	51	3,4	8	0,3	7,41	60,8
<i>Piabarcus stramineus</i>	5274	1,28	4,5	0,03	1,45	1250,99
<i>Piabina argentea</i>	2014	1,4	7,2	0,03	7,34	1327,46
<i>Pimelodella lateristriga</i>	19	5,3	9,5	2,14	12,86	135,31
<i>Pimelodella laurenti</i>	2	4	9,11	1,05	9,98	11,03
<i>Pimelodus fur</i>	38	8,3	20	8,93	145,25	2034,57
<i>Pimelodus maculatus</i>	4	15,3	35	66,26	830	1702,68
<i>Pimelodus pohli</i>	47	7,8	18,2	5,14	97,75	1222,61
<i>Poecilia reticulata</i>	4782	0,5	3,8	0,01	1,73	633,73
<i>Prochilodus argenteus</i>	1	32	32	1021	1021	1021
<i>Prochilodus costatus</i>	9	20,2	54	200	4250	12003,63
<i>Psellogrammus kennedyi</i>	2	2,33	3	0,3	0,7	1,00
<i>Pygocentrus piraya</i>	13	5	27,5	4,03	1266,78	4795,97
<i>Rhamdia quelen</i>	26	10,2	28,4	20,84	391,78	4339,28
<i>Rhinelepis aspera</i>	3	36	39,8	1207,63	1655	4388,63
<i>Rineloricaria sp.</i>	4	10,42	12,5	5,9	10,74	29,18
<i>Roeboides xenodon</i>	24	4,69	9,4	1,59	16,1	135,26
<i>Salminus franciscanus</i>	9	18	39	85,05	850	3721,27
<i>Salminus hilarii</i>	5	20	27	117,6	351	1113,04
<i>Schizodon knerii</i>	8	7,13	25,6	7,22	326,03	988,4
<i>Serrapinnus heterodon</i>	1442	1,5	5	0,04	2,54	701,76
<i>Serrapinnus piaba</i>	489	1,3	3,87	0,08	1,22	288,14
<i>Serrasalmus brandtii</i>	128	1,8	21,5	0,2	396,32	4017
<i>Stegophilus insidiosus</i>	9	2,07	2,5	0,08	0,14	1,18
<i>Steindachnerina corumbae</i>	3	5,91	8,6	4,34	15,99	26,18
<i>Steindachnerina elegans</i>	264	4	13	1,33	64,31	4325,65
<i>Sternopygus macrurus</i>	1	38,3	38,3	87,73	87,73	87,73
<i>Synbranchus marmoratus</i>	12	2,5	25,6	0,02	21,32	46,6
<i>Tetragonopterus franciscoensis</i>	15	4	8,5	2,49	25,25	80,3
<i>Trachelyopterus galeatus</i>	28	1,7	14,6	0,09	115,5	1531,39
<i>Trichomycterus variegatus</i>	2	4,5	4,76	0,9	1,37	2,27
<i>Triportheus guentheri</i>	261	1,5	13,2	0,05	50,2	2124,15
<b>Total Geral</b>	27.119	-	-	-	-	190.470,78

As espécies mais abundantes, em número de indivíduos e biomassa, capturadas nos afluentes do rio das Velhas, por local de coleta compõem a sequência de Figuras apresentada a seguir. Os resultados estão representados sequencialmente por afluente no sentido de montante para jusante (das cabeceiras à foz). Em cada afluente, foram selecionadas as oito espécies mais abundantes e as demais agrupadas como “outros”. Os valores dos eixos das abscissas (X) foram padronizados como forma de facilitar as comparações entre os onze tributários estudados. Os dados estão agrupados indistintamente com as informações das amostragens quantitativas e qualitativas, dando uma ideia geral da composição em cada local, nas Figuras 130 a 151.

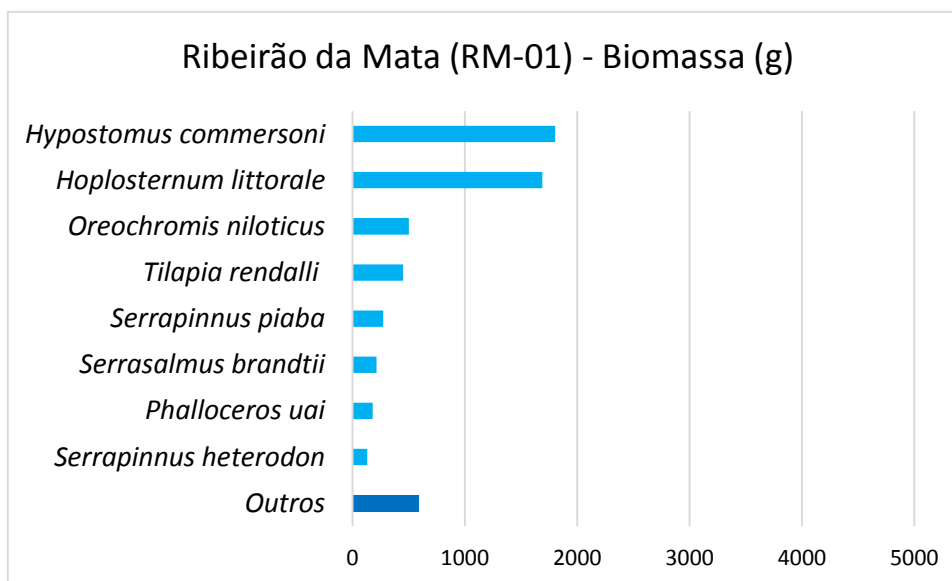
Geralmente, as espécies mais abundantes em número são as de menor porte, cujos indivíduos alcançam na fase adulta até 10 cm de comprimento padrão. Estas representam a maior parte das capturas em termos de total de exemplares capturados. Em biomassa, as espécies de grande porte, mesmo com poucos indivíduos registrados, se destacam acompanhadas por aquelas de pequeno e médio portes mais abundantes.

No Ribeirão da Mata (RM-01), o ponto com maiores evidências de degradação – leito alterado para extração de areia, forte odor de esgoto, baixo teor de Oxigênio dissolvido na água – houve forte dominância de espécies resistentes, tanto em termos numéricos e quanto em biomassa, incluindo espécies exóticas que se estabeleceram em função dessas alterações do ambiente (Figuras 130 e 131).



**Figura 130. Espécies mais abundantes em número de indivíduos no Ribeirão da Mata (RM-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.**

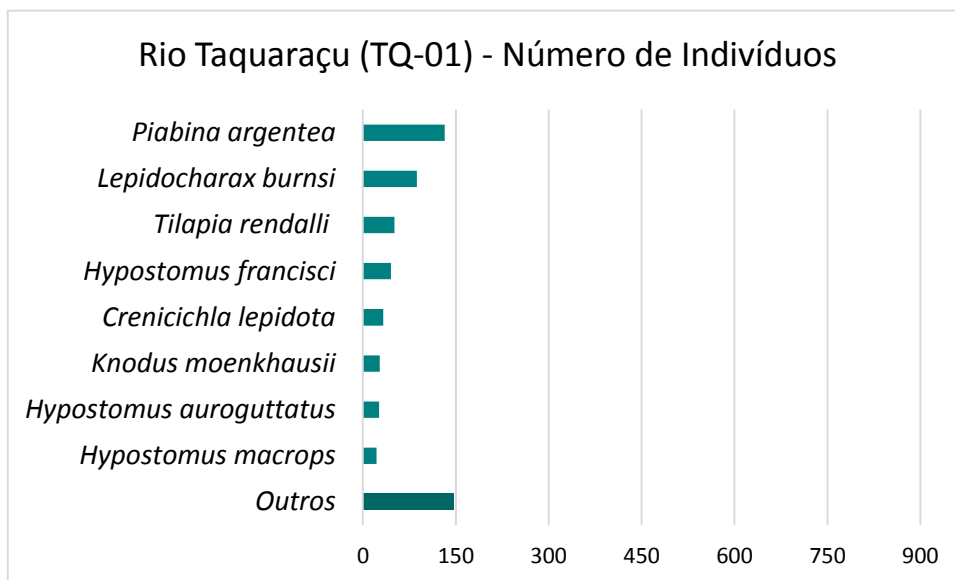
Fonte: dos autores (Abril, 2016)



**Figura 131. Espécies mais abundantes em biomassa no Ribeirão da Mata (RM-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.**

Fonte: dos autores (Abril, 2016)

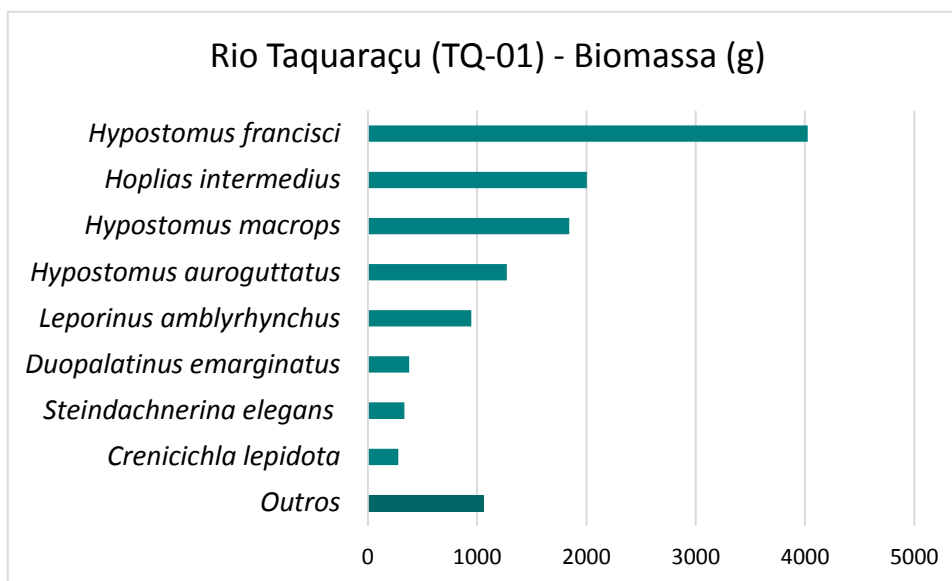
As Figuras 132 e 133, referentes às abundâncias no rio Taquaraçu, um dos mais bem preservados, demonstram a ocorrência de menor número de indivíduos, porém de espécies nativas, exceto a tilápias. A abundância de várias espécies de cascudos (gênero *Hypostomus*) espécies típicas de corredeiras e substrato de cascalho e pedras, são indicadores que confirmam a qualidade desse ambiente, sem assoreamento. A maior biomassa se deve à captura de indivíduos de maior porte como o trairão (*Hoplias intermedius*), mandiaçu (*Duopalatinus emarginatus*) e dos próprios cascudos.



**Figura 132. Espécies mais abundantes em número de indivíduos no Rio Taquaraçu (TQ-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.**

Fonte: dos autores (Abril, 2016)

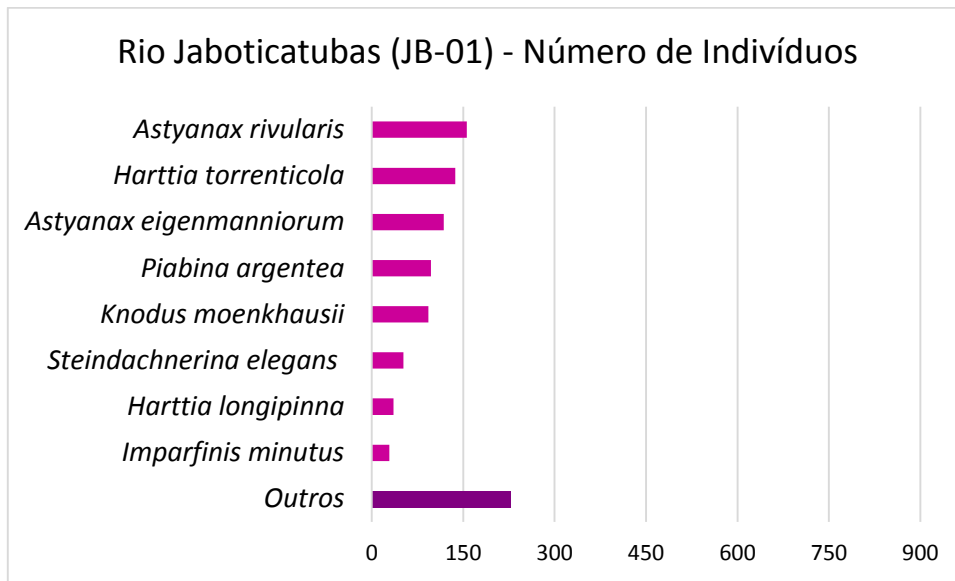




**Figura 133. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio Taquaraçu (TQ-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.**

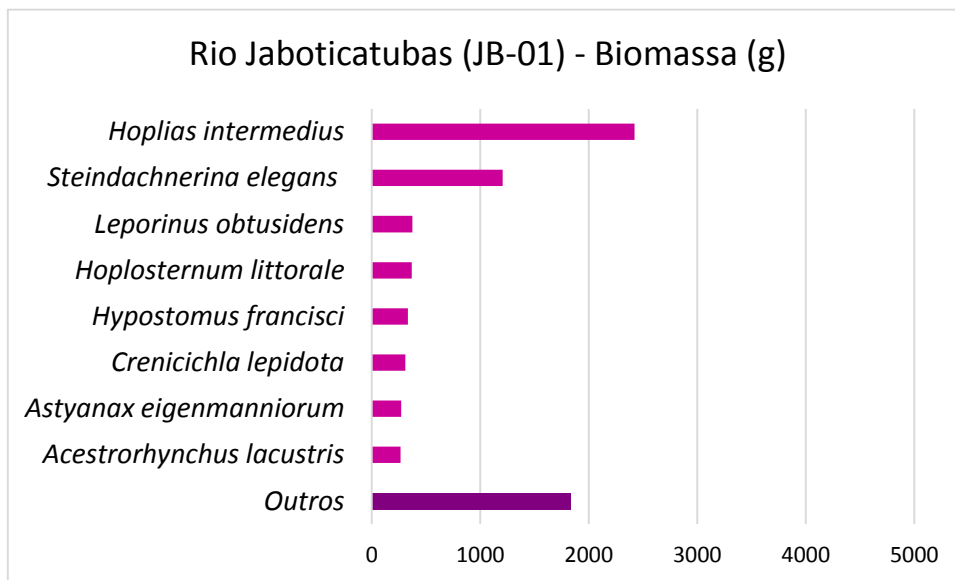
Fonte: dos autores (Abril, 2016)

No rio Jaboticatubas (JB-01) – Figuras 134 e 135 – há também predomínio de espécies de pequeno porte em número. No gráfico de abundância em biomassa, verifica-se a participação das espécies de maior porte (ex. trairão), quando alguns poucos indivíduos representam parcela significativa no total, ou de número expressivo de indivíduos de menor porte (ex. saguiru – *Steindachnerina elegans*) que, somados, também chegam a valores relevantes no cômputo geral.



**Figura 134. Espécies mais abundantes em número de indivíduos no Rio Jaboticatubas (JB-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.**

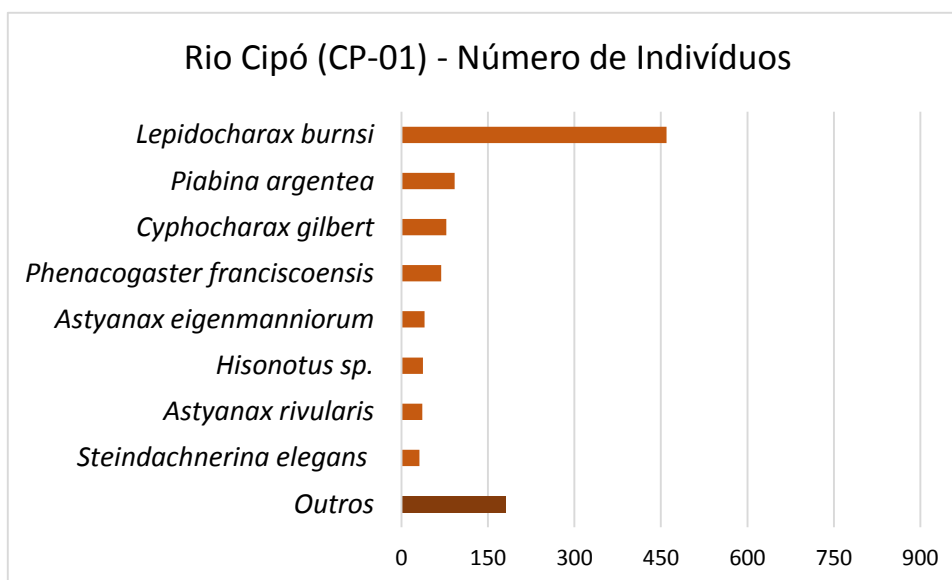
Fonte: dos autores (Abril, 2016)



**Figura 135. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio Jaboticatubas (JB-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.**

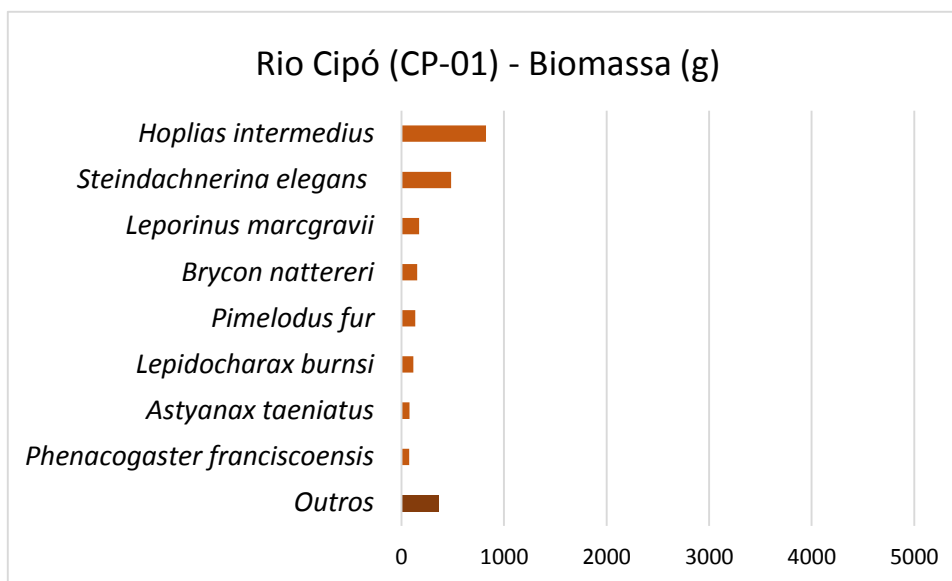
Fonte: dos autores (Abril, 2016)

O ponto do rio Cipó (CP-01) que se localiza logo abaixo de importante área de conservação (o Parque Nacional da Serra do Cipó) também é dominado por espécies de pequeno porte em número (Figura 136). Em biomassa (Figura 137), aparecem como significativas entre as mais abundantes o trairão – também representativo em outros locais amostrados, e algumas espécies de médio porte, entre as quais se destaca a pirapitinga (*Brycon nattereri*). Esta espécie é um excelente bioindicador de qualidade de água, visto que necessita de áreas correntosas (lóticas), com vegetação ciliar preservada – de onde obtém frutos para se alimentar, além do leito pedregoso de onde também utiliza os invertebrados bentônicos como recurso. Esta espécie consta do Livro Vermelho das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, na categoria vulnerável. As principais ameaças que podem afetar a espécie são: (1) represamento de rios, que modifica profundamente o ciclo hidrológico natural e prejudica em particular espécies que preferem ambientes lóticos e têm estratégia reprodutiva sazonal e (2) a destruição das florestas ciliares, já que sua dieta é baseada principalmente em recursos alóctones (LIMA *et al.*, 2008).



**Figura 136. Espécies mais abundantes em número de indivíduos no Rio Cipó (CP-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.**

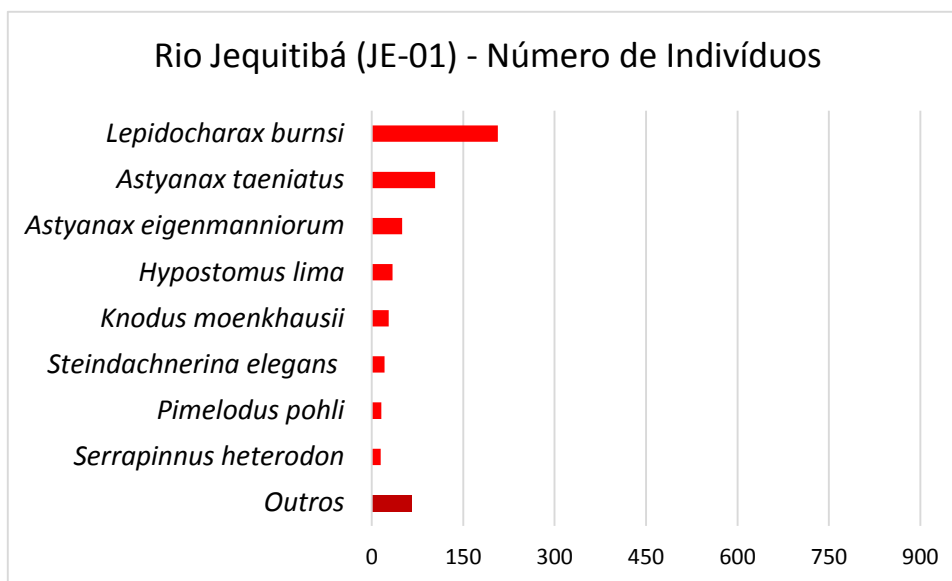
Fonte: dos autores (Abril, 2016)



**Figura 137. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio Cipó (CP-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.**

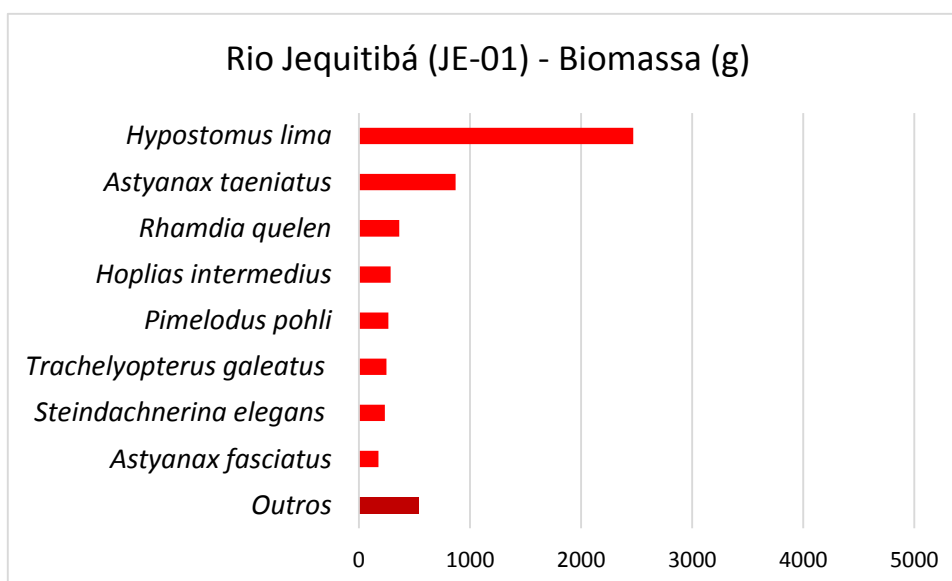
Fonte: dos autores (Abril, 2016)

O padrão observado anteriormente se repete com algumas alterações pontuais decorrentes das características físicas dos rios (porte, substrato, volume), estado de conservação, presença de fontes de impactos e posição na bacia. O rio Jequitibá, por exemplo, apesar de sofrer forte impacto de pressões antrópicas na região de Sete Lagoas, apresenta no local amostrado uma fauna relativamente bem representada, dominada por espécies de pequeno e médio porte. Os lambaris (gênero *Astyanax*) são abundantes tanto em número (Figura 138) quanto em biomassa (Figura 139) com duas espécies entre as mais representativas em cada análise. Na maioria dos pontos amostrados, nas análises em biomassa capturada, o trairão juntamente com uma ou mais espécies de cascudos (*Hypostomus*) são as mais produtivas. No rio Jequitibá, o lambari (*Astyanax taeniatus*) ocupou a segunda posição tanto em relação ao número de indivíduos quanto em biomassa.



**Figura 138. Espécies mais abundantes em número de indivíduos no Rio Jequitibá (JE-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.**

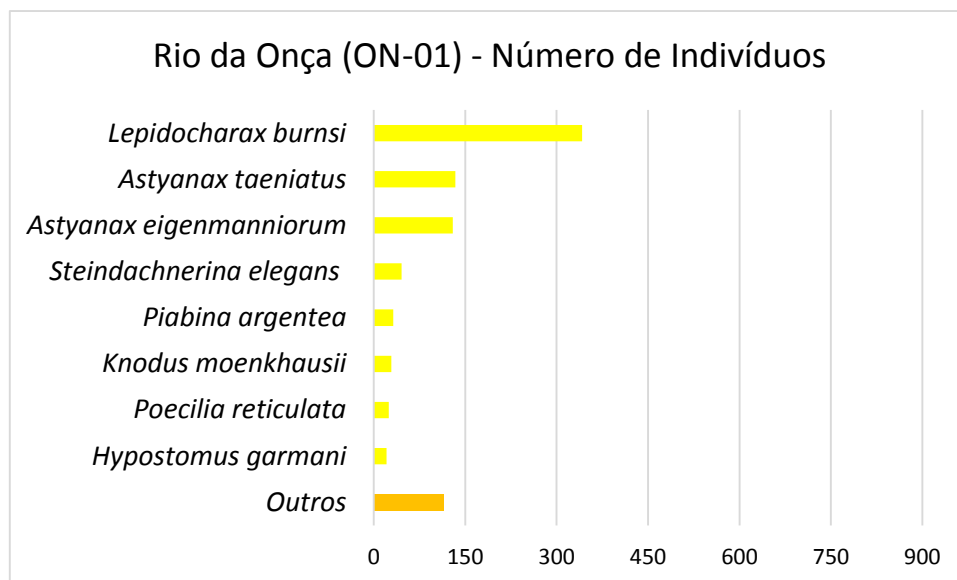
Fonte: dos autores (Abril, 2016)



**Figura 139. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio Jequitibá (JE-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.**

Fonte: dos autores (Abril, 2016)

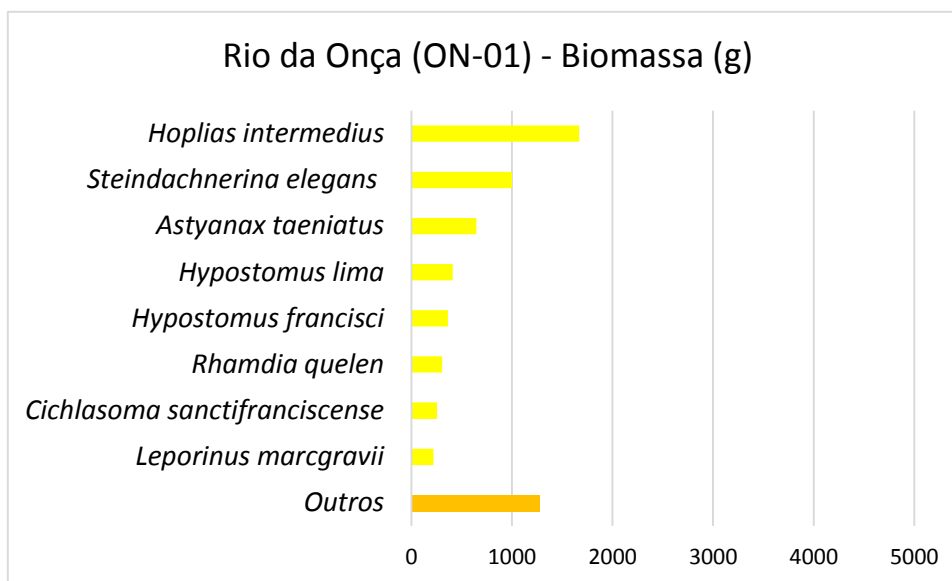
No rio da Onça (ON-01), a piaba (*Lepidocharax burnsi*) foi a mais abundante em número (Figura 140), seguida por várias espécies de pequeno porte e uma espécie de cascudo. Tanto neste local quanto em vários outros afluentes, essa piaba figurou entre as oito mais significativas em número. A descrição desta espécie de piaba é relativamente recente (FERREIRA *et al.*, 2011) e, até recentemente, a mesma vinha sendo equivocadamente considerada uma espécie nova do gênero *Planaltina* (ALVES & POMPEU, 2010).



**Figura 140. Espécies mais abundantes em número de indivíduos no Rio da Onça (ON-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.**

Fonte: dos autores (Abril, 2016)

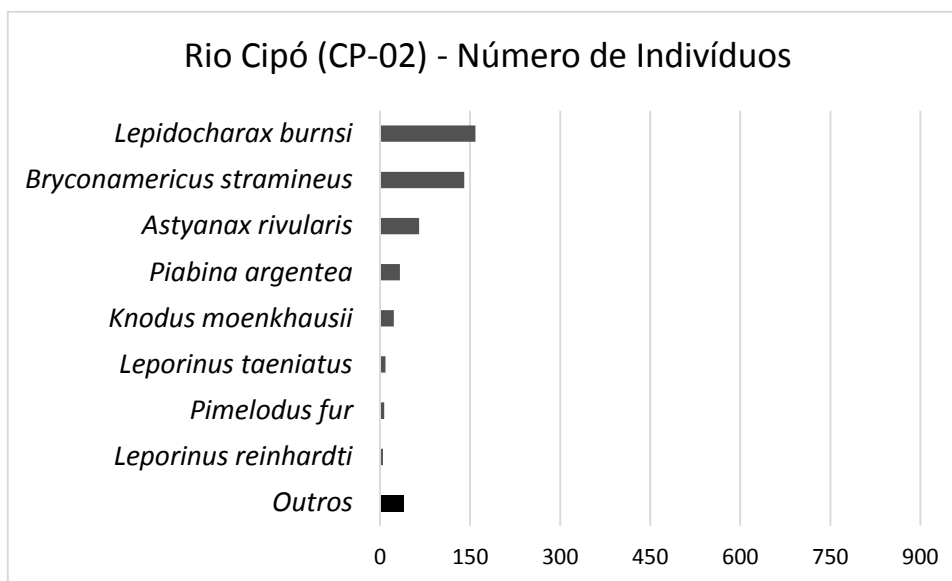
Em biomassa, como já observado em outros pontos, o trairão foi a espécie mais representativa e o saguiri (*Steindachnerina elegans*) aparece em segundo lugar (Figura 141, no rio da Onça (ON-01)).



**Figura 141. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio da Onça (ON-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.**

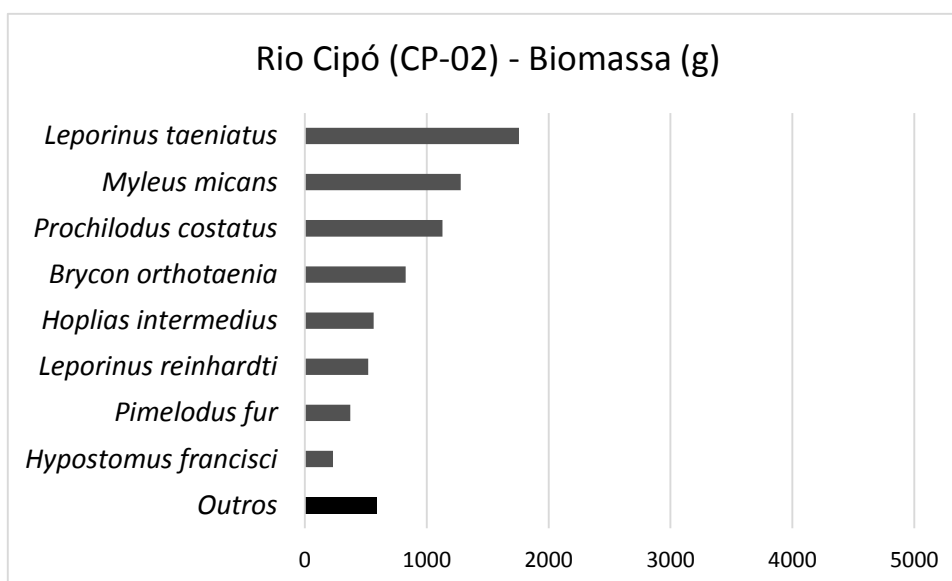
Fonte: dos autores (Abril, 2016)

O segundo local de amostragem localizado no rio Cipó (CP-02), em Presidente Juscelino e próximo à sua foz no rio Paraúna – localidade denominada de Duas Barras, possui estrutura bastante diferente do ponto CP-01 nas cabeceiras desse importante afluente do rio das Velhas. Apesar do gráfico da abundância em número (Figura 142) apresentar uma lista de espécies semelhante às ocorrências em outros locais, dominada por espécies de pequeno porte nas 5 primeira posições, quando se analisa a participação em biomassa (Figura 143), percebe-se a ocorrência de espécies como o piaus (gênero *Leporinus*), pacu (*Myleus micans*), curimatá-pioa (*Prochilodus costatus*) e matrinchã (*Brycon orthotaenia*). Esta última, pertence ao mesmo gênero da pirapitinga observada nas cabeceiras, e atinge maior porte que a primeira. É considerada migradora, típica de rios maiores e da calha principal e não consta do Livro Vermelho das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção.



**Figura 142. Espécies mais abundantes em número de indivíduos no Rio Cipó (CP-02), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.**

Fonte: dos autores (Abril, 2016)

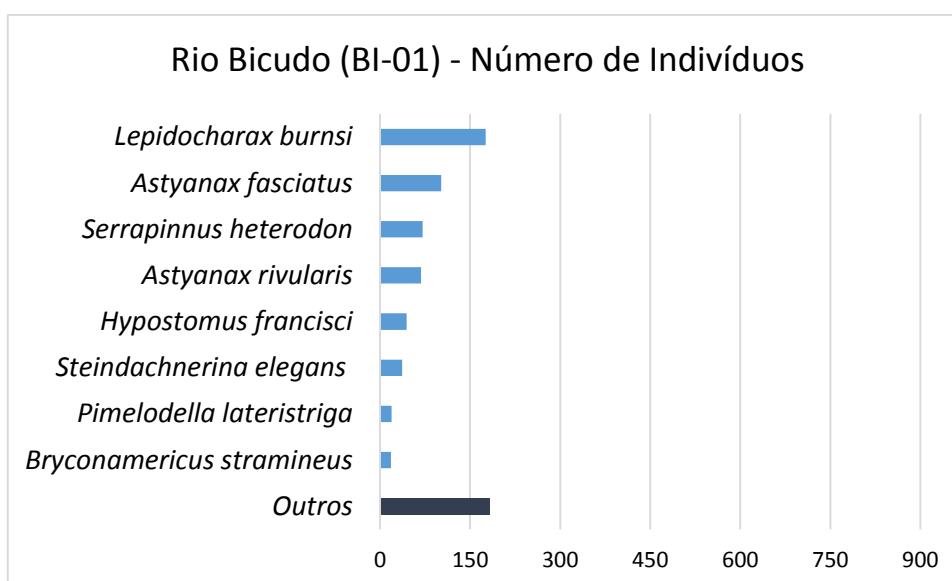


**Figura 143. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio Cipó (CP-02), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.**

Fonte: dos autores (Abril, 2016)

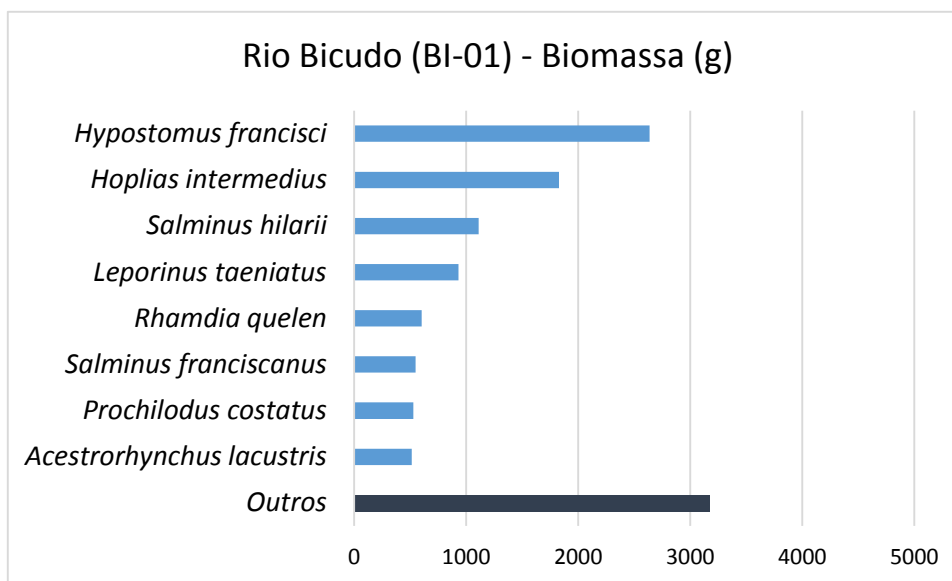


No rio Bicudo (BI-01) é interessante notar que as maiores abundâncias em número são de espécies de pequeno porte (exceto o cascudo – *Hypostomus francisci*) – Figura 144, e em biomassa exclusivamente constituídas por espécies de médio e grande porte (Figura 145). Apesar dos baixos valores em número, também é importante ressaltar que a categoria “outros” em ambas as abordagens possui participação superior que as espécies mais abundantes, demonstrando que a estrutura da comunidade é composta por mais espécies e distribuídas de forma mais equitativas, ou seja, sem a dominância de poucas espécies em relação às demais. Por fim, neste ponto foi verificada a ocorrência de várias espécies migradoras (*Salminus*, *Leporinus*, e *Prochilodus*), demonstrando a sua importância no ciclo de vida de elementos cruciais na estruturação de comunidades.



**Figura 144. Espécies mais abundantes em número de indivíduos no Rio Bicudo (BI-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.**

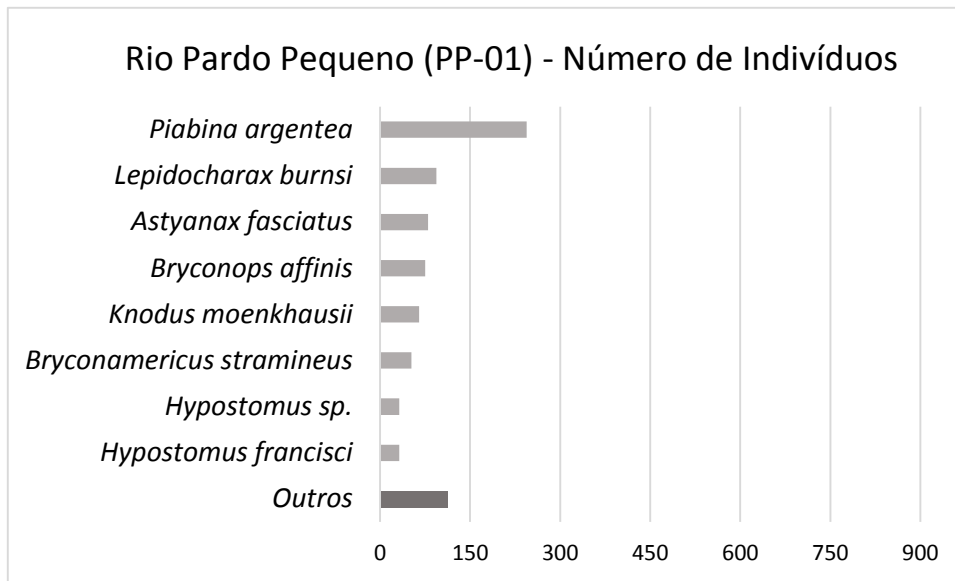
Fonte: dos autores (Abril, 2016)



**Figura 145. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio Bicudo (BI-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.**

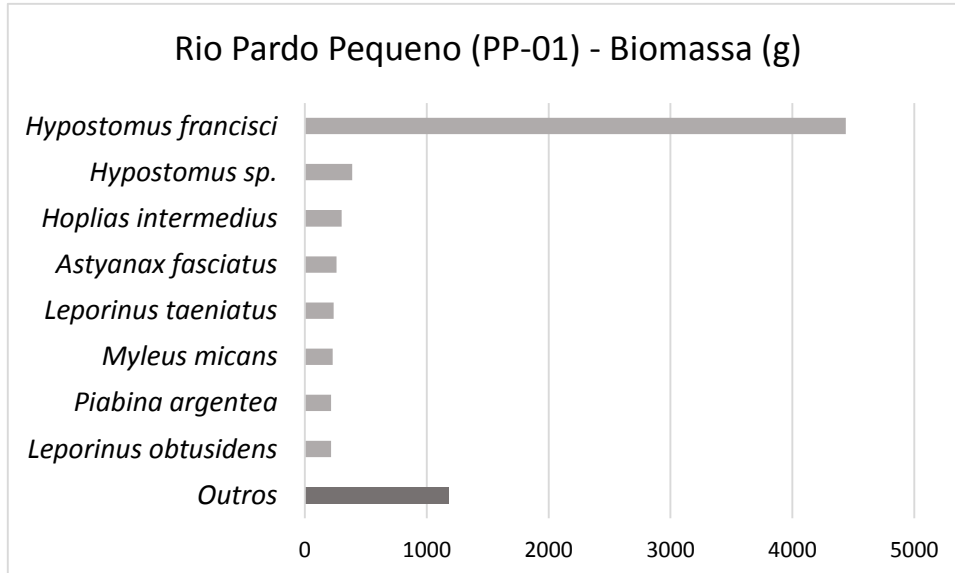
Fonte: dos autores (Abril, 2016)

O rio Pardo Pequeno (PP-01) é um curso d'água de porte semelhante aos demais, apesar de não se constituir em afluente direto do rio das Velhas e sim do rio Pardo Grande (PG-01). As Figuras 146 a 149 apresentam os resultados observados nestes dois rios. Nas análises em número predominaram espécies de menor porte como as mais produtivas. Apesar dos dois rios de possuírem abundâncias em número semelhantes e compostas por várias espécies comuns entres as mais abundantes, nas análises em biomassa o rio Pardo Grande comporta-se de forma semelhante ao rio Bicudo, que também apresentou expressiva participação de espécies de maior porte e de hábito migrador, dos mesmos gêneros citados anteriormente. Mesmo assim, permanece a forte participação do trairão e cascudos (*Hypostomus*) como na maioria dos onze afluentes amostrados.



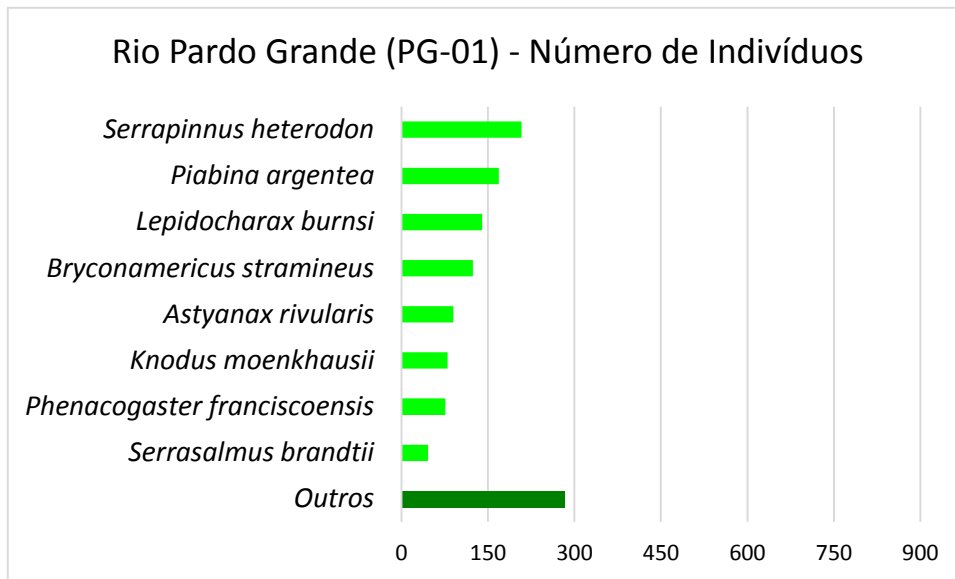
**Figura 146. Espécies mais abundantes em número de indivíduos no Rio Pardo Pequeno (PP-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.**

Fonte: dos autores (Abril, 2016)



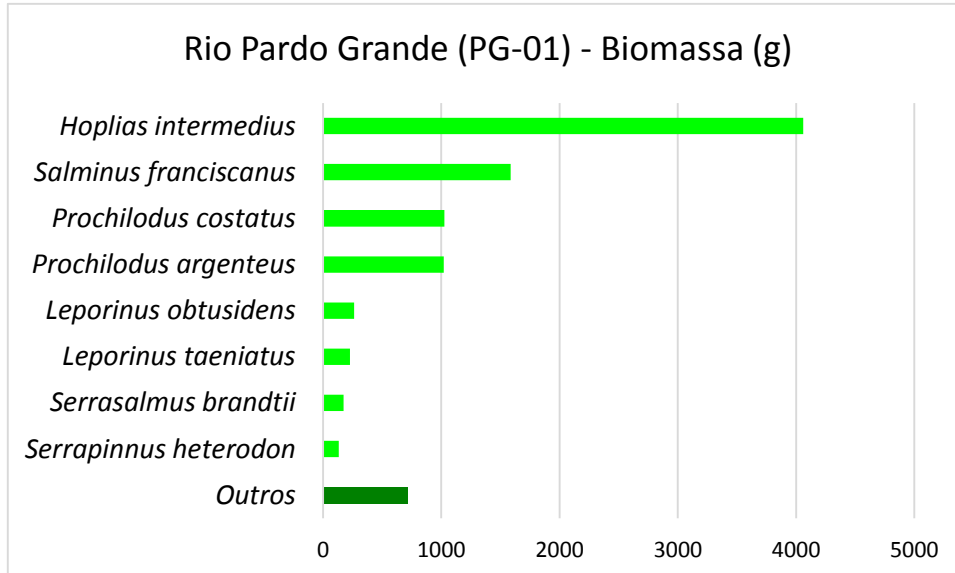
**Figura 147. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio Pardo Pequeno (PP-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.**

Fonte: dos autores (Abril, 2016)



**Figura 148. Espécies mais abundantes em número de indivíduos no Rio Pardo Grande (PG-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.**

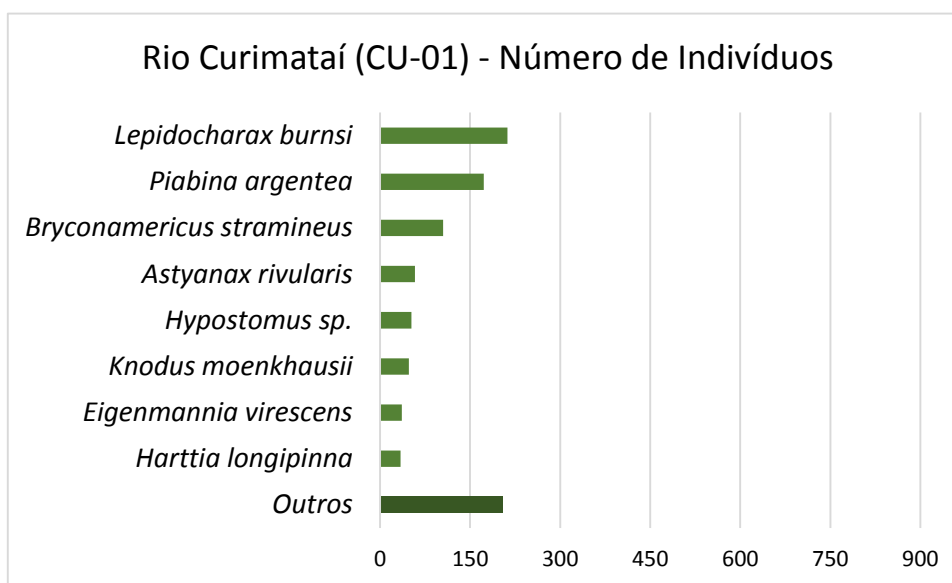
Fonte: dos autores (Abril, 2016)



**Figura 149. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio Pardo Grande (PG-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.**

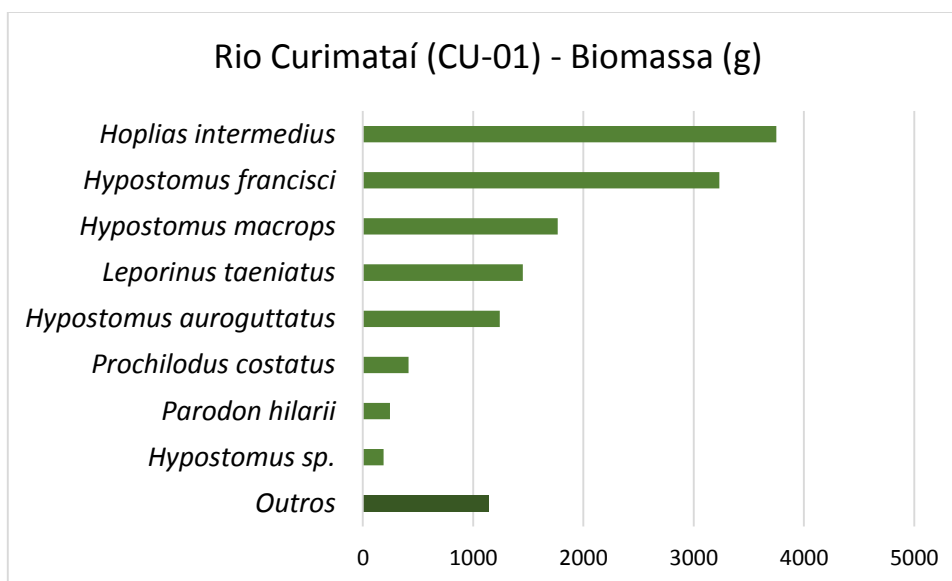
Fonte: dos autores (Abril, 2016)

No rio Curimataí (CU-01) as tendências observadas nos demais pontos foram de certa forma repetidas, como demonstram as Figuras 150 e 151. Espécies de menor porte dominaram entre as oito mais abundantes em número. Na análise da composição em biomassa, observa-se a participação expressiva do trairão e cascudos (*Hypostomus*), juntamente com uma espécie migradora, a curimatá-pioa.



**Figura 150. Espécies mais abundantes em número de indivíduos no Rio Curimataí (CU-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.**

Fonte: dos autores (Abril, 2016)



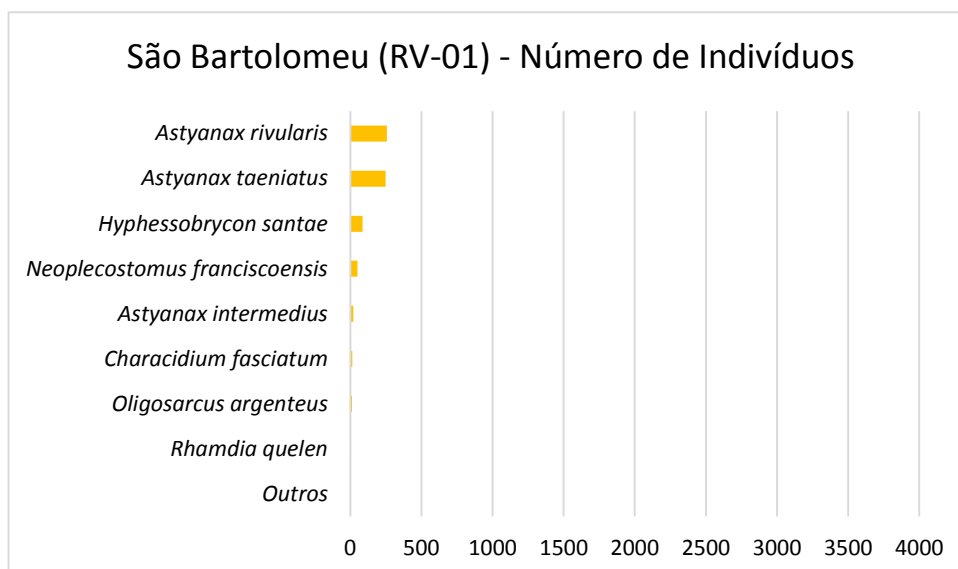
**Figura 151. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio Curimataí (CU-01), após as duas campanhas previstas e realizadas em 2015.**

Fonte: dos autores (Abril, 2016)

Seguindo a mesma lógica da apresentação dos resultados dos tributários, os dados de riqueza dos pontos da calha serão igualmente apresentados no sentido de montante (cabeceiras) para jusante (foz). Foi mantida a escala do eixo X para biomassa (0 a 5000 g), mas em número houve necessidade de adequação para a faixa de 0 até 4000 indivíduos porque a maioria dos locais apresentou registros acima dos 900 indivíduos (escala do Produto 10 e dos pontos localizados nos afluentes). Desta forma, as Figuras 152 a 167 exibem a relação das 8 espécies mais abundantes em cada ponto da calha do rio das Velhas, em número e em biomassa.

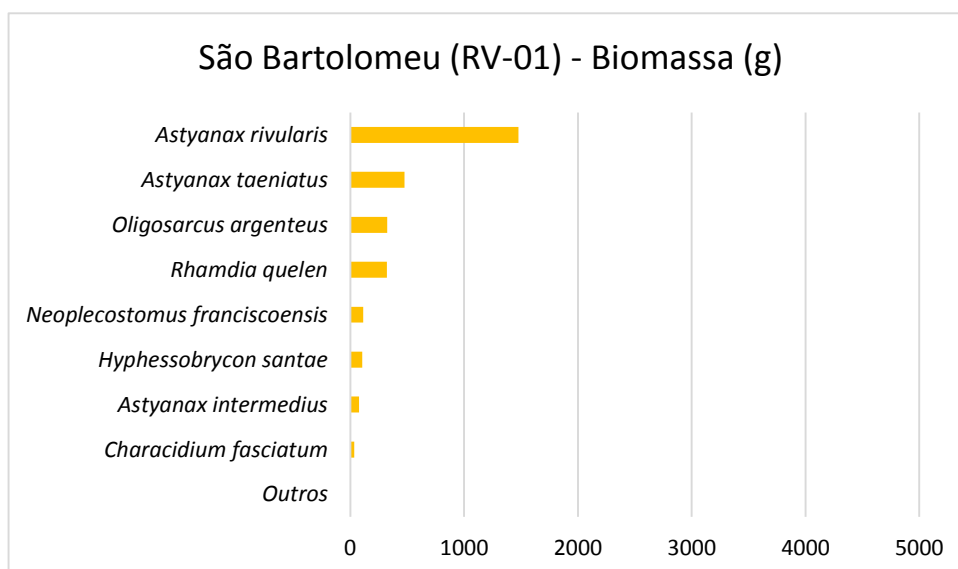
Em São Bartolomeu (RV-01), a fauna é dominada por espécies de pequeno porte por se tratar de ambiente de cabeceira, menor porte, águas com temperaturas mais baixas e com fluxo rápido. Espécies do gênero *Astyanax* foram as mais abundantes tanto em número quanto em biomassa (Figuras 152 e 153), confirmando a tendência apresentada nas duas primeiras campanhas. O lambari-bocarra (*Oligosarcus argenteus*) e bagre (*Rhamdia quelen*) – maior espécie registrada nesse

local – mesmo representada por poucos exemplares, ocuparam a 3ª e 4ª posição entre as espécies mais abundantes em biomassa.



**Figura 152. Espécies mais abundantes em número no Rio das Velhas em São Bartolomeu (RV-01), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016).**

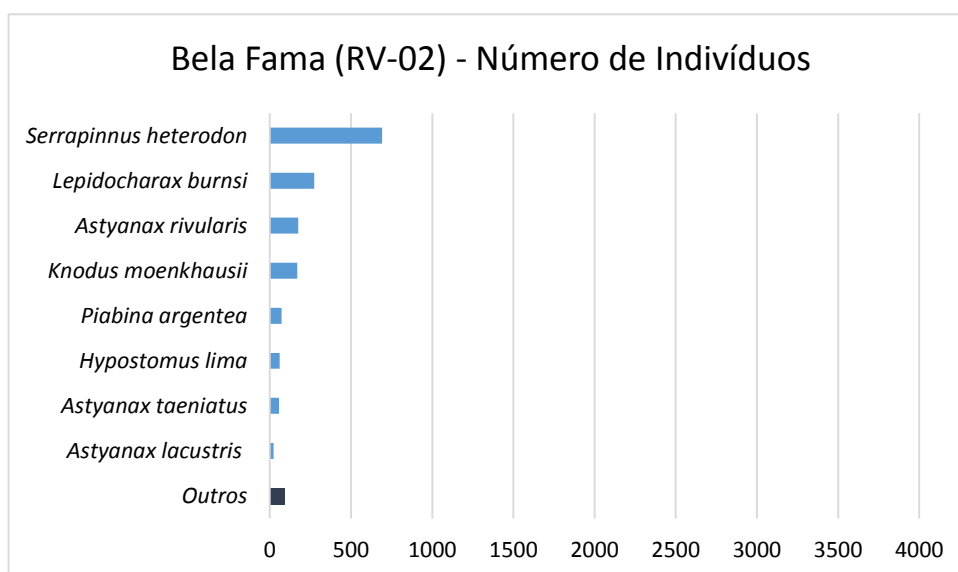
Fonte: dos autores (Outubro, 2016)



**Figura 153. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio das Velhas em São Bartolomeu (RV-01), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016).**

Fonte: dos autores (Outubro, 2016)

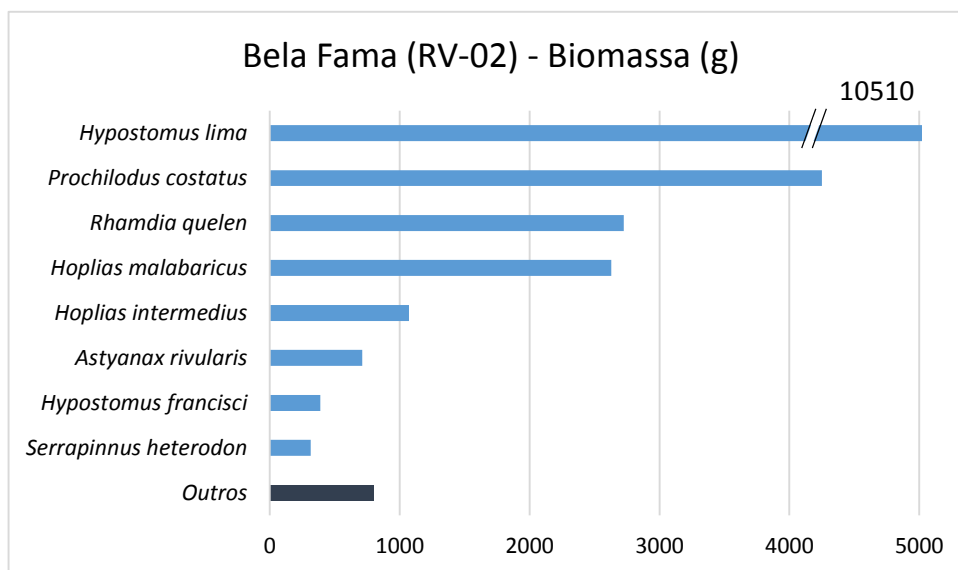
O segundo ponto no sentido montante-jusante é localizado em Nova Lima, na ETA Bela Fama, da Copasa (ponto RV-02). Neste local, o rio das Velhas já possui maior porte e comporta uma fauna mais rica em espécies, já sofrendo alguma influência da bacia de drenagem, dominada por pequenas cidades, atividades minerárias e condomínios residenciais. Em número dominaram as espécies de pequeno porte - piabas (Figura 154) mas em biomassa os cascudos do gênero *Hypostomus* predominam. *Hypostomus lima* foi a espécie com maior participação de todos os pontos, com cerca de 10,5 kg capturados. Bagre (*Rhamdia quelen*) e traíra (*Hoplias malabaricus*) também foram expressivos em relação ao peso total capturado (Figura 155), mas a captura de um único exemplar de porte avantajado de curimatá-pioa (*Prochilodus costatus*), com 4.250g, colocou esta espécie na segunda posição em biomassa.



**Figura 154. Espécies mais abundantes em número no Rio das Velhas em Bela Fama (RV-02), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016).**

Fonte: dos autores (Outubro, 2016)





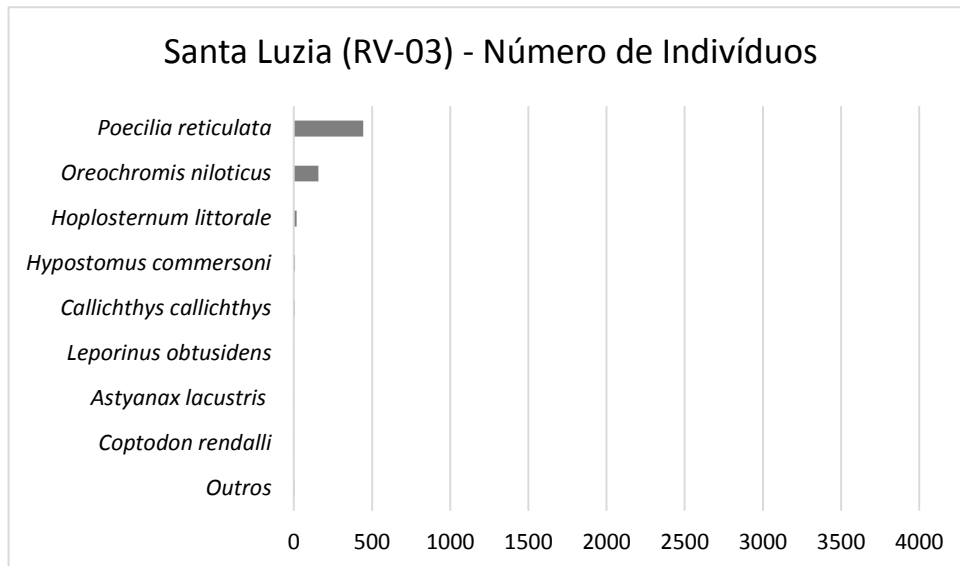
**Figura 155. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio das Velhas em Bela Fama (RV-02), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016).**

Fonte: dos autores (Outubro, 2016)

Dando continuidade à interpretação dos resultados em direção à foz do rio das Velhas no rio São Francisco, os próximos dois pontos são Santa Luiza (RV-03) e Lagoa Santa (RV-04), ainda na RMBH. Estes são os locais mais afetados pelas atividades e impactos da capital do estado e municípios vizinhos, como apresentado na Figura 127. Tanto em número quanto em biomassa nesses dois pontos houve domínio de espécies exóticas e/ou bastante resistentes às piores condições do ambiente, localizados imediatamente a jusante de Belo Horizonte (Figuras 156 a 159). Observa-se a maior participação das tilápias (*Oreochromis niloticus*), barrigudinho (*Poecilia reticulata*), e caborja (*Hoplosternum littorale*) – espécies exóticas, e outras nativas resistentes como cascudos do gênero *Hypostomus* e o tamoatá (*Callichthys callichthys*).

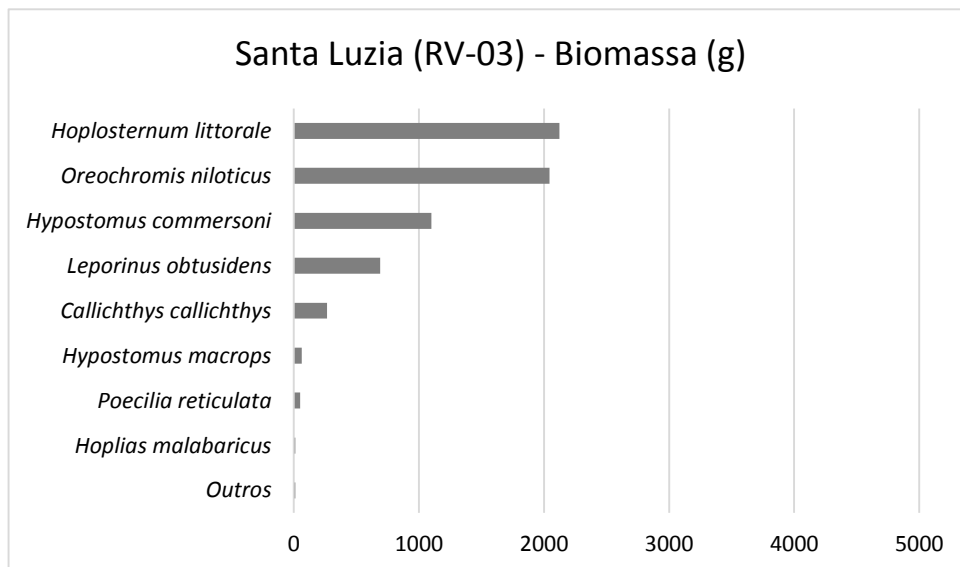
Na campanha da estação chuvosa de 2016, realizada em janeiro, foi verificada a ocorrência de duas espécies migradoras em estágio avançado de maturação gonadal, evidenciando atividade reprodutiva e provável piracema para áreas mais a montante da bacia. Apesar de se tratar de poucos indivíduos – 2 piaus-verdadeiros (*Leporinus obtusidens*) e uma curimatá-pioa (*Prochilodus costatus*) – as duas

espécies de maior porte figuraram entre as mais representativas em biomassa, respectivamente em Santa Luzia (RV-03) e Lagoa Santa (RV-04).



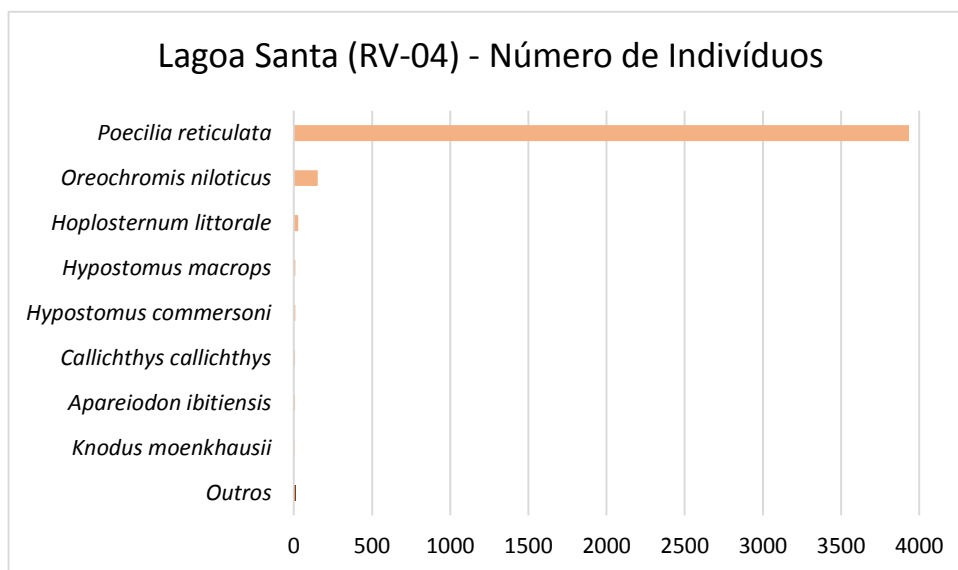
**Figura 156. Espécies mais abundantes em número no Rio das Velhas em Santa Luzia (RV-03), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016).**

Fonte: dos autores (Outubro, 2016))



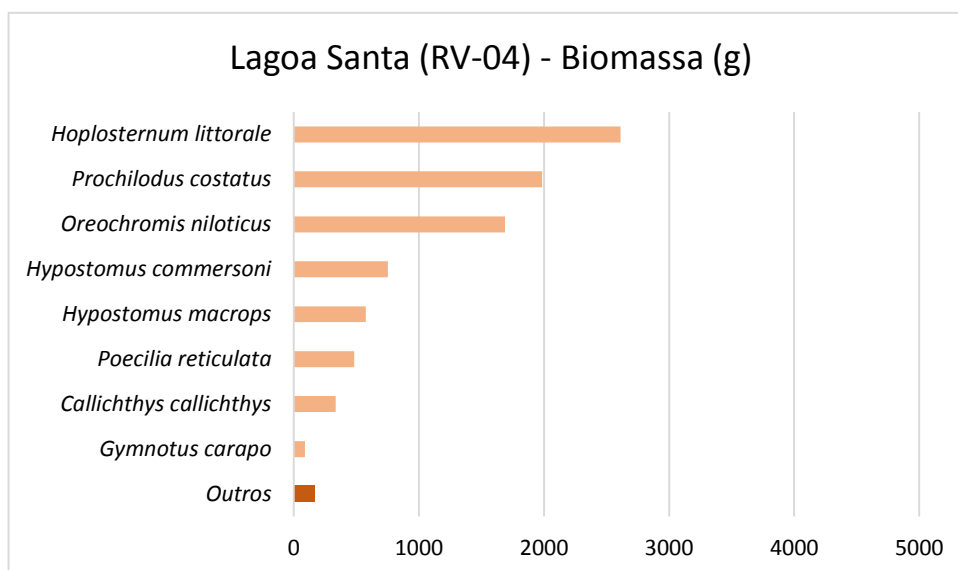
**Figura 157. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio das Velhas em Santa Luzia (RV-03), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016).**

Fonte: dos autores (Outubro, 2016)



**Figura 158. Espécies mais abundantes em número no Rio das Velhas em Lagoa Santa (RV-04), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016).**

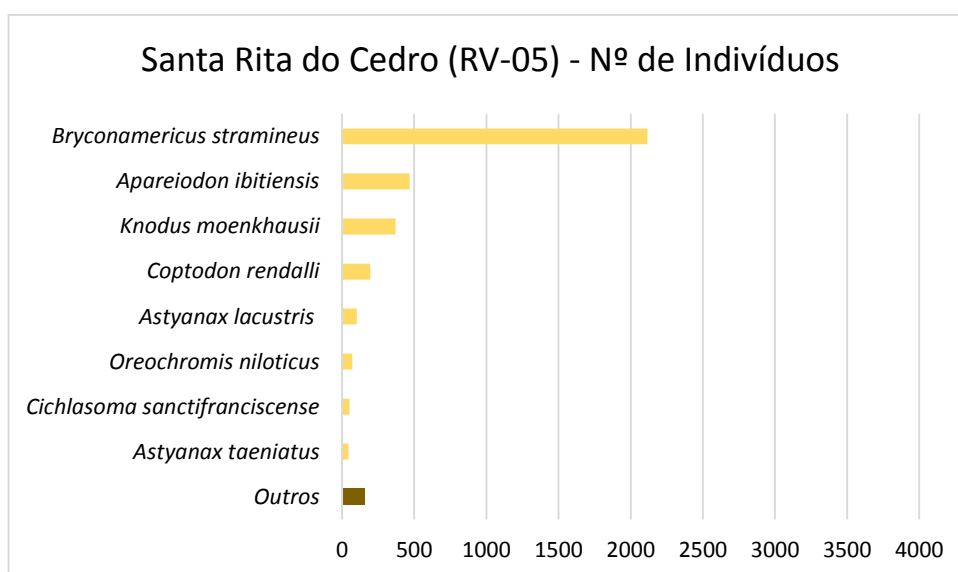
Fonte: dos autores (Outubro, 2016)



**Figura 159. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio das Velhas em Lagoa Santa (RV-04), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016).**

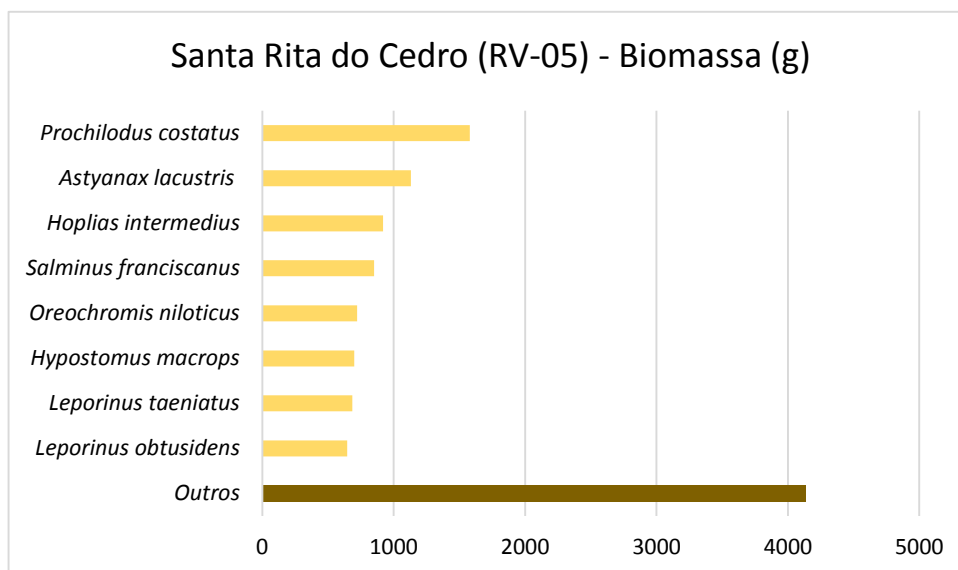
Fonte: dos autores (Outubro, 2016)

O ponto localizado em Santa Rita do Cedro (RV-05) também foi dominado em número pela ocorrência de espécies de menor porte, como já verificado em outros locais. Porém tratam-se de espécies nativas, à exceção da tilápia (*Oreochromis niloticus*) (Figura 160). Em termos da abundância em biomassa (Figura 161) destaca-se a ocorrência de duas espécies migradoras importantes na pesca da bacia, a curimatá-pioa (*Prochilodus costatus*) e o dourado (*Salminus franciscanus*). Espécies migradoras como estas e as reofílicas como cascudos (*Hypostomus*) e piaus (*Leporinus*) começam a ser mais comuns nas partes média e baixa da bacia do rio das Velhas, corroborando resultados obtidos em outras fases de pesquisas na sub-bacia do rio das Velhas (ALVES & POMPEU, 2002; ALVES & POMPEU, 2005; ALVES & POMPEU, 2006a; ALVES & POMPEU, 2010; e LEAL, 2009).



**Figura 160. Espécies mais abundantes em número no Rio das Velhas em Santa Rita do Cedro (RV-05), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016).**

Fonte: dos autores (Outubro, 2016)

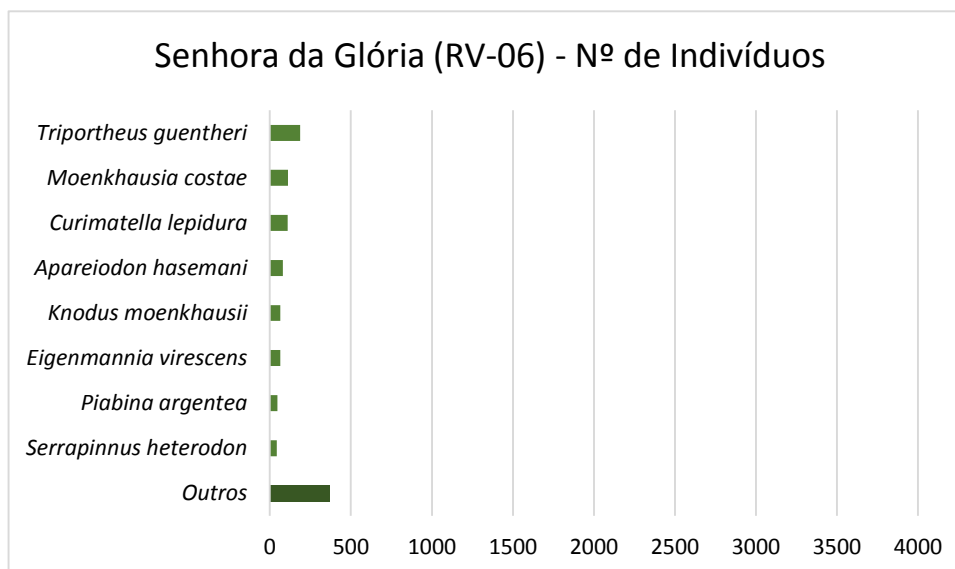


**Figura 161. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio das Velhas, Santa Rita do Cedro (RV-05), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016).**

Fonte: dos autores (Outubro, 2016)

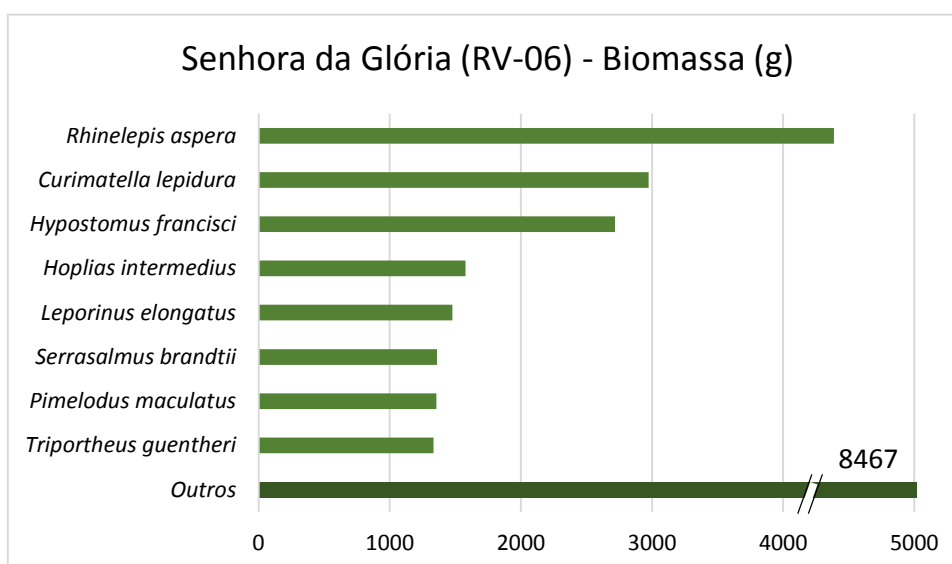
Além dos destaques das espécies mais abundantes em cada ponto (em número e biomassa), uma importante característica de locais menos perturbados é não haver dominância de espécies. Locais mais poluídos como Santa Luzia e Lagoa Santa comportam fauna mais pobre e dominada por poucas espécies, geralmente resistentes ao ambiente alterado. Estas são consideradas espécies bioindicadoras de locais poluídos, impactados e cujas feições físicas do leito e entorno foram alteradas. Em locais menos modificados, mais distantes da RMBH por exemplo, além de permitir a ocorrência de maior número de espécies, estas se distribuem de maneira mais equitativa. Maior número de espécies, aliado à proporções mais regulares entre elas, fazem aumentar a diversidade. Essa característica é observável tanto na semelhança entre o número de indivíduos das espécies mais abundantes, como na riqueza em número em Senhora da Glória (RV-06) representada na Figura 162, ou ainda com a barra “outros” com valor bastante superior, porque demonstra a existência de várias espécies com número de indivíduos semelhantes, como observado na Figura 163, com dados de biomassa. Este é um dos motivos que se optou por representar todos os gráficos da calha com as mesmas escalas. Em biomassa se destacou *Rhinelepis*

*aspera*, o cascudo de maior porte da bacia. Em segundo lugar consta uma espécie de médio porte, mas com boa representatividade em número, a manjuba (*Curimatella lepidura*).



**Figura 162. Espécies mais abundantes em número no Rio das Velhas em Senhora da Glória (RV-06), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016).**

Fonte: dos autores (Outubro, 2016)

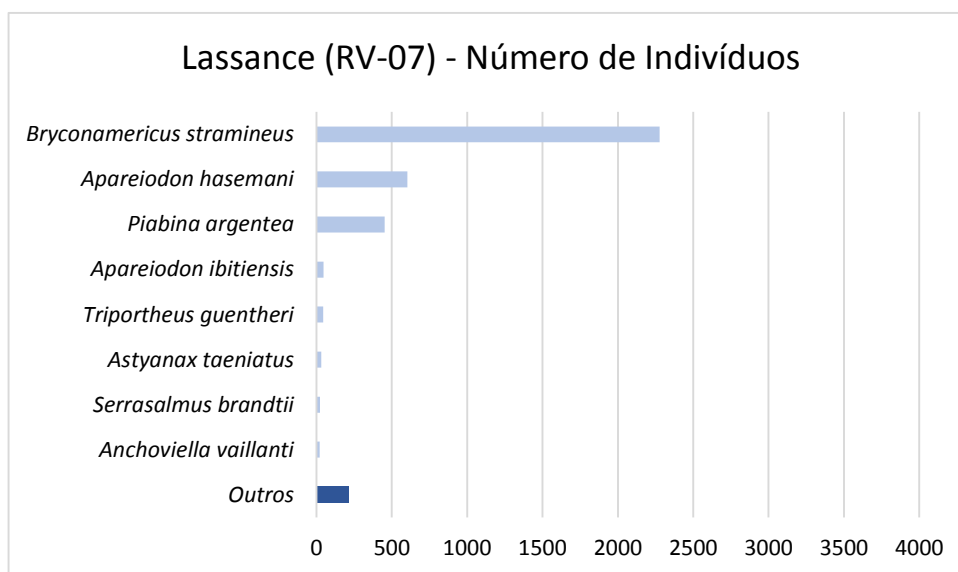


**Figura 163. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio das Velhas em Senhora da Glória (RV-06), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016).**

Fonte: dos autores (Outubro, 2016)

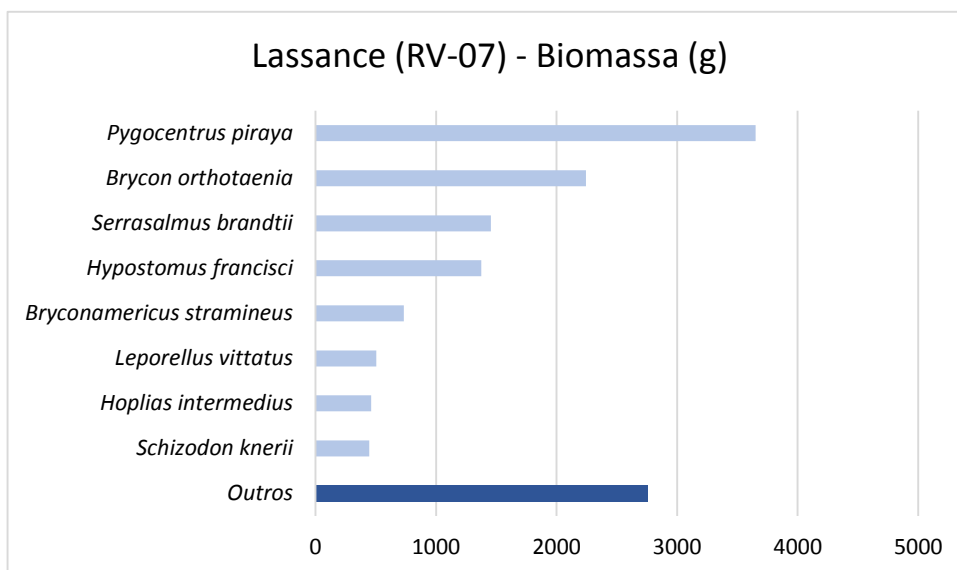
Ainda em relação às capturas em biomassa no ponto RV-06 (Senhora da Glória), constata-se que esse local apresentou as capturas mais expressivas, mesmo sem ter o domínio de algumas poucas espécies, como ocorreu com o cascudo (*Hypostomus lima*) em Bela Fama (RV-02), por exemplo.

Os dois pontos mais a jusante na calha do rio das Velhas (Lassance – RV-07 e Barra do Guaicuí – RV-08) apresentaram resultados semelhantes no que se refere as abundâncias em número, dominadas por espécies de pequeno porte, geralmente piabas (Characidae). Em biomassa as espécies menores são substituídas por espécies de médio e grande porte, algumas migradoras e/ou reofílicas (Figuras 164 a 167). Com a realização da terceira campanha na calha foram confirmadas as tendências das campanhas anteriores.



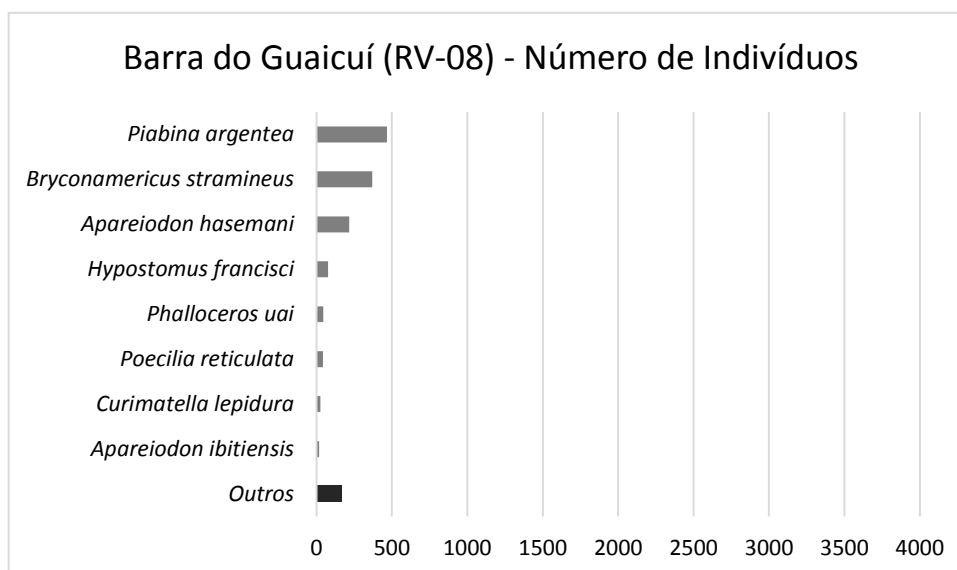
**Figura 164. Espécies mais abundantes em número no Rio das Velhas em Lassance (RV-07), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016).**

Fonte: dos autores (Outubro, 2016)



**Figura 165. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio das Velhas em Lassance (RV-07), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016).**

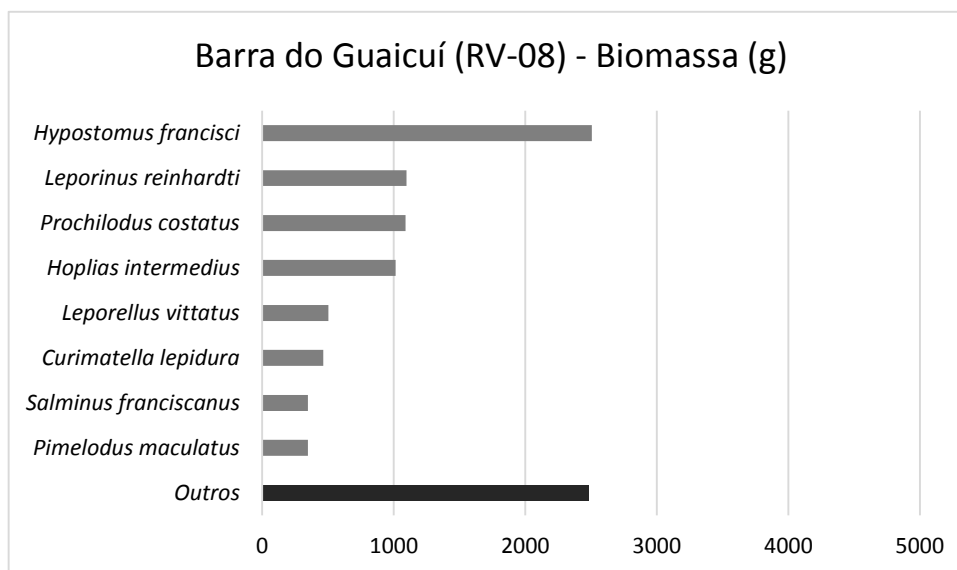
Fonte: dos autores (Outubro, 2016)



**Figura 166. Espécies mais abundantes em número no Rio das Velhas na Barra do Guaicuí (RV-08), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016).**

Fonte: dos autores (Outubro, 2016)





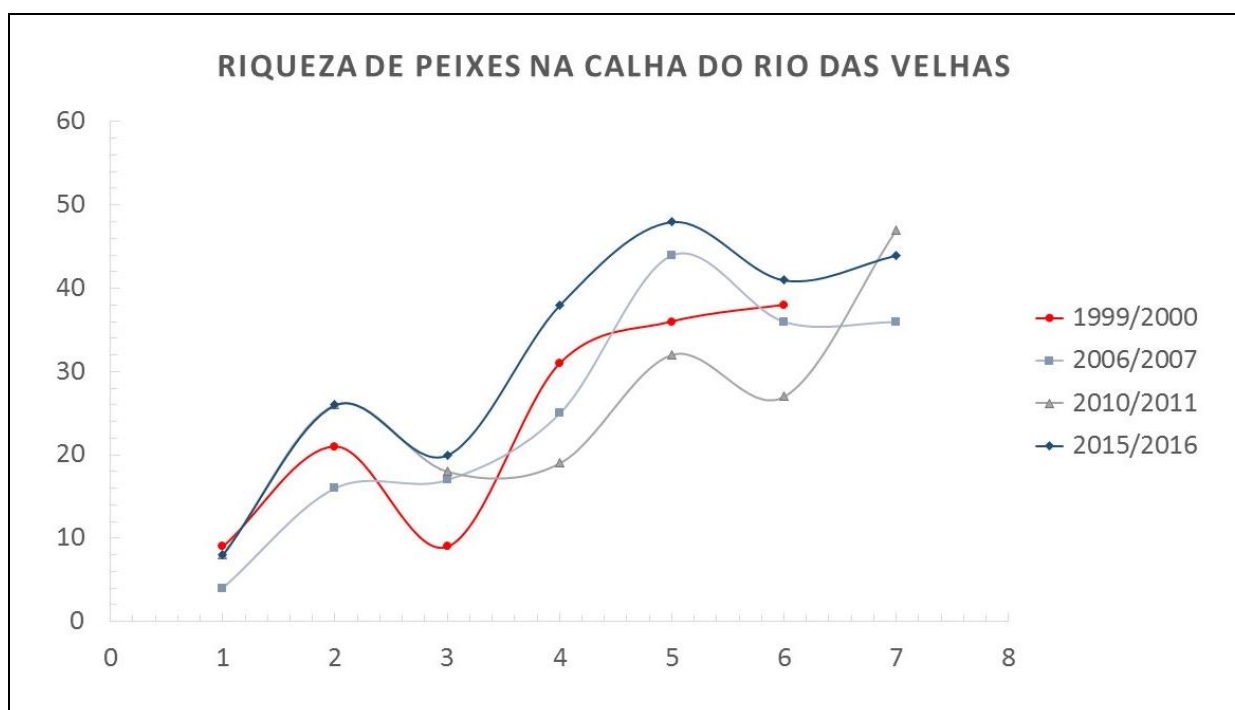
**Figura 167. Espécies mais abundantes em biomassa no Rio das Velhas na Barra do Guaicuí (RV-08), após as três campanhas realizadas (2015 e 2016).**

Fonte: dos autores (Outubro, 2016)

No início do presente documento, no item Contextualização (pág. 47), foram relatadas as outras fases de estudos ao longo da calha do rio das Velhas. Entre 1999-2000, no primeiro levantamento, demonstrou-se os efeitos nocivos da poluição e da completa falta de tratamento de esgotos domésticos da RMBH sobre a fauna de peixes. Os peixes serviram de bioindicadores da qualidade de água da bacia. Em estudos subsequentes, entre 2006-2007 (pós-operação da ETE Arrudas) e entre 2010-2011 (pós-operação da ETE Onça), foi possível verificar uma relativa melhoria da qualidade do ambiente, através do registro de maior número de espécies de peixes nos pontos mais afetados pela má qualidade de água a jusante da RMBH. Espécies bioindicadoras foram registradas, como algumas sensíveis à poluição (p. ex. *Brycon orthotaenia* - matrinchã) e espécies migradoras (p. ex. *Prochilodus* – curimatás, e *Salminus franciscanus* - dourado).

O principal resultado desta etapa foi a “relativa” melhoria da distribuição das espécies, se comparada aos resultados da primeira fase (Figura 168), porém com uma estabilização em níveis ainda abaixo do esperado para um rio “saudável”. Os peixes

funcionam como bioindicadores comprovando que, apesar do melhor estado atual, ainda há um reflexo negativo a jusante da RMBH. Devem ser estimulados esforços para estabelecimento de tratamento de esgotos mais eficiente (com implantação do tratamento terciário nas ETEs Arrudas e Onça) e incentivo ao tratamento de esgotos nos municípios e distritos ainda não contemplados com o saneamento desejável. As análises de isótopos estáveis poderão comprovar esse resultado.



**Figura 168. Evolução do número de espécies de peixes ao longo da calha do rio das Velhas, nas 4 fases de estudos realizadas até o presente.**

Fonte: dos autores (Janeiro de 2017)

Um dado que nos chamou atenção foi a ocorrência de peixes com deformidades, provavelmente devido a algum agente poluidor (Figuras 169 e 170). O cascudo possui uma espécie de tumor (proliferação anormal de tecido) próximo à boca e o lambari possui uma deformidade nos ossos da mandíbula. A localidade dos registros (RV-03 – Santa Luzia) é na RMBH, o que pressupõe algum efeito prejudicial em relação à qualidade da água.



**Figura 169. Exemplar de cascudo (gênero *Hypostomus*) com tumor próximo à boca, coletado em Santa Luzia (RV-03) na estação seca em junho de 2016**

Fonte: dos autores (Junho, 2016)



**Figura 170. Exemplar de lambari (gênero *Astyanax*) com deformidade na mandíbula, coletado em Santa Luzia (RV-03) na estação seca em junho de 2016**

Fonte: dos autores (Junho, 2016)

A seguir, nas Figuras 171 a 227, são apresentados os registros fotográficos de algumas espécies coletadas nas campanhas realizadas previstas no projeto de Biomonitoramento da Ictiofauna e Monitoramento Ambiental Participativo na Bacia do Rio das Velhas.



**Figura 171. *Imparfinis minutus* (bagrinho)**  
Fonte: dos autores (2016)



**Figura 172. *Tetragonopterus franciscoensis* (piaba-rapadura)**  
Fonte: dos autores (2016)



**Figura 173. *Australoheros facetus* (cará)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 174. *Hisonotus* spp. (cascudinhos)**  
Fonte: dos autores (2016)



**Figura 175. *Eigenmannia virescens* (peixe-espada)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 176. *Salminus franciscanus* (dourado)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 177. *Brycon orthotaenia* (matrinchã)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 178. *Myleus micans* (pacu)**  
Fonte: CBMAIves (2005)



**Figura 179. *Prochilodus costatus* (curimatá-pioa)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 180. *Prochilodus argenteus* (curimatá-pacu)**  
Fonte: dos autores (2016)



**Figura 181. *Hoplias intermedius* (trairão)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 182. *Hypostomus margaritifer* (cascudo)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 183. *Rhinelepis aspera* (cascudo-preto)**  
Fonte: dos autores (2015)





**Figura 184. *Hypostomus alatus* (cascudo)**  
Fonte: dos autores (2016)



**Figura 185. *Neoplecostomus franciscoensis* (cascudinho)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 186. *Rineloricaria* sp. (cascudinho)**  
Fonte: dos autores (2016)



**Figura 187. *Lepidocharax burnsi* (piaba)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 188. *Piabina argentea* (piaba)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 189. *Bryconops affinis* (piaba)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 190. *Orthospinus franciscensis* (piaba)**  
Fonte: dos autores (2016)



**Figura 191. *Astyanax rivularis* (lambari)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 192. *Astyanax taeniatus* (lambari)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 193. *Astyanax lacustris* (lambari-rabo-amarelo)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 194. *Astyanax fasciatus* (lambari-do-vermelho)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 195. *Oligosarcus argenteus* (lambari-bocarra)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 196. *Rhamdia quelen* (bagre)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 197. *Pimelodus maculatus* (mandi-amarelo)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 198. *Pimelodus fur* (mandi-prata)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 199. *Trachelyopterus galeatus* (cangati)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 200. *Callichthys callichthys* (tamoatá)**  
Fonte: dos autores (2016)



**Figura 201. *Hoplosternum littorale* (tamoatá)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 202. *Crenicichla lepidota* (joão-bobo)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 203. *Acestrorhynchus lacustris* (peixe-cachorro)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 204. *Schizodon knerii* (piauí-branco)**  
Fonte: dos autores (2016)



**Figura 205. *Leporellus vittatus* (piancó, piau-rola)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 206. *Megaleporinus obtusidens* - jovem (piau-verdadeiro)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 207. *Leporinus marcgravii* (timburé)**  
Fonte: dos autores (2015)





**Figura 208. *Leporinus amblyrhynchus* (timburé)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 209. *Leporinus taeniatus* (piau-jejo)**  
Fonte: dos autores (2016)



**Figura 210. *Megaleporinus reinhardti* (piau-três-pintas)**  
Fonte: dos autores (2016)



**Figura 211. *Megaleporinus elongatus* (piaú-verdadeiro)**  
Fonte: dos autores (2016)



**Figura 212. *Pachyurus francisci* (corvina)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 213. *Serrapinnus piaba* (piaba)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 214. *Serrapinnus heterodon* (piaba)**  
Fonte: dos autores (2016)



**Figura 215. *Hemigrammus marginatus* (piaba)**  
Fonte: dos autores (2016)



**Figura 216. *Phenacogaster franciscoensis* (piaba)**  
Fonte: dos autores (2016)



**Figura 217. *Moenkhausia costae* (piaba-tesoura)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 218. *Moenkhausia sanctae-filomenae* (piaba)**  
Fonte: dos autores (2016)



**Figura 219. *Hysteronotus megalostomus* (piaba)**  
Fonte: dos autores (2016)



**Figura 220. *Franciscodoras marmoratus* (mandi-serrudo)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 221. *Duopalatinus emarginatus* (mandiaçu)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 222. *Trichomycterus variegatus* (cambeva)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 223. *Homodiaetus* sp. (cambeva)**  
Fonte: dos autores (2016)



**Figura 224. *Serrasalmus brandtii* (pirambeba)**  
Fonte: dos autores (2015)



**Figura 225. *Pygocentrus piraya* (piranha)**  
Fonte: dos autores (2016)



**Figura 226. *Steindachnerina corumbae* (saguiru)**  
Fonte: dos autores (2016)



**Figura 227. *Cichlasoma sanctifranciscense* (cará)**  
Fonte: dos autores (2015)

### 5.1.2 Caracterização Limnológica

Em cada ponto de amostragem foi realizada breve caracterização limnológica, cujos resultados são apresentados na Tabela 13 para os afluentes e Tabela 14 para a calha principal. Ressalte-se que estas avaliações caracterizam parâmetros básicos, e servem apenas para exibir a variabilidade dos valores entre os pontos e as épocas de amostragem.

Após as duas campanhas previstas nos afluentes, os resultados mostram informações coerentes com o esperado, com o pH variando próximo à faixa do neutro, mais ácido no rio Cipó (CP-01) em decorrência da decomposição de folhas depositadas no leito do rio, o que confere coloração escura característica. Os locais com pH mais básico foram o rio da Onça e Jequitibá, que drenam áreas com características cársticas.

**Tabela 13. Caracterização limnológica dos afluentes do rio das Velhas nas duas campanhas de amostragem realizadas (1ª = Jun-Jul/2015 e 2ª = Out/2015)**

Pontos	pH		Condutividade (µS/cm)		OD (mg/l)		T (°C)	
	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª
	Rib. da Mata (RM-01)	7,0	7,65	384,9	465,8	3,89	1,30	19,9
Taquaraçu (TQ-01)	6,0	7,69	46,1	69,0	8,52	7,78	20,9	29,7
Jaboticatubas (JB-01)	6,0	7,35	102,4	118,8	9,11	4,95	18,5	25,4
Cipó (CP-01)	5,0	7,11	32,9	58,8	8,14	7,11	20,4	26,2
Jequitibá (JE-01)	7,0	8,23	409,3	615,0	7,37	7,32	19,9	25,2
Onça (ON-01)	8,04	8,01	210,5	237,6	6,51	8,06	18,9	24,9
Cipó (CP-02)	7,49	7,36	65,2	71,6	6,94	5,68	21,5	27,1
Bicudo (BI-01)	6,75	7,16	81,9	71,2	4,68	6,18	18,9	31,8
Pardo Pequeno (PP-01)	7,70	7,99	74,5	127,2	8,90	8,43	21,8	29,8
Pardo Grande (PG-01)	7,59	7,65	75,0	131,8	7,95	6,68	22,5	29,9
Curimataí (CU-01)	7,17	7,82	34,8	53,5	6,92	8,20	21,8	30,4

Fonte: dos autores (2015)



A condutividade elétrica é uma medida da quantidade de íons dissolvidos na água. Esse parâmetro pode variar de acordo com a geologia local, com o aporte natural ou artificial de elementos químicos na água e, geralmente, possui uma relação linear com outro parâmetro – Sólidos Totais Dissolvidos (TDS, em inglês). Os maiores valores de condutividade elétrica foram observados nos pontos com maior influência antrópica, notadamente nos rios Jequitibá (JE-01) e ribeirão da Mata (RM-01), nas duas amostragens, seguidos do rio da Onça (ON-01). Os locais mais preservados, que sofrem menor pressão de atividades antrópicas, principalmente urbanas, apresentam valores baixos de condutividade, refletindo melhores condições ambientais, perceptíveis pelo estado de conservação em sua área de influência local.

A água pode conter uma série de gases dissolvidos, mas o mais significativo deles é, sem dúvida, o Oxigênio. A principal fonte de Oxigênio da água é a atmosfera, e sua concentração depende de uma série de controles físicos, químicos e biológicos. As variações nas concentrações de Oxigênio dissolvido (OD) em rios variam marcadamente no espaço e no tempo. Locais de maior altitude, menor pressão atmosférica e temperaturas mais baixas tendem a apresentar valores mais elevados de OD. A presença de seres autotróficos (como algas e plantas aquáticas), capazes de realizar a fotossíntese, também pode alterar as concentrações de OD podendo, inclusive, levar à supersaturação deste elemento na água.

Conforme observado na primeira amostragem, o ribeirão da Mata também foi o que registrou os menores valores de OD, pelas mesmas razões acima expostas. Nos locais onde há maiores concentrações populacionais (como em Sete Lagoas e Vespasiano) e com baixo índice de tratamento de esgotos domésticos e industriais, há excesso de matéria orgânica na água o que pode afetar negativamente os níveis de OD. Nesses locais, erosões causadas pela expansão urbana, associadas ao lançamento de esgotos *in natura*, aumentam os valores de turbidez e, por consequência, da condutividade elétrica. São informações básicas, porém primordiais para a tomada de decisões relacionadas à minimização dos impactos gerados pelas práticas produtivas na bacia de drenagem, e que reforçam a necessidade do tratamento do esgoto antes do lançamento nos corpos d'água destas regiões. Os

demais locais amostrados apresentaram valores compatíveis com a manutenção da comunidade de peixes.

Os valores de temperatura variaram pouco ( $\sim 3^{\circ}\text{C}$ ) na primeira campanha nos afluentes e são decorrência da temperatura ambiente local, estação do ano, posição na bacia (trechos baixos ou de cabeceiras) e ainda da composição do leito, nos quais os trechos mais pedregosos tendem a manter valores mais baixos. Na segunda campanha apresentaram valores notadamente superiores, e com maiores variações entre os pontos ( $\sim 5^{\circ}\text{C}$ ). A temperatura é um dos principais parâmetros físicos da água. Apesar de parecer ser uma medida simples, sua importância se reflete nas possíveis relações com outros parâmetros, notadamente na sua relação com os níveis de Oxigênio Dissolvido e composição dos nutrientes.

Nos pontos de amostragem localizados na calha principal, observou-se na primeira campanha a tendência do pH próximo do neutro no alto e médio rio das Velhas, e de águas mais alcalinas (básicas) no baixo rio das Velhas. Na segunda campanha manteve-se essa tendência, sendo o ponto RV-01 (São Bartolomeu) próximo às cabeceiras o mais ácido provavelmente em decorrência da decomposição de folhas originárias da mata ciliar. Os dados da terceira campanha se aproximam, como esperado, dos valores obtidos em agosto/2015, mês que também caracterizou a estação seca. Assim, obteve-se valores de pH próximos de 7,0 nos quatro primeiros pontos (RV-01 a RV-04), de São Bartolomeu até Lagoa Santa e valores superiores a 8,0 (pH básico) no médio e baixo rio das Velhas.

**Tabela 14. Caracterização limnológica dos pontos da calha do rio das Velhas nas três campanhas de amostragem realizadas (1ª = Ago/2015; 2ª = Jan/2016 e 3ª = Mai-Jun/2016)**

Pontos	pH			Condutividade (µS/cm)			OD* (mg/l)			T (°C)		
	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª
São Bartolomeu (RV-01)	7,34	5,84	7,19	22,5	14,5	22,8	5,75	8,62	8,02	17,6	19,9	18,4
Bela Fama (RV-02)	7,57	7,04	7,44	65,8	35,5	58,0	7,69	8,06	7,02	19,6	22,2	21,0
Santa Luzia (RV-03)	7,22	7,02	7,11	248,9	140,2	201,8	1,20	5,80	2,88	20,7	23,5	22,1
Lagoa Santa (RV-04)	7,65	6,90	7,23	360,5	77,5	247,2	4,43	3,94	3,06	22,6	22,4	23,2
Santa Rita do Cedro (RV-05)	7,99	7,39	8,27	284,2	165,9	265,9	7,19	5,95	9,36*	23,4	30,5	23,7
Senhora da Glória (RV-06)	9,56	7,46	8,51	201,0	134,5	183,2	13,27*	6,47	9,99*	23,5	28,3	24,1
Lassance (RV-07)	9,90	7,57	9,19	196,8	140,7	154,3	9,40*	6,48	9,76*	23,5	28,2	24,9
Barra do Guaicuí (RV-08)	9,42	7,06	8,70	191,4	103,0	141,8	3,44	5,94	8,65	24,9	27,2	26,4

\* = valores altos (supersaturação) relacionados ao boom de cianobactérias nestes locais.

Fonte: dos autores (2015/2016)

Analisando no sentido de montante (cabeceira) para jusante (foz no rio São Francisco), a condutividade elétrica é baixa nos pontos superiores da bacia, alcançando valores mais altos na área de influência da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) e permanecendo elevados no baixo Velhas, porém com ligeiro decréscimo. Em janeiro de 2016 (segunda campanha na calha) os valores encontrados para esse parâmetro foram ligeiramente inferiores do que na primeira amostragem, talvez pela maior diluição com aporte da pluviosidade, mas claramente com a mesma tendência de aumento da cabeceira para a foz. Na terceira campanha da calha do rio das Velhas, observou-se que há valores mais elevados de condutividade nos pontos próximos ou imediatamente a jusante da RMBH. No alto rio das Velhas (São Bartolomeu e Bela Fama) os valores são menores e no baixo rio das Velhas (RV-06 a RV-08) os valores são intermediários. Esse comportamento reflete a mesma tendência da estação seca no ano anterior, e pode ser explicado pela influência negativa da RMBH e gradativa diminuição dos valores quando o rio das Velhas recebe tributários com melhores condições, aumentando o poder de diluição deste corpo d'água.

As concentrações de Oxigênio Dissolvido foram influenciados negativamente pela RMBH com valor próximo à anóxia em Santa Luzia. No médio e baixo rio das Velhas, durante a primeira campanha, a presença de bloom de cianobactérias elevou artificialmente os valores de OD, chegando à supersaturação em alguns locais. Esse resultado não se manteve na segunda amostragem dos pontos da calha, considerando que as chuvas aumentam o poder de diluição dos nutrientes e também aceleram o carreamento de partículas orgânicas que favorecem o crescimento destas algas. Os pontos com valores mais baixos de OD foram Santa Luzia na primeira campanha e Lagoa Santa na segunda coleta, refletindo a pressão exercida pela RMBH. Na terceira campanha, dos valores de OD superiores a 8,0 mg/l no alto Velhas parecem comprovar a melhor condição desta região. Ao passar pela RMBH, o rio sofre forte declínio deste parâmetro, com valores próximos a 3,0 mg/l, considerados bastante baixos e até mesmo limitante para a presença de espécies de peixes mais exigentes. Nos pontos RV-05 a RV-08 observa-se valores artificialmente altos pelo

mesmo motivo de medições realizadas anteriormente - supersaturação pela presença de altas densidades de cianobactérias.

Por fim, as temperaturas demonstraram, conforme esperado, elevação de valores no sentido da cabeceira em direção à foz. Informações colhidas na segunda amostragem nos pontos da calha do rio das Velhas confirmaram as tendências observadas, porém com teores superiores em janeiro de 2016, por se tratar da estação do verão. Nesta estação valores foram superiores em até 6°C, mas em média entre 2° e 4°C. Na terceira campanha a amplitude de variação da temperatura foi de 8°C, mas a tendência de aumento dos valores no sentido de cabeceira para a foz foi bastante clara.

No presente estudo, a caracterização limnológica tem base em apenas 4 parâmetros (vide Tabelas 13 e 14), objetivando destacar valores discrepantes dos esperados e que possam influenciar a ocorrência e distribuição das espécies de peixes – bioindicador selecionado – ao longo da bacia do rio das Velhas. Sabe-se que parâmetros como a temperatura da água, por exemplo, afeta a evolução, distribuição e ecologia da biota aquática.



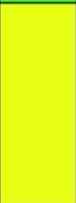

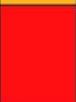
De acordo com a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008<sup>8</sup>, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, as classes são definidas como na Figura 228.

A partir dos resultados obtidos com o projeto de revitalização do Rio das Velhas, intitulado Projeto Estruturador Meta 2010, o Rio das Velhas foi enquadrado como classe II. Infelizmente, devido ao alto índice de poluição de vários tributários principalmente do alto Rio das Velhas, não chega a atingir a classe II, o que inviabilizou a natação na região metropolitana em 2010. O Projeto Estratégico para a Revitalização da Bacia do Rio das Velhas – Meta 2014, teve por diretriz assegurar a

---

<sup>8</sup> <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>

volta dos peixes e nadar na região metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). Para se alcançar esses objetivos foi necessário um grande esforço e a convergência de interesses por parte dos governos estadual e municipal, do setor privado e da sociedade civil.

CLASSE	COR	USOS POSSÍVEIS
ESPECIAL		Abastecimento para consumo humano com desinfecção; Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
I (UM)		Abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário (natação); Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; Proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.
II (DOIS)		Abastecimento para consumo humano após tratamento convencional; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário; Irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, onde o público possa vir a ter contato direto a água; Aquicultura e atividade de pesca.
III (TRÊS)		Abastecimento para consumo humano após tratamento Convencional ou avançado; Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; Pesca amadora; Recreação de contato secundário; Dessedentação de animais.
IV (QUATRO)		Navegação; Harmonia paisagística. E Aos usos menos exigentes.

**Figura 228. Enquadramento dos corpos de água superficiais de domínio de Minas Gerais**

Fonte: IGAM (<http://www.igam.mg.gov.br/gestao-das-aguas/enquadramento> - consultado em 2 de outubro de 2015)

Desta forma, apenas o ribeirão da Mata apresentou valor de OD inferior a 4 (próximo do limite da Classe III), em ambas as campanhas de amostragem. Para o parâmetro pH, todos os afluentes ficaram dentro dos limites da Classe II. Alguns destes, possuem parâmetros compatíveis até mesmo para a Classe I, classificação naturalmente dependente de maiores análises e outros parâmetros não verificados por não serem objeto da presente pesquisa, como DBO, nutrientes dissolvidos e metais pesados, por exemplo.

Em relação à calha do rio das Velhas, alguns valores observados ficaram fora dos limites para a Classe II – pH entre 6,0 e 9,0 e OD superior a 5 mg/l. Mesmo para a Classe III, cujos usos são ainda mais restritos em função da qualidade inferior, esses parâmetros ficaram fora de seus limites (pH entre 6,0 e 9,0 e OD superior a 4 mg/l). Assim, atualmente as águas de alguns trechos do rio das Velhas são impróprias para vários usos e podem ser utilizadas somente para atividades menos exigentes. Em ambas as campanhas da calha houve valores inferiores a 4 mg/l, na RMBH. Já em relação ao pH somente na primeira campanha houve valores fora dos limites para as Classes II e III.

### 5.1.1 Análise dos resultados para os isótopos estáveis

Para as coletas de isótopos estáveis, foram amostrados os vários “compartimentos” do ambiente e espécies de peixes e vegetais, tanto em afluentes como na calha principal do rio das Velhas. Os dados a seguir refletem os resultados do processamento total das amostras.

As amostras das espécies de peixes coletados, preliminarmente identificadas em campo, foram mantidas em gelo até o transporte e armazenamento em freezers no laboratório. Exemplares de maior tamanho tiveram uma parte do músculo retirado para análise isotópica (Figura 229) e os peixes menores foram analisados inteiros tendo somente o trato digestório previamente retirado. Em laboratório as amostras de peixes foram liofilizadas por 24 horas (Figura 230) e moídas a pó fino e homogêneo utilizando almofariz e pilão (Figura 231). Para análise isotópica cerca de 2-5 mg de material seco do tecido animal foi armazenada em tubos do tipo Eppendorf (Figura 232).



**Figura 229. Exemplar de *Gymnotus carapo* (sarapó) fixado do qual foi retirada amostra de músculo para as análises de isótopos em campo**

Fonte: dos autores (Fevereiro, 2016)





**Figura 230. Amostras em processo de liofilização**  
Fonte: dos autores (Fevereiro, 2016)



**Figura 231. Processo de moagem de material seco, em cadinho com pistilo**  
Fonte: dos autores (Fevereiro, 2016)



**Figura 232. Amostras secas e moídas, acondicionadas em frascos Eppendorf**

Fonte: dos autores (Fevereiro, 2016)

Foram coletadas amostras de perífíton (P), algas filamentosas (AF), matéria em suspensão na água (A), folhiço (F = folhas de árvores da mata ciliar depositadas no leito dos rios), sedimento (S), macrófitas aquáticas (M) e vegetação terrestre (mata ciliar – MC, gramíneas – G, bambu – B). Padronizou-se a coleta de cinco amostras de cada recurso por ponto amostral.

O processamento de perífíton e matéria em suspensão foi similar. O perífíton foi coletado por meio da raspagem de pedras e armazenado em um pote plástico com água destilada. A matéria em suspensão foi coletada com uma rede de fitoplâncton (0,45 mm de malha) fixada pelo período de um minuto. Após a coleta as amostras foram imediatamente congeladas para preservação do material. Em laboratório as amostras foram filtradas utilizando um aparato de filtração ligado a uma bomba de vácuo e filtros de fibra de vidro Millipore® de 45 micrômetros previamente calcinados

(Figura 233). As algas filamentosas foram coletadas manualmente, armazenadas em potes plásticos e imediatamente congeladas. Amostras de matéria orgânica particulada fina (FPOM) foram coletadas a partir do sedimento do leito de cada ponto amostral, sendo também armazenadas em potes plásticos e imediatamente congeladas. Amostras de vegetação foram coletadas em diferentes pontos da margem da calha e dos afluentes e amostras de folhiço e macrófitas foram coletadas ao longo do corpo d'água. Essas amostras foram congeladas, para serem desidratadas posteriormente em prensas herbáricas até o processamento em laboratório.



**Figura 233. Amostras filtradas de perifíton e material em suspensão na água. Detalhe dos filtros de fibra de vidro Millipore® de 45 micrômetros**

Fonte: dos autores (Fevereiro, 2016)

Em laboratório todas as amostras de recursos foram mantidas em estufa 60° (Figura 234), por um período de 48 horas. Logo em seguida foram moídas a pó fino e homogêneo utilizando almofariz e pilão e armazenadas em tubos do tipo Eppendorf. Para análise isotópica foram selecionados cerca de 5-10 mg de material seco das amostras dos recursos.



**Figura 234. Amostras filtradas de perifíton e material em suspensão na água. Detalhe dos filtros de fibra de vidro Millipore® de 45 micrômetros**

Fonte: dos autores (Fevereiro, 2016)

Alguns resultados a serem apresentados nesta seção não contemplam todos os compartimentos do ambiente (recursos) ou todos os pontos de amostragem, devido ao fato de alguns desses recursos não estarem presentes em todos os pontos e/ou em todas as coletas, podendo apresentar lacunas. Há, também, a possibilidade de terem sido coletados e em seguida perdidos no acondicionamento, transporte, armazenamento (por quebra de frascos) e processamento do material em laboratório (durante o processo de liofilização) ou na preparação para envio ao laboratório que realiza as dosagens de isótopos estáveis.

Durante o processamento, algumas amostras também podem apresentar massa inferior ao necessário para análise, alguns peixes apresentam percentual de gordura elevado, impedindo o dessecamento total da amostra, ou seja, até estarem no ponto correto ideal para a análise final dos isótopos, uma parcela pode ser descartada. Esse fato, considerado normal durante a preparação das amostras em laboratório, justifica a necessidade de coleta das 5 amostras por compartimento e espécie de peixes.

Ainda em relação aos peixes algumas ressalvas são necessárias: (1) é impossível prever o número de indivíduos de cada espécie que será capturado, o que justifica os valores inferiores a 5 indivíduos por espécie; (2) nem todas as amostras coletadas servirão para a análise final, considerando a possibilidade de obtenção de peso seco inferior ao necessário após a liofilização, e também por conta de perdas normais do processamento justificadas no parágrafo anterior; e (3) algumas espécies estão com determinação ao nível de gênero (p. ex. sp.1, sp.2, ... etc.) até que sejam definitivamente examinadas por especialistas para confirmação da sua real identificação, se se trata de espécies já descritas ou se são realmente espécies novas para a ciência. A intenção é ter registros de espécies de diferentes hábitos alimentares e guildas tróficas, possibilitando melhor entendimento do fluxo de energia entre o ambiente e a fauna, através dos isótopos de Carbono e Nitrogênio.

No que se refere aos afluentes, um total de 55 espécies de peixes tiveram amostras coletadas para análises de isótopos estáveis (Tabela 15). O número de espécies com amostras por ponto variou pouco, entre 13 e 18. Os cursos d'água com maior número de registros foram Cipó (CP-01) e Jaboticatubas (JB-01) com 18 espécies e Bicudo (BI-01) com 17 espécies com amostras coletadas para análise. Rio da Onça, um dos mais degradados e dentro da RMBH com 13 espécies com amostras coletadas, foi o menos representativo. As espécies mais representativas foram o trairão (*Hoplias intermedius*) e o saguiru (*Steindachnerina elegans*) com amostras coletadas em 10 locais, e o lambari (*Astyanax taeniatus*), peixe-espada (*Eigenmannia virescens*) e piaba (*Lepidocharax burnsii*) em 9 locais. Outras espécies também foram importantes nesse aspecto com registros em 8 dos 11 locais amostrados (a piaba – *Piabina argentea* e o cascudo – *Hypostomus francisci*).

Ainda em relação aos tributários, a Tabela 16 mostra o total de amostras coletadas por compartimento do ambiente e peixes. Alguns desses compartimentos não ocorrem em todos os pontos de amostragem, como bambu e macrófitas. Aqui também a intenção era coletar 5 amostras de cada compartimento por local de amostragem. Macrófitas aquáticas foram registradas em apenas três locais de coleta. O número de amostras de peixes por local variou entre 57 e 89. Fitoplâncton, mata ciliar e gramíneas alcançaram as 5 amostras por local de amostragem e por campanha de coleta.

**Tabela 15. Número final de amostras de peixes coletadas nas duas campanhas realizadas nos afluentes da bacia do rio das Velhas e analisadas isotopicamente, por espécie (2015).**

Espécies	Todas campanhas - afluentes											Total
	BI-01	CP-01	CP-02	CU-01	JB-01	JE-01	ON-01	PG-01	PP-01	RM-01	TQ-01	
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>			5									5
<i>Astyanax eigenmanniorum</i>					5	4						9
<i>Astyanax fasciatus</i>	5	1			1	3					3	13
<i>Astyanax lacustris</i>	5				5	2			4	2	1	19
<i>Astyanax taeniatus</i>		5	4	6	5	10	7	7	4		5	53
<i>Australoheros facetus</i>		3				1	1					5
<i>Brycon orthotaenia</i>			1									1
<i>Bryconops affinis</i>									3			3
<i>Characidium zebra</i>		1										1
<i>Cichlasoma sanctifranciscense</i>			4				1			6		11
<i>Coptodon rendalli</i>										8	5	13
<i>Eigenmannia virescens</i>	5	11	2	10	11		2	5	5		1	52
<i>Harttia longipinna</i>	2	1			5			4				12
<i>Harttia novalimensis</i>									5			5
<i>Harttia torrenticola</i>	3			5	5				5			18
<i>Hasemania nana</i>										5		5
<i>Hemigrammus marginatus</i>						5		5				10
<i>Hisonotus sp.2</i>				4								4
<i>Hisonotus sp.3</i>	5							5				10
<i>Homodiaetus sp.</i>		2										2
<i>Hoplias intermedius</i>	1	2	3	8	5	2	7	10	1		6	45
<i>Hoplias malabaricus</i>	1									2		3
<i>Hoplosternum littorale</i>					1					7		8
<i>Hypostomus auroguttatus</i>					3						5	8
<i>Hypostomus commersoni</i>										8		8
<i>Hypostomus francisci</i>	6	1	3	4	5		7		3		5	34
<i>Hypostomus lima</i>						9	3			2		14
<i>Hypostomus macrops</i>				1								1
<i>Hypostomus margaritifer</i>			3									3
<i>Hypostomus sp.2</i>									1			1
<i>Hypostomus sp.3</i>				2								2

(continua)

**Tabela 15. (continuação)**

Espécies	Todas campanhas - afluentes											Total
	BI-01	CP-01	CP-02	CU-01	JB-01	JE-01	ON-01	PG-01	PP-01	RM-01	TQ-01	
<i>Hypostomus</i> sp.5		1		2				1	4			8
<i>Lepidocharax burnsi</i>	10	10		9	5	5	10	10	10		10	79
<i>Leporinus amblyrhynchus</i>			1									1
<i>Leporinus marcgravii</i>		5					3					8
<i>Leporinus taeniatus</i>	5		7	5				2	1			20
<i>Megaleporinus obtusidens</i>					1			2	1			4
<i>Megaleporinus reinhardti</i>	2		5									7
<i>Myleus micans</i>			3									3
<i>Oreochromis niloticus</i>										1		1
<i>Pareiorhaphis mutuca</i>		3										3
<i>Phalloceros uai</i>		5			5	9				10	5	34
<i>Phenacorhamdia tenebrosa</i>					5							5
<i>Piabarchus stramineus</i>			10	5	5	2		5			1	28
<i>Piabina argentea</i>		10	5	10	9		10	10	10		10	74
<i>Pimelodus fur</i>	2		6								2	10
<i>Pimelodus pohli</i>						6						6
<i>Poecilia reticulata</i>		5				6	5			6	5	27
<i>Prochilodus costatus</i>	2											2
<i>Rhamdia quelen</i>	3					2	2					7
<i>Salminus franciscanus</i>	1							2				3
<i>Serrapinnus piaba</i>		5								5		10
<i>Serrasalmus brandtii</i>										1		1
<i>Steindachnerina elegans</i>	6	7	3	5	8	6	8	1		7	5	56
<i>Trachelyopterus galeatus</i>						5						5
<b>Total de indivíduos</b>	<b>64</b>	<b>78</b>	<b>65</b>	<b>76</b>	<b>89</b>	<b>77</b>	<b>66</b>	<b>69</b>	<b>57</b>	<b>70</b>	<b>69</b>	<b>780</b>
<b>Total de espécies</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>55</b>

Fonte: dos autores (Agosto/2017)



**Tabela 16. Número final de amostras coletadas nas duas campanhas nos afluentes da bacia do rio das Velhas e analisadas isotopicamente (2015)**

Pontos	Compartimentos do ambiente										Peixes nº de espécies	Peixes (N)
	A	S	P	F	MC	G	AF	B	M			
Rib. da Mata (RM-01)	6	10	8	10	10	10	10	1	9		14	70
Taquaraçu (TQ-01)	7	8	6	10	10	10	5	1	-		15	69
Jaboticatubas (JB-01)	5	6	7	10	10	10	8	2	10		18	89
Cipó (CP-01)	5	6	6	10	10	10	5	2	-		18	78
Jequitibá (JE-01)	10	6	9	10	10	10	5	2	10		16	77
Onça (ON-01)	7	5	7	10	10	10	10	2	-		13	66
Cipó (CP-02)	5	5	6	10	10	10	5	2	-		16	65
Bicudo (BI-01)	8	5	5	10	10	10	10	1	-		17	64
Pardo Pequeno (PP-01)	6	6	5	10	10	10	10	2	-		14	57
Pardo Grande (PG-01)	5	5	6	10	10	10	8	6	-		14	69
Curimataí (CU-01)	8	9	7	10	10	10	10	5	-		14	76

**A** = Água, **S** = Sedimento, **P** = Perifíton, **F** = Folhiço, **MC** = Mata Ciliar, **G** = Gramíneas, **AF** = Algas filamentosas, **B** = Bambu e **M** = Macrófitas

Fonte: dos autores (Agosto/2017)

Nas Tabelas 17 e 18 são apresentados os números atualizados das três amostragens em pontos da calha do rio das Velhas (após processamento em laboratório), por espécies de peixes (número de amostras que se obteve tecidos para as análises de isótopos estáveis por espécie e local) e por local de amostragem (número de amostras por compartimento do ambiente), respectivamente.

Enquanto nos afluentes foram coletadas amostras de tecido de 55 espécies de peixes, na calha principal do rio das Velhas, que teve uma campanha a mais esse número foi de 67 espécies. Apenas o lambari (*Astyanax taeniatus*) teve amostras coletadas nos 8 locais de coleta. Em seguida, com amostras em 7 locais, vem o lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax lacustris*). Três espécies vêm amostras em 6 pontos: *Cichlasoma sanctifranciscense* (cará), tilápia (*Oreochromis niloticus*) e barrigudinho (*Poecilia reticulata*), sendo as duas últimas espécies exóticas à bacia do rio das Velhas.

**Tabela 17. Número final de amostras de peixes coletadas nas três campanhas realizadas na calha do rio das Velhas e analisadas isotopicamente (2015/2016)**

Espécies	Todas campanhas - Calha								Total
	RV-01	RV-02	RV-03	RV-04	RV-05	RV-06	RV-07	RV-08	
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>						3	1		4
<i>Anchoviella vaillanti</i>						5	6	1	12
<i>Apareiodon hasemani</i>		5				5	5	5	20
<i>Apareiodon ibitiensis</i>				5	5	1	1	5	17
<i>Astyanax fasciatus</i>								1	1
<i>Astyanax intermedius</i>	5								5
<i>Astyanax lacustris</i>		7	4	1	10	4	8	8	42
<i>Astyanax rivularis</i>	11	1							12
<i>Astyanax taeniatus</i>	5	13	3	3	6	6	6	5	47
<i>Bergiaria westermanni</i>						1			1
<i>Brycon orthotaenia</i>							4		4
<i>Callichthys callichthys</i>			6	5					11
<i>Characidium fasciatum</i>	12								12
<i>Characidium zebra</i>							1		1
<i>Cichlasoma sanctifranciscense</i>		4		1	13	2	3	7	30
<i>Coptodon rendalli</i>					5		5	4	14
<i>Crenicichla lepidota</i>				1	1				2
<i>Curimatella lepidura</i>					1	10	5	5	21
<i>Eigenmannia virescens</i>					7	9		6	22
<i>Gymnotus carapo</i>				2	1				3
<i>Hemigrammus marginatus</i>		4	2			1	6		13
<i>Hoplias intermedius</i>		3			8	10	5	5	31
<i>Hoplias malabaricus</i>		10	1						11
<i>Hoplosternum littorale</i>			10	12	3	1			26
<i>Hypostomus commersoni</i>			5	7	2	1			15
<i>Hypostomus francisci</i>		3			4	13	6	9	35
<i>Hypostomus lima</i>		15					7		22
<i>Hypostomus macrops</i>			1	4	7				12
<i>Hypostomus margaritifer</i>							2		2
<i>Knodus moenkhausii</i>		5		6	5				16
<i>Lepidocharax burnsi</i>		10							10
<i>Leporellus vittatus</i>							4	2	6
<i>Leporinus taeniatus</i>					3				3

(continua)

**Tabela 17. (continuação)**

Espécies	Todas campanhas - Calha								Total
	RV-01	RV-02	RV-03	RV-04	RV-05	RV-06	RV-07	RV-08	
<i>Lophiosilurus alexandri</i>								1	1
<i>Megaleporinus obtusidens</i>			1		2				3
<i>Megaleporinus reinhardti</i>					1	3		5	9
<i>Moenkhausia costae</i>				2	1	6	1	1	11
<i>Myelus micans</i>					1		5	1	7
<i>Neoplecostomus franciscoensis</i>	15								15
<i>Oligosarcus argenteus</i>	11								11
<i>Oreochromis niloticus</i>			10	13	5	3	1	8	40
<i>Orthospinus franciscensis</i>						1		3	4
<i>Pachyurus francisci</i>						1		2	3
<i>Phalloceros uai</i>		8			7	5	10	8	38
<i>Piabarchus stramineus</i>					5		10	5	20
<i>Piabina argentea</i>		8		4	5	5	15	5	42
<i>Pimelodus fur</i>						2	5		7
<i>Pimelodus maculatus</i>						2		1	3
<i>Pimelodus pohli</i>				1	1	11	3	4	20
<i>Poecilia reticulata</i>		6	15	13	5	6		5	50
<i>Prochilodus costatus</i>				1					1
<i>Pygocentrus piraya</i>						3	6	1	10
<i>Rhamdia quelen</i>	5	11							16
<i>Rhinelepis aspera</i>						1			1
<i>Roeboides xenodon</i>						3		1	4
<i>Salminus franciscanus</i>						2	1	1	4
<i>Schizodon knerii</i>						1	1	1	3
<i>Serrapinnus heterodon</i>		7	4			6	1		18
<i>Serrapinnus piaba</i>			1					5	6
<i>Serrasalmus brandtii</i>					7	10	7	3	27
<i>Stegophilus insidiosus</i>							5		5
<i>Steindachnerina elegans</i>		2		1	1	7			11
<i>Synbranchus marmoratus</i>							1		1
<i>Tetragonopterus chalceus</i>						2	1	1	4
<i>Trachelyopterus galeatus</i>				1	3		2		6
<i>Triportheus guentheri</i>					4	10	10	5	29
<b>Total de indivíduos</b>	<b>64</b>	<b>122</b>	<b>64</b>	<b>83</b>	<b>134</b>	<b>162</b>	<b>160</b>	<b>130</b>	<b>919</b>
<b>Total de espécies</b>	<b>7</b>	<b>18</b>	<b>13</b>	<b>19</b>	<b>33</b>	<b>36</b>	<b>35</b>	<b>34</b>	<b>66</b>

Fonte:

Bambu foi o compartimento do ambiente com menor número de amostras coletadas. Vários outros, como água, sedimento, perifíton, e folhiço não tiveram perdas, assim como mata ciliar e gramíneas, coletadas apenas uma vez por serem enraizadas e não variarem de composição no espaço de tempo entre as amostragens deste estudo. Macrófitas aquáticas e algas filamentosas nem sempre estão presentes, sendo essa última mais difícil de ser visualizada no período chuvoso, quando a turbidez aumenta. Em relação aos peixes, o número de amostras por ponto de coleta variou entre 64 e 162 indivíduos, ressaltando que a riqueza de espécies é menor em RV-01 (São Bartolomeu), cabeceira da bacia, e em RV-03 e RV-04 (Santa Luzia e Lagoa Santa) que são os locais ainda afetados pela qualidade da água. O primeiro ponto pode ser considerado como referência de melhor qualidade do ambiente, ao passo que os dois outros ocupam o outro extremo do gradiente de degradação, mas são fundamentais para as análises propostas.

**Tabela 18 Número final de amostras coletadas nas três campanhas na calha principal do rio das Velhas e analisadas isotopicamente (2015/2016)**

Pontos	Compartimentos do ambiente										Peixes nº de espécies	Peixes (N)
	A	S	P	F	MC	G	AF	B	M			
São Bartolomeu (RV-01)	15	15	15	15	5	5	10	1	-	-	7	64
Bela Fama (RV-02)	15	14	15	15	5	5	5	-	5	-	18	122
Santa Luzia (RV-03)	15	15	15	15	5	5	5	-	-	-	13	64
Lagoa Santa (RV-04)	15	15	15	15	5	5	5	5	5	-	19	83
Santa Rita do Cedro (RV-05)	12	15	15	15	5	5	10	1	15	-	33	134
Senhora da Glória (RV-06)	14	15	15	15	5	5	8	1	15	-	36	162
Lassance (RV-07)	15	15	15	15	5	5	10	-	15	-	35	160
Barra do Guaicuí (RV-08)	15	15	15	15	5	5	5	-	15	-	34	130

**A** = Água, **S** = Sedimento, **P** = Perifíton, **F** = Folhiço, **MC** = Mata Ciliar, **G** = Gramíneas, **AF** = Algas filamentosas, **B** = Bambu e **M** = Macrófitas

Fonte: dos autores (Agosto/2017)

As Tabelas 19 e 20 apresentam os locais e tipos de amostras coletadas nas Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) Arrudas e Onça, do Sistema Tratamento de Efluentes da Bacia do Rio das Velhas (Copasa), no período seco de 2016 e chuvoso de 2017.

**Tabela 19. Número de amostras de esgotos (não tratado e tratado) colhidas nas ETEs Arrudas e Onça, no período seco de 2016.**

Local	Data	Tipo de Amostra	
		Esgoto Bruto (Tomada d'água)	Esgoto Tratado (Saída d'água)
ETE Arrudas	20/07/2016	5	5
ETE Onça	20/07/2016	5	5

Fonte: dos autores (Julho/2016)

**Tabela 20. Número de amostras de esgotos (não tratado e tratado) colhidas nas ETEs Arrudas e Onça, no período chuvoso de 2017.**

Local	Data	Tipo de Amostra	
		Esgoto Bruto (Tomada d'água)	Esgoto Tratado (Saída d'água)
ETE Arrudas	25/01/2017	5	5
ETE Onça	18/01/2017	5	5

Fonte: dos autores (Janeiro/2017)

Com as coletas do esgoto não tratado (afluente da ETE) e após tratamento (efluente da ETE) e os demais 19 locais ao longo da calha e nos tributários em diferentes estágios de preservação/degradação, é possível avaliar como se comportam esses pontos de coleta em relação ao gradiente de perturbação na bacia. Em termos teóricos, as comunidades biológicas respondem aos níveis de estressores do ambiente, por exemplo com maior riqueza e diversidade de espécies em locais mais bem preservados (Figura 235). Presença de espécies resistentes e indicadores de má qualidade de água nos locais mais poluídos. Além disso, onde há menos estressores os processos ecológicos e o atributos das espécies tendem a ser mais complexos, mais próximos das condições de referência ou locais não perturbados.

### Níveis de Condições Biológicas

Estrutura natural, funcional, e integridade taxonômica preservadas.

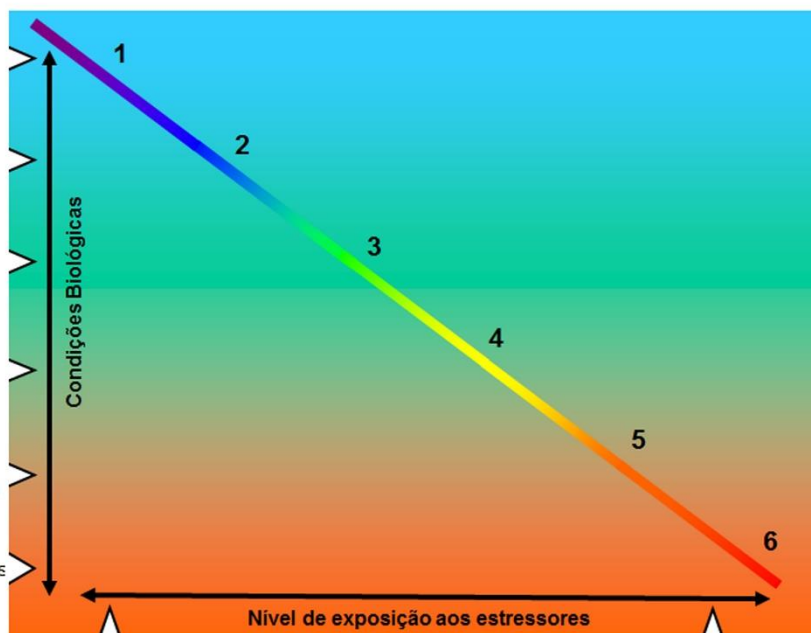
Estrutura e função similares a comunidades naturais, com alguns taxa e biomassa extra; as funções dos ecossistemas são integralmente mantidas.

Mudanças evidentes na estrutura devido à perda de alguns taxa nativos raros; mudanças na abundância relativa; funções no nível de ecossistemas integralmente mantidas.

Alguma mudança na estrutura devido à substituição de taxa sensíveis por outros tolerantes; funções do ecossistema mantidas.

Diminuição dos taxa sensíveis; distribuição não balanceada da maioria dos grupos de organismos; o funcionamento do ecossistema apresenta redução na complexidade e redundância.

Mudanças extremas na estrutura e funcionamento de ecossistemas; drásticas mudanças na composição taxonômica; drásticas mudanças nas densidades.



Bacia, habitat, fluxo e condições químicas da água em condições naturais.

Condições químicas, habitat, e/ou fluxo severamente alterados.

**Figura 235. Respostas Biológicas para Níveis Crescentes de Estresse**

Fonte: Adaptado de Davies & Jackson (2006)

No futuro, procurar-se-á dar preferência para o maior número de espécies possível, principalmente em áreas de referência, direcionando para aquelas que ocorram em maior número de ambientes (facilitando comparações diretas), ou que sejam características dos ambientes amostrados. Já estão sendo amostrados cursos d'água de várias porções da bacia, contemplando ambas as margens do rio das Velhas, e que possuem características geomorfológicas distintas. Sabe-se que a fauna de pequeno porte das cabeceiras tende a se diferenciar daquela encontrada nos trechos mais baixos dos rios. Essa fauna de riachos e também os peixes de lagoas marginais devem ser objeto de ampliação dos atuais estudos de biomonitoramento, além de agregar novos afluentes, sempre com base nos resultados já alcançados.

Os resultados a seguir serão apresentados de forma gráfica, a fim de facilitar a sua visualização e, mais importante, chamar a atenção para as diferenças

encontradas, seja em relação aos compartimentos do ambiente, dos valores obtidos por espécie ou pelos locais de amostragem. O gráfico mais comumente utilizado para apresentação de análises de isótopos estáveis é o *box plot*.

O box plot (ou gráfico de caixa) é um tipo de gráfico utilizado para avaliar a distribuição dos dados – médias, desvios, amplitudes – e pode ser utilizado para uma comparação visual entre dois ou mais grupos de variáveis (por exemplo: duas ou mais caixas são colocadas lado a lado e se compara a variabilidade entre elas). Esse tipo de gráfico foi selecionado pois pretendemos avaliar se as assinaturas isotópicas de Carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) e Nitrogênio ( $\delta^{15}\text{N}$ ) está variando entre pontos amostrais, entre os tipos de recursos e entre espécies de peixes amostrados na bacia do Rio das Velhas.

Em gráficos tipo box plot os intervalos de valores de uma variável selecionada (no nosso caso Carbono e Nitrogênio) são plotados separadamente para grupos de dados (no nosso caso são os pontos amostrais, tipos de recursos e as espécies de peixes). Para cada grupo são calculadas a tendência central (utilizamos a média) e estatísticas de variação ou amplitude (utilizamos o erro padrão e o desvio padrão). Os valores selecionados são então apresentados no estilo do gráfico de caixa, onde:

- 1) Média (ponto dentro da caixa): é definida como o valor que mostra para onde se concentram os dados de uma distribuição como o ponto de equilíbrio das frequências em um histograma;
- 2) Erro padrão (caixa maior em torno da média): é calculado a partir do desvio padrão das médias e é utilizado para determinar a precisão com a qual a média da amostra estima a média geral (valores menores do erro padrão da média indicam estimativas mais precisas da média geral);
- 3) Desvio padrão (segmento de reta vertical que conecta o topo da caixa ao maior valor observado e outro segmento conecta a base da caixa ao menor valor observado) indica uma medida de dispersão dos dados em torno de média amostral. Um baixo desvio padrão indica que os pontos dos dados tendem a estar próximos da média ou do valor esperado. Um alto desvio padrão indica que os pontos dos dados estão espalhados por uma ampla gama de valores.

Os isótopos de Carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) e Nitrogênio ( $\delta^{15}\text{N}$ ) são os mais utilizados em estudos que avaliam as relações tróficas. O isótopo de  $\delta^{13}\text{C}$  é utilizado principalmente para traçar o fluxo de energia em sistemas onde existem vários tipos de alimentos com diferenças nos valores de  $^{13}\text{C}$  (MANETTA & BENEDITO- CECÍLIO, 2003). O  $\delta^{15}\text{N}$ , por sua vez, é fracionado consistentemente ao longo da teia trófica, possibilitando inferências sobre as relações tróficas dos consumidores com a sua dieta (VANDER-ZANDEN *et al.*, 1997). Entretanto é necessário salientar que alguns processos naturais ou antropogênicos podem influenciar a abundância natural dos isótopos (RUBENSTEIN & HOBSON, 2004).

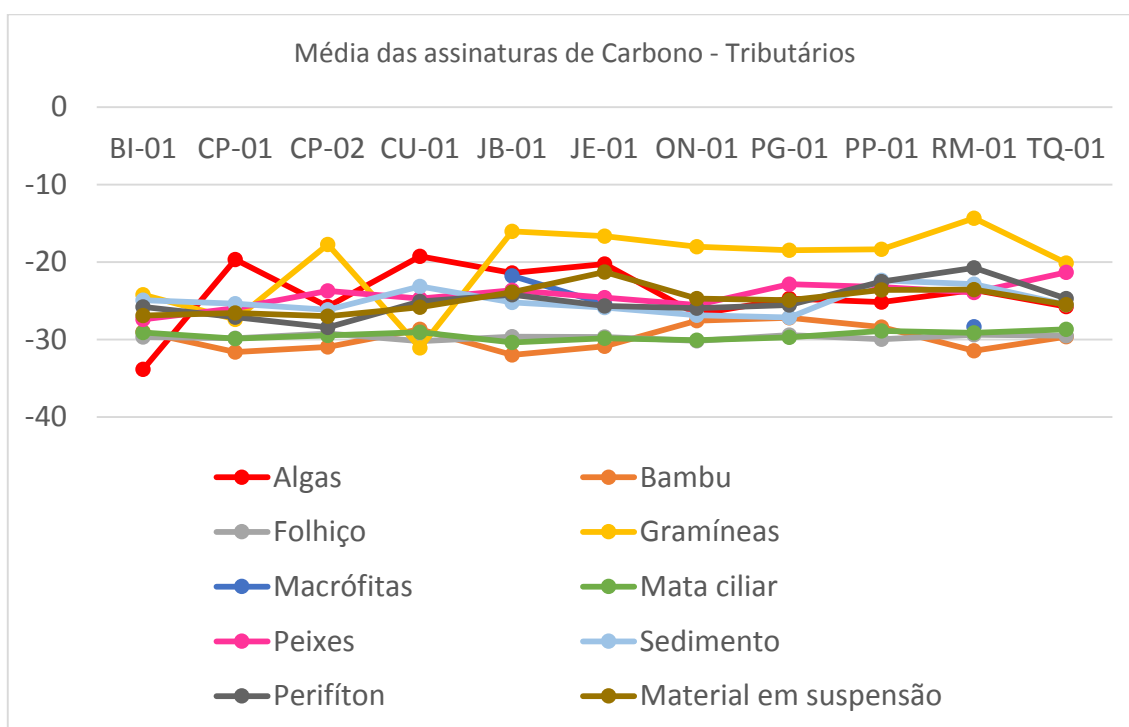
A composição isotópica de Carbono nos **tecidos vegetais** varia de forma natural de acordo com o fracionamento isotópico durante a fotossíntese, fazendo com que plantas C3, C4 e CAM possuam assinaturas isotópicas diferentes, refletindo diferentes tipos de metabolismo. Além disso, fatores antropogênicos (como fontes de poluição aquática ou atmosférica) também podem afetar a composição isotópica dos produtores primários.

As Figuras a seguir representam a variação na composição isotópica de Carbono e Nitrogênio dos peixes e recursos amostrados nos afluentes e nos pontos amostrados na calha da bacia do rio das Velhas. Através destes gráficos é possível observar que alguns recursos apresentaram pouca variação na composição isotópica de Carbono -  $\delta^{13}\text{C}$  (‰) - nos afluentes, como é o caso da mata ciliar e do folhiço.

Inicialmente são apresentados os valores médios das assinaturas de Carbono por tributário (Figura 236). Na Figura 237 os resultados são desmembrados pelos diversos compartimentos estudados e finalizando com os peixes. Alguns recursos variaram em apenas determinados pontos, como é o caso do sedimento, perífiton, bambu, macrófitas e material em suspensão. Ao contrário de outros recursos, como algas e gramíneas, que apresentaram grande variação. Os recursos que apresentaram pouca variação entre pontos amostrais provavelmente não estão sendo influenciados por fatores (naturais ou antropogênicos) que alteram sua composição isotópica de Carbono. Entretanto, aqueles que apresentaram grande variação podem estar sendo influenciados por algum desses fatores citados anteriormente,



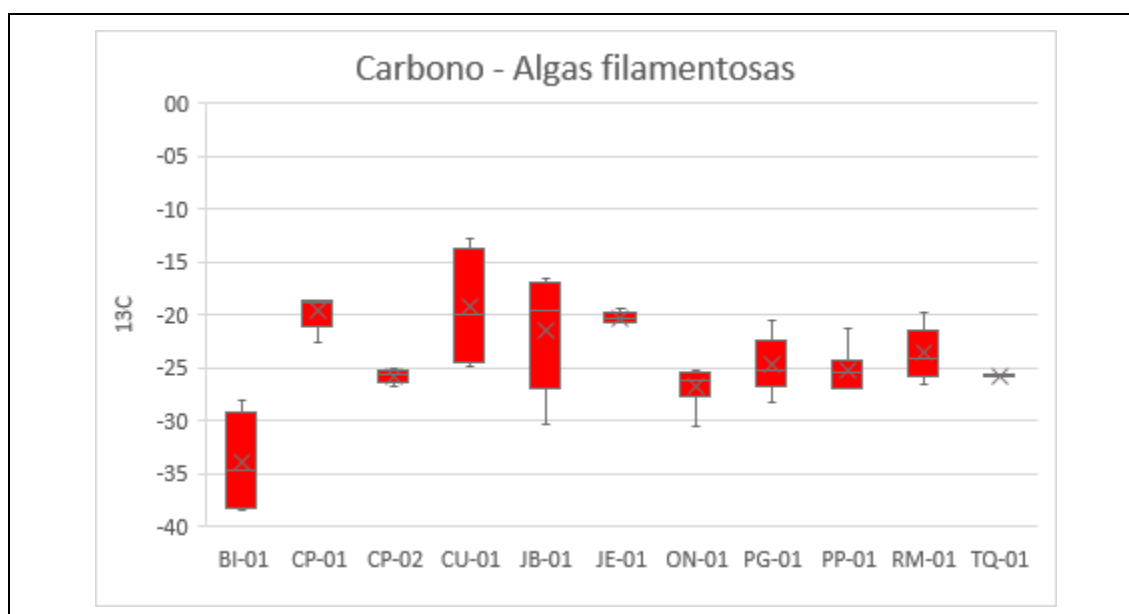
principalmente as algas, uma vez que é um recurso que está diretamente em contato com a água e possui grande potencial de assimilação de nutrientes (esgoto) e contaminantes (poluentes). A grande variação na composição isotópica das gramíneas deve ter ocorrido porque na maioria dos pontos da bacia predominam gramíneas exóticas ( $C_4$  e mais enriquecida, como a braquiária) enquanto em alguns pontos mais preservados, como no alto rio Cipó (CP-01) predominam gramíneas nativas ( $C_3$  e menos enriquecidas).



**Figura 236. Média geral das assinaturas isotópicas de Carbono -  $\delta^{13}C$  (‰) dos recursos do ambiente e dos peixes analisados nos afluentes da Bacia do Rio das Velhas. Afluentes: Bicudo (BI-01); Cipó (CP-01); Cipó (CP-02); Curimataí (CU-01); Jaboticatubas (JB-01); Jequitibá (JE-01); Onça (ON-01); Pardo Grande (PG-01); Pardo Pequeno (PP-01); Rib. da Mata (RM-01); Taquaraçu (TQ-01).**

Fonte: Os autores (Agosto de 2017)

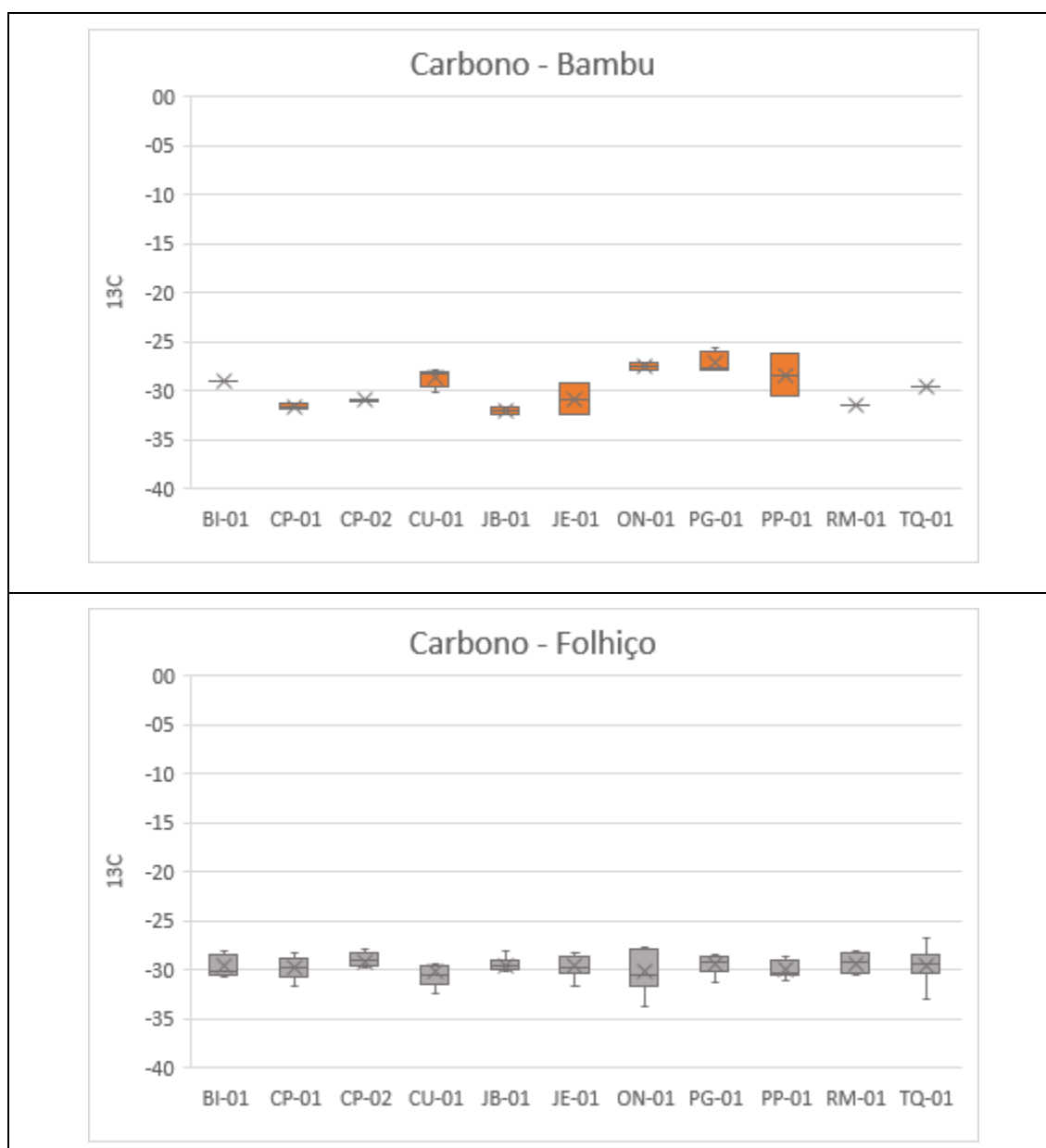
Por outro lado, a composição isotópica de Carbono de um **consumidor** varia em função da sua dieta, uma vez que o isótopo de Carbono de um animal irá refletir a história alimentar do consumidor em longo prazo (considerando as taxas de turnover ou de reposição dos tecidos). Os resultados finais indicam que a assinatura de  $\delta^{13}\text{C}$  da comunidade de peixes dos afluentes variaram de forma discreta entre os pontos (Figura 237). Entretanto, a variação dentro de cada comunidade foi bastante diferente, como é o caso da comunidade de peixes do Rio Taquaraçu que apresentou bastante similaridade na composição isotópica (pouca variação), ao contrário da comunidade de peixes do Rio Pardo Grande que apresentou grande variação na composição isotópica de Carbono dos peixes. Tal resultado pode ser em função da diferença na composição de cada ponto amostral, assim como pode indicar uma variação nos usos do recurso por cada comunidade ou dentro de cada comunidade de peixes.



**Figura 237. Média, desvio padrão e erro padrão das assinaturas isotópicas de Carbono -  $\delta^{13}\text{C}$  (‰) dos recursos do ambiente e dos peixes analisados nos afluentes da Bacia do Rio das Velhas. Afluentes: Bicudo (BI-01); Cipó (CP-01); Cipó (CP-02); Curimataí (CU-01); Jaboticatubas (JB-01); Jequitibá (JE-01); Onça (ON-01); Pardo Grande (PG-01); Pardo Pequeno (PP-01); Rib. da Mata (RM-01); Taquaraçu (TQ-01).**

**- Algas Filamentosas -**

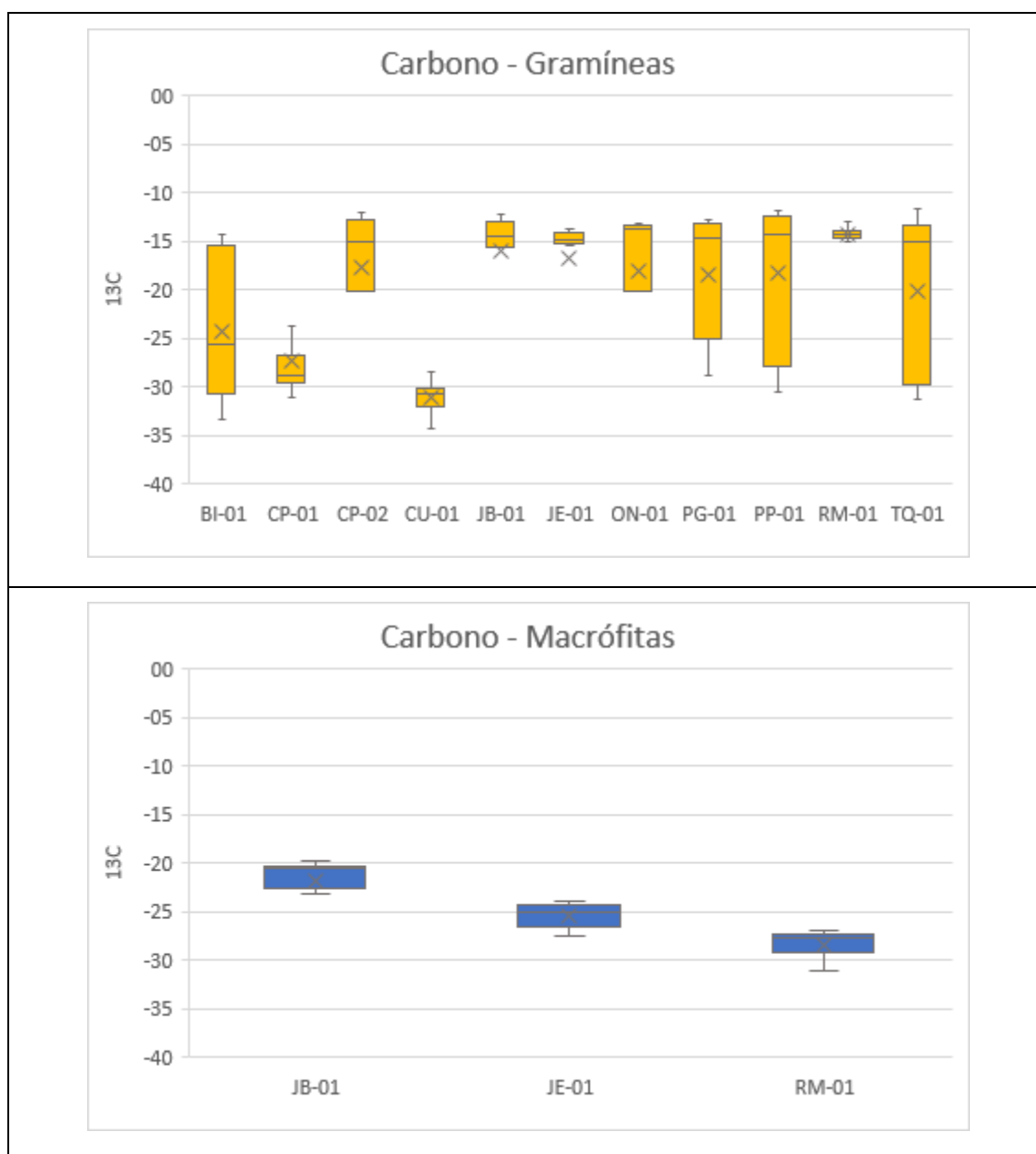
Fonte: Os autores (Agosto de 2017)



**Figura 237 (continuação). Média, desvio padrão e erro padrão das assinaturas isotópicas de Carbono -  $\delta^{13}\text{C}$  (‰) dos recursos do ambiente e dos peixes analisados nos afluentes da Bacia do Rio das Velhas. Afluentes: Bicudo (BI-01); Cipó (CP-01); Cipó (CP-02); Curimataí (CU-01); Jaboticatubas (JB-01); Jequitibá (JE-01); Onça (ON-01); Pardo Grande (PG-01); Pardo Pequeno (PP-01); Rib. da Mata (RM-01); Taquaraçu (TQ-01).**

**- Bambu e Folhiço -**

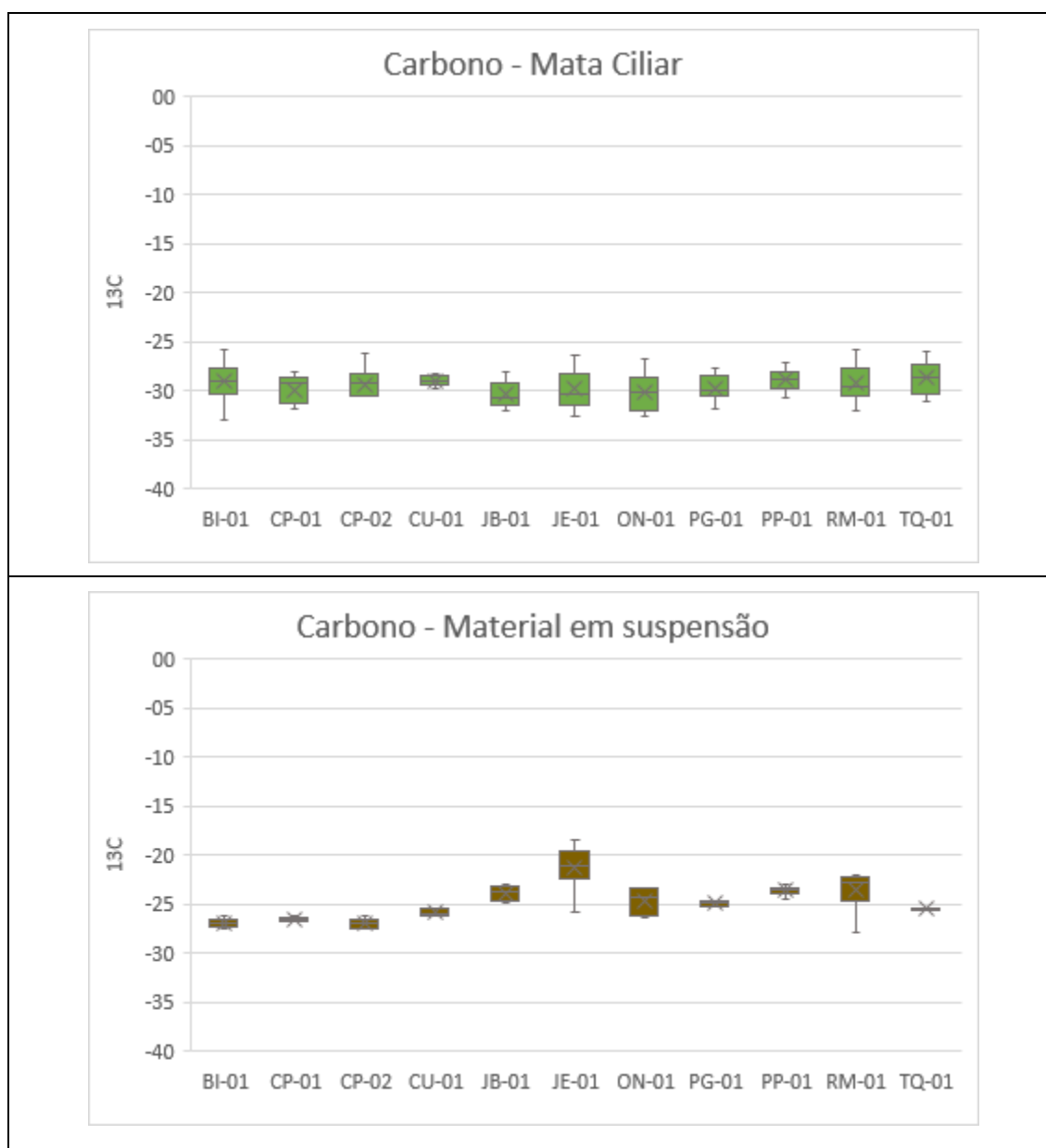
Fonte: Os autores (Agosto de 2017)



**Figura 237 (continuação). Média, desvio padrão e erro padrão das assinaturas isotópicas de Carbono -  $\delta^{13}C$  (‰) dos recursos do ambiente e dos peixes analisados nos afluentes da Bacia do Rio das Velhas. Afluentes: Bicudo (BI-01); Cipó (CP-01); Cipó (CP-02); Curimatá (CU-01); Jaboticatubas (JB-01); Jequitibá (JE-01); Onça (ON-01); Pardo Grande (PG-01); Pardo Pequeno (PP-01); Rib. da Mata (RM-01); Taquaraçu (TQ-01).**

**- Gramíneas e Macrófitas -**

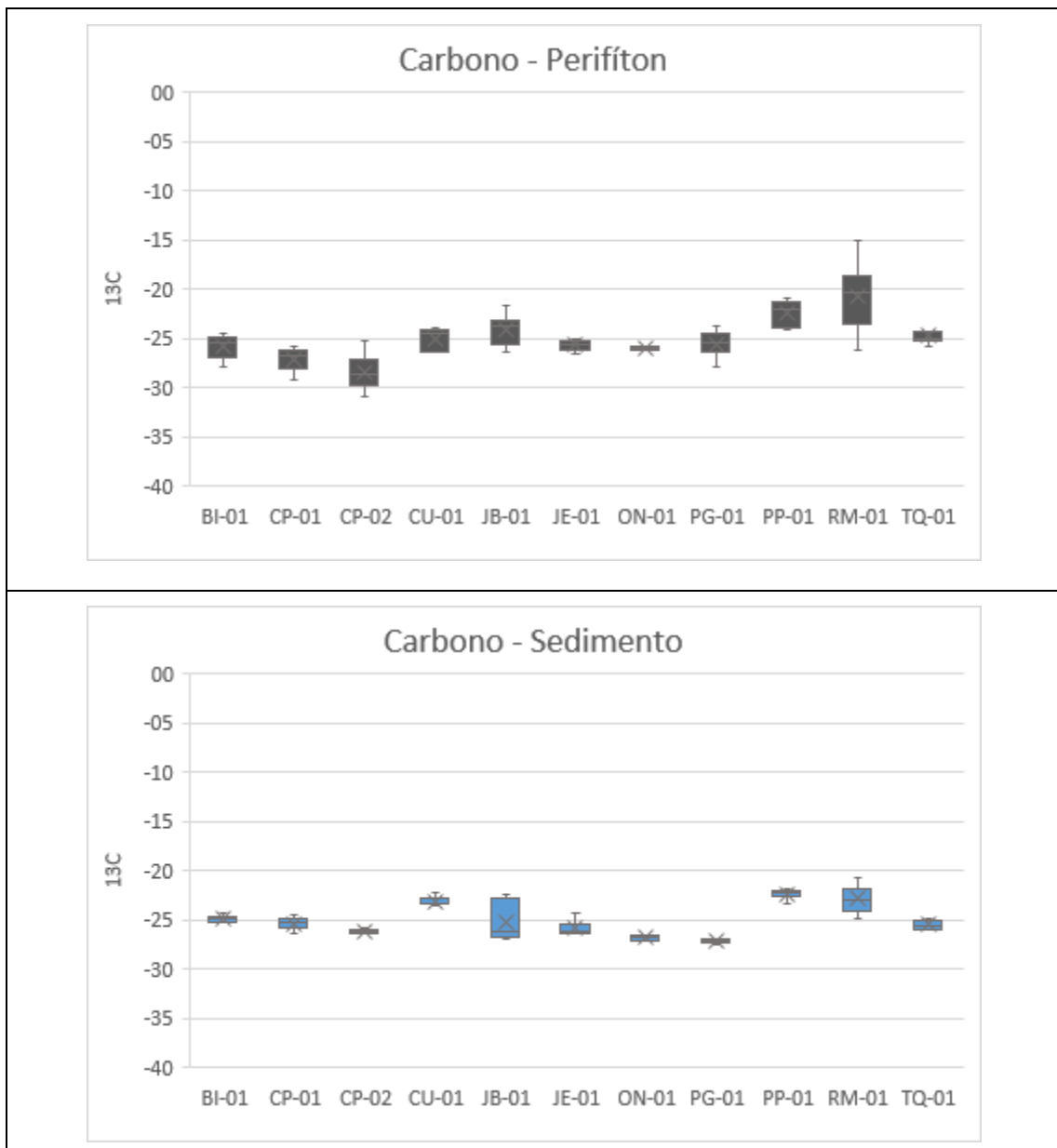
Fonte: Os autores (Agosto de 2017)



**Figura 229 (continuação). Média, desvio padrão e erro padrão das assinaturas isotópicas de Carbono -  $\delta^{13}\text{C}$  (‰) dos recursos do ambiente e dos peixes analisados nos afluentes da Bacia do Rio das Velhas. Afluentes: Bicudo (BI-01); Cipó (CP-01); Cipó (CP-02); Curimataí (CU-01); Jaboticatubas (JB-01); Jequitibá (JE-01); Onça (ON-01); Pardo Grande (PG-01); Pardo Pequeno (PP-01); Rib. da Mata (RM-01); Taquaraçu (TQ-01).**

**- Mata Ciliar e Material em Suspensão -**

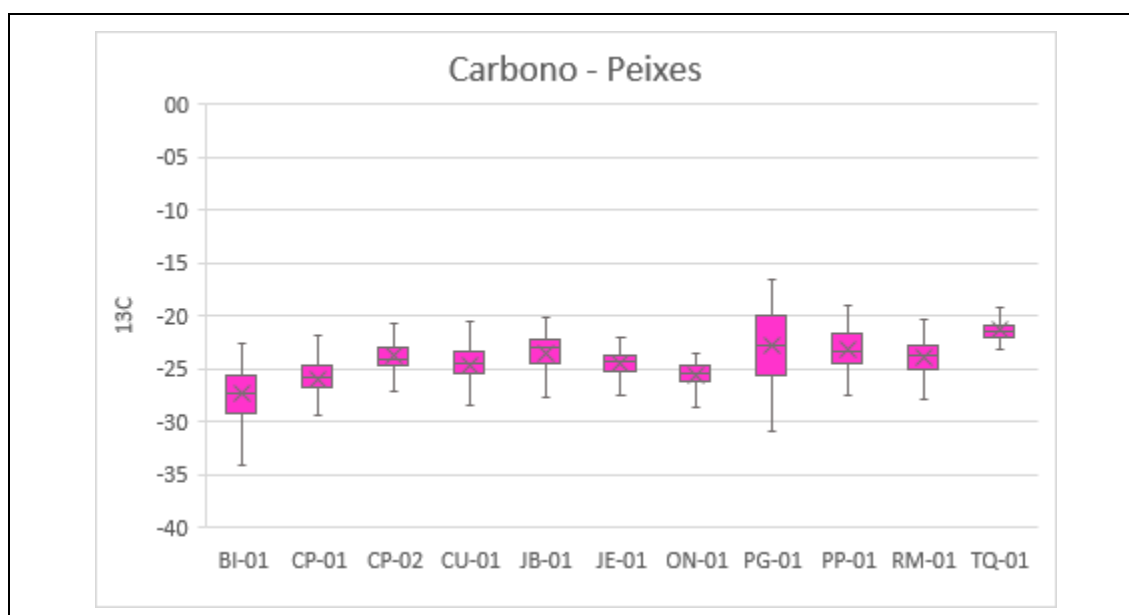
Fonte: Os autores (Agosto de 2017)



**Figura 237 (continuação). Média, desvio padrão e erro padrão das assinaturas isotópicas de Carbono -  $\delta^{13}\text{C}$  (‰) dos recursos do ambiente e dos peixes analisados nos afluentes da Bacia do Rio das Velhas. Afluentes: Bicudo (BI-01); Cipó (CP-01); Cipó (CP-02); Curimataí (CU-01); Jaboticatubas (JB-01); Jequitibá (JE-01); Onça (ON-01); Pardo Grande (PG-01); Pardo Pequeno (PP-01); Rib. da Mata (RM-01); Taquaraçu (TQ-01).**

**- Perifiton e Sedimento -**

Fonte: Os autores (Agosto de 2017)

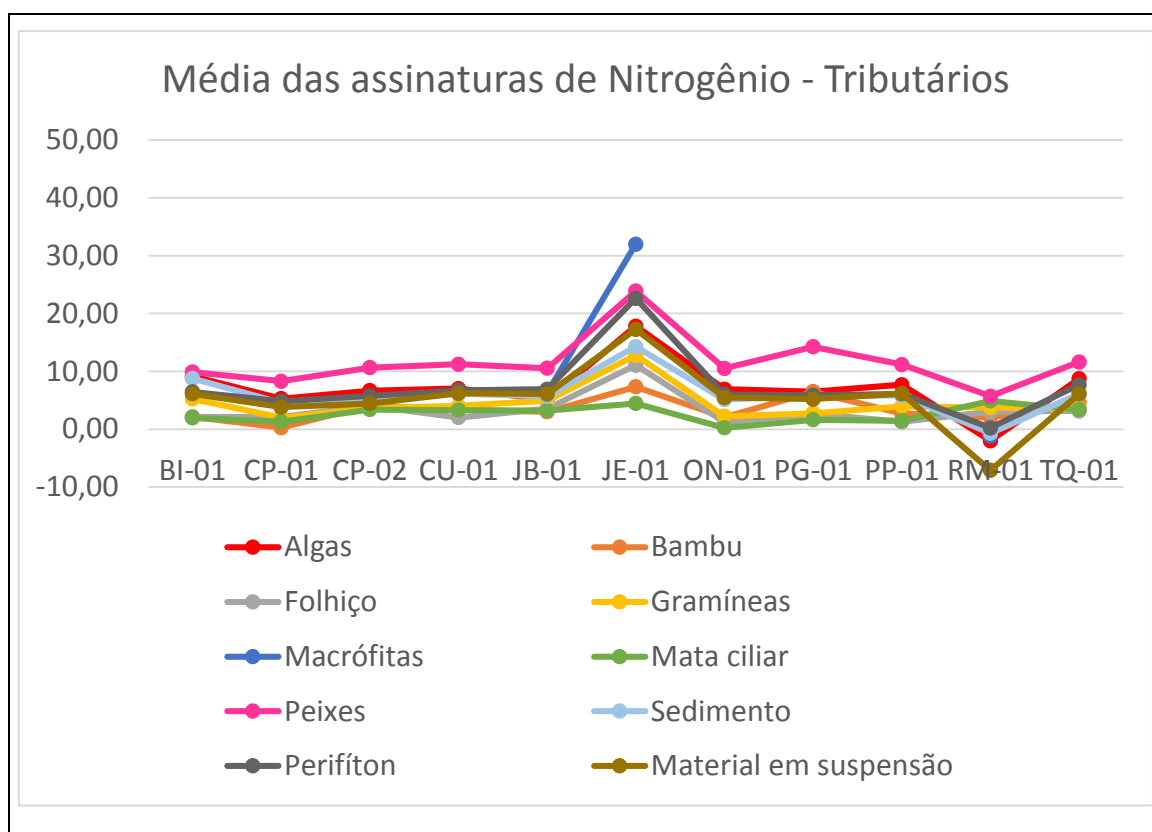


**Figura 237 (continuação). Média, desvio padrão e erro padrão das assinaturas isotópicas de Carbono -  $\delta^{13}\text{C}$  (‰) dos recursos do ambiente e dos peixes analisados nos afluentes da Bacia do Rio das Velhas. Afluentes: Bicudo (BI-01); Cipó (CP-01); Cipó (CP-02); Curimataí (CU-01); Jaboticatubas (JB-01); Jequitibá (JE-01); Onça (ON-01); Pardo Grande (PG-01); Pardo Pequeno (PP-01); Rib. da Mata (RM-01); Taquaraçu (TQ-01).**

**- Peixes -**

Fonte: Os autores (Agosto de 2017)

No caso do isótopo de Nitrogênio, a variação natural da composição nos tecidos vegetais se dá pelo modo em que o  $\text{N}_2$  é fixado (fixação simbiótica ou conversão direta do  $\text{N}_2$  atmosférico). Entre as fontes antropogênicas de variação se encontram principalmente o uso de fertilizantes na agricultura e práticas do uso do solo que resultam na amonificação ou perda de  $^{14}\text{N}$  (ver mais em PEREIRA & BENEDITO-CECÍLIO, 2007). As Figuras 238 e 239 apresentam, respectivamente, os valores médios das assinaturas de Nitrogênio por tributário e os resultados desmembrados pelos diversos compartimentos estudados, finalizando com os peixes.

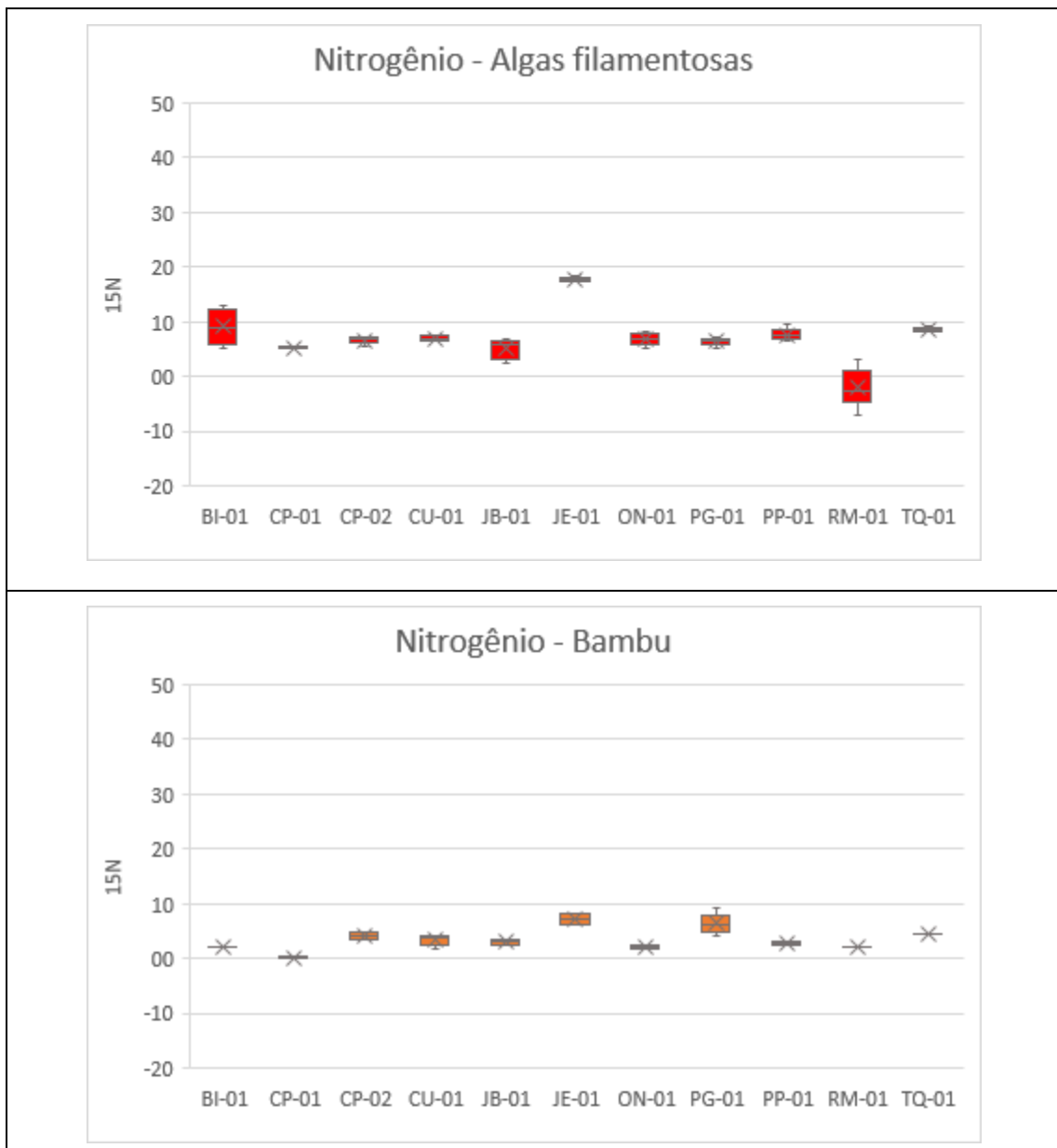


**Figura 238. Média geral das assinaturas isotópicas de Carbono -  $\delta^{13}\text{C}$  (‰) dos recursos do ambiente e dos peixes analisados nos afluentes da Bacia do Rio das Velhas. Afluentes: Bicudo (BI-01); Cipó (CP-01); Cipó (CP-02); Curimataí (CU-01); Jaboticatubas (JB-01); Jequitibá (JE-01); Onça (ON-01); Pardo Grande (PG-01); Pardo Pequeno (PP-01); Rib. da Mata (RM-01); Taquaraçu (TQ-01).**

Fonte: Os autores (Agosto de 2017)

Os resultados indicam que a assinatura isotópica de Nitrogênio  $\delta^{15}\text{N}$  (‰) tanto dos recursos quanto dos peixes coletados nos diferentes afluentes teve pouca variação, com exceção do afluente Jequitibá, que foi o mais enriquecido e o Ribeirão da Mata que foi o mais empobrecido em todos os tipos de amostras coletadas (Figura 239). Tal enriquecimento chama a atenção, indicando que pode existir alguma fonte poluidora expressiva nesses afluentes agindo diretamente no ciclo do Nitrogênio, assim como observado em estudos que avaliaram a influência de diferentes usos do solo sob ecossistemas aquáticos (ex: CARVALHO *et al.*, 2016; CASTRO *et al.*, 2016).

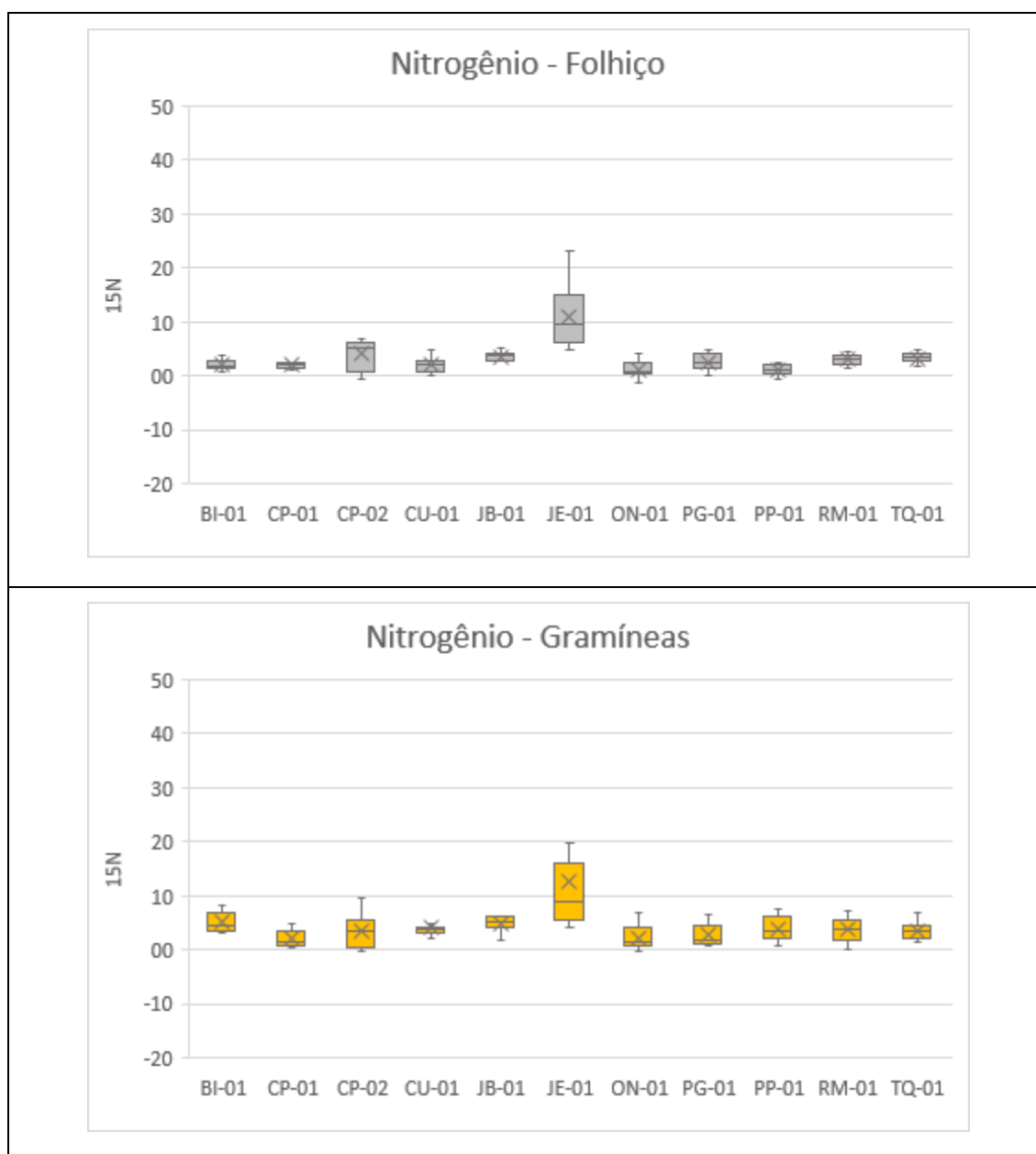




**Figura 239. Média, desvio padrão e erro padrão das assinaturas isotópicas de Nitrogênio -  $\delta^{15}\text{N}$  (‰) dos recursos e peixes analisados nos afluentes da Bacia do Rio das Velhas. Afluentes: Bicudo (BI-01); Cipó (CP-01); Cipó (CP-02); Curimataí (CU-01); Jaboticatubas (JB-01); Jequitibá (JE-01); Onça (ON-01); Pardo Grande (PG-01); Pardo Pequeno (PP-01); Rib. da Mata (RM-01); Taquaraçu (TQ-01).**

**- Algas Filamentosas e Bambu -**

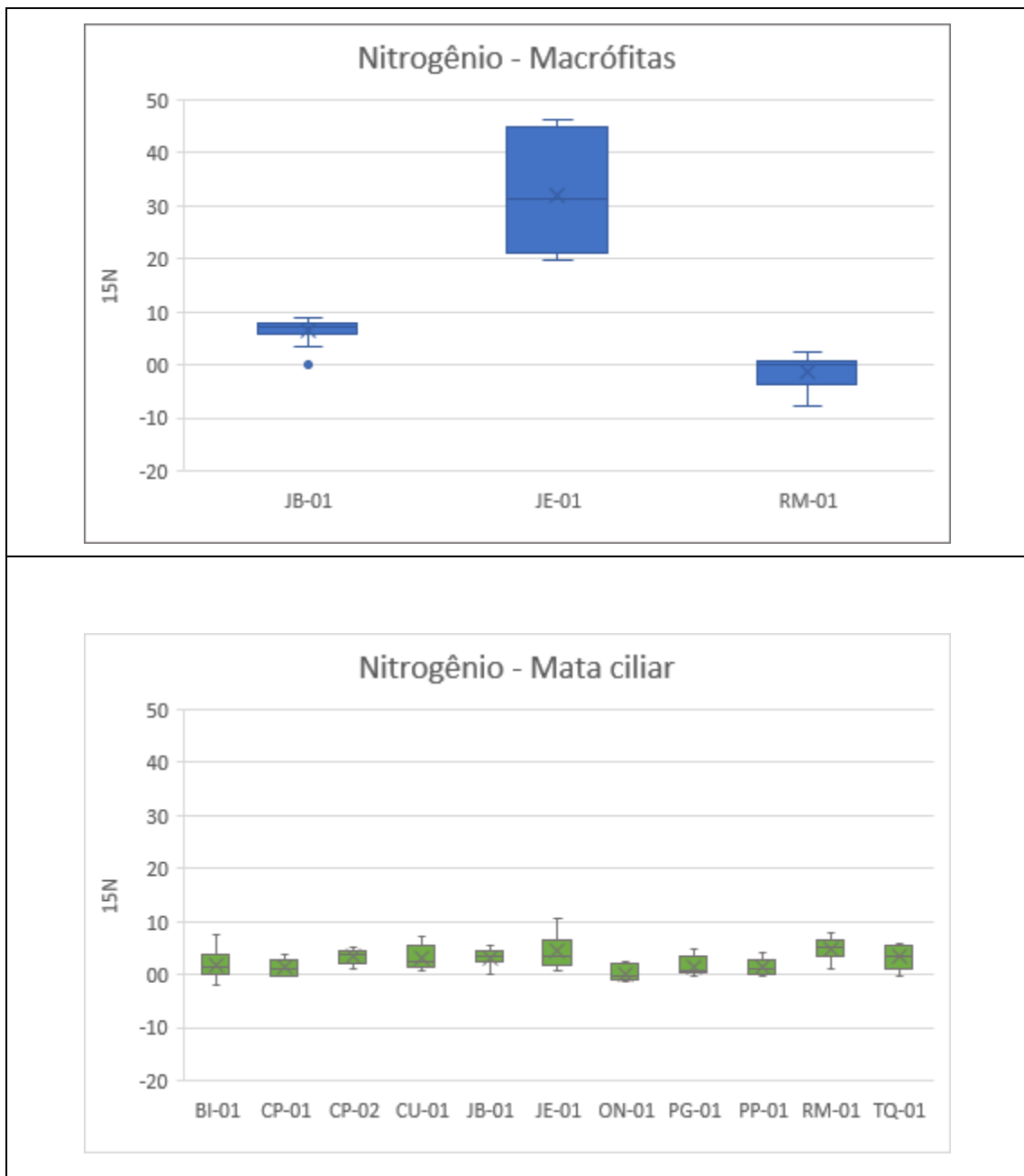
Fonte: Os autores (Agosto de 2017)



**Figura 239 (continuação). Média, desvio padrão e erro padrão das assinaturas isotópicas de Nitrogênio -  $\delta^{15}N$  (‰) dos recursos e peixes analisados nos afluentes da Bacia do Rio das Velhas. Afluentes: Bicudo (BI-01); Cipó (CP-01); Cipó (CP-02); Curimataí (CU-01); Jaboticatubas (JB-01); Jequitibá (JE-01); Onça (ON-01); Pardo Grande (PG-01); Pardo Pequeno (PP-01); Rib. da Mata (RM-01); Taquaraçu (TQ-01).**

**- Folhiço e Gramíneas -**

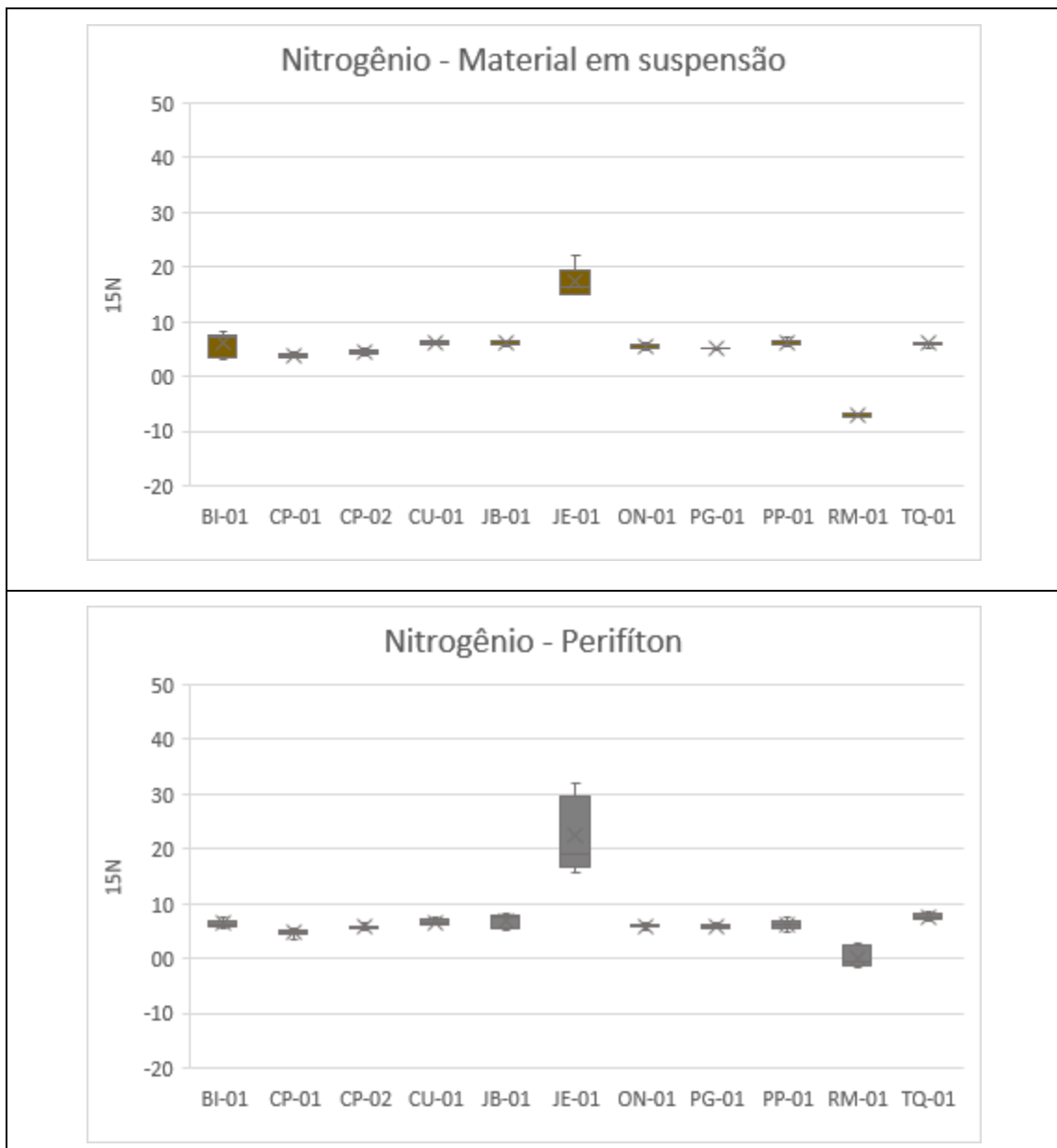
Fonte: Os autores (Agosto de 2017)



**Figura 239 (continuação). Média, desvio padrão e erro padrão das assinaturas isotópicas de Nitrogênio -  $\delta^{15}\text{N}$  (‰) dos recursos e peixes analisados nos afluentes da Bacia do Rio das Velhas. Afluentes: Bicudo (BI-01); Cipó (CP-01); Cipó (CP-02); Curimataí (CU-01); Jaboticatubas (JB-01); Jequitibá (JE-01); Onça (ON-01); Pardo Grande (PG-01); Pardo Pequeno (PP-01); Rib. da Mata (RM-01); Taquaraçu (TQ-01).**

**- Macrófitas e Mata Ciliar -**

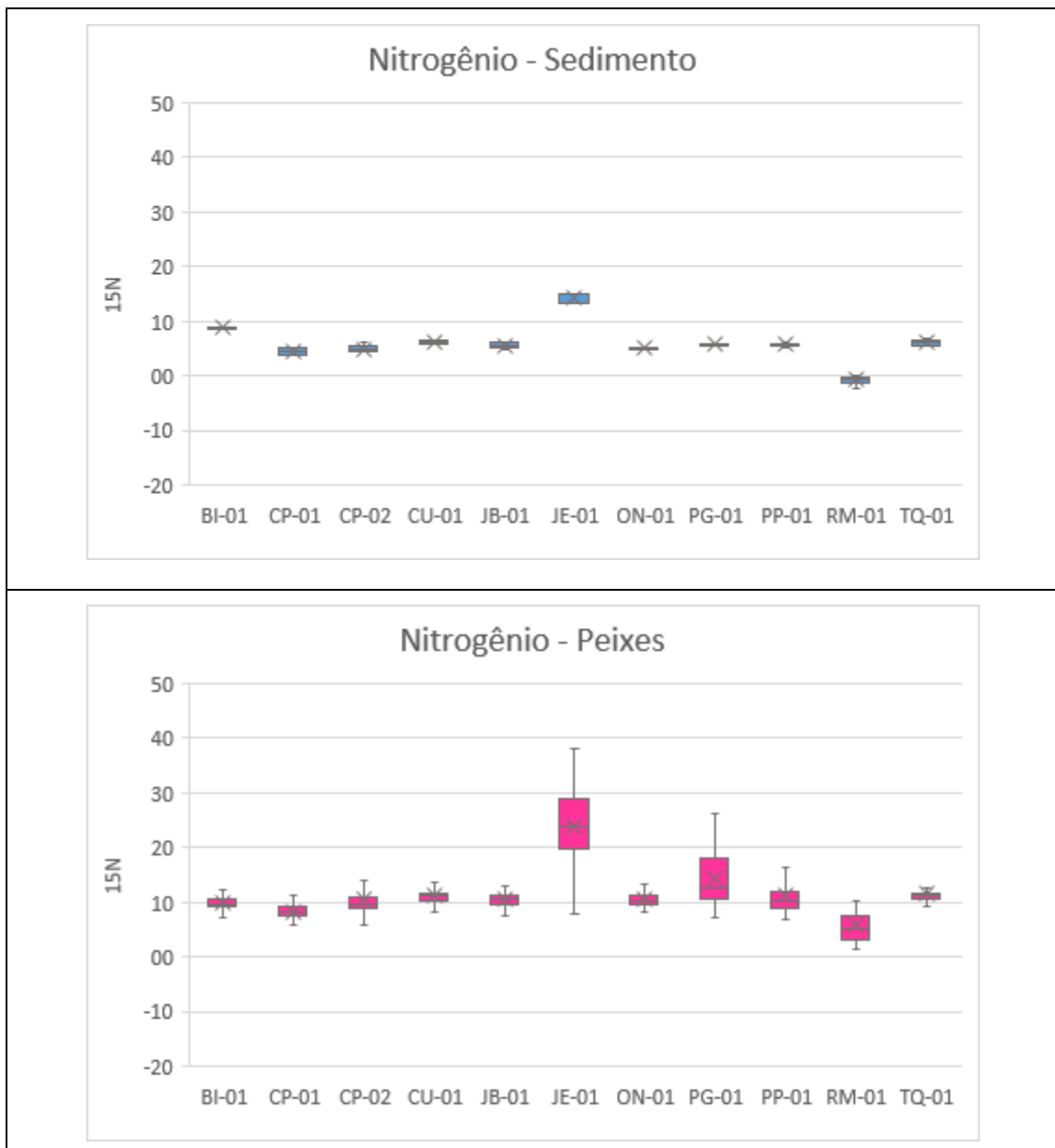
Fonte: Os autores (Agosto de 2017)



**Figura 239 (continuação). Média, desvio padrão e erro padrão das assinaturas isotópicas de Nitrogênio -  $\delta^{15}\text{N}$  (‰) dos recursos e peixes analisados nos afluentes da Bacia do Rio das Velhas. Afluentes: Bicudo (BI-01); Cipó (CP-01); Cipó (CP-02); Curimataí (CU-01); Jaboticatubas (JB-01); Jequitibá (JE-01); Onça (ON-01); Pardo Grande (PG-01); Pardo Pequeno (PP-01); Rib. da Mata (RM-01); Taquaraçu (TQ-01).**

**- Material em Suspensão e Perifíton -**

Fonte: Os autores (Agosto de 2017)

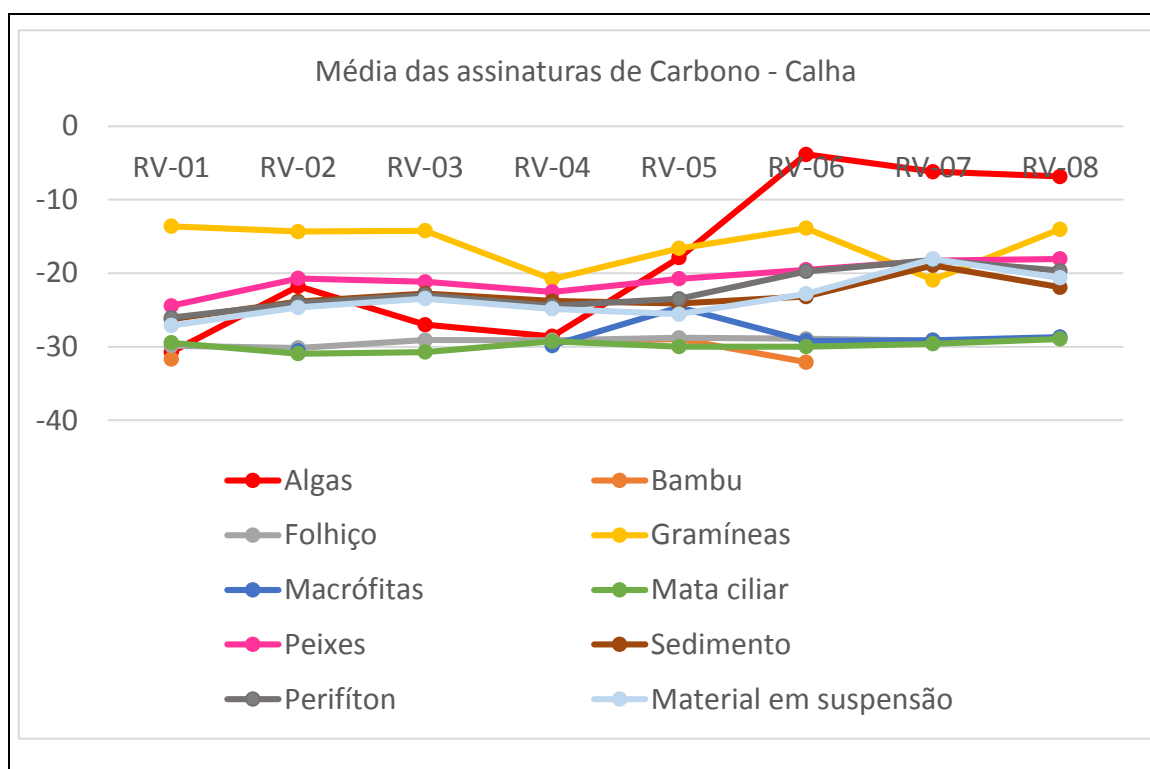


**Figura 239 (continuação). Média, desvio padrão e erro padrão das assinaturas isotópicas de Nitrogênio -  $\delta^{15}\text{N}$  (‰) dos recursos e peixes analisados nos afluentes da Bacia do Rio das Velhas. Afluentes: Bicudo (BI-01); Cipó (CP-01); Cipó (CP-02); Curimataí (CU-01); Jaboticatubas (JB-01); Jequitibá (JE-01); Onça (ON-01); Pardo Grande (PG-01); Pardo Pequeno (PP-01); Rib. da Mata (RM-01); Taquaraçu (TQ-01).**

**- Sedimento e Peixes -**

Fonte: Os autores (Agosto de 2017)

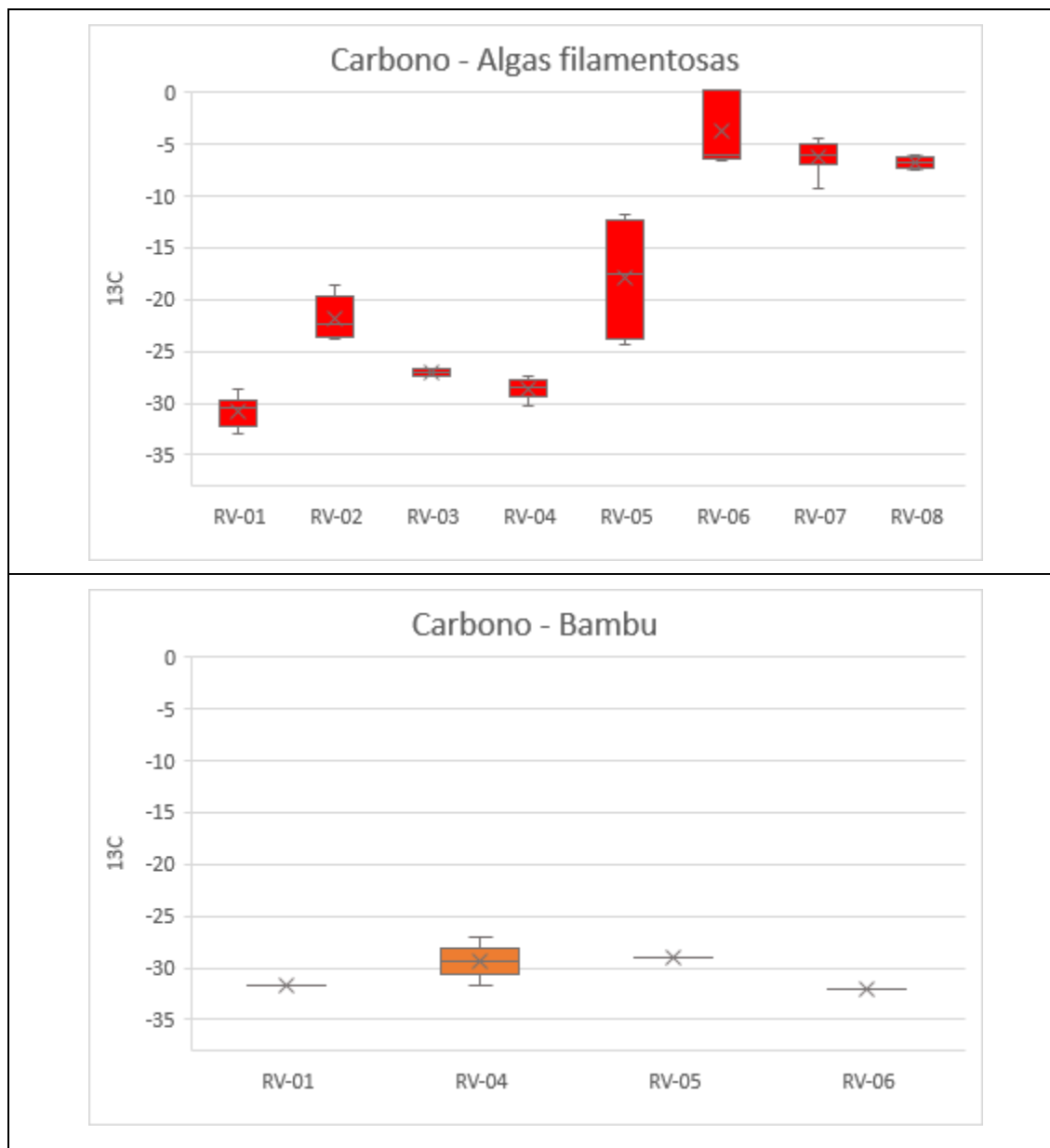
Assim como nos afluentes, ao longo da calha do rio das Velhas os mesmos recursos - “algas filamentosas” e “gramíneas” – foram os que mais variaram na composição isotópica de Carbono -  $\delta^{13}C$  (Figura 232), e a explicação para essa variação pode ser a mesma para a variação nos afluentes. Alguns recursos como “perifíton”, “material em suspensão” e “sedimento” também apresentaram uma maior variação nos pontos após a RMBH (RV-06, RV-07 e RV-08), o que pode ser reflexo da presença do esgoto nestes pontos.



**Figura 240. Média geral das assinaturas isotópicas de Carbono -  $\delta^{13}C$  (‰) dos recursos do ambiente e dos peixes analisados na calha do Rio das Velhas. Locais: São Bartolomeu (RV-01); Bela Fama (RV-02); Santa Luzia (RV-03); Lagoa Santa (RV-04); Santa Rita do Cedro (RV-05); Senhora da Glória (RV-06); Lassance (RV-07); Barra do Guaicuí (RV-08).**

Fonte: Os autores (Agosto de 2017)

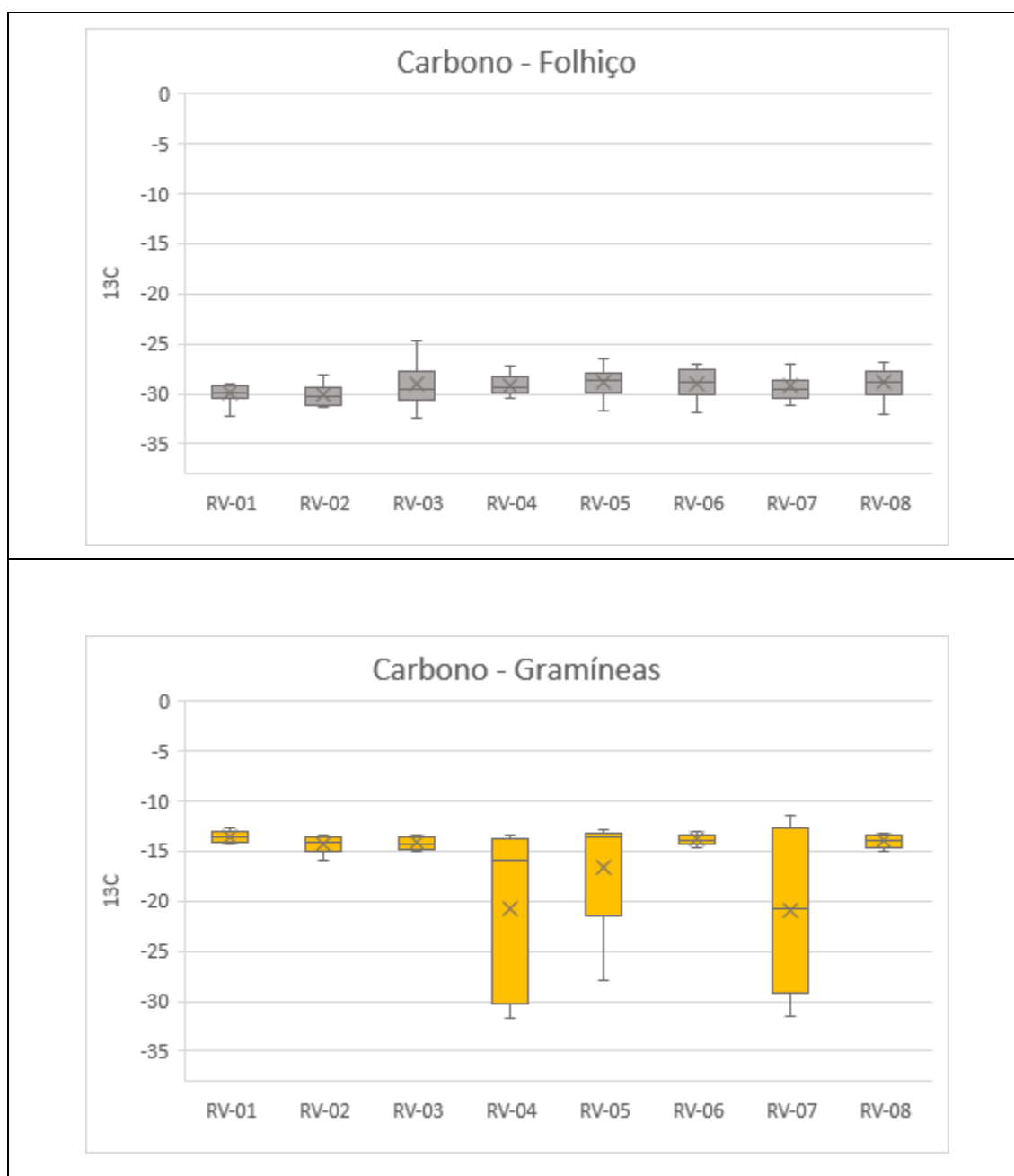
A Figura 241 apresenta os resultados das assinaturas de Carbono desmembrados pelos diversos compartimentos estudados na calha do rio das Velhas, finalizando com os peixes.



**Figura 241. Média, desvio padrão e erro padrão das assinaturas isotópicas de Carbono -  $\delta^{13}\text{C}$  (‰) dos recursos e peixes analisados na calha do Rio das Velhas. Locais: São Bartolomeu (RV-01); Bela Fama (RV-02); Santa Luzia (RV-03); Lagoa Santa (RV-04); Santa Rita do Cedro (RV-05); Senhora da Glória (RV-06); Lassance (RV-07); Barra do Guaicuí (RV-08).**

**- Algas Filamentosas e Bambu -**

Fonte: Os autores (Agosto de 2017)

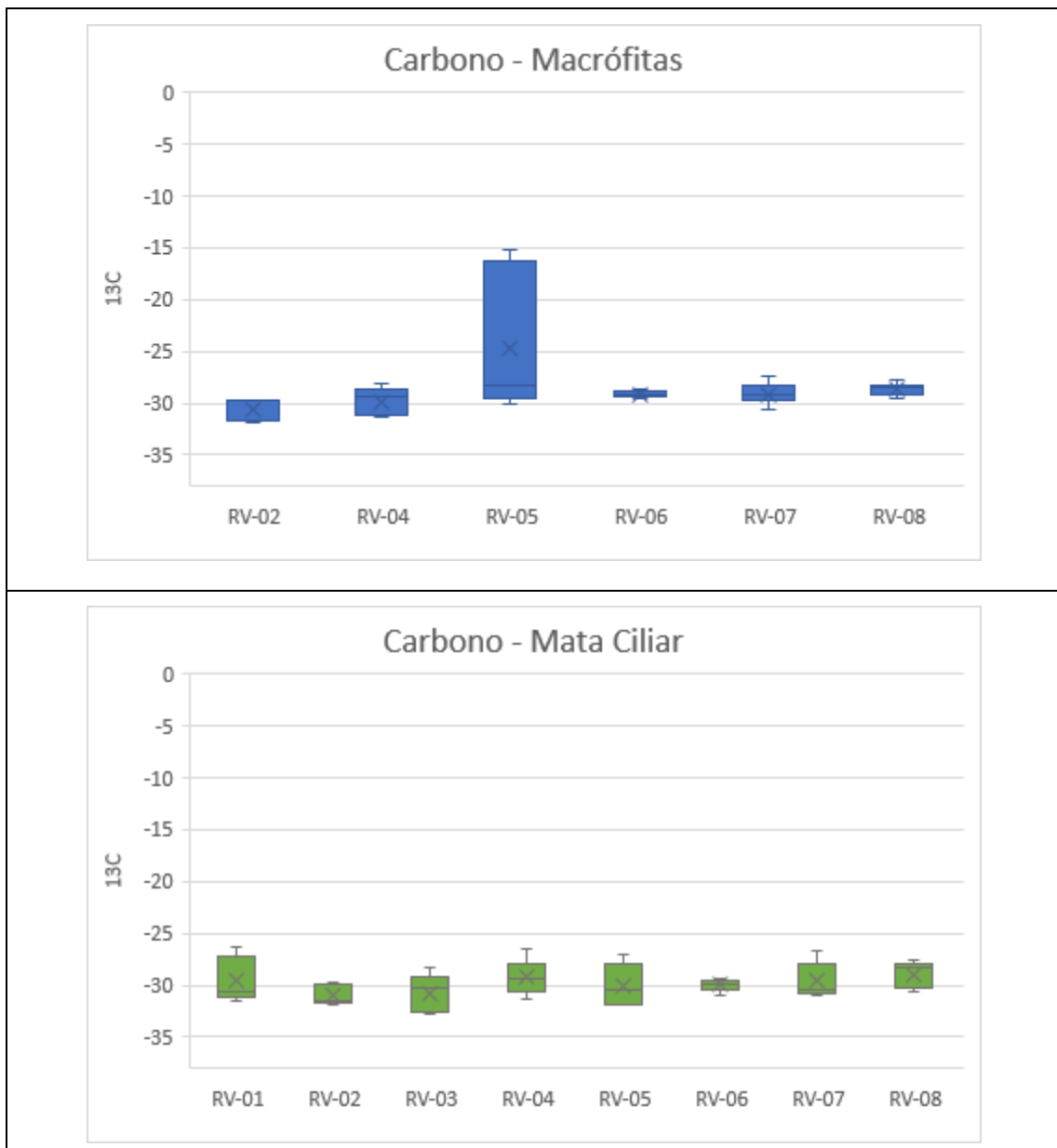


**Figura 241 (continuação). Média, desvio padrão e erro padrão das assinaturas isotópicas de Carbono -  $\delta^{13}\text{C}$  (‰) dos recursos e peixes analisados na calha do Rio das Velhas. Locais: São Bartolomeu (RV-01); Bela Fama (RV-02); Santa Luzia (RV-03); Lagoa Santa (RV-04); Santa Rita do Cedro (RV-05); Senhora da Glória (RV-06); Lassance (RV-07); Barra do Guaicuí (RV-08).**

**- Folhiço e Gramíneas -**

Fonte: Os autores (Agosto de 2017)

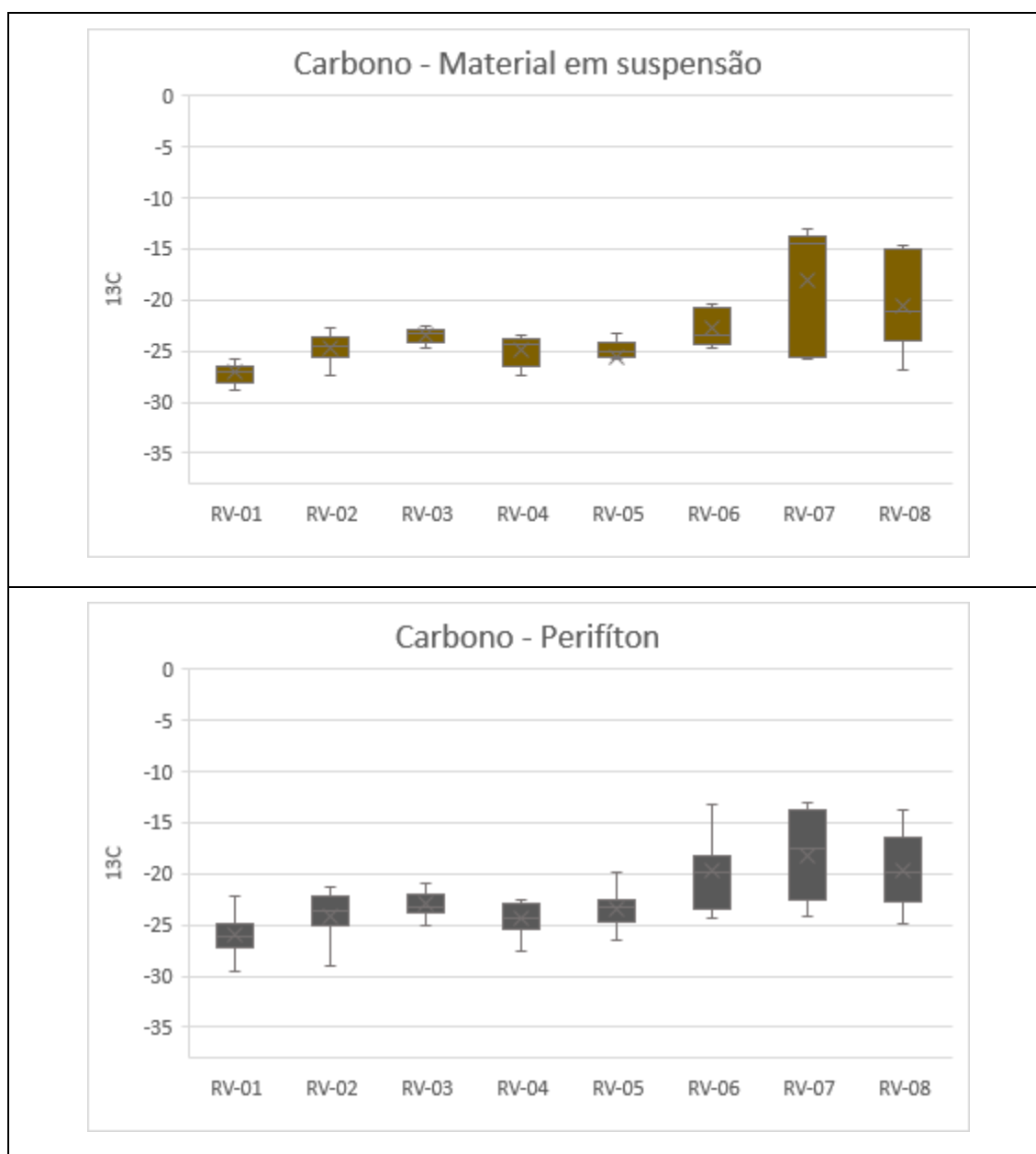




**Figura 241 (continuação). Média, desvio padrão e erro padrão das assinaturas isotópicas de Carbono -  $\delta^{13}C$  (‰) dos recursos e peixes analisados na calha do Rio das Velhas. Locais: São Bartolomeu (RV-01); Bela Fama (RV-02); Santa Luzia (RV-03); Lagoa Santa (RV-04); Santa Rita do Cedro (RV-05); Senhora da Glória (RV-06); Lassance (RV-07); Barra do Guaiçuí (RV-08).**

**- Macrófitas e Mata Ciliar -**

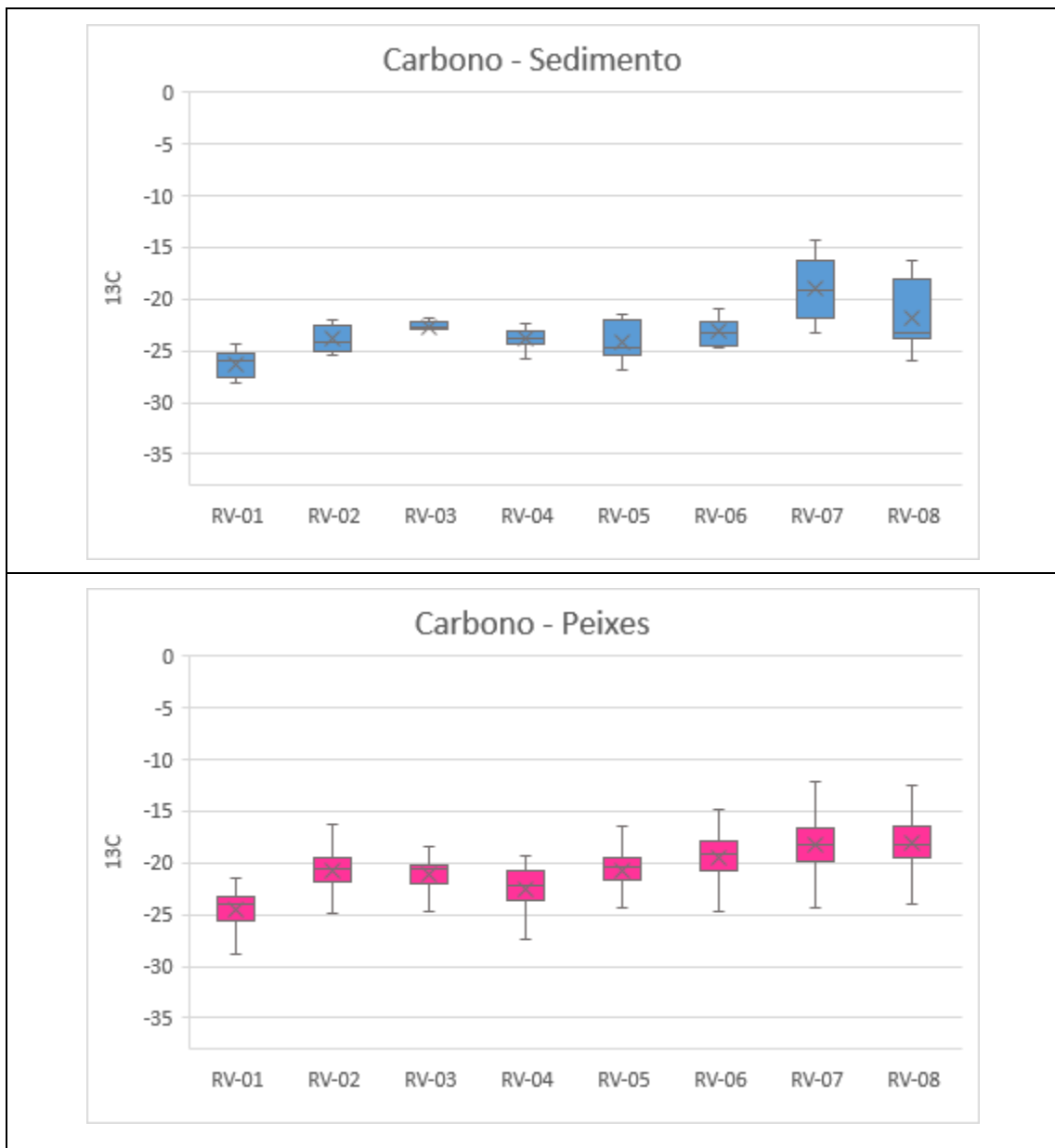
Fonte: Os autores (Agosto de 2017)



**Figura 241 (continuação). Média, desvio padrão e erro padrão das assinaturas isotópicas de Carbono -  $\delta^{13}\text{C}$  (‰) dos recursos e peixes analisados na calha do Rio das Velhas. Locais: São Bartolomeu (RV-01); Bela Fama (RV-02); Santa Luzia (RV-03); Lagoa Santa (RV-04); Santa Rita do Cedro (RV-05); Senhora da Glória (RV-06); Lassance (RV-07); Barra do Guaicuí (RV-08).**

**- Material em Suspensão e Perifíton -**

Fonte: Os autores (Agosto de 2017)

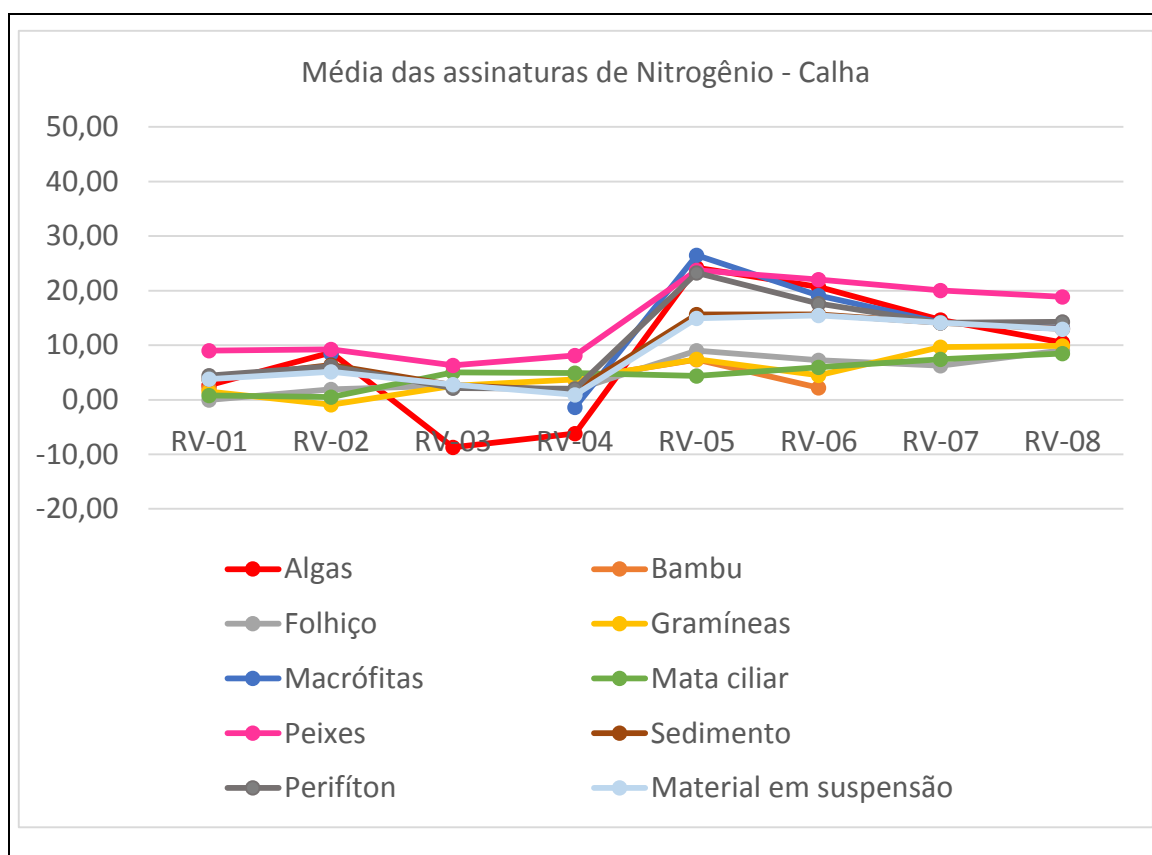


**Figura 241 (continuação). Média, desvio padrão e erro padrão das assinaturas isotópicas de Carbono -  $\delta^{13}\text{C}$  (‰) dos recursos e peixes analisados na calha do Rio das Velhas. Locais: São Bartolomeu (RV-01); Bela Fama (RV-02); Santa Luzia (RV-03); Lagoa Santa (RV-04); Santa Rita do Cedro (RV-05); Senhora da Glória (RV-06); Lassance (RV-07); Barra do Guaicuí (RV-08).**

**- Sedimento e Peixes -**

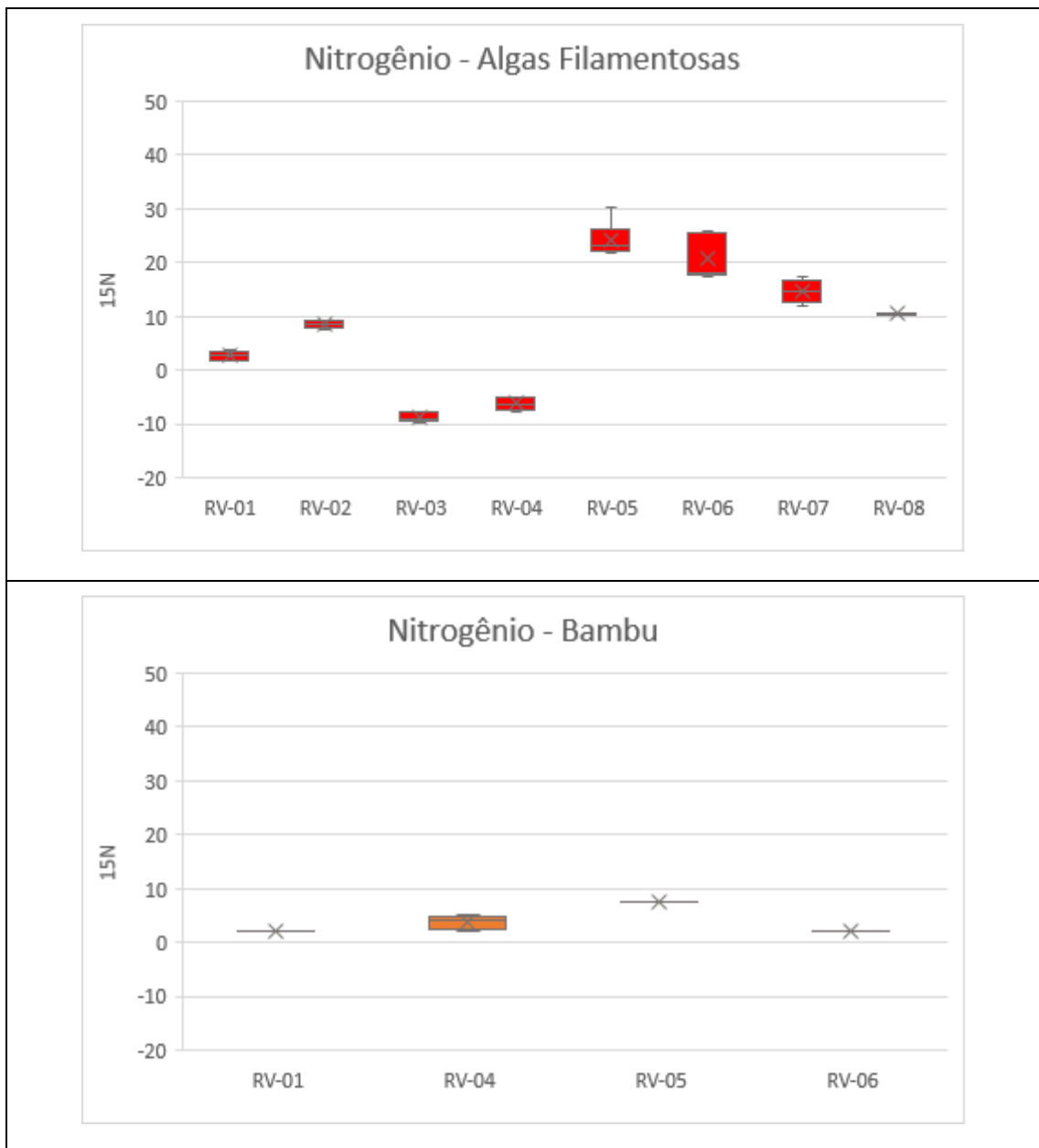
Fonte: Os autores (Agosto de 2017)

As composições isotópicas de Nitrogênio -  $\delta^{15}\text{N}$  dos peixes e dos recursos na calha principal do rio das Velhas apresentaram um maior enriquecimento nos pontos à jusante da RMBH (após RV-04), com uma diminuição nesse enriquecimento no ponto mais próximo à foz (ponto RV-08) (Figura 242). Tal resultado indica que a presença de esgoto está influenciando o ciclo do Nitrogênio nos pontos mais próximos da RMBH e que com a diluição desse esgoto à medida que se distancia da fonte poluidora e se aproxima da foz do Rio das Velhas, essa influência passa a ser menor. Vale ressaltar que resultados como esses também indicam uma eficiência do isótopo de Nitrogênio em detectar a presença de poluentes nos ambientes aquáticos (Figura 243).



**Figura 242. Média geral das assinaturas isotópicas de Nitrogênio -  $\delta^{15}\text{N}$  (‰) dos recursos do ambiente e dos peixes analisados na calha do Rio das Velhas. Locais: São Bartolomeu (RV-01); Bela Fama (RV-02); Santa Luzia (RV-03); Lagoa Santa (RV-04); Santa Rita do Cedro (RV-05); Senhora da Glória (RV-06); Lassance (RV-07); Barra do Guaicuí (RV-08).**

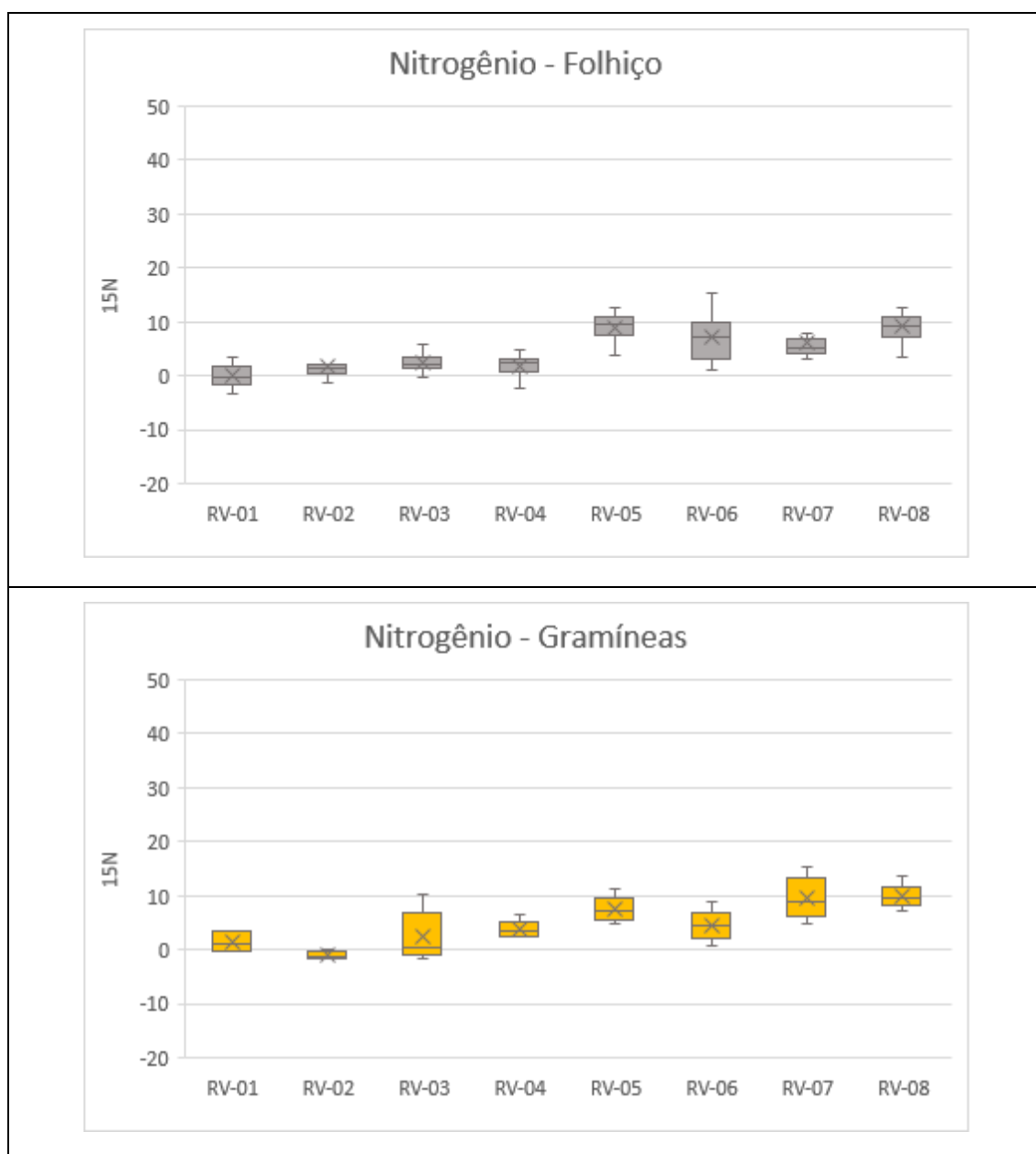
Fonte: Os autores (Agosto de 2017)



**Figura 243. Média, desvio padrão e erro padrão das assinaturas isotópicas de Nitrogênio -  $\delta^{15}\text{N}$  (‰) dos recursos e peixes analisados na calha do Rio das Velhas. Locais: São Bartolomeu (RV-01); Bela Fama (RV-02); Santa Luzia (RV-03); Lagoa Santa (RV-04); Santa Rita do Cedro (RV-05); Senhora da Glória (RV-06); Lassance (RV-07); Barra do Guaicuí (RV-08).**

**- Algas Filamentosas e Bambu -**

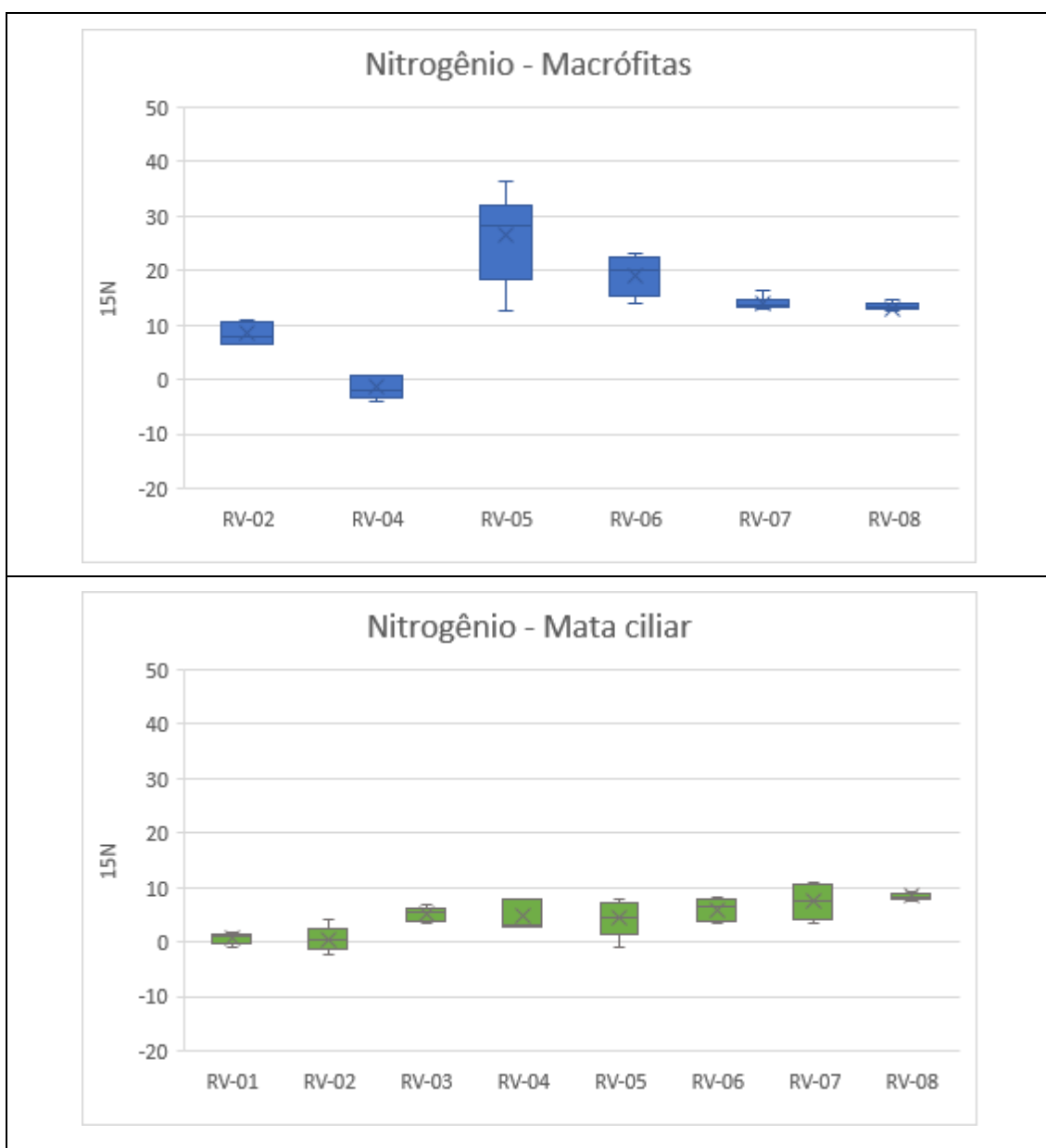
Fonte: Os autores (Agosto de 2017)



**Figura 243 (continuação). Média, desvio padrão e erro padrão das assinaturas isotópicas de Nitrogênio -  $\delta^{15}\text{N}$  (‰) dos recursos e peixes analisados na calha do Rio das Velhas. Locais: São Bartolomeu (RV-01); Bela Fama (RV-02); Santa Luzia (RV-03); Lagoa Santa (RV-04); Santa Rita do Cedro (RV-05); Senhora da Glória (RV-06); Lassance (RV-07); Barra do Guaicuí (RV-08).**

**- Folhiço e Gramíneas -**

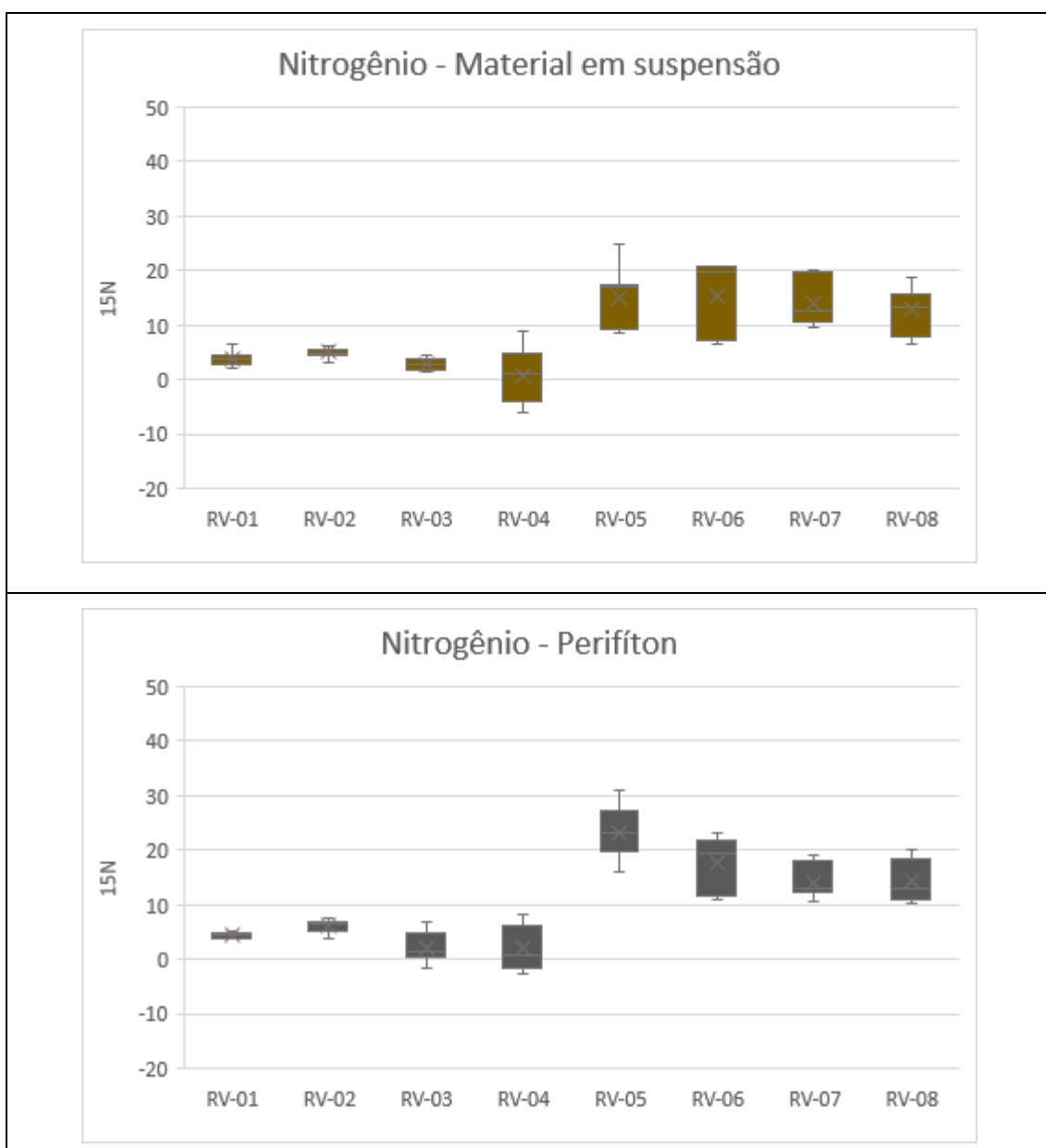
Fonte: Os autores (Agosto de 2017)



**Figura 243 (continuação). Média, desvio padrão e erro padrão das assinaturas isotópicas de Nitrogênio -  $\delta^{15}\text{N}$  (‰) dos recursos e peixes analisados na calha do Rio das Velhas. Locais: São Bartolomeu (RV-01); Bela Fama (RV-02); Santa Luzia (RV-03); Lagoa Santa (RV-04); Santa Rita do Cedro (RV-05); Senhora da Glória (RV-06); Lassance (RV-07); Barra do Guaicuí (RV-08).**

**- Macrófitas e Mata Ciliar -**

Fonte: Os autores (Agosto de 2017)

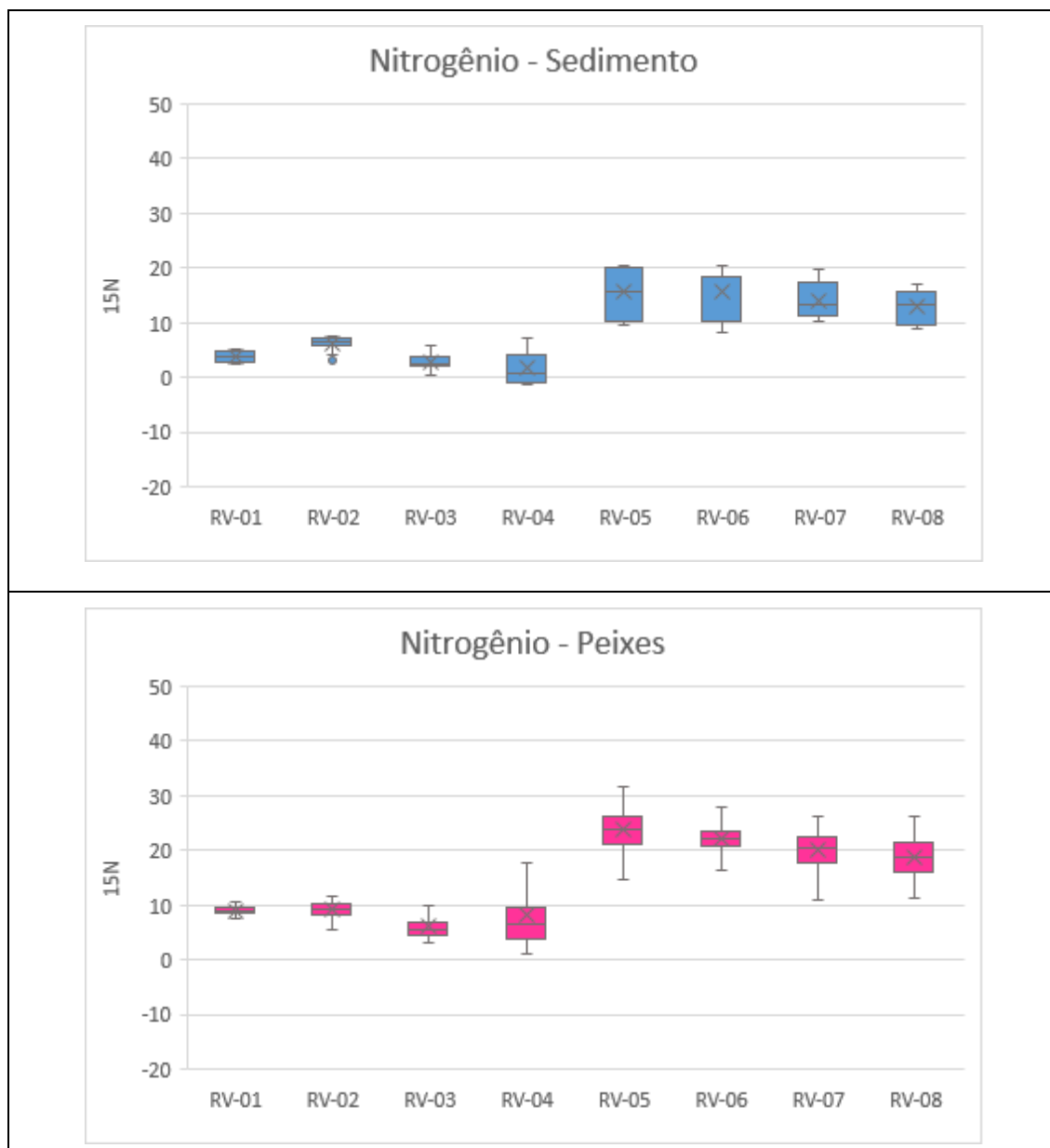


**Figura 243 (continuação). Média, desvio padrão e erro padrão das assinaturas isotópicas de Nitrogênio -  $\delta^{15}\text{N}$  (‰) dos recursos e peixes analisados na calha do Rio das Velhas. Locais: São Bartolomeu (RV-01); Bela Fama (RV-02); Santa Luzia (RV-03); Lagoa Santa (RV-04); Santa Rita do Cedro (RV-05); Senhora da Glória (RV-06); Lassance (RV-07); Barra do Guaicuí (RV-08).**

**- Material em Suspensão e Perifíton -**

Fonte: Os autores (Agosto de 2017)





**Figura 243 (continuação). Média, desvio padrão e erro padrão das assinaturas isotópicas de Nitrogênio -  $\delta^{15}N$  (‰) dos recursos e peixes analisados na calha do Rio das Velhas. Locais: São Bartolomeu (RV-01); Bela Fama (RV-02); Santa Luzia (RV-03); Lagoa Santa (RV-04); Santa Rita do Cedro (RV-05); Senhora da Glória (RV-06); Lassance (RV-07); Barra do Guaicuí (RV-08).**

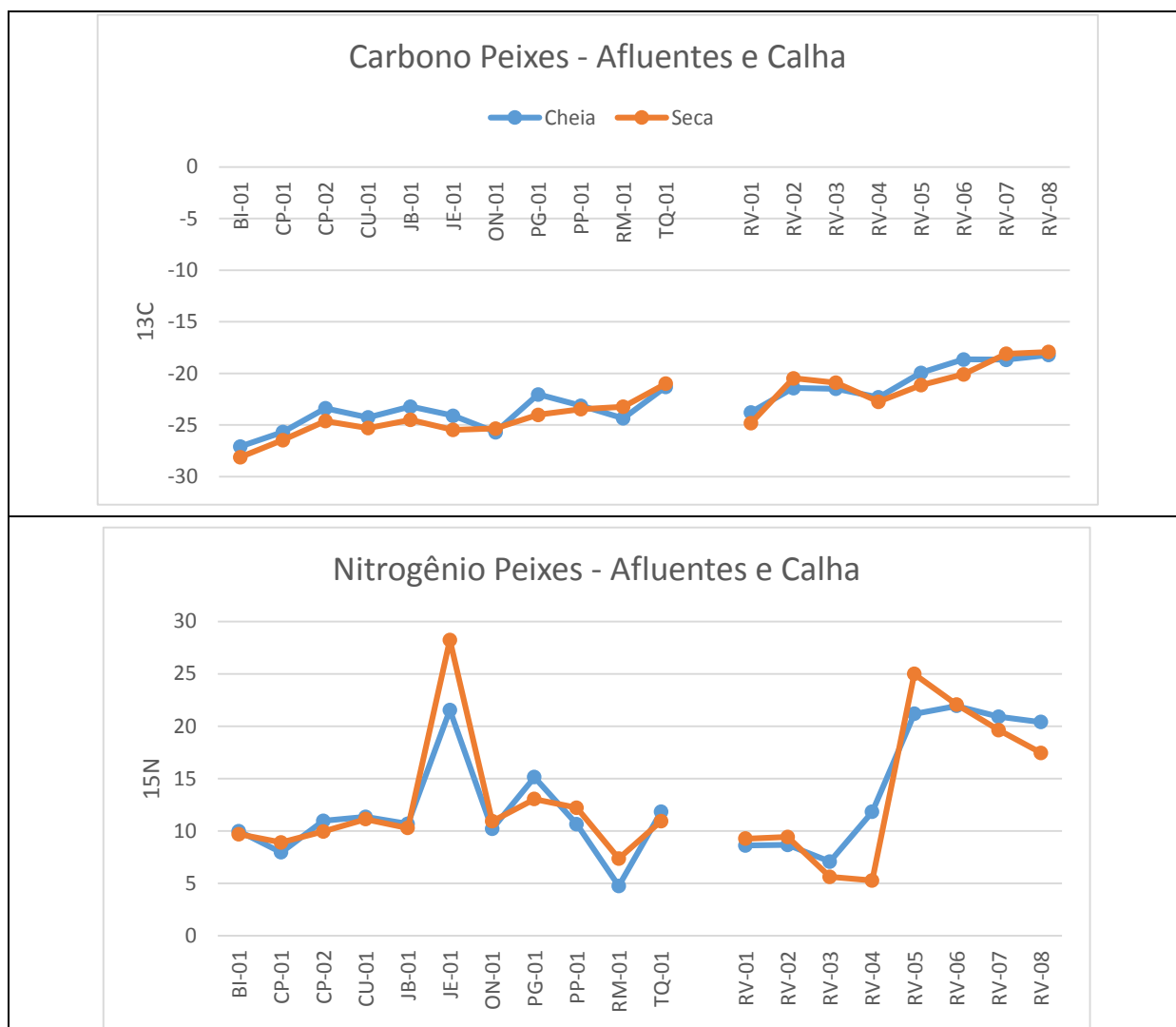
**- Sedimento e Peixes -**

Fonte: Os autores (Agosto de 2017)

Apesar de haver variação na composição da comunidade de peixes de cada ponto amostral entre as estações seca e chuvosa, não foi possível observar grandes variações na composição isotópica de Carbono na calha e nos afluentes (Figura 244).

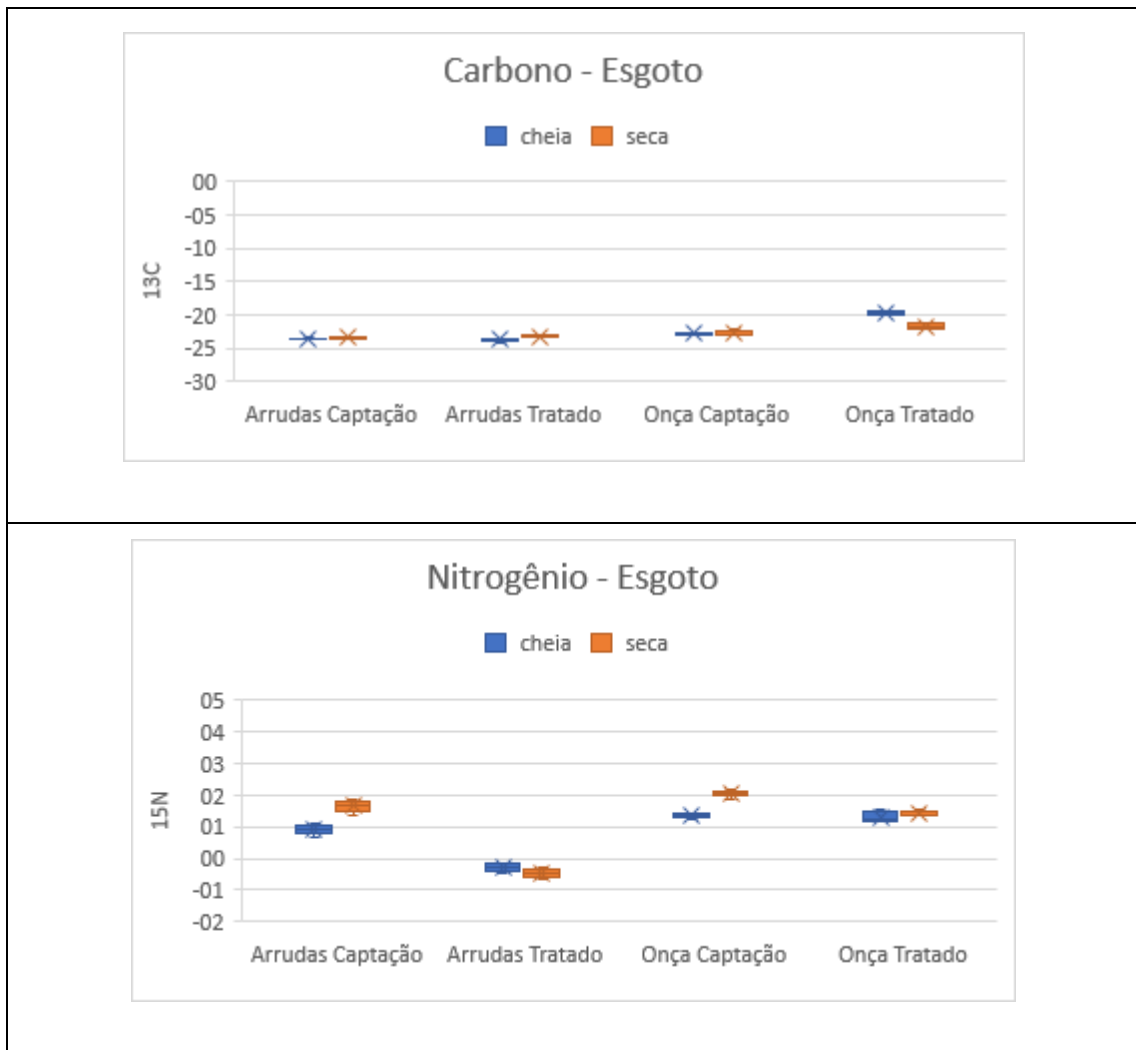
Entretanto, na maioria dos pontos amostrais a comunidade de peixes apresenta uma assinatura mais empobrecida na estação seca. Isto pode indicar um maior aporte de esgotos nas comunidades com o revolvimento do fundo do rio, nos períodos de maior vazão. Já a composição isotópica de Nitrogênio dos peixes variou mais entre as estações seca e cheia, em especial nos pontos JE-01, RV-04 e RV-05 e RV-08 (Figura 244).

A composição isotópica de Carbono do esgoto coletado nas UTE Onça e Arrudas não variou (ou apresentou mínima variação) entre amostras coletadas antes e depois do tratamento, entre estações de tratamento e entre as estações seca e chuvosa (Figura 246). A composição isotópica de Nitrogênio por sua vez foi diferente entre as amostras tratadas e não tratadas (captação) em ambas estações de tratamento de esgoto. Além disso, o esgoto tratado da UTE Onça se mostrou um pouco mais enriquecido do que o esgoto tratado da UTE Arrudas (Figura 238).



**Figura 244. Variação na composição isotópica de Carbono e Nitrogênio dos peixes amostrados nos afluentes e na calha do rio das Velhas, nas estações seca e chuvosa. Afluentes: Bicudo (BI-01); Cipó (CP-01); Cipó (CP-02); Curimataí (CU-01); Jaboticatubas (JB-01); Jequitibá (JE-01); Onça (ON-01); Pardo Grande (PG-01); Pardo Pequeno (PP-01); Rib. da Mata (RM-01); Taquaraçu (TQ-01). Locais: São Bartolomeu (RV-01); Bela Fama (RV-02); Santa Luzia (RV-03); Lagoa Santa (RV-04); Santa Rita do Cedro (RV-05); Senhora da Glória (RV-06); Lassance (RV-07); Barra do Guaicuí (RV-08).**

Fonte: Os autores (Agosto de 2017)

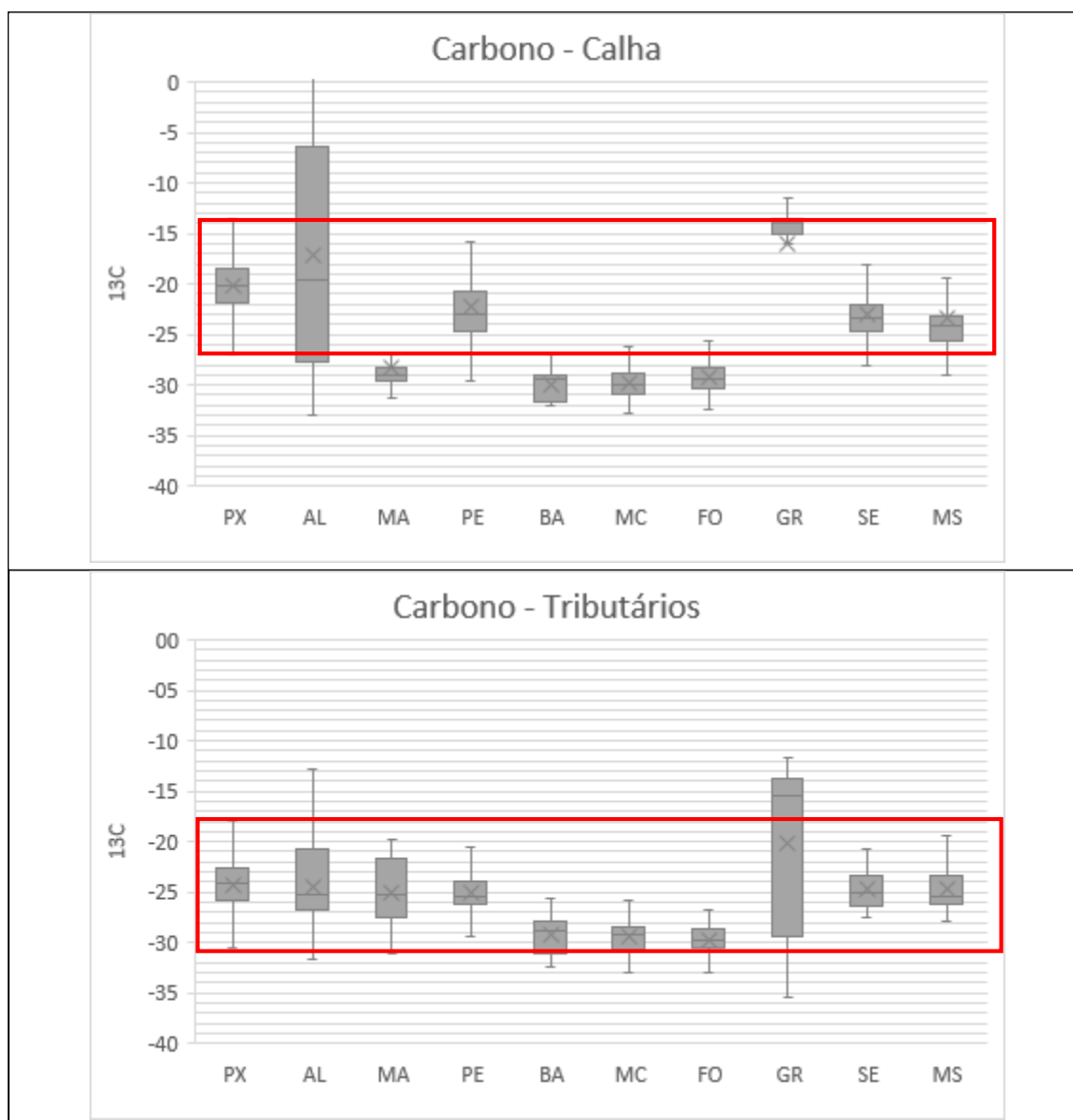


**Figura 245. Variação na composição isotópica de Carbono e Nitrogênio nas amostras de esgoto coletadas nas UTE Onça e UTE Arrudas antes e após o tratamento de esgoto.**

Fonte: Os autores (Agosto de 2017)

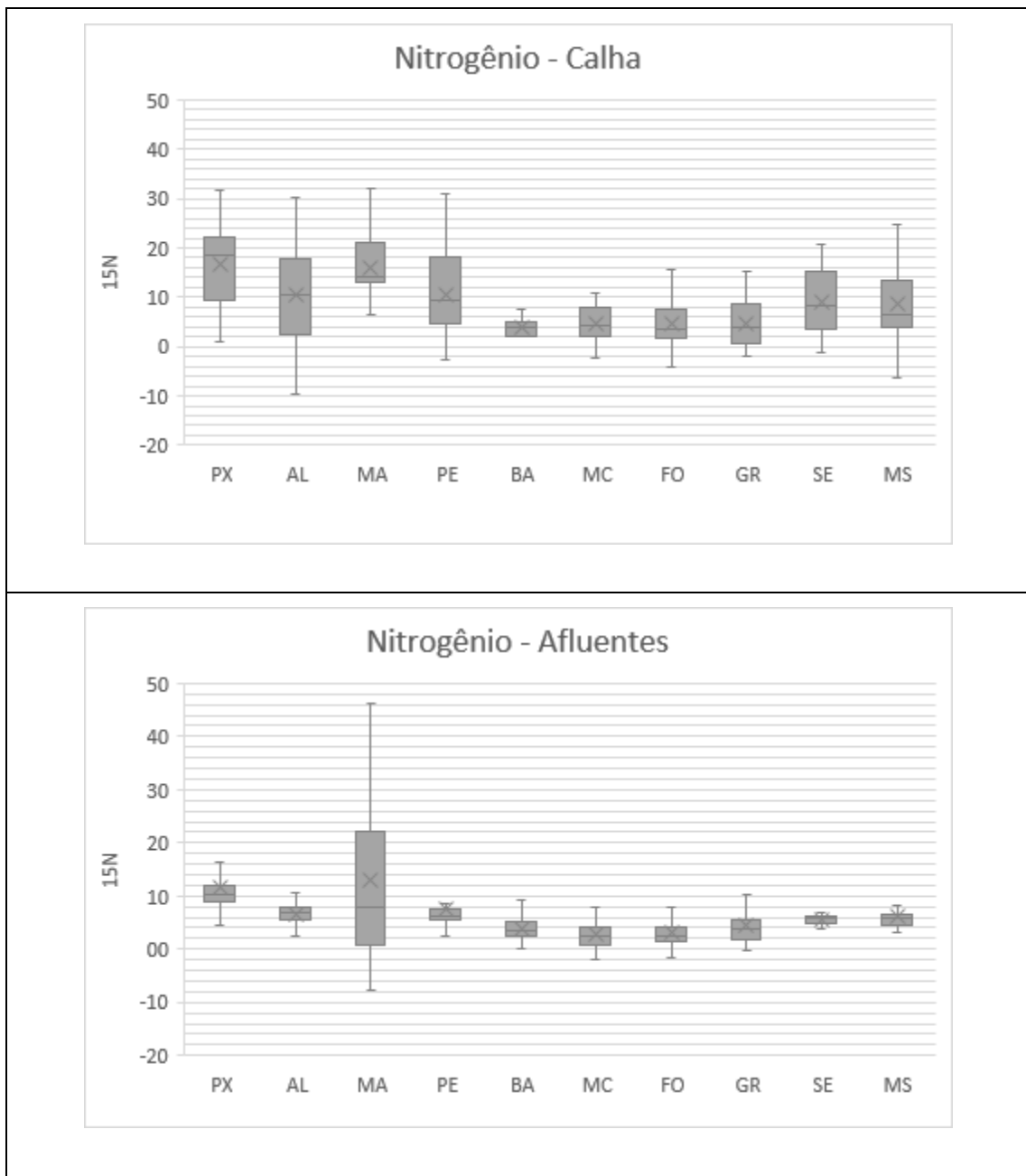
Ao se comparar as assinaturas de Carbono -  $\delta^{13}\text{C}$  dos recursos e peixes de todos os pontos amostrados em conjunto, pode-se observar que a assinatura refletida nos tecidos dos peixes é coincidente com as assinaturas dos recursos “algas filamentosas”, “perifíton”, “gramíneas” tanto nos afluentes quanto na calha (Figura 246). Tal resultado indica que esses recursos podem ser os mais utilizados pela comunidade de peixes da bacia do rio das Velhas, seja diretamente, seja através da ingestão de invertebrados que se alimentam destes recursos. Por outro lado, nos afluentes, praticamente todos os recursos tiveram seu intervalo de assinaturas no mesmo intervalo das assinaturas da comunidade de peixes. Interessante notar que a mata ciliar parece ter sido mais consumida pelos peixes nos afluentes do que na calha, uma vez que sua assinatura isotópica está no mesmo intervalo da dos peixes. As melhores condições de preservação nos afluentes e a maior proximidade da vegetação ciliar (devido ao menor porte dos rios) pode ser a explicação para esse maior consumo.

Outro resultado que chama a atenção é o elevado enriquecimento na assinatura de Nitrogênio  $\delta^{15}\text{N}$  das macrófitas nos afluentes e na calha (Figura 247), chegando a ser mais enriquecida do que a assinatura dos consumidores (peixes). Nos afluentes, esse maior enriquecimento de Nitrogênio é influenciado pelas amostras coletadas no afluente Jequitibá. Na calha, as amostras mais enriquecidas foram aquelas coletadas próximas à RMBH. Portanto, tal resultado sugere que esse recurso pode ser uma boa ferramenta na predição dos níveis de poluição em toda a bacia. Entretanto esse recurso não é presente em todos os pontos. Por outro lado, algas e perifíton também apresentaram elevado enriquecimento – mesmo que em menor escala – em locais mais poluídos (pontos da calha) e são recursos mais facilmente amostrados por toda a bacia. Portanto funcionariam como bons preditores dos níveis de poluição da bacia.



**Figura 246. Variação na composição isotópica de Carbono nos peixes e recursos amostrados na Bacia do rio das Velhas. Siglas: Peixes (PX); Algas filamentosas (AL); Macrófitas (MA); Perifíton (PE); Bambu (BA); Mata ciliar (MC); Folhíço (FO); Gramíneas (GR), Sedimento (SE); Material em suspensão (MS).**

Fonte: Os autores (Agosto de 2017)



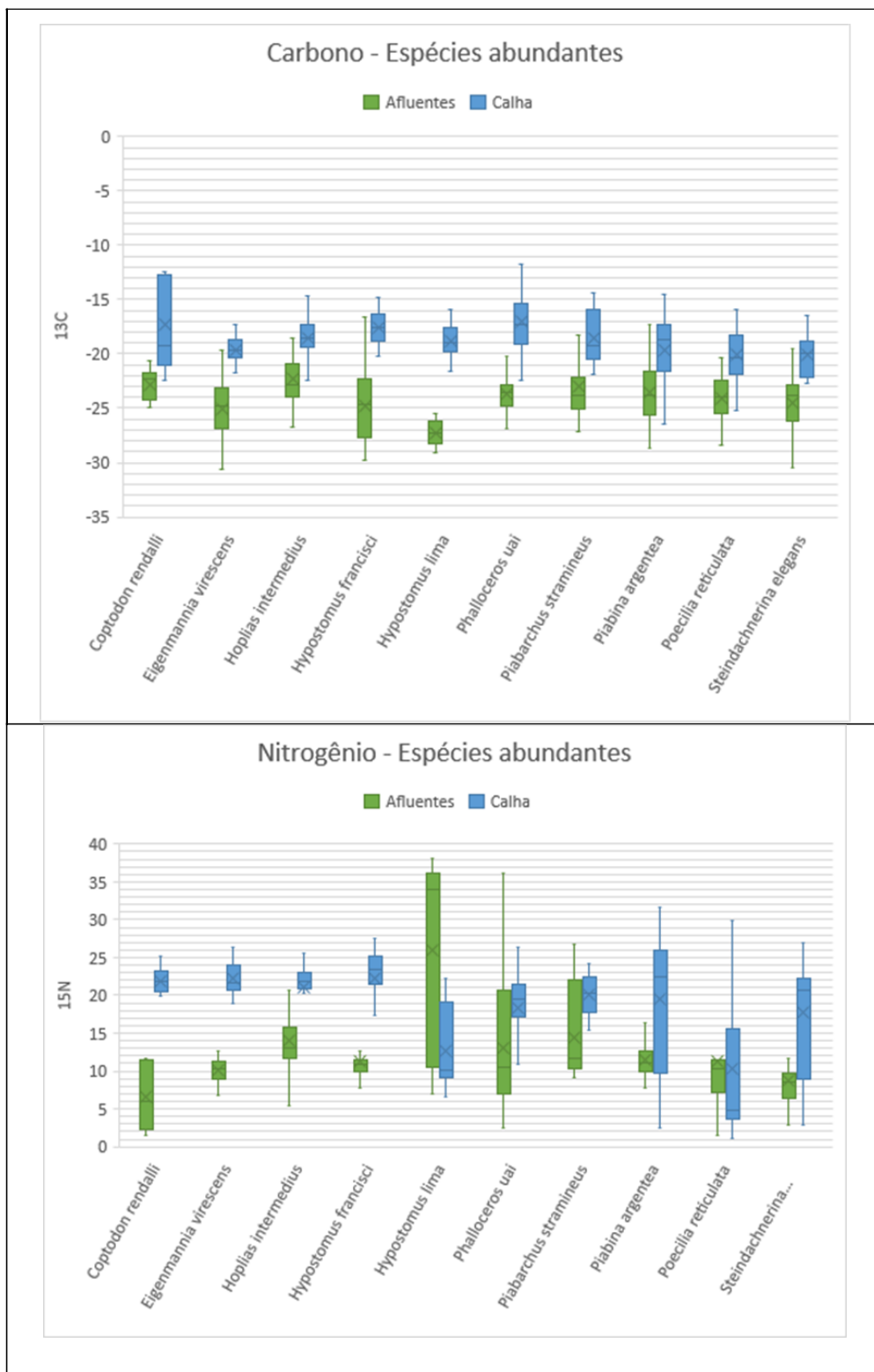
**Figura 247. Variação na composição isotópica de Nitrogênio nos peixes e recursos amostrados na Bacia do rio das Velhas. Siglas: Peixes (PX); Algas filamentosas (AL); Macrófitas (MA); Perifíton (PE); Bambu (BA); Mata ciliar (MC); Folhíço (FO); Gramíneas (GR), Sedimento (SE); Material em suspensão (MS).**

Fonte: Os autores (Agosto de 2017)

Ao se comparar as assinaturas de Carbono -  $\delta^{13}\text{C}$  (‰) das dez espécies de peixes mais abundantes e comuns à calha e aos afluentes, pode-se observar que quase todas espécies apresentaram uma variação nos valores e na amplitude das assinaturas isotópicas (Tabela 21, Figura 248). Os valores mais enriquecidos de Carbono (acima de  $-12\text{‰}$ ) foram observados nos peixes amostrados na calha. Valores mais enriquecidos de Carbono são observados em plantas C4 que utilizam a enzima de carboxilação fosfenolpiruvato (PEP) carboxilase que reduz o  $\text{CO}_2$  a ácido aspártico ou málico, e apresentam valores isotópicos em torno de  $-14\text{‰}$  (de  $-7$  a  $-16\text{‰}$ ). Portanto, os peixes da calha podem estar tendo sua alimentação baseada nos produtores primários que utilizam essa via de descarboxilação, uma vez que nos que utilizam a via C3 (com a enzima RUBISCO) as assinaturas de  $\delta^{13}\text{C}$  geralmente variam de  $-34$  a  $-22\text{‰}$  (LOPES & BENEDITO-CECÍLIO, 2002). As plantas C4 são representadas principalmente por vegetação oriunda de atividades agrícolas (ex: cana de açúcar, milho e gramíneas). Por outro lado, plantas C3 (mata ciliar) representam ecossistemas naturais. Portanto, essa maior assimilação de fontes C4 por esses peixes pode ser reflexo de um baixo nível de preservação das áreas próximas a calha do Rio das Velhas, com a agricultura tendo influência sob a teia trófica aquática.

O mesmo padrão de enriquecimento foi observado para as assinaturas de Nitrogênio -  $\delta^{15}\text{N}$ , com todas as espécies de peixes sendo mais enriquecidas na calha do Rio das Velhas, com exceção do *Hypostomus lima* que foi mais enriquecido nos afluentes (Tabela 21, Figura 248). Esses resultados reforçam a ideia de que a condição de preservação na calha do rio das Velhas é inferior à dos afluentes, com o esgoto da RMBH tendo influência direta no ciclo do Nitrogênio e sendo refletida na maioria das espécies de peixes, e ao longo de toda teia trófica.





**Figura 248. Variação na composição isotópica de Carbono e Nitrogênio das 10 espécies de peixes mais abundantes e comuns à calha e aos afluentes do Rio das Velhas.**

Fonte: Os autores (Agosto de 2017)

**Tabela 21. Amplitudes das assinaturas isotópicas de Carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ , em ‰) e Nitrogênio ( $\delta^{15}\text{N}$ , em ‰) das 10 espécies de peixes mais abundantes e comuns à calha principal e aos afluentes do rio das Velhas (2015-2016).**

Espécies	Afluentes				Calha			
	$^{13}\text{C}$		$^{15}\text{N}$		$^{13}\text{C}$		$^{15}\text{N}$	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
<i>Coptodon rendalli</i>	-24.91	-20.59	1.46	11.69	-22.46	-12.42	4.75	31.10
<i>Eigenmannia virescens</i>	-30.66	-19.64	6.75	12.71	-25.04	-15.47	18.91	26.32
<i>Hoplias intermedius</i>	-26.78	-18.60	5.50	24.38	-23.05	-12.93	7.36	26.68
<i>Hypostomus francisci</i>	-29.74	-16.55	7.80	22.53	-22.68	-14.77	6.54	27.47
<i>Hypostomus lima</i>	-29.04	-25.48	6.92	38.12	-21.56	-15.86	6.56	22.32
<i>Phalloceros uai</i>	-28.77	-20.26	2.47	36.14	-22.49	-11.71	7.54	29.15
<i>Piabarcus stramineus</i>	-27.18	-16.49	9.15	26.73	-21.94	-14.33	15.49	24.25
<i>Piabina argentea</i>	-28.64	-17.30	7.79	26.12	-26.41	-14.47	2.57	31.58
<i>Poecilia reticulata</i>	-28.42	-20.35	1.58	33.56	-25.21	-15.98	1.13	29.84
<i>Steindachnerina elegans</i>	-34.12	-19.48	2.87	29.13	-22.71	-16.40	2.78	26.97

Fonte: Os autores (Agosto de 2017)

Segue abaixo na Tabela 22 a lista das espécies que foram utilizadas nas análises de isótopos estáveis com a respectiva numeração em que aparecerão adiante nas Figuras 249 a 254 que ilustram as últimas análises.

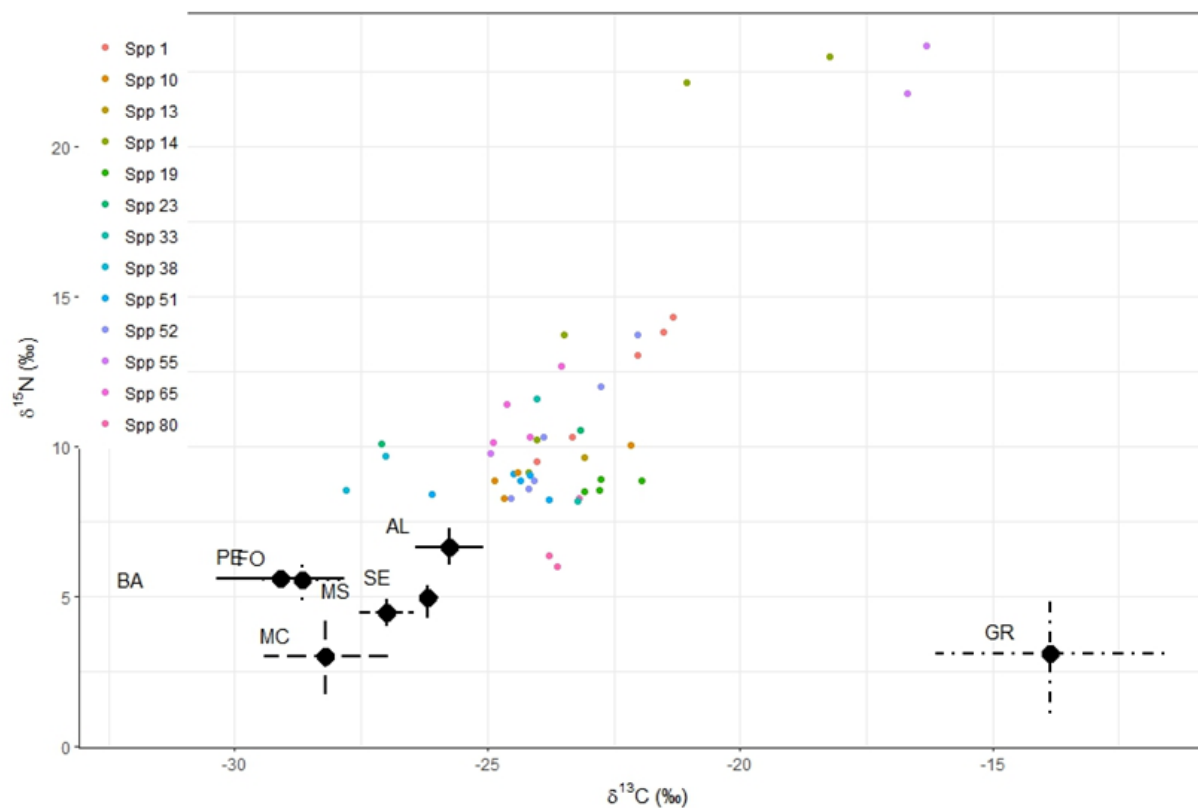
**Tabela 22. Lista das espécies e os respectivos códigos (Nº) utilizados nas representações gráficas de isótopos estáveis anteriormente apresentadas.**

Espécie	Nº	Espécie	Nº	Espécie	Nº
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	1	<i>Hemigrammus marginatus</i>	29	<i>Oligosarcus argenteus</i>	57
<i>Anchoviella vaillanti</i>	2	<i>Hisonotus sp.2</i>	30	<i>Oreochromis niloticus</i>	58
<i>Apareiodon hasemani</i>	3	<i>Hisonotus sp.3</i>	31	<i>Orthospinus franciscensis</i>	59
<i>Apareiodon ibitiensis</i>	4	<i>Homodiaetus sp.</i>	32	<i>Pachyurus francisci</i>	60
<i>Astyanax eigenmanniorum</i>	5	<i>Hoplias intermedius</i>	33	<i>Pareiorhaphis mutuca</i>	61
<i>Astyanax fasciatus</i>	6	<i>Hoplias malabaricus</i>	34	<i>Phalloceros uai</i>	62
<i>Astyanax intermedius</i>	7	<i>Hoplosternum littorale</i>	35	<i>Phenacorhamdia tenebrosa</i>	63
<i>Astyanax lacustris</i>	8	<i>Hypostomus auroguttatus</i>	36	<i>Piabina argentea</i>	64
<i>Astyanax rivularis</i>	9	<i>Hypostomus commersoni</i>	37	<i>Pimelodus fur</i>	65
<i>Astyanax taeniatus</i>	10	<i>Hypostomus francisci</i>	38	<i>Pimelodus maculatus</i>	66
<i>Australoheros facetus</i>	11	<i>Hypostomus lima</i>	39	<i>Pimelodus pohli</i>	67
<i>Bergiaria westermanni</i>	12	<i>Hypostomus macrops</i>	40	<i>Poecilia reticulata</i>	68
<i>Brycon orthotaenia</i>	13	<i>Hypostomus margaritifer</i>	41	<i>Prochilodus costatus</i>	69
<i>Piabarchus stramineus</i>	14	<i>Hypostomus sp.2</i>	42	<i>Pygocentrus piraya</i>	70
<i>Bryconops affinis</i>	15	<i>Hypostomus sp.3</i>	43	<i>Rhamdia quelen</i>	71
<i>Callichthys callichthys</i>	16	<i>Hypostomus sp.5</i>	44	<i>Rhinelepis aspera</i>	72
<i>Characidium fasciatum</i>	17	<i>Knodus moenkhausii</i>	45	<i>Roeboides xenodon</i>	73
<i>Characidium zebra</i>	18	<i>Lepidocharax burnsi</i>	46	<i>Salminus franciscanus</i>	74
<i>Cichlasoma sanctifranciscense</i>	19	<i>Leporellus vittatus</i>	47	<i>Schizodon knerii</i>	75
<i>Coptodon rendalli</i>	20	<i>Leporinus amblyrhynchus</i>	48	<i>Serrapinnus heterodon</i>	76
<i>Crenicichla lepidota</i>	21	<i>Leporinus marcgravi</i>	49	<i>Serrapinnus piaba</i>	77
<i>Curimatella lepidura</i>	22	<i>Megaleporinus obtusidens</i>	50	<i>Serrasalmus brandtii</i>	78
<i>Eigenmannia virescens</i>	23	<i>Megaleporinus reinhardti</i>	51	<i>Stegophilus insidiosus</i>	79
<i>Gymnotus carapo</i>	24	<i>Leporinus taeniatus</i>	52	<i>Steindachnerina elegans</i>	80
<i>Harttia longipinna</i>	25	<i>Lophiosilurus alexandri</i>	53	<i>Synbranchus marmoratus</i>	81
<i>Harttia novalimensis</i>	26	<i>Moenkhausia costae</i>	54	<i>Tetragonopterus chalceus</i>	82
<i>Harttia torrenticola</i>	27	<i>Myleus micans</i>	55	<i>Trachelyopterus galeatus</i>	83
<i>Hasemanian nana</i>	28	<i>Neoplecostomus franciscoensis</i>	56	<i>Triportheus guentheri</i>	84

Fonte: Os autores (Agosto de 2017)

Tal situação também pode ser bem visualizada através dos espaços biplot. No rio Cipó (CP-02), destacado por ser o afluente de maior porte em melhor estado de conservação, é possível observar que a maior parte da comunidade de peixes apresenta valores menos enriquecidos de Carbono (à esquerda do gráfico), relacionada à recursos provenientes da mata ciliar (MC), além de perifíton (PE) na seca (Figuras 249 e 250). Por outro lado, na calha do rio das Velhas, enquanto que a montante da RMBH (RV-01 e RV-02) o perifíton (PE) ainda aparece como importante fonte, a jusante (RV-03 e RV-04; RV-05 e RV-06), grande porção da comunidade apresenta valores de assinatura de Carbono próximos à dos esgotos tratados (OT e AT), e mais próximos de gramíneas (GR). Já no baixo curso (RV-07 e RV-08) a maior parte da comunidade se desloca à direita no gráfico, indicando menor importância dos esgotos e predominância das gramíneas como fonte de Carbono (Figuras 251 a 254).

Rio CP-02 - Chuva



**Figura 249. Espaço biplot para as comunidades de peixes do rio Cipó (CP-02) na estação chuvosa. Cada ponto colorido representa um indivíduo e cada cor representa uma espécie. Os pontos pretos representam os recursos juntamente com a sua variação na assinatura de Carbono (eixo x) e Nitrogênio (eixo y). Siglas: Algas filamentosas (AL); Macrófitas (MA); Perifíton (PE); Bambu (BA); Mata ciliar (MC); Folhiço (FO); Gramíneas (GR), Sedimento (SE); Material em suspensão (MS).**

Fonte: Os autores (Agosto de 2017)

Rio CP-02 - Seca

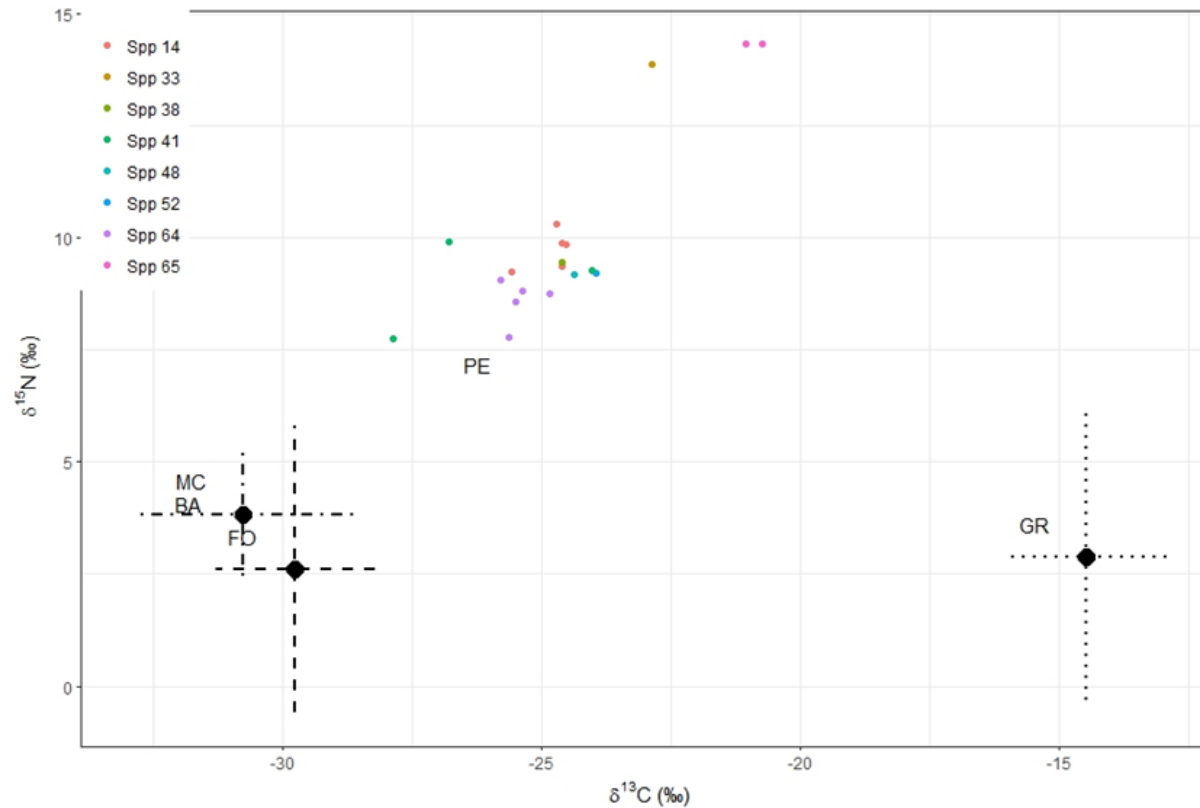
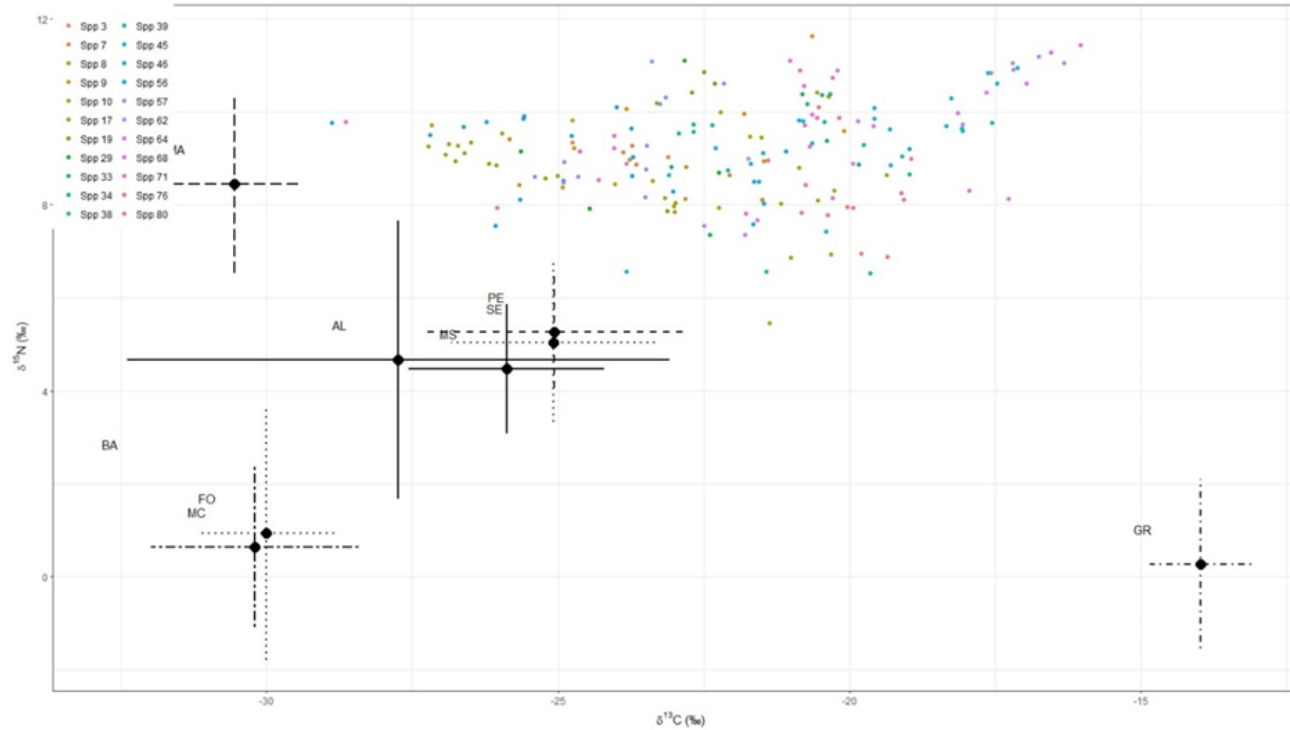


Figura 250. Espaço biplot para as comunidades de peixes do rio Cipó (CP-02) na estação seca. Cada ponto colorido representa um indivíduo e cada cor representa uma espécie. Os pontos pretos representam os recursos juntamente com a sua variação na assinatura de Carbono (eixo x) e Nitrogênio (eixo y). Siglas: Algas filamentosas (AL); Macrófitas (MA); Perifíton (PE); Bambu (BA); Mata ciliar (MC); Folhiço (FO); Gramíneas (GR), Sedimento (SE); Material em suspensão (MS).

Fonte: Os autores (Agosto de 2017)

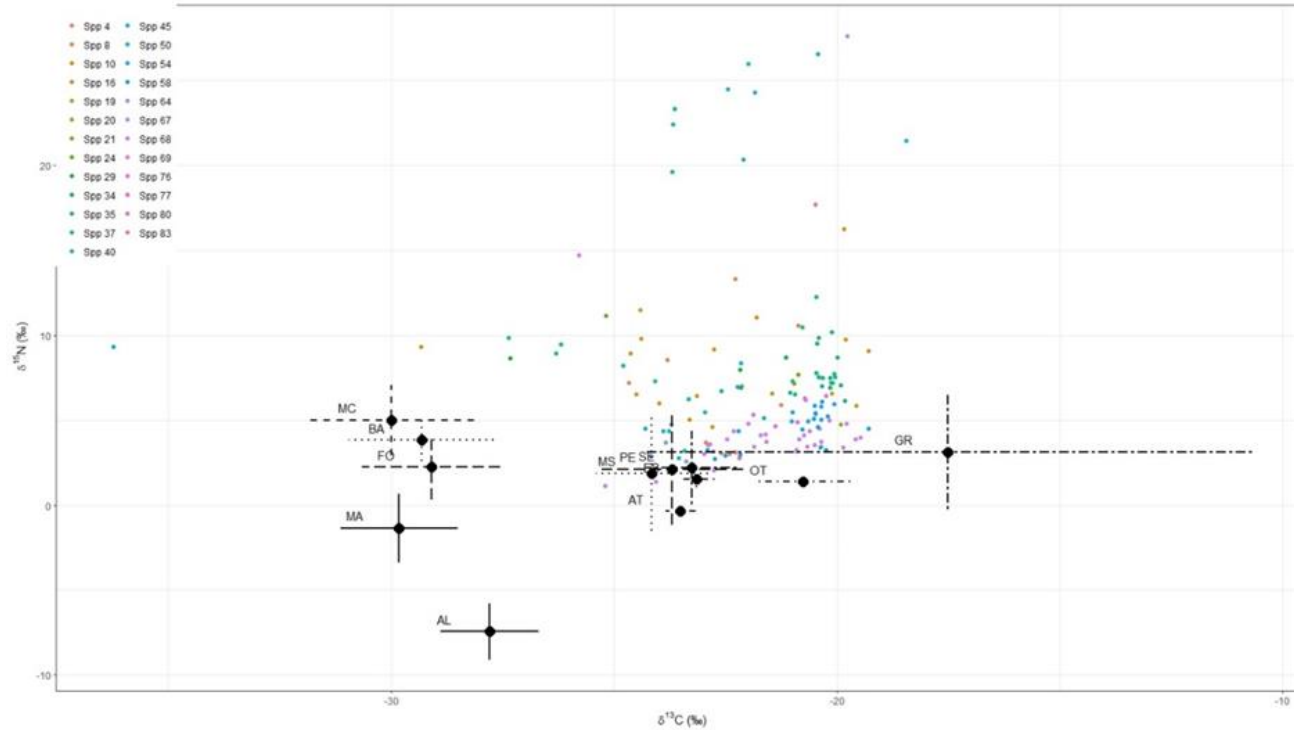
RV-01 e RV-02



**Figura 251. Espaço biplot para as comunidades de peixes das diferentes regiões do rio das Velhas. Cada ponto colorido representa um indivíduo e cada cor representa uma espécie. Os pontos pretos representam os recursos juntamente com a sua variação na assinatura de Carbono (eixo x) e Nitrogênio (eixo y). Siglas: Algas filamentosas (AL); Macrófitas (MA); Perifíton (PE); Bambu (BA); Mata ciliar (MC); Folhiço (FO); Gramíneas (GR), Sedimento (SE); Material em suspensão (MS).**

Fonte: Os autores (Agosto de 2017)

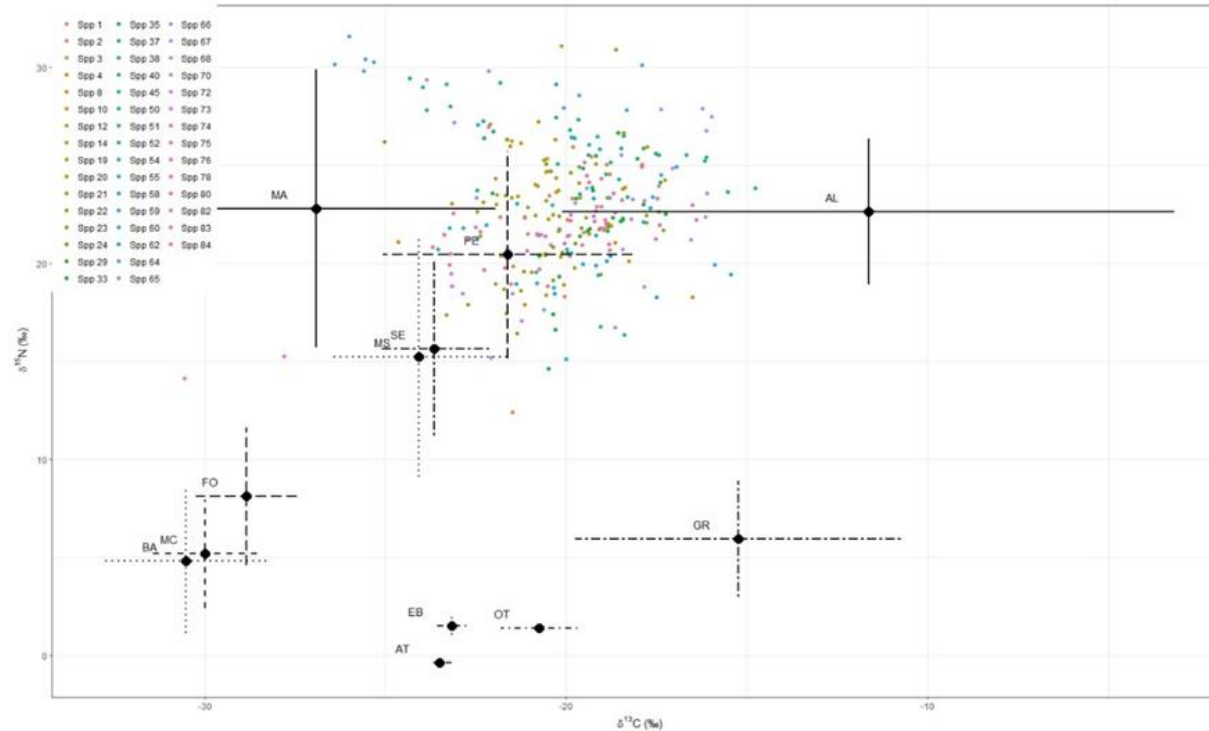
RV-03 e RV-04



**Figura 252. Espaço biplot para as comunidades de peixes das diferentes regiões do rio das Velhas. Cada ponto colorido representa um indivíduo e cada cor representa uma espécie. Os pontos pretos representam os recursos juntamente com a sua variação na assinatura de Carbono (eixo x) e Nitrogênio (eixo y). Siglas: Algas filamentosas (AL); Macrófitas (MA); Perifíton (PE); Bambu (BA); Mata ciliar (MC); Folhiço (FO); Gramíneas (GR), Sedimento (SE); Material em suspensão (MS).**

Fonte: Os autores (Agosto de 2017)

RV-05 e RV-06

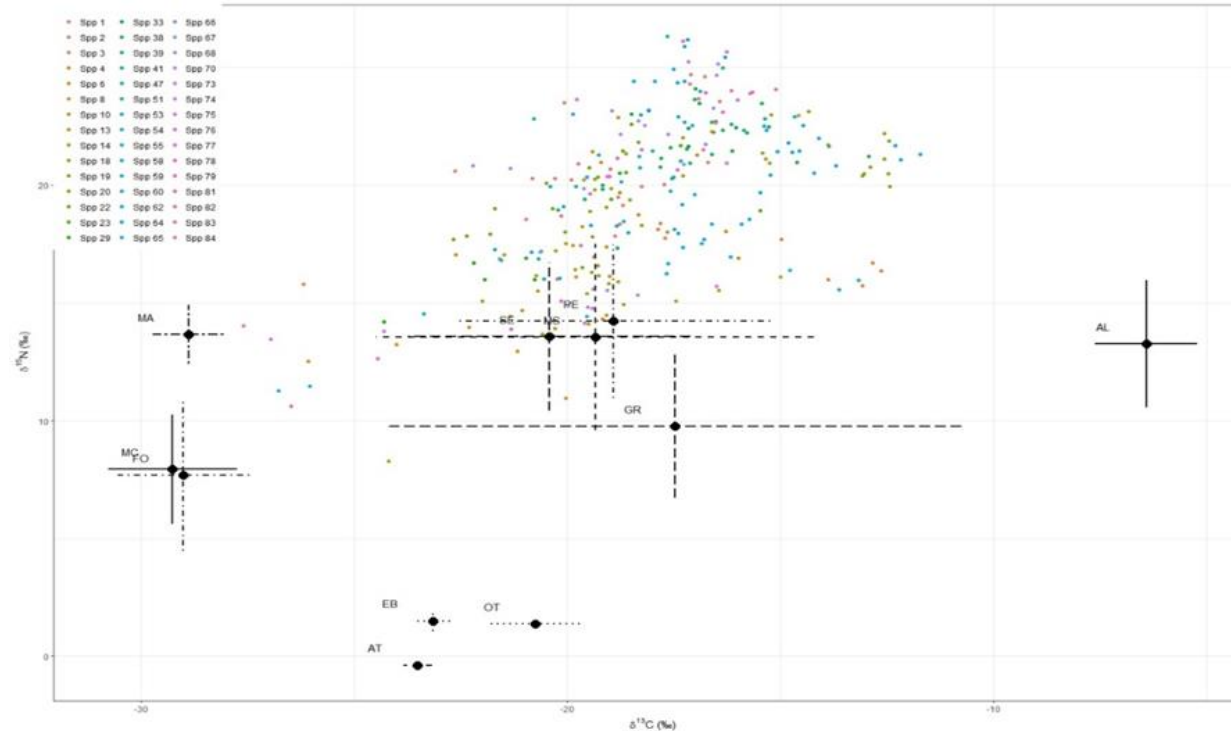


**Figura 253. Espaço biplot para as comunidades de peixes das diferentes regiões do rio das Velhas. Cada ponto colorido representa um indivíduo e cada cor representa uma espécie. Os pontos pretos representam os recursos juntamente com a sua variação na assinatura de Carbono (eixo x) e Nitrogênio (eixo y). Siglas: Algas filamentosas (AL); Macrófitas (MA); Perifíton (PE); Bambu (BA); Mata ciliar (MC); Folhiço (FO); Gramíneas (GR), Sedimento (SE); Material em suspensão (MS).**

Fonte: Os autores (Agosto de 2017)



RV-07 e RV-08



**Figura 254. Espaço biplot para as comunidades de peixes das diferentes regiões do rio das Velhas. Cada ponto colorido representa um indivíduo e cada cor representa uma espécie. Os pontos pretos representam os recursos juntamente com a sua variação na assinatura de Carbono (eixo x) e Nitrogênio (eixo y). Siglas: Algas filamentosas (AL); Macrófitas (MA); Perifíton (PE); Bambu (BA); Mata ciliar (MC); Folhiço (FO); Gramíneas (GR), Sedimento (SE); Material em suspensão (MS).**

Fonte: Os autores (Agosto de 2017)

Avaliamos o efeito da presença do esgoto sob a estrutura trófica das comunidades de peixes através da comparação feita entre os espaços bi-plot. Foram escolhidos três pontos que melhor representariam o efeito da presença de poluentes sobre a estrutura trófica da comunidade aquática (Figura 255). O ponto RV-01, por ser o ponto na calha antes da descarga do esgoto da RMBH. O ponto RV-04, por ser o ponto mais poluído dentre os amostrados na calha. E o ponto CP-02, por ser o afluente em melhor estado de conservação. Pode-se observar que no ponto mais poluído (RV-04) a amplitude de Nitrogênio da comunidade de peixes local (representada pela linha vermelha) foi bem maior do que nos demais pontos sem poluição (RV-01 e CP-02). Tal resultado reforça a influência dos poluentes sobre o ciclo do Nitrogênio e conseqüentemente sobre as assinaturas isotópicas dos recursos e dos peixes. Em ambientes naturais, essa maior amplitude indica um maior número de níveis tróficos observados na comunidade de peixes, assim como podemos observar no Cipó -02. No ponto RV-01, entretanto, os peixes parecem estar ocupando os mesmos níveis tróficos (pouca variação na amplitude de Nitrogênio).

A amplitude de Carbono da comunidade de peixes (representado pela linha azul) também foi maior em locais com influência de poluentes (RV-04), seguido por CP-02 e RV-01. Isso ocorreu provavelmente pelo maior enriquecimento causado pela entrada de nutrientes (proveniente do esgoto) nesses locais. É interessante notar que a espécie *Myelus micans* (representado pelo número 26) apresentou uma assinatura isotópica de Carbono muito diferente das demais espécies amostradas no ponto RV-01. A assinatura dessa espécie foi mais similar ao recurso “gramíneas”. É interessante salientar que a presença de esgoto também parece promover uma homogeneização das assinaturas de Carbono dos recursos, uma vez que as assinaturas da mata ciliar, bambu, folhiço e macrófitas foi muito similar no ponto RV-04 (representado pela elipse vermelha). Nesse ponto também ocorre a entrada de uma nova fonte de recurso proveniente do esgoto da RMBH (elipse preta).

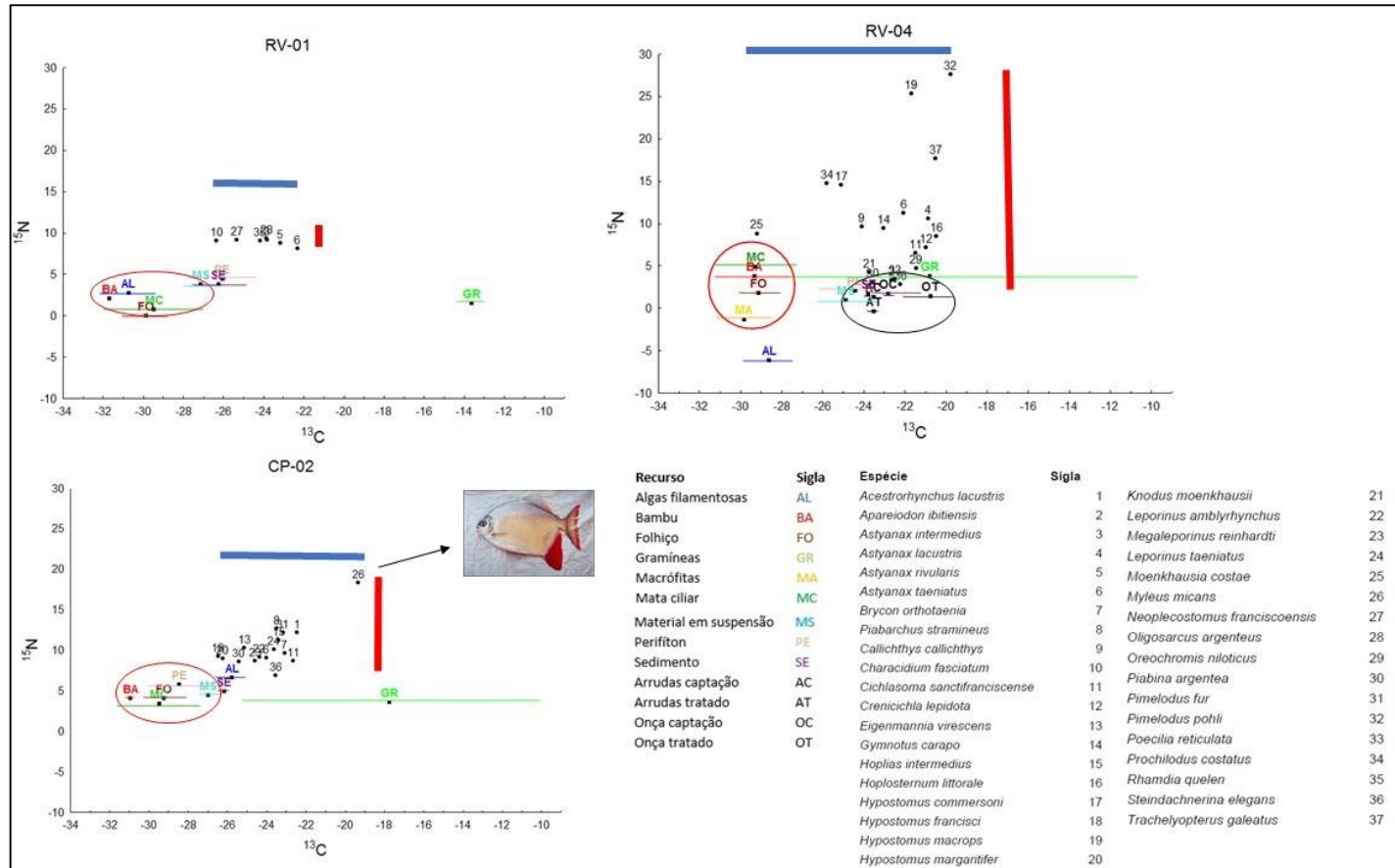


Figura 255. Espaço biplot para as comunidades de peixes do ponto RV-01 (calha antes do esgoto), RV-04 (calha após entrada do esgoto) e rio Cipó (CP-02 - afluente mais preservado). Cada número representa uma espécie. A variação no Carbono é representado pela linha azul e a variação no Nitrogênio é representado pela linha vermelha. A variação nas assinaturas dos recursos é indicada pela elipse vermelha e a do esgoto pela linha preta.

Fonte: Os autores (Agosto de 2017)

## 5.2 MONITORAMENTO AMBIENTAL PARTICIPATIVO

### 5.2.1 Amigos do Rio

#### a. Criação de rede de monitoramento participativo Amigos do Rio

Os critérios adotados para sua seleção, distribuídos de forma homogênea em 20 trechos da calha do rio das Velhas, obedeceram aos pré-estabelecidos, sendo os principais: disponibilidade de colaborar voluntariamente com o projeto, participar de treinamentos sempre que necessário e adequação da demanda com a atividade principal, seja no trabalho ou na vida cotidiana, em visita diária ao rio. A localização inicial prevista dos Amigos do Rio é mostrada na Figura 256 e Tabela 23.

#### b. Capacitação e treinamento dos Amigos do Rio

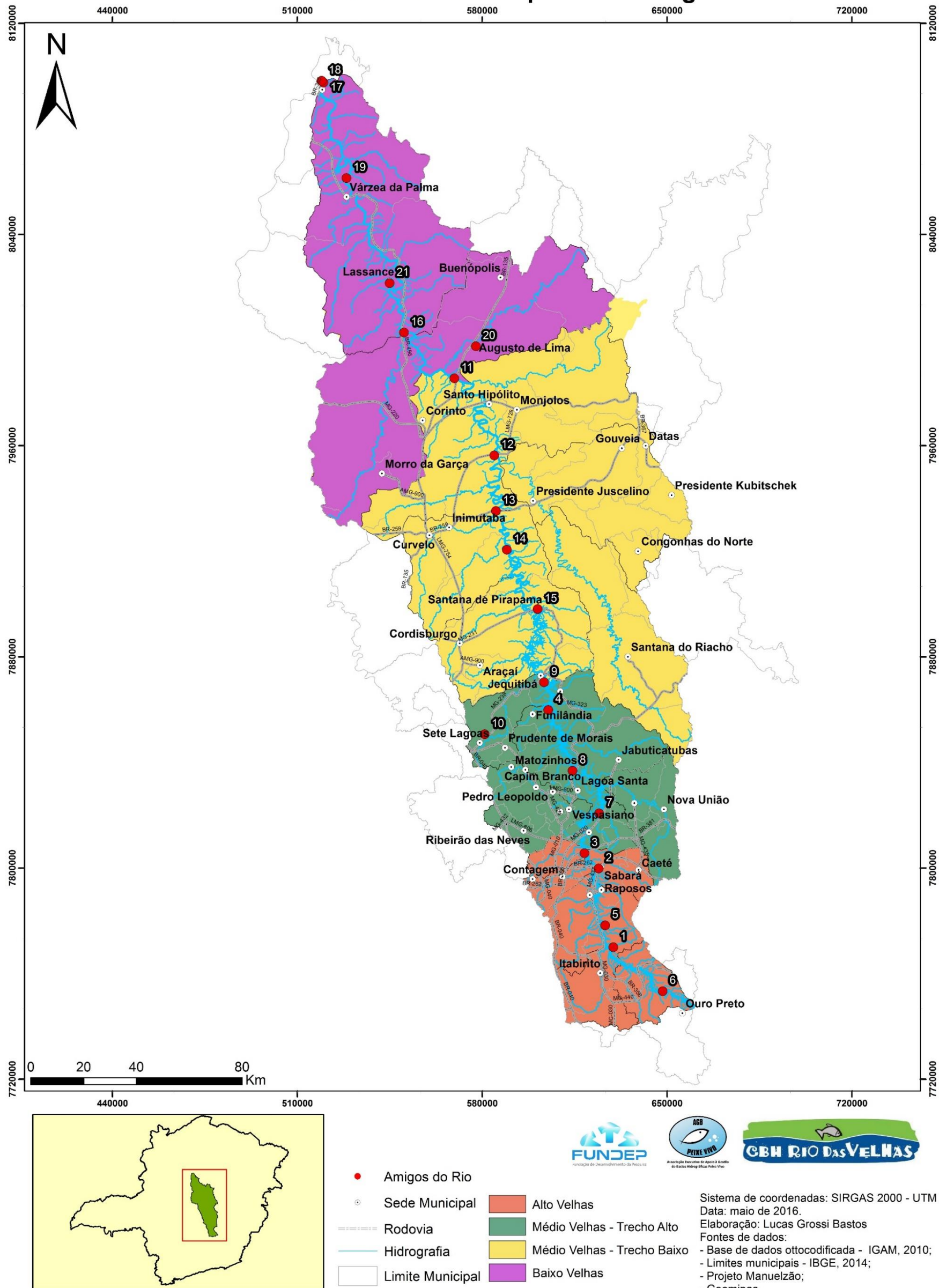
O primeiro treinamento (teórico-prático) foi realizado no dia 3 de julho de 2015, na região do alto rio das Velhas (Itabirito), porém, devido à problemas de deslocamento e agenda, não foi possível a participação de todos os parceiros propostos e convidados. O segundo treinamento foi realizado no dia 2 de dezembro de 2015, na região do médio rio das Velhas (Sete Lagoas), no intuito de complementar os 20 parceiros distribuídos ao longo da bacia conforme sua localização no mapa (Tabela 24).

Os treinamentos foram realizados no período de 9h às 17hs e tiveram como objetivo principal formar uma rede de informações ao longo da calha, a partir da observação diária da qualidade da água, alertar para possíveis mortandades de peixes e, a partir de então, possibilitar aos órgãos responsáveis o gerenciamento da qualidade ambiental da bacia.

#### c. Efetivação da rede de Amigos do Rio

Após os treinamentos, os kits de análises foram montados para distribuição ao longo da bacia para os “Amigos do Rio”. Em março de 2016 os kits foram entregues pessoalmente aos Amigos do Rio, conforme registrado na Figura 257.

## Monitoramento Ambiental Participativo - "Amigos do Rio"



**Figura 256. Distribuição espacial dos Amigos do Rio ao longo da bacia do rio das Velhas.**

Fonte: Lucas Grossi Bastos (2016)

**Tabela 23. Localização geográfica dos Amigos do Rio, distribuídos ao longo da bacia do rio das Velhas.**

<b>Ponto</b>	<b>Amigo do Rio</b>	<b>Município</b>	<b>Localização na Bacia</b>
1	Odilon Lima	Itabirito -Distrito Acuruí	Alto
2	Júlio Bernardes	Sabará (confluência entre Ribeirão Caeté/Sabará com o rio das Velhas - Próxima do trecho Sabará-General Carneiro)	Alto
3	João Carlos Luciano	Sabará	Alto
4	Nivaldo Aparecido	Sete Lagoas	Alto
5	Miguel Hourí	Rio Acima	Alto
6	Pia Marcia Chaves	São Bartolomeu – Ouro Preto	Alto
7	Rosana de Fátima Heliodoro Alves Apolinário	Santa Luzia (Pinhões)	Médio
8	João Marcio Assunção - Eloisa	Ponte Raul Soares (MG 10) - Lagoa Santa	Médio
9	Nelson Gonzaga	Jequitibá (Lagoa Santa)	Médio
10	Jose Geraldo Soares Silvério	Santana de Pirapama	Médio
11	José da Rocha	Corinto	Médio
12	Juvenal Caldeira Neto	Ponte Glória - Curvelo	Médio
13	Geraldo Marconi Alves Pereira	Landinho	Médio
14	Juscelino de Almeida	Santa Rita do Cedro	Médio
15	Dionísio Martins Franca	Santana do Pirapama	Médio
16	Adair de Oliveira	Corinto - Beltrão	Baixo
17	Sr. Luiz	Barra do Guaicuí	Baixo
18	Zélia Aparecida de Assis Vianna	Barra do Guaicuí	Baixo
19	Gaspar Santos	Várzea da Palma	Baixo
20	Hermes Carneiro	Augusto de Lima	Baixo
21	Walandir Ferreira Filho	Lassance	Baixo

Fonte: os autores (2015)

**Tabela 24. Parceiros participantes do 1º treinamento (julho/2015) na cidade de Itabirito e 2º treinamento (dezembro/2015) na cidade de Sete Lagoas.**

<b>Amigo do Rio</b>	<b>Trecho</b>	<b>Localização</b>
<b>Treinamento Itabirito – 03/07/2015</b>		
1. Miguel Houri	Alto Rio das Velhas	Rio Acima
2. Odilon de Lima	Alto Rio das Velhas	Itabirito -Distrito Acuruí
3. Pia Márcia Chaves	Alto Rio das Velhas	São Bartolomeu-Ouro Preto
4. José Geraldo Silvério	Médio Rio das Velhas	Santana de Pirapama
5. Rosana de Fátima	Médio Rio das Velhas	Santa Luzia
6. Adair de Oliveira	Baixo Rio das Velhas	Corinto-Beltrão
7. Gaspar Santos	Baixo Rio das Velhas	Várzea da Palma
8. Zélia Aparecida Vianna	Baixo Rio das Velhas	Barra do Guaicuí
<b>Treinamento Sete Lagoas – 02/12/2015</b>		
9. João Carlos Luciano	Alto Rio das Velhas	Sabará
10. Júlio Cesar Bernardes	Alto Rio das Velhas	Sabará
11. João Márcio Assunção	Médio Rio das Velhas	Lagoa Santa
12. Nelson Gonzaga	Médio Rio das Velhas	Jequitibá
13. Nivaldo Aparecido	Médio Rio das Velhas	Sete Lagoas
14. Dionísio	Médio Rio das Velhas	Santana de Pirapama
15. Juscelino Almeida	Médio Rio das Velhas	Santa Rita do Cedro
16. Otávio Xavier	Médio Rio das Velhas	Curvelo
17. Hermes Carneiro	Médio Rio das Velhas	Augusto de Lima
18. José da Rocha	Baixo Rio das Velhas	Beltrão

Fonte: os autores (2015)



**Figura 257. Entrega de kits para os Amigos do Rio**  
Fonte: dos autores (março, 2016)



O 1º treinamento contou com a participação do Prof. Marcus Vinicius Polignano, presidente do CBH Velhas (Figura 258), que ressaltou a importância da participação dos Amigos do Rio nesse projeto que se inicia, e a possibilidade de conexão e apoio da instituição acima mencionada.

Em seguida, o biólogo Carlos Bernardo M. Alves descreveu o histórico do biomonitoramento do rio das Velhas desde 1999 até os dias atuais (Figura 259). A demonstração, através desta linha do tempo, permite chamar a atenção para a seriedade do trabalho dos Amigos do Rio quando comparados aos dados das pesquisas realizadas ao longo dos anos e reforça a importância da participação da comunidade para agregar informações relevantes aos estudos na bacia.

A parte teórica contou com atenção especial ao formulário que deverá ser preenchido ao longo do trabalho de monitoramento a ser realizado pelos Amigos do Rio (Anexo 9.1), descrição do que deve ser observado e anotado em caso de mortalidade de peixes, aparência da água, assim como aspectos relativos a modificações no entorno e/ou ocorrência de chuvas.

O treinamento prático contou com a participação da bióloga Katiene Pimenta Santiago, que demonstrou como é feita a coleta da água para mensuração das concentrações de oxigênio dissolvido, temperatura, pH e turbidez da água.

Os participantes receberam o “Manual de Orientação para procedimentos durante o atendimento à Emergência Ambiental envolvendo mortalidade de peixes” e um mapa da bacia do rio das Velhas constando a localização dos 20 parceiros que estarão trabalhando em conjunto e comprometidos com o projeto.

Durante todo o período de treinamento a palavra foi livremente franqueada aos participantes, de forma a esclarecer quaisquer dúvidas sobre os temas apresentados. Ao final das atividades também houve um tempo especificamente dedicado aos Amigos do Rio exporem suas ideias, dúvidas e percepções sobre os assuntos abordados (Figura 260).

A programação deste 1º treinamento está descrita abaixo:

9:00 - Abertura - Marcus Vinicius Polignano - Presidente do CBH-Velhas e coordenador do Projeto Manuelzão

9.30 -10:00 - Representante da AGB-Peixe Vivo (sistema compartilhado de gestão de águas, cadastro de usuários, pagamento pelo uso, relação CBH-AGB)

10:00 -11:30 – Carlos Bernardo - Histórico dos estudos de biomonitoramento na bacia do rio das Velhas

11:30 -12:00 – Lísia Godinho - As iniciativas de Monitoramento Ambiental Participativo nas Escolas da bacia do rio das Velhas e subcomitês nas sub-bacias ao longo do rio das Velhas

12:00 - Almoço

13:30 -14:30 – Carlos Bernardo - As iniciativas de Monitoramento Participativo na bacia do rio das Velhas: Mortandades de peixes

14:30-15:30 – Carlos Bernardo - Formulários, apresentação do “Manual de Orientação para procedimentos durante o Atendimento à Emergência Ambiental envolvendo Mortandade de Peixes”

15:30-16:00 – Katiene Pimenta - aula prática para coleta de parâmetros da água e titulação de OD (Oxigênio dissolvido)

16:00-16:20 – Lanche

16:20-17:00 – Todos - Debate entre os participantes, dúvidas, programação futura.

17:00 – Encerramento dos trabalhos (Figura 261).



**Figura 258. Abertura do Prof. Marcus Vinícius Polignano (Presidente do CBH-Velhas)**

Fonte: CBH Rio das Velhas (Julho de 2015)



**Figura 259. Palestra Biólogo Carlos Bernardo Mascarenhas Alves**

Fonte: CBH Rio das Velhas (Julho de 2015)



**Figura 260. Debate entre participantes Amigos do Rio**

Fonte: CBH Rio das Velhas (Julho de 2015)



**Figura 261. Participantes e equipe do 1º treinamento Amigos do Rio, realizado em julho de 2015, em conjunto com o V Encontro de Subcomitês do CBH Rio das Velhas.**

Fonte: CBH Rio das Velhas (Julho de 2015)

O 2º treinamento foi conduzido novamente pelo biólogo Carlos Bernardo M. Alves que seguiu a mesma sequência proposta. Os Amigos do Rio foram contatados por telefone e sua vinda viabilizada pelo Projeto. Foi dada publicidade ao evento na página do CBH-Velhas (Figura 262). O treinamento deu início com uma apresentação e descrição do projeto e expectativas em relação aos parceiros. Em seguida os participantes puderam se apresentar, descrever sua relação com o rio das Velhas e suas pretensões e expectativas em relação ao projeto. A equipe também teve um momento de apresentação indicando suas experiências anteriores e dando abertura para que os participantes soubessem as relações interpessoais que teriam durante o processo. A partir de então as palestras foram proferidas descrevendo históricos e experiências realizadas até o momento e as adaptações e metodologias implantadas para esta nova campanha.

A descrição da metodologia novamente deu atenção especial ao formulário (Anexo 9.1) e suas possíveis dúvidas.

O treinamento prático contou com a participação da bióloga Juliana França que demonstrou como é feita a coleta da água para mensuração das concentrações de oxigênio dissolvido, o pH e a temperatura da água, além das possíveis implicações de suas modificações.

Em seguida foi distribuído o “Manual de Orientação para procedimentos durante o atendimento à Emergência Ambiental envolvendo mortandade de peixes” e um mapa da bacia do rio das Velhas constando a localização dos 20 parceiros que estarão trabalhando em conjunto e comprometidos com o projeto.

O treinamento transcorreu de forma que tanto participantes quanto equipe pudessem se manifestar espontaneamente, tirar suas dúvidas, esclarecer possíveis equívocos, opinando sobre o tema e a importância do trabalho. Ao final houve tempo especificamente dedicado à exposição de ideias e percepções sobre a abordagem.

Os participantes mostraram-se motivados a colaborar com esta proposta e confirmaram, em vários momentos, sua opinião sobre a importância da inserção da comunidade local em projetos que envolvam assuntos como o meio ambiente.



Projeto Amigo do Rio  
**Convite**

O Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas convida para o  
Treinamento do Amigos do Rio,  
que será realizado no dia 02 de dezembro  
de 2015, de 8h00 às 18h00, na UNIFEMM à  
Avenida Castelo Branco 2765 - Bairro Santo  
Antônio - Sete Lagoas - Minas Gerais.

Inscrições e informações: 31 3409 9810 ou 31 3409 9819



**Figura 262. Convite para o Treinamento dos Amigos do Rio.**

Fonte: dos autores (Dezembro de 2015)

Segundo Nivaldo (Sete Lagoas) é de extrema importância financiamentos como estes, que envolvam a comunidade que tenha interesse em participar: “Se tem participação e disposição do povo, não deveria faltar financiamento”, disse durante sua apresentação. Hermes (Augusto de Lima) diz ter simpatizado muito com a proposta de ser um “Amigo do Rio”: “Mais uma coisa prá [sic] gente fazer pelo nosso rio”, descreveu. Juscelino (Santa Rita do Cedro) enfatizou em sua fala: “Agradeço muito pelo convite e quero estar sempre presente, gosto muito de ajudar na proteção do meio ambiente”.

As percepções sobre as eventuais causas das mortandades de peixes ocorridas durante o treinamento foram bastante variadas, refletindo o grande número de impactos que a bacia vem sofrendo. Dionísio (Santana do Pirapama) comentou que, em sua opinião, uma das maiores causas de mortandade de peixes na região é a escória de forno das siderurgias (região de Sete Lagoas). Já para Juscelino, um dos maiores problemas é o uso indiscriminado de agrotóxicos.

O atual estado de degradação da bacia foi também citado em diversos momentos. Segundo Otávio (Curvelo) há uns dez anos não são vistas algas filamentosas (do tipo cabelo), apenas cianobactérias (tóxicas). Em umas das imagens durante as palestras, onde se visualizava uma grande mortandade em um rio da China, Dionísio e Juscelino opinaram: “o *nosso* rio já ficou deste jeito”.

Os participantes discutiram também seus conhecimentos prévios e importância disto para que ocorra uma melhor avaliação momentânea. Hermes acrescenta: A gente conhece o peixe quando está velho e não deve ser consumido, vai soltando espinhos com muita facilidade, isso é indicação que foi congelado, eu não como”. E Juscelino indica: “Eu também não aconselho comer”.

Dificuldades e receios neste tipo de tarefa não deixaram de ser discutidas. Segundo Hermes, uma das dificuldades dos ribeirinhos parceiros em caso de denúncias é sempre passarem por suspeitos, e talvez isso deixe algumas pessoas temerosas em participar (Figuras 263 a 270).

A programação deste 2º treinamento está descrita abaixo:

- 9:00 – 9:30 - Abertura – Apresentação do Projeto – Carlos Bernardo
- 9.30 -10:00 – Apresentação de participantes e equipe
- 10:00 -12:00 – Carlos Bernardo - Histórico dos estudos de biomonitoramento na bacia do rio das Velhas
- 12:00 - Almoço
- 13:30 -14:30 – Carlos Bernardo - As iniciativas de Monitoramento Participativo na bacia do rio das Velhas: Mortandades de peixes
- 14:30-15:30 – Carlos Bernardo - Formulários, apresentação do “Manual de Orientação para procedimentos durante o Atendimento à Emergência Ambiental envolvendo Mortandade de Peixes”
- 15:30-16:00 – Juliana França – apresentação prática sobre coleta e análise de parâmetros da água e titulação de OD (Oxigênio dissolvido)
- 16:00-16:20 – Lanche
- 16:20-17:00 – Todos - Debate entre os participantes, dúvidas, programação futura.
- 17:00 – Encerramento dos trabalhos





**Figura 263. Abertura do Treinamento com o Biólogo Carlos B. M. Alves.**  
Fonte: dos autores (Dezembro de 2015)



**Figura 264. Apresentação de participantes e equipe.**  
Fonte: dos autores (Dezembro de 2015)



**Figura 265. Palestra: “Histórico dos estudos de biomonitoramento na bacia do rio das Velhas”.**

Fonte: dos autores (Dezembro de 2015)



**Figura 266. Palestra: “As iniciativas de Monitoramento Participativo na bacia do rio das Velhas: Mortandades de peixes”, exemplo ocorrência na China.**

Fonte: dos autores (Dezembro de 2015)



**Figura 267. Apresentação do “Manual de Orientação para procedimentos durante o Atendimento à Emergência Ambiental envolvendo Mortandade de Peixes”.**

Fonte: dos autores (Dezembro de 2015)



**Figura 268. Apresentação prática sobre coleta e análise de parâmetros da água, pela Bióloga Juliana S. França.**

Fonte: dos autores (Dezembro de 2015)



**Figura 269. Debate entre participantes Amigos do Rio.**  
Fonte: dos autores (Dezembro de 2015)



**Figura 270. Participantes e equipe do 2º treinamento Amigos do Rio, realizado em Sete Lagoas em dezembro de 2015.**  
Fonte: dos autores (Dezembro de 2015)

Durante essa fase, após o treinamento dos Amigos do Rio e a distribuição dos kits, não havia ocorrido nenhum caso de mortandade de peixes. Um único alerta foi dado em Santa Rita do Cedro (8 de junho de 2016). Imediatamente foram contatados os Amigos do Rio de montante e jusante e constatou-se ter sido um fato isolado e localizado, já que nos pontos próximos não houve relato de nenhuma anormalidade. Pelas experiências anteriores na bacia desde 1999, a maior probabilidade de ocorrência desse tipo de evento é no início do período chuvoso.

As visitas previstas para o acompanhamento das atividades ocorreram nos períodos de 05 a 09 de setembro de 2016 (período de seca) e, 17 a 20 de janeiro de 2017 (período de chuvas), e os resultados mensurados estão descritos nas Tabelas 25 e 26. Os valores de temperatura são tomados apenas a título de caracterização. Os níveis de pH são medidos para verificação de algum impacto (lançamentos industriais, por exemplo) que venha alterar a acidez da água, que espera-se variar em torno do neutro. Em alguns locais, a água pode se tornar básica naturalmente, em função da geologia (áreas cársticas, por exemplo), ou ácidas, como em regiões típicas de cabeceiras, onde o pH é influenciado pela decomposição de folhas da mata ciliar que geram compostos ácidos, ambos tratando-se de fenômenos naturais. Por fim, em termos de OD (Oxigênio Dissolvido) foram verificados resultados abaixo dos limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005 em função de impactos negativos da RMBH. Valores superiores aos níveis de saturação se explicam pela proliferação excessiva de algas azuis (cianobactérias), comum em períodos de maior temperatura ambiente, como na primavera e verão.

**Tabela 25. Amostragem realizada do mês de setembro de 2016, representando período de seca, pelos Amigos do Rio com acompanhamento de um membro da equipe**

Localidade	Data	Hora	T (°C)	pH	OD (mg/L)
São Bartolomeu	05/set	09:10	16	6,0	8,8
Fazenda Aurora	05/set	13:15	20	6,0	8,6
Sabará	05/set	14:30	22	6,0	7,1
Sabará - Borges	05/set	16:30	22	7,0	1,8*
Pinhões	06/set	07:45	19	7,0	1,9
Piraquara	06/set	09:30	20	7,0	15,1*
Funilândia	06/set	12:00	21	7,0	5,5
Lagoa Santo Antônio	06/set	15:00	24	7,0	7,8
Cordisburgo	06/set	17:00	24	7,0	5,8
Beltrão	08/set	11:00	24	7,0	8,5
Lassance	08/set	12:00	26	7,0	10
Barra do Guaicuí	08/set	14:45	28	7,0	11,8
Barra do Guaicuí	08/set	15:30	28	7,0	11,1
Várzea da Palma	08/set	16:40	27	7,0	ND
Augusto de Lima	09/set	08:00	24	6,0	8,5
Glória	09/set	10:45	24	7,0	8,3
Landinho	09/set	14:45	25	7,0	11,7
Santa Rita do Cedro	09/set	13:30	26	7,0	11,3
<b>Valores recomendados</b>				<b>6,0 a 9,0</b>	<b>&gt;5mg</b>

\* valores abaixo do recomendado pela Resolução CONAMA 357/05 para Águas de Classe 2

\* valores demonstrando saturação de oxigênio (acima 100% de saturação) podem indicar proliferação de algas (cianobactérias)

ND - não determinado (amostra inadequada para análise)

Fonte: dos autores (Novembro de 2016)

**Tabela 26. Amostragem realizada do mês de janeiro de 2017, representando período de chuvas, pelos Amigos do Rio com acompanhamento de um membro da equipe.**

Localidade	Data	Hora	T (°C)	pH*	OD* (mg/L)
São Bartolomeu	17/jan	09:00	19	7,0	8,0
Fazenda Aurora	17/jan	11:20	20	7,0	8,3
Sabará	17/jan	14:00	24	6,0	6,9
Sabará - Borges	17/jan	15:20	23	7,0	5,9
Pinhões	17/jan	16:20	24	7,0	<b>4,2</b>
Piraquara	18/jan	08:00	22	7,0	8,0
Funilândia	18/jan	12:30	23	7,0	6,1
Lagoa Santo Antônio	18/jan	10:00	23	7,0	<b>4,4</b>
Cordisburgo	18/jan	16:02	24	6,0	5,8
Beltrão	19/jan	14:00	26	6,0	6,9
Lassance	20/jan	12:30	26	7,0	6,8
Barra do Guaicuí	20/jan	10:15	26	6,0	7,0
Barra do Guaicuí	20/jan	09:45	26	6,0	6,8
Várzea da Palma	19/jan	16:20	26	6,0	5,5
Augusto de Lima	19/jan	12:30	ND	7,0	6,6
Glória	19/jan	10:20	25	7,0	7,8
Landinho	18/jan	15:30	26	7,0	<b>2,5</b>
Santa Rita do Cedro	18/jan	17:00	25	ND	<b>4,1</b>
<b>Valores recomendados</b>				<b>6,0 a 9,0</b>	<b>&gt;5mg</b>

\* valores abaixo do recomendado pela Resolução CONAMA 357/05

ND - não determinado

Fonte: dos autores (Janeiro de 2017)

Não é possível afirmar o enquadramento dos pontos avaliados apenas com valores de oxigênio dissolvido e pH (mensurados por este projeto), porém, como base nos valores recomendados pela Resolução CONAMA 357/2005, é possível indicar que alguns pontos não apresentaram águas de Classe 2, proposta como meta para as águas do estado de Minas Gerais.

Na coleta de seca (setembro de 2016) os pontos de Sabará-Borges e Pinhões apresentaram valores de oxigênio dissolvido abaixo da classificação para águas de Classe 4.

Na coleta de chuvas (janeiro de 2017) os pontos de Pinhões, Lagoa de Santo Antônio (Jequitibá) e Santa Rita do Cedro apresentaram valores de oxigênio dissolvido abaixo do recomendado para águas de Classe 2 e, o ponto de Landinho abaixo do recomendado para águas de Classe 3.

A Figura 271 ilustra alguns procedimentos adotados junto aos Amigos do Rio que colaboram com o Projeto.



**Figura 271. Visitas de Acompanhamento realizadas com os Amigos do Rio**

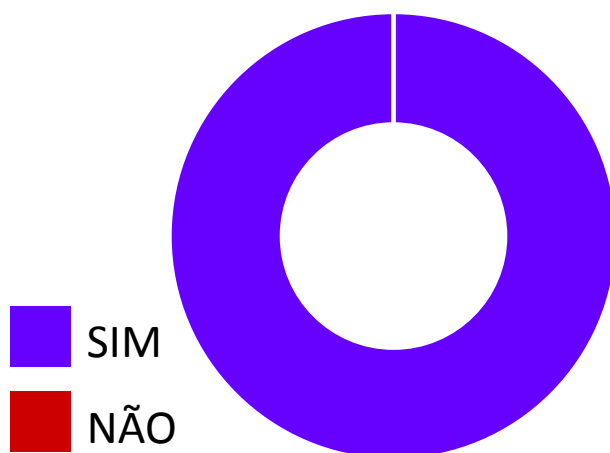
Fonte: dos autores (Dezembro, 2016)



Durante a última visita realizada aos Amigos do Rio (janeiro de 2017) o trabalho desenvolvido nesta parceria foi avaliado no que diz respeito a satisfação dos participantes e aproveitamento da oportunidade, através de um questionário semiestruturado (Anexo 9.2).

De forma a avaliar as atividades e obter retorno por parte dos Amigos do Rio, sobre a efetividade da participação no projeto e das necessidades de adequação, o questionário foi estruturado a partir de perguntas abertas e fechadas e aplicado a todos os participantes, totalizado 18 questionários respondidos. Algumas perguntas, com o propósito de serem avaliativas, tinham a opção de responder se concordavam (sim) ou discordavam (não) e suas respostas são apresentados graficamente (Figuras 272 a 275).

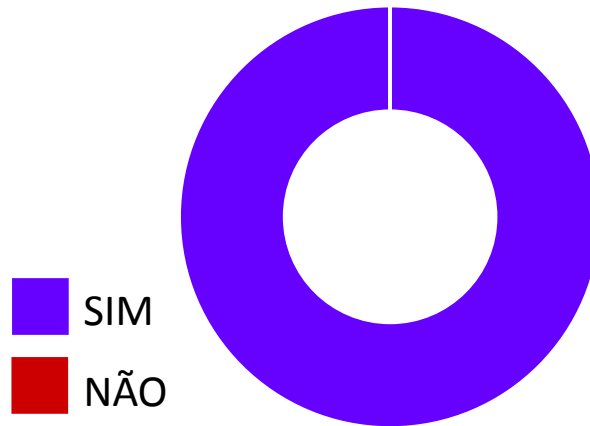
### O Programa Amigos do Rio é importante?



**Figura 272. Importância do Programa Amigos do Rio na visão dos parceiros.**

Fonte: dos autores (Março de 2017)

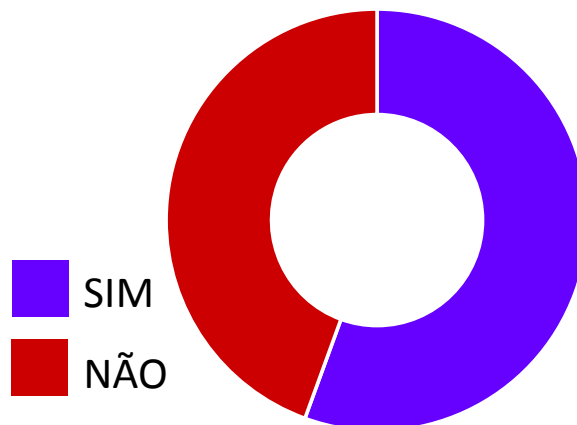
Teria interesse em participar de outras oportunidades?



**Figura 273. Interesse dos Amigos do Rio em atividades relacionadas ao MAP.**

Fonte: dos autores (Março de 2017)

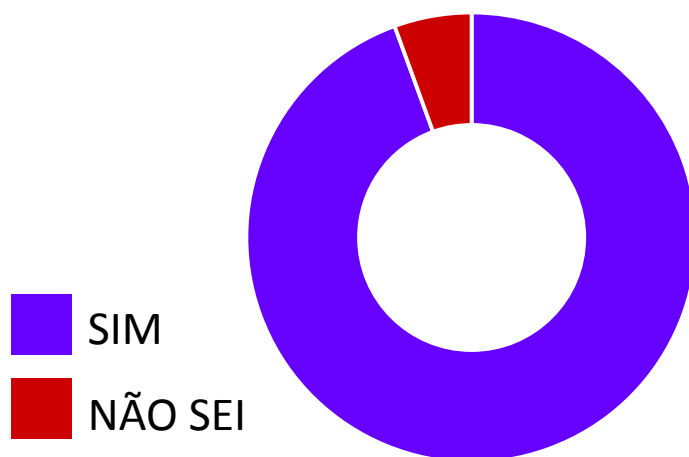
Já havia participado de outras oportunidades semelhantes?



**Figura 274. Experiência dos Amigos do Rio em atividades semelhantes ao MAP.**

Fonte: dos autores (Março de 2017)

Houve melhora na situação do rio das Velhas nos últimos 10 anos?



**Figura 275. Opinião dos Amigos do Rio a respeito da situação atual do rio das Velhas.**

Fonte: dos autores (Março de 2017)

Os Amigos do Rio, após passarem pelo processo de capacitação e treinamento concordaram com unanimidade que o Programa realizado em parceria ao longo de 2 anos foi uma importante iniciativa e demonstraram interesse em participar de outras oportunidades semelhantes.

Foram citadas participações anteriores em oportunidades semelhantes por 10 dos parceiros Amigos do Rio. Todos os participantes de projetos anteriores demonstraram diferenças e/ou melhoras na atividade atual. Segundo Nivaldo (Sete Lagoas) “as pessoas falavam que a situação do rio iria piorar, e hoje a situação está favorável, é perceptível a mudança ao longo dos anos”. Juvenal (Senhora da Glória) relata que antes o contato era de lazer, hoje ele vai constantemente ao rio, se chover ele vai lá ver a água, as pessoas falam que está sujo ele verifica, têm um interesse maior, sentindo-se responsável pelo rio. Zélia (Barra do Guaicuy) por sua vez salienta considerar importante as amizades

que fez através do projeto e do rio. O amigo Marcone (Landinho) considera que o mais importante é que esta oportunidade atual permitiu verificar a diminuição na mortalidades de peixes ao longo dos anos. Em Lassance, o Valandir considera importante o constante aprendizado em todas as iniciativas, incluindo a atual. O casal de Amigos de São Bartolomeu, Pia e Roninho, acham importante o trabalho em equipe com os demais amigos do Rio, mas sugerem que devem ser pontuais com ações educativas.

Quando perguntados sobre “o que acham importante nesse projeto na relação que eles tinham com o rio e com outros membros da bacia”, Nivaldo acrescenta que tem contato direto com o rio, e busca informações sobre o estado das águas de amigos ribeirinhos. Claunidei (Santana do Pirapama) não teve contato com outros membros da bacia, pois está substituindo o irmão, mas considera importante projetos que envolvam a preservação e que levam a ter um cuidado com o rio, como na oportunidade atual. O João de Lagoa Santa explica que o projeto é importante, quando a comunidade passa a tê-los como referência de cuidadores das águas, criando uma corrente de união e responsabilidade em monitorar. O Sr. Luiz (Várzea da Palma) tem uma percepção do rio e consegue fazer a leitura do estado em que as águas se encontram. Ele não mantém contato com os demais membros da bacia mas sugere reunir a equipe para troca de conhecimentos e histórias. Em Lassance o Valandir sempre foi envolvido com o rio, desde beber água direto nele, mergulhar, comer o peixe e pescar, até observar o que é feito de bom (melhoria de qualidade das águas) e ruim (uma oficina que lança óleo). O Odilon (Itabirito) sente falta de comunicação entre os amigos do rio, que vivem em ambientes diferentes. Ele acha de extrema importância a troca de ideias e sente-se bem nesses tipos de movimentos, onde o benefício não é direcionado, é como uma árvore, os resultados são temporais, você planta e outros colherão o fruto, então acredita que isso é importante para semear o bem. Dos 18 amigos participantes desta pesquisa 6 relataram não terem contato com os demais e da importância de estabelecer uma comunicação mais efetiva.

Em um pequeno relato os Amigos do Rio puderam expor suas propostas para melhorarmos e incrementarmos novas oportunidades de atividades a serem realizadas neste perfil que estão representadas na Figura 276.

## O QUE PODE SER MELHORADO?

<p>✓ Educação Ambiental nas escolas</p> 	<p>✓ Educação Ambiental para fazendeiros</p> 
<p>✓ Placas Educativas</p> 	<p>✓ Educação Ambiental para pescadores</p> 
<p>✓ Rede de contatos</p> 	<p>✓ Matéria sobre os conhecimentos tradicionais dos ribeirinhos.</p> 
<p>✓ Fiscalização</p> 	<p>✓ Encontros mais frequentes</p> 
<p>✓ Projeto "Mortandade Zero"</p> 	<p>✓ Placa de Homenagem aos Amigos do Rio</p> 

**Figura 276. Propostas para a recuperação da Bacia do rio das Velhas as quais os Amigos do Rio consideram contribuir para o desenvolvimento deste trabalho.**

Fonte: dos autores (Março de 2017)

### **5.2.2 Oficinas sobre bacia hidrográfica e biomonitoramento**

Para as oficinas oferecidas para “educadores” foram definidas as datas e bacias a serem atendidas, totalizando 10 oficinas nos trechos alto, médio e baixo da bacia do rio das Velhas, conforme apresentado anteriormente na Tabela 4 (item 4.4.1 do presente documento).

Inicialmente foram mobilizados subcomitês e comunidade escolar com o intuito de criar um grupo de atores para participação nas oficinas abrangendo o maior número possível de instituições na região trabalhada. Esta mobilização foi realizada pela equipe do Projeto em parceria com a equipe do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, através de contatos telefônicos e, e-mails convite contendo minutas descritivas das oficinas (Figuras 277 e 227). A partir deste primeiro contato as instituições foram convidadas a participar da oficina sobre Biomonitoramento e Bacias Hidrográficas em sua região.

## **OFICINA DE BACIA HIDROGRÁFICA**

### **O QUE É**

Oficina sobre a bacia hidrográfica do rio das Velhas como unidade de planejamento e gestão, possibilitando o uso pedagógico para o ensino em sala de aula e discussão das diferentes formas e impactos da ocupação humana.

### **OBJETIVO**

Discutir como a bacia hidrográfica pode auxiliar a produzir saberes e diálogos referentes a conceitos ambientais, agregando conhecimentos de seu uso pedagógico e permitindo relações de pertencimento à bacia do Rio das Velhas.

### **METODOLOGIA**

A oficina será ministrada de forma expositiva e interativa, aproximando as diversas possibilidades teóricas às dinâmicas de trabalho cotidianas das escolas.

### **PÚBLICO**

Professores do ensino fundamental e médio da rede pública, e comunidade.

### **INFORMAÇÕES GERAIS**

A oficina é composta de um módulo de até quatro horas.

Cada turma terá até 30 participantes, que serão selecionados por ordem de interesse.

### **DATAS E LOCAL DO CURSO**

*Será agendado de acordo com a possibilidade da instituição*

***Belo Horizonte, 25 de junho de 2015***

**Figura 277. Minuta de convite enviado para as instituições para realização de Oficina de Bacia Hidrográfica**

Fonte: dos autores (2015)

## **OFICINA DE BIOMONITORAMENTO**

### **O QUE É**

Oficina sobre uma proposta de monitoramento de córregos (parâmetros físicos, químicos e biológicos) em áreas urbanas, próximos à escolas públicas da bacia hidrográfica do rio das Velhas, onde os participantes podem compreender os fatores que interferem na sobrevivência de organismos presentes nos rios e que desenvolve a visão da importância da preservação do ambiente aquático para a manutenção da vida.

### **OBJETIVOS**

- Reforçar a importância da água para a vida
- Perceber a importância de se entender a biodiversidade para manutenção da pouca água disponível
- Perceber que pequenos organismos presentes na água podem ser um bom indicativo
- Transformar a ideia de que pequenos organismos podem ser sinal de vermes ou doenças
- Demonstrar a importância da sua participação em busca da preservação ambiental
- Introduzir ao pensamento e métodos científicos.

### **METODOLOGIA**

A oficina será ministrada de forma expositiva e interativa, aproximando as diversas possibilidades teóricas às dinâmicas de trabalho cotidianas das escolas.

### **PÚBLICO**

Professores do ensino fundamental e médio da rede pública, e comunidade.

### **INFORMAÇÕES GERAIS**

A oficina é composta de um módulo de até quatro horas.  
Cada turma terá até 30 participantes, que serão selecionados por ordem de interesse.

### **DATAS E LOCAL DO CURSO**

*Será agendado de acordo com a possibilidade da instituição*

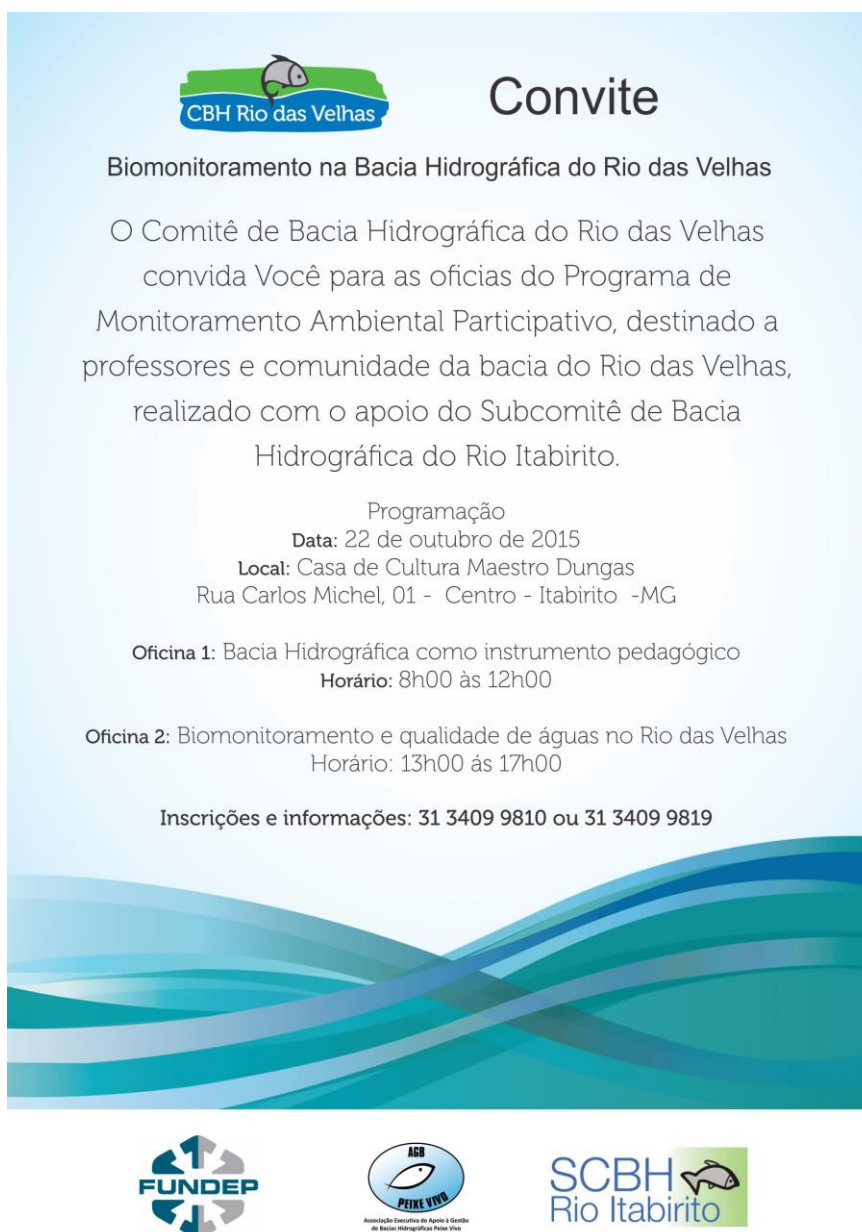
***Belo Horizonte, 25 de junho de 2015***


**Figura 278. Minuta de convite enviado para as instituições para realização de Oficina de Biomonitoramento.**

Fonte: dos autores (2015)



A partir de outubro de 2015 foi elaborado, em parceria com a equipe do CBH Rio das Velhas e deste Projeto convites padronizados para serem divulgados *online* na página do CBH-Velhas, com menção ao Comitê, Subcomitês, AGB-PeixeVivo e Fundep, conforme Figuras 279 a 286. Dessa forma, apenas para as oficinas realizadas no dia 25/08/2015 em Belo Horizonte (SCBH Onça) e no dia 23/09/2015 em Confins (SCBH Carste) não foram produzidos os respectivos convites.



 **Convite**

Biomonitoramento na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas




O Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas convida Você para as oficinas do Programa de Monitoramento Ambiental Participativo, destinado a professores e comunidade da bacia do Rio das Velhas, realizado com o apoio do Subcomitê de Bacia Hidrográfica do Rio Itabirito.

Programação  
**Data:** 22 de outubro de 2015  
**Local:** Casa de Cultura Maestro Dungas  
Rua Carlos Michel, 01 - Centro - Itabirito -MG

**Oficina 1:** Bacia Hidrográfica como instrumento pedagógico  
**Horário:** 8h00 às 12h00

**Oficina 2:** Biomonitoramento e qualidade de águas no Rio das Velhas  
**Horário:** 13h00 às 17h00

Inscrições e informações: 31 3409 9810 ou 31 3409 9819

**Figura 279. Convite *online* para oficina realizada na cidade de Itabirito, em outubro de 2015.**

Fonte: dos autores (2015)

# CONVITE

**Biomonitoramento na bacia do Rio das Velhas:  
Oficina de formação de professores**

**01 de dezembro de 2015**

**LOCAL:**

Parque das Águas  
(Parque Roberto Burle  
Marx)  
Av. Ximango, 809 - Flavio  
Marques Lisboa, Belo  
Horizonte

**PROGRAMAÇÃO:**

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas convida para as oficinas do Programa de Monitoramento Ambiental Participativo, destinadas a professores e representantes comunitários da bacia hidrográfica do Ribeirão Arrudas.

**Oficina 1:** A bacia hidrográfica como instrumento pedagógico  
Horário: 08h00 às 12h00

**Oficina 2:** Biomonitoramento e qualidade de águas no Rio das Velhas  
Horário: 13h00 às 17h00



**Figura 280. Convite *online* para oficina realizada na cidade de Belo Horizonte (SCBH Ribeirão Arrudas), em dezembro de 2015.**

Fonte: dos autores (2015)



## Convite

### Biomonitoramento na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

O Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas convida Você para as oficinas do Programa de Monitoramento Ambiental Participativo, destinado a professores e comunidade da bacia do Rio das Velhas, realizado com o apoio do Subcomitê de Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Mata.

Programação

**Data:** 27 de Abril de 2016

**Local:** Viveiro de Mudanças Municipal de Ribeirão das Neves  
Rua das Laranjeiras, 41 - Bairro São Luiz - Ribeirão das Neves -MG  
Encontro no Pátio da Prefeitura

**Oficina 1:** Bacia Hidrográfica como instrumento pedagógico  
**Horário:** 8h00 às 12h00

**Oficina 2:** Biomonitoramento e qualidade de águas no Rio das Velhas  
**Horário:** 13h00 às 17h00

**Inscrições e informações:** 31 3409 9810 ou 31 3409 9819



**Figura 281. Convite online para oficina realizada na cidade de Ribeirão das Neves (SCBH Ribeirão da Mata), em abril de 2016.**

Fonte: dos autores (2016)



## Convite

### Biomonitoramento na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

O Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas convida Você para as oficinas do Programa de Monitoramento Ambiental Participativo, destinado a professores e comunidade da bacia do Rio das Velhas, realizado com o apoio do Subcomitê de Bacia Hidrográfica do Rio Caeté Sabará.

Programação

**Data:** 24 de Maio de 2016

**Local:** Secretaria Municipal de Educação  
Av. Padre Vicente Borges - Bairro José Brandão - Caeté - MG  
**Referência:** ao lado da Igreja São Francisco

**Oficina 1:** Bacia Hidrográfica como instrumento pedagógico  
**Horário:** 8h00 às 12h00

**Oficina 2:** Biomonitoramento e qualidade de águas no Rio das Velhas  
**Horário:** 13h00 às 17h00

**Inscrições e informações:** 31 3409 9810 ou 31 3409 9819



**Figura 282. Convite online para oficina realizada na cidade de Caeté (SCBH Caeté/Sabará), em maio de 2016.**

Fonte: dos autores (2016)



## Convite

### Biomonitoramento na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

O Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas convida Você para as oficinas do Programa de Monitoramento Ambiental Participativo, destinado a professores e comunidade da bacia do Rio das Velhas, realizado com o apoio do Subcomitê de Bacia Hidrográfica do Rio Jequitibá.

Programação

Data: 28 de junho de 2016

Local: UNIFEMM - Prédio da Coppex, sala 7

Av. Castelo Branco, 2765 - Bairro Santo Antônio - Sete Lagoas

Ref: Ao lado do Posto da Polícia Militar

Oficina 1: Bacia Hidrográfica como instrumento pedagógico

Horário: 8h00 às 12h00

Oficina 2: Biomonitoramento e qualidade de águas no Rio das Velhas

Horário: 13h00 às 17h00

Inscrições e informações: 31 3409 9810 ou 31 3409 9819



**Figura 283. Convite online para oficina a ser realizada na cidade de Sete Lagoas (SCBH Jequitibá), em junho de 2016.**

Fonte: dos autores (2016)



## Convite

### Biomonitoramento na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

O Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas convida Você para as oficinas do Programa de Monitoramento Ambiental Participativo, destinado a professores e comunidade da bacia do Rio das Velhas, realizado com o apoio do Subcomitê de Bacia Hidrográfica Guaicuí.

#### Programação

Data: 31 de agosto de 2016

Local: Secretaria Municipal de Educação  
Rua Tiradentes, 190 - Centro  
Várzea da Palma -MG

Oficina 1: Bacia Hidrográfica como instrumento pedagógico

Horário: 8h00 às 12h00

Oficina 2: Biomonitoramento e qualidade de águas no Rio das Velhas

Horário: 13h00 às 17h00

Inscrições e informações: 31 3409 9810 ou 31 3409 9819



SCBH  
Guaicuí.

**Figura 284. Convite *online* para oficina a ser realizada na cidade de Várzea da Palma (SCBH Guaicuí), em agosto de 2016.**

Fonte: dos autores (2016)



## Convite

### Biomonitoramento na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

O Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas convida Você para as oficinas do Programa de Monitoramento Ambiental Participativo, destinado a professores e comunidade da bacia do Rio das Velhas, realizado com o apoio do Subcomitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paraúna.

#### Programação

Data: 08 de novembro de 2016

Local: Centro Social Comunitário.

Av. Messias de Castro, 298 - Centro - Presidente Juscelino.

Oficina 1: Bacia Hidrográfica como instrumento pedagógico

Horário: 8h00 às 12h00

Oficina 2: Biomonitoramento e qualidade de águas no Rio das Velhas

Horário: 13h00 às 17h00

Inscrições e informações: 31 3409 9810 ou 31 3409 9819



**Figura 285. Convite *online* para oficina a ser realizada na cidade de Presidente Juscelino (SCBH Paraúna), em novembro de 2016.**

Fonte: dos autores (2016)



## Convite

### Biomonitoramento na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

O Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas convida Você para as oficinas do Programa de Monitoramento Ambiental Participativo, destinado a professores e comunidade da bacia do Rio das Velhas, realizado com o apoio do Subcomitê de Bacia Hidrográfica dos Ribeirões Santo Antônio e Maquiné.

Programação

Data: 09 de novembro de 2016

Local: CDL Curvelo -

Avenida Integração, 198 - Centro - Curvelo

Oficina 1: Bacia Hidrográfica como instrumento pedagógico

Horário: 8h00 às 12h00

Oficina 2: Biomonitoramento e qualidade de águas no Rio das Velhas

Horário: 13h00 às 17h00

Inscrições e informações: 31 3409 9810 ou 31 3409 9819



**Figura 286. Convite *online* para oficina a ser realizada na cidade Curvelo (SCBH Santo Antônio e Maquiné), em novembro de 2016.**

Fonte: dos autores (2016)



As sub-bacias atendidas, e os respectivos subcomitês, seguiram, cronograma abaixo:

- ✓ 25 de agosto de 2015 – SCBH Ribeirão Onça - realizada
- ✓ 23 de setembro de 2015 – SCBH Carste - realizada
- ✓ 22 de outubro de 2015 – SCBH Rio Itabirito - realizada
- ✓ 01 de dezembro de 2015 – SCBH Ribeirão Arrudas – realizada
- ✓ 27 de abril de 2016 – SCBH Ribeirão da Mata – realizada
- ✓ 24 de maio de 2016 – SCBH Ribeirão Caeté/Sabará – realizada
- ✓ 28 de junho de 2016 - SCBH Rio Jequitibá – realizada
- ✓ 31 de agosto de 2016 – SCBH Guaicuí – realizada
- ✓ 08 de novembro de 2016 – SCBH Paraúna – realizada
- ✓ 09 de novembro de 2016 - SCBH Santo Antônio e Maquiné – realizada

No período de março de 2015 a novembro de 2016 foram realizadas 10 oficinas nas regiões hidrográficas do alto, médio e baixo Rio das Velhas.

A oficina intitulada “a bacia hidrográfica como instrumento pedagógico” tem dois objetivos principais: o primeiro é apresentar aos participantes os variados contextos de pressão ambiental existentes na bacia hidrográfica do Rio das Velhas, seu aparato de gestão e formas de participação popular e de incorporação nas práticas pedagógicas dos debates ambientais associados a bacias hidrográficas. O segundo é apresentar formas materiais e virtuais de potencializar (materializar) as discussões propostas no cotidiano das práticas educativas e de articulação popular.

A apresentação é de aproximadamente 04 horas, sendo que adota como metodologia expositiva as propostas de diálogo e de construção entre o sujeito que apresenta e os sujeitos que participam. Nesse contexto, dialógico, a participação é uma forma de modificação e de formação, entendida como possibilidade de permitir palestras diferentes a partir das experiências e práticas do público participante.

Em cada palestra/oficina são apresentadas ainda informações sobre as Unidades Territoriais Estratégicas do Rio das Velhas, utilizadas informações do Plano Diretor de Recursos Hídricos e entregues materiais disponibilizados pelo CBH Rio das Velhas. Os materiais digitais são enviados posteriormente aos participantes.

A oficina intitulada “biomonitoramento de bacias hidrográficas” tem como objetivo principal divulgar pesquisas, mobilizar e qualificar a comunidade, visando oferecer-lhes informações científicas e exemplos de experiências pedagógicas para que eles possam trabalhar conteúdos que já fazem parte do currículo formal e dos temas transversais. A perspectiva é promover uma educação crítica, organizada e planejada para a proteção, recuperação e conservação da bacia hidrográfica do rio das Velhas.

A apresentação é de aproximadamente 04 horas, adotando metodologia expositiva no intuito de que haja uma apropriação por parte da sociedade do conhecimento científico para que ela possa fazer o seu juízo de valor e desempenhar um papel proativo na gestão do ambiente. Dentro deste contexto a escola apresenta-se como uma forte aliada no desenvolvimento de uma gestão participativa do ambiente, não apenas por apresentar conteúdos dentro da lógica do conhecimento científico, mas por também trabalhar na formação de valores que poderão direcionar atitudes futuras de seus alunos, o que torna o público alvo preferencial de professores.

Em cada palestra/oficina são apresentadas ainda materiais lúdicos e exposição interativa à sociedade para que o conteúdo seja assimilado de forma simples, porém estruturada e contextualizada com uma abordagem sistêmica para que assim possa transformar-se em instrumento de ação. Considera-se que, de acordo com a metodologia expositiva utilizada, cada apresentação/oficina se construiu pelo diálogo que emerge a partir das práticas dos participantes. Abaixo uma síntese das discussões centrais em cada uma das oficinas realizadas.

A oficina da **UTE Ribeirão Onça** foi realizada no dia 25 de agosto de 2015 com início às 08h00 e término à 16h30min no Parque Nossa Senhora da Piedade. Esse parque foi escolhido para a apresentação, porque foi construído a partir das prerrogativas do projeto DRENURBS da prefeitura de Belo Horizonte e é considerado um espaço exemplar de integração das águas em uma área urbana. Participaram da oficina 59 pessoas entre professores das escolas municipais e estaduais de Belo Horizonte, representantes comunitários, profissionais vinculados ao Centro de Educação Ambiental da Pampulha, funcionários da Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA, e membros do subcomitê de bacia Hidrográfica do Ribeirão Onça. O apoio e a participação de conselheiros do SCBH Ribeirão Onça ajudaram a exemplificar os contextos e as complexidades do diálogo ambiental em uma bacia hidrográfica que apresenta cursos d'água em diferentes estágios de pressão e degradação ambiental.

A oficina do Ribeirão Onça utilizou do material elaborado pelo Subcomitê “A bacia hidrográfica do Ribeirão Onça”, além dos dados e estudos disponibilizados pelo Plano Diretor do Rio das Velhas. Os principais questionamentos e diálogos envolveram a atual qualidade da bacia do Onça, os limites de atuação entre as prefeituras de Belo Horizonte e Contagem para a recuperação ambiental da bacia da Pampulha e ainda as dificuldades de percepção dos cursos d'água como bens ambientais em áreas urbanas (Figuras 287 a 290).



**Figura 287. Oficina realizada no Parque Municipal Nossa Senhora da Piedade, em Belo Horizonte: apresentação dos participantes.**

Fonte: dos autores (Agosto de 2015)



**Figura 288. Palestra da oficina sobre bacia hidrográfica como instrumento pedagógico.**

Fonte: dos autores (Agosto de 2015)



**Figura 289. Atividade lúdica da oficina sobre biomonitoramento de bacias hidrográficas.**

Fonte: dos autores (Agosto de 2015)

LISTA DE PRESEÇA  
MOTIVO: Oficina Bacia  
DATA: 25/08/2015



NOME	INSTITUIÇÃO / ENTIDADE	TELEFONE	E-MAIL
1. Glíceia Aparecida	E.M. Humbert José Lopes	85536892	glinessph@gmail.com
2. Karina de Lencastre	E.M. Anne Frank	99523419	lobazza@gmail.com
3. Maria Helena Lopes Ferreira Silva	E.E. Afonso Tancredo Neto	34918713	liliaprofessora bh@hotmail.com
4. Edelene de Andrade Neves	E.M. Josefina Souza Lima	9113.4896	denyandrade3@hotmail.com
5. Kelly Marina Rocha	E.M. JOSEFINA SOUSA LIMA	9105 808-5/9105 805	kellyrocha@a.com.br
6. Marisa Cristina de Cristo	C.M. Consuelita Cândida	(01)3637-1057 9649519	marisa.cristo@yahoo.com.br
7. Fabiana Modesto Sousa Barros	C.M. Ruy Gosselita Cândida	8724.3767/3435.4734 7121.3768	fabiana.m.sousa@yahoo.com.br
8. Cláudia Aparecida Matta Jardim	CEA PROPAM	3277.7422 9239.7667	caupadimdin@yahoo.com.br
9. Renata F.M. Costa	Conselho de Recuperação da Bacia da Pdm pulga	3277.7422 92464196	renata2008@yahoo.com.br
10. Virgínia da C. Souza	Conselho de Recuperação da Bacia da Mamãina	3277.7422 8247.5251	virgínia.georges@gmail.com
11. Carla Alves Lara	CEA-PROPAM	81806815 3277.7422 98389499	alves.carla@pbh.gov.br
12. Silvana de Cássia Araújo	E.E. Geraldino Araújo Gomes	37925736	sil-monteiro@yahoo.com.br
13. Inês Alves Rezende	E.E. Geraldino Araújo Gomes	85527344	Inesarezende@yahoo.com.br
14. Joaquim Sílvia Damasceno Ribeiro	E.M. NEZARER J. LOPES SANTOS	987428838	jsilvia@pbh.gov.br
15. Alcione Batista de Souza	E.M. Vereador José Lopes	89761583	alacibatista@pbh.com.br
1. Ana Carolina M. Mendes	E.M. Vereador José Lopes	87846652/3673279	anacario@gmail.com
2. Aline Jaqueline Aguiar	E.M. Maria Júlia Busca	218139-0798	alineaguiar@oi.com.br
3. RICARDO DE SOUZA CHIFFINO	ASS. P. DELMONTI	96081909	
4. RAFAEL DA SILVA			
5. M.ª José Leferino Lima	SCBHRB Onça	96363287 34331019	marjoseferino@yahoo.com.br
6. MAURILIO SOARES JUNIOR	SUB-ONÇA - APT. 100 S. 1000A ACPAO - BARRIO DO PAVÃO	34441300/44937492 86261475	maurilio.souza.junior@pbh.com.br
7. Maria Luiza Silva Moreira	SUB-ONÇA COMUPRA	8-2430621 8-9229329	MELANALU@HOTMAIL.COM
8. Romulo S. R. Arragey	E.M. Proj. Pêlo Guerra	98022174/89784502	projarragey@pbh.gov.br
9. Thiago Augusto Rodrigues	CBH Velhas	3222.8350	thiago.rodrigues@cbhvelhas.org.br
10. Carlos Alberto Ferreira de Sá	Assoc. Bairro Calceado	3308978/79738306	cebelebradadi.com.br
11. Juliana Rocha Assort	Assort/COPIA	9894.9811	julianaassort@yahoo.com.br
12. Pedro Augusto Dias Marques	Assort/Copasa	93772647	pedro.ufmg.dias@gmail.com
13. Domingos Moreira	E.M. H.J.S	97358564	
14. Gabriel Rodrigues Santos	Projeto MANUELZÃO	8713-5932	gabriel.santos33@hotmail.com
1. Roseli Correia Silva	Núcleo Capão	3443-3401	roseli@ig.com.br
2. Denise Miranda A. Silva	E.M. H.J.S	85027750	deniseesilva@meida@hotmail.com
3. Saint-Clair M. Silva	E.M. HERBERT José de Souza - EMURB	82286253	saintclair@emil.com
4. Brenda J. Rocha	Projeto Manuelzão	7075-5190	brenda.brockmann@hotmail.com
5. Carla Lúcia R. Machado	E.M. Hélio Pellegrino	96483403	caluramala@gmail.com

Figura 290. Lista de Presença nas atividades oferecidas na SCBH Ribeirão Onça

Fonte: dos autores (2015)

A oficina da **UTE Carste** foi realizada no Centro de Referência de Assistência Social – CRAS – Confins, no dia 23 de setembro de 2015, com início às 08h00 e término às 16h30. Participaram da oficina 23 pessoas entre professores das escolas municipais e estaduais da sede municipal de Confins e também de distritos do município, representantes comunitários, profissionais vinculados à secretaria de meio ambiente e membro do subcomitê de bacia Hidrográfica do Carste. As discussões foram centralizadas na complexidade de discussão em áreas cársticas e também na fragilidade dessas áreas em relação ao lançamento de esgotos e demanda de água. Foram utilizados os materiais disponibilizados pelo plano diretor do Rio das Velhas e discutidas as potencialidades de articulação popular (Figuras 291 a 294).



**Figura 291. Oficina realizada na sede Centro de Referência de Assistência Social em Confins: apresentação dos participantes.**

Fonte: dos autores (Setembro de 2015)



**Figura 292. Palestra da oficina sobre bacia hidrográfica como instrumento pedagógico.**

Fonte: dos autores (Setembro de 2015)






**Figura 293. Palestra da oficina sobre biomonitoramento de bacias hidrográficas.**

Fonte: dos autores (Setembro de 2015)



LISTA DE PRESENÇA Confins / Cras  
MOTIVO: Oficina de Bionomonitoramento  
DATA: 23/09/2015

DECLARAÇÃO

	NOME	INSTITUIÇÃO / ENTIDADE	TELEFONE	E-MAIL
	1. Pauline P. Rodrigues	E.M. Afonso José da Silva	(31) 91919807	jpck.conzar@hotmail.com
	2. Silvana Chaves Lourenço	Escola Municipal de Educação Infantil	(31) 98349904	silabg@hotmail.com
M	3. Hélio de Oliveira	Escola Municipal de Educação Infantil	(31) 99080852	Helioliveira@hotmail.com
M	4. Magalote Lima Souza	ADAO	37128075	
M	5. Beatriz Gonçalves de Almeida	E.M. Criança Feliz	3686-00-66	
	6. Bruna Santos S de Andrade	Município Confins	31191927449	bruna.sanches.23@yahoo.com.br
	7. Roseli Aparecida de Oliveira	CEI Jardim Encantado	36653077	rosaconado@bol.com.br
	8. Maria Helena	E.M. J. Encantado	6031091906361	- - - -
	9. Aurimio Eugênio	Lions Clube Confins	8367.3650	maurimio.confins@gmail.com
	10. Tânia Bárbara	Lions Clube Confins	89018459	BarbaramdoslionsTaniaTania@lionsclub.com.br
	11. Blaise Maria do Rê	Lions Clube Confins	(31) 83405895	blaisemaria@hotmail.com
	12. Marcelina P. Silva	Comunidade Confins	36860462	Marcelina@yahoo.com.br
M	13. Jaqueline Formaggio	Comunidade Confins - B.H.	85639048	Jaquelineformaggio@oi.com.br
	14. Luciana da Silva	Comunidade Confins	99917223	luciana.confins@hotmail.com
	15. Dulciana Teixeira	M. Pares Superescola de Química	93590642	" " "
	1. Talita E. S. Lemes	E.E. São José de Confins	9937-5924	lemestalita@gmail.com
M	2. Ana Lechadima Souza	E.E. Municipal de São José	99496963	
	3. Blaise Maria do Rê	Lions Clube	83405895	blaisemaria@hotmail.com
M	4. Roberta Miranda Costa	E.M. Jardim Encantado	91829333	roberta.vab@gmail.com
M	5. Luana de Almeida	E.E. São José	75413068	luana.biomas2007@yahoo.com.br
	6. Sidnei Maria Guizão	Sílabo Joo	99146411	
	7. Jaqueline Formaggio	Comunidade Confins	85639048	Jaquelineformaggio@oi.com.br
	8. Camilla Oliveira	Gr. Margarida Tel. (Confins)	(31) 94289311	camilla.oliveira713@hotmail.com
	9.			

Figura 294. Lista de Presença nas atividades oferecidas na SCBH Confins.

Fonte: dos autores (Setembro de 2015)

A oficina da **UTE Itabirito** foi realizada na Casa de Cultura de Itabirito, no dia 22 de outubro de 2015, com início às 08h00 e término às 16h30. Participaram da oficina 48 pessoas entre professores das escolas municipais e estaduais da sede municipal de Itabirito, do distrito de Acuruí e de escolas rurais, representantes comunitários, profissionais vinculados à secretaria de meio ambiente, profissionais da vigilância Sanitária e membro do subcomitê de bacia Hidrográfica do Rio Itabirito.

As discussões utilizaram de dados de levantamentos já realizados na bacia e ainda de informações do projeto Conhecendo o Rio Itabirito. Entre as discussões centrais destacam-se as pressões ambientais realizadas pelas áreas de mineração e ainda pelo lançamento de esgotos sanitários nos cursos d'água (Figuras 295 a 299).



**Figura 295. Oficina realizada na Casa de Cultura Maestro Dungas em Itabirito: Atividade lúdica da oficina sobre biomonitoramento de bacias hidrográficas.**

Fonte: dos autores (Outubro de 2015)



**Figura 296. Palestra da oficina sobre biomonitoramento de bacias hidrográficas.**




Fonte: dos autores (Outubro de 2015)



**Figura 297. Exposição Interativa da oficina sobre biomonitoramento de bacias hidrográficas.**

Fonte: dos autores (Outubro de 2015)

LISTA DE PRESENÇA *Itabirito*  
MOTIVO: *Oficina Bacia*  
DATA: *22/10/15*

	NOME	INSTITUIÇÃO / ENTIDADE	TELEFONE	E-MAIL
1.	<i>HAUS ALEXANDRE LEMARZ COHN</i>	<i>RURUI- ASSITUR- CNDRS APERI- APART</i>	<i>31 9962-0182</i>	<i>Haus.lemarz@gmail.com</i>
2.	<i>ROSINEI NEVES ACRONIA FURTADO</i>	<i>RURUI- ASSOCIAÇÃO COMUNITARIAS</i>	<i>83430600</i>	<i>[Handwritten Signature]</i>
3.	<i>Dezo de Mello Uta</i>	<i>Fundaçõ Gorceix</i>	<i>31 35577184</i>	<i>dezoarop@gmail.com</i>
4.	<i>Raimon Tawir</i>	<i>Prefeitura Itabirito</i>	<i>(51) 88999692</i>	<i>raimon.t@uai.com.br</i>
5.	<i>Júliem Pereira</i>	<i>E. E. Eng. Guaraná Jr</i>	<i>(31) 984003421</i>	<i>julien_supervisora@yahoo.com.br</i>
6.	<i>Thales Amoral Alves</i>	<i>SEMADA- PMI</i>	<i>(33) 84065178</i>	<i>thalesamoralalves@gmail.com</i>
7.	<i>Ramon Lomas</i>	<i>E.E. Eng. Guaraná Jr</i>	<i>(31) 995884630</i>	<i>lomas-ramon@hotmail.com</i>
8.	<i>Luizinho Maria A Loucc</i>	<i>E. E. Eng. Guaraná Jr</i>	<i>(31) 8720-8915</i>	<i>luizperucca@hotmail.com</i>
9.	<i>Rafaela Sabena R. Mateo</i>	<i>E. E. Eng. Guaraná Jr</i>	<i>(31) 8585-2831</i>	<i>Rafaela.Para@hotmail.com</i>
10.	<i>Simone Florbete S. Ypis</i>	<i>E.E. Eng. Guaraná Jr</i>	<i>(31) 3.557-3396</i>	<i>simoneflorbete.5683@gmail.com</i>
11.	<i>Renilda Rodrigues</i>	<i>Escola E. Borso</i>	<i>(31) 8759-1168</i>	<i>renildarodrigues20082008@yahoo.com.br</i>
12.	<i>Andressa R.C. Pereira</i>	<i>Colégio Eco Vila</i>	<i>(31) 8502-6013</i>	<i>andressacolosec@yahoo.com</i>
13.	<i>Kristine da Silva</i>	<i>Prefeitura Itabirito</i>	<i>31 65894320</i>	<i>Kristinesilva@gmail.com</i>
14.	<i>Lucas dos Anjos Brito</i>	<i>E.E. Eng. Guaraná Jr</i>	<i>31984416595</i>	<i>lucas.a.brito@gmail.com</i>
15.	<i>Fabiola de P.F. Morato</i>	<i>PROFESSORA ITABIRITO</i>	<i>(31) 98887-9621</i>	<i>faecologa@yahoo.com.br</i>
1.	<i>Laura de Matos E.</i>	<i>SEMAMI QNBUS Biologica</i>	<i>98266-5548</i>	<i>laura_137@hotmail.com</i>
2.	<i>Bárbara Botafumeiro Araújo</i>	<i>E. Municipal Antônio de Almeida (Zona Rural)</i>	<i>8702-5342</i>	<i>PATY.77@adlbook.com</i>
3.	<i>Regina de Aguiar</i>	<i>E.M. de Açuai (Zona Rural)</i>	<i>8523-9293</i>	<i>reginadeaguiar@yahoo.com.br</i>
4.	<i>Dayck de Paula</i>	<i>E.M. de Açuai (Zona Rural)</i>	<i>98994-0012</i>	<i>dayckpaula19@yahoo.com.br</i>
5.	<i>Aleguiciardi G. Cristine</i>	<i>E.M. de Açuai (Zona Rural)</i>	<i>98909-9752</i>	<i>aleguiciardi_75@hotmail.com</i>
6.	<i>Jamete B. Rodrigues</i>	<i>APAFI (Zona Rural)</i>	<i>87539897</i>	<i>jametebrodrigues68@gmail.com</i>
7.	<i>Roberto Nery Batista</i>	<i>E.M. Padre Antônio Cândido</i>	<i>8627-9612</i>	<i>robertobatalista@oi.com.br</i>
8.	<i>Sirku Magna Santos</i>	<i>Escolas Municipais Rurais</i>	<i>99727-3568</i>	<i>sirku.magna.santos@hotmail.com</i>
9.	<i>Maria Aparecida Ciro</i>	<i>Escola Municipal Br. Olimpia</i>	<i>85554602</i>	<i>mariaaciro@netnetmail.com</i>
10.	<i>Gabriela Ribeiro</i>	<i>Escolas Rurais</i>	<i>98858-3621</i>	<i>gabi.rr@hotmail.com</i>
11.	<i>Luiz Carlos B. Rodrigues</i>	<i>E.M. Padre Antônio Cândido</i>	<i>(31) 85621213</i>	<i>luizcarlosbr@hotmail.com</i>
12.	<i>Maria Salete Vasconcelos</i>	<i>Escolas Rurais</i>	<i>98820-1891</i>	<i>saletevasc12@gmail.com</i>
13.	<i>Maria das Graças Figueira</i>	<i>Escolas Municipais Rurais</i>	<i>9825-9121</i>	<i>mgt.figueiredo@yahoo.com.br</i>
14.	<i>Rafael R. da Silva</i>	<i>SAAE/E.E. Eng. Guaraná Jr</i>	<i>8784-4333 DF</i>	<i>rafael.r.da.silva@yahoo.com.br</i>
15.	<i>Janusca C. da Silva</i>	<i>Escolas Rurais</i>	<i>9941-6380</i>	<i>januscaias@yahoo.com.br</i>

Figura 298. Lista de Presença nas atividades oferecidas na SCBH Itabirito – Lista 1.

Fonte: dos autores (Outubro de 2015)

LISTA DE PRESENÇA *Itabirito*  
MOTIVO: *Oficina Biomonitoramento*  
DATA: *22/10/15*

*Tarde*





	NOME	INSTITUIÇÃO / ENTIDADE	TELEFONE	E-MAIL
1.	<i>Claudia F. L. Coelho</i>	<i>Escolas Rurais</i>	<i>3561-2161</i>	<i>claudialopescoelho@yahoo.com.br</i>
2.	<i>Glauca L. F. Santos</i>	<i>Escolas Rurais</i>	<i>9993 2345</i>	<i>glaucaescola2015@gmail.com</i>
3.	<i>Elisiane M. S. Pereira</i>	<i>Escolas Rurais</i>	<i>8821-9535</i>	<i>elisanepereira@yahoo.com.br</i>
4.	<i>Andreia de F. Santos</i>	<i>Escolas Rurais</i>	<i>35639126</i>	
5.	<i>Shirley Aparecida Batista D.</i>	<i>Escolas Rurais</i>	<i>3-561-1109</i>	<i>andreiaacorino@hotmail.com</i>
6.	<i>Andreia de F. Pereira</i>	<i>Escolas Rurais</i>	<i>3561.6932</i>	<i>andreiaacorino@hotmail.com</i>
7.	<i>Viviane S. Gonçalves Lima</i>	<i>Escolas Rurais</i>	<i>85831582</i>	<i>vivianeG.1459@hotmail.com</i>
8.	<i>Maria Helma Mata</i>	<i>Escolas Rurais</i>	<i>999621944</i>	<i>maria.helma.mata@hotmail.com</i>
9.	<i>Valéria Fernandes Silva</i>	<i>Escolas Rurais</i>	<i>88503755</i>	<i>valeria.f2021@gmail.com</i>
10.	<i>Reinaldo Rodrigues</i>	<i>Escola e. B. 0500</i>	<i>(31) 87594681</i>	<i>reinaldoeste2008.2009@yahoo.com.br</i>
11.	<i>Ana Carolina de Castro Brandão</i>	<i>Coleção / Eco Vila</i>	<i>(31) 7502-6012</i>	<i>anacacastor@yahoo.com</i>
12.	<i>Raphael de Sá Silva</i>	<i>SARE / E.E. Eng. Quinor Jr</i>	<i>(31) 8784-4333</i>	<i>raphaelcobian@yahoo.com.br</i>
13.	<i>Helton Louisa</i>	<i>EE Eng. Quinor Jr / Urqu</i>	<i>(31) 98400342</i>	<i>heltonupinheiro@yahoo.com.br</i>
14.	<i>Ramon Lima</i>	<i>EE Eng. Quinor Jr</i>	<i>(31) 9588 4630</i>	<i>lomas-viamen@hotmail.com</i>
15.	<i>Thomaz B. Silva e Silva</i>	<i>EE Eng. Quinor Jr</i>	<i>(31) 8551 3396</i>	<i>thomazsilvabete.5623@gmail.com</i>
1.	<i>Kidme S. Silva</i>	<i>Deputado Itabirito</i>	<i>8889 4320</i>	<i>kidmesilva@gmail.com</i>
2.	<i>Diego Augusto</i>	<i>Fundação GOCCEIX</i>	<i>3557 7189</i>	<i>diegoarop@gmail.com</i>
3.	<i>Renata Aparecida Batista</i>	<i>Em Prof. Olímpia M. Malhada</i>	<i>(31) 99128-0833</i>	<i>renata_rab@yahoo.com.br</i>
4.				

**Figura 299. Lista de Presença nas atividades oferecidas na SCBH Itabirito – Lista 2.**

Fonte: dos autores (Outubro de 2015)

A oficina da **UTE Ribeirão Arrudas** foi realizada no dia 01 de dezembro de 2015, com início às 08h00 e término às 16h30 no Centro de Educação Ambiental do Parque das Águas, localizada nas nascentes do Ribeirão Clemente, afluente do Arrudas. Participaram da oficina 22 pessoas entre professores das escolas municipais e estaduais do município de Belo Horizonte, representantes da Regional Barreiro, representantes comunitários, profissionais vinculados à Secretaria de Meio Ambiente e à Fundação de Parques Municipais de Belo Horizonte, representante de setor empresarial.

A oficina utilizou dos exemplos e contextos apresentados pelo material da cartilha “Nosso Ribeirão Arrudas”, elaborada pelo subcomitê e ainda informações do plano diretor de Recursos Hídricos. Os temas centrais discutidos passaram pelas intervenções em canais fluviais em áreas urbanas, as sucessivas canalizações do Ribeirão Arrudas e os diferentes eventos de inundação e alagamento na bacia (Figuras 300 a 313).



**Figura 300. Palestra da oficina sobre bacia hidrográfica como instrumento pedagógico.**

Fonte: AGB Peixe Vivo (Dezembro de 2015)



**Figura 301. Palestra da oficina sobre biomonitoramento de bacias hidrográficas.**

Fonte: AGB Peixe Vivo (Dezembro de 2015)



**Figura 302. Oficina sobre biomonitoramento de bacias hidrográficas.**

Fonte: AGB Peixe Vivo (Dezembro de 2015)

LISTA DE PRESENÇA *Oficina Bacia e Arrudas / Parque Águas*  
 MOTIVO: *Biomonitoramento*  
 DATA: *01/12/15*

1.	<i>Ana Britina F. Figueira</i>	<i>E.M.PIS</i>	<i>996524922</i>	<i>ana.britina.figueira5152@gmail.com</i>
2.	<i>João Inácio de Lima</i>	<i>F.M. comum</i>	<i>3785 3092</i>	<i>joao.inacio@hotmail.com</i>
3.	<i>Luciano Soares Laranja</i>	<i>Parque das Águas</i>	<i>32775990 997183270</i>	<i>luciano.laranja@pbb.gov.br</i>
4.	<i>Luciano Soares Laranja</i>	<i>Parque das Águas</i>	<i>3277-913018435 11898</i>	<i>luciano.laranja@pbb.gov.br</i>
5.	<i>Elma Lúcia Santos</i>	<i>Parque das Águas</i>	<i>9438.5308/92462078</i>	<i>ELMASANTOS@YAHOO.COM.BR</i>
6.	<i>Jacqueline P. Fonseca</i>	<i>ABB Pura Vida</i>	<i>3207-8500</i>	<i>JACQUELINE.FONSECA@AGPEIXEVIVO.COM.BR</i>
7.	<i>Junia Maria Tavares</i>	<i>EM Solar Rubi</i>	<i>99964-5246</i>	<i>JUNIA_TAVARES@YAHOO.COM.BR</i>
8.	<i>Denise dos Santos</i>	<i>E.M. Solar Rubi</i>	<i>34644449/999854652</i>	<i>denisedosdoses08@gmail.com</i>
9.	<i>Elaine M. de Castro A.</i>	<i>GERED Barragem</i>	<i>32799091/999449976</i>	<i>elaine.amaral@pbb.gov.br</i>
10.	<i>Helena P. Rodrigues</i>	<i>FUNDAÇÃO PARQUE MUNICIPAL - FPM</i>	<i>32775399/999997073</i>	<i>helenap@pbb.gov.br</i>
11.	<i>Margarete Costa Avila</i>	<i>Fund. do Parque Municipal</i>	<i>32775397</i>	<i>margarete.avila@pbb.gov.br</i>
12.	<i>Paula C. Alves Ferreira</i>	<i>Estação de Parques Municipais</i>	<i>3277-5399</i>	<i>PAULA-FERREIRA@PBB.GOV.BR</i>
13.	<i>Paulo Roberto Vicente</i>	<i>E.M. Pedro Alvaro</i>	<i>98462-1606</i>	<i>PAULFEL@BCL.COM.BR</i>
14.	<i>Resângela S. B. Proença</i>	<i>E.M. E.H.L.</i>	<i>987059395</i>	<i>resangela.sydney@pbb.gov.br</i>
15.	<i>Luciana Azevedo Barros</i>	<i>E.M.P.H.R.</i>	<i>937215212</i>	<i>luciana.azevedo@pbb.gov.br</i>
1.	<i>Katinka W. da Silva W.</i>	<i>IKSA Santa Luzia</i>	<i>3198668-2596</i>	<i>KatinkaBio@yahoo.com.br</i>
2.	<i>Mauro P. Martins</i>	<i>E.M.P.H.R.</i>	<i>3198479-9334</i>	<i>mauromartins594@gmail.com</i>
3.	<i>Edanise M. B. G. Res</i>	<i>FPM</i>	<i>31999921486</i>	<i>edanise@pbb.gov.br</i>
4.	<i>Marcos José M. Pimenta</i>	<i>E.M. CIAC Lucas Montezuma Machado</i>	<i>(31) 91814149</i>	<i>marcos.jose.m.pimenta@yahoo.com.br</i>
5.	<i>Keille dos Santos</i>	<i>E.E. Dr. Durvalino Moreira</i>	<i>(31) 98856 8940</i>	<i>Keille.guadia@yahoo.com.br</i>
6.	<i>Heitor Leite da Silva Filho</i>	<i>E.E. Doutor Anísio Moraes</i>	<i>(31) 996319949</i>	<i>hlsilho90@gmail.com</i>
7.	<i>Henrique Romão de Mello</i>	<i>CeFet-MG</i>	<i>(31) 9137 5944</i>	<i>henriquef3033@gmail.com</i>
8.				

Figura 303. Lista de Presença nas atividades oferecidas na SCBH Arrudas.

Fonte: dos autores (Dezembro de 2015)

Para a conselheira do Subcomitê Onça e integrante do Projeto Manuelzão, Majô Zeferino, as oficinas são oportunidades únicas de conscientização e aprendizagem ambiental para as comunidades envolvidas nos Núcleos. “É fundamental que todos conheçam a realidade de nossas bacias, se interajam com as propostas de melhorias das condições de preservação dos rios e saibam como monitorar a qualidade das águas”, disse. Ainda segundo ela,



realizar as oficinas nos parques é revelar à comunidade que é possível mudar a realidade de locais abandonados e poluídos. “Estar neste parque é sentir que as propostas do Projeto de revitalização dos locais e rios e todos os trabalhos que realizamos de conscientização de políticas públicas sociais e ambientais de melhoria de vida das comunidades e do meio ambiente estão surtindo efeito. Com certeza essas vitórias são de todos”, disse.

“Para mudar a realidade é preciso que todos participem mais dos processos de luta em favor do meio ambiente, da água e de tudo o que envolve o meio ambiente”, destacou o vice-presidente da Associação do Bairro Colorado, em Contagem, e também conselheiro do Subcomitê Onça, Carlos Alberto Ferreira da Silva. Para ele, é preciso cobrar uma ação diferenciada das autoridades. “Tem que haver mais diálogo entre as instituições, os órgãos públicos e comunidade. E nós da comunidade temos que fazer nossa parte, mas também cobrar mudanças. Tem que haver mais interesse político nas questões ambientais”, reforça.

A professora Aline Aguiar, da Escola Municipal Maria Silva Lucas, de Contagem, leciona geografia e estava prestando atenção às informações. Para ela, as escolas têm que estar atentas em tudo o que acontece e esclarecida do que envolve o meio ambiente. “Estar aqui é buscar conhecimento, é fazer com que os alunos possam através do que aprendemos nas oficinas também conhecer a realidade dos rios, das bacias e das águas. Hoje eles estão mais conscientes, querem saber como preservar a natureza e conhecer como essa vivência pode mudar a realidade” destacou ao revelar que “A geografia deve ser ensinada além dos muros”. Ainda segundo ela, estar num parque que mudou a realidade local é aprender com o real. “A mudança da realidade desse espaço preservado e de lazer da comunidade o torna um exemplo pedagógico e de educação”, afirmou.

A oficina da **UTE Ribeirão da Mata** foi realizada no Viveiro de Mudanças Municipais e Centros de Educação Ambiental de Ribeirão das Neves, no dia 27 de abril de 2016, com início às 08h00 e término às 16h30. Participaram da oficina 57 pessoas entre professores de escolas municipais e estaduais do município de Ribeirão das Neves, representantes comunitários, profissionais vinculados à Secretaria de Meio Ambiente, à vigilância sanitária, à vigilância ambiental e da defesa civil de Ribeirão das Neves. (Figuras 304 a 308).

A discussão, nesta oficina, foi centrada nas possibilidades de intervenção em canais fluviais em áreas socialmente frágeis e com diferentes níveis de ocupação informal e irregular. Debates acalorados foram conduzidos sobre as possibilidades de intervenção nos canais fluviais e ainda a importância de construção de um modelo de gestão que seja menos reativo à degradação ambiental. Neste contexto os presentes destacaram a importância de ações de planejamento e de proteção das áreas ainda em boa qualidade ambiental do município.

Foram apresentados dados demográficos e ambientais da bacia do Ribeirão da Mata, principalmente a partir dos dados do Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia Rio das Velhas. Na apresentação estiveram presentes conselheiros do subcomitê do Ribeirão da Mata e do CBH Rio das Velhas e ainda o secretário de meio ambiente municipal.



**Figura 304. Apresentação Secretário de Meio Ambiente de Ribeirão das Neves**

Fonte: dos autores (Abril de 2016)



**Figura 305. Palestra da oficina sobre bacia hidrográfica como instrumento pedagógico.**

Fonte: dos autores (Abril de 2016)



**Figura 306. Oficina sobre biomonitoramento de bacias hidrográficas.**

Fonte: dos autores (Abril de 2016)

LISTA DE PRESENÇA *Bacia hidrográfica*  
MOTIVO: *Oficina*  
DATA: *25/04/2016*



	NOME	INSTITUIÇÃO / ENTIDADE	TELEFONE	E-MAIL
1.	Guilherme Melo Velho	SMMA	337059858	guilherme1@xha.com.br
2.	Nathália M. Batista	SMMA	989974555	nathaliamoraes@igoloco.com.br
3.	Yago Bernardo do Amaral	SMMA	(30)99315-7833	yago.bernardo@gmail.com
4.	ERIKA FERREIRA DE SILVA	SPMIX	(31)39322-2697	ERIKA.ROCHA@com1.com
5.	ROBERTSON XAVIER	SENSA	84505694	ROBERTSON4563@HOTMAIL.COM
6.	Luciano Ricardo Teixeira	REFEITA CIVIL DE RIBEIRÃO DA MATA	358099381	luciano.ricardo.teixeira@gmail.com
7.	Eliana Brito Rondon Teixeira	SENSA	98928-8069	eliana.teixeira@gmail.com
8.	Janeide M. dos Santos	SENSA	988610656	janeide_rodrigues@yahoo.com
9.	Monteoliva F. Sardo	SMMA/SCA	99243-3870	monteoliva@gmail.com
10.	Italo Augusto M. Moura	SMMA	995428433	italo17moura@hotmail.com
11.	Wilson de Paula Carvalho	SMMA/SCA	988017484	WBACARVALHO@gmail.com
12.	Neila Castro	POUPANÇA JOVEM	486765199	neila_prejuvem@yahoo.com.br
13.	Ediana de Paula	POUPANÇA JOVEM / UTRAMIG / SGE	98688584	ediana.carlos@otonny.com.br
14.	Lidianeza Rodrigues	POUPANÇA JOVEM / UTRAMIG	97628849	lidianezarodrigues@gmail.com
15.	GERILDO CARVALHO DO NASCIMENTO -	SMMA	39294572	G.CARVALHODO NASCIMENTO@gmail.com
16.	RODRIGO ANCELINO	POUPANÇA JOVEM	97957900	RODRIGOANCELINO2017@yahoo.com.br
17.	Guilherme Rodrigues Lima	POUPANÇA JOVEM	36252961	
18.	Carla de Silva Coiro	POUPANÇA JOVEM	82758521	carlacoira@gmail.com.br
19.	Stenya Falha de Oliveira	POUPANÇA JOVEM	38721-2691	stenya_falha_2015@gmail.com
20.	Anderson Luiz Nogueira	SMMA	996431566	magibh2003@hotmail.com
21.	Amanda Nogueira Guadagnini	Educação	986387651	amanda.guadagnini@yahoo.com.br
22.	Fabiano Teixeira Nascimento	SENSA - Secretaria de Saúde	987292034	fabio.teixeira@yahoo.com.br
23.	Ronilson Reis Nobre	USAREN / SENSJA	987810535	rony_bandeira@hotmail.com
24.	Wanda Cristina F. Silva	USAREN / SENSJA / SENS	989011933	wanda646@yahoo.com.br
25.	Fernando de Paula	PTEN / SUSTA	99638-0630	fernando.misami@gmail.com
26.	Gabriel E.R. Gontere	SMMA	99776-1454	gabriel.gontere@hotmail.com
27.	SIDNEI MARTINS	SMMA	987659883	sidnei.martins68@gmail.com
28.	Anna Carolina Falcao	SMMA	98822-2330	annacfalcao@gmail.com
13.	Rodrigo Holt	SMMA	987832473	rodrigoholt@hotmail.com
14.				
15.				

Figura 307. Lista de Presença nas atividades oferecidas na SCBH Ribeirão da Mata (bacias hidrográficas).

Fonte: dos autores (Abril de 2016)

LISTA DE PRESEÇA *Biomonitoramento*  
MOTIVO: *Oficina*  
DATA: *27/04/2016*

R. Neves



	NOME	INSTITUIÇÃO / ENTIDADE	TELEFONE	E-MAIL
1.	Anderson Luiz Monteiro	SMMA	996431566	magobh207@hotmail.com
2.	Wilson de Paula Carvalho	SMMA/SCA	988017484	WBACARVALHO@GMAIL.COM
3.	Waldo Gostano F. SILVA	REG. AMS. COTEL/SENSEA	989011933	WaldoGF26@yahoo.com.br
4.	Italo Augusto M. Moura	SMMA	385428433	Italo37moura@hotmail.com
5.	Jane Saad R. Dos Saia	SENSA	988610606	ianednal_Rodrigues@yahoo.com
6.	Elaine Cristina B. Tenreiro	SENSA	98928-8069	elaine_sandage@gmail.com
7.	Carla Ferreira de Silva	SMMA	99322-2647	Carla.Ferreira23@gmail.com
8.	Elisac. G. de Santa	SMMA	992433870	montecoluisse@gmail.com
9.	José Benvenuto de	SMMA	3199315-7833	joaobgso@gmail.com
10.	Anne Caroline Sales	SMMA	988222330	annacfalco@gmail.com
11.	Luciano Ricardo Teixeira	DEPESA CIVIL DE RIBEIRÃO DAS VELHAS	988099381	LUCIANO RICARDO TEIXEIRA@gmail.com
12.	ROBERTSON XPRICER	SENSA	987505674	ROBERTSONXPRICER@GMAIL.COM
13.	Nathalia Maria Batista	SMMA	987974555	nathaliabato@yahoo.com.br
14.	Amanda Lage	SMMA	99929-2829	amandalage0412@hotmail.com
15.	Larissa Martins	Peupança Jovem	98753551	larissamartins@gmail.com
1.	Guilherme Melo Moraes	SMMA	3133783953	iguarde@yahoo.com.br
2.	Gebrick Emerson Gomes	SMMA	3144726454	gebrick_gontere@hotmail.com
3.	Alissonandra de Amorim	PEPJ	3199935-0769	pepj@essencia.com.br
4.	Amanda N. Guadagnini	Escola Estadual	31986387651	amanda.guadagnini@yahoo.com.br
5.	José J. da Costa	PMRU/SMMA	336180530	Jose.j.martins@ig.com.br
6.	Sidnei Martins	SMMA	987659883	sidnei.martins68@gmail.com
7.	Fabiano Teixeira Natimiro	SENSA(SAÚDE)	987192094	fabteixeira@gmail.com.br
8.	Rodrigo Hoff	SMMA	987832473	rodrigohoffjunior@gmail.com
9.	Laila de Paula	Peupança Jovem	988620520	avila_laila@hotmail.com
10.	Marys Luiza Gurgel	Peupança Jovem	98849-5127	marygurgel@gmail.com
11.	Caroline de Almeida	Peupança Jovem	986486390	caroldealmeida@yahoo.com.br
12.	Ronyson dos Santos	USARIV	987810535	rony_santos@hotmail.com
13.	Claudete Vânia Góes	SMMA/SCA	996145949	claudete.pedreira@gmail.com
14.	Michelle M. Diniz Oliveira	SMMA/SCA	99766-8072	mdiniz_consultora@gmail.com
15.				

Figura 308. Lista de Presença nas atividades oferecidas na SCBH Ribeirão da Mata (biomonitoramento).

Fonte: dos autores (Abril de 2016)

A oficina da **UTE Caeté-Sabará** foi realizada na Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Caeté, no dia 24 de maio de 2016. Participaram da oficina 41 pessoas entre professores de escolas municipais e estaduais, representantes comunitários, profissionais vinculados à Prefeitura de Caeté, Secretaria de Meio Ambiente e EMATER. (Figuras 309 a 311).

Na oficina de bacias hidrográficas foram abordados conceitos que envolvem a representação do espaço através de mapas participativos. De forma bastante interativa, o palestrante buscou questionar os professores participantes sobre a forma como é construída a participação local. Uma discussão envolvendo o tema “articulação popular” rendeu apontamentos pelos ouvintes sobre tomadas de consciência e de decisões. O questionamento foi discutido na tentativa de vislumbrar que a articulação popular está associada a prática pedagógica e é um processo de interação entre diferentes pessoas. Uma das professoras presentes completou que a articulação popular envolvia todos aqueles que estavam em convivência em um mesmo espaço.

Houve discussão sobre diferentes tipos de rios que existem no mundo, levantaram questionamentos sobre a existência de rios urbanos impactados (por ex. Ribeirão Arrudas) uma vez que algumas articulações de cunho ambiental buscavam sua revitalização. Ao final deste primeiro momento, foi discutido que as escolhas pessoais interferem na conjuntura do recurso hídrico e que, a própria ausência deste público nas tomadas de decisões populares, é uma escolha que gera consequências, sejam elas positivas ou negativas. Uma das professoras ouvintes completou dizendo que a Lagoa da Pampulha era também fruto e ausência de escolhas relatando que a recuperação do recurso hídrico diverge na teoria e na prática.

Ao final da manhã buscou-se interagir, através da naquele, com os participantes, de forma que eles entendessem como realizar a representação espacial de modo participativo. Por fim, foram apresentadas aos professores algumas ferramentas possíveis de serem utilizadas para a confecção de mapas próprios salientando como indicar os principais pontos geográficos que desejavam evidenciar.

A oficina de biomonitoramento foi ministrada pelo biólogo e parceiro Wander Ferreira, que apresentou a utilização de macroinvertebrados bentônicos na avaliação de qualidade de águas continentais. Foi discutida a capacidade de organismos em sobreviverem a “stress de poluição” e, como abordar de forma pedagógica, o tema “bioindicadores de qualidade de água” dentro de sala de aula. Ao final foi apresentada, através de uma exposição interativa, os organismos utilizados como indicadores detalhando características específicas de cada organismo.



**Figura 309. Palestra da oficina sobre bacia hidrográfica como instrumento pedagógico.**

Fonte: dos autores (Junho de 2016)





**Figura 310. Oficina sobre biomonitoramento de bacias hidrográficas.**

Fonte: dos autores (Maio de 2016)

MATA

LISTA DE PRESENÇA Caeté  
MOTIVO: Oficina Bacia  
DATA: 24/05/16



	NOME	INSTITUIÇÃO / ENTIDADE	TELEFONE	E-MAIL
1.	Wlton S. Dias Lara	E.M. "Anízia de Pinheiro"		liliasdiaslara@hotmail.com
2.	Dilene B. Gonçalves	E.M. Israel Pinheiro		dilenebgs@oi.com.br
3.	Vanina Maria Zanen	E.M. José Lourenço Landele		Vaninha_123@yahoo.com.br
4.	Marcelo Rodrigues Lima Costa	E.M. Maria de F. Ferraz		marcelorodriguescosta@yahoo.com.br
5.	Márcia Cristina Moreira	E.M. "Pedro José Ferreira"		marcia.cristina@yahoo.com.br
6.	Diriancia de F. Uva Borges	Associação dos Moradores da Bacia		dirianciaborges@gmail.com
7.	Rozemere ap. O. Andrade	E.M. "José Narciso de Azevedo"		rozemereaz@hotmai.com
8.	João Luiz Neto	Prefeitura São Mateus	31-3338-5434	j-neto@btl.com.br
9.	Wander Lúcio Teixeira do Carmo	Sec. Meio Ambiente	31-3651-3223 31-9-89-32-0305	wanderjg@yahoo.com.br
10.	Leonardo Cristiano Silva	E. E. P. Manoel de Jesus	31-99431-7616	LEONARDOCRISTIANO@GMAIL.COM
11.	Diego de Oliveira Silva	C. R. C. Clube dos Estudantes	31-9877-3333	DIEGOOLIVEIRA@YAHOO.COM.BR
12.	Edna Maria de Araújo	Liga Católica S. A. J. Mariana	31-99875-7768/3651-8213	edna13araujo@hotmail.com
13.	Mazareth Maria	Liga Católica S.M.J. Mariana	3651-4664/3213	mazarethmaria@gmail.com
14.	Simone dos Santos	Bacia do Caminho Francês	3651-9959	
15.	Reinilda Bonedilha S.	Bacia do Caminho F. Assis		
1.	Fernando José de P. Costa	Instituto São Luiz (São)	3147-0167	instituto.sao.luis@gmail.com
2.	Alma Maria Xavier	E.E. Sebastião Ribeiro de Brito	3651-1212	albastavolivia_brito@yahoo.com.br
3.	Glaucine Borges	E.E. José Leitura Langada	3652-11-89	glaucineborges499@yahoo.com.br
4.	Stephanie R. Figueiredo de A.M.	E.E. Senhora do Bom Sucesso		feh-figueiredo@hotmail.com
5.	Antônia Luciano de Azevedo	ASSIS/ST/PA/APARCELADA	3651-3434 3651-3223	antolucia@gmail.com
6.	Roberta E. Collares Sales	Prefeitura de Caeté (Município)	998797974	RCOLIVRE@HOTMAIL.COM
7.	Thuanany Michere dos S. Costa	Prefeitura - Meio Ambiente	9-99593-4372	thuanany8@hotmail.com
8.	STEPHANIE LUIZE LAGES		9-98587820	STEPHANIE.LAGES@YAHOO.COM.BR
9.	Fernanda Bárbara Lopes	Sujeitina de Leite - ZEF	9-8851-3837	fernanda_blopes@yahoo.com.br
10.	Joaquim Luiz de Azevedo	Emator - MG	99907-2377	joaquim.luiza@emator.mg.gov.br
11.	Conceição Fernandes	E. E. João Joaquim	3651-3268	
12.	Fabiana Moura	Santa Casa de Caeté	9847-9272	fabiana.pessoal.92@gmail.com
13.				
1.	Marcelo Maria Lima	E.M. Padre Joaquim Satomi	(31) 3651-3268	joaquimmaria@btl.com.br
2.	Helena de Azevedo	E.M. Helma de Azevedo Pinheiro	(31) 3651-3270	helena.de.azevedo.2009@hotmail.com
3.	Luciana Maria de Azevedo	E.M. "José Manoel de Azevedo"	(31) 3651-3249	luffsmo@oi.com.br
4.	Leonardo C. Silva	E. E. P. Manoel de Jesus	(31) 99431-7616	LEONARDOCRISTIANO@GMAIL.COM
5.	Wander Lúcio Teixeira do Carmo	Sec. Meio Ambiente	31-3651-3223 31-9-89-32-0305	wanderjg@yahoo.com.br
6.	João Luiz Neto	Prefeitura São Mateus	31-3338-5434 3652-3115	j-neto@btl.com.br
7.	Luciane Regina O. Pinto	Fraternidade Esp. JARDIM ESPERANÇA		Luciane-regina@hotmail.com
8.	VaullDira dos Santos	Associação Comunitária PNH	31-998455011	
9.	Stephanie Luize Lages		31-9-9858-7820	stephanie.lages@yahoo.com.br
10.	Glaucine J. B. Barros	E. E. José Leitura Langada	(31) 3652-11-89	glaucineborges499@yahoo.com.br
11.	Fernanda Bárbara Lopes	Sujeitina de Leite	(31) 9-8851-3837	fernanda_blopes@yahoo.com.br
12.	Siricio Teodoro Gomes	Santa Casa de Caeté	(31) 998331564	SiricioTeodoro.Maciel@yahoo.com.br
13.	Thuanany Michere dos S. Costa	Prefeitura de Caeté	(31) 99593-4372 (31) 3651-3223	thuanany8@hotmail.com
14.	Roberta E. Collares Sales	Prefeitura - Meio Ambiente	(31) 998797974	RCOLIVRE@HOTMAIL.COM

Figura 311. Lista de Presença nas atividades oferecidas no SCBH Ribeirão da Mata.

Fonte: dos autores (Maio de 2016)

A oficina da **UTE Ribeirão Jequitibá** foi realizada no Centro Universitário de Sete Lagoas - UNIFEMM, no dia 28 de junho de 2016. Participaram da oficina 68 pessoas entre professores de escolas municipais e estaduais, membros do Subcomitê Jequitibá, profissionais vinculados à Prefeitura de Sete Lagoas, Secretaria de Educação, WWF Brasil, Ministério da Saúde, estudantes da UNIFEMM e EMATER (Figuras 312 a 315).

Na parte da manhã, foram levantadas questões a respeito da bacia hidrográfica como possível ferramenta para articulação popular e práticas pedagógicas para o conhecimento de uma região geográfica. O palestrante Rodrigo Lemos, ao indagar sobre articulação popular, incitou a colocação do professor Fagner sobre o tema, dizendo que a mesma se dá “a partir da realidade do aluno e seu contexto”. Rodrigo ainda reiterou que essa articulação é um processo pedagógico, que se integra e se torna mais rica aliada ao cotidiano e articulação popular.

No período da tarde, a bióloga Juliana França falou sobre organismos bentônicos como bioindicadores de qualidade de água. Iniciou com uma dinâmica em grupo para demonstrar o impacto refletindo sobre nossas escolhas. A palestra abordou a água como recurso esgotável e proporcionou aos participantes repensarem sobre a utilização do mesmo. Foram abordados temas como os impactos que ocorrem com a introdução espécies exóticas, problemas como a cultura de se jogar lixo nos rios, esgoto industrial, doméstico, extração de areia, etc. Alguns questionamentos levantados tiveram relação com a qualidade da água de Sete Lagoas, do solo, dos cemitérios que estão próximos de corpos d'água, fossas sépticas, entre outros.



**Figura 312. Oficina bacias hidrográficas como instrumento de articulação popular e prática educativa.**

Fonte: dos autores (Junho de 2016)



**Figura 313. Oficina biomonitoramento de bacias hidrográficas.**

Fonte: dos autores (Junho de 2016)

LISTA DE PRESENÇA Site Lagoas  
MOTIVO: Oficina Bacia Hidrográfica  
DATA: 28/06/16



	NOME	INSTITUIÇÃO / ENTIDADE	TELEFONE	E-MAIL
1.	Vinicius Aguiar da Veiga	WWF-Brasil	61-8175 3298	viniciusveiga@wwf.org.br
2.	Fernando de Souza	Professor Galvão - CAJÓ	31-99885-0685	namdepeixeis@hotmail.com
3.	MIRIAM MARQUES ESCORSEDO	E.B. SANTOS AZEVEDO	31-99176-7371	miriam.scorse@gmail.com
4.	Claudia Helena M.S.Maria	E.E. Bernardo Lagonab. Jardim	99755 4944	coca-maria@hotmail.com
5.	Margarathy J. Pinheiro	E.M. Padre Leodono		
6.	Denize Gonçalves de Oliveira	E. E. Deput. Renato Aguiar	37745777-96458936	denizegomes08@hotmail.com
7.	Edilene Andrade Rocha	E.M. Manoel Fleury	3-9935965	edilene.asfranca@yahoo.com
8.	Sheila C. Fernandes	E.M. Dalva Teixeira Diniz	99698-0854	sheilacfernandes8@gmail.com
9.	Dandiana Ap. Simondini	CESEC - Site Lagoas	99333 2314	dandianaunda@yahoo.com.br
10.	Flávia Rezende Prado	E. E. José Evangelista França	99216-3244	flaviapradop@yahoo.com.br
11.	Galvão Batista	E.E. ALVISIA FERREIRA	31-3776-1990	GALOCIFE@HOTMAIL.COM
12.	Edimania de L.C. Moreira	E.E. "Maria Amâncio"	99191-1938	edimania11@oi.com.br
13.	Tamara Pereira Reis	E.M. Dr. Márcio Paulino	3771-4299	tamarareis.prof@yahoo.com.br
14.	Rogéria Sandra	E.M. Dr. Márcio Paulino	998564222 87130564	rogeriasandra.paula@yahoo.com.br
15.	Danielly Ferreira Rocha	Estudante Ciências Biológicas	1986758906	danielly2003@hotmail.com
1.	Rataty Figueiredo Ferrreira	UNIFEMM (aluna)	(31)98593-9470	ratatyfferreira@outlook.com
2.	Débora Caroline	UNIFEMM (aluna)	(31) 96893695	deboracardune17@gmail.com
3.	Thais S. Marques Vieira	unifemm (aluna)	(31)996546835	thais.marques.vieira@outlook.com
4.	Maria Cecília de Castro	EMATER Jequitibá	(31)3717-6312	maria.ceciliae.emater.mg.gov.br
5.	Letícia Laires Corralles	subcomitê Jequitibá	(31) 98246-4250	leticia@dabonardocade.com
6.	Flávia da Silva Henriques	UNIFEMM (aluna)	(31)99886-7022	flaviapmz5@hotmail.com
7.	Simone de Castro Figueiredo	E.E. DR. AELAR	(31) 99206 5565	simonay71@yahoo.com.br
8.	Silvia Cecília Rodrigues	IEP - SEKTARCON	(31) 893457201	silvia.janeira@univille.com.br
9.	Elidionir de Campos	Maranhão	(31) 99386-3967	elidionir.vst@hotmail.com (pmail)
10.	Laurison Couto	UNIFEMM	(31)991026368	laurison.couto@unipampa.edu.br
1.	Júlia de Azevedo	E.E. José Carlos Kuo	31 8076-5828	juclia01@yahoo.com.br
2.	Vinicius Aguiar da Veiga	WWF-Brasil	61 8175 3298	viniciusveiga@wwf.org.br
3.	Dandiana Ap. Simondini	CESEC site lagoas	91-99333-2314	dandianaunda@yahoo.com.br
4.	Rogéria Sandra de Paula	E.M. Doutor Márcio Paulino	31998564222	rogeriasandra.paula@yahoo.com.br
5.	Tamara Pereira Reis	E.M. Dr. Márcio Paulino	(31)3771-4299	tamarareis.prof@yahoo.com.br
6.	Saúl Vessantes	E.M. Monsenhor Frenico	(31)3772 0241	saalvessantes@yahoo.com.br
7.	Simone de Castro Figueiredo	E.E. "Dr. Teófilo Furtado"	(31) 9885 5100	Simone_gsc@hotmail.com
8.	Eliane de Souza da Silva	E.E. Manoel de Jesus Prado	(31) 8773 0581	eliane_249@yahoo.com.br
9.	João Paulo Alves	E.E. SÍMÃO ANDRADE	(31)99770-7129	joaopaulo.prof71@gmail.com
10.	Pedro Henrique Gonçalves	E.E. MESTRE CORNELIO	(31)998946523	pedro.goncalves30@yahoo.com.br
11.	Flávio Gonçalves	CESEC E.E. José Evangelista França	(31) 993305039	flavioconyaro@yahoo.com.br
12.	Ana Flávia Basilio	E.E. José Vitor Pinto	(31)99627-5515	anaflavia@yahoo.com.br
13.	Edilene Andrade Rocha	E.M. Municipal Manoel Fleury	31-3-9935965	edilene.asfranca@yahoo.com.br
14.	Flávia da Silva Henriques	UNIFEMM - aluna	(31) 99886-7022	flaviapmz5@hotmail.com
15.	Adriana Pereira	E.M. "Manoel F. P. Aguiar"	(31) 3776-6258	adriampereira08@gmail.com
	Junilda de Souza	Município de São João del-Rei	031 3774 1546	junilda.souza@yahoo.com.br

Figura 314. Lista de Presença nas atividades oferecidas no SCBH Jequitibá - Lista 1.

Fonte: dos autores (Junho de 2016)

	NOME	INSTITUIÇÃO / ENTIDADE	TELEFONE	E-MAIL
1.	Elaine Guimarães Fereira Alcicida	Secret. mun. Educação Subcomitê R. Jequitibá	31-37793533	elainealmeida.educacao@setlagos-mg.gov.br
2.	Milza Raimunda Barbosa	Sec. Mun. E. Educ. (DAA)	31-30265685	milzarai@yahoo.com.br
3.	Íria Aparecida da Costa	E. M. Maria Helen Lisboa	31-37720241	saalvessantos@yahoo.com.br
4.	Elaine de Souza da Silva	E. E. Manoel de Jesus Ribeiro E. M. Brancina F. Melara	31-985152501	elaine249@yahoo.com.br
5.	Simone de Tarcia	E. E. "Opis Helen Landesi"	31-(0)9240-0220	professoraefundamental4@yahoo.com.br
6.	Adriana Pereira	E. M. "Mazuba S. P. Figueiredo"	31-3776-6958	adrianapereira083@gmail.com
7.	JOÃO PAULO ALVES	E. E. PREFEITO ZICO PAIVA E. E. CINTIA ANDRADE	31 99270-3929	JOAOPAULOPROF31@GMAIL.COM
8.	Jucrisa Oliveira da Costa	E. E. "Sílvia Rêar Rio de Oliveira"	31 8596-3828	jucrisa@yahoo.com.br
9.	Flávia Gonçalves	E. E. José Evangelista França CESEC	31.999305339	flaviacruzeiro@yahoo.com.br
10.	Vanessa de Távora P. Saporuca de Melo	E. Municipal Vasco de Almeida	31.958277698	vanessapuca@gmail.com
11.	Pedro Henrique Gonçalves	E. E. Mestre Cornelio	(31) 998946523	pedro.goncalves30@yahoo.com.br
12.	Carolina Eugênia Aparecida Costa	União de Lutas dos Trabalhadores	(31) 3712-2268 (31) 3774-1546	carolinacosta@gmail.com
13.	Juliane Aparecida - Amantina Casaroli	E. Municipal Professor Américo Valentim	(31) 3774-4834 999047679	julianematinhascasaroli@hotmail.com
14.	Juvelina Aparecida Santos	Ministério da Saúde	988060266 31-27741546 31-27741546	juvelinasantos@yahoo.com.br
15.	Maurício Sobrinho Valgas	Ministério da Saúde	999479541	mauriciosobrinho@yahoo.com.br

nome:	instituição / unidade	telefone	e-mail
Débora Caroline do Jesus Gomes	unifem	31-90893695	dbora.caroline@gmail.com
Nataly F. Figueira	UNIFEM	(31) 99559-7470	natalyffigueira@getlink.com
Carriana Baidia	União de Lutas dos Trabalhadores	(31) 37741546	carrianaaideia@gmail.com
Thais S. Marques Vieira	unifem	(31) 926546255	thais.marques.vieira@outlook.com
Yraia Dias de Castro	EMATER Jequitibá	(31) 377-6312	yraia.dias@emater.mg.gov.br
Celenia Tarcia G. Bavares	Subcomitê/Comarca	(31) 88270-4250	celenia@dalltonaridosde.com
Danielly Ferreira Rocha	UNIFEM (Alunos)	31 98758906	danielly2003@hotmail.com
Elaine Guimarães F. Alcicida	Secret. mun. Educação / Subcomitê R. Jequitibá	31-37793533	elainealmeida.educacao@setlagos-mg.gov.br
Valquíria Botadouro	E. E. Espírito Santo dos Santos	31 999756657	valquiria-resid@hotm.com
Silvia de Castro Ferreira Junior	E. E. Doutor Avulso	31 992065565	MIRVANAJR1@yahoo.com.br
Edvânia de L. C. Moreira	E. E. "Maua Amândio"	(31) 99191-9938	edviania11@oi.com.br
Leirison Couto	UNIFEM	31 991026368	leirisoncouto@gmail.com
* Estudante de Campo Leiza	Projeto Manutenção	(31) 94386-3967	ludiane_ibt@gmail.com

**Figura 315. Lista de Presença nas atividades oferecidas no SCBH Jequitibá - Lista 2.**

Fonte: dos autores (Junho de 2016)

A oficina da **UTE Guaicuí** foi realizada na Secretaria Municipal de Educação de Várzea da Palma, no dia 31 de agosto de 2016. Participaram da oficina 21 pessoas entre professores de escolas municipais e estaduais e, Secretaria de Educação (Figuras 316 a 319).

As discussões, em ambas as oficinas, envolveram questões relacionadas a realidade local e o que pode ser feito para minimizar os impactos, analisando os problemas, causas e apresentando soluções. Foi levantada a questão de que as escolhas feitas pela população interferem no meio ambiente e que, a ausência da participação popular na tomada de decisões, pode se tratar de questão de escolha, gerando consequências positivas ou negativas.



**Figura 316. Oficina bacias hidrográficas como instrumento de articulação popular e prática educativa.**

Fonte: dos autores (Agosto de 2016)



**Figura 317. Oficina biomonitoramento de bacias hidrográficas.**

Fonte: dos autores (Agosto de 2016)






**Figura 318. Participantes das Oficinas Bacias Hidrográficas e Biomonitoramento, realizada em Várzea da Palma, em agosto de 2016.**

Fonte: dos autores (Agosto de 2016)



LISTA DE PRESENÇA Varzea da Palma  
MOTIVO: Oficina Bacia Hidrográfica  
DATA: 31/08/16

	NOME	INSTITUIÇÃO / ENTIDADE	TELEFONE	E-MAIL
1.	Gustavo Araújo de Carvalho	Escola Estadual Joseph Klein	(38) 99943-4876	gustavo.araujo.carvalho@educacao.mg.gov.br
2.	Galvina Araújo Branga	E.M. Antônio Marques dos Santos	(38) 99943-7494	galvina_ricardo@hotmail.com
3.	Luiz Felipe Alves de Azevedo	E.M. Waldomiro Magalhães Filho	(38) 99991-5916	lpales297@gmail.com
4.	Raquel Pereira Pinto	E.M. Waldomiro M. Pinto	(38) 99841-1183	vaquelprofvzp@hotmail.com
5.	Kátia Cilene da Costa	E.M. Agenor E. Filho	(38) 99870-4269	katia.cilene.vzp@hotmail.com
6.	Deniedson C. Fonseca	E.M. Narciso Telles	(38) 998278898	deniuzf@hotmail.com
7.	Andréia Bala de Brito	Escola de Educação	(38) 996941310	andrelago@hotmail.com
8.	Luiza Torres de Azevedo	E.M. Antônio do Espírito Santo	(38) 99911489	luiza_ssilva@hotmail.com
9.	Holdar Waldolato Escande	E.E. Joaquim de Paulo Pereira	(38) 999227444	holdarwaldolato@yahoo.com.br
10.	Mariana Soares Mendes	E. Bananal de Cima	(38) 992135149	certificado
11.	Rosângela Soares	E.M. Gabriel N. Azevedo	(38) 99914-9186	munilima@vzp@hotmail.com
12.	Elisângela Jesus Rodrigues	E.M. Jomar Evangelista Telles	(38) 99904-0897	elendinabcp@gmail.com
13.	Adriana da Conceição Navei	E.M. Prof. Navei	4104-1963	certificado
14.	Apresenta M. Rocha	E.E. Aus Torquada A. Neves	(38) 3731-1944	am21rocha@hotmail.com
15.	Leucimara A. Cavalcanti	E.E. Gaúcho Sangradouro	(38) 3731-1933	leucimacav@live.com
1.	Silvânia Jesus Cavalei	E.E. Joaquim P. Ferreira	(38) 999009049	silvaniafca0078@gmail.com
2.	Rosa da Silva Sampaio Teixeira	E.N. Marciano Teles de Castro	(38) 998931022	rosasampaio931@yahoo.com.br
3.	Valeska de F. Fernandes	E.M. Marciano Teles de Castro	(38) 99759041	valeska_mauva@yahoo.com.br
4.	Daluziney Ferreira da Silva	E.E. Prof. Torquada A. Neves	(38) 999200730	dalce.vzp@hotmail.com
5.	Helena Vieira Soares	E.M. Gabriel Nunes de Azevedo	(38) 99811083	
6.	Paula Paquet de Oliveira Campos	E.M. Narciso Telles	(38) 999153034	pauletamandi.vzp@hotmail.com

Figura 319. Lista de Presença nas atividades oferecidas no SCBH Guaicuí.

Fonte: dos autores (Agosto de 2016)

A oficina da **UTE Rio Paraúna** foi realizada no Centro Social Comunitário de Presidente Juscelino, no dia 08 de novembro de 2016. Participaram da oficina 51 pessoas entre professores de escolas municipais, representantes da ONG Caminhos da Serra, estudantes da UFJM e Secretaria Municipal de Educação (Figuras 320 a 323).

As discussões envolveram a ocupação humana em bacias hidrográficas e como isso reflete em nosso território, levando os participantes a uma percepção diferente do meio em que estão inseridos. Foram levantadas questões como a importância de se tratar o esgoto da região e a responsabilidade da escola e comunidade com a causa. Um dos participantes acrescenta: "...o ser humano, por si só, impacta de maneira positiva ou negativa, dependendo apenas do ponto de vista e; partindo deste pressuposto, para a

natureza, o homem já causa um impacto negativo”. Foram discutidos outros tópicos, levando os ouvintes a repensarem sobre suas ações e como isso irá refletir como um todo, alegando que o rio é reflexo direto das relações homem natureza e permite a percepção imediata das relações causa-efeito.



**Figura 320. Oficina bacias hidrográficas como instrumento de articulação popular e prática educativa.**

Fonte: dos autores (Novembro de 2016)



**Figura 321. Oficina biomonitoramento de bacias hidrográficas.**

Fonte: dos autores (Novembro de 2016)

LISTA DE PRESENÇA PRESIDENTE JUSCELINO  
MOTIVO: BACIA HIDROGRÁFICA E BIONOMORFAMENTO  
DATA: 08/11/16



	NOME	INSTITUIÇÃO / ENTIDADE	TELEFONE	E-MAIL
1.	M Vânia Maria Moreira de Oliveira	C.I.P.	(38) 99816.6840	vania.moreira.16@yahoo.com.br
2.	M Rosilene Maria de Souza	CIP	(38) 99507805	rosilene.maria.souza@yahoo.com
3.	M Simone de Castro Almeida	CIP	(38) 98305989	
4.	M Emi Maria Pereira	E.M. São Miguel	(31) 95115332	emypereira@gmail.com
5.	M Doris Lúcia Silva Moreira	E.M. J.M.B	(38) 99981884	dorasilva@gmail.com
6.	M Eliete Moreira	E.M. J.M.B	(35) 98915399	elcimoreira17@gmail.com
7.	M Flávia Lúcia Alves Rodrigues	E.M. J.M.B	(38) 999813361	flavialet2@gmail.com
8.	M Juliana Rocha da Silva	E.M. J.M.B	(38) 999827079	jujusilva2015@gmail.com
9.	M Ana Lúcia Tundade	E.M. J.M.B	(38) 999156375	analuciat1009@gmail.com
10.	M Patrícia Carla de Lima	E.M. Prof. J. Estêvão	(38) 999901591	Patricia.Carla.0312@gmail.com
11.	M Elga Maria Gomes Rocha	E.M. São Miguel	(35) 991320115	elgamariorocha@gmail.com
12.	M Valéria Valéria Faria	E.M. J.M. Bonif.	(38) 999578597	VALERYMIKOSES2015@gmail.com
13.	M Tatiane Pereira Fernandes	E.M. J.M. Bonif.	(38) 999340420	Tatiane.pereira@gmail.com
14.	M Maria do Carmo Mendes	E.M. J.M. Bonifácio	(38) 998029560	Maria.do.Carmo21@gmail.com 2015
15.	M Miriam da Silva Almeida	NE MPTM	(38) 99863.2355	miriam.fernandes.silva@vahoo.com.br
1.	M Magda Barros	Escola Municipal José Maria Bonifácio	38 997279417	divina-prejusc@yahoo.com.br
2.	M Ângela M da Fonseca Loucos	Escola Municipal Prof. João Estêvão	(31) 995362456	angela.fonseca12@gmail.com
3.	M Sônia Maria Soares de Oliveira	Escola Municipal Professor João Estêvão	(38) 9871.2653	sonia-soares.0203@gmail.com
4.	M Tháita Relva Lima Pontes	NEMPTM	(38) 99917.3023	thaita.pontes@yahoo.com.br
5.	M Camilla Tundade da Silva	NEMPTM	(38) 9.98948906	camillasilva0202@hotmail.com
6.	M Sheila Martins das Silva	NEMPTM	(38) 99968.2365	martins.sheila885@yahoo.com.br
7.	M Elizângela de J. Silva	NEMPTM	(38) 99907.1270	LITAPARAUNA@YAHOO.COM.BR
8.	M Edineia Palteira de Oliveira	NEMPTM	(38) 9996301.83	caldeiraedineia@yahoo.com.br
9.	M Edna de Souza Feres	E.M. J.M. Bonifácio	(38) 999526024	ednasouzaferes@gmail.com
10.	M Geralda Jaqueline Moran	NEMPTM	(38) 998319306	
11.	M Mauren Lúcia de M. Martins	C.I.P.	(38) 998667735	mauren.pereira1976@gmail.com
12.	M Letiane Rafaela R. Pinto	C.I.P.	(38) 998214488	latinhara@gmail.com
13.	M Ilma da Silva M. Alexy	NEMPTM	(38) 998530530	ilmaparaua@hotmail.com
14.	M Maria Arlene Silerio Parauna	NEMPTM	(38) 999770608	arleneparauna@gmail.com
15.	M Jone Joiceira de Almeida Lourenço	NEMPTM	(38) 998064997	jonejoiceira11@hotmail.com

Figura 322. Lista de Presença nas atividades oferecidas no SCBH Paraúna – Lista 1

Fonte: dos autores (Novembro de 2016)

LISTA DE PRESENÇA PRESIDENTE JUSCELINO  
MOTIVO: BACIA HIDROGRÁFICA E COMPORTAMENTO  
DATA: 08/11/16



	NOME	INSTITUIÇÃO / ENTIDADE	TELEFONE	E-MAIL
1.	TADEU DE OLIVEIRA LACERDA	LIMOEIRO	(31) 996320059	TADEU.O.LACERDA@GMAIL.COM
2.	Diogo da Silva Cardoso	Caminhos da Serra	(35) 99988-1814	mcKavallera@hotmail.com
3.	Sidney Alexandre Queiroz	Comitês de Serra	(38) 99988-7169	SidneyAlexandreQueiroz@gmail.com
4.	Flaviane Costa Albuquerque	Caminhos da Serra	389 88069859	ca.alencar26@gmail.com
5.	Bianca L. Silveira	UFVJM	(31) 98473-3553	bisuperbi@gmail.com
6.	Guiliane S. de Oliveira	S.M.E. Pres. Juscelino	(38) 999862011	Crisunopar@yahoo.com.br
7.	Rosimar P. da Silva Reis	NEMPIM	(38) 999937975	rosi.parauna@gmail.com
8.	Mossanta de Oliveira Castro	NEMPIM	(38) 998345224	castrodes.ac@gmail.com
9.	Maisa R. de Oliveira	NEMPIM	(38) 999408086	
10.	Paula A. de Oliveira	NEMPIM	(38) 999828498	paulinha.nempim@yahoo.com.br
11.	Grizete Silva de Oliveira	S.M.E	(38) 999361861	Grizeteoliveira24@hotmail.com
12.	Verônica de Souza Veresoso	NEMPIM	(38) 99915 9991	veresoso@yahoo.com.br
13.	Patrícia F. de Almeida	NEMPIM	(38) 999420864	patriciamelo@hotmail.com
14.	Thalita Aparecida Mendes Braga	J.M.B	(38) 998239024	thalita.escola.educa@gmail.com
15.	Rita Lúcia P. de Albuquerque	S.M.E	(38) 998082477	ritalucia23@gmail.com
16.	Elisângela de Jesus Silva	NEMPIM	(38) 999071270	elisangelajr@yahoo.com.br
17.	TADEU DE OLIVEIRA LACERDA	LIMOEIRO SERV. AMB	(31) 996320059	TADEU.O.LACERDA@GMAIL.COM
18.	Bianca L. Silveira	UFVJM-estudante	(31) 98473-3553	bisuperbi@gmail.com
19.	Diogo da Silva Cardoso	Caminhos da Serra	(35) 99988-1814	mcKavallera@hotmail.com
20.	Flaviane Costa Albuquerque	Comitês de Serra	389 88069859	ca.alencar26@gmail.com
21.	Sidney Alexandre Queiroz	Comitês de Serra	389 98827169	SidneyAlexandreQueiroz@gmail.com
22.				

Figura 323. Lista de Presença nas atividades oferecidas no SCBH Paraúna – Lista 2

Fonte: dos autores (Novembro de 2016)

A oficina da **UTE Santo Antônio - Maquiné** foi realizada no CDL – Câmara de Dirigentes Lojistas de Curvelo, no dia 09 de novembro de 2016. Participaram da oficina 51 pessoas entre professores de escolas estaduais, Secretaria Municipal de Educação, Comitê da Bacia Hidrográfica Santo Antônio e Maquiné, Copasa, Polícia Militar de Meio Ambiente, CODEMA e EMATER (Figuras 324 a 327).

Os principais pontos abordados envolveram a importância da capacitação da comunidade para a melhoria da relação com o meio ambiente. Alguns pontos de preocupação foram levantados no que se refere ao município de Curvelo como a implantação de um autódromo no município. Os participantes relataram

interesse em participar de capacitações e do enriquecimento destas atividades com o acréscimo de um momento prático. A relação das águas de Curvelo (através do ribeirão Santo Antônio) com a bacia do rio das Velhas foi uma das questões de discussão durante as oficinas e da importância de se terem resultados sobre sua situação atual.



**Figura 324. Oficina bacias hidrográficas como instrumento de articulação popular e prática educativa.**

Fonte: dos autores (Novembro de 2016)



**Figura 325. Oficina biomonitoramento de bacias hidrográficas.**

Fonte: dos autores (Novembro de 2016)

LISTA DE PRESENÇA CURVELO  
MOTIVO: BACIA HIDROGRÁFICA E MONITORAMENTO  
DATA: 09/11/16



	NOME	INSTITUIÇÃO / ENTIDADE	TELEFONE	E-MAIL
1.	Renata M's Peimariz	Dr. Est. Sérgio Lugônio	038.999839507	renatapmariz@hotmail.com
2.	Andréia Regina Oliveira	SRE Curvelo	38.99976.3332	andreiarsoluciro@educacao-mg.gov.br
3.	Cintya de O. Gomes P.	SRE Curvelo	(38) 99911.6065	cintya_porada@educacao-mg.gov.br
4.	Ryane W. Moura	SRE Curvelo	(38) 99964.5875	ryane.moura@yahoo.com.br
5.	Simone Batista Alves	SRE Curvelo	(38) 99929.1360	simone.alves@educacao-mg.gov.br
6.	Elenice Ferreira de Barros	SRE Curvelo	(38) 99944.4605	elenice.ferreira.barros@educacao-mg.gov.br
7.	Fernanda Martins Borata	E.E. Irmã Clarentina	(38) 99971.2771	fmartinsborata@hotmail.com
8.	Leopoldina dos S. Gandra	SRE Curvelo	(38) 999335067	leopoldina@peixe.com.br
9.	Fausto F. Pereira	SRE CURVELO	(38) 99983 4425	faula.fp@hotmail.com
10.	IVAN RIBAS JUNIOR	SRE CURVELO	(38) 99105 -0366	IVAN.RIBAS@EDUCACAO.MG.GOV.BR
11.	Mário Roberto Alves	SRE - Curvelo	99940341	BETO MÁRIO @ Yahoo.com.br
12.	Marcia Marli da Silva	l. E. São Vicente de Paulo	99909.1416	marcia_marli@yahoo.com.br
13.	Edna Soares Fonseca	E.E. Euripides Paula	(038) 9950 0970	ednasoares60@yahoo.com.br
14.	Sônia Maria de Lázaro Batista	E.E. Interventor Alcides Lins	(38) 99979 9949	sonialazaro@gmail.com
15.	Sandra Oliveira Gonçalves da Silva	Esc. Est. Interventor Alcides Lins	(38) 999064915	oliveira.sandra94@hotmail.com
1.	Suelly Devon Esteves	Secretaria M. de Educação	(38) 5722-2275	PEDAGOG@YAHOO.COM.BR
2.	Élaine Carreira Damasceno	S.M.E. Curvelo	(38) 3122.3275	ELANE LANTERNINI@HOTMAIL.COM
3.	Epente do Camo Silveira	SCBH Velhas - ARPA	038 99987166	itamocvio@hotmail.com
4.	Wang L. M. F. F. F. F.	Epapa - MG	(38) 9 9979 48 89	sdange.medvado@epapa.com.br
5.	Wenderson B. Miranda	PMMG - Policia Ambiental	(38) 98828-6750	Wbmmiranda@yahoo.com.br
6.	LUCAS MAGNO A.D.F.	POLICIA MEIO AMBIENTE	38.99849-2553	CVO.LUCAS@HOTMAIL.COM
7.	Julio Cesar Soares	EMATER - MG / UNOPAR	38.99972-3057	JULIO.SOARES@EMATER.MG.GOV.BR
8.	CLÁUDIO R. DE FÁRIA	SUP. REG. DE ENSINO / SEE-MG	38 99949 2629	CLAUDIO.RAFEL@EDUCACAO.MG.GOV.BR
9.	Renata S. S. S. S. S.	E.E. Waldemar Araújo Costa	38 99935 9559	rairmsol@hotmail.com
10.	Andreia Regina M. Oliveira	E.E. São João Batista	38.99937165	andreaogia@hotmail.com
11.	Maricene Antônia Ramos	E.E. Major Antônio Salvo	38.999903226	rantomar@bol.com.br
12.	Maria Carminda de Oliveira	Superintendência de Ensino / SEE-MG	38 999979721	maria.carminda@educacao-mg.gov.br
13.	Sandra O. Gonçalves da Silva	Esc. Est. Interventor Alcides Lins	(38) 999064915	oliveirasandra94@hotmail.com
14.	Sônia Maria de Lázaro Batista	E.E. Interventor Alcides Lins	(38) 99979 9949	sonialazaro@gmail.com
15.	Shirley da Silveira	E.E. Major Ant. Salvo	(38) 99103.9359	SHIRLEY SILVEIRA@YAHOO.COM.BR

Figura 326. Lista de Presença nas atividades oferecidas no SCBH Santo Antônio e Maquiné – Lista 1

Fonte: dos autores (Novembro de 2016)

LISTA DE PRESENÇA <sup>2016</sup>  
MOTIVO: BACIA HIDROGRÁFICA E BIOTRATAMENTO  
DATA: 09/11/16



	NOME	INSTITUIÇÃO / ENTIDADE	TELEFONE	E-MAIL
1.	Helena			
2.	Edoário da S. Teza	ARPA/CODEMA/ESCOM.R.V	38.999613579	EDAS.MEDICINA@HOTMAIL.COM
3.	Marileia de F.B.O.G.	E.E. "Ima Ciarentina"	38.999971453	marileiabuenoavo@yahoo.com.br
4.	Genivaldo Pinheiro	E.E. São Geraldo	38.37224544	gmariaSLR@Gmail.com
5.	Renato Oliveira	E.E. Anísio Castelo Branco	38.999359559	renatmsol@hotmail.com
6.	Rosângela de Souza Gonçalves	E.E. São Vicente de Paula	38.99601622	roster@oi.com.br
7.	Emília de O. Franca P.	SRE Curvelo	(32)99116085	emtya.porada@educacao.mg.gov.br
8.	Marcelo Antônio Romão	E.E. Major Antônio Salvo	(38)999903226	rantonan@bol.com.br
9.	Edson G. Machado Ferreira	Escola	(38)999794889	edson.machado@copasa.com.br
10.	Shirley da Silveira	E.E. Major Antônio Salvo	(38)99103.9359	SHIRLEY.SILVEIRA@YHTOO.COM.BR
11.	Adriana Viana Gomes	Associação de Lavadores	(38)99941-4148	adriamarianagomes@yahoo.com.br
1.	Patrícia Aparecida de Almeida	E.E. Irmã Raimunda Marques	3721.1944 (resid)	aviana21@yahoo.com
2.	Edna Mirandinha Rodrigues	CEDEC de Curvelo		edna.mirandinha@yabca.com
3.	Juliana M.M. Generosa	E.E. Ministro Adauto José Pereira	(38)9.99977.9050	ju.magalhaes@yahoo.com.br
4.	Orlânio Figueira de Lima	Sede do Padre Eutímio	(38)9.99389998	orlanoficial@yahoo.com.br
5.	Maria Antônia Leite	E.E. São Geraldo	(38)9.98500858	mariafleac2@gmail.com
6.	Áida da Silva Almeida	E.E. Eurípedes de Paula	(38)9.9906.8596	aidadaalmadebarbosa@yahoo.com.br
7.	Claudia Barboza Santos	E.E. Bolívar de Freitas	(38)9.98441603	claudia.barbozasantos@gmail.com
8.	Edla Aparecida Miranda	E.E. Bolívar de Freitas	(38)9.985978.92	edlamiranda1@hotmail.com
9.	Cristina Lígia da Silva	E.E. Min. Adauto L. Cordeiro	(38)9.9194.8923	cristinaligada@gmail.com
10.	Vicente do Carmo Silva	SCCBH-Velhas - ARPA	038-999871616	vicenciovd@hotmail.com
11.				

**Figura 327. Lista de Presença nas atividades oferecidas no SCBH Santo Antônio e Maquiné – Lista 2**

Fonte: dos autores (Novembro de 2016)

As oficinas oferecidas aos Subcomitês de Bacia Hidrográfica foram avaliadas no que diz respeito a satisfação dos participantes quanto ao seu conteúdo e adequação para aproveitamento na vida profissional, conforme gráficos apresentados (Figuras 328 a 330). A 1ª oficina (Bacia do Ribeirão Onça) não foi avaliada na data realizada pois os formulários não estavam definidos, oportunamente foi realizado contato com os participantes desta (telefone e e-mail) solicitando que os mesmos colaborassem em relação a este item, sendo já apresentado neste Produto, conforme previsto anteriormente.

De forma a avaliar as atividades e obter retorno por parte dos conselheiros sobre as qualidades, potencialidades e necessidades de adequação, o questionário foi estruturado a partir de perguntas abertas e fechadas. O mesmo foi aplicado a todos os participantes das oficinas, onde foram requeridas informações sobre a instituição que representavam, de forma a estabelecer um agrupamento de entidades que participaram dos dois momentos formativos. As perguntas com propósito de serem avaliativas, pontuadas de 1 a 10, foram agrupadas em classes de resposta, como apresentado pela Tabela 27. O questionário é apresentado pelo Anexo 9.3.

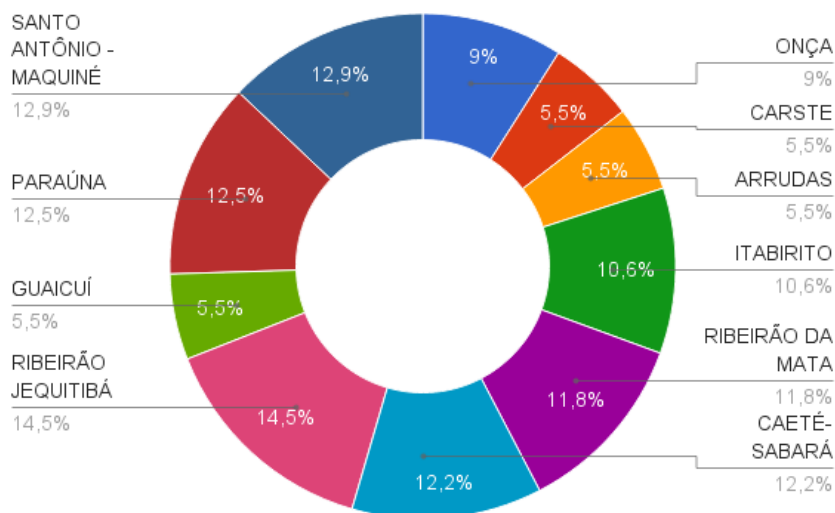
**Tabela 27. Agrupamento de respostas dos questionários utilizados para avaliação das oficinas.**

Valor numérico da resposta	Agrupamento
1 e 2	Péssimo
3 e 4	Ruim
5 e 6	Razoável
7 e 8	Bom
9 e 10	Ótimo

Fonte: dos autores (Junho de 2016)

Foi solicitado a todos os participantes que nos apoiassem na avaliação das oficinas, contudo, por motivos variados, uma pequena minoria não entregou os questionários. Entre os participantes 237 pessoas retornaram, conforme apresentado pela Figura 328.

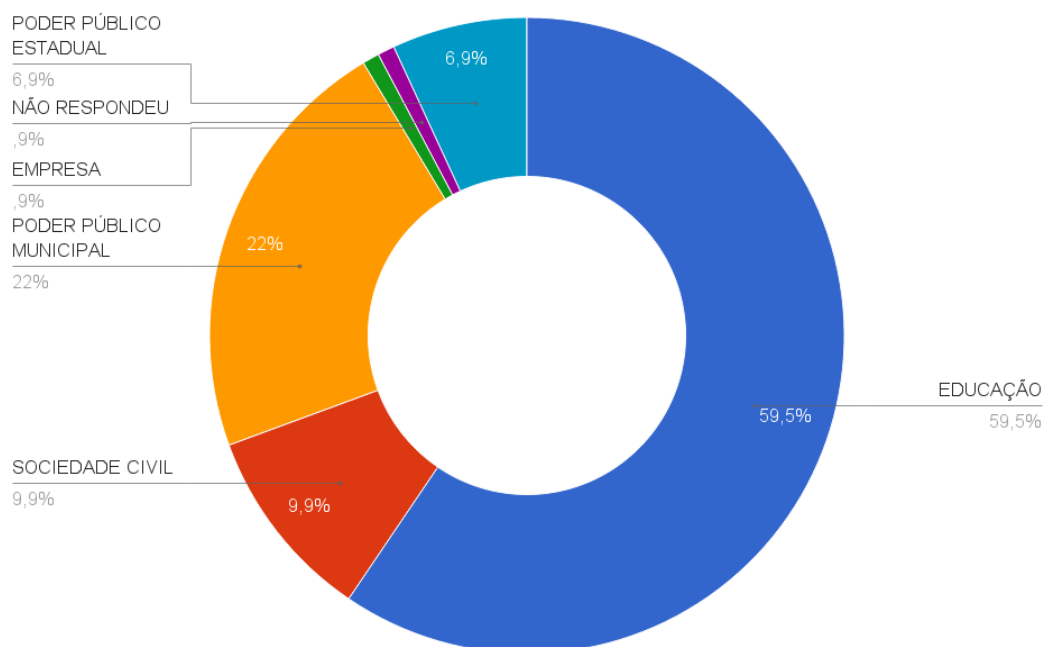




**Figura 328. Questionários respondidos por oficina.**

Fonte: dos autores (Novembro de 2016)

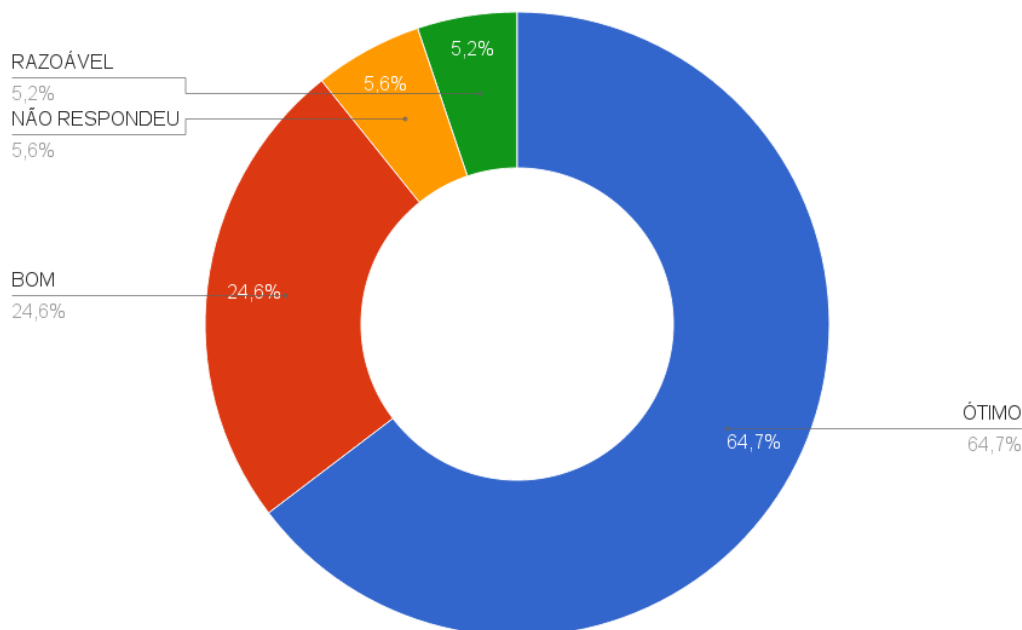
Os participantes que responderam aos questionários pertenciam a diferentes grupos, atuando em variadas áreas, contudo, o público de professores teve um percentual significativo, assim como o de técnicos e gestores ligados à gestão municipal, como apresentado pela Figura 329.



**Figura 329. Instituições participantes representativas nas oficinas.**

Fonte: dos autores (Novembro de 2016)

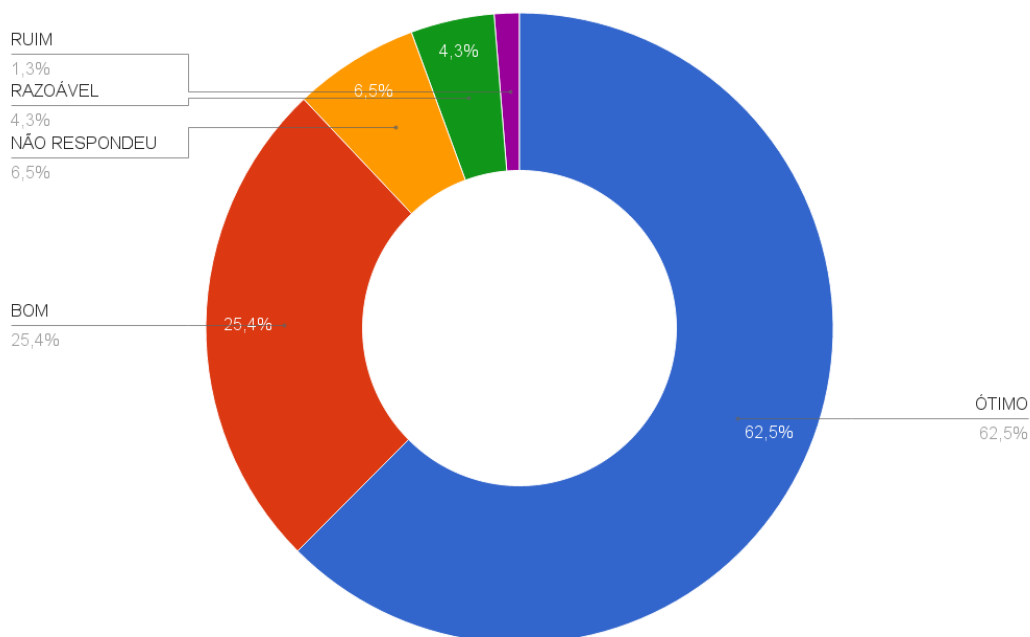
Quando consultados sobre informações apresentadas sobre a bacia do Rio das Velhas, um percentual expressivo considerou a qualidade das informações como ótimas (64,7%) ou boas (24,6%), um percentual reduzido considerou as informações razoáveis (5,2%) e 5,6% dos participantes optaram por não responder esse item. A Figura 330 apresenta a síntese dessas informações.



**Figura 330. Satisfação com as informações apresentadas sobre a bacia do Rio das Velhas.**

Fonte: dos autores (Novembro de 2016)

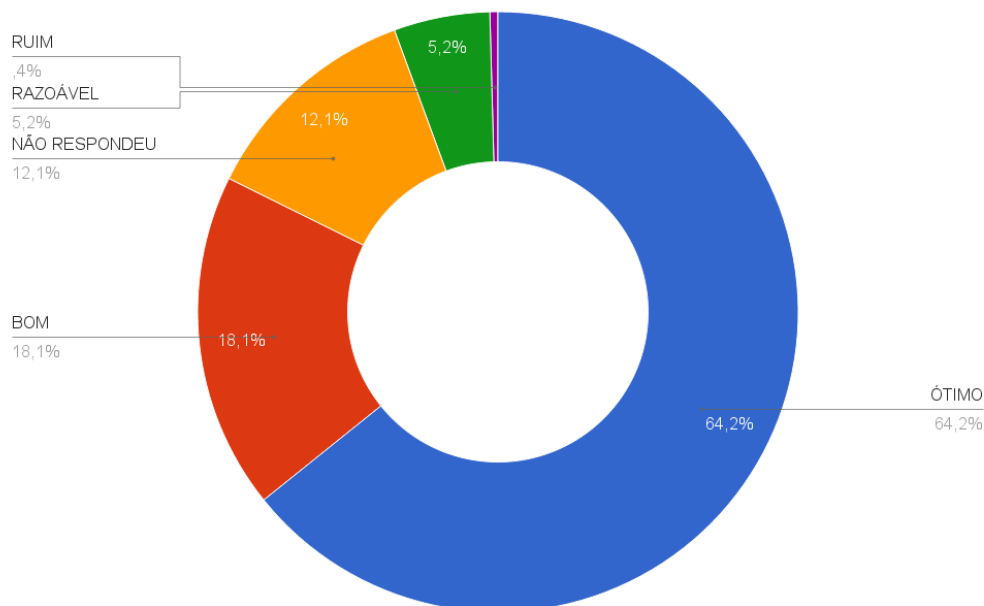
As duas oficinas apresentaram informações sobre pesquisas em andamento, no âmbito do CBH Rio das Velhas e, também, de outras instituições, que podem ser fontes de pesquisa e de dados para a prática educacional e articulação popular. Sobre esse quesito os respondentes manifestaram elevado grau de satisfação com a qualidade das informações apresentadas, sendo que, um percentual expressivo considerou as informações apresentadas como ótimas (62,5 %) ou boas (25,4%). Dos 12,1 % restantes, 4,3 % consideraram as informações como razoáveis, 1,3% com ruins e, 6,5% optaram por não responder. As informações encontram-se resumidas na Figura 331.



**Figura 331. Satisfação com as informações referentes à pesquisas na bacia do Rio das Velhas.**

Fonte: dos autores (Novembro de 2016)

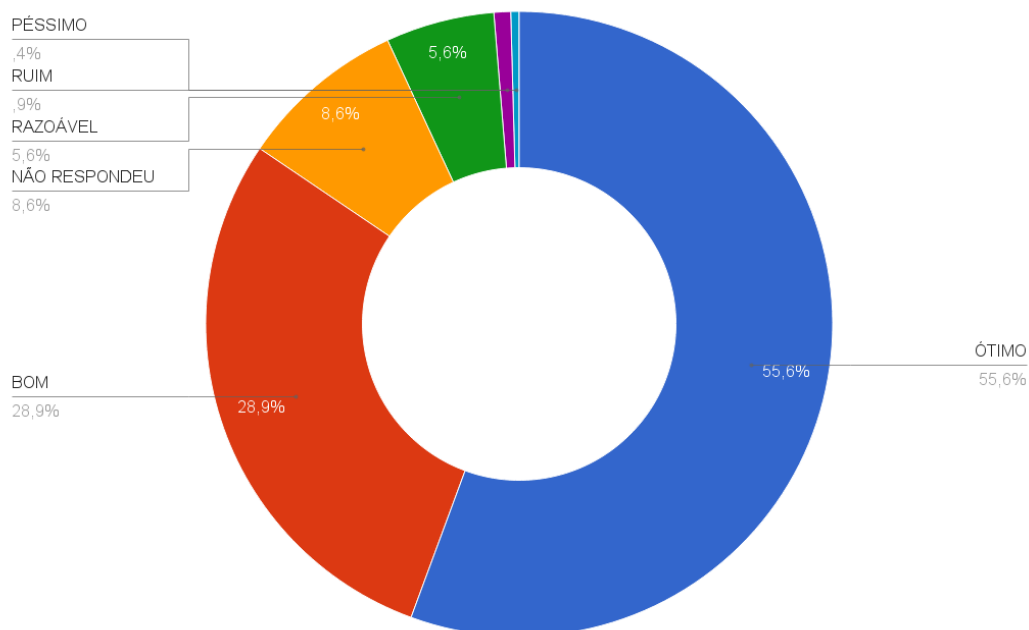
Especificamente sobre as informações apresentadas em relação ao biomonitoramento na bacia do Rio das Velhas, uma maioria significativa se manifestou como satisfeita com as informações apresentadas, sendo que um percentual muito expressivo considerou a qualidade das informações como ótima (64,2%) ou boa (18,1%), 5,2% consideraram as informações razoáveis e 12,1 % optou por não responder a essa pergunta. O percentual aparentemente elevado de não respondentes pode ser devido à presença fragmentada de alguns participantes ao longo das oficinas, onde algumas pessoas participaram no período da manhã, mas não puderam continuar no período da tarde, momento em que acontece a apresentação sobre o biomonitoramento. A Figura 332 demonstra a satisfação quanto as informações sobre biomonitoramento.



**Figura 332. Satisfação com as informações sobre o Biomonitoramento na bacia do Rio das Velhas.**

Fonte: dos autores (Novembro de 2016)

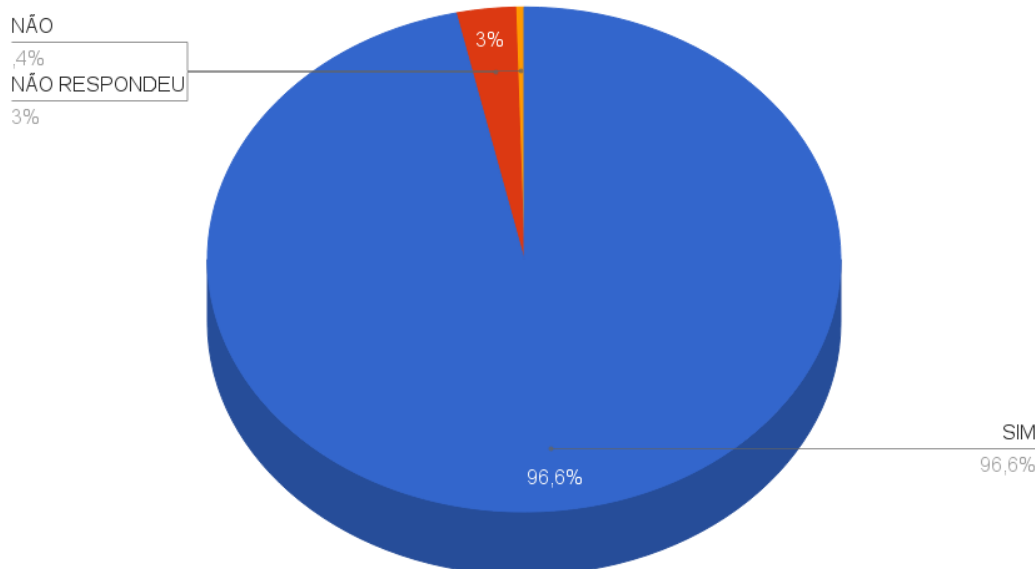
Especificamente sobre as informações apresentadas em relação à gestão de recursos hídricos na bacia do Rio das Velhas, uma maioria significativa se manifestou como satisfeita com as informações apresentadas. Desta forma, um percentual muito expressivo considerou a qualidade das informações como ótima (55,6%) ou boa (28,9%), 5,6% consideraram as informações razoáveis e 8,6 % optou por não responder a essa pergunta. 1,5% dos respondentes considerou as informações ruins ou péssimas. A Figura 333 apresenta a síntese desses resultados.



**Figura 333. Satisfação com as informações sobre a Gestão de Recursos Hídricos na bacia do Rio das Velhas.**

Fonte: dos autores (Novembro de 2016)

Como um dos públicos prioritários era composto por professores dos ensinos regulares foi questionado dos participantes se eles acreditavam que as informações apresentadas tinham potencial de serem trabalhadas em práticas didáticas e pedagógicas em sala de aula e um percentual muito elevado (96,6 %) considerou que “SIM”. Entre todos os respondentes, apenas uma pessoa indicou que os conteúdos não estavam em qualidade ou forma de serem potencialmente trabalhados em sala de aula, como apresentado pela Figura 334.



**Figura 334. Potencial de trabalho em sala de aula das informações apresentadas.**

Fonte: dos autores (Novembro de 2016)

Os participantes mostraram-se motivados a utilizar as informações obtidas durante as oficinas e citaram alguns pontos que consideraram aplicáveis em sala de aula e/ou no trabalho. Algumas ideias surgiram a partir da participação na atividade, como implantar programas de conscientização na escola; elaborar maquetes de bacia hidrográfica com estudantes; abordar a discussão: para onde está indo nosso esgoto, como está nossa bacia e, o que está sendo feito para melhorar? Temas foram surgindo a partir das discussões, como a abordagem da transformação do ambiente, a formação dos rios e a importância da preservação; trabalhar o tema serviços ecossistêmicos; conhecer pesquisas realizadas na bacia; promover a noção de pertencimento à bacia hidrográfica e, proposição de exercícios imaginativos, como criar letras de música e poesia sobre o tema água.

Os participantes propuseram atividades que envolvam não só a comunidade escolar, mas o entorno em que estão inseridos, como promover campanhas de conscientização na comunidade do entorno da escola, promover a parceria entre a escola e a comunidade e, buscar parceria com órgãos públicos e apoio de empresas.

A importância e a qualidade das oficinas foram também foco de comentários de alguns participantes. “O curso agregou muito conhecimento e ferramentas que podem ser utilizadas no dia a dia”, segundo Hélio Tavares, professor municipal. Da mesma forma, Lucrécia Teixeira, servidora da Zoonoses, deixou registrado “achei as informações muito interessantes e proveitosas, aprendi coisas que não sabia sobre as bacias hidrográficas”.

A satisfação com as informações fornecidas e a forma como foram abordadas também foi citado por alguns participantes, como o Maurício Oliveira, do Lions Clube de Confins, que parabenizou: “Os instrutores apresentaram conhecimento dos assuntos propostos e didática que assegurou a atenção dos participantes”.

Sugestões ficaram para a melhoria e aperfeiçoamento das próximas atividades, como “convidar autoridades governamentais - Mara Silva, professora municipal e Moisés da Silva – servidor da Vigilância Sanitária e, levar às oficinas até os estudantes”, também proposto por Mara Silva.

Após a realização das 10 oficinas, através de uma pesquisa não estruturada, foi solicitado um pequeno relato de alguns participantes para que descrevessem a importância dessas atividades para o seu trabalho, conforme descrito a seguir:

***Pergunta 1: Em sua opinião, qual a importância de receber oficinas como estas para sua região de atuação?***

1.1. *Ione Moreira* – participante da oficina de Presidente Juscelino – “Estas oficinas veem nos ampliar o conhecimento, e nos capacitar para ser transmissores de informações”.

1.2. *Renata Mariz* – participante da oficina de Curvelo – “Ampliar o conhecimento, difundir a importância da conscientização da preservação de mananciais e margens de nossas bacias hidrográficas para a região, garantindo

a sustentabilidade do ecossistema local, lembrando que a região é bem carente desse tipo de projeto. Observação: poderia acontecer com mais frequência este tipo de oficinas para auxiliar professores, alunos e comunidade da região. As oficinas ministradas pelos orientadores Rodrigo e Juliana, foram de suma importância para conhecimento de todos os participantes, uma vez que, nós professores transmitimos tais conhecimentos para os alunos, para serem colocados em prática no dia a dia”.

1.3. Eloise Guimarães (*Secretaria de Educação*) – participante da oficina de Sete Lagoas – “Sem dúvida, foi de grande importância o envolvimento e participação dos educadores nas oficinas de Bacia Hidrográfica e de Biomonitoramento, realizadas em junho de 2016, em Sete Lagoas”.

1.4. Andréia Rodrigues da Silva Oliveira (*Analista Educacional*) – participante da oficina de Curvelo – “Acredito ser de fundamental importância receber Oficinas, pois, além de aprimorar os conhecimentos é também um instrumento para aperfeiçoar e inovar a prática pedagógica”.

1.5. Sthephany R. Figueiredo de Almeida Marques (*Docente na E.E. Prefeito Aristeu Eduardo Moreira – Ensino Médio – Regular e EJA – Taquaraçu de Minas*) – participante da oficina de Caeté – “Penso que assuntos referentes à água, independente de qual região está sendo analisada, sempre será um assunto de extrema relevância e interesse. A cidade de Caeté, que está inclusa na bacia hidrográfica do Rio das Velhas, possui diversos afluentes que muitas vezes são ignorados pelo poder público e demais cidadãos do próprio município, que, por não saberem a imensidão da importância destes cursos d’água, não dão a atenção devida. Na oficina ministrada pelo Rodrigo Lemos, houve a oportunidade de diversos professores, inclusive, terem novas ideias sobre o tema para serem utilizadas em aulas. Para a comunidade, a oficina também salientou aspectos que podem ser observados no cotidiano dos munícipes, através de imagens, o que os fez refletir sobre como tem tratado a água do ribeirão da cidade. Além de tudo, a maquete apresentada também tornou mais fácil a visualização da bacia hidrográfica, principalmente aos mais leigos que estavam presentes”.



1.6. Sônia Batista – participante da oficina de Curvelo – “Sempre muito válido participar de oficinas para o engrandecimento de nossa prática pedagógica. O assunto em debate nos permitiu (re)pensar atividades concretas para se trabalhar com os alunos.”

***Pergunta 2: Vocês utilizaram as informações recebidas com as oficinas em seu trabalho ou tem conhecimento de participantes que o fizeram? Caso sim, poderia nos contar, em poucas linhas, que tipo de atividade foi realizada?***

2.1. Ione Moreira – SIM. “Utilizamos nas aulas de educação ambiental, que seguindo o planejamento acontecem mensalmente, usando uma linguagem oral e escrita sistemática e enfatizando a preservação ambiental, e no nosso caso em especial o rio que é uma riqueza natural na qual temos o privilégio. Neste ano foi organizada uma matinê, na sexta feira do carnaval em uma quadra perto do rio onde dentre várias programações uma delas era o cuidado com o lixo produzido”.

2.2. Renata Mariz – SIM. “Foi realizado debates, roda de conversa com alunos do ensino fundamental e ensino médio sobre o conteúdo passado nas oficinas, e este ano pretendo confeccionar maquetes sobre bacia hidrográfica”.

2.3. Eloise Guimarães – SIM. “A maioria das escolas sempre desenvolvem e participam de Projetos e atividades de Educação Ambiental. Com certeza, as informações adquiridas nas Oficinas, repassadas de forma clara, dinâmica e objetiva, foram valiosas para a integração dos conteúdos curriculares e a realidade ambiental da região”.

2.4. Andréia Rodrigues da Silva Oliveira – “NÃO utilizei, pois trabalho no setor pedagógico da SRE e acredito que o melhor local para multiplicação seria a escola. Não tenho informação da prática na escola, uma vez que por vários motivos não pudemos fazer monitoramento nas escolas no segundo semestre e mesmo solicitando aos professores participantes que nos encaminhassem como utilizaram dos recursos da oficina em sala de aula não obtivemos respostas dos mesmos. Mas, com certeza em algum momento da prática os docentes se não

utilizaram ainda irão utilizar, pois as oficinas foram muito produtivas e práticas, dando possibilidade de serem utilizadas em sala de aula”.

2.5. Stephany R. Figueiredo de Almeida Marques – SIM, oficinas deste tipo sempre têm boas aplicações. “Eu fiz uso das informações para duas finalidades: na época eu era professora de Geografia na Escola Estadual Senhora do Bonsucesso em Caeté, e meus alunos eram do 6º e 7º ano, portanto, fiz uso de alguns materiais recebidos após a oficina que foram bastante consideráveis para as atividades desenvolvidas na escola, uma vez que estas ferramentas não são tão fáceis de serem encontradas em qualquer lugar da internet, principalmente, ou em livros didáticos. A segunda utilização foi para a matéria de Recursos Hídricos, a qual eu cursava no 6º período da faculdade de Geografia, onde pude falar sobre a oficina assistida e dar algumas contribuições às aulas, além de ter recebido o certificado de participação, o que me gerou benefícios para o sistema de horas complementares obrigatórias da graduação”.

2.6. Sônia Batista – SIM. “No ano de 2016 estava atendendo turmas de EJA e Curso de Magistério, ou seja, mais voltadas pra atitudes adultas. E então, deu pra fazer um trabalho significativo aproveitando as informações e materiais recebidos. Houve poucos momentos Com os alunos menores a professora que participou fez poucos momentos devido a questão que foi um ano de muitas paralisações comprometendo o ano letivo. Mas estamos já discutindo novas estratégias para recomeçar nosso trabalho interdisciplinar, voltado principalmente para o tema em questão. Aproveitando os próprios textos das cartilhas recebidas, os panfletos e demais materiais recebidos via e-mail, fizemos debates, reflexões, discussão e murais. Estamos preparando oficinas com os alunos. Esperamos que este ano enriqueceremos nossas práticas com todos da escola.”

## *Desdobramentos - Oficinas sobre bacia hidrográfica e biomonitoramento*

Após participarem da oficina da UTE Rio Paraúna a equipe da ONG “Caminhos da Serra: Meio Ambiente, Educação e Cidadania” solicitou uma capacitação sobre Biomonitoramento para professores de ensino básico das escolas rurais de Pedro Pereira, Riacho dos Ventos e Barão de Guaicuy, comunidades pertencentes à Gouveia no baixo rio das Velhas.

Foi realizada na Reserva Curral de Pedras, sede da ONG Caminhos da Serra (Alameda Souza Lima, 1624, Gouveia) e em São Roberto (Barraginha) no dia 20 de maio de 2017 o curso de capacitação “Biomonitoramento de Qualidade de Água, com ênfase em macroinvertebrados bentônicos”, a partir da solicitação e organização local por Patrícia de Fátima Souza Costa, coordenadora de projetos da ONG Caminhos da Serra.

Participaram da capacitação 17 pessoas entre professores de escolas municipais, representantes da ONG Caminhos da Serra e estudantes da UFJM (Figuras 335 a 340).

A capacitação foi dividida em dois módulos, conforme descrição:

### *Módulo Teórico (08:30 às 12:30hs)*

Realização de palestra, demonstrações e disponibilização de dinâmicas de Educação Ambiental, com ênfase em atividades de monitoramento de qualidade de águas através de parâmetros abióticos e bioindicadores bentônicos.

### *Módulo Prático (13:30 às 15:00hs)*

Realização de atividade em campo envolvendo aplicação de protocolo simplificado de caracterização das condições ecológicas; coleta, triagem e identificação qualitativa rápida de macroinvertebrados bentônicos bioindicadores de qualidade de água e, análises físicas e químicas de coluna d’água com utilização de kit educativo.



**Figura 335. Capacitação biomonitoramento de bacias hidrográficas – palestra.**

Fonte: dos autores (Maio de 2017)



**Figura 336. Capacitação biomonitoramento de bacias hidrográficas – aplicação de protocolo.**

Fonte: dos autores (Maio de 2017)



**Figura 337. Capacitação biomonitoramento de bacias hidrográficas – utilização de kit educativo.**

Fonte: dos autores (Maio de 2017)



**Figura 338. Capacitação biomonitoramento de bacias hidrográficas – coleta de organismos bentônicos.**

Fonte: dos autores (Maio de 2017)



Lista de Presença/Capacitação

"Biomonitoramento de Qualidade de Água, com ênfase em macroinvertebrados bentônicos"

Ministrado por Juliana França, Laboratório de Ecologia de Bentos/UFMG

Data: 20 de maio de 2017

Locais: Teoria: 8:30 às 12:00 horas (Local Reserva Curral de Pedras/ONG Caminhos da Serra)

Prática: 13:00 às 16:30 horas (Local: São Roberto, nas barraginhas)

Assinatura	Instituição	Email
Patrícia de Fatima Souza Costa	ONG Caminhos da Serra	defatimasouza@yahoo.com.br
Carlos Eduardo de Souza	SARE e ASROC/Tr	Edvando.caminhosdasserra@gmail.com
Michelle Ap. de Paula	E.M. J.B. 12. Rib.	michellipaula2009@hotmail.com
Ramirne Gabrielly da Silva	E.M. João Baiano	
Bruna Alves de Oliveira	E.M. J.B. 14. M.Z.R	bruninhadiveira91@hotmail.com
geralda da Ap. Silva Miranda	E.M. Zezé Ribas	geraldamiranda1982@gmail.com
Fergio Wilson de Araújo	UFVJM	fergio.araujo@ict.ufvjm.edu.br
Sidney Alexandre de Lima	Caminhos da Serra	SidneyAlexandrequeiroz@gmail.com
Juliana Aparecida dos Santos	E.M. João Baiano	santossilvanaprecida@gmail.com
Beatriz de Jesus O Coelho	E.M. Prof. Zezé Ribas	Bzcoelho-beatrizcoelho100@hotmail.com
Nadiane Gonçalves Pinheiro	E.M. João Baiano	nadiane.pinheiro@hotmail.com
Jaqueline Ap. Miranda	E.M. João Baiano	jaquemiranda24@hotmail.com
Maria do Pó João de Ribas	E.M. João Baiano	mariaj10@hotmail.com
Luciana Ap. Lima Moreira	E.M. Zezé Ribas	lu.lima516@yahoo.com.br
Simone Mbría de Silva	E.M. Zezé Ribas	sms.carvalho@hotmail.com
Felder de Moraes Pinto	UFVJM	pinto.homp@yahoo.com.br
Lucio Antonio Rodrigues	E.M. Prof. Zezé R.	lucioantoniorod@hotmail.com

Figura 339. Lista de Presença da capacitação oferecida para a ONG Caminhos da Serra

Fonte: ONG Caminhos da Serra (Maio de 2017)



**Figura 340. Certificado oferecido aos participantes da capacitação sobre Biomonitoramento.**

Fonte: ONG Caminhos da Serra (Maio de 2017)

### 5.2.3 Capacitação de Professores e Estudantes: Monitoramento Participativo

#### a) Capacitação de Educadores

No dia 11 de maio de 2016, ocorreu a 1ª Capacitação para Professores em Monitoramento Participativo. O curso contou com a participação 9 (nove) professores representando 7 instituições públicas de ensino fundamental e médio (2 estaduais e 5 municipais). O curso foi realizado na sede do CEA Parque Municipal Nossa Senhora da Piedade, bairro Aarão Reis em Belo Horizonte. As instituições foram comunicadas através de e-mails e telefonemas, durante os meses de fevereiro a maio. A proposta inicial deste curso ocorrer no mês de março foi adiada devido à baixa procura de interessados. Para minimizar as dificuldades de deslocamento e ausência em sala de aula por parte dos professores foi oferecido um novo curso do dia 17 de maio.

Nesta 2ª Capacitação (dia 17/05) O curso contou com a participação 8 (oito) professores representando 4 novas instituições públicas de ensino fundamental e médio (1 estadual e 3 municipais).

A programação das capacitações está descrita abaixo:

8:00 – Apresentação do Projeto e dos participantes.

9:00 – Palestra

10:30 – Pausa para lanche

10:50 – Apresentação das atividades de Educação Ambiental

12:00 – 14:00 - Almoço

14:00 – Chegada ao córrego e aplicação de protocolo de avaliação de entorno.

14:30 – Coleta de água para análise física e química de qualidade com demonstração de utilização do *ecokit*.

15:15 – Coleta de macroinvertebrados bentônicos para análise biológica de qualidade de água com demonstração de triagem dos organismos.

16:00 – Encerramento.



As discussões realizadas durante a capacitação envolveram a importância do monitoramento participativo quando a universidade traz para fora de seus muros sua metodologia de pesquisa para ser utilizada em prol da sociedade. Segundo Dênio Pimenta – Secretaria Municipal de Meio Ambiente (coordenação Parque Nossa Senhora da Piedade) os professores devem aproveitar essa oportunidade para tentar novas parcerias, desenvolvimento de projetos e inovação em seus trabalhos.

A professora da E.E. Madre Carmelita, Andrea Regina, chamou a atenção da importância da escola na conscientização de pessoas: “nós temos, pelo menos, 200 alunos a nossa disposição, nós realmente fazemos o que nós quisermos”.

A máquina governamental sabe que, para legitimar ações em prol da bacia hidrográfica, tem que haver o comitê. O Comitê de bacia hidrográfica é a instituição que vai legitimar, que vai dar força de lei, para que o projeto tenha verba e que ele aconteça. O comitê é a melhor organização mundial que existe para você manter a bacia hidrográfica. Vamos pensar nisso, completa Dênio (Figuras 341 a 346).



**Figura 341. Palestra do curso de capacitação para professores.**

Fonte: dos autores (Maio de 2016)



**Figura 342. Discussões e apontamentos entre participantes.**

Fonte: dos autores (Maio de 2016)



**Figura 343. Apresentação de atividades de Educação Ambiental.**

Fonte: Fonte: Dênio Pimenta - Parque Nossa Senhora da Piedade (Maio de 2016)



**Figura 344. Aplicação do protocolo de caracterização de entorno.**

Fonte: Daniela Cordeiro - E.E. Bolivar Tinoco Mineiro (Maio de 2016)



**Figura 345. Análises físicas e químicas de coluna d'água (treinamento na utilização do *ecokit*).**

Fonte: Daniela Cordeiro - E.E. Bolivar Tinoco Mineiro (Maio de 2016)



**Figura 346. Análises biológicas (treinamento na avaliação de macroinvertebrados bentônicos).**

Fonte: Daniela Cordeiro - E.E. Bolivar Tinoco Mineiro (Maio de 2016)

*Acompanhamento:*

- ✓ 15 questionários foram respondidos pelos participantes como forma de avaliar seu aproveitamento no curso (Figura 347):



**Figura 347. Avaliação do curso de capacitação onde os professores marcaram entre 5 (muito bom) e 1 (muito ruim) sobre sua auto avaliação como participante quanto às expectativas e aproveitamento.**

Fonte: dos autores (Maio de 2016)

b) Visitas às escolas (treinamento)

*Escolas atendidas:* (Figuras 348 e 367):

- E.M. Hélio Pellegrino – Profa Vânia Michelin – dia 26/04/2016
- E.E. Maria Carolina Campos – Prof. Karlyle Pedrosa – dia 09/05/2016
- E.M. Aduino Lúcio Cardoso – Profa Roseli Corrêa – dia 13/05/2016
- E.M. Josefina Souza Lima – Profa Kelly Rocha – dia 23/05/2016
- E.E. Geraldina Ana Gomes – Profa Inês Rezende – dia 29/06/2016
- E.M. Herbert José de Souza – Profa Flávia das Graças – dia 29/06/2016
- E.E. Madre Carmelita – Profa Andrea Mello – dia 30/06/2016
- E.E. Bolivar Tinoco Mineiro – Profa Daniela Cordeiro – dia 01/07/2016
- E.E. Prof. Alisson Pereira Guimarães – Profa Gláucia Matos – dia 01/07/2016
- E.E. Tancredo Neves – Profa Maria Iris Carvalho – dia 23/08/2016



**Figura 348. Visita à escola (treinamento) na E.M. Hélio Pellegrino: exposição teórica.**

Fonte: dos autores (Abril de 2016)



**Figura 349. Visita à escola (treinamento) na E.M. Hélio Pellegrino: exposição interativa.**

Fonte: dos autores (Abril de 2016)



**Figura 350. Visita à escola (treinamento) na E.E. Maria Carolina Campos: turma selecionada para o projeto.**

Fonte: dos autores (Maio de 2016)



**Figura 351. Visita à escola (treinamento) na E.E. Maria Carolina: triagem de macroinvertebrados bentônicos.**

Fonte: dos autores (Maio de 2016)



**Figura 352. Visita à escola (treinamento) na E.M. Adauto Lúcio Cardoso: aplicação de protocolo.**

Fonte: dos autores (Maio de 2016)



**Figura 353. Visita à escola (treinamento) na E.M. Adauto Lúcio Cardoso: utilização de ecokit.**

Fonte: dos autores (Maio de 2016)





**Figura 354. Visita à escola (treinamento) na E.M. Josefina Souza Lima: observação em lupa.**

Fonte: dos autores (Maio de 2016)



**Figura 355. Visita à escola (treinamento) na E.M. Josefina Souza Lima: utilização de ecokit.**

Fonte: dos autores (Maio de 2016)



**Figura 356. Visita à escola (treinamento) na E.E. Geraldina Ana Gomes: aplicação de protocolo.**

Fonte: dos autores (Junho de 2016)



**Figura 357. Visita à escola (treinamento) na E.E. Geraldina Ana Gomes: utilização de ecokit.**

Fonte: dos autores (Junho de 2016)



**Figura 358. Visita à escola (treinamento) na E.M. Herbert José de Souza: exposição teórica.**

Fonte: dos autores (Junho de 2016)



**Figura 359. Visita à escola (treinamento) na E.M. Herbert José de Souza: observação em lupa.**

Fonte: dos autores (Junho de 2016)



**Figura 360. Visita à escola (treinamento) na E.E. Madre Carmelita: exposição interativa.**

Fonte: dos autores (Junho de 2016)



**Figura 361. Visita à escola (treinamento) na E.E. Madre Carmelita: aplicação de protocolo.**

Fonte: dos autores (Junho de 2016)



**Figura 362. Visita à escola (treinamento) na E.E. Bolivar Tinoco Mineiro: exposição interativa.**

Fonte: dos autores (Junho de 2016)



**Figura 363. Visita à escola (treinamento) na E.E. Bolivar Tinoco Mineiro: observação em lupa.**

Fonte: dos autores (Junho de 2016)



**Figura 364. Visita à escola (treinamento) na E.E. Alisson Pereira Guimarães: utilização de ecokit.**

Fonte: dos autores (Junho de 2016)



**Figura 365. Visita à escola (treinamento) na E.E. Alisson Pereira Guimarães: turma selecionada para o projeto.**

Fonte: dos autores (Junho de 2016)



**Figura 366. Visita à escola (treinamento) na E.E. Presidente Tancredo Neves: exposição interativa.**

Fonte: dos autores (Agosto de 2016)



**Figura 367. Visita à escola (treinamento) na E.E. Presidente Tancredo Neves: aplicação de protocolo.**

Fonte: dos autores (Agosto de 2016)

c) Visitas às escolas (acompanhamento)

*Escolas atendidas: (Figuras 368 e 377):*

E.E. Bolivar Tinoco Mineiro – Prof<sup>a</sup> Daniela Cordeiro – dia 06/10/2016

E.E. Madre Carmelita – Profa Andrea Mello – dia 07/10/2016

E.E. Prof. Alisson Pereira Guimarães– Profa Gláucia Matos– dia 07/10/2016

E.E. Maria Carolina Campos – Prof. Karlyle Pedrosa – dia 24/10/2016

E.E. Tancredo Neves – Profa Maria Iris Carvalho – dia 24/10/2016

E.M. Josefina Souza Lima – Profa Kelly Rocha – dia 25/10/2016

E.M. Hélio Pellegrino – Profa Vânia Michelin – dia 25/10/2016

E.M. Herbert José de Souza – Profa Flávia das Graças – dia 25/10/2016

E.E. Geraldina Ana Gomes – Prof<sup>a</sup> Inês Rezende – dia 27/10/2016

E.M. Aduino Lúcio Cardoso – Prof<sup>a</sup> Roseli Corrêa – dia 28/10/2016





**Figura 368. Visita à escola (acompanhamento) na E.E. Bolivar Tinoco Mineiro: identificação de macroinvertebrados bentônicos.**

Fonte: dos autores (Outubro de 2016)



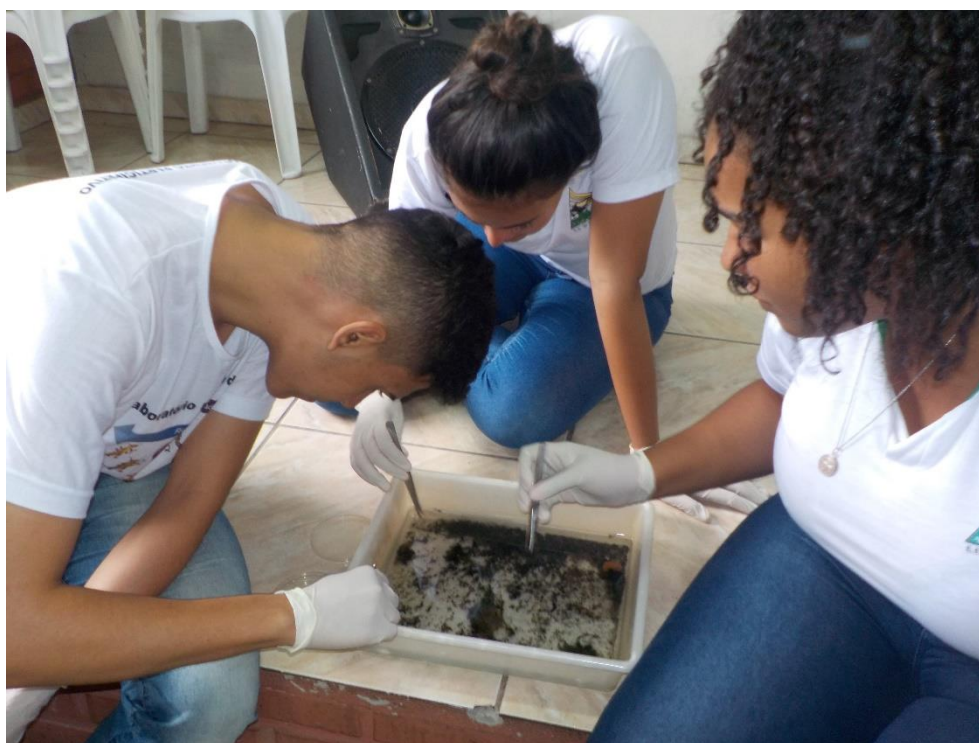
**Figura 369. Visita à escola (acompanhamento) na E.E. Madre Carmelita: análises físico-químicas.**

Fonte: dos autores (Outubro de 2016)



**Figura 370. Visita à escola (acompanhamento) na E.E. Alisson Pereira Guimarães: coleta de água.**

Fonte: dos autores (Outubro de 2016)



**Figura 371. Visita à escola (acompanhamento) na E.E. Maria Carolina Campos: triagem de macroinvertebrados bentônicos.**

Fonte: dos autores (Outubro de 2016)



**Figura 372. Visita à escola (acompanhamento) na E.E. Presidente Tancredo Neves: triagem de macroinvertebrados bentônicos.**

Fonte: dos autores (Outubro de 2016)



**Figura 373. Visita à escola (acompanhamento) na E.M. Josefina Sousa Lima: aplicação de protocolo.**

Fonte: dos autores (Outubro de 2016)



**Figura 374. Visita à escola (acompanhamento) na E.M. Hélio Pellegrino: análises físico-químicas.**

Fonte: dos autores (Outubro de 2016)



**Figura 375. Visita à escola (acompanhamento) na E.M. Herbert José de Souza: análises físico-químicas.**

Fonte: dos autores (Outubro de 2016)



**Figura 376. Visita à escola (acompanhamento) na E.E. Geraldina Ana Gomes: coleta de macroinvertebrados bentônicos.**

Fonte: dos autores (Outubro de 2016)



**Figura 377. Visita à escola (acompanhamento) na E.M. Adauto Lúcio Cardoso: análises físico-químicas.**

Fonte: dos autores (Outubro de 2016)

*Resultados:*

### Treinamento e Acompanhamento

Participaram das atividades 16 professores (responsáveis e apoio) e 367 estudantes das escolas parceiras do Monitoramento Participativo.

Os 30 alunos, selecionados de várias turmas entre o 6º e 9º anos, da E.M. Hélio Pellegrino, sob a responsabilidade da Profa. Vânia, selecionaram para o monitoramento o córrego Nossa Senhora da Piedade. Este córrego está localizado dentro de um parque municipal de mesmo nome, e tem como histórico, longa influência antrópica, com impacto direto de esgoto doméstico. Desde o ano de 2008, após a implantação do parque através do Programa Drenurbs, o mesmo encontra-se protegido e, portanto, sem influência antrópica direta. Os resultados da coleta de treinamento (abril/16) indicaram que esta interferência pode estar causando impacto positivo no ambiente, visto que seu entorno foi classificado como alterado (apesar das adequações as influências sofridas por anos ainda são importantes visualmente), não apresentando alterações nos parâmetros físicos e químicos de coluna d'água e, apresentando organismos da ordem Ephemeroptera (considerado bom indicador de qualidade de água), num total de 4 táxons encontrados. Este córrego foi monitorado, pela mesma professora, no ano de 2013, e alguns de seus alunos (antes no 6º e hoje no 9º ano) estão tendo a oportunidade de acompanhar novamente e avaliar as possíveis modificações ocorridas ao longo dos anos. Na coleta de acompanhamento (outubro/16) não houveram modificações na classificação do entorno (mantendo-se alterado) e a qualidade de águas manteve-se sem nenhum parâmetro fora dos valores máximos permitidos para águas de Classe 2. Em relação ao índice de macroinvertebrados bentônicos houve uma piora na classificação (alterado para impactado). Estas modificações podem ser causadas pelo início do período de chuvas, com possível elevação do volume d'água e, desta forma, remoção de sedimento pelo aumento do fluxo.

A E.E. Maria Carolina Campos selecionou 20 estudantes do ensino médio (2º e 3º anos), sob a responsabilidade do Prof. Karlyle. Esta turma selecionou o córrego Capão (bairro Leblon-Venda Nova), que também é caracterizado com grande influência de lixo e esgoto doméstico. Na coleta de treinamento (maio/16) ficou evidente esta influência quando o córrego foi caracterizado como impactado por seu entorno, apresentou altos teores de Nitrogênio Amoniacal (3mg/L) e baixa diversidade de macroinvertebrados bentônicos (2 táxons, representados por organismos resistentes à poluição). Na coleta de acompanhamento (outubro/16) manteve-se o mesmo padrão, com entorno e o índice de macroinvertebrados bentônicos classificando-o como impactado e, parâmetros como Nitrogênio Amoniacal, Ortofosfato e Ferro acima dos valores máximos permitidos.

Na E.M. Adauto Lúcio Cardoso, 90 estudantes do 4º ano participaram da exposição teórica oferecida durante a 1ª visita da equipe no Monitoramento Participativo. Para o projeto foi selecionada uma turma destas (30 estudantes) que também escolheram o córrego Capão (bairro Céu Azul), sob a responsabilidade da Profa. Roseli. Também em sua coleta de treinamento (maio/16) ficou evidenciado o alto grau de impacto sofrido por este córrego onde o entorno, mais uma vez foi classificado como “impactado”, o Nitrogênio Amoniacal mais uma vez esteve acima dos limites estabelecidos pela legislação (3mg/L) e ocorreu baixa diversidade de macroinvertebrados bentônicos (3 táxons, representados quase que exclusivamente por dípteras e moluscos, organismos considerados resistentes à poluição). Na coleta de acompanhamento (outubro/16) o padrão novamente foi, em relação ao entorno e ao índice de macroinvertebrados bentônicos (córrego impactado) e, aos físicos e químicos, com Nitrogênio Amoniacal e Ortofosfato acima do permitido.

Os 38 alunos, selecionados do 9º ano e EJA, da E.M. Josefina Souza Lima, estão sob a responsabilidade da Profa. Kelly, e selecionaram o córrego Primeiro de Maio. Este córrego também está localizado dentro de um parque municipal de mesmo nome, com histórico de longa influência antrópica. O parque foi implantado em 2008, pelo Programa Drenurbs, protegendo o córrego e suas nascentes. Em sua 1ª coleta (maio-treinamento) seu entorno foi classificado como alterado, muito próximo ao

natural, porém houve alteração nos parâmetros físicos e químicos de coluna d'água, quando o Nitrogênio Amoniacal foi de 3mg/L, acima do permitido pela legislação. Em relação aos organismos, foram encontrados 4 táxons, representados principalmente pela ordem Coleoptera (tolerante) e filo Mollusca (resistente à alteração). Na coleta de acompanhamento (outubro/16) o seu entorno foi classificado como natural, o Nitrogênio Amoniacal manteve-se acima do permitido (2mg/L), e os organismos indicadores mantiveram-se classificando o ambiente como alterado.

A E.E. Geraldina Ana Gomes selecionou 35 estudantes do 7º ao 9º anos do ensino fundamental, sob a orientação das Profas. Inês, Consuelo e Eulênia. Esta turma selecionou o córrego Baleares, também parte integrante do Programa Drenurbs de recuperação de córregos urbanos e proteção de nascentes e, portanto, hoje dentro de um parque municipal. Na coleta de treinamento (junho/16) seu entorno foi classificado como alterado, quase alcançando características naturais, porém, mais uma vez, houve alteração no Nitrogênio Amoniacal (3mg/L, sendo acima do permitido). Em relação aos organismos, foi o ambiente que apresentou maior diversidade, pois foram encontrados 6 táxons, representados principalmente pelas ordens Ephemeroptera e Trichoptera (sensíveis à alteração), o que pode indicar a boa qualidade e características de recuperação do referido córrego após intervenções de proteção de suas nascentes. Na coleta de acompanhamento (outubro/16) o entorno foi classificado como natural e o Nitrogênio Amoniacal novamente esteve acima do permitido (1mg/L). Em relação aos macroinvertebrados bentônicos, porém houve uma queda no índice de classificação, onde mantiveram-se o número de táxons mas o número de organismos sensíveis reduziu, classificando o córrego como alterado.

A E.M. Herbert José de Souza selecionou 23 estudantes do 5º ano (entre 10 e 11 anos), sob a responsabilidade das Profas. Flávia e Sandra. Esta turma selecionou para o monitoramento o ribeirão da Onça (bairro Novo Aarão Reis), que sofre grande influência de lixo e esgoto doméstico e é um dos principais ribeirões de Belo Horizonte. Nesta 1ª coleta (treinamento-junho/16) ficou evidenciado seu estado de degradação quando o ribeirão foi caracterizado como altamente impactado em seu entorno (recebeu baixíssima pontuação do protocolo de caracterização), apresentou altos teores de Nitrogênio Amoniacal (3mg/L) e baixa diversidade de macroinvertebrados



bentônicos (3 táxons, representados por organismos resistentes à poluição). Na coleta de acompanhamento (outubro/16) o estado de degradação continuou evidente, com pontuação baixa do protocolo de caracterização de entorno, o Nitrogênio Amoniacal e Ortofosfato acima do permitido e a diversidade de macroinvertebrados baixa.

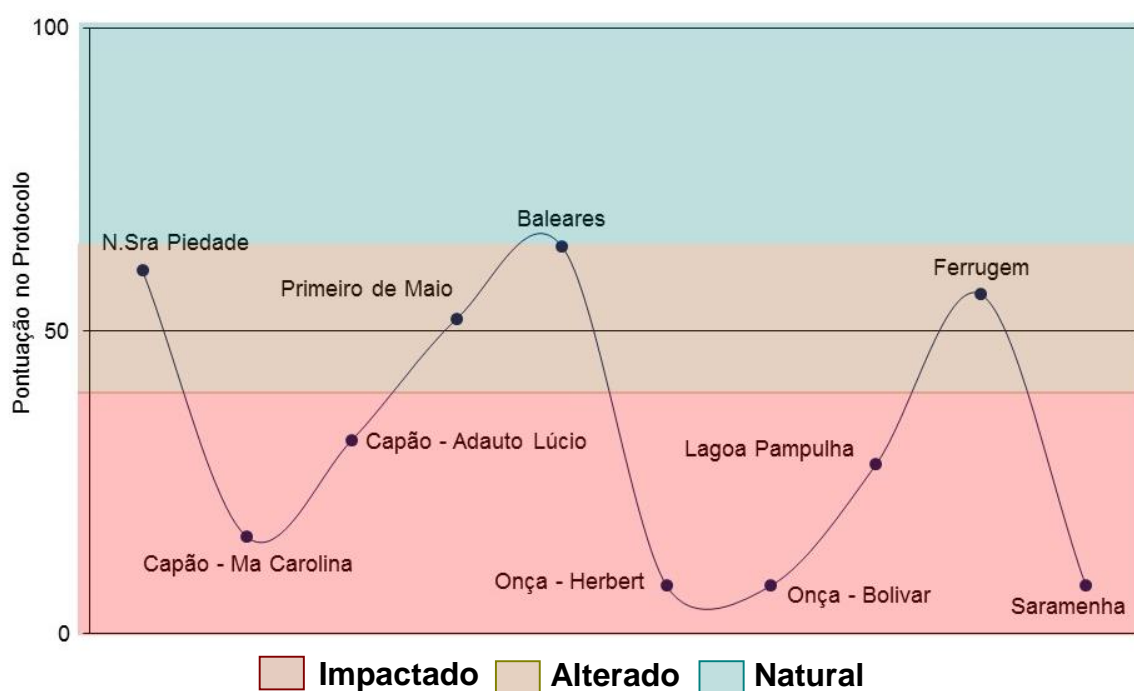
Na E.E. Bolivar Tinoco Mineiro, 30 estudantes de ensino médio, já participantes de outros projetos ambientais na instituição, estarão sob a responsabilidade da Profa. Daniela. Para o Monitoramento Participativo acompanharam também o ribeirão da Onça (bairro Ribeiro de Abreu). Também em sua 1ª coleta (treinamento-julho/16) ficou evidenciado o alto grau de impacto sofrido por este ribeirão onde o entorno, mais uma vez foi classificado como “impactado”, com baixa pontuação, Nitrogênio Amoniacal mais uma vez esteve acima dos limites estabelecidos pela legislação (3mg/L) e ocorreu baixa diversidade de macroinvertebrados bentônicos (1 táxon, representados exclusivamente por dípteras, organismos considerados resistentes à poluição). Na coleta de acompanhamento (outubro/16) o padrão manteve-se, com classificação como impactado pelo protocolo e índice de macroinvertebrados bentônicos e, altas concentrações de Nitrogênio Amoniacal e Ortofosfato.

A Profa. Andrea, responsável pela turma da E.E. Madre Carmelita, com 40 estudantes de 1º ano de ensino médio, optou por monitorar a Lagoa da Pampulha. Durante a coleta de treinamento (junho/16) foram observadas alterações significativas no entorno da lagoa (o que foi evidenciado pela aplicação do protocolo), apesar de os parâmetros abióticos se manterem dentro do permitido pela legislação. A diversidade de organismos foi baixa (4 táxons resistentes à poluição, representado em grandes quantidades pelo filo Mollusca). Na coleta de acompanhamento (outubro/16) o entorno e o índice de macroinvertebrados bentônicos mantiveram-se muito próximo à 1ª visita e, desta vez, o Nitrogênio Amoniacal foi acima do máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/05 para águas de Classe 2.

Na E.E. Prof. Alisson Pereira Guimarães, a turma composta por 26 estudantes de 9º ano, ficou sob a responsabilidade da Profa. Glaucia. O local escolhido foi o Parque Ursulina de Andrade Mello no bairro Castelo. Neste parque, que possui 6 nascentes, o monitoramento foi no córrego Ferrugem. Os resultados da coleta de treinamento (julho/16) indicaram que seu entorno está alterado (apesar de uma área protegida o ambiente pode sofrer interferência de visitas e fragilidade de solo) e não apresentou alterações nos parâmetros físicos e químicos de coluna d'água. O córrego Ferrugem apresentou uma diversidade baixa de organismos, com representantes tolerantes (ordens heteroptera e coleoptera) e resistentes apenas, num total de 4 táxons encontrados. Na coleta de acompanhamento (outubro/16) novamente o córrego foi classificado como alterado pelo protocolo e pelos macroinvertebrados bentônicos. Desta vez o Nitrogênio Amoniacal e o Ortofosfato estiveram acima do permitido.

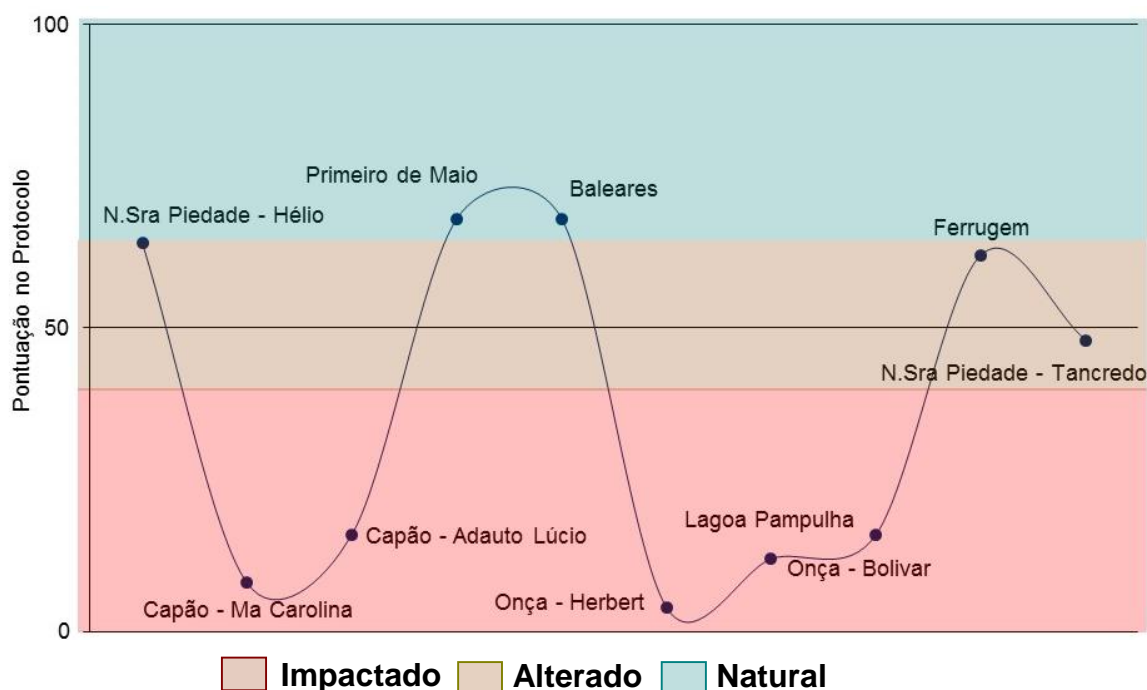
Na E.E. Presidente Tancredo Neves, 35 estudantes do 1º ano do ensino médio, trabalharam sob a orientação das Profas. Maria Íris e Ingrid. Esta turma acompanhou o córrego Saramenha (bairro Tupi). Na coleta de treinamento (agosto/16), considerando todas as análises realizadas, foi evidenciado o alto grau de impacto sofrido pelo córrego. O entorno sofre de diversos problemas como erosão e depósitos de lixo, além da evidente descarga de esgoto, classificando o córrego como impactado, sendo confirmada pela baixa abundância e diversidade de organismos bentônicos. Os parâmetros físicos e químicos de coluna d'água mais uma vez evidenciaram com os altos índices de ortofosfato e Nitrogênio amoniacal encontrados. Na coleta de acompanhamento (outubro/16), as professoras responsáveis optaram por apresentar uma outra situação para os alunos e, desta forma, fomos ao Parque Nossa Senhora da Piedade (córrego protegido através do Programa Drenurbs). Desta vez eles puderam observar um ambiente recuperado e, assim, o entorno foi classificado como alterado, e com águas sem nenhum parâmetro fora dos valores máximos permitidos para águas de Classe 2. Em relação ao índice de macroinvertebrados bentônicos o córrego também foi classificado como impactado, ainda refletindo as alterações sofridas antes de sua recuperação.

Em síntese, nas coletas realizadas (treinamento e acompanhamento), os resultados da aplicação do “Protocolo Simplificado de Avaliação Rápida” nos riachos estudados evidenciaram intensas alterações antrópicas nas áreas de entorno e nos leitos dos ambientes aquáticos, principalmente naqueles sob direta influência urbana, evidenciando a extensão de pressões antrópicas. Esta atividade classificou, no treinamento, 6 ecossistemas como impactados e 4 como alterados e; no acompanhamento, 5 ecossistemas como impactados, 3 como alterados e 2 como naturais, sendo estes últimos dentro de parques lineares (Figuras 378 e 379).



**Figura 378. Aplicação do “Protocolo de Simplificado de Avaliação Rápida” nos riachos estudados durante as visitas de treinamento, onde: N. Sra. Piedade/E.M. Hélio Pellegrino; Capão/E.E. Maria Carolina Campos; Capão/E.M. Adauto Lúcio Cardoso; Primeiro de Maio/E.M. Josefina Souza Lima; Baleares/E.E. Geraldina Ana Gomes; Ribeirão da Onça/E.M. Herbert José de Souza; Ribeirão da Onça/E.E. Bolivar Tinoco Mineiro; Lagoa da Pampulha/E.E. Madre Carmelita; Córrego Ferrugem/E.E. Alisson Pereira Guimarães; Córrego Saramenha/E.E. Presidente Tancredo Neves.**

Fonte: dos autores (Junho de 2016)



**Figura 379. Aplicação do “Protocolo de Simplificado de Avaliação Rápida” nos riachos estudados durante as visitas de acompanhamento, : N. Sra. Piedade/E.M. Hélio Pellegrino; Capão/E.E. Maria Carolina Campos; Capão/E.M. Adauto Lúcio Cardoso; Primeiro de Maio/E.M. Josefina Souza Lima; Baleares/E.E. Geraldina Ana Gomes; Ribeirão da Onça/E.M. Herbert José de Souza; Ribeirão da Onça/E.E. Bolivar Tinoco Mineiro; Lagoa da Pampulha/E.E. Madre Carmelita; Córrego Ferrugem/E.E. Alisson Pereira Guimarães; N. Sra. Piedade/E.E. Presidente Tancredo Neves.**

Fonte: dos autores (Outubro de 2016)

A avaliação dos parâmetros abióticos apresentou, em sete dos ambientes avaliados, Nitrogênio Amoniacal (>0,5mg/L) acima do limite máximo previsto pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas de Classe 2 (preconizada como meta de enquadramento para os ambientes aquáticos no estado de Minas Gerais – DN COPAM 001/2008) (Tabela 28).

A avaliação de macroinvertebrados bentônicos bioindicadores de qualidade de água evidenciou ocorrência de baixa riqueza de organismos na maioria das avaliações (> 6 táxons), evidenciando o alto grau de impacto dos ambientes e, considerando o método de coleta (qualitativa e de pequeno esforço) (Figuras 380 a 382).

**Tabela 28. Classificação segundo Resolução CONAMA 357/2005 para águas de Classe 2.**

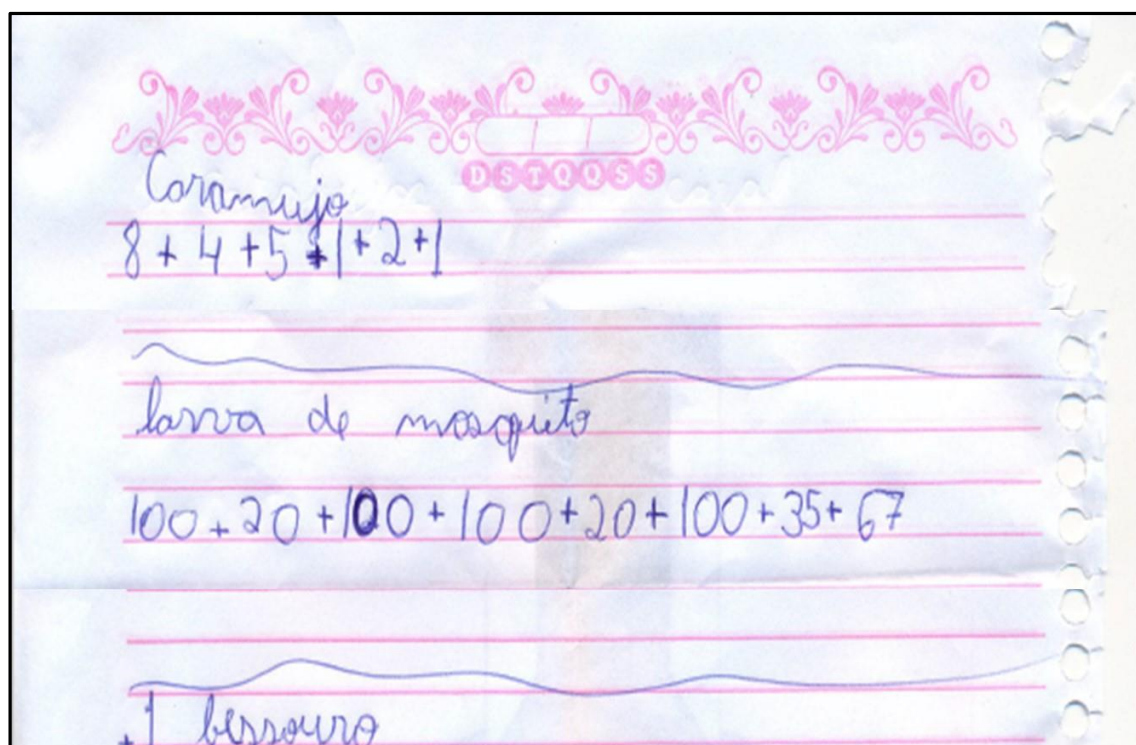
Riacho	Parâmetros Abióticos*	
	Treinamento	Acompanhamento
Córrego N. Sra. Piedade	Conformidade	Conformidade
Lagoa da Pampulha	Conformidade	Acima VMP
Córrego Ferrugem	Conformidade	Acima VMP
Córrego Capão – M <sup>a</sup> Carolina	Acima VMP	Acima VMP
Córrego Capão – Aduino Lúcio	Acima VMP	Acima VMP
Córrego Primeiro de Maio	Acima VMP	Acima VMP
Córrego Baleares	Acima VMP	Acima VMP
Córrego Saramenha	Acima VMP	***
Ribeirão da Onça – Herbert de Souza	Acima VMP	Acima VMP
Ribeirão da Onça – Bolivar Tinoco	Acima VMP	Acima VMP
Córrego N. Sra. Piedade – Tancredo Neves	***	Conformidade

\* parâmetros mensurados: temperatura (°C); pH; oxigênio dissolvido (mg/L); Nitrogênio amoniacal (mg/L); ortofosfato (mg/L); turbidez (NTU); classificação: acima VMP ou em conformidade

\*\*valores máximos da Resolução Conama 357/2005 para Águas de Classe 2.

\*\*\* não houve coleta neste ponto

Fonte: dos autores (Junho de 2016)



**Figura 380. Exemplo de identificação e contagem de organismos por estudantes participantes do Monitoramento Participativo. Anotações da E.M. Aduino Lúcio Cardoso/Córrego Capão.**

Fonte: dos autores (Junho de 2016)



**Figura 381. Aplicação do “Índice BMWP para macroinvertebrados bentônicos” nos riachos estudados durante as visitas de treinamento, onde: N. Sra. Piedade/E.M. Hélio Pellegrino; Capão/E.E. Maria Carolina Campos; Capão/E.M. Adauto Lúcio Cardoso; Primeiro de Maio/E.M. Josefina Souza Lima; Baleares/E.E. Geraldina Ana Gomes; Ribeirão da Onça/E.M. Herbert José de Souza; Ribeirão da Onça/E.E. Bolivar Tinoco Mineiro; Lagoa da Pampulha/E.E. Madre Carmelita; Córrego Ferrugem/E.E. Alisson Pereira Guimarães; Córrego Saramenha/E.E. Presidente Tancredo Neves.**

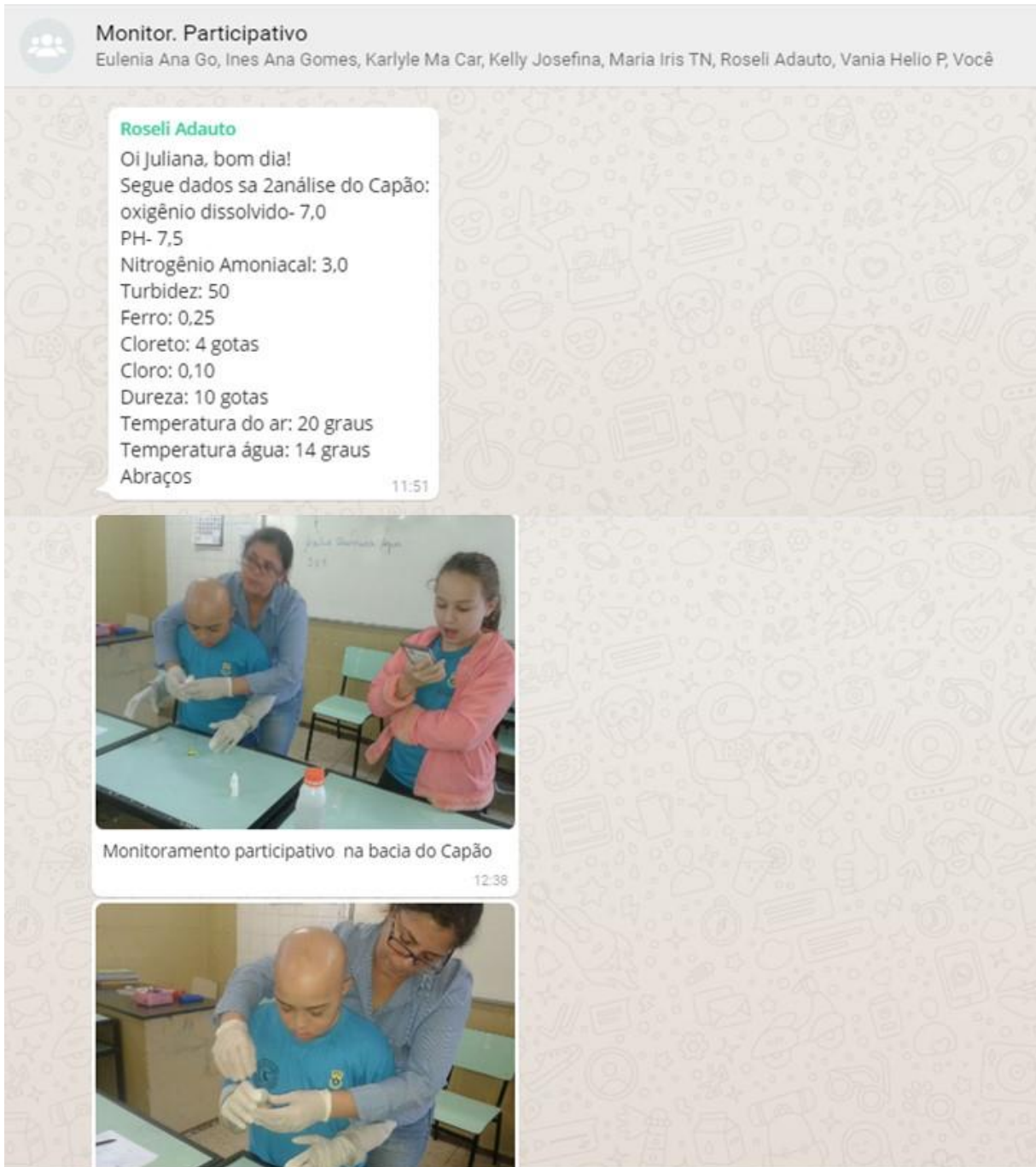
Fonte: dos autores (Junho de 2016)



**Figura 382. Aplicação do “Índice BMWB para macroinvertebrados bentônicos” nos riachos estudados durante as visitas de acompanhamento,:** N. Sra. Piedade/E.M. Hélio Pellegrino; Capão/E.E. Maria Carolina Campos; Capão/E.M. Adauto Lúcio Cardoso; Primeiro de Maio/E.M. Josefina Souza Lima; Baleares/E.E. Geraldina Ana Gomes; Ribeirão da Onça/E.M. Herbert José de Souza; Ribeirão da Onça/E.E. Bolivar Tinoco Mineiro; Lagoa da Pampulha/E.E. Madre Carmelita; Córrego Ferrugem/E.E. Alisson Pereira Guimarães; N. Sra. Piedade/E.E. Presidente Tancredo Neves.

Fonte: dos autores (Outubro de 2016)

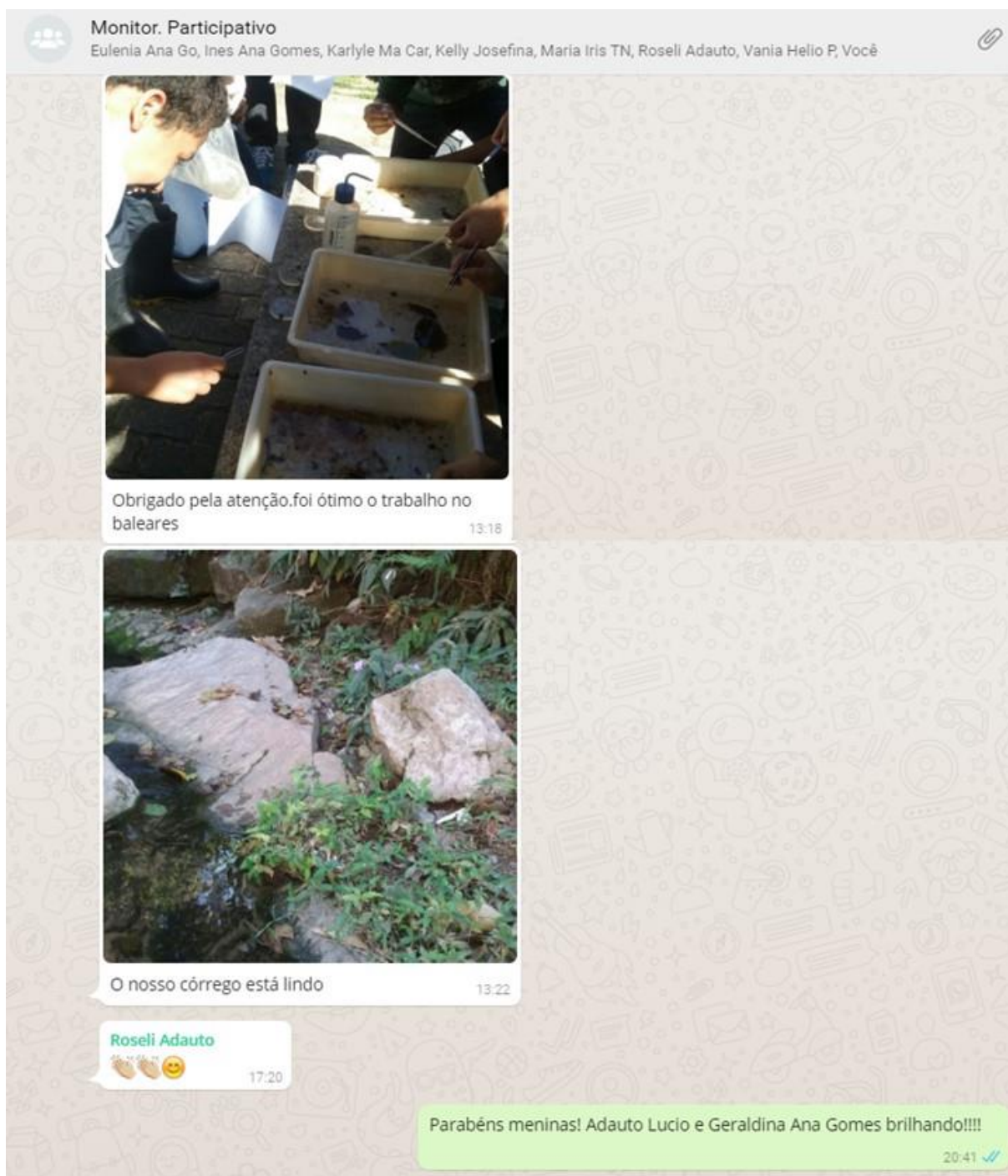
Ao longo das atividades do Monitoramento Participativo professores das escolas participantes nos mantêm informados, discutem e trocam informações entre si, através de um grupo criado no aplicativo WhatsApp, conforme exemplos nas Figuras 383 e 384. Esta é uma importante troca de experiências quando, sanando suas dúvidas, são minimizadas as possíveis falhas e incoerência nos dados.



**Figura 383. Exemplo de informações e imagens enviadas, através de aplicativo, pela Prof<sup>a</sup> Roseli Corrêa – E.M. Aداuto Lúcio Cardoso/Córrego Capão.**

Fonte: dos autores (Junho de 2016)





**Figura 384. Exemplo de informações e imagens enviadas, através de aplicativo, pela Prof<sup>a</sup> Consuelo Rodrigues – E.E. Geraldina Ana Gomes/Córrego Baleares.**

Fonte: dos autores (Junho de 2016)

d) Seminário Final

O seminário final, para apresentação dos resultados obtidos pelas escolas ao longo do ano, incluindo coletas entre treinamento e acompanhamento, foi intitulado “Workshop Monitoramento Participativo de Bacias Hidrográficas: a comunidade escolar como parceira na conservação de biodiversidade”, e realizado no dia 22 de novembro de 2016 no Auditório 3 do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, conforme convite *online* apresentado na Figura 385.

A proposta deste evento foi finalizar as atividades do Monitoramento Participativo realizadas ao longo do ano que tiveram como meta estimular em estudantes do ensino fundamental e médio o pensamento analítico, o senso crítico e a criatividade científica através da participação em atividades técnico-científicas desenvolvidas durante a Capacitação de Professores e Estudantes: Monitoramento Participativo, com ênfase no monitoramento ambiental de bacias hidrográficas através de parâmetros físicos e químicos de qualidade de água e biomonitoramento de macroinvertebrados bentônicos. Ao longo do ano propôs-se, como descrito anteriormente, que estudantes e professores das escolas parceiras tivessem a oportunidade de ter contato com o método científico de forma a estimulá-los e instigá-los à carreira científica e, a partir disto, estimular vocações e a divulgação da ciência cidadã, com o intuito de somar esforços em prol de um maior engajamento e percepção da sociedade sobre os problemas ambientais (Figura 386).



**Convite**

**II Workshop Monitoramento Participativo de Bacias Hidrográficas**  
A comunidade escolar como parceira na conservação de biodiversidade

**BIOINDICADORES DE QUALIDADE DE ÁGUA**  
Laboratório de Ecologia de Bentos/ICB/UFMG

O Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas convida Você para II Workshop Monitoramento Participativo de Bacias Hidrográficas, destinado a professores e comunidade da bacia do Rio das Velhas.

**Programação**  
**22 de novembro de 2016.**  
Turno Manhã: 08:00 às 11:30h  
Turno Tarde : 13:30 às 17:00h  
Local: Auditório 3 – Instituto de Ciências Biológicas - UFMG (Campus Pampulha)

Programação e informações: [www.icb.ufmg.br/labs/benthos](http://www.icb.ufmg.br/labs/benthos)

FUNDEP AGB PEIXE VIVO FAPEMIG ECMVS icb UFMG

**Figura 385. Convite *online* para o Seminário Final do Monitoramento Participativo com escolas públicas de ensino fundamental e médio da bacia do rio das Velhas, em novembro de 2016.**

Fonte: dos autores (2016)

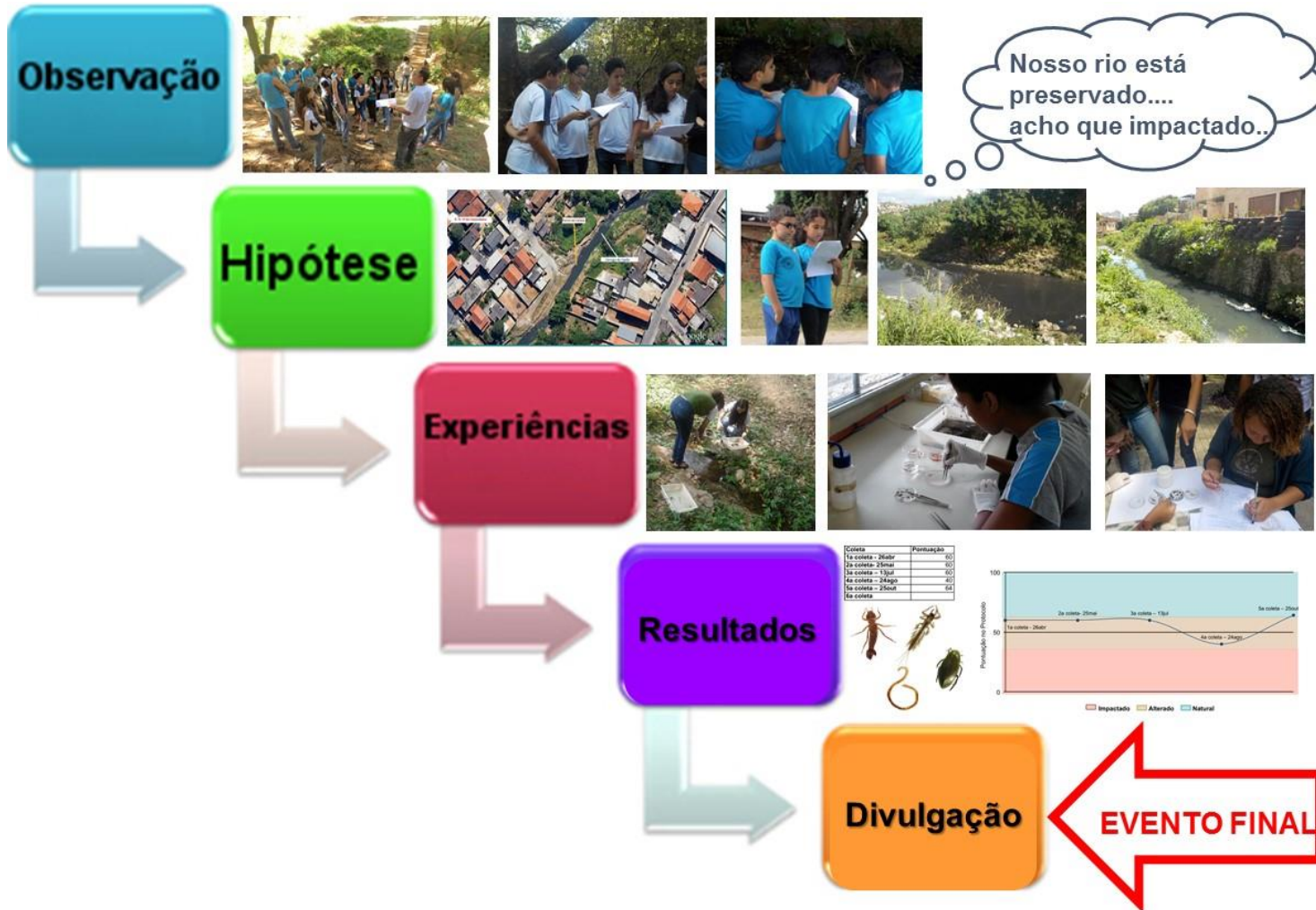


Figura 386. Detalhamento das etapas desenvolvidas com os estudantes durante o Monitoramento Participativo das Águas de 2016.

Fonte: dos autores (2016)

Neste evento estiveram presentes 9 escolas parceiras, sendo 5 estaduais e 4 municipais do município de Belo Horizonte, conforme detalhamento a seguir:

1. E.M. Hélio Pellegrino – bairro Guarani - Córrego Nossa Senhora da Piedade
2. E.E. Tancredo Neves – bairro Tupi – Córrego Saramenha
3. E.M. Adauto Lúcio Cardoso – bairro Céu Azul – Córrego Capão
4. E.E. Maria Carolina Campos – bairro Leblon – Córrego Capão
5. E.M. Herbert José de Souza – bairro Novo Aarão Reis - Ribeirão da Onça
6. E.M. Josefina Sousa Lima - Bairro Primeiro de Maio - Córrego Primeiro de Maio
7. E.E. Bolivar Tinoco Mineiro – Bairro Ribeiro de Abreu - Ribeirão da Onça
8. E.E. Geraldina Ana Gomes – Bairro Jardim Europa – Córrego Baleares
9. E.E. Madre Carmelita – Bairro Bandeirantes – Lagoa da Pampulha

O evento contou com a participação de 356 pessoas entre professores e estudantes destas instituições e foi dividido em dois turnos (manhã – 8 escolas) e tarde (1 escola), conforme programação apresentada na Figura 387. A ausência de uma das escolas parceiras (E.E. Prof. Alisson Pereira Guimarães) prevista para se apresentar no turno da tarde ocorreu por motivos de saúde da professora responsável (Prof. Gláucia Matos).

### Programação Evento

#### “Workshop Monitoramento Participativo de Bacias Hidrográficas: a comunidade escolar como parceira na conservação de biodiversidade”

Data 22/11/2016 (3ª feira) – Auditório 3 - ICB

##### Escolas turno manhã – 8 escolas (4 estaduais – Ensino Médio e 4 municipais – Ensino Fundamental)

08:00 – 08:30 – Abertura/Apresentação do Projeto

08:30 - 09:00 – Palestra Pesquisadora Educação Ambiental convidada (*Profª. Adlane Vilas-Boas, Depto. Biologia Geral, ICB-UFMG*)

09:00 – 10:00 – Apresentação de Banners com resultados das escolas parceiras

10:00 – 10:20 – Intervalo/Lanche

10:20 – 11:20 – Apresentações Culturais

11:20 – Encerramento/Considerações Finais

##### Escolas turno tarde – 2 escolas (1 estadual – Ensino Médio e 1 municipal - Ensino Fundamental)

13:30 – 14:00 – Abertura/Apresentação do Projeto

14:00 - 14:30 – Palestra Pesquisadora Educação Ambiental convidada (*Profª. Paulina Barbosa, Depto. Biologia Geral, ICB-UFMG*)

14:30 – 15:30 – Apresentação de Banners com resultados das escolas parceiras

15:30 – 15:50 – Intervalo

15:50 – 16:50 – Apresentações Culturais

16:50 – Encerramento/Considerações Finais

### **Figura 387. Programação do Seminário Final do Monitoramento Participativo com escolas públicas de ensino fundamental e médio da bacia do rio das Velhas, em novembro de 2016.**

Fonte: dos autores (2016)

Estiveram presentes, para compor a mesa de abertura, a Pró-Reitora de Extensão, Profª Benigna Maria de Oliveira; a Diretora do ICB, Profª Andrea Mara Macedo; o coordenador da PG ECMVS-ICB, Prof. Frederico de Siqueira Neves e o coordenador do Laboratório de Ecologia de Bentos-ICB/UFMG, Prof. Marcos Callisto.

O evento contou com palestras de duas professoras convidadas, Prof<sup>as</sup> Adlane Vilas Boas e Paulina Maria Maia Barbosa, ambas do Departamento de Biologia Geral do ICB/UFMG, que falaram sobre o “Método Científico – Etapas: Por que é importante divulgar os resultados?” (Figuras 388 a 391).



**Figura 388. Mesa de abertura para recepção dos participantes do Projeto Monitoramento Participativo com escolas públicas de ensino fundamental e médio da bacia do rio das Velhas.**

Fonte: Diego Castro – Laboratório de Ecologia de Bentos (Novembro de 2016)



**Figura 389. Participantes do Workshop “Monitoramento Participativo” durante a mesa de abertura e palestras realizadas.**

Fonte: CBHVelhas (Novembro de 2016)



**Figura 390. Palestra Profª Adlane Vilas Boas durante o período da manhã no Workshop “Monitoramento Participativo”.**

Fonte: CBHVelhas (Novembro de 2016)



**Figura 391. Palestra Profª Paulina Maria Maia Barbosa durante o período da tarde no Workshop “Monitoramento Participativo”.**

Fonte: Diego Castro – Laboratório de Ecologia de Bentos (Novembro de 2016)



Os projetos, desenvolvidos por estudantes e professores ao longo do ano, foram apresentados na forma de pôster e avaliados por estudantes de pós-graduação do Programa de Pós Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre e graduação do curso de Ciências Biológicas da UFMG, proporcionando, desta forma, a interação entre estudantes em diferentes níveis, discutindo sobre conhecimentos e experiências em mobilização social. Esta experiência enriqueceu tanto o aprendizado dos estudantes de escolas de ensino fundamental e médio, quanto dos estudantes de graduação e pós-graduação da UFMG envolvidos em uma ação de extensão (Figuras 392 a 405).



**Figura 392. Equipe E.M. Hélio Pellegrino durante a apresentação de pôsteres do Workshop “Monitoramento Participativo”.**

Fonte: CBHVelhas (Novembro de 2016)



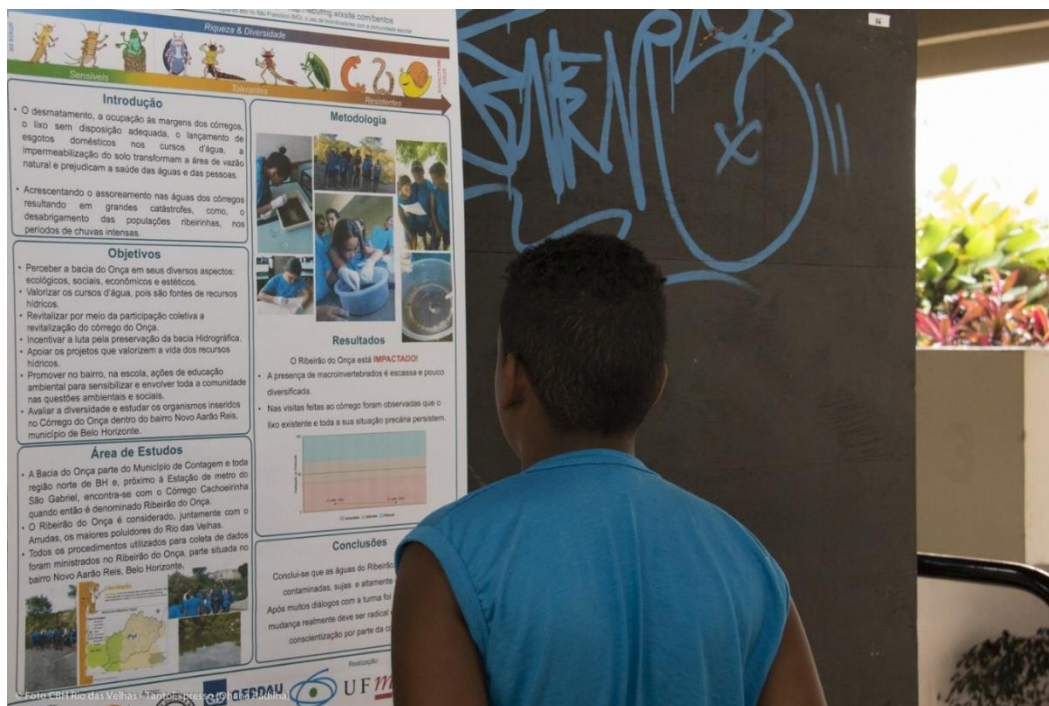
**Figura 393. Estudantes da E.M. Adauto Lúcio Cardoso durante a apresentação de pôsteres do Workshop “Monitoramento Participativo”.**

Fonte: Diego Castro – Laboratório de Ecologia de Bentos (Novembro de 2016)



**Figura 394. Estudantes da E.E. Maria Carolina Campos durante a apresentação de pôsteres do Workshop “Monitoramento Participativo”.**

Fonte: Diego Castro – Laboratório de Ecologia de Bentos (Novembro de 2016)



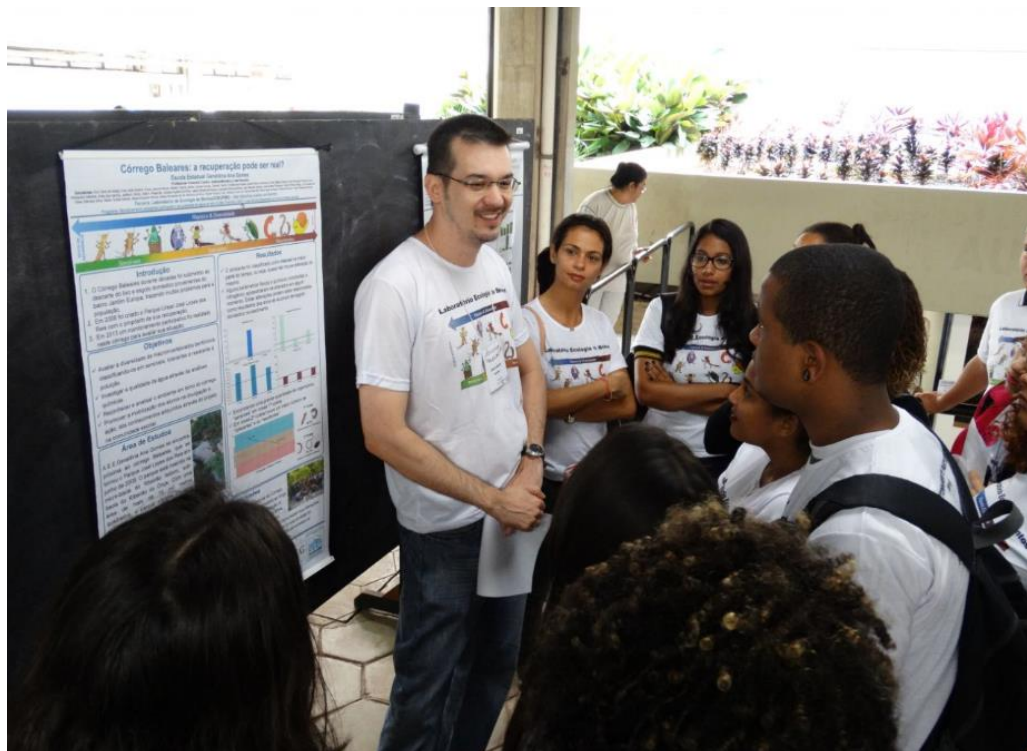
**Figura 395. Estudante da E.M. Herbert José de Souza durante a apresentação de pôsteres do Workshop “Monitoramento Participativo”.**

Fonte: CBHVelhas (Novembro de 2016)



**Figura 396. Estudantes da E.M. Josefina Sousa Lima durante a apresentação de pôsteres do Workshop “Monitoramento Participativo”.**

Fonte: CBHVelhas (Novembro de 2016)



**Figura 397. Estudantes da E.E. Geraldina Ana Gomes durante a apresentação de pôsteres do Workshop “Monitoramento Participativo”.**

Fonte: Diego Castro – Laboratório de Ecologia de Bentos (Novembro de 2016)

# Qualidade das Águas do Córrego Nossa Senhora da Piedade

Escola Municipal Hélio Pellegrino

Parceria: Laboratório de Ecologia de Bentos/ICB/UFMG – <http://lebuufmg.wixsite.com/bentos>

Programa "Monitoramento ambiental participativo da qualidade de água do afluente do São Francisco (MG): o uso de bioindicadores com a comunidade escolar"

Riqueza & Diversidade

SÍTIOS DE REFERÊNCIA



SÍTIOS IMPACTADOS

Sensíveis
Tolerantes
Resistentes

### Introdução

A preservação de recursos hídricos está diretamente associada à melhoria da qualidade de vida de uma comunidade. O monitoramento ambiental participativo é uma ferramenta importantíssima que, além de avaliar a qualidade da água do ambiente, envolve a participação de estudantes que aprendem a valorizar a preservação dos cursos d'água e se tornam também responsáveis e comprometidos com a manutenção de um ambiente de boa qualidade. A Escola Hélio Pellegrino, juntamente com a comunidade, teve grande participação no processo de implantação do parque e na revitalização do córrego.

### Resultados

O protocolo de caracterização classificou o ambiente como alterado já que se nota a presença de assoreamento, esgoto em pouca quantidade e pequena presença de lixo na margem. Também pudemos constatar que existem poucas espécies de animais diferentes e poucas espécies de plantas aquáticas.



Análise dos parâmetros físicos e químicos:

Os índices de Oxigênio dissolvido, pH, Ferro, Dureza e Turbidez apresentaram-se estáveis ao longo dos meses e dentro dos valores recomendados pelo CONAMA.

Os índices de Ortófosfato e Nitrogênio Amônical apresentaram oscilações ao longo dos meses e em algumas amostras ultrapassaram os valores recomendados pela Resolução CONAMA, indicando uma possível contaminação.



Analisando a presença dos bioindicadores constatamos que, ao longo dos meses a qualidade do ambiente oscilou entre alterado e impactado embora a presença de organismos considerados sensíveis (Ephemeroptera) foi notada em pequena quantidade na maioria das coletas.



### Objetivo

Monitorar a qualidade de água do Córrego Nossa Senhora da Piedade através de parâmetros físicos, químicos e biológicos.

### Área de Estudos/Metodologia

As atividades foram realizadas no Parque Nossa Senhora da Piedade onde se encontra parte do Córrego Nossa Senhora da Piedade. O parque está localizado bem próximo à escola e tem uma área aproximada de 59 mil metros quadrados. Está inserido na macrobacia do Onça, na bacia da Avenida Nossa Senhora da Piedade e sub-bacia Nossa Senhora da Piedade. As amostragens foram realizadas nos meses de abril à outubro de 2016. Para as análises físicas do ambiente foi utilizado o Protocolo para a avaliação da saúde dos rios e lagos e para as análises químicas foi utilizado o ECKIT.



### Conclusões

Analisando os resultados obtidos concluímos que o córrego Nossa Senhora da Piedade encontra-se em condições razoáveis de preservação podendo apresentar grande melhora se houver maior conscientização da comunidade e dos frequentadores do parque sobre a importância da preservação dos recursos hídricos para uma melhor qualidade de vida. Portanto, deve-se trabalhar a educação ambiental e desenvolver nas pessoas uma consciência ecológica a fim de romper a cultura de destruição e descaso com relação ao meio ambiente.

Figura 398. Pôster apresentado pela equipe E.M. Hélio Pellegrino durante a apresentação do Workshop “Monitoramento Participativo”.

Fonte: Profª Vânia Michelin – E.M. Hélio Pellegrino (Novembro de 2016)

## Analisando a qualidade da nossa água

Escola Estadual Presidente Tancredo Neves

Parceria: Laboratório de Ecologia de Bentos/ICB/UFMG – <http://lebufmg.wixsite.com/bentos>

Programa "Monitoramento ambiental participativo da qualidade de água do alto rio São Francisco (MG): o uso de bioindicadores com a comunidade escolar"



Figura 399. Pôster apresentado pela equipe E.E. Presidente Tancredo Neves durante a apresentação do Workshop "Monitoramento Participativo".

Fonte: Prof<sup>as</sup> Maria Iris e Ingrid Brena – E.E. Presidente Tancredo Neves (Novembro de 2016)

# Educação Ambiental na Bacia Hidrográfica do Capão

## Escola Municipal Adauto Lúcio Cardoso

Parceria: Laboratório de Ecologia de Bentos/ICB/UFGM – <http://lebufmg.wixsite.com/bentos>

Programa "Monitoramento ambiental participativo da qualidade de água do alto rio São Francisco (MG): o uso de bioindicadores com a comunidade escolar"

←
→
**Riqueza & Diversidade**

SÍTIOS DE REFERENCIA



SÍTIOS IMPACTADOS

Sensíveis
Tolerantes
Resistentes

### Introdução

A possibilidade de escassez de água, aliada a necessidade de construção de uma relação mais sustentável com a cidade torna cada vez mais premente a valorização e recuperação dos cursos d'águas existentes na área urbana.

Para tanto, é preciso pensar no nosso papel enquanto mediadores na construção de uma cultura do saber cuidar, onde cada ser humano é o protagonista da transformação social exercida pelo trinômio "consciência/atitude/cidadania".

### Objetivo

Esta proposta tem como finalidade:

- Sensibilizar a comunidade escolar e alunos do 4º ano do Ensino Fundamental sobre a necessidade de preservar e cuidar dos córregos, rios e lagoas de Belo Horizonte (MG).

### Área de Estudos/Metodologia

- ✓ O Córrego do Capão também chamado de Avenida Navegantes ou Via 220, nasce no bairro Céu Azul e deságua no Córrego Vilarinho em Venda Nova, (BH/MG), pertence à sub-bacia do Ribeirão do Onça, que alimenta a bacia hidrográfica do Rio das Velhas.
- ✓ Entre os meses de Maio e Outubro de 2016, os alunos da EMALC participaram do Biomonitoramento do Capão, através da aplicação do Protocolo de Callixto e da coleta e análise da água desse curso d'água, com o auxílio do Eco Kit.



Alunos do 4º Ano, acervo da EMALC, 2016

### Resultados

- Com o auxílio do Protocolo de Callixto, os alunos foram capazes de identificar os fatores antrópicos que impactam o Córrego do Capão como: o lixo, o esgoto, a erosão, o assoreamento e a falta da mata ciliar.
- As análises físicos e químicas da água, com o uso do *Eco Kit*, sinalizaram que apesar da presença de altas taxas de elementos como nitrogênio amoniacal e ortofosfato, o Capão ainda apresenta parâmetros como PH, turbidez e dureza da água dentro das especificações permitidas pelo CONAMA.
- Foram identificados macro-invertebrados bentônicos resistentes e tolerantes em suas águas, indicando que no Córrego do Capão há vida e que ele precisa ser REVITALIZADO.



Córrego do Capão, acervo da EMALC, 2016

### Conclusões

De posse dessas informações, os alunos abraçaram a "Campanha pela Revitalização do Capão". Esta ação é promovida pelo Núcleo Capão e conta com a confecção de cartazes e textos, com o intuito de sensibilizar e mobilizar a comunidade para a necessidade de preservação desse curso d'água.



NÚCLEO  
**Capão**  
PROJETO MANUFAZÃO

Figura 400. Pôster apresentado pela equipe E.M. Adauto Lúcio Cardoso durante a apresentação do Workshop "Monitoramento Participativo".

Fonte: Profª Roseli Corrêa – E.M. Adauto Lúcio Cardoso (Novembro de 2016)

## Monitorando o Capão

Escola Estadual Maria Carolina Campos - R. Laranjeiras nº 30, Leblon, Belo Horizonte - MG Tel. (31) 3456-1967

Karlyle Miyamoto Pedrosa, Wilson Luiz Spanhol (Professores)

Adriana Virgínia R. Policarpo, Carina C. dos Reis, Darlan C. e Silva, Esther N. Melo, Fernanda L. do Nascimento, Gabriel Vinicius G. Perez, Ivi de S. Batista, Jonas Gabriel L. Ferraz, Jordan A. Couto, Joyce R. Patente de Andrade, Lucas Emanuel C. Godinho, Marcelo S. Carvalho, Maria Michele de Oliveira, Mariana C. Ferreira, Marina Kelly de A. Pereira, Matheus H. da Silva, Pablo R. Antunes Ramos, Patrick Henrique F. Carvalho, Sarah Regina dos S. Rocha, Vitória Carolina R. Moreira (Estudantes)

Parceria: Laboratório de Ecologia de Bentos/ICB/UFMG - <http://lebufmg.wixsite.com/bentos>

Programa "Monitoramento ambiental participativo da qualidade de água do alto rio São Francisco (MG): o uso de bioindicadores com a comunidade escolar"



### Introdução

Devido a importância da água para as diversas formas de vida e por participar de importantes processos que garantem a manutenção da vida em nosso planeta, mediante os crescentes problemas socioambientais que comprometem a qualidade e a disponibilidade desse precioso recurso, torna-se necessário mudar nossas atitudes em relação ao uso da água a fim de garantirmos qualidade de vida para todos os seres vivos, agora e no futuro.

### Objetivo

Um dos objetivos desse trabalho é monitorar a qualidade da água do córrego do Capão que passa próximo da escola, pois o monitoramento dos recursos hídricos é fundamental para assegurar a qualidade de vida (saúde humana) e a preservação do meio ambiente.

### Área de Estudos/Metodologia

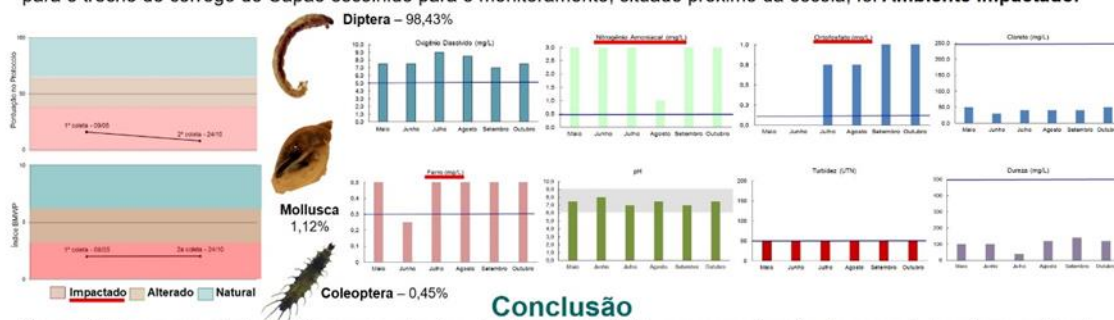
A área de estudo escolhida para realizar a coleta de água e de organismos bioindicadores, é um trecho do córrego do Capão, pertencente à bacia do Rio das Velhas, que se localiza no final da rua Nossa Senhora de Copacabana, bairro Leblon, num raio de cerca de 335 metros de distância da escola.



### Resultados

Ao aplicar o protocolo para avaliação da saúde de rios e lagoas, o resultado obtido para o trecho do córrego do Capão escolhido para estudo, situado próximo da escola, foi **Ambiente Impactado**.

Quanto à avaliação biológica (biomonitoramento), foram feitas duas coletas, sendo a primeira no mês de maio e a segunda no mês de outubro. Ao aplicar o protocolo para avaliar a quantidade e diversidade de bioindicadores, o resultado obtido para o trecho do córrego do Capão escolhido para o monitoramento, situado próximo da escola, foi **Ambiente Impactado**.



### Conclusão

Os resultados apresentados indicam que o trecho do córrego escolhido para a realização desses estudos é um ambiente bastante impactado, decorrência de interferências antrópicas ao longo de muitos anos. Nas observações *in loco* percebe-se que o processo de urbanização no entorno do córrego pode ser apontado como um importante fator de interferência nas características desse ambiente.

**Figura 401. Pôster apresentado pela equipe E.E. Maria Carolina Campos durante a apresentação do Workshop “Monitoramento Participativo”.**

Fonte: Prof Karlyle Pedrosa – E.E. Maria Carolina Campos (Novembro de 2016)



## Ribeirão do Onça

Escola Municipal Herbert José de Souza

Parceria: Laboratório de Ecologia de Bentos/ICB/UFMG – <http://lebufmg.wixsite.com/bentos>

Programa "Monitoramento ambiental participativo da qualidade de água do alto rio São Francisco (MG): o uso de bioindicadores com a comunidade escolar"



Figura 402. Pôster apresentado pela equipe E.M. Herbert José de Souza durante a apresentação do Workshop "Monitoramento Participativo".

Fonte: Prof<sup>as</sup> Flávia das Graças e Sandra – E.M. Herbert José de Souza (Novembro de 2016)

## Sustentabilidade: Cuidar da água, semear a terra e colher a vida.

Escola Municipal Josefina Sousa Lima - 32776765

Professora Kelly Rocha/ Participantes Alunos do 4º, 5ºanos e EJA-Juvenil

Parceria: Laboratório de Ecologia de Bentos/ICB/UFMG – <http://lebufmg.wixsite.com/bentos>

Programa: Monitoramento ambiental participativo da qualidade de água do alto rio São Francisco (RJ), e uso de bioindicadores com a comunidade escolar



### Introdução

A água é um recurso natural de valor inestimável, vital para a manutenção dos ciclos biológicos, geológicos e químicos, que mantêm em equilíbrio os ecossistemas. É, ainda, uma referência cultural e um bem social indispensável à adequada qualidade de vida da população. Através da educação ambiental construímos valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente e sustentabilidade.

### Objetivo

Monitorar a qualidade de água, através de parâmetros físicos, químicos e biológicos, em um ambiente próximo à Escola Municipal Josefina Sousa Lima, mais especificamente, no córrego Primeiro de Maio.

Com essa prática conseguimos avaliar a diversidade encontrada no córrego e também estudar as características dos organismos ali encontrados.

### Área de Estudos/Metodologia

As atividades foram realizadas no Córrego Primeiro de Maio, pertencente a cidade Belo Horizonte, a qual está inserida a Escola Municipal Josefina Sousa Lima. As amostragens foram realizadas nos meses de maio à outubro de 2016



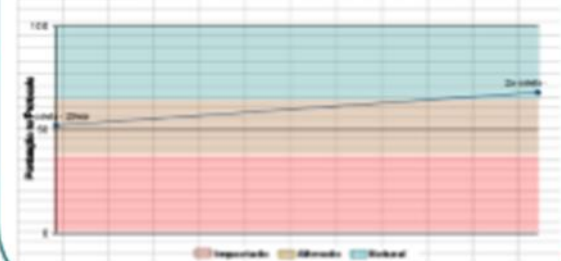
### Resultados

A situação do Córrego Primeiro de Maio não é ainda a que desejamos. Durante todo o tempo analisado o ambiente mostrou-se alterado, tal comprovação foi confirmada pela análise físico química e também pela análise dos macro invertebrados. No que se refere aos dados coletados observou-se uma melhora, porém a análise dos abióticos se manteve, ou seja, ainda não atingimos o ambiente natural, livre de agentes poluidores.

	Temperatura Água (°C)	Temperatura Ar (°C)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	pH
1ª coleta	25	25	9,0	8,0
2ª coleta	24	25	8,0	7,5
3ª coleta	24,5	25	8,0	7,5
4ª coleta	25	25	8,0	7,5
5ª coleta	25	24	8,0	8,5

	Oxalato (mg/L)	Nitrogênio Amônia (mg/L)	Ferro (mg/L)	Clareta (mg/L)	Durca (mg/L)	Turbidez (NTU)
1ª coleta	0,0	3,0	0,25	80,0	150	60
2ª coleta	0,0	3,0	0,25	80,0	140	60
3ª coleta	0,0	3,0	0,25	80,0	140	75
4ª coleta	0,0	3,0	0,25	80,0	120	100
5ª coleta	0,0	2,0	0,25	40,0	80	80



### Conclusões

O ambiente analisado está em más condições de preservação, sendo importante passar tal informação para a comunidade escolar como proposta de recuperação. Somente com muito estudo, acompanhamento contínuo do local e fazendo a pesquisa Físico Química e dos Bentos conseguiremos sensibilizar a população da importância da preservação do local para uma melhor qualidade de vida.

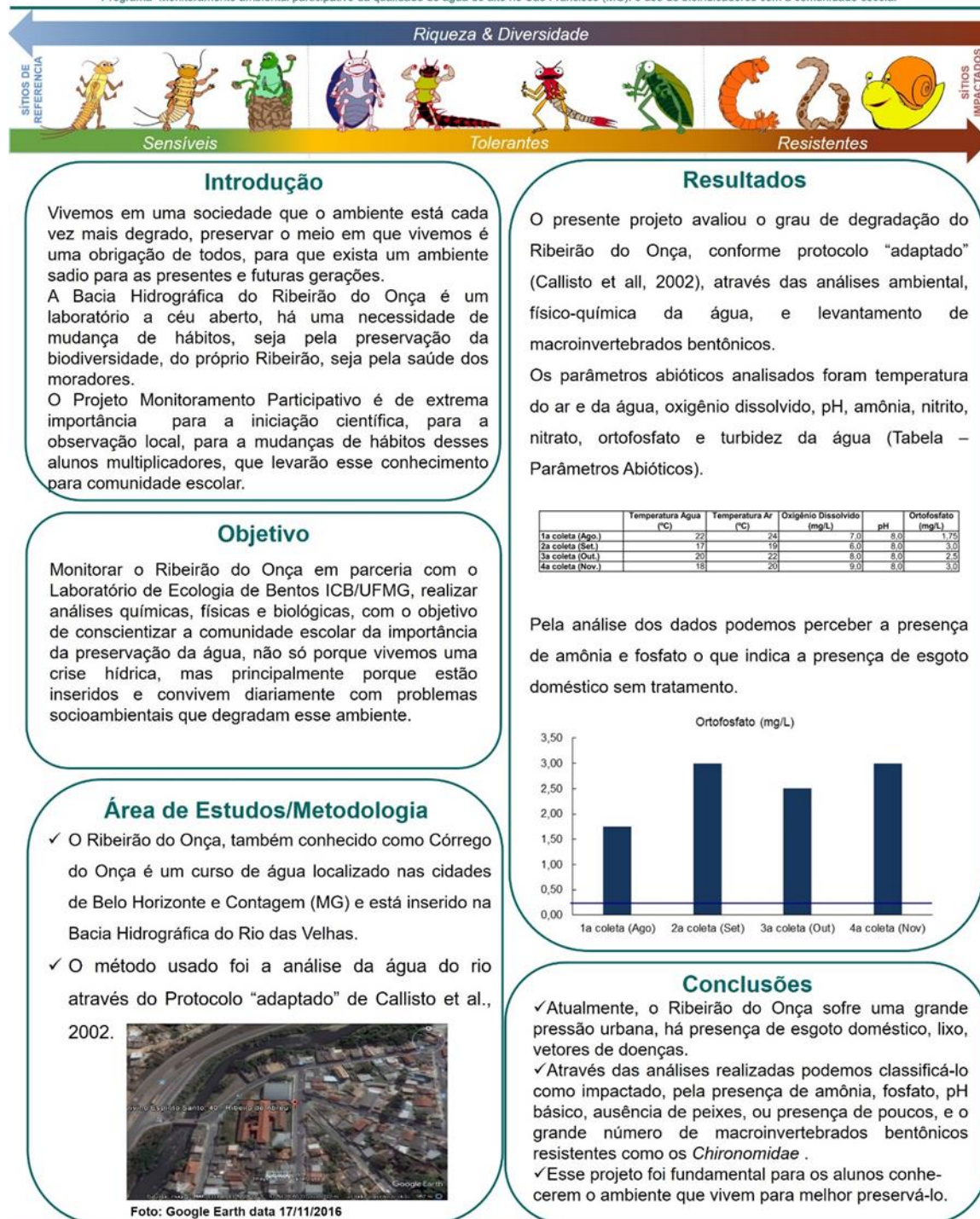
Figura 403. Pôster apresentado pela equipe E.M. Josefina Sousa Lima durante a apresentação do Workshop “Monitoramento Participativo”.

Fonte: Profª Kelly Rocha – E.M. Josefina Sousa Lima (Novembro de 2016)

## PROJETO MONITORAMENTO PARTICIPATIVO

### ESCOLA ESTADUAL BOLIVAR TINOCO MINEIRO

Parceria: Laboratório de Ecologia de Bentos/ICB/UFMG – <http://lebufmg.wixsite.com/bentos>  
Programa "Monitoramento ambiental participativo da qualidade de água do alto rio São Francisco (MG): o uso de bioindicadores com a comunidade escolar"



**Figura 404. Pôster apresentado pela equipe E.E. Bolivar Tinoco Mineiro durante a apresentação do Workshop "Monitoramento Participativo".**

Fonte: Prof<sup>a</sup> Daniela Cordeiro – E.E. Bolivar Tinoco Mineiro (Novembro de 2016)



Para o enriquecimento do evento e proporcionar as diversas formas de expressão cultural desenvolvidas nas escolas parceiras foram apresentadas atividades de música, teatro e dança, entre outras, organizados e desenvolvidos por cada uma das instituições (Figuras 406 a 413).



**Figura 406. Estudantes da E.M. Hélio Pellegrino durante a apresentação de cultural oferecida no Workshop “Monitoramento Participativo”.**

Fonte: Diego Castro – Laboratório de Ecologia de Bentos (Novembro de 2016)



**Figura 407. Estudantes da E.E. Presidente Tancredo Neves durante a apresentação de cultural oferecida no Workshop “Monitoramento Participativo”.**

Fonte: CBHVelhas (Novembro de 2016)



**Figura 408. Estudantes da E.M. Adauto Lúcio Cardoso durante a apresentação de cultural oferecida no Workshop “Monitoramento Participativo”.**

Fonte: Diego Castro – Laboratório de Ecologia de Bentos (Novembro de 2016)



**Figura 409. Estudantes da E.E. Maria Carolina Campos durante a apresentação de cultural oferecida no Workshop “Monitoramento Participativo”.**

Fonte: CBHVelhas (Novembro de 2016)



**Figura 410. Estudantes da E.M. Herbert José de Souza durante a apresentação de cultural oferecida no Workshop “Monitoramento Participativo”.**

Fonte: Diego Castro – Laboratório de Ecologia de Bentos (Novembro de 2016)



**Figura 411. Estudantes da E.M. Josefina Sousa Lima durante a apresentação de cultural oferecida no Workshop “Monitoramento Participativo”.**

Fonte: CBHVelhas (Novembro de 2016)



**Figura 412. Estudantes da E.E. Bolivar Tinoco Mineiro durante a apresentação de cultural oferecida no Workshop “Monitoramento Participativo”.**

Fonte: CBHVelhas (Novembro de 2016)



**Figura 413. Estudantes da E.E. Geraldina Ana Gomes durante a apresentação de cultural oferecida no Workshop “Monitoramento Participativo”.**

Fonte: Diego Castro – Laboratório de Ecologia de Bentos (Novembro de 2016)



A equipe da E.E. Madre Carmelita, sob a responsabilidade da Prof<sup>a</sup> Andréa, compareceu ao evento apesar de não trazer apresentações, por necessidade de substituição da professora responsável em função de férias prêmio. A equipe foi então assumida pelo Prof. Alexandre que não teve tempo hábil de preparar o material para o evento mas compareceu para dar a oportunidade de seus estudantes participarem.

No encerramento de suas atividades todas as escolas parceiras receberam um certificado de Menção Honrosa por sua participação no projeto como forma de incentivo pelo esforço e responsabilidade ao longo do ano e na finalização durante o evento (Figuras 414 a 419).



**Figura 414. Equipe da E.E. Maria Carolina Campos durante a entrega de certificado de Menção Honrosa no Workshop “Monitoramento Participativo”.**

Fonte: CBHVelhas (Novembro de 2016)



**Figura 415. Equipe da E.M. Herbert José de Souza durante a entrega de certificado de Menção Honrosa no Workshop “Monitoramento Participativo”.**

Fonte: Diego Castro – Laboratório de Ecologia de Bentos (Novembro de 2016)



**Figura 416. Estudantes da E.M. Josefina Sousa Lima durante a entrega de certificado de Menção Honrosa no Workshop “Monitoramento Participativo”.**

Fonte: Diego Castro – Laboratório de Ecologia de Bentos (Novembro de 2016)



**Figura 417. Equipe da E.E. Bolivar Tinoco Mineiro durante a entrega de certificado de Menção Honrosa no Workshop “Monitoramento Participativo”.**

Fonte: CBHVelhas (Novembro de 2016)



**Figura 418. Equipe da E.E. Geraldina Ana Gomes durante a entrega de certificado de Menção Honrosa no Workshop “Monitoramento Participativo”.**

Fonte: CBHVelhas (Novembro de 2016)



**Figura 419. Equipe da E.E. Madre Carmelita durante a entrega de certificado de Menção Honrosa no Workshop “Monitoramento Participativo”.**

Fonte: CBHVelhas (Novembro de 2016)

O evento foi amplamente divulgado em *web pages*, incluindo pela Pró-reitoria de Extensão da UFMG e CBHVelhas, demonstrando sua importância para assuntos relacionados à popularização e/ou divulgação da ciência pela universidade e pelo comitê de bacias hidrográficas (Figuras 420 e 421).

<https://www2.ufmg.br/proex/Noticias/Noticias/Workshop-ambiental>

< Início

**PROEX UFMG**  
PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO

Proex Fomento Sistemas Documentos Notícias Agenda Contatos

### Alunos de escolas da rede pública de BH apresentam trabalhos sobre avaliação da qualidade da água na UFMG

Publicado em: 22-11-2016

Com o objetivo de divulgar o trabalho científico desenvolvido em escolas da rede pública em Belo Horizonte, o projeto de interface ensino, pesquisa e extensão, **Monitoramento ambiental participativo da qualidade de água do alto do rio São Francisco (MG): o uso de bioindicadores com a comunidade escolar**, coordenado pelo professor Marcos Callisto de Faria Pereira, promoveu evento para apresentação dos trabalhos envolvendo a avaliação da qualidade da água de córregos da capital. Em workshop realizado nesta terça, pelo Laboratório de Ecologia de Bentos reuniu no auditório 3 do Instituto de Ciências Biológicas (ICB) dez escolas da rede pública da capital, de ensino fundamental e médio.



Os alunos se reuniram no Auditório 3 do ICB. Foto: Diego Castro.

Conforme explicou Juliana França, doutoranda em Ecologia e coordenadora do evento, "atuamos em escolas treinando estudantes a desenvolver o mesmo trabalho que o nosso de uma maneira mais simples, ou seja, avaliarem a qualidade da água. Ao longo do ano, eles avaliaram um córrego próximo à escola e finalizaram aqui, como em um congresso", explica. O projeto também permitiu aos estudantes vivenciar a prática do cientista. "Eles estudam, questionam, formulam hipóteses, facilitamos a experiência do trabalho científico para os estudantes", afirma. Além das apresentações dos projetos, professores da UFMG proferiram palestras sobre questões acerca do trabalho do cientista.



Os estudantes apresentaram seu trabalho em banner no ICB. Foto: Diego Castro.

A Escola Municipal Herbert José de Souza, que fica no bairro Novo Aarão Reis, região norte de Belo Horizonte, desenvolve um trabalho de monitoramento da qualidade de água do Ribeirão do Onça. A professora Sandra Freitas, uma das participantes, destacou como a ação ajuda no processo de conscientização dos alunos. "Não vai ter uma mudança rápida na qualidade da água, mas é preciso mudar a mentalidade das famílias e são os alunos quem levarão essa conscientização para dentro de casa", garante. O trabalho da escola tem caráter interdisciplinar, como também apontado pela professora Flávia das Graças, "as discussões sobre questões ambientais envolveram aulas de língua portuguesa, ciências e artes, entre outras".



Cada uma das escolas apresentou uma atividade cultural. Foto: Diego Castro.

Para o aluno de licenciatura em Ciências Biológicas da UFMG, Lucas Athayde, participante do projeto "ações de extensão como essa, permitem aos alunos a aprendizagem de novas técnicas e metodologias científicas, de forma a entusiasma-los. Para mim foi uma atividade muito gratificante porque cumprio aquilo que planejei, a docência e a extensão", afirma.

A expectativa para 2017 é que o projeto de extensão amplie a parceria com mais escolas da rede pública de Belo Horizonte e Região Metropolitana.

Av. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha - prédio da Reitoria, 6º andar - Belo Horizonte - MG/CEP 31270-901

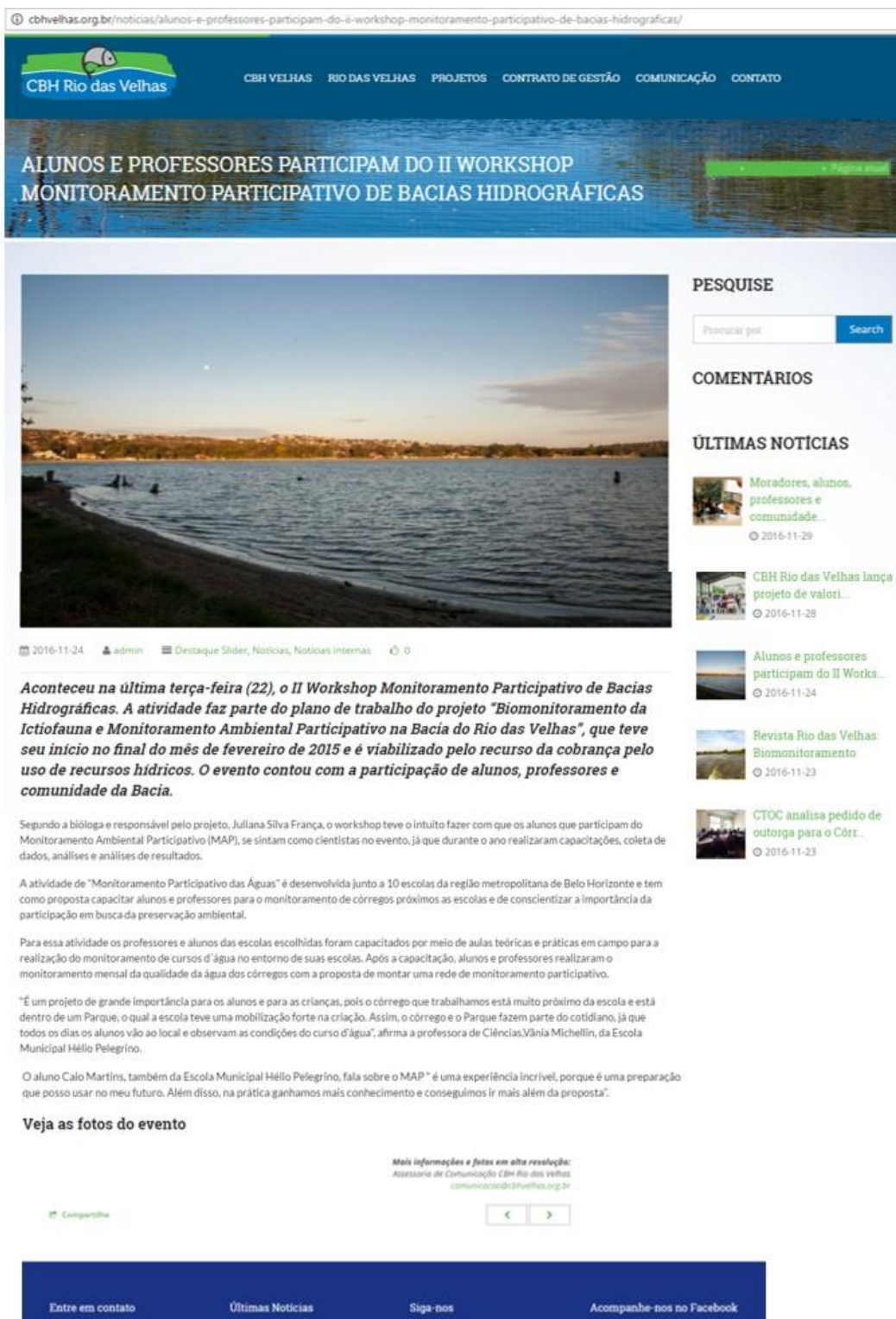
© Copyright - 2013 / Website desenvolvido por: Aquarium Soluções Web

<https://www2.ufmg.br/proex> – acessado em 01/12/16

**Figura 420. Divulgação do Workshop Monitoramento Participativo de Bacias Hidrográficas: a comunidade escolar como parceira na conservação de biodiversidade no site da Pró-reitoria de Extensão da UFMG.**

Fonte: dos autores (Dezembro de 2016)

cbhvelhas.org.br/noticias/alunos-e-professores-participam-do-ii-workshop-monitoramento-participativo-de-bacias-hidrograficas/



**ALUNOS E PROFESSORES PARTICIPAM DO II WORKSHOP MONITORAMENTO PARTICIPATIVO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS**

**PESQUISE**

Procure por:  Search

**COMENTÁRIOS**

**ÚLTIMAS NOTÍCIAS**

- Moradores, alunos, professores e comunidade... 2016-11-29
- CBH Rio das Velhas lança projeto de valori... 2016-11-28
- Alunos e professores participam do II Works... 2016-11-24
- Revista Rio das Velhas: Biomonitoramento 2016-11-23
- CTOC analisa pedido de outorga para o Cór... 2016-11-23

2016-11-24 admin Destaque Slider, Notícias, Notícias internas

**Aconteceu na última terça-feira (22), o II Workshop Monitoramento Participativo de Bacias Hidrográficas. A atividade faz parte do plano de trabalho do projeto "Biomonitoramento da Ictiofauna e Monitoramento Ambiental Participativo na Bacia do Rio das Velhas", que teve seu início no final do mês de fevereiro de 2015 e é viabilizado pelo recurso da cobrança pelo uso de recursos hídricos. O evento contou com a participação de alunos, professores e comunidade da Bacia.**

Segundo a bióloga e responsável pelo projeto, Juliana Silva França, o workshop teve o intuito fazer com que os alunos que participam do Monitoramento Ambiental Participativo (MAP), se sintam como cientistas no evento, já que durante o ano realizaram capacitações, coleta de dados, análises e análises de resultados.

A atividade de "Monitoramento Participativo das Águas" é desenvolvida junto a 10 escolas da região metropolitana de Belo Horizonte e tem como proposta capacitar alunos e professores para o monitoramento de córregos próximos as escolas e de conscientizar a importância da participação em busca da preservação ambiental.

Para essa atividade os professores e alunos das escolas escolhidas foram capacitados por meio de aulas teóricas e práticas em campo para a realização do monitoramento de cursos d'água no entorno de suas escolas. Após a capacitação, alunos e professores realizaram o monitoramento mensal da qualidade da água dos córregos com a proposta de montar uma rede de monitoramento participativo.

"É um projeto de grande importância para os alunos e para as crianças, pois o córrego que trabalhamos está muito próximo da escola e está dentro de um Parque, o qual a escola teve uma mobilização forte na criação. Assim, o córrego e o Parque fazem parte do cotidiano, já que todos os dias os alunos vão ao local e observam as condições do curso d'água", afirma a professora de Ciências, Vânia Michellin, da Escola Municipal Hélio Pelegrino.

O aluno Calo Martins, também da Escola Municipal Hélio Pelegrino, fala sobre o MAP: "é uma experiência incrível, porque é uma preparação que posso usar no meu futuro. Além disso, na prática ganhamos mais conhecimento e conseguimos ir mais além da proposta".

**Veja as fotos do evento**

Mais informações e fotos em alta resolução:  
Assessoria de Comunicação CBH Rio das Velhas  
comunicao@cbhvelhas.org.br

Compartilhe

Entre em contato Últimas Notícias Siga-nos Acompanhe-nos no Facebook

[cbhvelhas.org.br](http://cbhvelhas.org.br) – acessado em 30/11/16

**Figura 421. Divulgação do Workshop Monitoramento Participativo de Bacias Hidrográficas: a comunidade escolar como parceira na conservação de biodiversidade no site do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**

Fonte: dos autores (Dezembro de 2016)

Após a realização do evento foi solicitado aos professores parceiros do monitoramento participativo descrever, através de um pequeno relato, sobre a importância desta oportunidade e do apoio no desenvolvimento de projetos dentro de suas instituições. Desta forma, foi sugerido que abordassem os seguintes tópicos:

- Vantagens e desvantagens do projeto e da parceria;
- O que deveria continuar ou o que poderia ser adaptado;
- Haveria interesse em outras oportunidades por parte da equipe de professores e escolas;
- Outras oportunidades relevantes e de sucesso q tiveram a oportunidade de participar;
- O que consideram importante nesse projeto para relação de professores e alunos com o ambiente estudado;
- Ações que já foram consideradas em prol desta participação;
- Ações que já foram criadas ou aperfeiçoadas em prol desta participação.

Seguem os depoimentos recebidos de professores e suas respectivas instituições:

ESCOLA MUNICIPAL ADAUTO LÚCIO CARDOSO/2016  
AVALIAÇÃO BIOMONITORAMENTO PARTICIPATIVO  
PROFESSORA: ROSELI CORREIA

Os professores da EMALC, escola que encontra-se às margens do Córrego do Capão, veem como positiva a participação dos alunos em projetos como este, com interesse aproximar o conhecimento científico universitário da Educação Básica, como forma de disseminar e estimular novas práticas educativas, gerando novos sentidos, significados e aporte para construção de novas experiências e desafios.

Apesar de possuir um olhar mais voltado para o Ensino Médio, a proposta não encontrou dificuldades para atender os alunos do 4º ano do Ensino Fundamental, com exceção da cartilha disponibilizada como material de apoio, cuja linguagem poderia ser adaptada para esta etapa.

O trabalho de campo, associado à aplicação do protocolo de Callisto, à coleta e análise da água e à produção de dados fizeram com que os alunos fossem não só apresentados, mas iniciados na metodologia do trabalho científico - aspectos fundamentais para a construção da autonomia do sujeito como cidadão crítico do mundo a sua volta.

Tem um seguimento da escola que vê como positiva a participação dos alunos em propostas que possibilitem um diálogo com outras áreas de conhecimento dentro da cidade. Sendo assim, a escola já participou de eventos como o FECATEC (2013\2015), de pesquisas como “Educar pela cidade: patrimônio cultural e ambiental de Venda Nova”, uma proposta da FaE-UEMG ocorrida entre os anos de 2014\2015 e do programa Circuito de Museus da PBH, em 2014.

A proposta e a metodologia empregadas pelo Monitoramento participativo auxiliaram aos alunos a fazerem uma nova leitura do Córrego do Capão e seu entorno, possibilitando a construção de laços de pertencimento com a localidade, evidenciando a importância desse espaço para a cidade e a necessidade do saber cuidar das bacias hidrográficas em área urbana.

No mais, só temos a agradecer o convite e a parceria entre a escola e esse grupo de pesquisa. A experiência pede que essas práticas sejam incluídas no cotidiano da escola como tema recorrente. Esperamos que oportunidades novas surjam como forma de enriquecer a prática pedagógica e a luta em prol da revitalização desse curso d'água.



ESCOLA MUNICIPAL HERBERT JOSÉ DE SOUZA/2016

AVALIAÇÃO BIOMONITORAMENTO PARTICIPATIVO

PROFESSORA: FLÁVIA DAS GRAÇAS

Não vimos nenhuma desvantagens do projeto, pelo contrário o projeto foi muito produtivo e enriquecedor principalmente para os alunos que foram os principais protagonistas para que projeto acontecesse em nossa instituição.

A maneira como o projeto é direcionado é muito bom e proveitoso. Só penso que o mesmo poderia acontecer durante todo o ano.

Com certeza teríamos interesse sim de participamos novamente. Mas infelizmente, devido à organização das disciplinas esse ano, está mais complicado, pois estou só trabalhando com Língua Portuguesa.

Já participamos de outros projetos relevantes como "Deixa o Onça beber água limpa".

O projeto foi de suma importância tanto para os alunos, como nós professoras. Pois os alunos tiveram a oportunidade de observar e analisar o ambiente do qual eles estão inseridos. E pensar maneiras de mudar a situação do ambiente.

Uma das ações foi à conscientização que os alunos tiveram como está a situação do ambiente em torno da escola e da casa de muitos deles.

Ainda não tivemos nenhuma ação concreta de mudança em relação ao ambiente pesquisado. Mas os sentimentos que os alunos agora carregam dentro de si de querer mudar a situação do Ribeirão do Onça acreditamos que já seja um grande passo.

Agradecemos a oportunidade que tivemos de participar desse projeto tão bacana. Desejamos sucesso! Obrigada pela parceria.

ESCOLA MUNICIPAL JOSEFINA SOUSA LIMA/2016  
AVALIAÇÃO BIOMONITORAMENTO PARTICIPATIVO  
PROFESSORA: KELLY ROCHA

Pela segunda vez tivemos o prazer de fazer parte dessa parceria, o curso em muito atendeu a expectativa dos professores e alunos acerca do tema. Em nossa opinião, o monitoramento participativo deve ser um assunto permanente no cotidiano escolar, afim de despertar cada vez mais nos educandos o interesse pela preservação ambiental.

Os temas discutidos e apresentados tiveram um enorme potencial de serem trabalhados em sala e em nossa comunidade. Nesse ano o mesmo foi também o tema base para nossa feira de sustentabilidade.

Através de uma avaliação interna em nossa escola, notamos uma mudança significativa nas atitudes dos alunos, no que se refere aos cuidados com o local das nascente, sobre tudo nas análises feitas com o *ecokit* que ainda continuam.

Só temos a agradecer toda à equipe pelo carinho, prontidão e profissionalismo a nós desprendidos, mais uma vez muito obrigada, estaremos sempre disposto a participar de novas e futuras etapas.

ESCOLA ESTADUAL MADRE CARMELITA/2016  
AVALIAÇÃO BIOMONITORAMENTO PARTICIPATIVO  
PROFESSORA: ANDREA MELO

Quero parabenizar o projeto realizado por você, Juliana, com o patrocínio das instituições.

É sempre enriquecedor para a escola a parceria com instituições, principalmente as de pesquisa, onde realmente acontecem as evoluções pelas quais passamos. Essa experiência é ímpar para os alunos por vários motivos, dentre os quais penso ser importante destacar:

- associar a experiência prática com o conhecimento;
- o aprendizado prático do pesquisador, que pela sua rotina consegue transformar o que os alunos têm dificuldade de entender em uma atividade atrativa, e como falta atratividade nas escolas!
- o contato com materiais utilizados nas pesquisas, também é de muita importância, pois eles aprendem fazendo. E a ação é o que faz diferença na vida do estudante e também do indivíduo. Somos nossas ações e não nossos projetos e/ou planejamentos.
- o atrativo das camisas, do trabalho de campo até a universidade.
- a mensuração dos resultados da coleta é fantástica! Os alunos aprendem o valor dos gráficos pela sua própria prática.

Infelizmente não tive como acompanhar o projeto até o final devido a férias prêmio. A única sugestão que faço, é a de que o modelo do banner já seja definido no início do projeto, para que as etapas possam ser construídas passo-a-passo

Um grande abraço e mais uma vez agradeço a você e aos patrocinadores, que oportunizam que a dedicação de profissionais como você saia do campus e chegue à nossa sociedade. Continuem a oportunizar experiências como essa aos nossos jovens estudantes.

ESCOLA ESTADUAL MARIA CAROLINA CAMPOS/2016

AVALIAÇÃO BIOMONITORAMENTO PARTICIPATIVO

PROFESSOR: KARLYLE PEDROSA

O Monitoramento Participativo realizado, junto às escolas públicas de Belo Horizonte, é uma importante atividade que traz uma série de benefícios para aqueles que participam, seja professor ou seja aluno. É importante porque, em sua premissa básica, possibilita aos participantes uma experiência real que desperta a atenção e o interesse pelos problemas que afetam as comunidades que se localizam próximas aos córregos urbanos. Dentro do contexto da Educação Ambiental, as atividades desenvolvidas durante o projeto visam a sensibilização das pessoas, provocam a reflexão sobre nosso modo de viver e nos estimula a realizar mudanças, buscando a melhoria das nossas condições de vida.

No ambiente escolar, desperta o interesse dos alunos, pois sabem que há “um monte de coisas interessantes” que fogem das atividades rotineiras da escola. Ampliam-se as possibilidades de terem contato com conhecimentos práticos e teóricos que normalmente não são trabalhados pelos professores. A contribuição que a equipe do monitoramento participativo traz para o “despertar para a Ciência” e para o desejo de ser cientista, é enorme. É notória a falta ou escassez de recursos apresentados pela escola pública. Isso, em especial, limita as possibilidades de atividades práticas que poderiam ser implementadas pelos professores. Diante esse panorama, tal projeto preenche uma lacuna importante.

Os alunos da nossa escola, além de participarem das atividades práticas realizadas ao longo do ano, do Workshop no encerramento, também tiveram a oportunidade de conhecer o laboratório de Bentos da UFMG. Estivemos no Instituto de Ciências Biológicas (ICB), onde fomos recebidos pela Juliana e pelo professor Dr. Marcos Calisto. Essa visita influenciou muito os alunos participantes, pois nunca tinham ido a uma universidade. Jamais conheceram um laboratório ou visitaram “o lugar onde os cientistas trabalham”. Viram equipamentos ultramodernos, conversaram com cientistas/pesquisadores de verdade, fizeram perguntas, enfim, tiveram uma experiência inesquecível que marcou para sempre a vida deles. Alguns desses alunos

me disseram que já sabem o que querem fazer de agora para frente. Eles têm perspectivas ou projetos futuros. Isso é muito positivo.

Projetos assim deveriam ser uma constante nas escolas públicas, em especial. Essa parceria Escolas-Universidades deveria ser incentivada pelo governo, pois contribuiria significativamente para a melhoria do ensino e a formação cidadã dos nossos jovens estudantes, além de trazer benefícios/esclarecimentos para as comunidades onde as escolas estão inseridas. É uma forma direta e democrática de retribuir à sociedade os investimentos empregados em instituições de pesquisa e ensino como a UFMG.

ESCOLA ESTADUAL PRESIDENTE TANCREDO NEVES/2016  
AVALIAÇÃO BIOMONITORAMENTO PARTICIPATIVO  
PROFESSORA: MARIA IRIS CARVALHO

O projeto "Monitoramento participativo" foi de grande importância para os alunos e toda comunidade escolar, pois através dele eles ficaram conhecendo como se faz a análise da água e identificar os macroinvertebrados. Eu e todos os alunos agradecemos a oportunidade de participar desse projeto maravilhoso. Parabéns Juliana e toda a sua equipe pelo empenho e dedicação. Gostaria muito de participar novamente.

## 6 OUTRAS ATIVIDADES

Além das atividades de coleta do Biomonitoramento de Peixes e de Mobilização, relacionadas aos Amigos do Rio e MAP (Monitoramento Ambiental Participativo) junto às escolas e representantes dos subcomitês do CBH-Velhas, são realizadas reuniões periódicas com os técnicos da AGB-PeixeVivo e CBH-Velhas. Estas reuniões servem para a equipe contratada apresentar e discutir o andamento do projeto, questões relacionadas ao cronograma de desenvolvimento apresentado no Produto 1, assuntos inerentes à gestão financeira e cronograma de desembolso (quando participam membros responsáveis por esse tema na Fundep, além da relação do Projeto com as atividades do CBH-Velhas, etc.

Por demanda da Câmara Técnica de Planejamento, Projetos e Controle do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio das Velhas, o representante do presente projeto (Carlos Bernardo Mascarenhas Alves) participou de Reunião Ordinária em 17 de novembro de 2015, conforme convite apresentado na Figura 422. Nesta oportunidade foi apresentado aos membros da referida Câmara o Projeto objeto do contrato entre a Fundep e a AGB-PeixeVivo intitulado: “Biomonitoramento da Ictiofauna e Monitoramento Ambiental Participativo na Bacia do Rio das Velhas”. Os slides da apresentação realizada são apresentados no Anexo 9.4.

Outra atividade paralela à execução do Plano de Trabalho aprovado foi a participação de Carlos Bernardo Mascarenhas Alves na 88ª Reunião Ordinária do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio das Velhas (CBH-Velhas), apresentando o presente Projeto de Biomonitoramento. Os slides utilizados nesta apresentação foram os mesmos utilizados na Câmara Técnica (com pequenas adequações) constantes no Anexo 9.4. O convite para essa atividade é apresentado na Figura 423. Em 28 de abril de 2017, tanto o coordenador desse projeto, Prof Paulo Pompeu, quanto o biólogo Carlos Bernardo Mascarenhas Alves participaram da 95ª Reunião Ordinária do CBH-Velhas (Figura 424). Os slides da apresentação realizada constam do Anexo 9.5. Os anexos 9.6 e 9.7 apresentam os pôsteres apresentados no XXII Encontro Brasileiro de Ictiologia.



Ofício 11/2015/CTPC

Belo Horizonte, 10 de novembro de 2015.

REF.: Reunião Ordinária - CTPC

Prezado (a) Senhor (a),

Em continuidade as atividades desenvolvidas pela Câmara Técnica de Planejamento, Projetos e Controle do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, convidamos para Reunião Ordinária que será realizada no dia 17 de novembro (terça feira), com início às 9 horas na sede do CBH Rio das Velhas, localizado na Rua dos Carijós, n° 150 - 10° andar, Belo Horizonte.

**Pauta:**

1. **9h:** Aprovação da ata das reuniões realizadas nos dias 14 e 15 de agosto (favor fazer leitura prévia);
2. **9h20:** Informes:
  - 2.1. Seminário "Água, Agricultura Familiar, Rio das Velhas - Crise e Gestão"
  - 2.2. Seminário das Águas da Serra do Cabral;
  - 2.3. Seminário Alto Rio das Velhas: a cultura da escassez;
  - 2.4. Reunião da Diretoria Ampliada – Articulação Alto Rio das Velhas;
  - 2.5. Planos Municipais de Saneamento Básico, financiados pelo recurso da cobrança pelo uso da água;
  - 2.6. Projeto Hidroambiental da Bacia do Rio Taquaraçu.
3. **10h20:** Biomonitoramento na Bacia do Rio das Velhas;
4. **10h50:** Momento do Subcomitê – Apresentação da articulação do Conflito pela água em Ribeiro Bonito-Subcomitê Rio Taquaraçu;
5. **11h10:** Apresentação da proposta de Planejamento da CTPC para ser pautada na próxima reunião ordinária.
6. **11h30:** Discussões e encerramento

Quaisquer esclarecimentos e a confirmação de sua presença ou representante poderão ser feitas por meio do endereço eletrônico [amanda.amorim@agbpeixevivo.org.br](mailto:amanda.amorim@agbpeixevivo.org.br) ou pelo telefone (31) 3222-8350.

Cordialmente,

**Matheus Valle de Carvalho e Oliveira**  
Presidente Câmara Técnica de Planejamento, Projetos e Controle

**Figura 422. Convite com a pauta da Reunião Ordinária da CTPC – CBH-Velhas**

Fonte: CBH-Velhas (novembro/2015)



### CONVOCAÇÃO 88ª REUNIÃO ORDINÁRIA - CBH RIO DAS VELHAS

**DATA:** 18 de fevereiro de 2016 (quinta-feira)

**LOCAL:** Auditório da COPASA

**ENDEREÇO:** Rua Mar de Espanha nº 525, bairro Santo Antônio - Belo Horizonte/MG

**HORÁRIO:** 13h30 às 17h30

#### **PAUTA**

**13h30** - Recepção e credenciamento

**14h00** - Abertura e verificação de *quórum*

**14h10** - Informes:

- Repasse dos recursos da cobrança pelo uso da água na Bacia Hidrográfica do rio das Velhas
- Grupo Gestor de Vazão do Alto Rio das Velhas

**14h40** - Aprovação da minuta da ata da 87ª reunião do CBH Rio das Velhas ocorrida em 16/12/2015 (anexo)

**15h00** - Balanço das ações contratadas com recursos da cobrança pelo uso da água na Bacia Hidrográfica do rio das Velhas em 2015. Apresentação: AGB Peixe Vivo

**15h20** - Deliberação sobre o Processo de Outorga N° 2128/2014, referente ao aproveitamento de potencial hidrelétrico. Requerente: Horizonte Têxtil LTDA. - CTOC/CBH Rio das Velhas (anexo).

**15h40** - Projeto Diagnóstico, Identificação e Mapeamento de áreas impactadas na Bacia do rio Paraúna. Apresentação: MYR Projetos Estratégicos e Consultoria Ltda.

**16h00** - Projeto de Biomonitoramento na Bacia Hidrográfica do rio das Velhas. Apresentação: FUNDEP - Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa

**16h20** - Apresentação das ações realizadas pelos Subcomitês: Águas do Gandarela, Nascentes, Águas da Moeda e Rio Itabirito

**17h20** - Assuntos gerais

**17h30** - Encerramento

Gentileza confirmar presença pelo e-mail: [cbhvelhas@cbhvelhas.org.br](mailto:cbhvelhas@cbhvelhas.org.br).

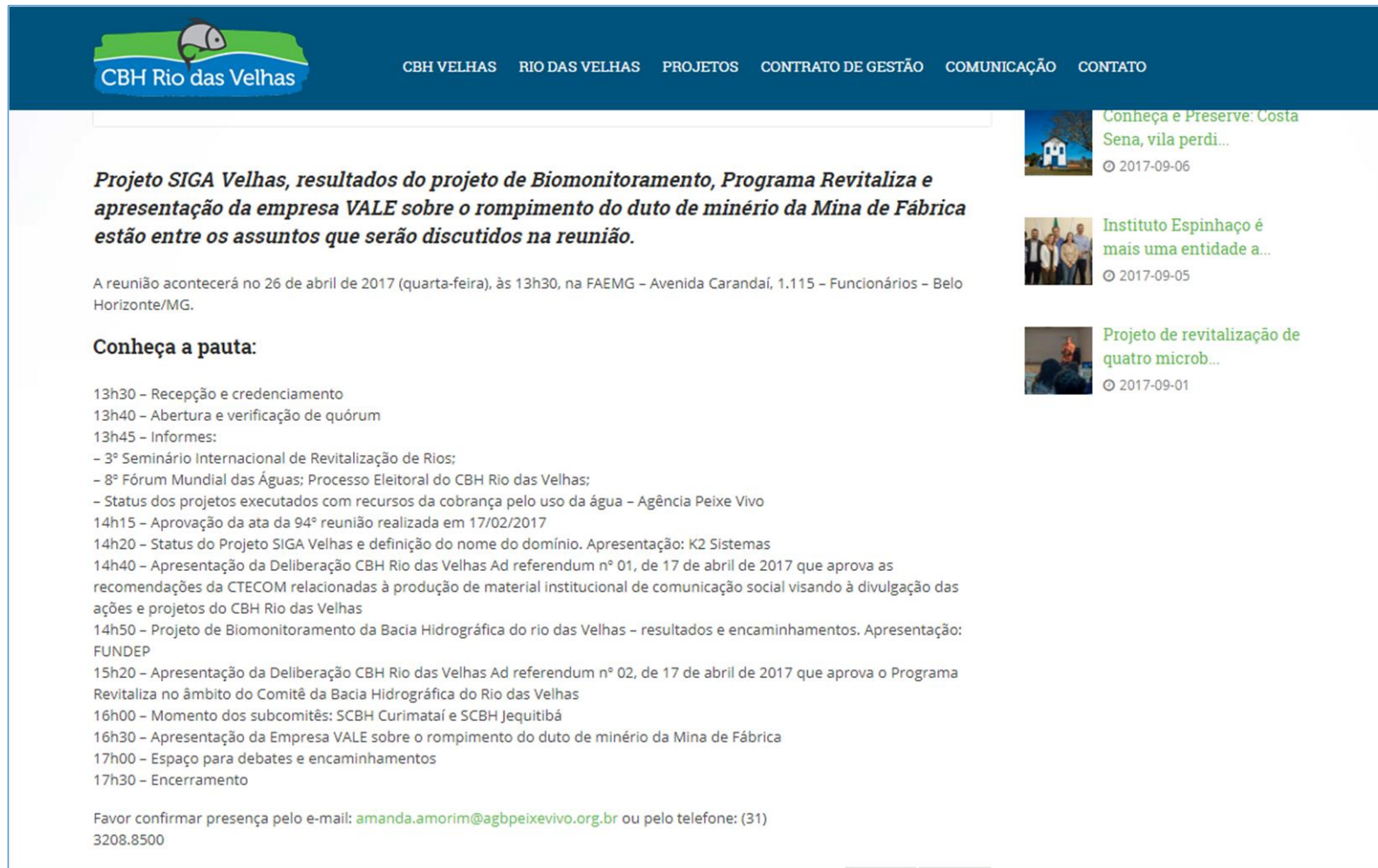


**Valter Vilela Cunha**  
Presidente em exercício  
CBH Rio das Velhas

**Figura 423. Convite com a pauta da 88ª Reunião Ordinária do CBH-Velhas**

Fonte: CBH-Velhas (fevereiro/2016)





**Projeto SIGA Velhas, resultados do projeto de Biomonitoramento, Programa Revitaliza e apresentação da empresa VALE sobre o rompimento do duto de minério da Mina de Fábrica estão entre os assuntos que serão discutidos na reunião.**

A reunião acontecerá no 26 de abril de 2017 (quarta-feira), às 13h30, na FAEMG – Avenida Carandaí, 1.115 – Funcionários – Belo Horizonte/MG.

**Conheça a pauta:**

13h30 – Recepção e credenciamento  
13h40 – Abertura e verificação de quórum  
13h45 – Informes:  
– 3º Seminário Internacional de Revitalização de Rios;  
– 8º Fórum Mundial das Águas; Processo Eleitoral do CBH Rio das Velhas;  
– Status dos projetos executados com recursos da cobrança pelo uso da água – Agência Peixe Vivo  
14h15 – Aprovação da ata da 94ª reunião realizada em 17/02/2017  
14h20 – Status do Projeto SIGA Velhas e definição do nome do domínio. Apresentação: K2 Sistemas  
14h40 – Apresentação da Deliberação CBH Rio das Velhas Ad referendium nº 01, de 17 de abril de 2017 que aprova as recomendações da CTECOM relacionadas à produção de material institucional de comunicação social visando à divulgação das ações e projetos do CBH Rio das Velhas  
14h50 – Projeto de Biomonitoramento da Bacia Hidrográfica do rio das Velhas – resultados e encaminhamentos. Apresentação: FUNDEP  
15h20 – Apresentação da Deliberação CBH Rio das Velhas Ad referendium nº 02, de 17 de abril de 2017 que aprova o Programa Revitaliza no âmbito do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas  
16h00 – Momento dos subcomitês: SCBH Curimataí e SCBH Jequitibá  
16h30 – Apresentação da Empresa VALE sobre o rompimento do duto de minério da Mina de Fábrica  
17h00 – Espaço para debates e encaminhamentos  
17h30 – Encerramento

Favor confirmar presença pelo e-mail: [amanda.amorim@agbpeixevivo.org.br](mailto:amanda.amorim@agbpeixevivo.org.br) ou pelo telefone: (31) 3208.8500

**Conheça e Preserve: Costa Sena, vila perdi...**  
2017-09-06

**Instituto Espinhaço é mais uma entidade a...**  
2017-09-05

**Projeto de revitalização de quatro microb...**  
2017-09-01

**Figura 424. Convite eletrônico com a pauta da 95ª Reunião Ordinária do CBH-Velhas**

Fonte: CBH-Velhas (Abril/2017) - <http://cbhvelhas.org.br/events/95a-plenaria-do-cbh-rio-das-velhas-acontecera-em-belo-horizonte-mg/>

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente documento traz informações sobre resultados consolidados de todas atividades desenvolvidas em dois anos e meio de projeto, com o Biomonitoramento de Peixes (riqueza, distribuição, isótopos estáveis) e, bem como avaliação crítica, de atividades com a comunidade (Amigos do Rio, Oficinas para Educadores e Monitoramento Participativo com Escolas). Estão sendo apresentados os resultados conclusivos, que já foram parcialmente apresentados nos Produtos gerados ao longo do período de contrato, conforme conteúdo definido no cronograma do Relatório de Planejamento Global (Primeiro Produto).

Conforme planejamento inicial foram realizadas as duas coletas nos 11 afluentes do rio das Velhas nos meses de junho/julho de 2015 e em outubro do mesmo ano. Da mesma forma, as três amostragens nos 8 pontos da calha principal do rio foram realizadas em agosto de 2015 e janeiro e maio/junho de 2016. Nestas campanhas foram realizadas caracterizações limnológicas básicas e coleta de amostras de compartimentos do ambiente e peixes para análises de isótopos estáveis. Todas estas atividades transcorreram sem maiores percalços, tendo sido cumpridos todos os seus objetivos.

Como dito anteriormente, na primeira campanha em alguns pontos de tributários, houve pequena dificuldade em encontrar locais adequados para as amostragens, notadamente naqueles rios que foram amostrados somente a partir desta nova iniciativa. São eles: Ribeirão da Mata (RM-01), Rio Taquaraçu (TQ-01) e Rio Jequitibá (JE-01). Os demais já haviam sido amostrados pelo menos duas vezes nas iniciativas anteriores, detalhadas no tópico contextualização. Na segunda campanha esses percalços foram minimizados, já que as condições de acesso e contatos locais facilitaram a execução das atividades (proprietários das terras, locais para alimentação e pernoite, etc.). Da mesma forma, todos os locais visitados ao longo do rio já haviam sido amostrados nas etapas anteriores, o que facilitou o acesso, permissão para entrada da equipe (principalmente em terras particulares e de empresas), e a própria logística da campanha.

Nas campanhas realizadas em agosto de 2015, janeiro e maio/junho de 2016, realizaram-se coletas de peixes nos pontos pré-determinados para a calha do rio das Velhas, a saber (de montante para jusante): São Bartolomeu, Nova Lima, Santa Luzia, Lagoa Santa, Santa Rita do Cedro, Senhora da Glória, Lassance e Barra do Guaicuí. Esses locais já foram visitados em outras oportunidades desde 1999 e os dados servirão para comparações temporais de efeitos do tratamento dos esgotos na bacia sobre os peixes. Como dito acima, os oito pontos da calha do rio das Velhas já foram amostrados por três vezes (representando dois períodos secos e um chuvoso dos anos hidrológicos de vigência do Projeto). Essa lógica segue os procedimentos adotados desde 1999 quando se iniciou o Biomonitoramento de Peixes da bacia do rio das Velhas. De posse do material coletado foram realizadas as análises em laboratório dos peixes e de amostras para as análises de isótopos.

A riqueza de espécies da bacia nessa fase de estudos foi de 109 espécies e (podendo alcançar 120 caso se considere aquelas que ficaram definidas ao nível de gênero – sp.). Cumulativamente se alcança as 136 espécies desde 1999. Esses dados demonstram que a recuperação da ictiofauna de peixes na bacia, comparando-se com as fases anteriores, e que já se verifica uma estabilização, porém abaixo da esperada teoricamente. Esse é o principal resultado do uso da riqueza e distribuição de peixes como bioindicadores de qualidade ambiental e recuperação das bacia, face às iniciativas para sua revitalização. Sabe-se que a fauna de peixes tende a aumentar de montante (cabeceiras) para jusante (foz) e aqui no rio das Velhas ainda há um efeito negativo da RMBH. Os pontos com registros abaixo do esperado continuam sendo os localizados imediatamente a jusante da RMBH (RV-03 - Santa Luzia e RV-04 - Lagoa Santa).

Amostragens nos 11 afluentes selecionados demonstraram diferentes estágios de degradação, como rio Ribeirão da Mata e o rio Jequitibá em um extremo, e o rio Cipó mais bem preservado no outro. Os afluentes comprovam “resguardar” expressiva quantidade da fauna total (82%), sendo um repositório natural da diversidade de peixes da bacia e, juntamente com o próprio São Francisco, serem fontes de espécies para a recomposição natural da fauna à medida que a bacia for revitalizada. De uma maneira geral, considerando-se a riqueza e diversidade de peixes, a maioria dos

afluentes está em melhores condições que os pontos amostrados ao longo da calha do rio das Velhas.

Em relação às assinaturas isotópicas dos peixes e dos recursos coletados na calha e nos afluentes do rio das Velhas, pudemos observar que os isótopos estáveis têm grande potencial no fornecimento de informações sobre o estado de conservação da Bacia do Rio das Velhas. Alguns recursos, como as algas filamentosas e perífiton (algas aderidas a substratos rígidos, como pedras e madeira), se mostraram bons preditores das condições de preservação dos pontos avaliados, uma vez que apresentaram grandes variações em suas assinaturas isotópicas na presença de poluentes.

A partir das assinaturas de Carbono, pode-se observar que a maior diversidade das fontes assimiladas pelos peixes nos afluentes também sugere melhor estado de conservação em relação à calha. Nesses pontos, as fontes alóctones (como a mata ciliar e o folhiço) parecem ser importantes para as comunidades aquáticas. Por outro lado, em ambientes degradados, as fontes autóctones (como perífiton e algas) e o esgoto parecem ser mais importantes para sustentar a ictiofauna, uma vez que tiveram suas assinaturas de Carbono refletidas nas assinaturas da maioria dos peixes. É um reflexo do processo de eutrofização que o excesso de matéria orgânica produz.

Essa tendência (maior degradação da calha do que nos afluentes) também foi confirmada pelas assinaturas de Nitrogênio, onde foi observado um enriquecimento substancial (e em alguns casos, anormal) em todos os recursos e peixes amostrados em áreas poluídas. Essa diferença também é confirmada ao se analisar as 10 espécies de peixes mais abundantes em toda a bacia, as quais tiveram valores muito mais enriquecidos de Nitrogênio quando coletadas nos pontos da calha. Portanto, os resultados encontrados reforçam a influência direta do esgoto da RMBH no ciclo do Nitrogênio e Carbono, com todas essas mudanças sendo refletidas nos peixes da Bacia do Rio das Velhas.

O uso desta técnica (análise de isótopos estáveis), que possui uma grande especificidade para o monitoramento ao nível molecular, permitirá comparações em médio e longo prazos das eventuais melhorias da qualidade das águas da bacia. Com amostragens de outros grupos biológicos e em outros ambientes da bacia, será possível determinar as fontes de Nitrogênio e Carbono, e o “caminho” de sua assimilação pela fauna, com um balanço entre fontes naturais e provenientes da degradação antrópica.

As atividades do MAP ocorreram de forma satisfatória e dentro do planejado no Primeiro Produto (Relatório de Planejamento Global) e os Amigos do Rio foram selecionados, treinados e equipados com seus kits. Não haviam alertas de mortandade de peixes até 2016 para que, sua função dentro do Projeto esteja funcionando efetivamente, o que ocorreria em caráter de emergência. Porém, duas coletas extras previstas, com acompanhamento da equipe, representando os períodos seco e chuvoso foram realizadas. Em 2016/2017, os eventos ocorridos foram localizados e pequena abrangência, tendo sido atendidos e registrados fotograficamente. Como complementação da parceria, foram realizadas entrevistas e preenchimento de questionários para a avaliação da efetividade do trabalho realizado com os ribeirinhos, benefícios e sugestões para outras oportunidades.

As oficinas oferecidas à comunidade escolar, gestores e membros de comitês foram finalizadas, e alcançaram resultados satisfatórios quando se destaca a participação e avaliação dos participantes sobre sua abrangência e importância. Esta atividade foi oferecida à comunidade do alto, médio e baixo rio das Velhas e, conforme previsto, foi finalizada com êxito, além de ser alcançada uma população atuante em vários setores e em uma abrangência significativa da bacia. Como complementação da parceria, novamente foram realizados questionários para a avaliação da efetividade do trabalho realizado e uso da informação pelos participantes, como forma de demonstrar o alcance real deste tipo de atividade para a comunidade da bacia.

O Monitoramento Participativo, proposto de ser realizado com o público escolar (professores e estudantes de ensino fundamental e médio) finalizou suas atividades com sucesso e apresentou um grande aprendizado e troca de informações durante o seminário final, ocorrido em novembro. Esta atividade proporcionou o trabalho conjunto, agregando informações sobre a situação atual da área urbana da bacia, além de trazer para jovens e educadores a experiência de trabalhar com uma metodologia científica, proporcionando o exercício da cidadania e destacando a importância da coletividade. Mais uma vez, como complementação da parceria, foram realizados relatos por parte dos professores parceiros sobre a importância deste tipo de atividade para a comunidade escolar.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, C.B.M.; ESTANISLAU, C.A.M.; ARAÚJO, M.A.R.; POLIGNANO, M.V. & POMPEU, P.S. 2000. Estudo das Possíveis Causas das Mortandades de Peixes na Sub-Bacia - Projeto SOS Rio das Velhas (Relatório Técnico). 65p.
- ALVES, C.B.M. & LEAL, C.G. 2010. Aspectos da conservação da fauna de peixes da bacia do rio São Francisco em Minas Gerais. *MG-Biota*, 2(6):26-50.
- ALVES, C.B.M. & POMPEU, P.S. 2005. Historical changes in the Rio das Velhas fish fauna - Brazil. In: Rhine, J. N.; Hughes, R. M. & Calamusso, B. (eds). Historical changes in large river fish assemblages of the Americas, American Fisheries Society, Symposium 45, Bethesda, pp. 587-602.
- ALVES, C.B.M. & POMPEU, P.S. 2006a. Importância das Lagoas Marginais e Várzeas do Rio das Velhas para a Manutenção da Pesca e de Espécies de Peixes Migradoras e de Importância Comercial da Bacia do Rio São Francisco em Minas Gerais. Projeto Manuelzão / FAPEMIG. 52p.
- ALVES, C.B.M. & POMPEU, P.S. 2006b. Peixes do rio das Velhas: estado atual e perspectivas de recuperação. *Cadernos Manuelzão*, Belo Horizonte, 1(1):20-26.
- ALVES, C.B.M. & POMPEU, P.S. 2008. A ictiofauna da bacia do rio das Velhas como indicador da qualidade ambiental. In: Lisboa, A.H.; Goulart, E.M.E. & Diniz, L.F.M. (Org.). Projeto Manuelzão: a história da mobilização que começou em torno de um rio. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy, 2008, p. 95-106.
- ALVES, C.B.M. & POMPEU, P.S. 2010. A Fauna de Peixes da Bacia do Rio das Velhas no Final do Século XX. In: Alves, C.B.M.; Pompeu, P.S. (Org.). *Peixes do Rio das Velhas: Passado e Presente*. 2 ed. Belo Horizonte: Argumentvm, 2010, v. 1, p. 167-189.

- ALVES, C.B.M.; SANTOS, H.A.; POMPEU, P.S. & CALLISTO, M. 2010. Resultados de Monitoramento Biológico da Qualidade das Águas do Rio da Velhas. p. 49-60. In: Machado, A.T.G.M.; Lisboa, A.H.; Alves, C.B.M.; Lopes, D.A.; Goulart, E.M.A.; Leite, F.A. & Polignano, M.V. (eds.). Revitalização de Rios no Mundo: América, Europa e Ásia. Instituto Guaicuy, Belo Horizonte.
- ALVES, C.B.M.; VIEIRA, F. & POMPEU, P.S. 2011. A Ictiofauna da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. In: MMA, 2011. Diagnóstico do Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco: Caderno Temático: Biodiversidade. Brasília: SEDR/DZT/MMA. p 226-241.
- ALVES, C.B.M. & VONO, V. 1999. Ampliação da área de distribuição natural de *Hysteronotus megalostomus* Eigenmann, 1911 (Characidae; Glandulocaudinae), fauna associada e características do hábitat no rio Paraopeba, bacia do rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. Comun. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS sér. Zool., 12:31-44.
- ANGERMEIER, P.L. & SCHLOSSER, I.J. 1989. Species-area relationships for stream fishes. Ecology 70:1450-1462.
- ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M.; FORSBERG, B.R.; VICTORIA, R. & MARTINELLI, L. 1986. Energy sources for detritivorous fishes in the Amazon. Science, 234(4781):1256-258.
- BARRIE, A. & PROSSER, S. 1996. Automated Analysis of Light-Element Stable Isotopes by Isotope Ratio Mass Spectrometer. In: Mass Spectrometry of Soils, NY, p. 1-46.
- BAYLEI, P.B. & LI, H.W. 1992. Riverine fisheries. In: Calow, P. & Petts, G. The rivers handbook, vol I. Blackwell Science, 251-281.
- BEAUDOIN, C.P., TONN, W.M.; PREPAS, E.E. & WASSENAAR, L.I. 1999. Individual specialization and trophic adaptability of northern pike (*Esox lucius*): an isotope and dietary analysis. Oecologia, Berlin, 120:386-396



- BELTRÃO, G.B.M.; MEDEIROS, E.S.F.; RAMOS, R.T.C. 2009. Effects of riparian vegetation removal on the structure of the marginal aquatic habitat and the associated fish fauna in a tropical Brazilian reservoir. *Biota Neotropica*, 9(4):37-43.
- BITAR, O.Y & ORTEGA, R.D. 1998. Gestão Ambiental. In: Oliveira, A.M.S. & Brito, S.N.A. (Eds.). *Geologia de Engenharia*. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), 32:499-508.
- BOJSEN, B.H. & BARRIGA, R. 2002. Effect of deforestation on fish community structure in Ecuadorian Amazon streams. *Freshwater Biology*: 47(11):2246-2260.
- BOUTTON, T.W. 1991. Stable carbon isotope ratios of natural materials: I. Sample preparation and mass spectrometric analysis. In: 1991: Coleman, D.C.; Fry, B. *Carbon isotope techniques*. Academic Press, Inc.
- BRASIL. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/conama/res/res05/res35705.pdf>.
- BRASIL. Resolução nº 420 de 28 de dezembro de 2009 do CONAMA. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>.
- BRITSKI, H.A.; SATO, Y.; ROSA, A.B.S. 1986. *Manual de Identificação de Peixes da região de Três Marias*. Brasília: Câmara dos Deputados/CODEVASF. 128p, il.
- BUSS, D.F.; BAPTISTA, D.F. & NESSIMIAN, J.L. 2003. Biomonitoramento e avaliação da qualidade da água de rios. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 19 (2):465-473.
- CALLISTO, M. & MORENO, P. 2006. Bioindicadores de Qualidade de Água. *Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia* 35(2):40-42.
- CALLISTO, M.; FERREIRA, W.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCIO, M. 2002. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 14 (1): 91-98.

- CASTRO, D.M.P.; CARVALHO, D.R.; POMPEU, P.S.; MOREIRA, M.Z.; NARDOTO, G.B. & CALLISTO, M. 2016. Land Use Influences Niche Size and the Assimilation of Resources by Benthic Macroinvertebrates in Tropical Headwater Streams. PLoS ONE 11(3): e0150527. doi:10.1371/journal.pone.0150527
- CARVALHO, D.R.; CASTRO, D.M.P.; CALLISTO, M.; MOREIRA, M.Z. & POMPEU, P.S. 2015. Isotopic variation in five species of stream fishes under the influence of different land uses. J Fish Biol. 2015; 87: 559–578. doi:10.1111/jfb.12734 PMID: 26201419
- CIFUENTES, L.A.; SHARP, J.H. & FOGEL, M.L. 1988. Stable carbon and nitrogen isotope biogeochemistry in the Delaware estuary. Limnology and Oceanography, 33(5)1102-1115.
- CLAPCOTT, J.E.; COLLIER, K.J.; DEATH, R.G.; GOODWIN, E.O.; HARDING, J.S.; KELLY, D.; LEATHWICK, J.R. & YOUNG, R.G. 2011. Quantifying relationships between land-use gradients and structural and functional indicators of stream ecological integrity. Freshwater Biology, 55:74-90.
- CNUMAD. 1992. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento: Agenda 21. Brasília: Senado Federal. 585p.
- DENIRO, M.J. & EPSTEIN, S. 1978. Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. Geochimica et Cosmochimica Acta, 42:495–506.
- DUNZ, A.R. & SCHLIEWEN, U.K. 2013. Molecular phylogeny and revised classification of the haplotilapiine cichlid fishes formerly referred to as "*Tilapia*". Molecular Phylogenetics and Evolution v. 68(1):64-80.
- ESTRELLA, M. & GAVENTA, J. 1997. Who Counts Reality? Participatory Monitoring and Evaluation: A Literature Review. Working draft. IDS, UK. 70p.
- FAUSCH, K.D.; LYONS, J; KARR, J.R. & ANGERMEIER, P.L. 1990. Fish communities as indicators of environmental degradation. In: ADAMS, S. M. Biological indicators of stress in fishes. American Fisheries Society Symposium 8:123-144.

- FEAM-MAP. 2010. Monitoramento ambiental participativo: Ferramenta para avaliação da qualidade das águas e determinação das possíveis causas de mortandade de peixes na bacia do rio das Velhas -Relatório Técnico). 85p.
- FEIO M.J.; FERREIRA, W.R.; MACEDO, D.R.; ELLER A.P.; ALVES, C.B.M.; FRANÇA, J.S. & CALLISTO, M. 2015. Defining and Testing Targets for the Recovery of Tropical Streams Based on Macroinvertebrate Communities and Abiotic Conditions. *River Research and Applications*, 31(1):70–84.
- FERREIRA, A.; CYRINO, J.E.P.; DUARTE-NETO, P.J. & MARTINELLI, L.A. 2012. Permeability of riparian forest strips in agricultural, small subtropical watersheds in south-eastern Brazil. *Marine and Freshwater Research*, 63:1272–1282.
- FERREIRA, A.C.S.B. 2007. Educação Ambiental: a Ecologia e as atitudes para a Sustentabilidade. Tese defendida à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto para obtenção do Grau de Mestre em Biologia para o Ensino. 253p.
- FERREIRA, K.M.; MENEZES, N.A. & QUAGIO-GRASSIOTO, I. 2011. A new genus and two new species of Stevardiinae (Characiformes: Characidae) with a hypothesis on their relationships based on morphological and histological data, *Neotropical Ichthyology*, 9(2):281-298.
- FRY, B. & SHERR, E.B. 1984.  $\delta^{13}\text{C}$  measurements as indicators of carbon flow in marine and freshwater ecosystems. *Contributions in Marine Science*, 27:13-47
- GIL-PÉREZ, D. & VILCHES, A. 2006. Educación ciudadanía y alfabetización científica: Mitos y Realidades. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42:31-54.
- GORMAN G.T. & KARR J.R. 1978. Habitat structure and stream fish communities. *Ecology*, 59: 507-515.
- GOULDING, M.; CARVALHO, M.L. & FERREIRA, E.G. 1988. Rio Negro, rich life in poor water. SPB Academic, The Hague, Netherlands, 200 p.

- HESSLEIN, R.H.; HALLARD, K.A. & RAMLAL, P. 1993. Replacement of sulfur, carbon, and nitrogen in tissue of growing broad whitefish (*Coregonus nasus*) in response to a change in diet traced by  $\delta^{34}\text{S}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ , and  $\delta^{15}\text{N}$ . *Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences*, 50: 2071–2076.
- HUGUENY, B. & LÉVÊQUE, C. 1994. Freshwater fish zoogeography in West Africa: faunal similarity between river basins. *Environmental Biology of Fishes*, 39:365-380.
- ICMBio. 2015. PORTARIA Nº 34 - Aprova o Plano de Ação Nacional para a Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna Aquática da Bacia do Rio São Francisco - PAN São Francisco. *Diário Oficial da União*, 100:58-59, 28 de maio de 2015.
- KEOUGH, J.R.; C.A. HAGLEY, E. RUZYCKI & M. SIERSZEN. 1998.  $\delta^{13}\text{C}$  composition of primary producers and role of detritus in a freshwater coastal ecosystem. *Limnology and Oceanography*, 43:734–740.
- KOERBER, S., VERA-ALCARAZ, H. S. & REIS, R.E. 2017. Checklist of the fishes of Paraguay (CLOFPY). *Ichthyological Contributions of PecesCriollos*, 53:1-99.
- KRULL, E.S; BRAY, S.; HARMS, B.; BAXTER, N.; BOL, R. & FARQUHAR, G. 2007. Development of a stable isotope index to assess decadal-scale vegetation change and application to woodlands of the Burdekin catchment, Australia. *Global Change Biology*, 13:1455–1468.
- LIMA, F.C.T.; ALBRECHT, M.; PAVANELLI, C.S.; VONO, V. & SHIBATTA, O. 2008. *Brycon nattereri* Günther, 1864. In: MACHADO, A.B.M.; DRUMMOND, G.M. & PAGLIA, A.P. (Orgs.). *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção*. 1 ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, v. II, p. 50-52.
- LOPES, C.A. & BENEDITO-CECÍLIO, E. 2002. Variabilidade isotópica ( $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$ ) em produtores primários de ambientes terrestres e de água doce. *Acta Scientiarum: Biological Sciences*, 24(2):303-312.

- MANETTA, G.I. & BENEDITO-CECÍLIO, E. 2003. Aplicação da técnica de isótopos estáveis na estimativa da taxa de turnover em estudos ecológicos: uma síntese. *Acta Scientiarum: Biological Sciences*, 25(1):121-129.
- MMA. 2014. Portaria Nº 445 - Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção - Peixes e Invertebrados Aquáticos. *Diário Oficial da União*, 245:126-30, 18 dezembro de 2014.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Portaria Nº 685, de 27/08/1998. Republicada no DOU, de 24 de setembro de 1998.
- NAVAS-PEREIRA, D. & HENRIQUE, R.M. 1996. Aplicação de índices biológicos na avaliação da qualidade ambiental. *Revista Brasileira de Biologia* 56(2):441-450.
- OLIVEIRA, C.; SOARES, M.; MARTINELLI, L. & MOREIRA, M. 2006. Carbon sources of fish in an Amazonian floodplain lake. *Aquatic Sciences*, 68: 229–238.
- PARNELL, A.C.; INGER, R.; BEARHOP, S. & JACKSON, A.L. 2010. Source partitioning using stable isotopes: coping with too much variation. *PLoS ONE* 5, e9672. doi:10.1371/JOURNAL.PONE.0009672
- PECK, D.; HERLIHY, A.; HILL, B.; HUGHES, R.; KAUFMANN, P.; KLEMM, D.; LAZORCHAK, J.; MCCORMICK, F.; PETERSON, S.; RINGOLD, P.; MAGEE, T. & CAPPAERT, M. 2006. Environmental Monitoring and Assessment Program-Surface Waters Western Pilot Study: field operations manual for wadeable streams. EPA/620/R-06/003. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.
- PEREIRA, A.L. & BENEDITO-CECÍLIO, E. 2007. Isótopos estáveis em estudos ecológicos: métodos, aplicações e perspectivas. *Revista Biociências*, 13(1-2):16-27.
- PETERSON, B.J. & FRY, B. 1987. Stable isotopes in ecosystem studies. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 18:293–320.

- PEZZI DA SILVA, J.F. 2003. *Genera incertae sedis* in Characidae: *Bryconamericus*. In: REIS, R.E.; KULLANDER S.O. & FERRARIS, C.J. (eds.): CLOFFSCA - Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs, Porto Alegre. 729 p.
- PIMM, S.L.; JENKINS, C.N.; ABELL, R.; BROOKS, S.P.; GITTLEMAN, J.L.; JOPPA, L.N.; RAVEN, P.H.; ROBERTS, C.M.; SEXTON, J.O. 2014. The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. *Science*, 344: 988.
- POMPEU, P.S. & ALVES, C.B.M. 2003. Local fish extinction in a small tropical lake in Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 1(2):133-135.
- POMPEU, P.S.; ALVES, C.B.M. & CALLISTO, M. 2005. The effects of urbanization on biodiversity and water quality in the Rio das Velhas basin, Brazil. In: Brown, L. R.; Hughes, R. M.; Gray, R. & Meador, M.R. (Org.). *Effects of urbanization on stream ecosystems*. Bethesda, Maryland, pp. 11-22.
- POMPEU, P.S.; ALVES, C.B.M. & HUGHES, R.M. 2004. Restoration of the das Velhas River basin, Brazil: challenges and potential. In: *Proceedings of Fifth International Symposium on Ecohydraulics, Aquatic Habitats: Analysis & Restoration*, September 12-17, Madrid, Spain, Published by IAHR, Vol. I: 589-594.
- RAMIREZ, J.L.; BIRINDELLI, J.L.O & GALETTI Jr, P.M. 2017. A new genus of Anostomidae (Ostariophysi: Characiformes): Diversity, phylogeny and biogeography based on cytogenetic, molecular and morphological data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 107:308-323.
- REZENDE, C.F.; CARAMASCHI, E.P. & MAZZONI, R. 2008. Fluxo de energia em comunidades aquáticas, com ênfase em ecossistemas lóticos *Oecologia Brasiliensis*, 12(4):626-639.
- RIBEIRO, M.C.L.B. 1995. Conservação e manejo da integridade ecológica em ecossistemas aquáticos: abordagem quantitativa. In: Tauk-Tornisielo, S.M.; Gobbi, N.; Foresti, C. & Lima, S.T. *Análise ambiental: estratégias e ações*. T.A. Queiroz LTDA, São Paulo, 130-134.

- ROSA, R.S. & LIMA, F.C.T. 2008. Peixes. In: MACHADO, A.B.M.; DRUMMOND G.M. & PAGLIA, A.P. (Eds.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Volume II. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, Brasil.
- RUBENSTEIN, D.R.; HOBSON, K.A. 2004. From birds to butterflies: animal movement patterns and stable isotopes. *Trends in Ecology & Evolution*, Cambridge, v. 19, n. 5, p. 256-263.
- SILVA, G.S C.; MELO, B.F; OLIVEIRA, C. & BENINE, R.C. 2016. Revision of the South American Genus *Tetragonopterus* Cuvier, 1816 (Teleostei: Characidae) with Description of Four New Species. *Zootaxa*. 4200(1):1–46.
- STATSOFT, Inc. (2004). STATISTICA (Data Analysis Software System), Version 7. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- THEOBALD, E.J.; ETTINGER, A.K.; BURGESS, H.K.; DEBEY, L.B; SCHMIDT, N.R.; FROELICH, H.E.; WAGNER, C.; HILLERISLAMBERS, J.; TEWKSBURY, J.; HARSCH, M.A. & PARRISH, J.K. 2015. Global change and local solutions: Tapping the unrealized potential of citizen science for biodiversity research. *Biological Conservation*, 181:236-244.
- THOMAZ, A.T.; ARCILA, D; ORTÍ, G. & MALABARBA, L.R.. 2015. Molecular phylogeny of the subfamily Stevardiinae Gill, 1858 (Characiformes: Characidae): classification and the evolution of reproductive traits. *BMC Evolutionary Biology*, 15:1-25
- U.S.EPA. Aquatic Stressors: Framework and Implementation Plan for Effects Research. 2002. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, National Health and Environmental Effects Laboratory, Research Triangle Park, NC, USA.
- VANDER-ZANDEN, M.J.; CABANA, G. & RASMUSSEN, J.B. 1997. Comparing trophic position of freshwater fish calculated using stable nitrogen isotope ratios ( $\delta^{15}\text{N}$ ) and literature dietary data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54:1142–1158.






VANDER-ZANDEN, M.J. & RASMUSSEN, J.B. 2001. Variation in  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  trophic fractionation: Implications for aquatic food web studies. *Limnology and Oceanography*, 46(8):2061-2066.



## 9 ANEXOS

### 9.1 QUESTIONÁRIO PARA INVESTIGAÇÃO DE MORTANDADES DE PEIXES

Monitoramento Ambiental Participativo - MAP

**QUESTIONÁRIO PARA INVESTIGAÇÃO DE MORTANDADES DE PEIXES**

**QUALIDADE DA ÁGUA**  
(Para ser respondido mesmo que não ocorram mortandades)

Localidade: \_\_\_\_\_; Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

- Coloração da água  
( ) transparente, ( ) esverdeada, ( ) barrenta, ( ) escura, ( ) outra \_\_\_\_\_.
- Manchas de óleo na superfície?  
( ) sim, ( ) não.
- Odor :  
( ) sem cheiro, ( ) cheiro de óleo/gasolina, ( ) cheiro de esgoto, ( ) cheiro de carniça, ( ) cheiro de enxofre (ovo podre), ( ) outros: \_\_\_\_\_.
- Durante o período, alguma outra característica do rio lhe chamou a atenção?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- Condições do tempo:  
( ) ocorrência de chuvas nos dias anteriores, ( ) sem chuvas
- Nível do rio:  
( ) aumentando, ( ) abaixando, ( ) no mesmo nível.

**OBSERVAÇÕES:**  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Nome do responsável: \_\_\_\_\_

**TELEFONES ÚTEIS**

NEA – Núcleo de Emergência Ambiental ..... (31) 99822-3947 / 99825-3947  
IEF – Diretoria de Fiscalização da Pesca ..... (31)  
Polícia Militar de Meio Ambiente (MG) ..... (31) 2123-1600 / 2123-1601  
Projeto Manuelzão (UFMG) ..... (31) 3409-9818

## MORTANDADE DE PEIXES

(para ser respondido somente em caso de mortandade de peixes)

- Dia e hora da ocorrência: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_, \_\_\_\_:\_\_\_\_ horas  
dia mês ano horário

Localização geográfica do trecho (município, barra de algum rio, perto de ponte, etc.):

\_\_\_\_\_;

- Horário do início da mortandade: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_, \_\_\_\_:\_\_\_\_ horas  
dia mês ano horário

- Duração da mortandade (horas e/ou dias): \_\_\_\_\_;

- Condição dos peixes

( ) mortos, ( ) moribundos (nadando na superfície), ( ) em decomposição;

- Aparência física dos peixes:

( ) boca aberta, ( ) ferimentos pelo corpo, ( ) espinha curvada,

( ) outros \_\_\_\_\_;

- Comportamento dos peixes:

( ) nadando normalmente, ( ) nadando em círculos, ( ) esfregando-se nas margens,

( ) flutuando de lado ou de barriga para cima, ( ) abocanhando ar na superfície;

- Origem dos peixes mortos:

( ) do próprio local, ( ) da rio acima, ( ) de algum afluente;

- Presença de outros animais mortos:

( ) caramujos, ( ) insetos aquáticos, ( ) aves, ( ) outros animais: \_\_\_\_\_.

- Tamanho dos peixes mortos:

( ) todos os tamanhos, ( ) somente pequenos, ( ) somente grandes;

- Nome dos peixes mortos: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### OBSERVAÇÕES:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Nome do responsável: \_\_\_\_\_

## 9.2 QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS JUNTO AOS AMIGOS DO RIO.

### QUESTIONÁRIO AMIGOS DO RIO – JANEIRO 2017

**1. Você acha o Programa “Amigos do Rio” importante?**

- a) SIM
- b) NÃO
- c) NÃO SEI
- d) NÃO RESPONDEU

**2. Caso haja outra oportunidade você teria interesse em participar?**

- a) SIM
- b) NÃO
- c) NÃO SEI
- d) NÃO RESPONDEU

**3. Você já participou deste tipo de atividade em alguma outra oportunidade?**

- a) SIM
- b) NÃO

**Caso sim, você verifica alguma melhora ou diferença nesta oportunidade atual?**

- a) SIM, Qual? \_\_\_\_\_
- b) NÃO

**4. O que você considera importante nesse projeto para sua relação com o rio e com os outros membros da bacia? (Só precisa ser respondida se o “Amigo” quiser falar algo sobre sua participação)**

---

---

---

**5. Na sua opinião houve alguma melhora na situação do Rio das Velhas nos últimos 10 anos?**

- a) SIM
- b) NÃO
- c) NÃO SEI
- d) NÃO RESPONDEU

## 9.3 QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DAS OFICINAS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS E BIOMONITORAMENTO

### FICHA DE AVALIAÇÃO DE CURSOS

MONITORAMENTO AMBIENTAL PARTICIPATIVO NA BACIA DO RIO DAS VELHAS

CURSO: \_\_\_\_\_

DATA: \_\_/\_\_/\_\_

NOME DO PARTICIPANTE: \_\_\_\_\_

INSTITUIÇÃO: \_\_\_\_\_

MUNICÍPIO: \_\_\_\_\_ TELEFONE: ( ) \_\_\_\_\_

E-MAIL: \_\_\_\_\_

O curso atendeu a expectativa: ( ) SIM ( ) NÃO.

Os itens a seguir foram abordados durante o curso. Pontue seu grau de satisfação de 1 (insatisfeito) a 10 (bastante satisfeito) em relação aos assuntos tratados durante o curso.

1. ( ) informações sobre a bacia do Rio das Velhas;
2. ( ) informações sobre a gestão de recursos hídricos;
3. ( ) Informações sobre pesquisas realizadas na bacia do Rio das Velhas;
4. ( ) informações sobre atividades de biomonitoramento, inclusive realizadas na bacia do Rio das Velhas;

Os conhecimentos discutidos e apresentados têm potencial de serem trabalhados em sala e em sua comunidade?

( ) SIM ( ) NÃO

Cite três informações que considera possíveis de serem trabalhadas em sala de aula ou em sua comunidade

1) \_\_\_\_\_

2) \_\_\_\_\_

3) \_\_\_\_\_

Você tem alguma sugestão de melhoria ou adequação para enriquecer esta oficina ( ) SIM ( ) NÃO

Sugestões:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## 9.4 APRESENTAÇÃO DO PROJETO NO CBH-VELHAS – Fevereiro de 2016



### BIOMONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA E MONITORAMENTO AMBIENTAL PARTICIPATIVO NA BACIA DO RIO DAS VELHAS

EQUIPE TÉCNICA

Dr. Paulo dos Santos Pompeu - UFLA  
MSc. Carlos Bernardo Mascarenhas Alves - UFMG  
Doutoranda Juliana Silva França - UFMG  
Pedagoga Lísia Cândida Durães Godinho - UFMG  
MSc. Débora Reis de Carvalho – UFLA  
Bióloga Aline Junqueira – UFLA  
Estagiário Geografia – Lucas Grossi Bastos - UFMG



*Apresentação na Câmara Técnica Planejamento, Projetos e Controle – CBH-Velhas (Novembro de 2015)*

## OBJETIVOS

O projeto de biomonitoramento da ictiofauna e monitoramento ambiental participativo na bacia do rio das Velhas tem por objetivos principais:

- Realizar amostragens e monitoramento da ocorrência e distribuição da fauna de peixes na calha principal do rio das Velhas após o início do tratamento secundário das Estações de Tratamento de Esgotos dos ribeirões Arrudas (ETE Arrudas) e do Onça (ETE-Onça), comparando com os resultados anteriores desde 1999;
- Realizar amostragens e monitoramento da ocorrência e distribuição da fauna de peixes em afluentes do rio das Velhas, comparando com os resultados anteriores;
- Realizar monitoramento ecossistêmico para avaliar a contribuição do esgoto e da mata ciliar como fonte de energia para os ambientes aquáticos ao longo da bacia, através da relação Carbono 12/13, bem como avaliar a relação entre o Nitrogênio 14/15 para avaliar eventuais mudanças em níveis tróficos e contaminação por fertilizantes;
- Fortalecer o sistema de Monitoramento Ambiental Participativo (MAP) que permita o acompanhamento das mudanças da qualidade das águas do rio e avaliação das possíveis causas da mortalidade de peixe na bacia do rio das Velhas.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a riqueza e diversidade da fauna de peixes ao longo da calha do rio das Velhas;
- Comparar os dados coletados com amostragens realizadas ao longo da calha do rio das Velhas desde 1999 em três fases;
- Verificar se a recuperação da fauna de peixes do rio das Velhas continua a ocorrer, como demonstrado por Alves & Pompeu (2011);
- Determinar a riqueza e diversidade da fauna de peixes em tributários do rio das Velhas;
- Comparar os dados coletados com amostragens nos tributários com as informações obtidas em coletas anteriores;
- Determinar a ocorrência de espécies raras, ameaçadas de extinção e exóticas à bacia do rio São Francisco;
- Testar a metodologia de isótopos estáveis para estudos dos efeitos da poluição sobre a fauna de peixes;

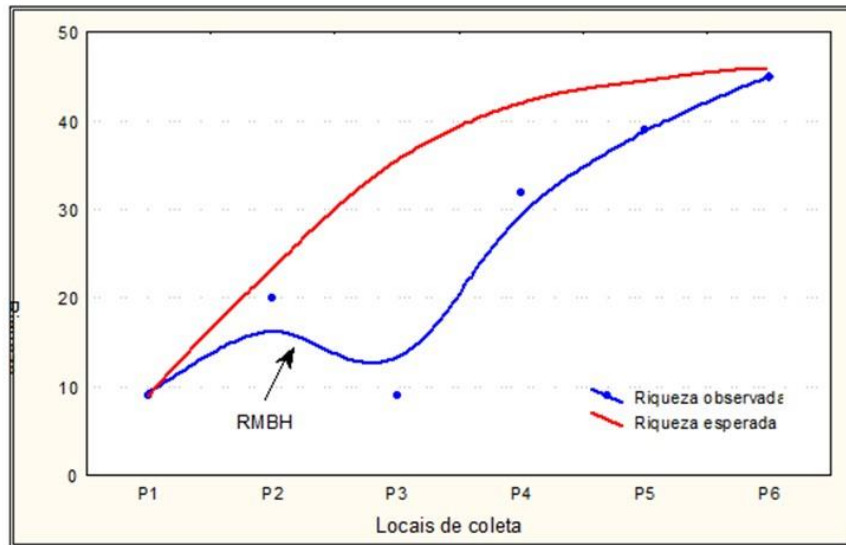
### OBJETIVOS ESPECÍFICOS (continuação)

- Identificar na comunidade local, ao longo do Rio das Velhas (desde sua nascente até a foz no rio São Francisco) e seus principais afluentes, pessoas interessadas em participar deste projeto como um “Amigo do Rio”, nos moldes de projetos desenvolvidos anteriormente na bacia;
- Capacitar os “Amigos do Rio” para preencher formulários, tirar fotografias, comunicar eventos de mortandade às autoridades competentes (Polícia Ambiental, NEA, FEAM e IGAM) de acordo com o estabelecido no “Manual de Orientação para procedimentos durante o Atendimento à Emergência Ambiental envolvendo Mortandade de Peixes” (2014), proposto pelo Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos/Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais, e dar apoio às equipes de campo em caso de alerta e no monitoramento regular das águas do rio;
- Estudar as causas das frequentes e recorrentes mortandades de peixes na bacia do rio das Velhas, incorporando os dados do Programa de Biomonitoramento e utilizando o Manual de Orientação para procedimentos durante o Atendimento à Emergência Ambiental envolvendo Mortandade de Peixes (Sisema, 2104);

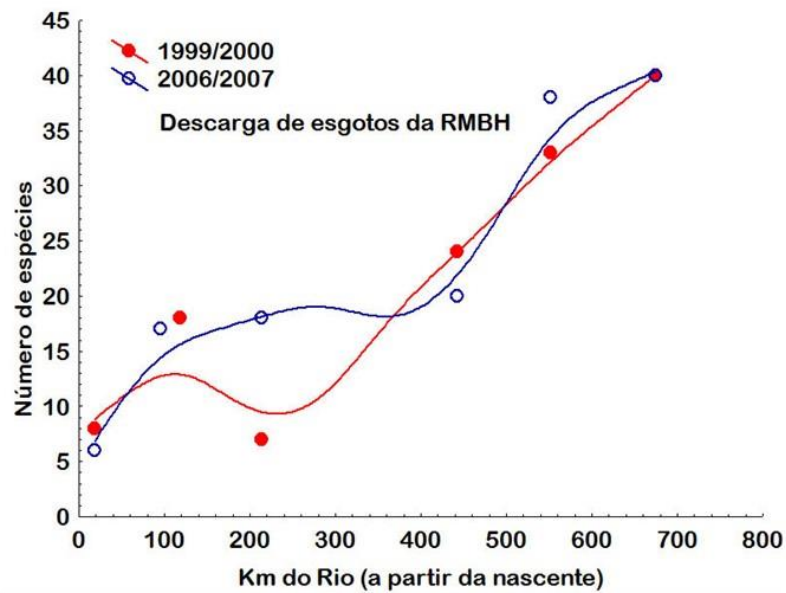
### OBJETIVOS ESPECÍFICOS (continuação)

- Disponibilizar as informações obtidas sobre as possíveis causas da mortandade na bacia do rio das Velhas para o Poder Público e comunidade local;
- Estimular e sensibilizar comunidades escolares e subcomitês sobre questões relacionadas a bacia hidrográfica, qualidade das águas e ictiofauna;
- Fortalecer a gestão descentralizada e participativa da bacia hidrográfica do rio das Velhas por meio da capacitação oferecida;
- Localizar a sub-bacia a qual a instituição pertence, utilizando áreas próximas a elas para o trabalho prático oferecido;
- Criar um banco de dados com todos os dados levantados divulgando os resultados dos levantamentos realizados pelos parceiros envolvidos.

## CONTEXTUALIZAÇÃO

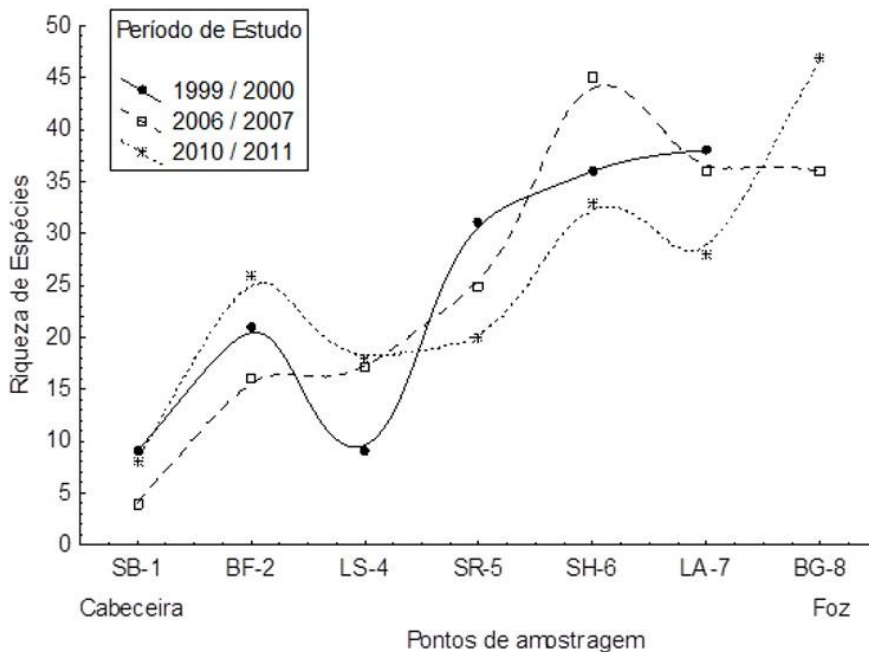


**Influência negativa dos esgotos não tratados da Região Metropolitana de Belo Horizonte sobre a distribuição dos peixes na bacia do rio das Velhas, no sentido da nascente (P1) à foz (P6).**



**Recuperação da distribuição dos peixes ao longo da bacia do rio das Velhas após o início de operação da ETE Arrudas, na Região Metropolitana de Belo Horizonte.**





Curvas de riqueza de espécies ao longo do rio das Velhas, em três fases de estudos, desde 1999, mostrando a recuperação da distribuição dos peixes ao longo da bacia do rio das Velhas após o início do tratamento de esgotos da Região Metropolitana de Belo Horizonte.



Distribuição da matrinchá (*Brycon orthotaenia*) e do dourado (*Salminus franciscanus*) ao longo da bacia do rio das Velhas. As cores representam as fases de estudos: azul (1999-2000), verde (2006-2007) e amarelo (2010-2011).

Projeto Manutenção de Revitalização da Sub-Bacia do Rio das Velhas

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Instituto Estadual de Florestas (IEF)

Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM)

Relatório Final



**Projeto SOS Rio das Velhas**

**Estudo das Possíveis Causas das  
Mortandades de Peixes na Sub-Bacia**

*Equipe Técnica*

Carlos Bernardo Mascarenhas Alves

César Augusto Maximiano Estanislau

Marcos Antônio Reis Araújo

Marcus Vinícius Polignano

Paulo dos Santos Pompeu



SAÚDE, AMBIENTE E CIDADANIA

Belo Horizonte  
Agosto de 2000



**RELATÓRIO TÉCNICO DAS ATIVIDADES  
DESENVOLVIDAS NO PROJETO:**

"Sistema de monitoramento ambiental, pesquisa e alerta no atendimento a casos de mortandade de peixes na bacia hidrográfica do rio das Velhas e no trecho do rio São Francisco compreendido entre a UHE Três Marias e a Barra do Guaicui - Várzea da Palma"



Foto: Carlos B. M. Alves (2007)

Convênio 01/2006 firmado entre Fundação Estadual de Meio Ambiente e Instituto Guaicuy - SOS rio das Velhas

Belo Horizonte, maio/2008

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
Faculdade de Medicina / Projeto Manuelzão  
Instituto Guaicuy – SOS Rio das Velhas

Projeto de Pesquisa

**Monitoramento ambiental participativo:  
Ferramenta para avaliação da qualidade das  
águas e determinação das possíveis causas de  
mortalidade de peixes na bacia do rio das Velhas**

Resultados finais



Belo Horizonte  
Julho  
2010

## ISÓTOPOS ESTÁVEIS

- ▶ Isótopo de carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ )
  - Distingue as contribuições das fontes autotróficas de energia.
  - A transferência da assinatura isotópica de carbono ao longo da teia trófica é conservativa



traçar o fluxo de energia

- Enriquecimento por nível trófico de aproximadamente 1‰.
- 98,89% de todo o carbono é  $^{12}\text{C}$ , e 1,11 % é  $^{13}\text{C}$ .

► Isótopo de Nitrogênio ( $\delta^{15}\text{N}$ )

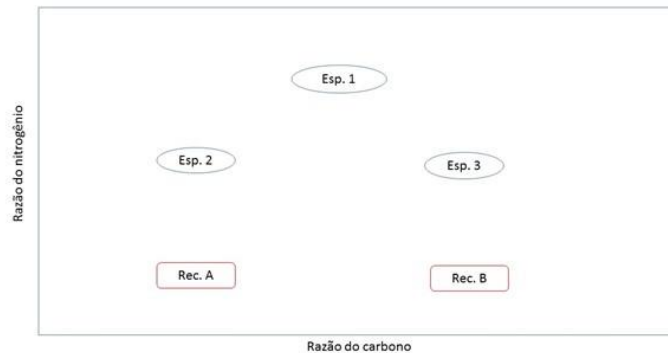
- É fracionado constantemente ao longo da teia trófica



relações tróficas dos consumidores

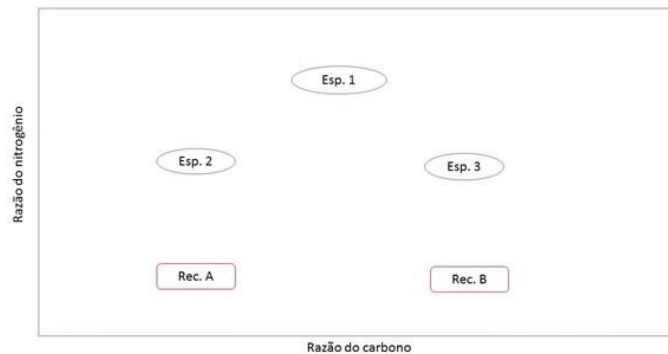
- Enriquecimento de 3‰ a medida em que se aumenta o nível trófico.
- 99,64% do nitrogênio é  $^{14}\text{N}$ , e o restante (0,36%) é  $^{15}\text{N}$

- Os isótopos estáveis no tecido animal fornecem uma informação integrada das relações tróficas com base no longo prazo, bem como da dieta assimilada
- Os isótopos estáveis também podem ser usados para determinar as contribuições nutricionais de algumas presas que são mal quantificadas na análise do conteúdo do estomacal, como é o caso dos detritos provenientes dos esgotos domésticos
- Desta forma, estudos que comparam a estrutura da teia alimentar entre diferentes ecossistemas (com ou sem perturbação e com diferentes recursos naturais) tornam-se importantes por permitirem inferir sobre o estado de cada sistema
- Apesar da dinâmica da variabilidade isotópica dos organismos de ambientes terrestres e marinhos estarem bem disseminados, os estudos com organismos de água doce são mais raros
- Estudos com isótopos estáveis geralmente apresentam resultados na forma de gráficos onde os eixos representam as razões de carbono e nitrogênio



**Gráfico hipotético de estudo de isótopos estáveis com três diferentes espécies e duas fontes (recursos) de carbono.**

- a espécie 2 se alimenta basicamente do recurso A
- a espécie 3 se alimentaria do recurso B, por apresentarem mesma assinatura de carbono
- a espécie 1 é provavelmente predadora das espécies 2 e 3, por apresentar assinatura de nitrogênio mais elevada, e deve se alimentar das duas espécies em proporção semelhante, por apresentar assinatura de carbono intermediária



**Gráfico hipotético de estudo de isótopos estáveis com três diferentes espécies e duas fontes (recursos) de carbono.**

- Caso o recurso A representasse os esgotos domésticos, e o recurso B o carbono proveniente de fontes naturais, seria esperado que com a recuperação do rio a comunidade de peixes começasse a se deslocar sua assinatura de carbono para a região à direita do gráfico.
- Ou ainda, em um local mais preservado seria esperada uma assinatura de carbono mais evidente do recurso B, ao passo que em locais poluídos se destacaria a assinatura do recurso A.

## MÉTODOS DE COLETA DE PEIXES



Coleta com rede de espera.



Coleta com tarrafa



Coleta com arrasto.



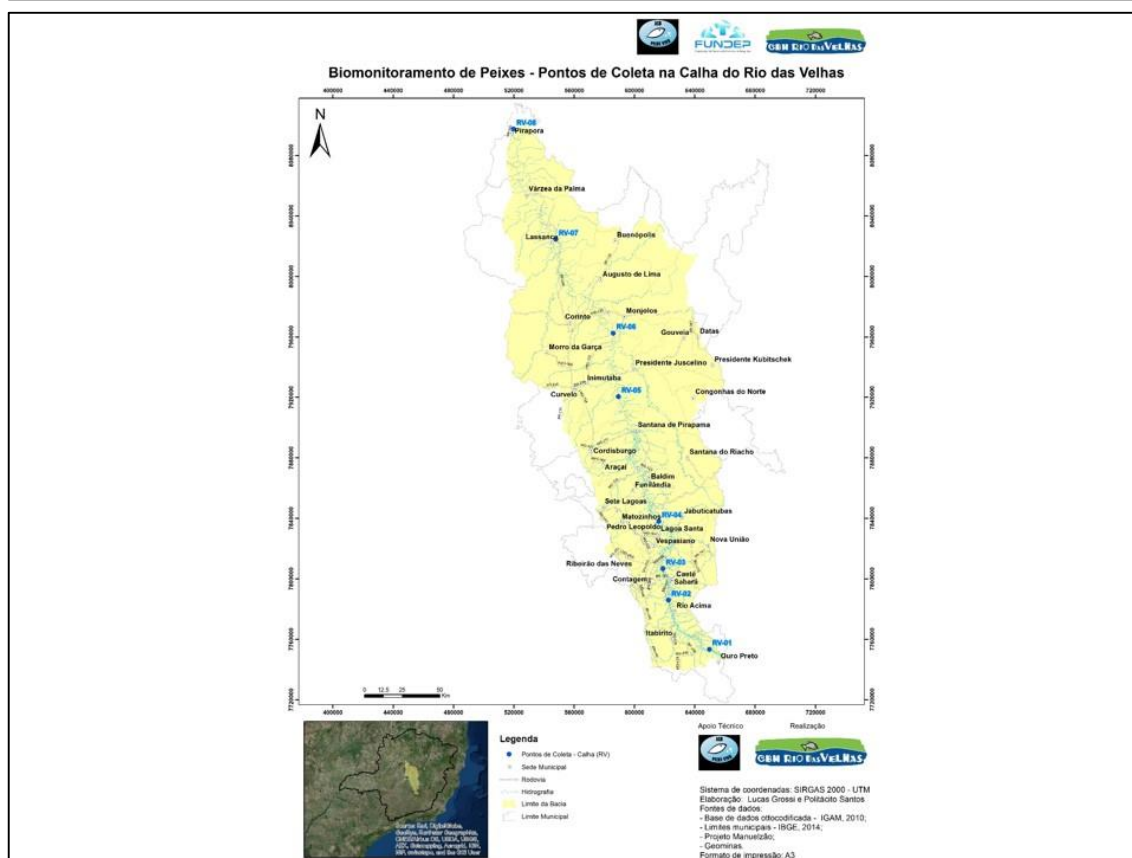
Coleta com peneira.



Coleta de dados para caracterização limnológica no rio das Velhas

## LOCAIS AMOSTRADOS - CALHA

Trecho da Calha (sigla)	Data	Coordenadas	Altitude	Município
São Bartolomeu (RV-01)	20/08/2015	20°18'42.8"S 43°34'01.5"W 23K 649606 E 7753356 W	1010 m	Ouro Preto
Bela Fama (RV-02)	19/08/2015	20°01'10.7"S 43°49'45.4"W 23K 622454 E 7785916 W	729 m	Nova Lima
Santa Luzia (RV-03)	17/08/2015	19°49'54.8"S 43°51'56.2"W 23K 618796 E 7806723 W	674 m	Santa Luzia
Lagoa Santa (RV-04)	18/08/2015	19°32'56.7"S 43°53'33.3"W 23K 616174 E 7838041 W	658 m	Lagoa Santa
Santa Rita do Cedro (RV-05)	10/08/2015	18°48'19.2"S 44°09'09.2"W 23K 589298 E 7920498 W	567 m	Curvelo
Senhora da Glória (RV-06)	11/08/2015	18°25'33.2"S 44°11'10.9"W 23K 585926 E 7962502 W	552 m	Corinto
Lassance (RV-07)	13/08/2015	17°51'55.4"S 44°32'57.4"W 23K 547752 E 8024649 W	495 m	Lassance
Barra do Guaicuí (RV-08)	12/08/2015	17°12'25.9"S 44°48'49.8"W 23K 519793 E 8097515 W	464 m	Várzea da Palma





**Rio das Velhas em São Bartolomeu (RV-01), município de Ouro Preto**



**Rio das Velhas em Bela Fama (RV-02), município de Nova de Lima**



**Rio das Velhas no município de Santa Luzia (RV-03)**



**Rio das Velhas no município de Lagoa Santa (RV-04)**





**Rio das Velhas em Santa Rita do Cedro (RV-05), município de Curvelo**



**Rio das Velhas em Senhora da Glória (RV-06), município de Corinto**



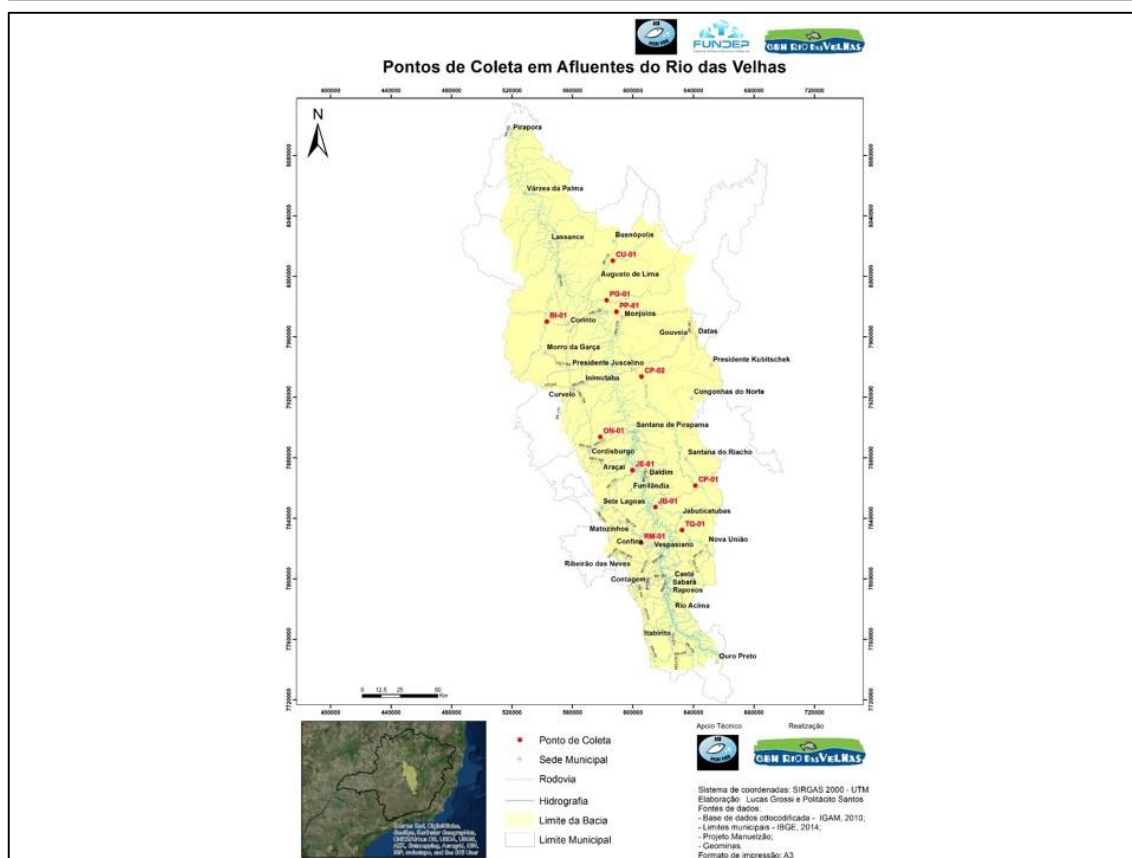
**Rio das Velhas no município de Lassance (RV-07)**



**Figura 1. Rio das Velhas em Barra do Guaicuí (RV-08), município de Várzea da Palma**

## LOCAIS AMOSTRADOS - AFLUENTES

Curso d'água (sigla)	Data	Coordenadas	Altitude	Município
Ribeirão da Mata (RM-01)	17/06/2015	19°40'35.8"S 43°59'37.6"W 23K 605473 E 7823991 N	684 m	Pedro Leopoldo
Rio Taquaraçu (TQ-01)	19/06/2015	19°36'03.1"S 43°44'09.9"W 23K 632551 E 7832196 N	677 m	Taquaraçu de Minas
Rio Jaboticatubas (JB-01)	16/06/2015	19°27'51.4"S 43°54'18.0"W 23K 614931 E 7847433 N	651 m	Jaboticatubas
Rio Cipó (CP-01)	15/06/2015	19°20'01.1"S 43°39'17.0"W 23K 641315 E 7861707 N	757 m	Santana do Riacho
Rio Jequitibá (JE-01)	18/06/2015	19°14'41.1"S 44°03'05.1"W 23K 599696 E 7871820 N	621 m	Jequitibá
Rio da Onça (ON-01)	11/07/2015	19°02'48.1"S 44°15'15.9"W 23K 578454 E 7893841 N	632 m	Cordisburgo
Rio Cipó (CP-02)	10/07/2015	18°41'07.0"S 43°59'48.4"W 23K 605789 E 7933699 N	567 m	Presidente Juscelino
Rio Bicudo (BI-01)	06/07/2015	18°21'30.7"S 44°35'30.8"W 23K 543117 E 7970099 N	564 m	Corinto
Rio Pardo Pequeno (PP-01)	07/07/2015	18°17'51.9"S 44°09'22.2"W 23K 589183 E 7976666 N	524 m	Santo Hipólito
Rio Pardo Grande (PG-01)	09/07/2015	18°13'43.2"S 44°13'03.2"W 23K 582728 E 7984340 N	513 m	Santo Hipólito
Rio Curimataí (CU-01)	08/07/2015	17°59'33.4"S 44°10'47.5"W 23K 586829 E 8010438 N	518 m	Augusto de Lima





**Ribeirão da Mata (RM-01)**



**Rio Taquaraçu (TQ-01)**



**Rio Jaboticatubas (JB-01)**



**Rio Cipó (CP-01)**



Rio Jequitibá (JE-01)



Rio Cipó (CP-02)



Rio da Onça (ON-01)



Rio Bicudo (BI-01)



Rio Pardo Pequeno (PP-01)



Rio Pardo Grande (PG-01)



Rio Curimataí (CU-01)

## AMOSTRAS DE ISÓTOPOS ESTÁVEIS



Acondicionamento de amostra em frasco (PP-01)



Preparo e etiquetagem de amostras



Pedras para extração do perifiton



Identificação de frasco com amostra



Macrófita aquática



Processamento de amostras de isótopos em campo



Frascos e fichas de campo

## MONITORAMENTO AMBIENTAL PARTICIPATIVO

- ✓ Criação de rede de monitoramento participativo “Amigos do Rio”
- ✓ Capacitação e treinamento dos “Amigos do Rio”
- ✓ Efetivação da rede de “Amigos do Rio”

## CRIAÇÃO, CAPACITAÇÃO E EFETIVAÇÃO DE REDE DE MONITORAMENTO PARTICIPATIVO “AMIGOS DO RIO”

- ✓ 20 Amigos do Rio (parceiros ribeirinhos), distribuídos de forma homogênea em trechos da calha do rio das Velhas, para Atendimento à Emergência Ambiental envolvendo Mortandade de Peixes;
- ✓ 10 Oficinas ofertadas para os subcomitês e comunidades escolares sobre Bacia Hidrográfica como Instrumento Pedagógico e Biomonitoramento;
- ✓ 10 Escolas treinadas em Monitoramento Participativo para acompanhamento de córregos urbanos, pertencentes à RMBH (bacia rio das Velhas).

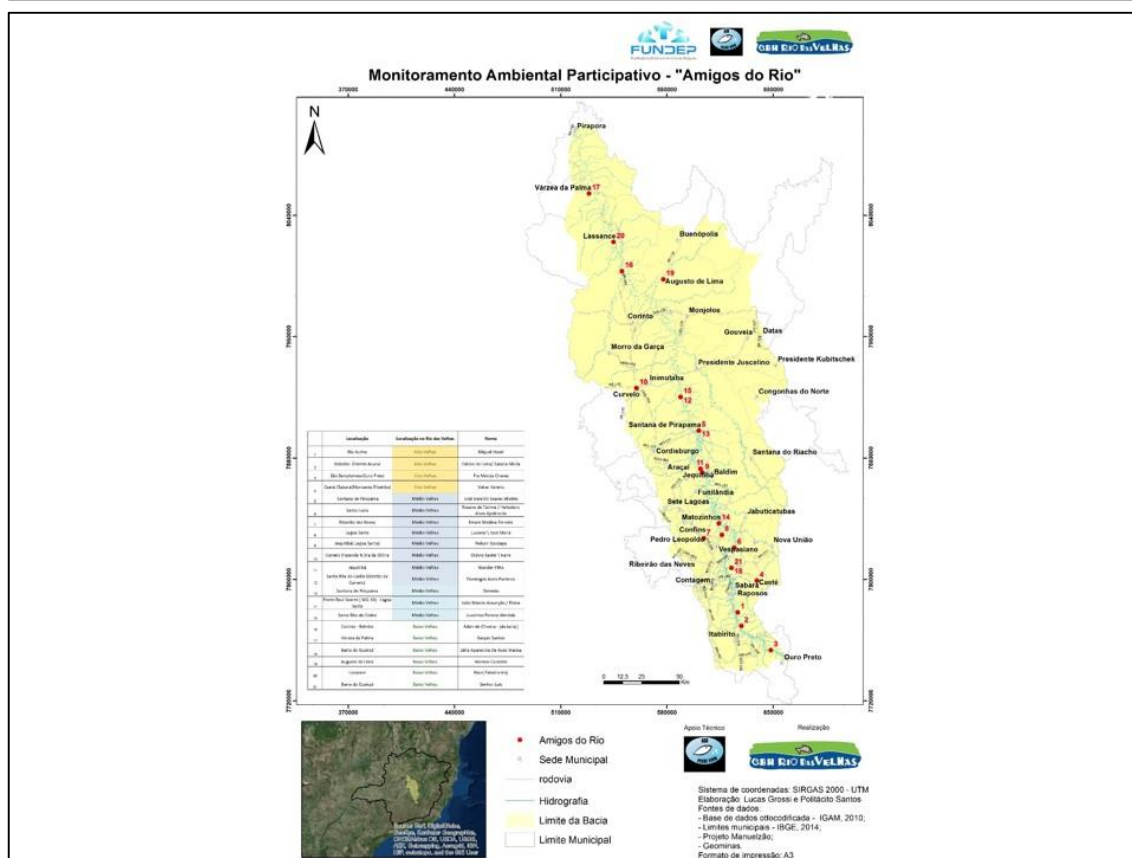
# Amigos do Rio

✓ 1º Treinamento: julho/15 (em conjunto com a Reunião do CBH-Velhas)

➤ 2º Treinamento: previsto dezembro/15



Foto: CBH Rio das Velhas - TantoExpresso (Michelle Patton)



## OFICINAS COMUNIDADE E SUBCOMITÊS ANO 2015/2016

8 horas, sendo manhã sobre Bacia Hidrográfica e tarde sobre Biomonitoramento

- ✓ 1ª Oficina – bacia Ribeirão Onça – agosto/15
- ✓ 2ª Oficina – bacia Confins – setembro/ 15
- ✓ 3ª Oficina – bacia Itabirito – outubro/15
- 4ª Oficina – bacia Ribeirão Arrudas – prevista dezembro/15



## MONITORAMENTO PARTICIPATIVO ESCOLAS - ANO 2016

### ✓ 1ª Etapa: Capacitação dos Professores

*Treinamento dos professores e indicação de seleção de estudantes (máx. 30 alunos)*



### ✓ 2ª Etapa: Visita às Escolas

*2 visitas ao longo do ano realizadas pela equipe para treinamento e acompanhamento das atividades pelos estudantes.*



### ✓ 3ª Etapa: Projeto “Jovem Limnólogo”

*Monitoramento realizado por professores e estudantes de córrego próximo à escola e Seminário final para apresentação dos resultados.*





## ANDAMENTO DAS ATIVIDADES

- Foram realizadas 2 coletas em afluentes do rio das Velhas e uma coleta na calha;
- Foram registradas pelo menos 84 espécies de peixes;
- Foram coletadas mais 2.300 amostras para análises de isótopos estáveis;
- As amostras estão sendo processadas (preparadas) para futura análise em conjunto;
- Foram selecionados 22 amigos do rio, sendo 8 já capacitados;
- Foram realizadas 3 oficinas em comunidades e/ou em subcomitês e a próxima está programada para dezembro/2015;
- Em 2016 serão realizadas as atividades nas escolas, com capacitação e treinamento de professores, visitas para acompanhamento e formação de jovens limnólogos.

## 9.5 APRESENTAÇÃO DO PROJETO NO CBH-VELHAS – Abril de 2017



**Biomonitoramento da Ictiofauna e  
Monitoramento Ambiental Participativo  
na Bacia do Rio das Velhas**

Abril de 2017



## EQUIPE TÉCNICA

Dr. Paulo dos Santos Pompeu – UFLA (Coordenador)

MSc. Carlos Bernardo Mascarenhas Alves - UFMG

Doutoranda Juliana Silva França - UFMG

Doutoranda Débora Reis de Carvalho – UFLA

Pedagoga Lísia Cândida Durães Godinho - UFMG

Bióloga Aline Junqueira – UFLA

Geógrafo Lucas Grossi Bastos – UFMG

Equipe de estagiários

Abril de 2017

## AMIGOS DO RIO (Comunidade Ribeirinha)



Grupo de colaboradores voluntários treinados para alerta sobre mortalidade de peixes, preenchimento de formulários e coleta de dados de qualidade de água (temperatura, pH e OD), estreitando a relação da pesquisa com a comunidade local.



Encontros de treinamentos dos Amigos do Rio em Acuruí e Sete Lagoas

### AMIGOS DO RIO

(Metodologia)

- Criação de uma rede de monitoramento participativo entre ribeirinhos;
- Capacitação e treinamento dos parceiros;
- Efetivação da rede de Amigos do Rio;
- Coletas extras com acompanhamento de um membro da equipe (seca e chuva).



### AMIGOS DO RIO

(Metodologia)

- 21 ribeirinhos selecionados para trabalho voluntário;
- 2 capacitações (Itabirito - Acuruí e Sete Lagoas);
- Pequenos eventos pontuais;
- 2 coletas extras realizadas (baixa OD jusante RMBH);
- Alto índice de satisfação por participar do projeto.



Acompanhamento da amostragem



Avaliação da Participação

## **OFICINAS SOBRE BACIA HIDROGRÁFICA E BIOMONITORAMENTO**

(Subcomitês e Comunidade Escolar - Professores)



Curso com duração de 8hs (dois módulos teóricos de 4 horas) com discussões e atividades lúdicas, sobre Bacias Hidrográficas (Geógrafo) e Biomonitoramento (Biólogo).



Atividades desenvolvidas nas Escolas com capacitação de Professores

## **OFICINAS SOBRE BACIA HIDROGRÁFICA E BIOMONITORAMENTO**

(Resultados)



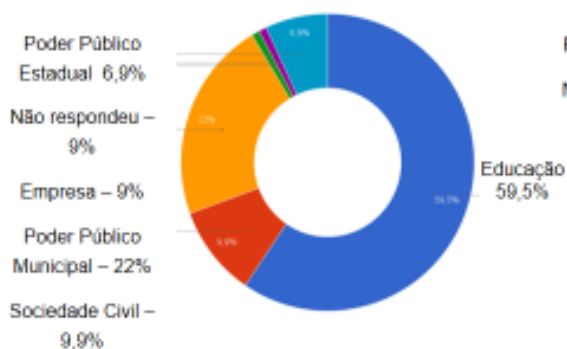
- ✓ **5** no trecho **Alto** rio das Velhas
- ✓ **4** no trecho **Médio** rio das Velhas
- ✓ **1** no trecho **Baixo** rio das Velhas

- |                         |                                |
|-------------------------|--------------------------------|
| ➤ SCBH Ribeirão Onça    | ➤ SCBH Ribeirão Caeté/Sabará   |
| ➤ SCBH Carste           | ➤ SCBH Rio Jequitibá           |
| ➤ SCBH Rio Itabirito    | ➤ SCBH Guaicuí                 |
| ➤ SCBH Ribeirão Arrudas | ➤ SCBH Paraúna                 |
| ➤ SCBH Ribeirão da Mata | ➤ SCBH Santo Antônio e Maquiné |

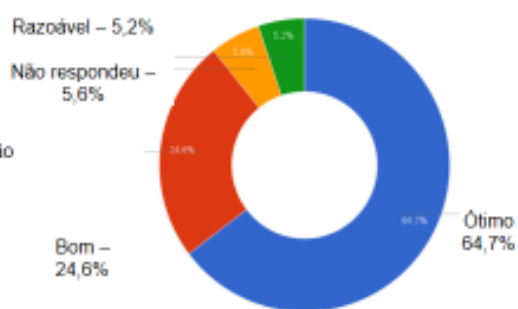
## OFICINAS SOBRE BACIA HIDROGRÁFICA E BIOMONITORAMENTO

(Resultados)

- **441** participantes;
- Diversidade de **público** e ótimo índice de **satisfação**.



*Instituições participantes representativas nas oficinas*



*Satisfação com as informações apresentadas sobre a bacia do Rio das Velhas*

## MONITORAMENTO PARTICIPATIVO (Comunidade Escolar – Professores e Estudantes)

**10 escolas públicas** de ensino básico da região metropolitana de Belo Horizonte monitoraram córregos próximos às suas instituições ao longo do ano de 2016.



## MONITORAMENTO PARTICIPATIVO

(Metodologia)



Detalhamento das etapas desenvolvidas com os estudantes durante o Monitoramento Participativo das Águas de 2016.

10

## MONITORAMENTO PARTICIPATIVO

(Resultados)

- 16 professores e 367 estudantes participantes;
- 10 córregos avaliados;
- Nenhum córrego considerado em condições adequadas.

### ESCOLAS ATENDIDAS

- |                              |                                   |
|------------------------------|-----------------------------------|
| ➤ E.M. Hélio Pellegrino      | ➤ E.M. Herbert José de Souza      |
| ➤ E.E. Maria Carolina Campos | ➤ E.E. Madre Carmelita            |
| ➤ E.M. Adauto Lúcio Cardoso  | ➤ E.E. Bolivar Tinoco Mineiro     |
| ➤ E.M. Josefina Souza Lima   | ➤ E.E. Prof. Alisson P. Guimarães |
| ➤ E.E. Geraldina Ana Gomes   | ➤ E.E. Tancredo Neves             |

11

## Educação Ambiental na Bacia Hidrográfica do Capão

### Escola Municipal Adauto Lúcio Cardoso

Projeto: Laboratório de Ciências da Terra (LCT) - 5º ano - 2014

Objetivo: Avaliar a qualidade da água e a presença de organismos aquáticos na Bacia Hidrográfica do Capão.

Introdução: A possibilidade de encontrar de água, afeta a necessidade de construção de uma rede de distribuição com a cidade para que seja possível a distribuição e utilização dos cursos d'água existentes na área urbana. Para isso, a cidade precisa ter um papel importante na preservação da qualidade da água, através da construção de uma cultura de cidadania responsável com os recursos e a preservação da biodiversidade local, através da prática da educação ambiental.

Objetivo: Este projeto tem como finalidade: - Sensibilizar a comunidade escolar e alunos de 2º ano da Escola Fundamental sobre a necessidade de preservar e cuidar dos rios, lagoas e lagos da Bacia Hidrográfica (BH).

Área de Estudos/Metodologia: O Corrego do Capão também chamado de Águas Negras, na Via 200, nome no bairro São José e desagua no Corrego Ypiranga em Volta Nova, (BPM), pertencendo a sub-bacia do Rio das Velhas, que alimenta a Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Entre os meses de Maio e Outubro de 2014, os alunos da EMAL participaram do Biomonitoramento do Capão, através da aplicação da Prática de Ciências da Terra e de biologia e análise de água de um curso d'água, com o apoio do ECA EFL.

Resultados: Com o apoio do Projeto de Gestão, os alunos foram capazes de identificar os fatores ambientais que impactam o Corrego do Capão como o lixo, o esgoto, a erosão, o assoreamento e a falta de mata ciliar. Os alunos foram capazes de identificar a presença de algas, rãs, salamandras, insetos aquáticos e anfíbios. O Capão ainda apresenta problemas como: FCO, FOF, e a falta de água dentro das especificações previstas pelo CONAMA.

Conclusões: Foram identificados macroinvertebrados aquáticos resistentes e tolerantes a águas ácidas, indicando que na Bacia do Capão há uma água que não precisa ser REUTILIZADA.



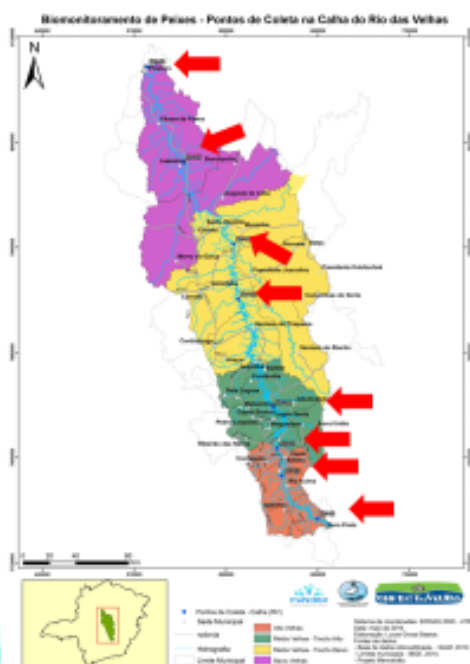


De posse das informações, os alunos abraçaram a “Campanha pela despoluição do Capão” – ação que conta com a confecção de cartazes e textos, com o intuito de sensibilizar e mobilizar a comunidade sobre a necessidade de preservação desse curso d’água.

12

## BIOMONITORAMENTO DE PEIXES

### (Metodologia – Locais de Coleta)



### Pontos na Calha

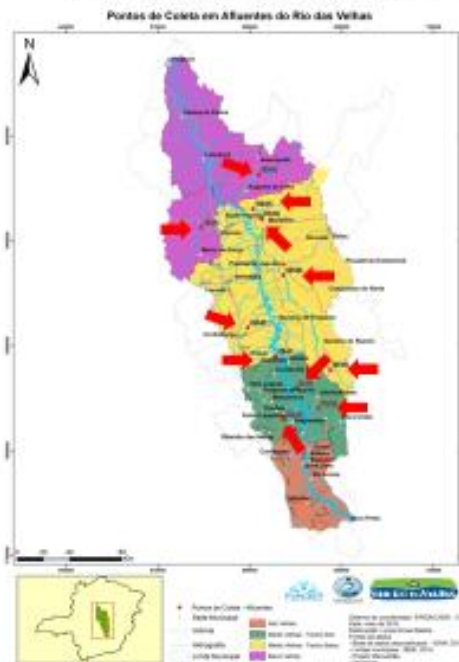
- RV-01 São Bartolomeu – Ouro Preto
- RV-02 Bela Fama – Nova Lima
- RV-03 Santa Luzia
- RV-04 Lagoa Santa
- Santa Luzia
- RV-05 Rita do Cedro – Curvelo
- RV-06 Senhora da Glória – Corinto
- RV-07 Lassance
- RV-08 Barra do Guaiçuí – Várzea da Palma.

13



## BIOMONITORAMENTO DE PEIXES

(Metodologia – Locais de Coleta)



### Pontos em Afluentes

- RM-01 ribeirão da Mata
- TQ-01 rio Taquaraçu
- JB-01 rio Jaboticatubas
- CP-01 rio Cipó, em Santana do Riacho
- JE-01 rio Jequitibá
- ON-01 rio da Onça
- CP-02 rio Cipó, em Presidente Juscelino
- PP-01 rio Pardo Pequeno
- PG-01 Pardo Grande
- BI-01 rio Bicudo
- CU-01 rio Curimataí

14

## BIOMONITORAMENTO DE PEIXES

(Metodologia – Amostragem)



Coleta com rede de espera



Coleta com arrasto.



Coleta com tarrafa



Coleta com peneira.

15

**BIOMONITORAMENTO DE PEIXES**

(Processamento em campo)



Acondicionamento de amostra de água filtrada em frasco.



Identificação de frasco com amostra



Etiquetagem



Pedras do leito do rio utilizadas para extração do perifiton.

16

**BIOMONITORAMENTO DE PEIXES**

(Processamento em laboratório)



Biometria – medição do tamanho



Biometria – pesagem



Acondicionamento dos peixes



Exemplar com tecido retirado para análises de isótopos

17

## BIOMONITORAMENTO DE PEIXES

(Processamento em laboratório)



Preparação de amostras líquidas



Amostras em campo



Amostras liofilizadas



Amostras enviadas ao laboratório de análises de isótopos

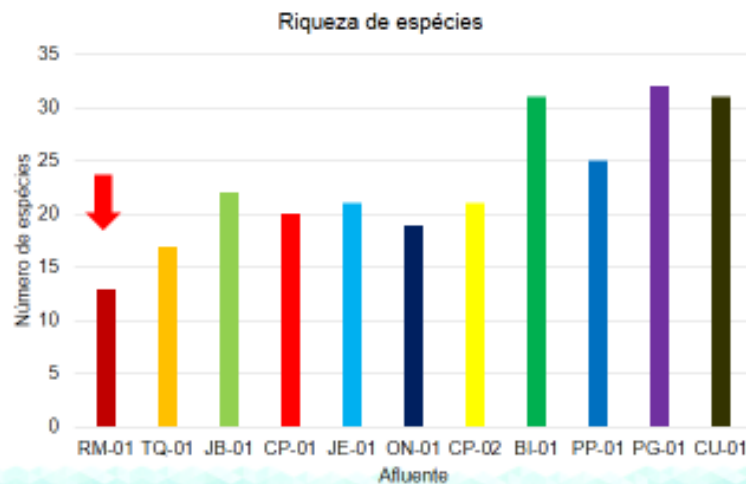
18

## BIOMONITORAMENTO DE PEIXES

(Resultados)



Afluentes mais próximos da RMBH apresentaram riqueza inferior ao esperado, em função da degradação.



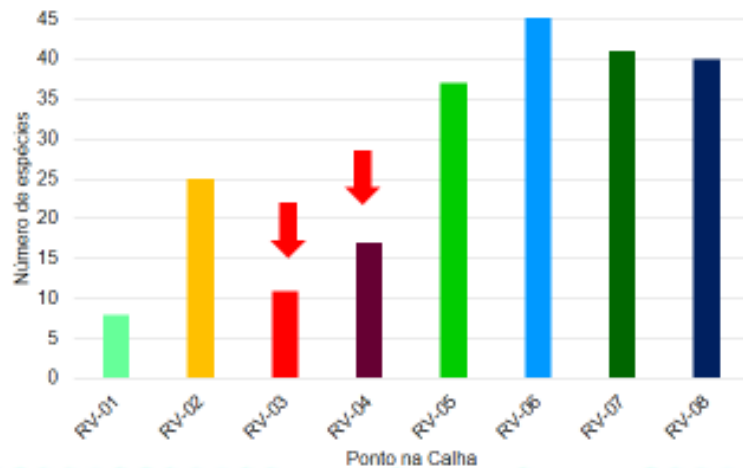
19

## BIOMONITORAMENTO DE PEIXES

(Resultados)

Pontos da Calha imediatamente a jusante da RMBH também apresentaram riqueza inferior, em função da degradação.

Riqueza de espécies



20

## BIOMONITORAMENTO DE PEIXES

(Resultados)

### Locais degradados

Exemplos:

RM-01 - Ribeirão da Mata

RV-03 - Santa Luzia

RV-04 - Lagoa Santa



Presença de espécies resistentes e exóticas, **bioindicadoras de baixa qualidade ambiental**, com dominância na comunidade

21

## BIOMONITORAMENTO DE PEIXES

(Resultados)



### Espécies exóticas



Tilápia – proveniente da África



Barrigudinho – Proveniente da América Central

### Espécies Resistentes



Tamoatá e Caborja ("Chegante")

22

## BIOMONITORAMENTO DE PEIXES

(Resultados)



### Locais preservados

Exemplos:

PG-01 – Rio Pardo Grande

BI-01 – Rio Bicudo

RV-07 – Lassance\*

(\* em relação aos demais)



Presença de espécies bioindicadoras de boa qualidade ambiental, sem dominância e alta diversidade na comunidade

23

**BIOMONITORAMENTO DE PEIXES**

(Resultados)



**Espécies sensíveis**



Matrinchã – Mata ciliar



Piaba

**Espécies migradoras**



Dourado e Curimatá

24

**BIOMONITORAMENTO DE PEIXES**

(Resultados)



**Cabeceiras**

Exemplos:

TQ-01 Rio Taquaraçu

CP-01 – Rio Cipó

RV-01 – São Bartolomeu



Presença de espécies resistentes e exóticas, **bioindicadoras de baixa qualidade ambiental**, com dominância na comunidade

25

**BIOMONITORAMENTO DE PEIXES**

(Resultados)



**Espécies típicas de cabeceiras**



Bagrinhos/Cambevas, Cascudinhos e Piabas

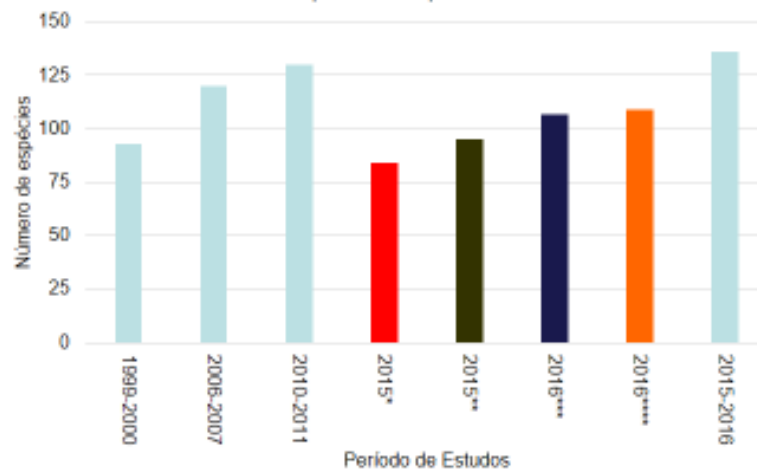
26

**BIOMONITORAMENTO DE PEIXES**

(Resultados)



**Riqueza de espécies**



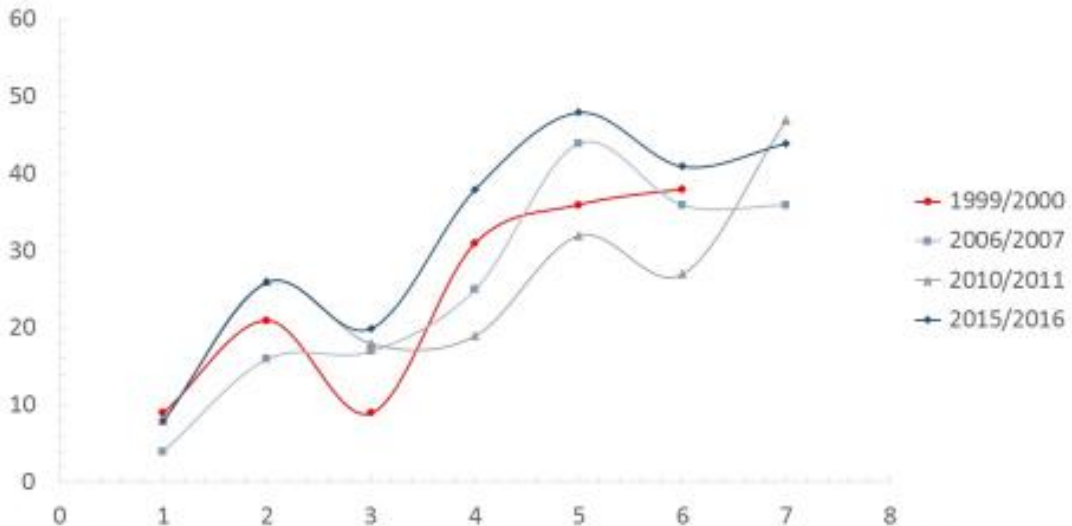
27

## BIOMONITORAMENTO DE PEIXES

(Processamento em laboratório)



### RIQUEZA DE PEIXES NA CALHA DO RIO DAS VELHAS



28

## BIOMONITORAMENTO DE PEIXES

(Resultados)



- Com o início do tratamento de esgotos na Região Metropolitana de Belo Horizonte (ETE-Arrudas e ETE-Onça) houve um aumento da área de distribuição de peixes, chegando perto de BH e até ultrapassando (Nova Lima e Rio Acima);
- Os monitoramentos após 4 etapas mostraram essa melhoria e uma estabilização ATUAL em relação aos anos anteriores;
- **Há necessidade de ampliar o volume de esgoto tratado e melhorar os procedimentos, com ampliação do número de ETEs e implantação do tratamento terciário em algumas delas.**

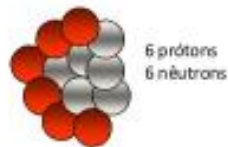
29



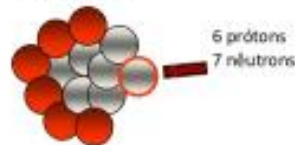
## ISÓTOPOS ESTÁVEIS

Isótopos estáveis como ferramentas para o entendimento do fluxo de matéria e energia na bacia do rio das Velhas: é possível detectar os efeitos do lançamento de esgotos e demais atividades antrópicas?

Carbono  $^{12}\text{C}$



Carbono  $^{13}\text{C}$



Nitrogênio  $^{14}\text{N}$



Nitrogênio  $^{15}\text{N}$



Isidra, 2007

30

Tabela 2. Processos que influenciam a abundância isotópica em ambientes naturais e impactados (modificado de RUBENSTEIN; HOBSON, 2004).

Isótopo	Processos que influenciam na abundância isotópica	
	Biológicos e/ou biogeoquímicos	Antropogênicos
Carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ )	<p>Varia nos tecidos vegetais com:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fracionamento isotópico durante a fotossíntese em espécies de via <math>\text{C}_3</math>, <math>\text{C}_4</math> e CAM;</li> <li>- Condições ambientais que limitam as reações enzimáticas durante a fotossíntese ou alteram a abertura estomatal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agricultura (com plantas <math>\text{C}_4</math>) em ecossistemas naturais (com plantas <math>\text{C}_3</math>);</li> <li>- Fontes de poluição aquática ou atmosférica.</li> </ul>
Hidrogênio ( $\delta^2\text{H}$ ) e Oxigênio ( $\delta^{18}\text{O}$ )	<p>Varia em corpos d'água com:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Padrões de precipitação;</li> <li>- Temperatura;</li> </ul> <p>- Altitude; - Umidade relativa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Irrigação com águas subterrâneas;</li> <li>- Criação de lagos artificiais que influenciam os padrões climáticos locais;</li> <li>- Mudança de clima induzida pelo homem.</li> </ul>
Nitrogênio ( $\delta^{15}\text{N}$ )	<p>Varia nos tecidos vegetais pelo modo da fixação do <math>\text{N}_2</math>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fixação simbiótica;</li> <li>- Conversão direta do <math>\text{N}_2</math> atmosférico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de fertilizantes na agricultura;</li> <li>- Práticas do uso do solo que resultam na amonificação ou perda de <math>^{15}\text{N}</math>.</li> </ul>
Enxofre ( $\delta^{34}\text{S}$ )	<p>Varia na natureza com:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Distribuição dos sulfetos leves e pesados na rocha mãe;</li> <li>- Qualidade das condições para o desenvolvimento das plantas (aeróbico x anaeróbico);</li> <li>- Deposição atmosférica de fontes naturais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fontes pontuais de poluição;</li> <li>- Poluição do ar por combustíveis fósseis.</li> </ul>

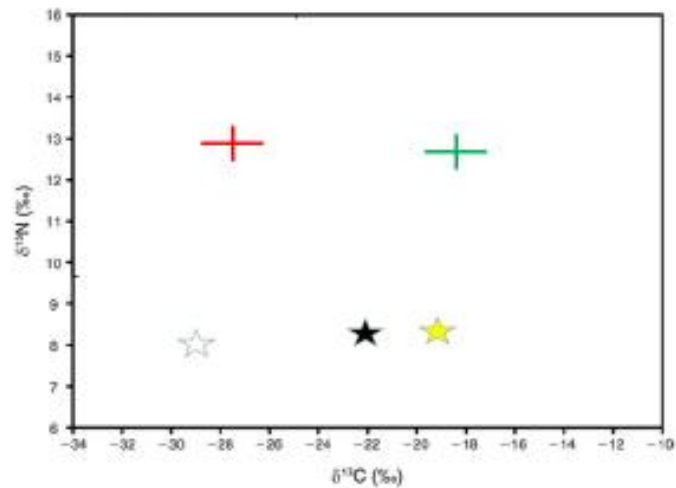
Enriquecimento do  $^{15}\text{N}$

### ISÓTOPOS ESTÁVEIS



Na análise de isótopos estáveis o Carbono se conserva, mantendo sua assinatura ao longo das cadeias alimentares

- + Espécie A
- + Espécie B
- ☆ Capim
- ★ Detrito
- ★ Insetos



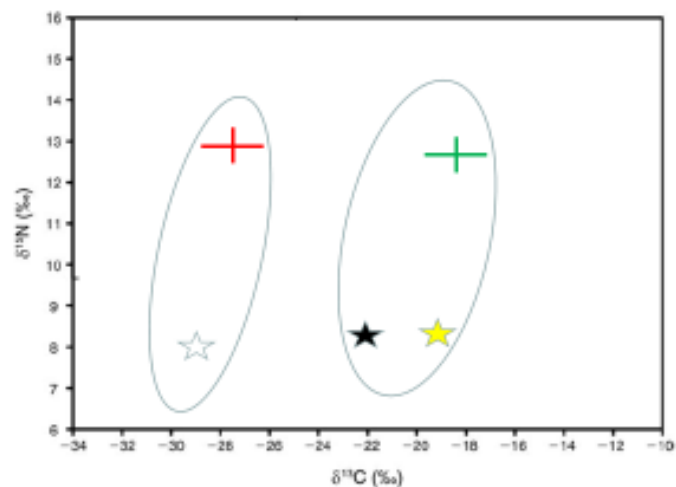
32

### ISÓTOPOS ESTÁVEIS



Na análise de isótopos estáveis o Carbono se conserva, mantendo sua assinatura ao longo das cadeias alimentares

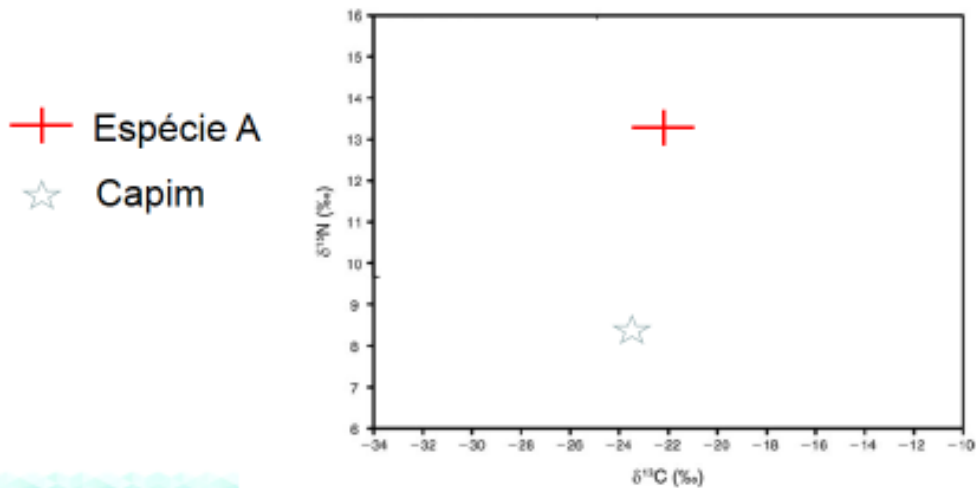
- + Espécie A
- + Espécie B
- ☆ Capim
- ★ Detrito
- ★ Insetos



33

## ISÓTOPOS ESTÁVEIS

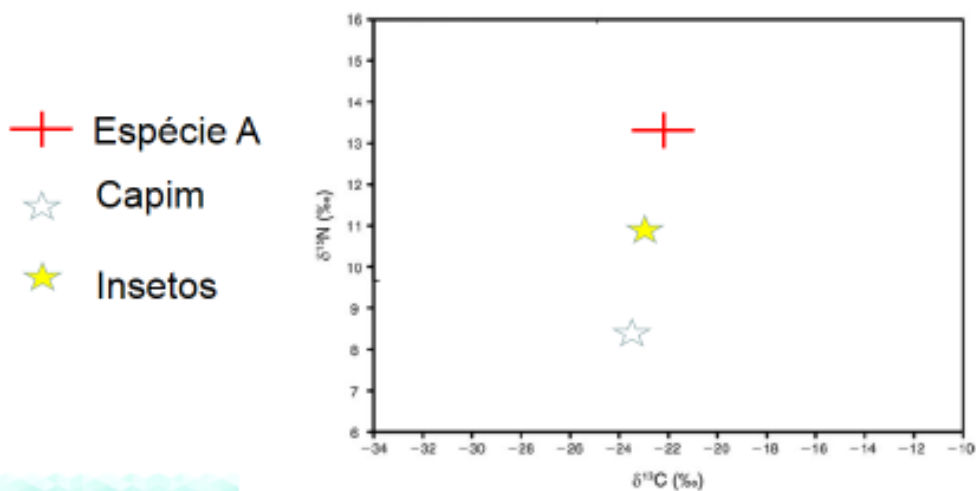
Já o Nitrogênio, por acumular-se ao longo das cadeias, fornece informações sobre o nível trófico das espécies.



34

## ISÓTOPOS ESTÁVEIS

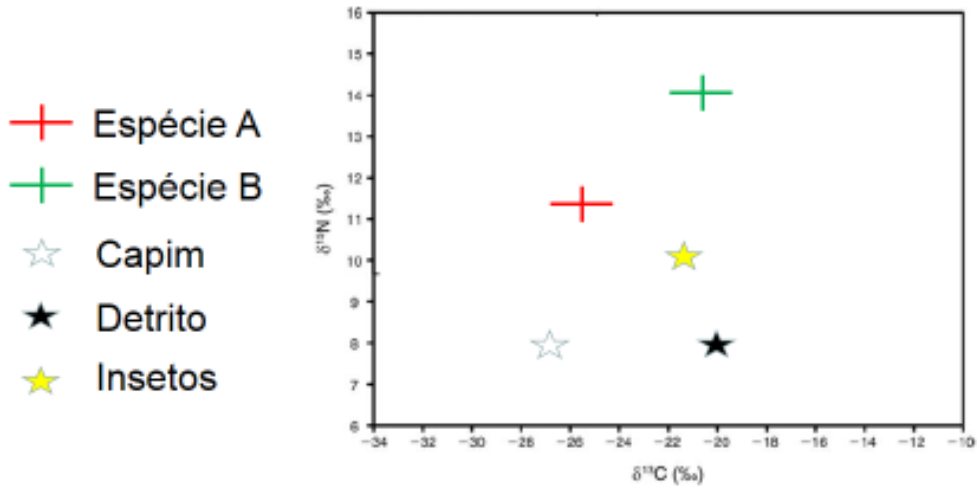
Já o Nitrogênio, por acumular-se ao longo das cadeias, fornece informações sobre o nível trófico das espécies.



35

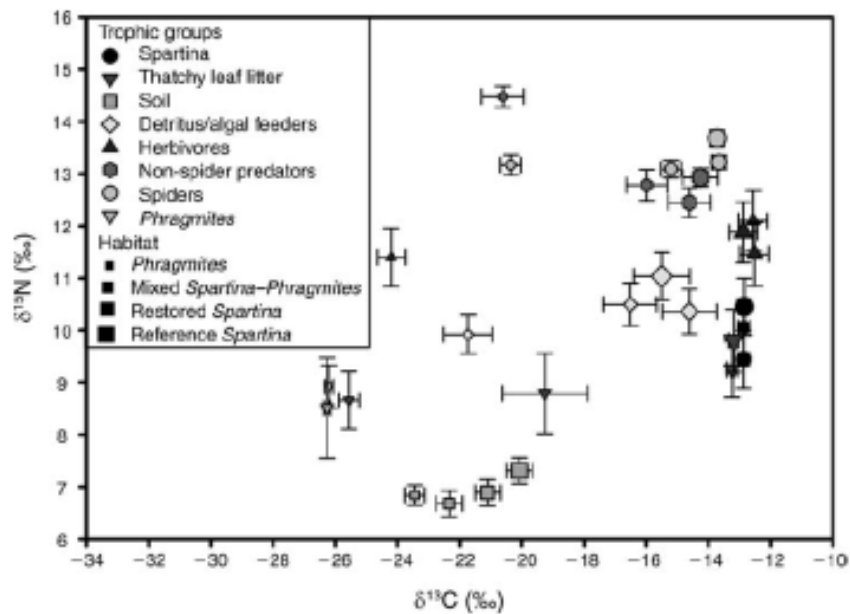
## ISÓTOPOS ESTÁVEIS

Mas os dois isótopos são sempre avaliados em conjunto



36

## ISÓTOPOS ESTÁVEIS



37

## ISÓTOPOS ESTÁVEIS

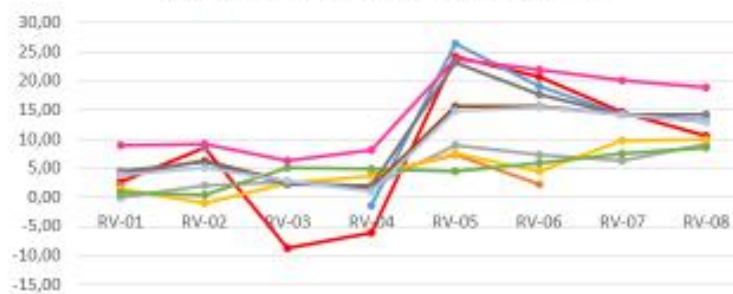
(Resultados preliminares)

Número final de amostras analisadas isotopicamente:

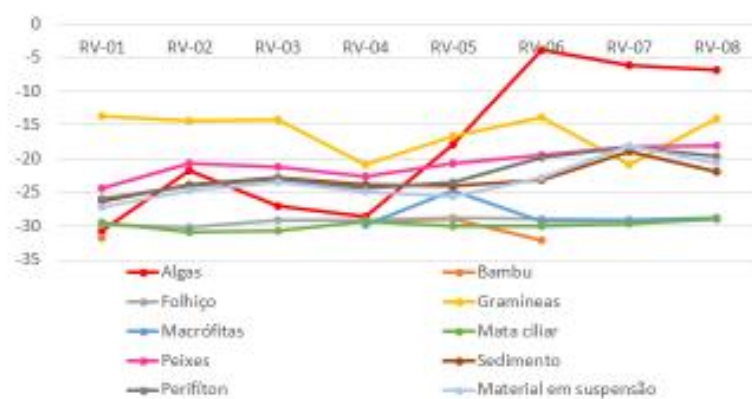
	Peixes	Algas	Bambu	Folhiço	Gramineas	Macrófitas	Mata ciliar	Sedimento	Perifiton	Material em suspensão	Esgoto	Total
Total	1699	144	34	230	150	99	150	190	192	188	40	3116

38

Média das assinaturas de nitrogênio - Calha



Média das assinaturas de carbono - Calha



Mata Ciliar

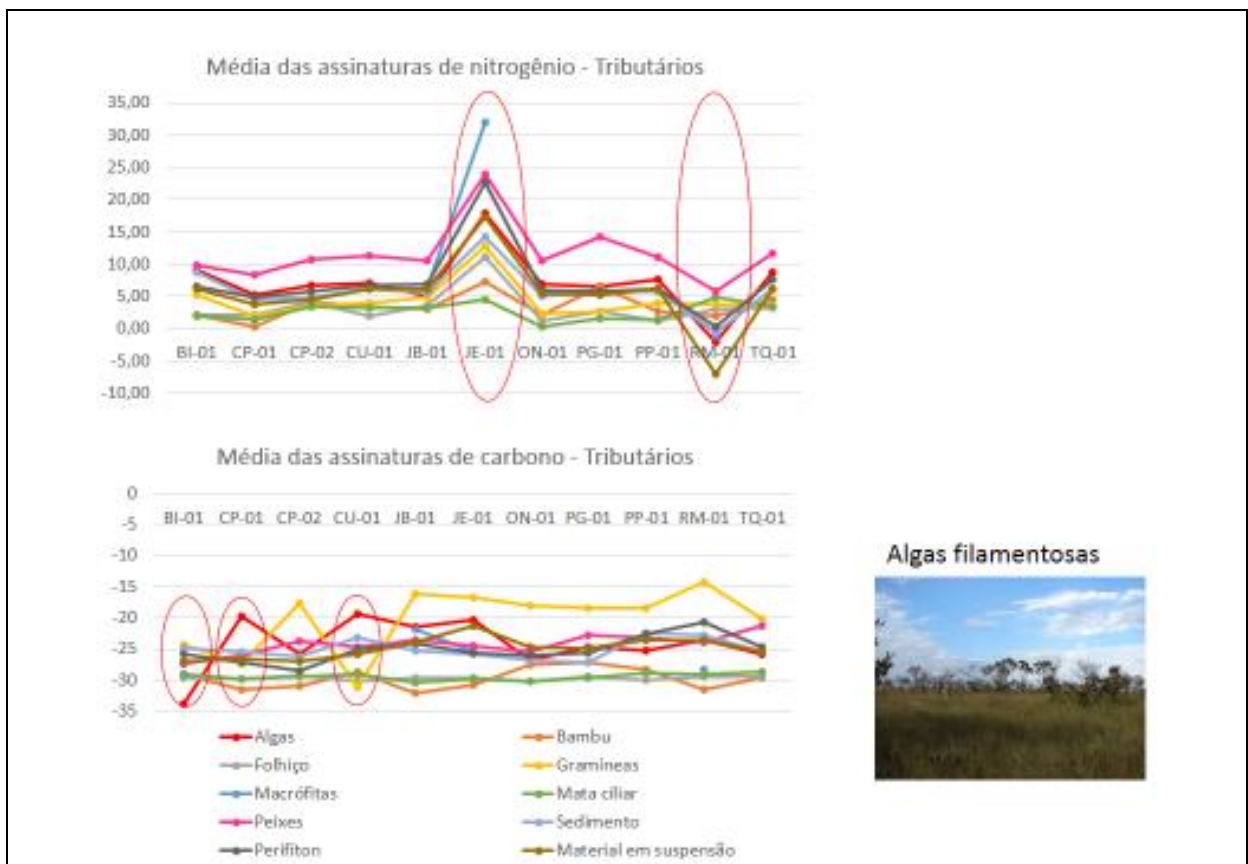
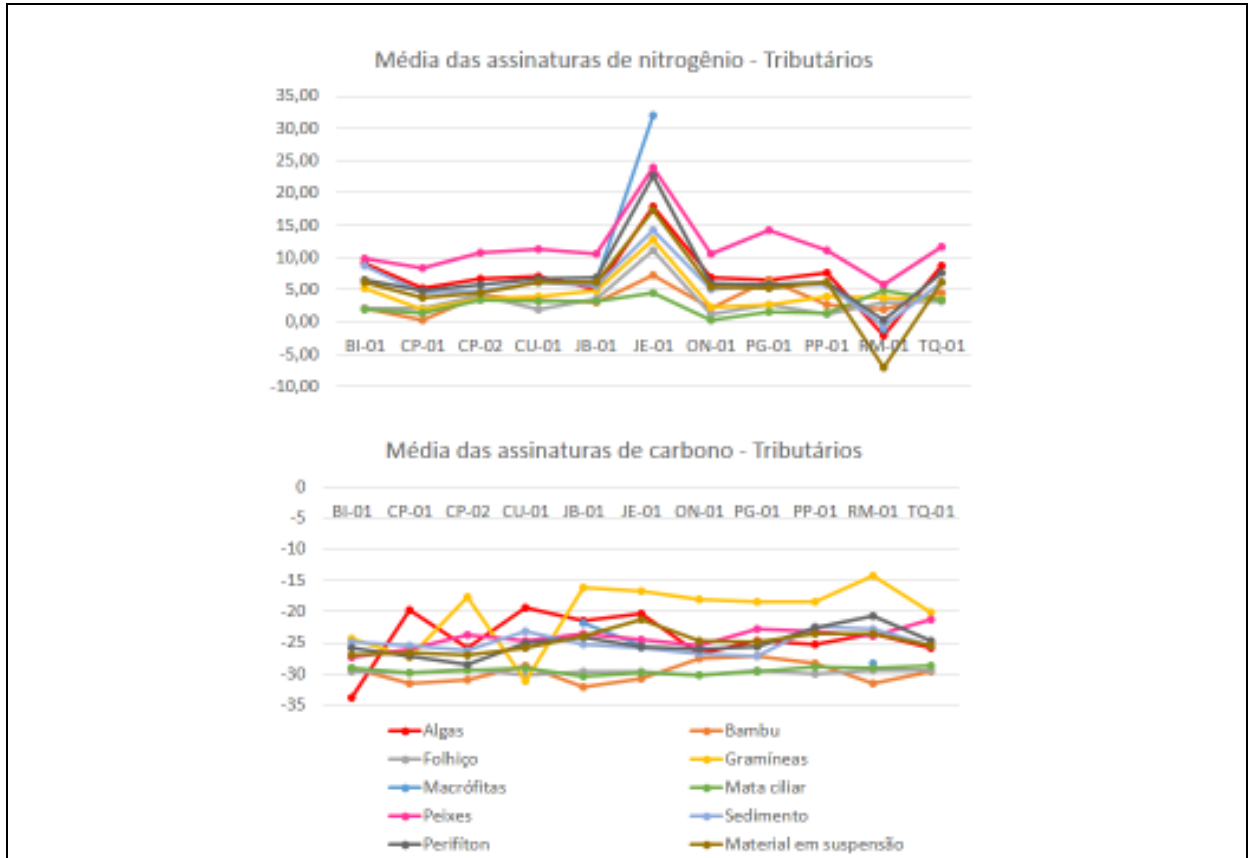


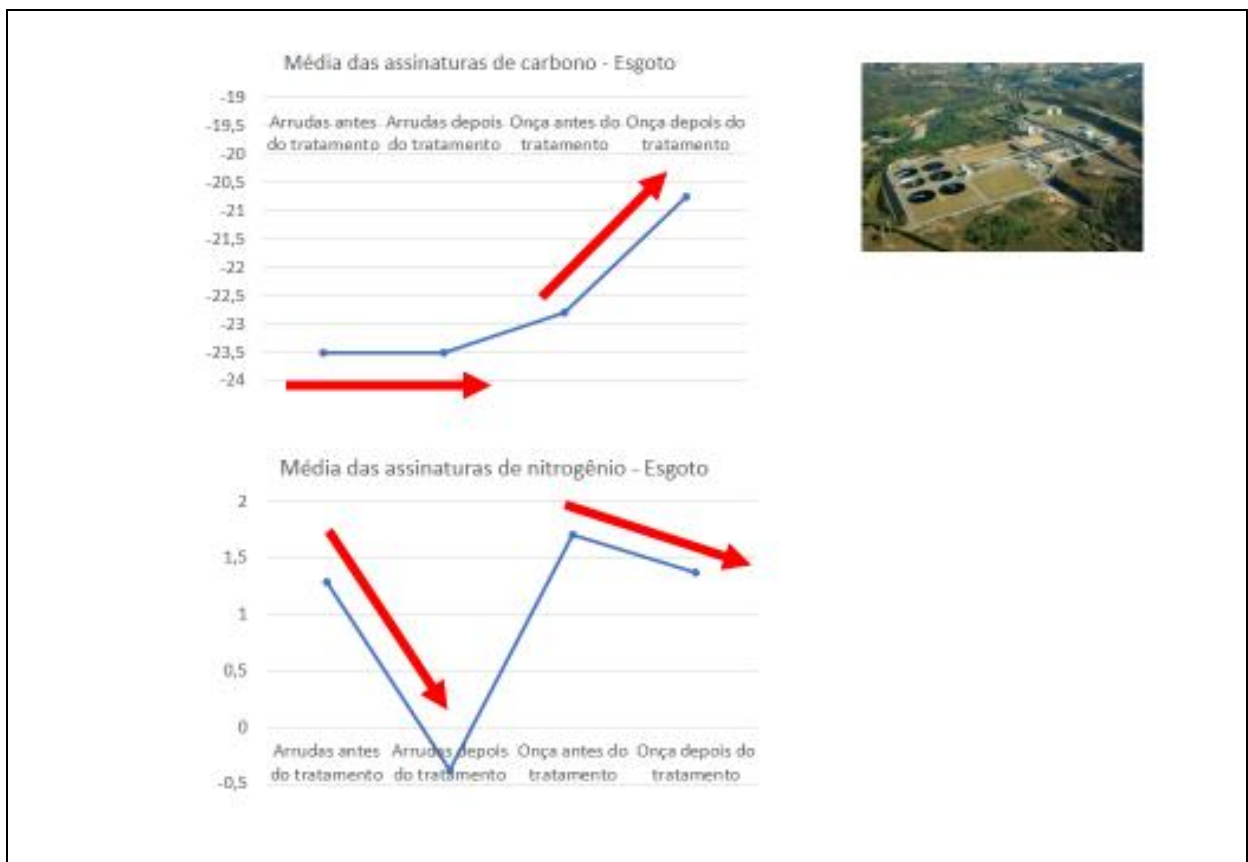
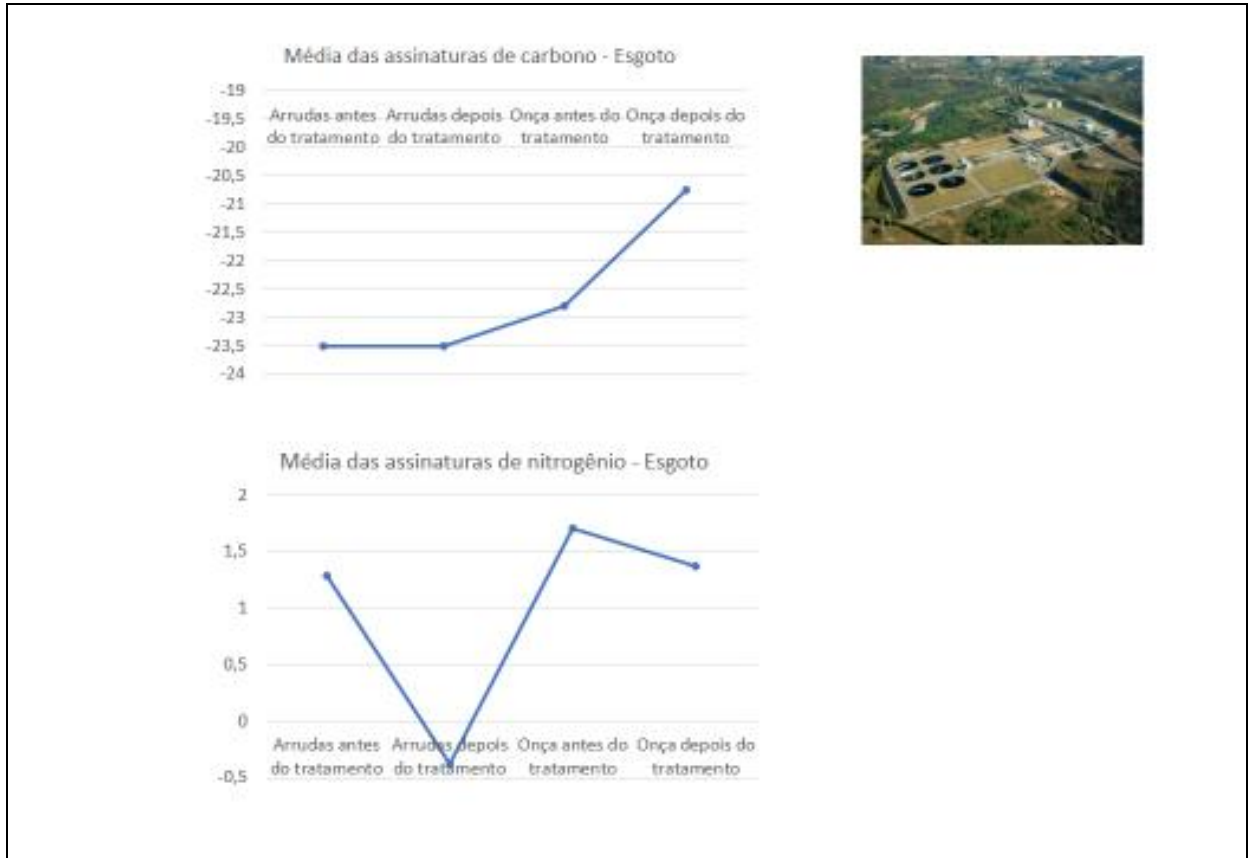
Perifiton

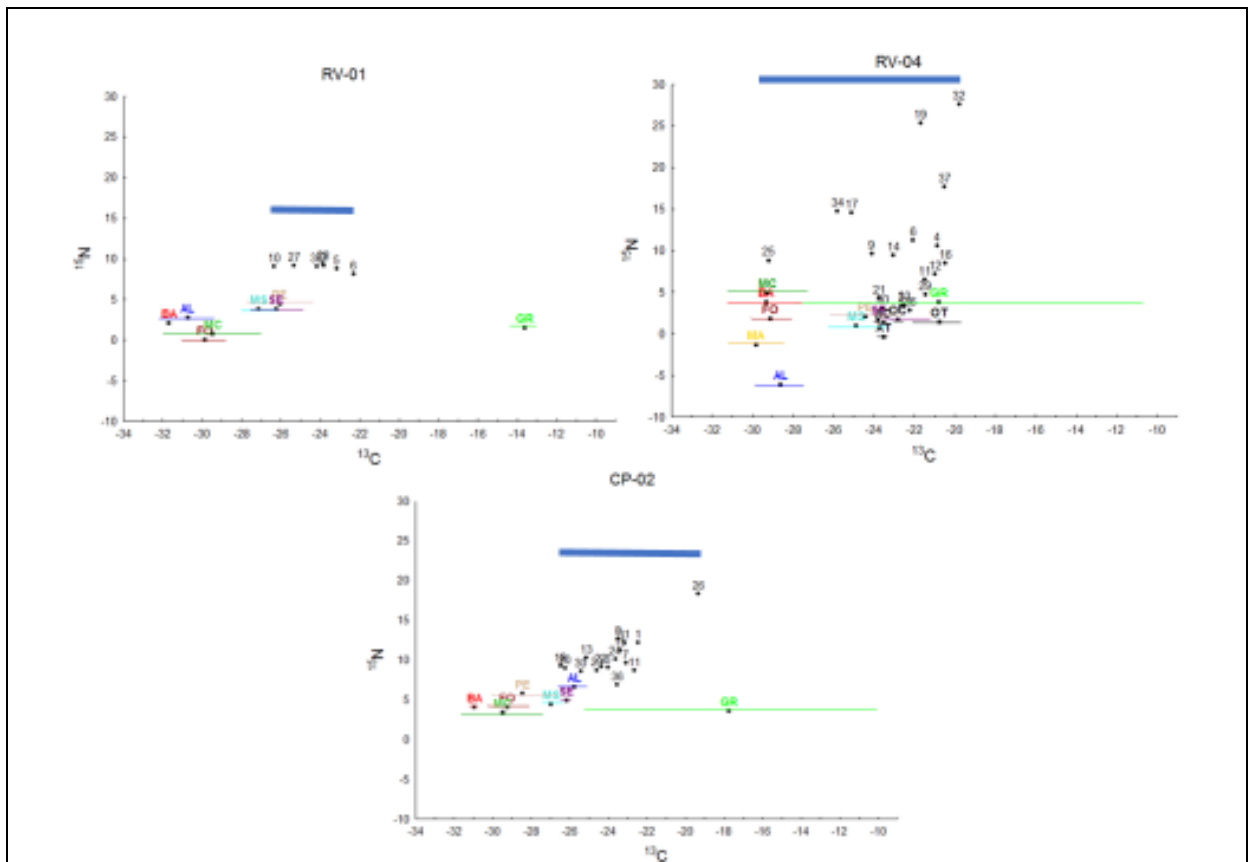
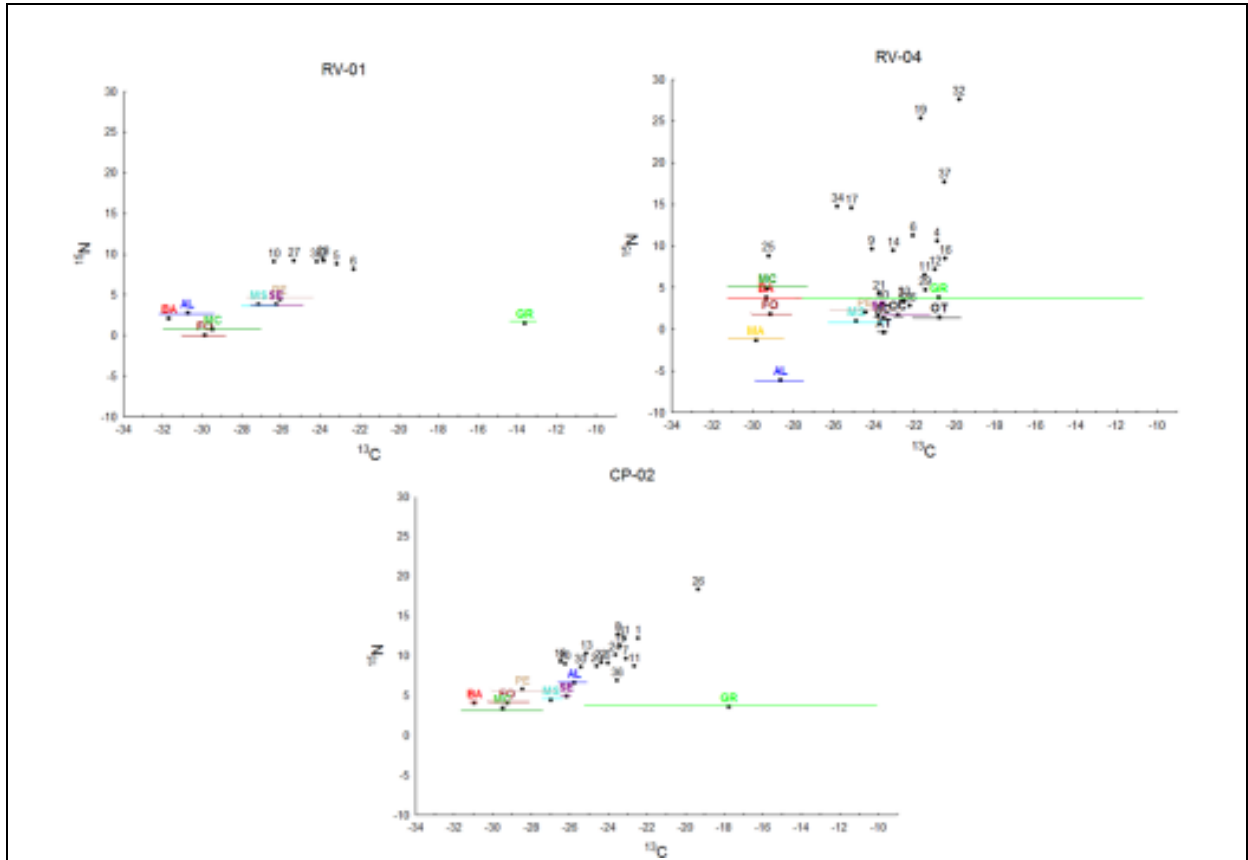


Algas filamentosas

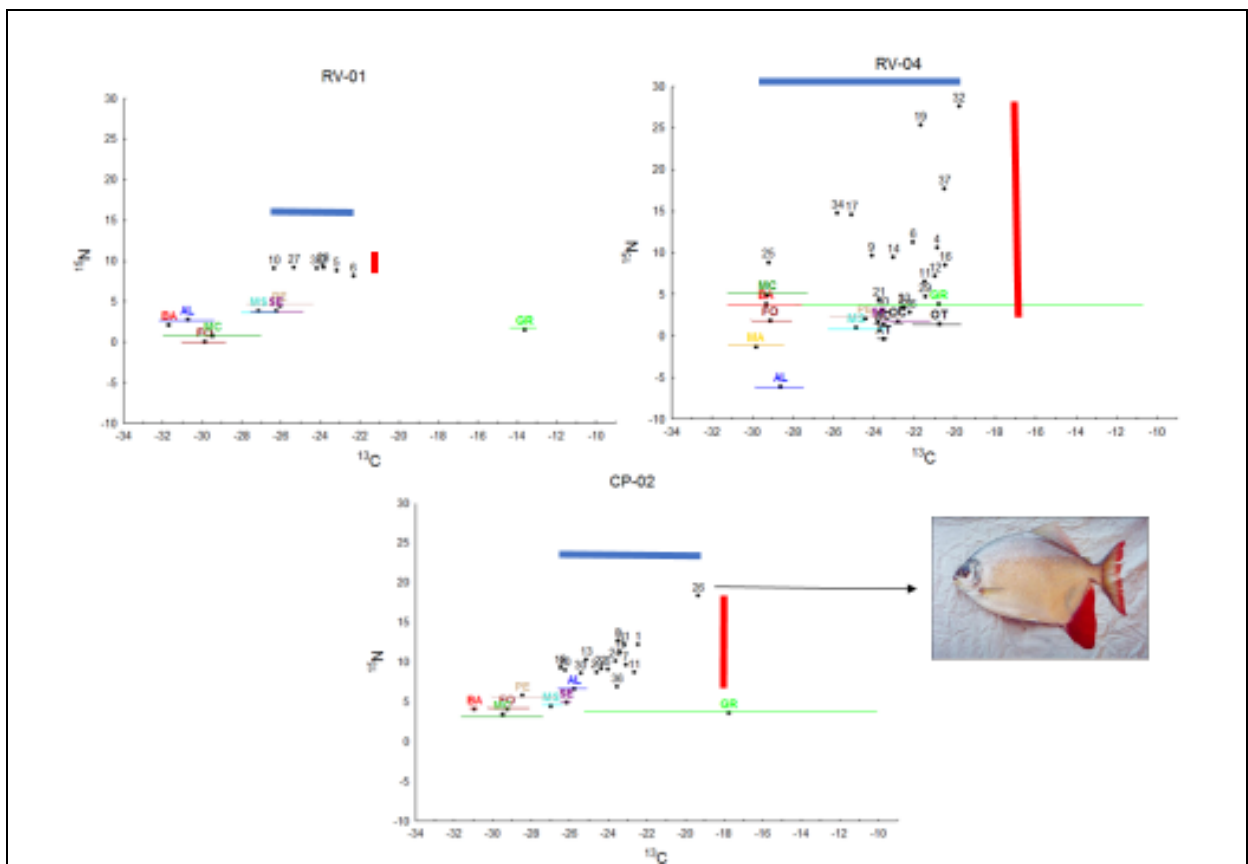
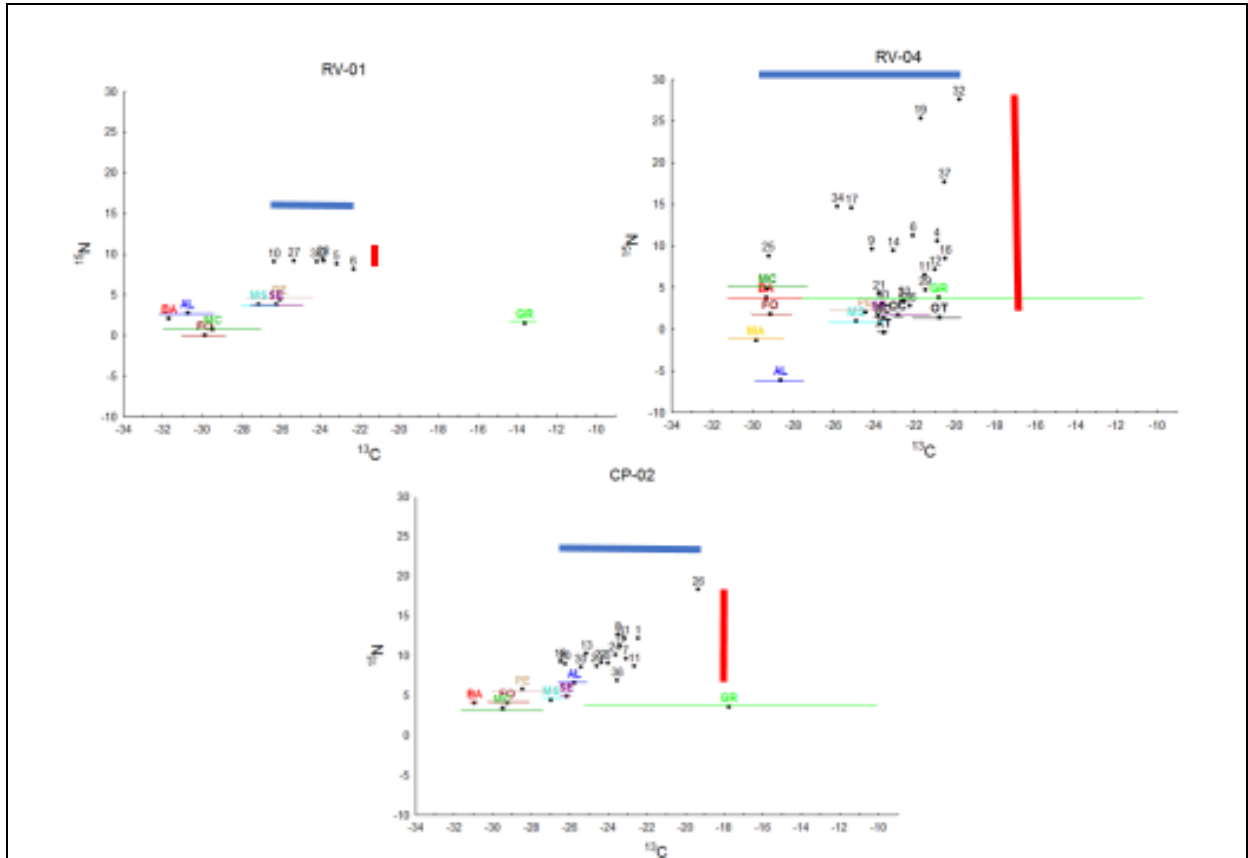


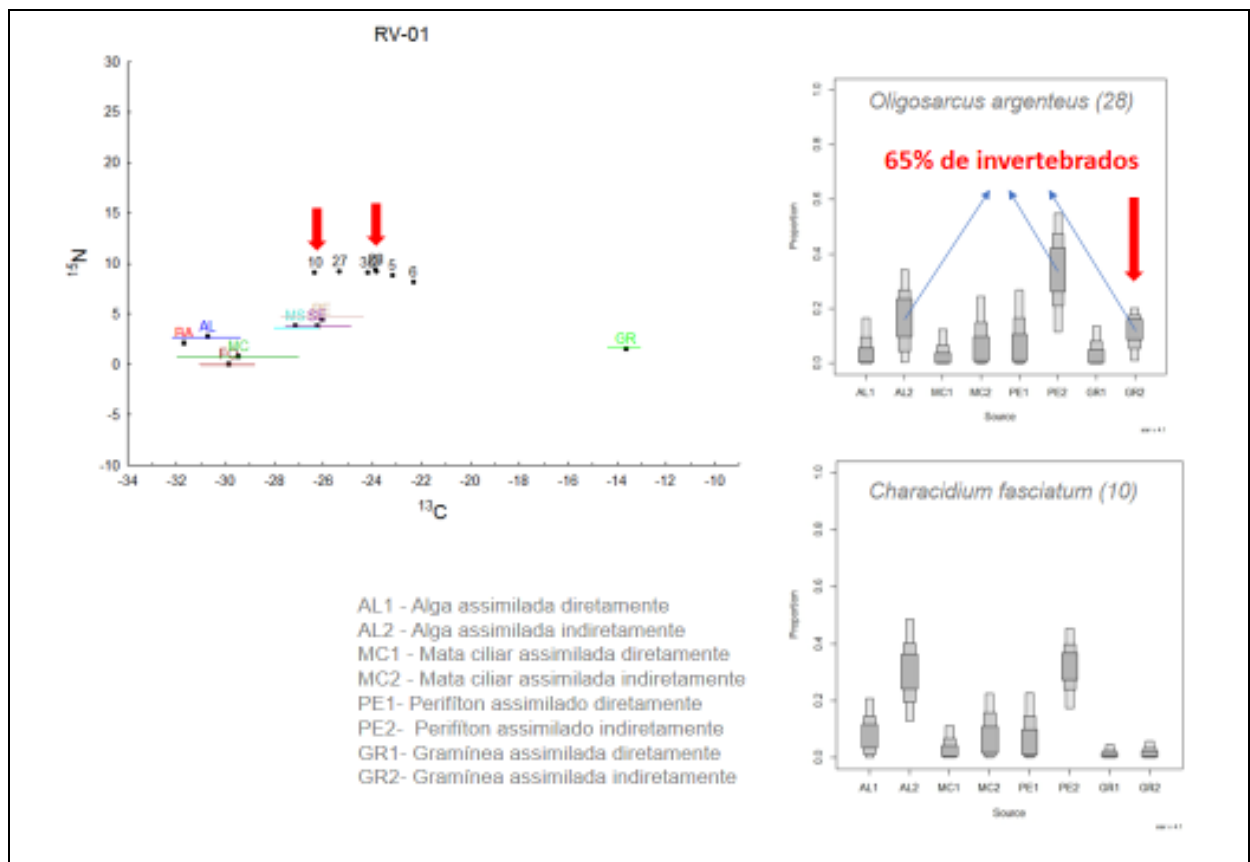
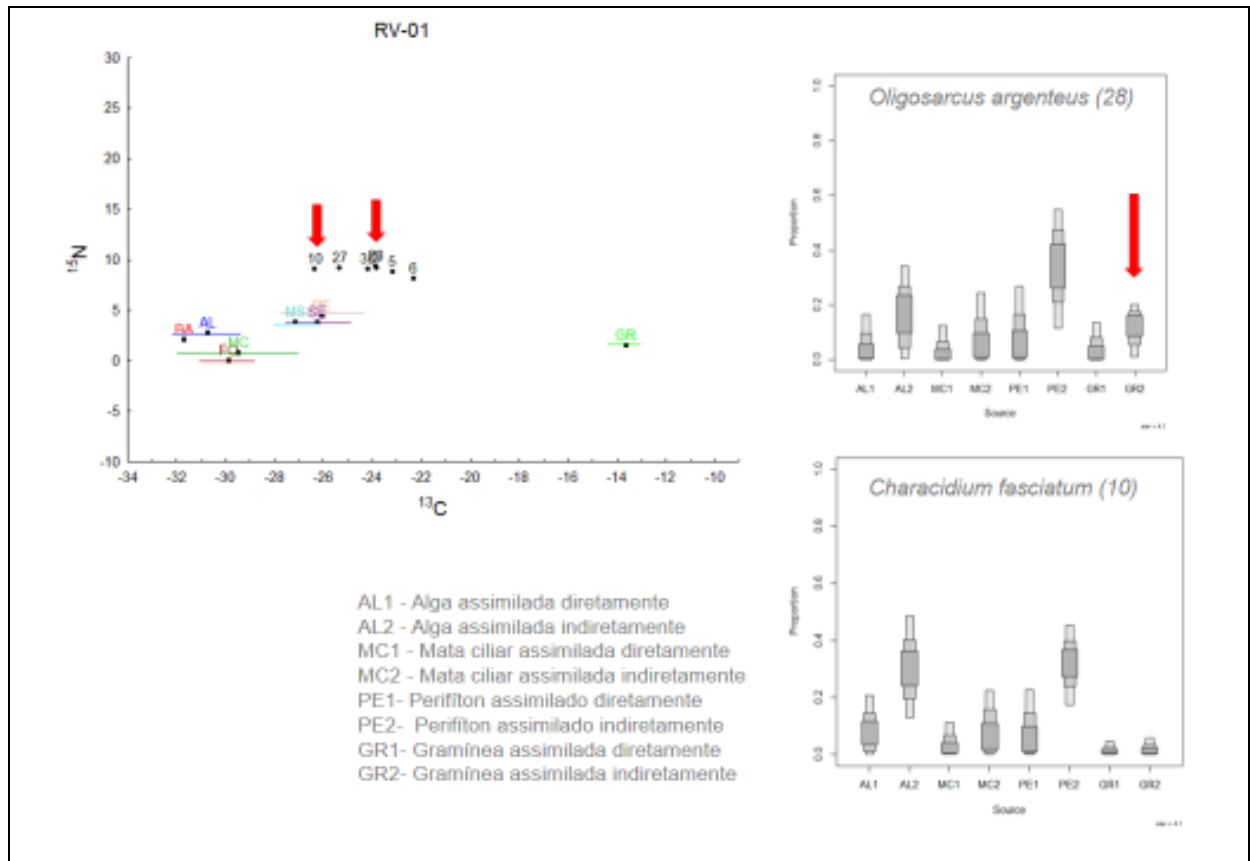


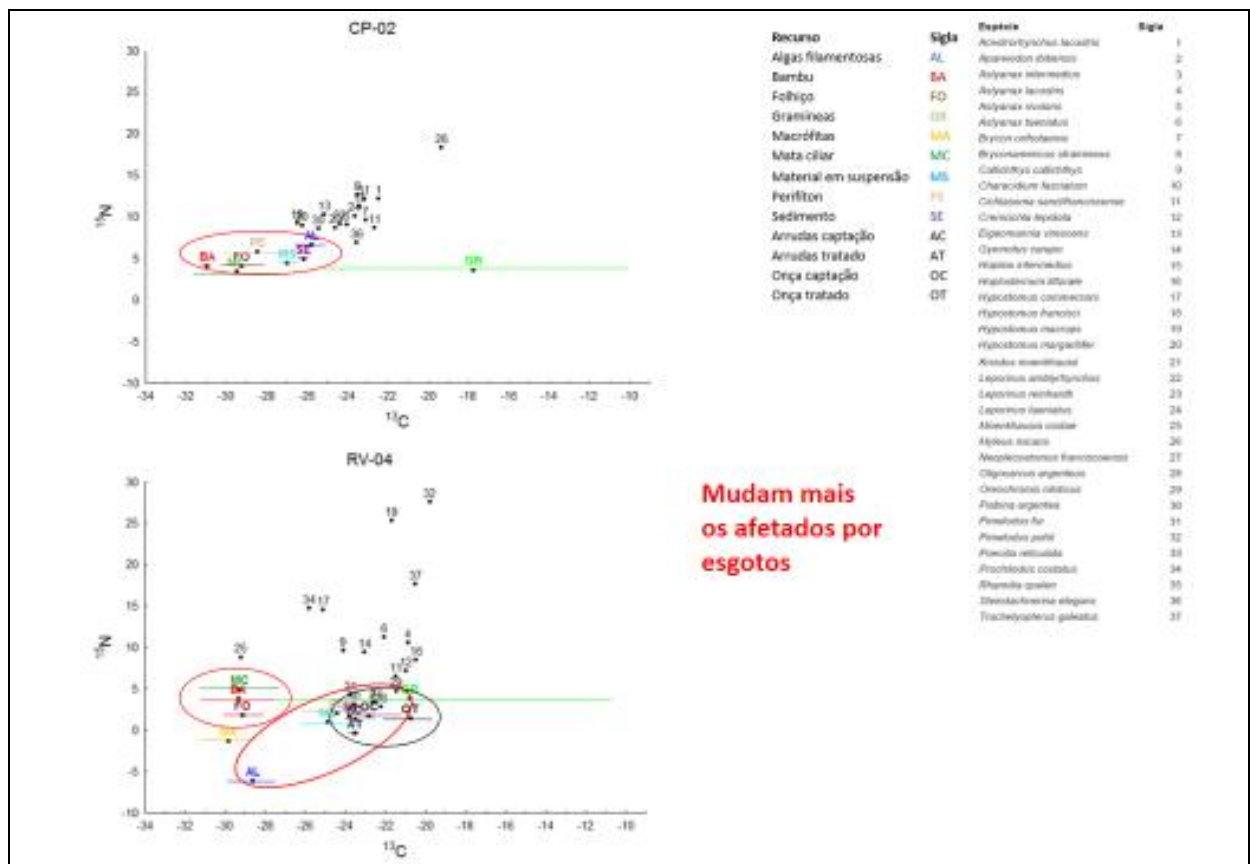
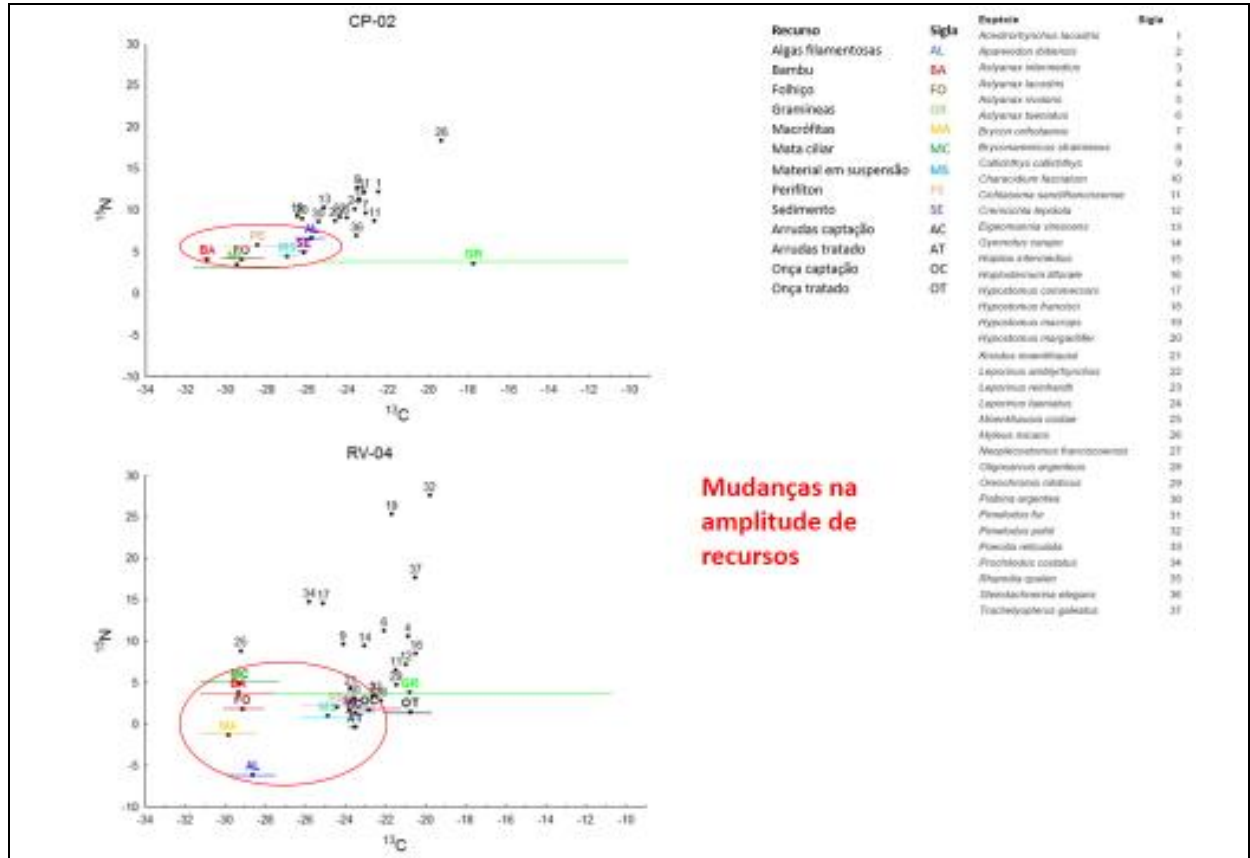


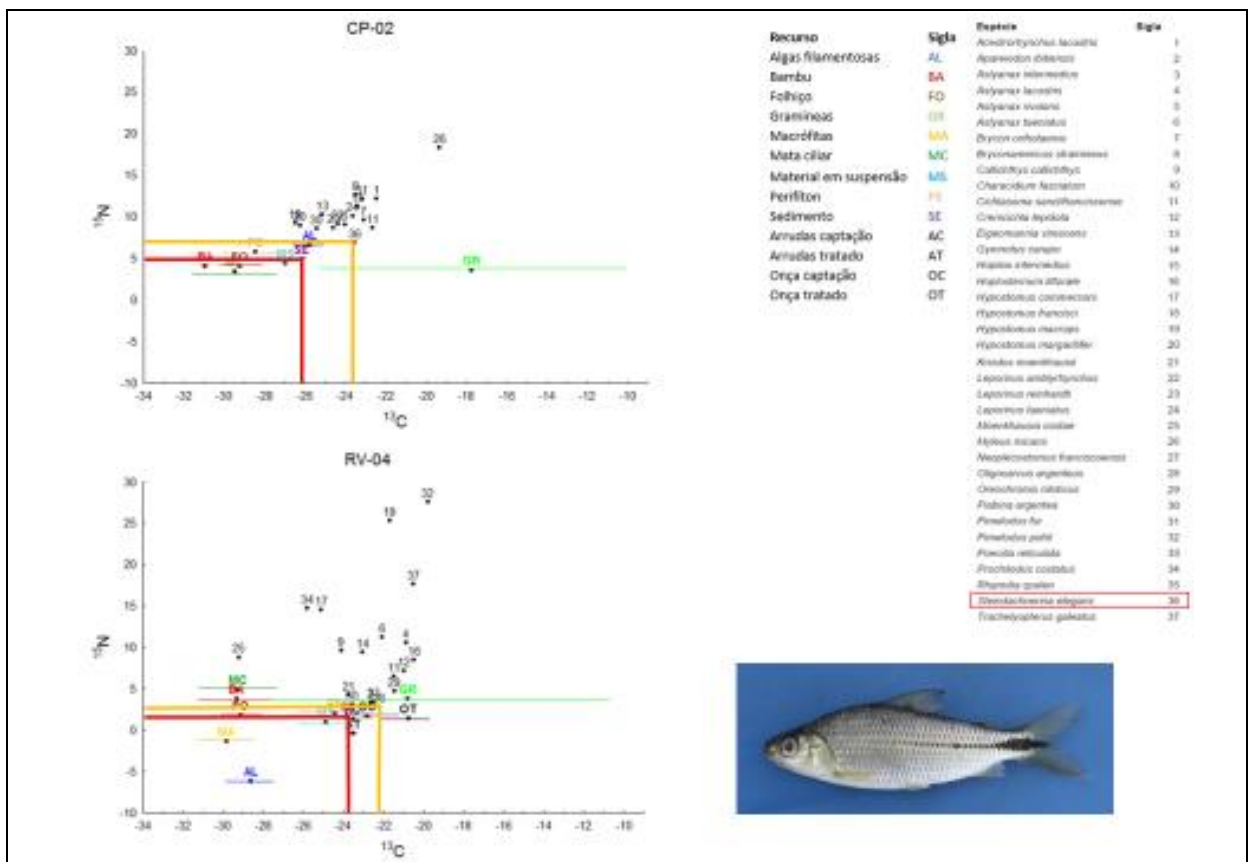
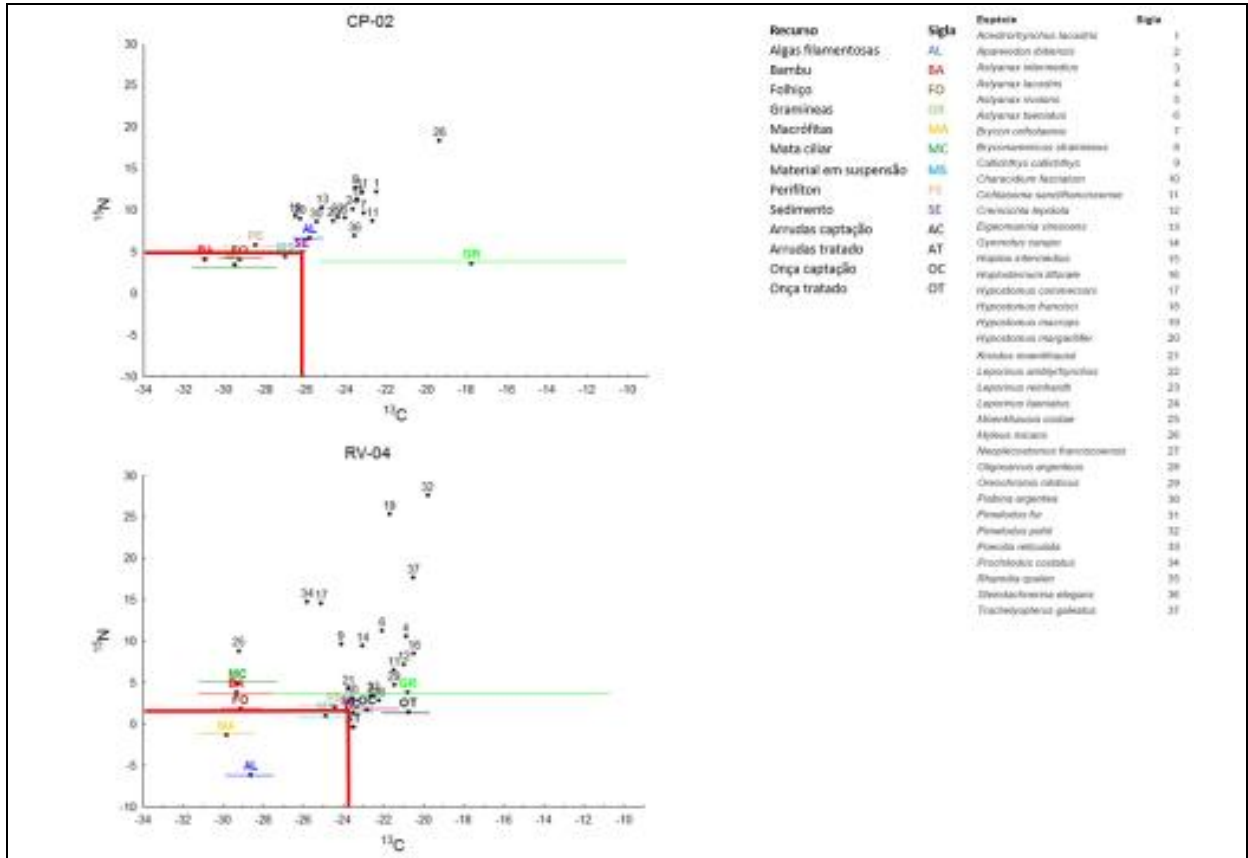


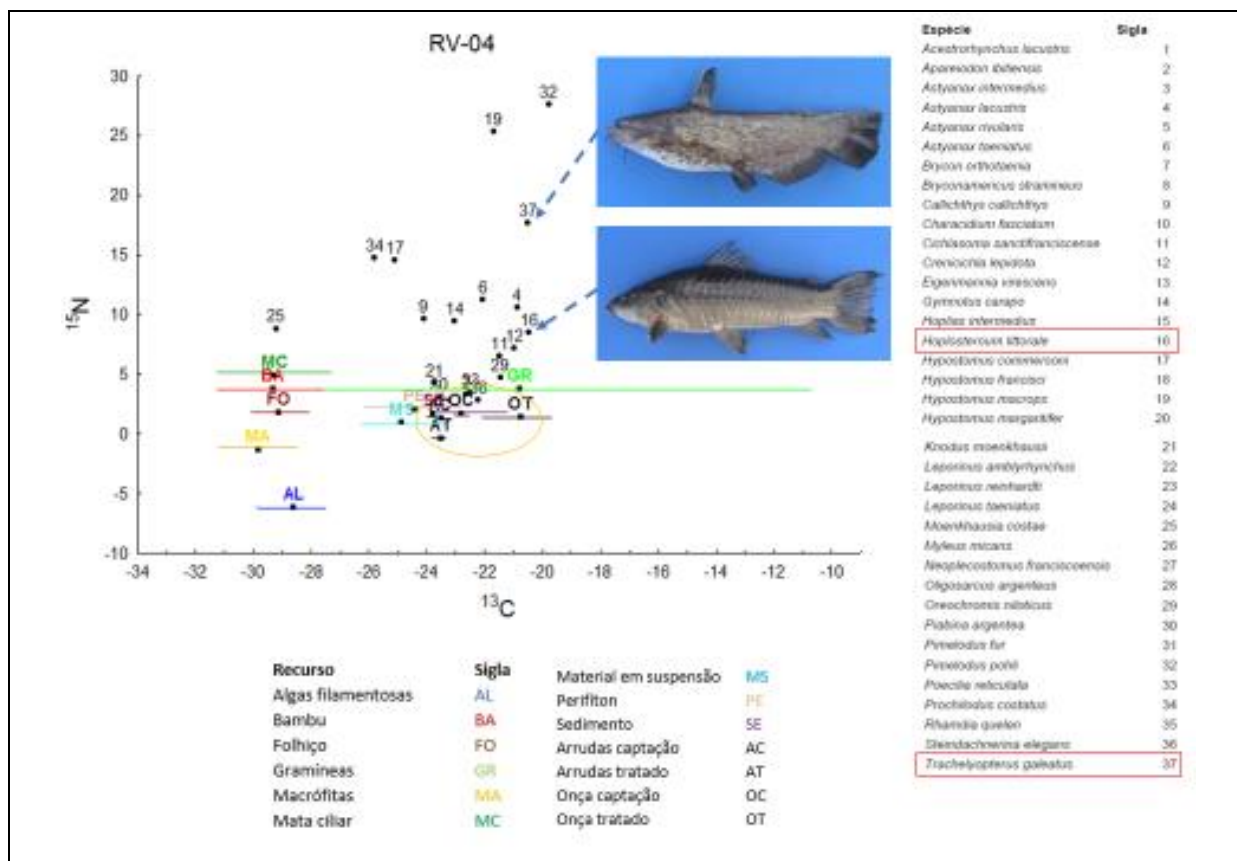












## CONCLUSÕES

- A rede de Amigos do Rio funcionou como esperado, sem desistências até o presente (no passado o número era maior mas vários abandonaram);
- A receptividade nas Escolas onde houve treinamento de professores e práticas com alunos também foi positiva, várias delas solicitando a manutenção deste tipo de Programa;
- A oficinas sobre Bacias Hidrográficas foram concorridas e o público-alvo foi atingido satisfatoriamente;
- A riqueza de espécies verificada no total foi compatível com o que já se conhece da bacia do Rio das Velhas;
- Ambientes mais degradados mostraram fauna mais pobre;
- O rio das Velhas demonstrou uma **estabilização na ocorrência das espécies, usando os peixes como BIOINDICADORES.**

## CONCLUSÕES



- A ferramenta de isótopos estáveis será bastante útil para ajudar no entendimento dos efeitos do lançamento de esgotos domésticos, com diferentes níveis de tratamentos sobre a fauna de peixes;
- A simples assinatura isotópica dos recursos já se mostra com grande potencial bioindicador;
- Apesar das análises serem ainda preliminares, já é possível detectar mudanças claras no padrão de fluxo de carbono e de assinatura de nitrogênio em função das atividades antrópicas na bacia;
- Será possível avaliar, ao longo do rio das Velhas, o grau de contaminação por esgotos nas teias alimentares aquáticas, e os dados obtidos poderão ser utilizados para o biomonitoramento adequado;
- A partir do gradiente conhecido de aporte de esgotos na calha principal, será possível atribuir grau de conservação para cada afluente estudado;

56



# Obrigado !

[cbmalves@ufmg.br](mailto:cbmalves@ufmg.br)

[pompeups@gmail.com](mailto:pompeups@gmail.com)



57

9.6 POSTER APRESENTADO NO XXII ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, EM PORTO SEGURO (BA), ENTRE 29 DE JANEIRO E 03 DE FEVEREIRO DE 2017:

**VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA RIQUEZA DE PEIXES DO RIO DAS VELHAS APÓS A IMPLANTAÇÃO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO**

Débora Reis de Carvalho, Aline Junqueira Grossi, Carlos Bernardo Mascarenhas Alves, Paulo Santos Pompeu.

# XXII ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA

PORTO SEGURO | BA



## VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA RIQUEZA DE PEIXES DO RIO DAS VELHAS APÓS A IMPLANTAÇÃO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Débora Reis de Carvalho<sup>1</sup>, Aline Junqueira Grossi<sup>1</sup>, Carlos Bernardo Mascarenhas Alves<sup>2</sup>, Paulo Santos Pompeu<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Laboratório de Ecologia de Peixes, Setor de Ecologia, Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil. E-mail: [deboracarvalho@yahoo.com.br](mailto:deboracarvalho@yahoo.com.br)  
<sup>2</sup> Laboratório Nuvelhas, Projeto Manuelzão, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.



### INTRODUÇÃO

O Rio das Velhas, maior afluente em extensão da bacia do São Francisco, está localizado inteiramente em território mineiro e tem grande importância econômica e social por ser responsável por grande parte do abastecimento de água da região metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). Entretanto, esse rio passou por acelerado e crescente processo de degradação, principalmente devido à atividades mineradoras e à poluição pelo despejo de esgotos doméstico e industrial não-tratados. Um importante passo para a recuperação da qualidade da água do Rio das Velhas se deu com o início do tratamento secundário de esgoto pela ETE Arrudas em 2005 e pela ETE Onça em 2010.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar como a riqueza e distribuição da ictiofauna tem respondido à melhora na qualidade da água ao longo do Rio das Velhas após a implementação das estações de tratamento de esgoto.

### METODOLOGIA

Comparação da riqueza de peixes entre 4 etapas de amostragens realizadas em 7 pontos ao longo do Rio das Velhas:

- 1ª etapa: 1999 e 2000 (sem tratamento de esgoto)
- 2ª etapa: 2006/2007 (início da operação da ETE Arrudas)
- 3ª etapa: 2010/2011 (início da operação da ETE Onça)

4ª etapa: 2015/2016



#### REDE DE AMOSTRAGEM NA BACIA DO RIO DAS VELHAS

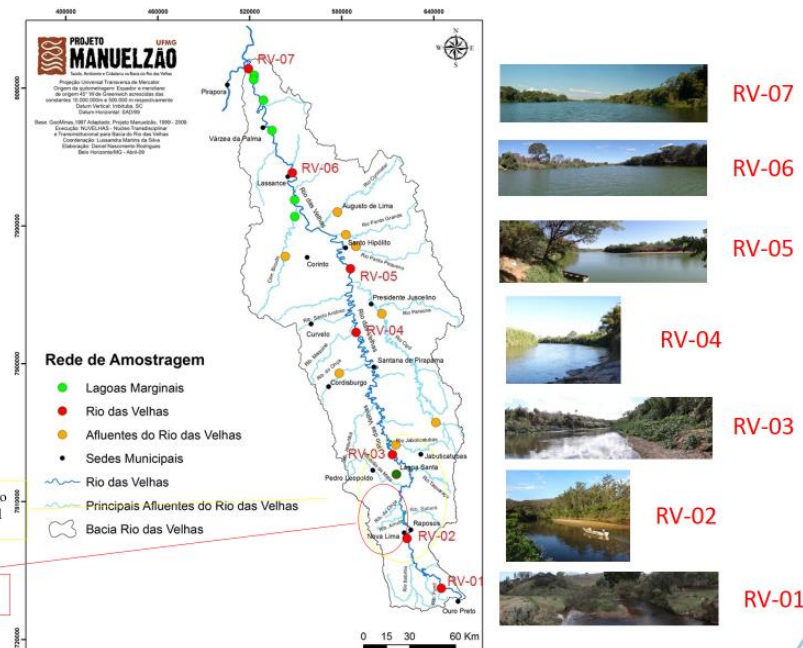


Figura 1 - Rede de amostragem no Rio das Velhas, Minas Gerais, Brasil.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### RIQUEZA DE PEIXES RIO DAS VELHAS

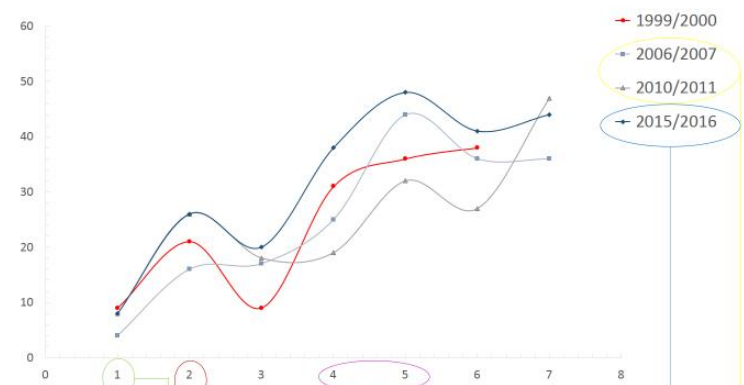


Figura 2 - Variação espacial e temporal da riqueza de peixes do Rio das Velhas.

A riqueza de peixes na cabeceira do Rio das Velhas não apresentou grande variação ao longo dos anos (região sofre menor influência do esgoto da RMBH)

A 4ª etapa registrou a maior riqueza de peixes em 5 dos 7 pontos amostrais (pontos na cabeceira e na foz são as exceções).

Com o tratamento secundário do esgoto a mudança mais significativa na riqueza de espécies foi observada no ponto imediatamente à jusante da RMBH, onde já com o início do tratamento de esgotos (2006/2007) observou-se expressivo aumento na riqueza.

Nas etapas anteriores, pós início do tratamento, alguns dos pontos à jusante mais distantes da RMBH haviam apresentado uma redução na riqueza de peixes. Essa redução foi atribuída à ausência de tratamento terciário, permanecendo grandes concentrações de fósforo e nitrogênio no efluente das ETEs e promovendo a eutrofização em regiões mais à jusante na bacia, inclusive com recorrentes florações anuais de cianobactérias.

O tratamento de esgoto também possibilitou um aumento na riqueza à montante da RMBH e algumas espécies, antes não encontradas nessa região, passaram a ser registradas (p.e. *Prochilodus*, *Brycon* e *Salminus*).



### CONCLUSÃO

Podemos concluir que o incremento no tratamento de esgoto da RMBH continua possibilitando uma melhora progressiva na distribuição dos peixes ao longo do Rio das Velhas, além de reforçar a importância dos estudos de monitoramento ambiental a longo prazo e novas intervenções para recuperar a fauna desse importante afluente do rio São Francisco.

#### FONTES DE FINANCIAMENTO:



#### PARCEIROS:





9.7 POSTER APRESENTADO NO XXII ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, EM PORTO SEGURO (BA), ENTRE 29 DE JANEIRO E 03 DE FEVEREIRO DE 2017:

**IMPORTÂNCIA DOS TRIBUTÁRIOS PARA MANUTENÇÃO DA RIQUEZA DE PEIXES DA SUB-BACIA DO RIO DAS VELHAS, BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO**

Débora Reis de Carvalho, Aline Junqueira Grossi, Carlos Bernardo Mascarenhas Alves, Paulo Santos Pompeu.

# XXII ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA

PORTO SEGURO | BA



## IMPORTÂNCIA DOS TRIBUTÁRIOS PARA MANUTENÇÃO DA RIQUEZA DE PEIXES DA SUB-BACIA DO RIO DAS VELHAS, BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

Débora Reis de Carvalho<sup>1</sup>, Aline Junqueira Grossi<sup>1</sup>, Carlos Bernardo Mascarenhas Alves<sup>2</sup>, Paulo Santos Pompeu<sup>1</sup>.



<sup>1</sup> Laboratório de Ecologia de Peixes, Setor de Ecologia, Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil. E-mail: [deboracarvalho@yahoo.com.br](mailto:deboracarvalho@yahoo.com.br)  
<sup>2</sup> Laboratório Nuvelhas, Projeto Manuelzão, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.

### INTRODUÇÃO

Por drenar a região mais industrializada e densamente povoada de Minas Gerais, a sub-bacia do rio das Velhas vem sofrendo acelerado e crescente processo de degradação. Portanto, a melhoria na qualidade da água e a manutenção de tributários bem preservados favorecem a recolonização de trechos onde espécies tenham sido localmente extintas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar se:

- (1) a riqueza de espécies de peixes dos principais tributários do rio das Velhas têm variado ao longo do tempo;
- (2) os tributários são importantes para manutenção da riqueza dessa importante sub-bacia do rio São Francisco.

### METODOLOGIA

Comparação da riqueza de peixes entre 3 etapas de amostragens realizadas em importantes tributários da bacia do Rio das Velhas:

#### 1ª etapa: 2001/2002



**6 PONTOS** amostrados nos seguintes tributários: Ribeirão do Onça, rios Bicudo, Curimataí, Pardo Grande e dois pontos no rio Cipó (I e II).

#### 2ª etapa: 2006/2007



**7 PONTOS** amostrados nos seguintes tributários: Ribeirão do Onça, rios Bicudo, Curimataí, Pardo Grande, Pardo Pequeno, Cipó II e Jaboticatubas.

#### 3ª etapa: 2015/2016



**11 PONTOS** amostrados nos seguintes tributários: Ribeirões da Mata e da Onça, rios Taquaraçu, Jaboticatubas, Jequitibá, Pardo Pequeno, Bicudo, Curimataí e Pardo Grande e dois pontos no rio Cipó (I e II).



Figura 1. Principais tributários amostrados na bacia do Rio das Velhas, Minas Gerais, Brasil.

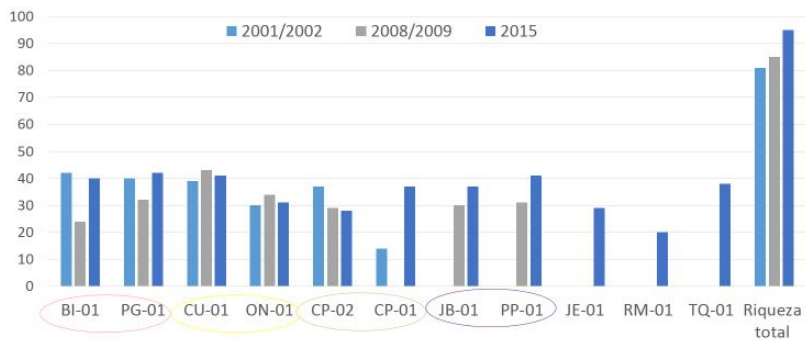


Fig 2. Riqueza de peixes dos tributários da Bacia do Rio das Velhas



A riqueza se manteve constante ao longo dos anos somente no ribeirão da Onça e no rio Curimataí.

Os rios Bicudo e Pardo Grande registraram uma queda no número de espécies de peixes em 2008/2009, entretanto o número inicial de espécies foi reestabelecido na última fase.



A riqueza dos dois pontos amostrais no rio Cipó variou de forma diferente (acréscimo no ponto I e uma diminuição no ponto II).

Os rios Pardo Pequeno e Jaboticatubas também registraram maior riqueza na última fase de amostragem.



**IMPORTANTE** salientar que as condições de preservação dos tributários varia bastante, desde rios com elevado grau de preservação (rio Cipó), ou em estágio intermediário (rio Jaboticatubas e rio Jequitibá), até rios bastante degradados (ribeirão da Mata). Entretanto, mesmo os rios mais impactados apresentaram riqueza significativa (no mínimo 20 espécies de peixes).



### RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Riqueza de peixes:

- ❖ 1ª etapa: 81 spp.
- ❖ 2ª etapa: 85 spp.
- ❖ 3ª etapa: 95 spp. -> adição de novos pontos amostrais.

41 spp. (aprox. 43%) não foram registradas na calha do rio das Velhas, comprovando assim a importância desses tributários para a manutenção e recomposição da fauna de peixes da bacia.

### CONCLUSÃO

Conclui-se que os tributários são relevantes para a atual riqueza de peixes da bacia do rio das Velhas, tanto pela possibilidade de exercerem um importante papel como fontes de recolonização natural (em função da conectividade existente entre estes e o rio das Velhas, e entre este com o rio São Francisco) como quando se considera a despoluição da calha central (já em curso).

#### FONTES DE FINANCIAMENTO:



#### PARCEIROS:



