



**ANEXO I - TERMO DE REFERÊNCIA
ATO CONVOCATÓRIO Nº 012/2019
CONTRATO DE GESTÃO IGAM Nº 003/IGAM/2017**

**“CONTRATAÇÃO DE SERVIÇOS DE CONSULTORIA
ESPECIALIZADA PARA REALIZAR BIOMONITORAMENTO DE
PEIXES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS –
ETAPA 2”**

ENQUADRAMENTO: Plano de Aplicação (PPA) – 2018/2020

Componente: II - Programas e Ações de Planejamento – Apoio às metas do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio das Velhas

Ação Programada:

II.3 – Agenda Azul – Disponibilidade e Qualidade dos Recursos Hídricos (Programa Revitaliza Rio das Velhas)

II.3.1 – Projetos e Estudos para Conhecimento da Situação dos Recursos Hídricos

II.3.1.3 (018) – Biomonitoramento na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Atividade: Contratação de serviços de consultoria especializada para realizar o Biomonitoramento na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas – ETAPA 2.

Categoria: 92,5%

Novembro / 2019





SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	18
LISTA DE TABELAS.....	19
LISTA DE SIGLAS	20
1. INTRODUÇÃO	21
2. CONTEXTUALIZAÇÃO	25
3. JUSTIFICATIVA.....	26
4. OBJETIVOS	30
4.1 Objetivo Geral	30
4.2 Objetivos Específicos.....	30
5. ÁREA DE ESTUDO	32
6. MARCO HISTÓRICO E BASE CONCEITUAL	34
6.1 Importantes aplicações dos isótopos estáveis de Carbono e Nitrogênio em estudos ecológicos	35
7. ESCOPO DO PROJETO E CRONOGRAMA	42
8. PONTOS DE COLETA E MONITORAMENTO	49
9. METODOLOGIA	59
9.1 BIOMONITORAMENTO	59
9.1.1 Coletas	59
<input type="checkbox"/> Pesca Experimental	59
<input type="checkbox"/> Ovos e larvas	61
<input type="checkbox"/> Invertebrados aquáticos na areia, cascalho e folhiço, e invertebrados terrestres junto à mata ciliar	62
<input type="checkbox"/> Compartimentos do ambiente	62
9.1.2 Processamento e análises	64
<input type="checkbox"/> Peixes.....	64
<input type="checkbox"/> Ovos e larvas	64
<input type="checkbox"/> Caracterização limnológica básica	65
<input type="checkbox"/> Isótopos estáveis.....	65
9.2 MONITORAMENTO AMBIENTAL PARTICIPATIVO (MAP)	67
10. ORIENTAÇÕES PARA EVENTOS QUE ENVOLVEM A PARTICIPAÇÃO DA COMUNIDADE E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DO MAP.....	71
11. PRODUTOS ESPERADOS	73
12. FORMA DE APRESENTAÇÃO DOS PRODUTOS	77
13. PRAZOS DE EXECUÇÃO E DE VIGÊNCIA DO CONTRATO.....	78
14. FORMAS DE PAGAMENTO	78
15. REUNIÃO DE PARTIDA.....	80
16. REUNIÕES DE SUPERVISÃO E DE ACOMPANHAMENTO	80
17. PERFIL DA EMPRESA OU ENTIDADE E DA EQUIPE TÉCNICA.....	80
18. OBRIGAÇÕES DO CONTRATADO	82
19. OBRIGAÇÕES DO CONTRATANTE	82
20. CONTRATAÇÃO	82
21. BIBLIOGRAFIA	84





LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Unidades Territoriais Estratégicas (UTES) e Subcomitês de Bacia Hidrográfica (SCBH) na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas 23

Figura 2 – Mapa da bacia hidrográfica do Rio São Francisco e inserção da sub-bacia do rio das Velhas 33

Figura 3 – Figura 1 Nicho isotópico representando a estrutura trófica das comunidades de peixes do Rio Cipó (afluente mais preservado da bacia do Rio das Velhas) e do Rio Jequitibá (afluente com influência de atividades antrópicas). Os pontos representam os peixes e as elipses delimitam a área do nicho no espaço bi-plot. 39

Figura 4 – Variação na assinatura de nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) das algas amostradas na Bacia do Rio das Velhas. Valores muito baixos (azul escuro e azul água) ou muito altos (laranja e vermelho) indicam que alguma atividade antrópica tem influenciado os ambientes aquáticos destes locais. 41

Figura 5 – Pontos monitorados em etapas anteriores do projeto (calha e “velhos” afluentes”) 51

Figura 6 – Pontos monitorados nas lagoas marginais 53

Figura 7 – Pontos de coleta nos “novos” afluentes 54

Figura 8 – Pontos de coleta nos riachos de cabeceira 55

Figura 9 – Pontos de coleta de ovos e larvas 57

Figura 10 – Pontos de coleta nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) 58

Figura 11 – Rede de ictioplâncton equipada com fluxômetro. 61





LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição das coletas a serem realizadas, por etapas. 44

Tabela 2 – Cronograma de execução do projeto, por ano. 48

Tabela 3 – Pontos de coleta na calha do Rio das Velhas (8 pontos) 50

Tabela 4 – Pontos de coleta nos “velhos” afluentes do Rio das Velhas (11 pontos) 50

Tabela 5 – Pontos de coleta nas lagoas marginais (5 pontos) 52

Tabela 6 – Pontos de coleta nos “novos” afluentes (5 pontos) 52

Tabela 7 – Pontos de coleta nos riachos de cabaceira (6 pontos) 52

Tabela 8 – Pontos de coleta de ovos e larvas 56

Tabela 9 – Pontos de coleta nas ETEs 56





LISTA DE SIGLAS

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

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

CTECOM – Câmara Técnica de Educação, Comunicação e Mobilização do CBH Rio das Velhas

DN – Deliberação Normativa

ETE – Estação de Tratamento de Esgotos

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

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas

IRMS - Isotope RatioMass Spectrometer

MAP – Monitoramento Ambiental Participativo

PPA – Plano Plurianual de Aplicação

PPA – Plano Plurianual de Aplicação

RMBH – Região Metropolitana de Belo Horizonte

SCBH – Subcomitês de Bacia Hidrográfica

TDR – Termo de Referência

UTE – Unidades Territoriais Estratégicas





1. INTRODUÇÃO

A Lei Federal nº 9433, de 08 de janeiro de 1997, chamada lei das águas, define no artigo 1º, inciso VI que “a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades”; da mesma forma no inciso V, define que “a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos”. A bacia hidrográfica é definida como unidade territorial de planejamento e gestão, em detrimento de outras unidades político-administrativas como municípios, estados e regiões (SALDANHA, 2003:125).

Todavia, a dimensão de análise proposta incorpora uma pluralidade de poderes e interesses, muitas vezes conflitantes e incompatíveis, de forma que foi proposto um novo instrumento que por sua diversidade de protagonistas intencionava a participação e a descentralização dos poderes: os Comitês de Bacias Hidrográficas.

Diversos comitês foram criados, entre eles o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (CBH Rio das Velhas) cuja área de atuação abrange 51 municípios, 29.173 km², com contribuição de 62% do PIB do Estado de Minas Gerais e uma população de aproximadamente 5 milhões de pessoas.

A Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas é subdividida em 23 (vinte e três) Unidades Territoriais Estratégicas (UTES). Conforme a Deliberação Normativa CBH Rio das Velhas nº 01, de 09 de fevereiro de 2012, a UTE refere-se à área hidrográfica, bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas, com características naturais, sociais e econômicas similares.

A história da implantação da gestão das águas em Minas Gerais tem uma grande referência na história e na atuação do CBH Rio das Velhas, um dos primeiros comitês no Estado de Minas Gerais, a ser criado pelo Decreto Estadual nº 39.692, de 29 de junho de 1998. A atuação desse comitê tem sido referência em trabalhos de mobilização junto à população da bacia e no aprimoramento da implantação da gestão das águas em Minas Gerais.





Os Subcomitês de Bacia Hidrográfica (SCBH) foram criados por meio da Deliberação Normativa (DN) 02/2004, do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. A medida é uma reafirmação da descentralização da gestão das águas na bacia do Rio das Velhas, partindo do pressuposto de que a participação dos subcomitês permite a inserção dos atores locais, qualificando os debates e análises sob a responsabilidade do CBH Rio das Velhas. Hoje existem 18 (dezoito) SCBH em funcionamento na bacia hidrográfica do Rio das Velhas e, portanto, apenas 5 (cinco) UTEs não possuem SCBH instituídos (Figura 1).

Os Subcomitês são, segundo o artigo 1º da DN 02/2004 do CBH Rio das Velhas, “grupos consultivos e propositivos”, com atuação nas sub-bacias hidrográficas do Rio das Velhas. Sua constituição, tal qual nos Comitês de Bacia, exige a presença de representantes da sociedade civil organizada, dos usuários de água e do poder público. *“Os subcomitês poderão ser consultados sobre conflitos referentes aos recursos hídricos e, também, poderão levar ao conhecimento do CBH Rio das Velhas e dos órgãos e entidades competentes os problemas ambientais porventura constatados em sua sub bacia”* (SEPÚLVEDA, 2006).

Desta forma, os subcomitês foram criados para incentivar a participação direta dos atores sociais nos processos de tomada de decisão. Sua atuação significa um grande avanço na representatividade e na articulação de entidades existentes nas sub bacias do Rio das Velhas.



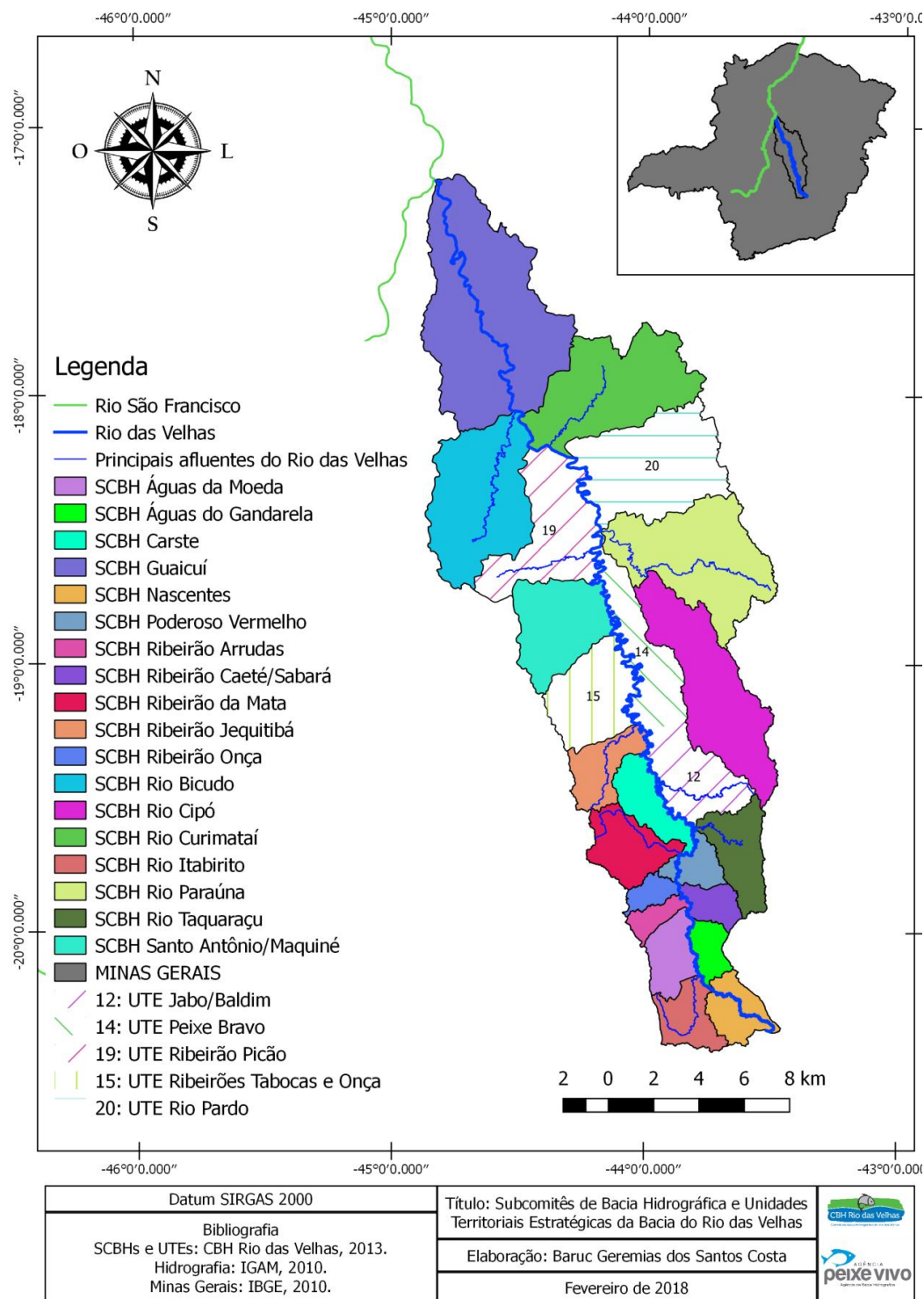


Figura 1 – Unidades Territoriais Estratégicas (UTES) e Subcomitês de Bacia Hidrográfica (SCBH) na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Em 2005 O CBH Velhas em parceria com a sociedade civil criou a META 2010 com o objetivo navegar, pescar e nadar no trecho metropolitano de Belo





Horizonte até o ano de 2010. São inegáveis os resultados positivos obtidos pela Meta 2010. Talvez o maior, mais visível e simbólico tenha sido a volta do peixe, algumas espécies já podendo ser capturadas na região próxima de Lagoa Santa.

A meta foi bem sucedida principalmente na região do baixo e do médio rio das Velhas. Estas áreas, beneficiadas pelas intervenções na RMBH, apresentaram melhorias significativas na qualidade das suas águas. Os relatos de pescadores e os dados obtidos pela Expedição Manuelzão 2009 demonstraram que o rio está se revitalizando, e o “milagre da multiplicação dos peixes” é confirmado por todos.

Dentre os avanços estratégicos alcançados pela meta 2010 podemos citar a implantação do tratamento secundário dos esgotos de Belo Horizonte através das ETEs Arrudas e Onça e o aumento da interceptação dos esgotos na região metropolitana. A prorrogação da meta para 2014 trouxe poucos avanços no processo de revitalização, restringindo-se ao aumento da interceptação dos esgotos, em especial na região da bacia da Pampulha.

Assim, é possível afirmar que numa avaliação qualitativa a Meta 2010-2014 atingiu 60% do esperado. Demonstrou na prática que a sociedade pode reverter o processo de degradação desde que estabeleça esse objetivo como uma meta política acordada entre sociedade e Estado. Desta forma as políticas públicas e práticas empresariais poderão ser avaliadas pela qualidade das águas de uma bacia hidrográfica.

Para dar sequência ao processo de revitalização o CBH Velhas lançou em 5 de junho de 2018 o Programa Revitaliza, incorporando ações definidas no Plano Diretor da Bacia do Rio das Velhas 2015 focando em três objetivos principais:

- I. Recuperação de passivo ambiental – tratamento de esgotos e melhoria de qualidade de vida
- II. Preservação e produção de água, manutenção da biota aquática
- III. Gestão ambiental e participação social.





Para nortear ações a serem desenvolvidas bem como avaliar os resultados obtidos são fundamentais a definição e a avaliação de indicadores.

Assim o biomonitoramento encaixa exatamente no grupo de indicadores biológicos que possibilitam classificar a qualidade do corpo hídrico pela biodiversidade nele existente, tanto na escala espacial, quanto em escala temporal, comparando os resultados obtidos desde 1999 (ALVES & POMPEU, 2000). Com os resultados poderemos avaliar se efetivamente os trechos do rio das Velhas estão atingindo os parâmetros definidos no máximo para classe II e a contribuição dos afluentes na manutenção da biota aquática.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

A Agência de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo (Agência Peixe Vivo) é uma associação civil, pessoa jurídica de direito privado, composta por empresas usuárias de recursos hídricos e organizações da sociedade civil, tendo como objetivo a execução da Política de Recursos Hídricos deliberada pelos Comitês de Bacia Hidrográfica.

A Agência Peixe Vivo, criada em 15 de setembro de 2006, e equiparada no ano de 2007 à Agência de Bacia Hidrográfica (denominação das Agências de Água definida no Estado de Minas Gerais, de acordo com a Lei Estadual nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999) por solicitação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas é composta por Assembleia Geral, Conselho de Administração, Conselho Fiscal e Diretoria Executiva.

O CBH Rio das Velhas é composto por 28 membros titulares e 28 suplentes, sendo sua estruturação paritária entre Poder Público Estadual, Poder Público Municipal, Usuários de Recursos Hídricos e Sociedade Civil Organizada, cada segmento com 07 representantes titulares e 07 suplentes. No artigo 1º do Decreto nº 39.692, destacam-se as finalidades do mesmo CBH Rio das Velhas, qual seja, o de promover, no âmbito da gestão de recursos hídricos, a viabilização técnica e econômica e financeira de programas de investimento e consolidação da política de





estruturação urbana e regional, visando o desenvolvimento sustentado da bacia.

Em outubro de 2017, o CBH Rio das Velhas, por meio da Deliberação Nº 07/2017, aprovou o Plano Plurianual de Aplicação (PPA) dos recursos da cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio das Velhas, referente aos exercícios de 2018 a 2020. O PPA foi organizado em três Eixos, a saber: Eixo I- Programas e Ações de Gestão; Eixo II- Programas e Ações de Planejamento; e Eixo III- Programas e Ações Estruturais.

No Eixo II, para a rubrica II.3.1.3 está prevista a realização do Biomonitoramento na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, para dar continuidade ao projeto que acontece desde 1999, e já contou com diversas fontes de financiamento. Nos últimos anos (2015-2017), o projeto foi financiado pelo CBH Rio das Velhas, com recursos advindos da cobrança pelo uso da água na Bacia.

3. JUSTIFICATIVA

Ao contrário da maioria dos rios brasileiros, o Rio das Velhas foi um dos poucos a ser estudado exaustivamente no passado. As viagens realizadas por Johannes Theodor Reinhardt entre 1850-1852 e 1854-1856 à região do alto rio das Velhas, próximo a Lagoa Santa, foram fundamentais para o conhecimento da ictiofauna da bacia do rio São Francisco naquela época (Alves & Pompeu, 2010).

Por outro lado, a expansão das atividades agropecuárias no médio e baixo rio das Velhas e da mineração e garimpo no alto rio das Velhas e nas cabeceiras de afluentes deram início ao processo de degradação da bacia (Dean, 1996). Acrescenta-se a isso a transferência da capital do estado para Belo Horizonte, em 1897, e a rápida industrialização da região circunvizinha. Com isso formou-se um aglomerado de 34 municípios que hoje formam a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH).

O Programa de Biomonitoramento na Bacia Hidrográfica de Peixes do Rio das Velhas ocorre desde 1999 com o objetivo de avaliar os impactos ambientais na bacia por meio do monitoramento da comunidade de peixes. Por serem sensíveis à qualidade ambiental, a presença ou ausência de determinadas espécies





pode ser bioindicador do grau de degradação da bacia. Além desse tipo de monitoramento ser incomum há 20 anos atrás, atualmente o projeto destaca-se pela inovação de incorporar novas abordagens e técnicas de vanguarda na análise da qualidade ambiental na bacia do rio das Velhas.

Em relação às análises de ocorrência, abundância, riqueza e diversidade de peixes, tanto na escala temporal – ao longo dos anos, ou na escala espacial – nas porções do Alto, Médio e Baixo rio das Velhas, bem como na calha principal e afluentes, é possível acompanhar os efeitos da ação antrópica sobre o ambiente. Esses efeitos se referem às ações de degradação – ocupação desordenada, desmatamento, poluição, etc., ou de revitalização – tratamento de esgotos, recomposição de vegetação ciliar, disposição adequada de resíduos, educação ambiental, etc. Os resultados mostraram como os peixes, bioindicadores de qualidade ambiental, respondem a essas ações humanas, e nos indicam a necessidade de atuar para conter eventuais fontes de degradação e revertê-las em ações de revitalização da bacia.

Nesses quase 20 anos de atuação, foi possível detectar a volta de algumas espécies de peixes para áreas onde não ocorriam no passado recente, por causa do alto nível de degradação após a fundação da capital do estado de Minas Gerais e estabelecimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). Diversas espécies, com características distintas (por exemplo sensíveis à qualidade da água, migradoras, ou que ocupam o leito do rio ou a coluna d'água), foram registradas se aproximando da RMBH em função da construção e operação das duas principais Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) do estado de Minas Gerais (ETE Arrudas e ETE Onça). Porém, a última fase de estudos, entre os anos 2015-2017, contratada pelo CBH Rio das Velhas através da AGB-Peixe Vivo, demonstrou que esse avanço se estabilizou em um nível melhor que antes do tratamento dos esgotos, mas ainda aquém do nível desejável, ensejando novas ações como a ampliação dos níveis de tratamento de esgotos e incorporação do tratamento terciário (remoção de nutrientes e organismos patogênicos, principalmente) nas ETEs, para que o processo de eutrofização nos cursos d'água possa ser revertido.

Paralelamente, os estudos nos tributários indicaram os afluentes que apresentaram melhores condições, e que devem ser preservados, e aqueles em





acelerado processo de degradação, onde há necessidade de intervenções para promover sua revitalização. É importante destacar que os afluentes do rio das Velhas conseguem “proteger” cerca de 70% da fauna conhecida na bacia, atuando como importantes repositórios naturais das suas espécies.

Além disso, na última fase do projeto aplicou-se uma ferramenta inovadora, que foi o estudo do fluxo de energia no ecossistema, ou seja, das principais fontes de energia para os organismos aquáticos, por meio das análises de isótopos estáveis. Em resumo, essas análises buscaram evidenciar se as fontes de Carbono e Nitrogênio presentes nos tecidos dos peixes são provenientes do material vegetal natural que compõe as matas ciliares, algas e plantas aquáticas, ou dos esgotos domésticos, indicando a deterioração da qualidade da água (eutrofização).

Nos últimos anos essa técnica, que permite avaliar quais recursos sustentam as teias alimentares, vem sendo aplicada por diversos pesquisadores e tem se mostrado muito eficiente e promissora. Além disso, todos os anos novas análises estatísticas estão sendo propostas com o intuito de extrair mais informações através dos dados obtidos com o uso dessa ferramenta.

Uma interface importante é o compartilhamento das informações ao longo do projeto com as comunidades, especialmente dos subcomitês e das escolas, através de atividades de mobilização social, no âmbito do Monitoramento Ambiental Participativo (MAP), que buscaram envolver a população ribeirinha, estudantes, professores, pesquisadores e o público em geral em atividades socioeducativas para valorização, monitoramento e preservação da bacia hidrográfica do rio das Velhas.

Apesar dos resultados dos últimos dois anos do projeto terem indicado uma possível estabilização em relação à riqueza de espécies de peixes em diferentes porções da calha do Rio das Velhas, a continuidade deste projeto justifica-se, principalmente, pelas novas abordagens propostas, ampliação de investigações em locais pouco estudados da bacia, como as lagoas marginais, riachos de cabeceira e outros afluentes não estudados anteriormente, além da análise de novos extratos da biota aquática (invertebrados bentônicos) e terrestre (insetos), e ainda ovos e larvas de peixes.





O estudo dos invertebrados bentônicos através dos isótopos estáveis será um complemento às informações obtidas na fase anterior, juntamente com as novas amostragens previstas no presente Termo de Referência (TDR). A inclusão deste grupo se justifica porque é importante elo entre as fontes primárias de nutrientes e seus consumidores (entre eles os peixes), através de seus diversos atributos biológicos: coletores-filtradores, fragmentadores, coletores-catadores, raspadores e predadores. Até chegarem aos peixes, que podem se alimentar tanto das fontes primárias (no caso os herbívoros e frugívoros, por exemplo) quanto dos consumidores como os invertebrados bentônicos. Moléculas contendo Carbono e Nitrogênio podem passar por diversos caminhos, mostrando o fluxo energia no ecossistema.

Já o estudo dos insetos terrestres associados às matas ciliares será realizado pela primeira vez. As análises isotópicas realizadas anteriormente indicaram que em diferentes regiões da bacia do rio das Velhas a assinatura de algumas espécies de peixes aponta para a mata ciliar como importante fonte de carbono. Porém, somente com a avaliação isotópicas destes insetos será possível entender como este carbono é transferido para os sistemas aquáticos, se através de folhas, frutos e sementes, ou através de insetos que acabam caindo sobre os rios.

A abordagem de ovos e larvas de peixes nos permitirá ranquear quais os afluentes mais importantes para o recrutamento na bacia do rio das Velhas. Além disso, a coleta de ovos em proporções superiores que as larvas demonstra que o local de desova está mais próximo. O inverso indica que as áreas de desovas estão mais acima no rio. A determinação de locais de desova, com base em evidências científicas, é importante ferramenta de conservação e manejo, pois indicam áreas prioritárias para proteção (como Unidades de Conservação - parques, reservas, rios de preservação, etc.).

Além disso, fazem-se necessários novos estudos para investigar comportamentos anômalos identificados nas etapas anteriores do projeto, como, por exemplo, os altos valores de nitrogênio observados em dois afluentes de primeira ordem do Rio das Velhas (Jequitibá e Ribeirão da Mata).





Dessa forma, as novas abordagens propostas para este projeto irão contribuir para aprofundar o entendimento de como os poluentes podem estar alterando os ecossistemas aquáticos, além de fornecer informações que podem ser utilizadas na proposição de medidas de conservação dessa importante bacia.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

Realizar amostragens e monitoramento da ocorrência e distribuição da fauna de peixes e invertebrados, na calha principal, lagoas marginais, riachos de cabeceira, e afluentes do rio das Velhas, incluindo para estes últimos, pontos nunca antes monitorados, comparando com resultados anteriores. Aplicar a metodologia de isótopos estáveis para estudos dos efeitos da poluição sobre a fauna de peixes e invertebrados. Além disso, fortalecer o sistema de Monitoramento Ambiental Participativo (MAP) que permite o acompanhamento das mudanças da qualidade das águas do rio com a participação de ribeirinhos e a avaliação das possíveis causas da mortandade de peixes e outros organismos na bacia hidrográfica do rio das Velhas.

4.2 Objetivos Específicos

- Determinar a riqueza e a diversidade de peixes ao longo da calha do rio das Velhas;
- Determinar a riqueza e a diversidade de peixes em afluentes do rio das Velhas, incluindo pontos não monitorados em etapas anteriores do projeto;
- Determinar a riqueza e a diversidade de peixes em lagoas marginais e riachos de cabeceira do rio das Velhas;
- Comparar os dados coletados e resultados obtidos com dados de anos anteriores do projeto;
- Verificar o efeito da sazonalidade nas análises realizadas;
- Verificar se a recuperação da fauna de peixes do rio das Velhas continua a ocorrer, como demonstrado por Alves & Pompeu (2011);





- Aplicar a metodologia de isótopos estáveis para estudos dos efeitos da poluição sobre a fauna de peixes e invertebrados aquáticos e terrestres;
- Avaliar os efluentes (bruto e tratado) de diversas ETE's da bacia hidrográfica do rio das Velhas, a fim de enriquecer a discussão das análises dos isótopos estáveis;
- Contribuir com as informações geradas para subsidiar as ações do Programa Revitaliza – Rio Velhas, lançado em 2018.
- Dar continuidade às atividades do Monitoramento Ambiental Participativo (MAP), realizando atividades educativas com professores, alunos e demais moradores da bacia hidrográfica do Rio das Velhas;

Dar continuidade à seleção e capacitação dos "Amigos do Rio", para acompanhar a ocorrência de mortandades de peixes na bacia hidrográfica do rio das Velhas.



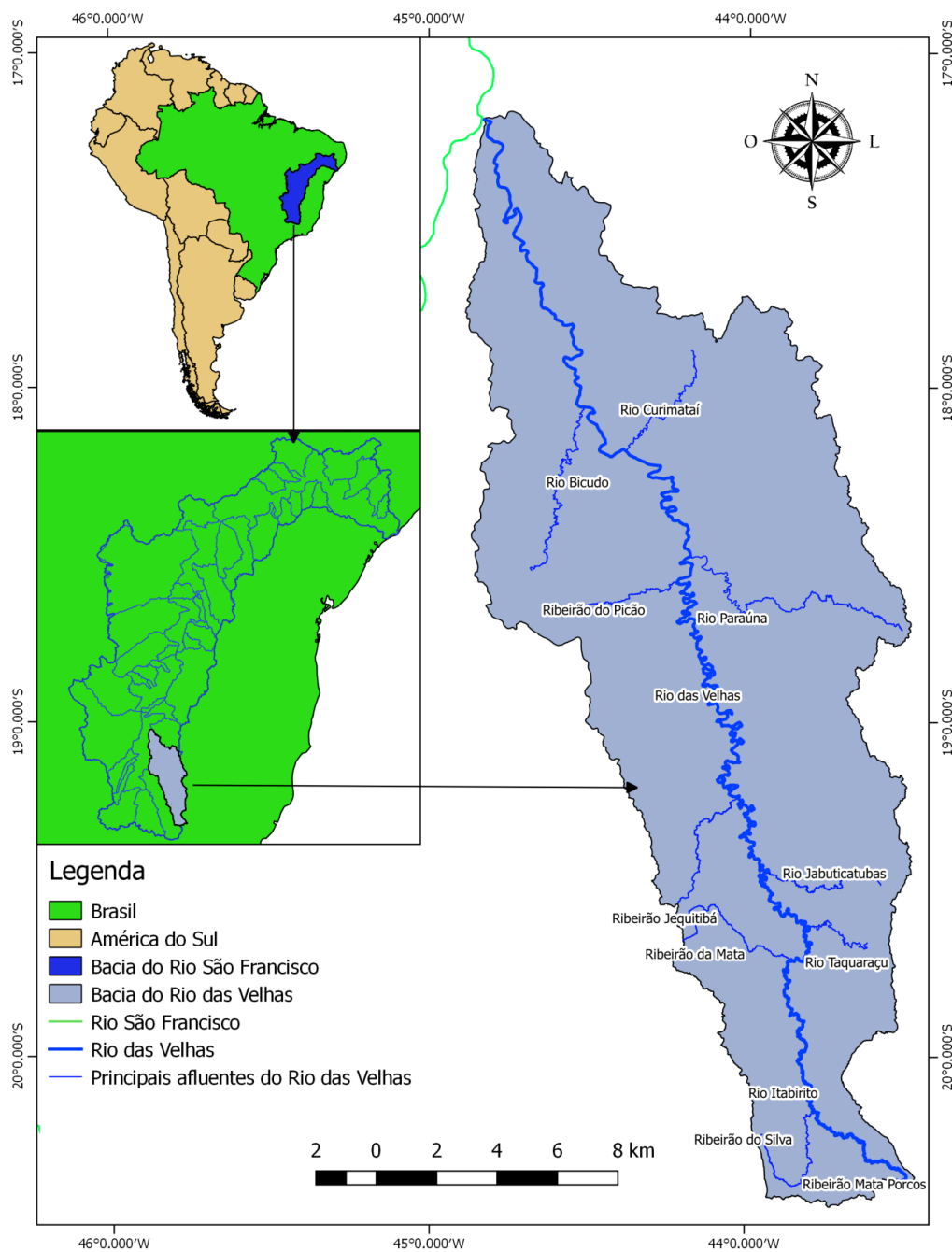


5. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo deste projeto é a bacia hidrográfica do rio das Velhas, que está localizada na região central do estado de Minas Gerais, entre as coordenadas 17° 15' e 20° 25' S - 43° 25' e 44° 50' W, apresentando uma forma alongada na direção norte-sul. O rio das Velhas é o maior afluente em extensão da bacia do rio São Francisco, tendo sua nascente no município de Ouro Preto, desaguando no rio São Francisco, a jusante da barragem de Três Marias. Possui cerca de 806,84 km de extensão e área de drenagem de 27.850km² (CONSÓRCIO ECOPLAN/SKILL, 2015) (Figura 2).

Integram a bacia do rio das Velhas, 51 municípios, e a população total abrangida é de 4,5 milhões de habitantes. Estes municípios têm uma importância econômica (42% do PIB mineiro) e social significativa devido à sua localização que inclui a maior parte da Região Metropolitana de Belo Horizonte (Polignano et al., 2001).





Datum SIRGAS 2000	Título: Localização da bacia do Rio das Velhas	
Bibliografia América do Sul e Brasil: ESRI, 2008. Hidrografia: ANA, 2015; CBH Rio das Velhas, 2013.	Elaboração: Baruc Geremias dos Santos Costa Fevereiro de 2018	

Figura 2 – Mapa da bacia hidrográfica do Rio São Francisco e inserção da sub-bacia do rio das Velhas





6. MARCO HISTÓRICO E BASE CONCEITUAL

Ao contrário da maioria dos rios brasileiros, o rio das Velhas foi um dos poucos a ser estudado exaustivamente no passado. As viagens realizadas por Johannes Theodor Reinhardt entre 1850-1852 e 1854-1856 à região do alto rio das Velhas, próximo a Lagoa Santa, foram fundamentais para o conhecimento da ictiofauna da bacia do rio São Francisco naquela época (ALVES & POMPEU, 2010).

A partir dessa época, a sub-bacia do rio das Velhas foi pouco estudada. Por outro lado, a expansão das atividades agropecuárias no médio e baixo rio das Velhas e da mineração e garimpo no alto rio das Velhas e nas cabeceiras de afluentes deram início ao processo de degradação da bacia (DEAN, 1996). Acrescente-se a isso a transferência da capital do estado para Belo Horizonte, em 1897, e a rápida industrialização da região circunvizinha. Com isso formou-se um aglomerado de municípios que hoje formam a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH).

Em 1997, inicia-se nova fase de estudos sobre a fauna de peixes de toda a sub-bacia do rio das Velhas, englobando os mais diversos ambientes (rio principal, afluentes, lagoas marginais, Lagoa Santa e Pampulha) (ALVES & POMPEU, 2000; 2002; 2006 e 2010, SANTOS et al., 2002).

Os trabalhos iniciais foram desenvolvidos paralelamente: a tradução da obra de Lütken, escrita em dinamarquês e latim arcaicos (LÜTKEN, 2010), e o levantamento da fauna de peixes atual. Os resultados das primeiras pesquisas são por um lado surpreendentes e por outro lado preocupantes. Quase uma centena de espécies foi registrada nas amostragens realizadas na calha do rio das Velhas e no rio Cipó (ALVES & POMPEU, 2010). Porém, outra constatação foi a forte pressão negativa exercida pela má qualidade da água da RMBH sobre os peixes; o ponto de coleta localizado no rio das Velhas próximo a Lagoa Santa apresentou as menores riqueza e diversidade (POMPEU et al., 2005).

Atualmente, a bacia vem experimentando um rápido processo de recuperação após o início da operação das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) dos rios Arrudas e Onça, que drenam os esgotos da região metropolitana de Belo Horizonte. O número de espécies a jusante da capital vem aumentando





consideravelmente, já que diversas espécies vêm sendo detectadas cada vez mais próximas da RMBH (POMPEU & ALVES, 2008), resultados corroborados também por estudos com a fauna bentônica (MORENO, 2008).

Estudos adicionais, financiados pelo CNPq (através do Fundo Setorial de Recursos Hídricos - CTHidro), vem possibilitando entender melhor a relação entre diversas espécies de peixes e invertebrados aquáticos e o ambiente hidráulico, como forma de subsidiar proposta de plano para a revitalização da estrutura física do rio, sobretudo naqueles trechos severamente afetados pela mineração.

Desta maneira, a bacia do rio das Velhas fornece cenário único para biomonitoramento e o desenvolvimento de índices de integridade biótica, uma vez que o nível de conhecimento sobre a sua fauna aquática vem aumentando continuamente, e mudanças vêm sendo observadas rapidamente na bacia, fazendo com que ferramentas de adequadas de avaliação se tornem necessárias.

Essas mudanças, em especial a diminuição do aporte de esgotos e a possível recuperação da mata ciliar, alteram diretamente o fluxo de carbono e nitrogênio no ambiente aquático. A avaliação deste fluxo é, portanto, reconhecido internacionalmente como uma das principais formas de monitoramento no nível ecossistêmico, o que é feito através da ferramenta de isótopos estáveis.

6.1 Importantes aplicações dos isótopos estáveis de Carbono e Nitrogênio em estudos ecológicos

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).

A utilização dessa ferramenta se baseia na premissa de que a razão isotópica (proporção entre os isótopos pesados e leves) varia de uma forma previsível conforme a ciclagem do elemento na natureza. A cada transformação





física, química e biológica pelo qual se passa a matéria orgânica, ocorre uma discriminação entre os seus isótopos, possibilitando sua utilização como traçadores naturais (BOUTTON, 1991). Com isso, o alimento ingerido e assimilado pelo animal irá refletir no sinal isotópico dos seus tecidos.

Os isótopos estáveis de carbono, nitrogênio, enxofre, hidrogênio e oxigênio são os mais conhecidos e utilizados pelos pesquisadores que estudam os ciclos de matéria e energia no ambiente (PEREIRA & BENEDITO-CECÍLIO, 2007). Os isótopos estáveis de H e O são utilizados na determinação da composição da água utilizada pelos vegetais, já os isótopos de C, N e S são utilizados para elucidar vias fotossintéticas, processos fisiológicos nos vegetais ou na determinação das fontes de alimento para consumidores em teias alimentares aquáticas ou terrestres (PEREIRA & BENEDITO-CECÍLIO, 2007). Entretanto, quando as cadeias alimentares são examinadas, os diferentes processos de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) destacam-se mais claramente. Portanto, esses são os isótopos são os mais utilizados por ecólogos em estudos que avaliam as relações tróficas.

A maioria dos estudos ecológicos expressam a composição isotópica pela notação delta (δ), que representam partes por mil (‰) de diferença do isótopo da amostra em relação ao padrão:

$$\delta X = [(R_{\text{amostra}}/R_{\text{padrão}}) - 1] \times 10^3$$

onde X é ^{13}C ou ^{15}N , e R é a razão correspondente $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ou $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$. Assim, os valores δX correspondem à razão entre isótopos pesados e leves na amostra (PETERSON & FRY, 1987).

Para a determinação da razão isotópica é necessária a utilização de um espectrômetro de massa ou "Isotope RatioMass Spectrometer" (IRMS) e a composição isotópica da amostra obtida no final de todo o processo é comparada com um padrão já conhecido (PETERSON; FRY, 1987). O Padrão para o carbono é o PBD, um fóssil de *Belemnitella americana* da formação Peedee da Carolina do Sul (EUA) e para o nitrogênio o padrão é o N_2 atmosférico (LAJTHA & MARSHALL, 1994).





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 fontes autotróficas 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}C , e 1,11 % é ^{13}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}C (MANETTA & BENEDITO-CECÍLIO, 2003). Diferentemente do método tradicional (análise do conteúdo estomacal), o isótopo de carbono de um animal irá refletir toda a sua história alimentar, uma vez que o carbono é acumulado no tecido animal durante toda a sua vida.

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).

Com base nos resultados do projeto desenvolvido entre os anos 2015/2017, são





apresentados dois exemplos de aplicação dos isótopos estáveis de carbono e nitrogênio em estudos ecológicos.

1) Avaliação da estrutura trófica das comunidades:

A partir dos valores de carbono e nitrogênio de cada organismo é possível inferir qual nível trófico ele ocupa em uma teia trófica. Além disso, é possível saber quais os recursos mais utilizados na alimentação desse organismo. Dessa forma, é possível obter informações sobre a complexidade das comunidades aquáticas, onde uma comunidade complexa seria aquela onde existem organismos ocupando vários níveis tróficos e que se alimentam de uma grande diversidade de recursos e onde ocorra uma menor sobreposição no nicho trófico das espécies. Por outro lado, teias tróficas simplificadas seriam aquelas onde os organismos ocupam níveis tróficos similares, se alimentam dos mesmos recursos e apresentam uma grande sobreposição de nichos.

Portanto, a utilização dos isótopos é extremamente útil na avaliação dos impactos antrópicos (como poluição, uso intensivo do solo, etc.) em ecossistemas aquáticos, pois permite saber como a estrutura trófica é afetada diante da degradação ambiental. Além disso, é uma ferramenta que pode ser aplicada tanto em nível de espécie, quanto em nível ecossistêmico.

✓ Em nível de espécie:

A composição isotópica de uma espécie endêmica da bacia do Rio das Velhas (*Phalloceros ua*) foi comparada com a de uma espécie exótica extremamente abundante na bacia (*Poecilia reticulata*). Observou-se que a poluição afeta a dieta das duas espécies de forma similar, entretanto a espécie exótica se alimenta diretamente do esgoto, o que pode ser uma característica que facilita a existência dessa espécie em locais muito poluídos.

✓ Em nível de comunidade:

A estrutura trófica das comunidades de peixes se altera com a poluição, o que pode ser avaliado analisando o nicho isotópico das comunidades. Como é o caso da comunidade de peixes do Rio Cipó (afluente mais preservado da Bacia) e dos peixes do Ribeirão Jequitibá (afluente poluído). Na Figura 3, os pontos



representam os valores isotópicos dos peixes e as elipses delimitam a comunidade. No Rio Cipó a comunidade de peixes apresenta um nicho isotópico típico de ambientes preservados, onde os peixes se alimentam de uma grande variedade de recursos alimentares (grande variação no eixo do $\delta^{13}\text{C}$ indica uma grande variedade nos recursos alimentares consumidos pelos peixes), apresentando uma variação de -21 a -32‰. Peixes do Rio Cipó ocupam aproximadamente 4 níveis tróficos, considerando-se que entre cada nível trófico ocorre um enriquecimento de aproximadamente 3‰ (avaliado pelo eixo do $\delta^{15}\text{N}$ que variou entre aproximadamente 6 e 15‰, onde 6‰ são os peixes que ocupam a base da teia trófica e 15‰ são os peixes que ocupam o topo). No Rio Jequitibá, observa-se que os peixes se alimentam de uma fonte similar de carbono (menor variação no eixo do $\delta^{13}\text{C}$, entre -20 e -27‰). Entretanto, há uma grande variação no eixo do $\delta^{15}\text{N}$, o que poderia indicar vários níveis tróficos, mas na realidade está ocorrendo porque esse afluente apresenta elevada concentração de nitrogênio (especialmente nitrato) proveniente de atividades antrópicas. Provavelmente esse nitrato é enriquecido em $\delta^{15}\text{N}$ (principalmente quando o esgoto doméstico é a principal fonte) e é assimilado pelos produtores primários (algas, macrófitas, etc.) que se tornam enriquecidos em $\delta^{15}\text{N}$. Conseqüentemente, os peixes que consomem esses recursos se tornam enriquecidos em $\delta^{15}\text{N}$ também. Vale salientar que valores de $\delta^{15}\text{N}$ típicos para peixes que ocupam o topo da teia trófica variam entre 12 e 18‰ (como observado no Rio Cipó). Valores próximos a 40‰ são completamente atípicos e indicam que alguma atividade antrópica está influenciando a estrutura trófica dos ambientes aquáticos.

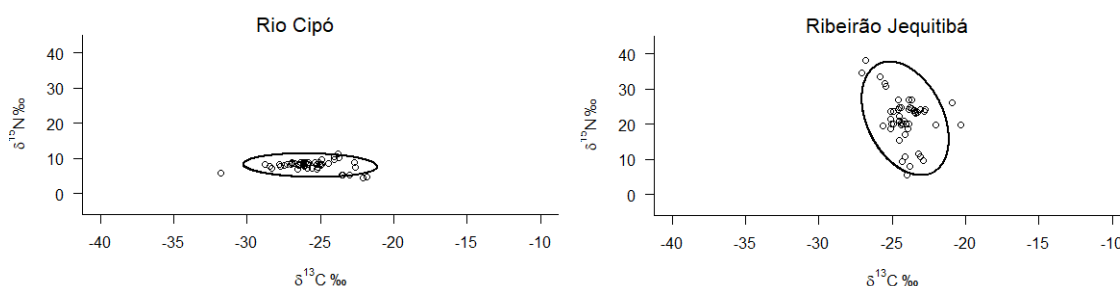


Figura 3 – Nicho isotópico representando a estrutura trófica das comunidades de peixes do Rio Cipó (afluente mais preservado da bacia do Rio das Velhas) e do Rio Jequitibá (afluente com influência de atividades antrópicas). Os pontos representam os peixes e as elipses delimitam a área do nicho no espaço bi-plot.



2) Identificação de fontes de poluentes:

A partir do valor de nitrogênio de recursos e consumidores é possível obter informações importantes sobre o grau de poluição dos copos d'água. Isso ocorre porque os valores de nitrogênio dos organismos que vivem nos ambientes aquáticos irão refletir a concentração de nitrogênio (nitrato, amônia, etc.) na água. Além disso, esses valores de nitrogênio também ajudam a determinar quais as principais fontes de poluição, uma vez que determinadas atividades promovem uma diminuição no valor de nitrogênio (como certas indústrias de fertilizantes) e certas atividades promovem um aumento no valor de nitrogênio (como a descarga de esgotos domésticos e pastagens).

A Figura 4 apresenta a variação dos valores de nitrogênio das algas coletadas na Bacia do Rio das Velhas. Valores considerados normais estão entre 3 e 8‰ (cor azul claro e verde claro). Valores muito baixos (azul escuro e azul água) ou muito altos (laranja e vermelho) indicam que alguma atividade antrópica tem influenciado os ambientes aquáticos destes locais.

Os valores de nitrogênio são “acumulados” de um nível trófico para o outro. Portanto, peixes que se alimentam de algas também refletirão essas alterações nos valores de nitrogênio.



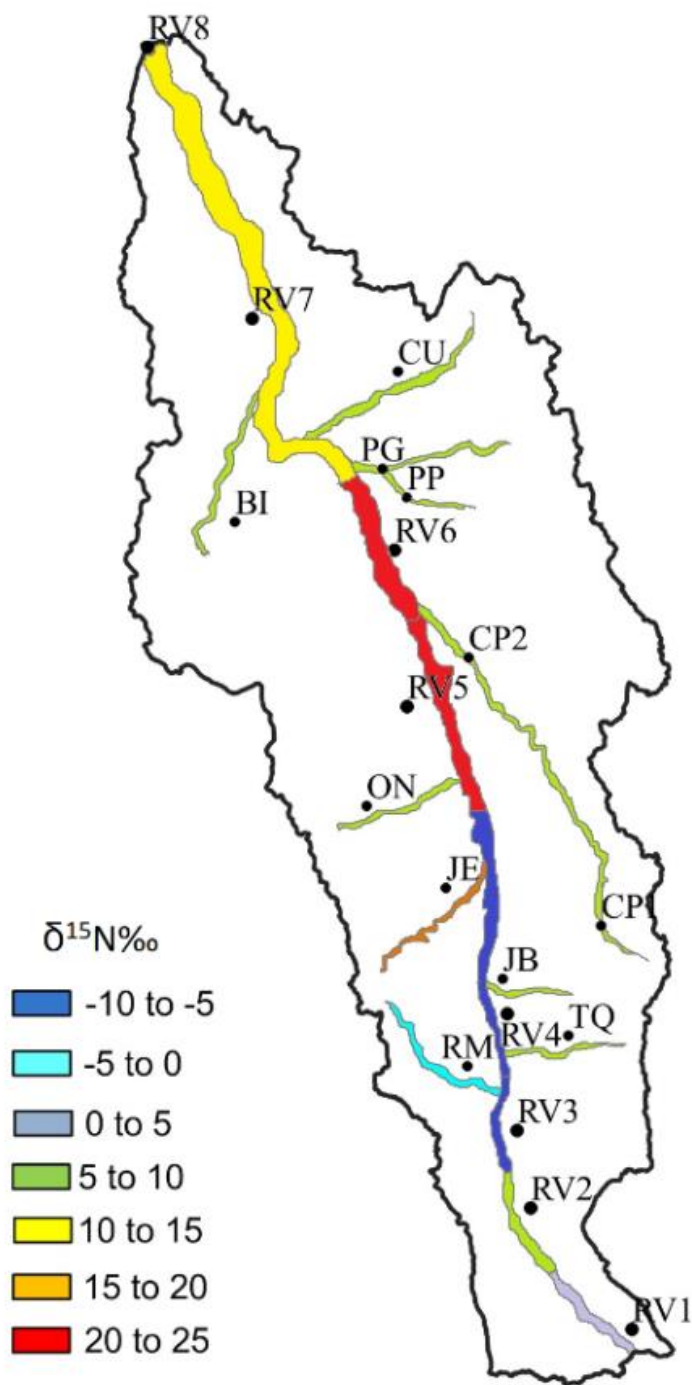


Figura 4 – Variação na assinatura de nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) das algas amostradas na Bacia do Rio das Velhas. Valores muito baixos (azul escuro e azul água) ou muito altos (laranja e vermelho) indicam que alguma atividade antrópica tem influenciado os ambientes aquáticos destes locais.



7. ESCOPO DO PROJETO E CRONOGRAMA

Este projeto será desenvolvido ao longo de 5 (cinco) anos. O seu escopo consiste, basicamente, na realização das seguintes atividades:

➤ **Biomonitoramento**

- ✓ Coletas e avaliação de peixes na calha do Rio das Velhas;
- ✓ Coletas e avaliação de peixes em afluentes do Rio das Velhas (pontos monitorados em etapas anteriores do projeto – chamados aqui de “velhos” afluentes; e pontos não monitorados em etapas anteriores do projeto – chamados aqui de “novos” afluentes);
- ✓ Coletas e avaliação de peixes em lagoas marginais do Rio das Velhas;
- ✓ Coletas de amostras de invertebrados em todos os locais amostrados na bacia do Rio das Velhas na primeira fase e nas coletas a serem realizadas na presente etapa;
- ✓ Aplicação da metodologia de isótopos estáveis de Carbono e Nitrogênio para estudos dos efeitos da poluição sobre a fauna de peixes e invertebrados em todos os locais amostrados;
- ✓ Coletas e avaliação do perifíton, algas filamentosas, matéria em suspensão, sedimentos (FPOM), vegetação (mata ciliar), bambu, gramíneas, serrapilheira (CPOM) e macrófitas aquáticas nos pontos amostrados, para subsidiar as análises de isótopos estáveis;
- ✓ Avaliação de parâmetros limnológicos básicos nos pontos amostrados: Temperatura (T), pH, Condutividade Elétrica (Cond.) e Oxigênio Dissolvido (OD);
- ✓ Avaliação dos efluentes (bruto e tratado) de 10 (dez) ETEs da bacia hidrográfica do rio das Velhas, através de análises de isótopos estáveis de Carbono e Nitrogênio;
- ✓ Avaliação de ovos e larvas em 6 afluentes da Bacia Hidrográfica do Rio





das Velhas, preliminarmente avaliados em bom estado de preservação.

A descrição de todas as etapas das coletas a serem realizadas, parâmetros e análises a serem processadas é apresentada na Tabela 1.

Para facilitar o entendimento, o cronograma do projeto ao longo dos seus 5 (cinco) anos de desenvolvimento é apresentado na Tabela 2. Ressalta-se que a descrição dos Produtos a serem entregues é apresentada no Item 11 deste Termo de Referência (TDR).

➤ **Monitoramento Ambiental Participativo (MAP)**

- ✓ Realização de oficinas sobre bacia hidrográfica e biomonitoramento, com a apresentação em linguagem acessível do escopo técnico do projeto e dos resultados já obtidos até hoje do biomonitoramento;
- ✓ Capacitação de professores e estudantes para desenvolvimento e aplicação da metodologia de monitoramento participativo;
- ✓ Seleção e treinamento de “Amigos do Rio”;
- ✓ Confeção de cartilhas educativas sobre revitalização do rio e biota aquática





Tabela 1 – Descrição das coletas a serem realizadas, por etapas.

Ano	Etapas	Locais e períodos de coleta	Materiais a coletar	Análises a serem processadas	Principais justificativas para as investigações
ANO 1	Etapa 1	1ª coleta nas lagoas marginais (início do período seco)	a) Peixes b) Invertebrados c) Perifíton d) Algas Filamentosas e) Matéria em suspensão f) Sedimento (FPOM) g) Vegetação, serrapilheira, CPOM e macrófitas	1) Riqueza, abundância e biometria de peixes 2) Isótopos estáveis - todos os materiais coletados ("a" a "g") 3) Caracterização limnológica básica (pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD) e temperatura)	Lagoas marginais foram monitoradas apenas 2 vezes nos anos anteriores do projeto. Além dos peixes, também serão investigados os invertebrados. Análises de isótopos estáveis na região das lagoas marginais nunca foram feitas anteriormente.
	Etapa 2	1ª coleta nos riachos 1ª coleta "novos" afluentes (período seco)	a) Peixes b) Invertebrados c) Perifíton d) Algas Filamentosas e) Matéria em suspensão f) Sedimento (FPOM) g) Vegetação, serrapilheira, CPOM e macrófitas	1) Riqueza, abundância e biometria de peixes 2) Isótopos estáveis - todos os materiais coletados ("a" a "g") 3) Caracterização limnológica básica (pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD) e temperatura)	Os locais indicados (riachos e "novos" afluentes) nunca foram monitoradas nos anos anteriores do projeto. Além dos peixes, também serão investigados os invertebrados. Análises de isótopos estáveis nestes locais também nunca foram feitas anteriormente. Neste caso, serão realizadas análises no período seco, no primeiro ano do projeto. Os resultados dos anos anteriores do projeto para o Ribeirão Jequitibá suscitaram novas investigações.
	Etapa 3	2ª coleta nas lagoas marginais (fim do período seco)	a) Peixes b) Invertebrados c) Perifíton d) Algas Filamentosas e) Matéria em suspensão f) Sedimento (FPOM) g) Vegetação, serrapilheira, CPOM e macrófitas	1) Riqueza, abundância e biometria de peixes 2) Isótopos estáveis - todos os materiais coletados ("a" a "g") 3) Caracterização limnológica básica (pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD) e temperatura)	Além das justificativas apresentadas na Etapa 1, as amostragens nas Lagoas Marginais seguem o padrão das duas etapas anteriores, com amostragens no início do período seco (quais espécies, principalmente migradoras, utilizaram as lagoas com fins reprodutivos) e até início do período chuvoso subsequente (quais delas foram capazes de permanecer e realizar o desenvolvimento inicial), sem desprezar as análises de composição, riqueza, abundância e biometria das espécies.
	Etapa 4	2ª coleta nos riachos 2ª coleta "novos" afluentes (período chuvoso)	a) Peixes b) Invertebrados c) Perifíton d) Algas Filamentosas e) Matéria em suspensão f) Sedimento (FPOM) g) Vegetação, serrapilheira, CPOM e macrófitas	1) Riqueza, abundância e biometria de peixes 2) Isótopos estáveis - todos os materiais coletados ("a" a "g") 3) Caracterização limnológica básica (pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD) e temperatura)	As mesmas justificativas apresentadas para a Etapa 2, entretanto, serão realizadas análises no período chuvoso. Avaliação da sazonalidade no primeiro ano do projeto (1ª rodada).





Ano	Etapa	Locais e períodos de coleta	Materiais a coletar	Análises a serem processadas	Principais justificativas para as investigações
ANO 2	Etapa 5	1ª coleta na calha 1ª coleta "velhos" afluentes (período seco)	b) Invertebrados c) Perifiton d) Algas Filamentosas e) Matéria em suspensão f) Sedimento (FPOM) g) Vegetação, serrapilheira, CPOM e macrófitas	2) Isótopos estáveis - materiais coletados ("b" a "g") 3) Caracterização limnológica básica (pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD) e temperatura)	Tratam-se dos pontos da calha e afluentes monitorados nos anos anteriores do projeto. Entretanto, nestes locais, análises de isótopos estáveis para invertebrados nunca foram feitas anteriormente. Período seco.
	Etapa 6	Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) da COPASA (período seco)	h) Efluente (bruto e tratado)	2) Isótopos estáveis - materiais coletados ("h") 3) Caracterização limnológica básica (pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD) e temperatura)	Incrementar as análises de isótopos estáveis. Na etapa anterior foram analisados os efluentes das ETEs Arrudas e Onça, apenas. Nesta etapa, os efluentes de outras 8 ETEs também serão analisados. Análises para o período chuvoso.
	Etapa 7	Afluentes (O&L-01 a O&L-06) (período chuvoso)	h) Ovos e larvas	3) Caracterização limnológica básica (pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD) e temperatura) 4) Análise quantitativa de ovos e larvas	As análises de ovos e larvas nunca foram feitas em anos anteriores do projeto. Apenas os afluentes "supostamente" mais preservados serão investigados.
	Etapa 8	2ª coleta na calha 2ª coleta "velhos" afluentes (período chuvoso)	b) Invertebrados c) Perifiton d) Algas Filamentosas e) Matéria em suspensão f) Sedimento (FPOM) g) Vegetação, serrapilheira, CPOM e macrófitas	2) Isótopos estáveis - materiais coletados ("b" a "g") 3) Caracterização limnológica básica (pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD) e temperatura)	As mesmas justificativas apresentadas para a Etapa 5, entretanto, para o período chuvoso. Avaliação da sazonalidade em um ano hidrológico do projeto.
	Etapa 9	Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) da COPASA (período chuvoso)	h) Efluente (bruto e tratado)	2) Isótopos estáveis - materiais coletados ("h") 3) Caracterização limnológica básica (pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD) e temperatura)	As mesmas justificativas apresentadas para a Etapa 6, entretanto, para o período seco. Permitir avaliação da sazonalidade.





Ano	Etapa	Locais e períodos de coleta	Materiais a coletar	Análises a serem processadas	Principais justificavas para as investigações
ANO 3	Etapa 10	3ª coleta nas lagoas marginais (início do período seco)	a) Peixes b) Invertebrados	1) Riqueza, abundância e biometria de peixes 3) Caracterização limnológica básica (pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD) e temperatura)	Lagoas marginais foram monitoradas apenas 2 vezes nos anos anteriores do projeto. Além dos peixes, também serão investigados os invertebrados. Análises serão realizadas no início do período seco de um novo ano (início da 2ª rodada de análises nas lagoas marginais).
	Etapa 11	3ª coleta na calha (período seco)	a) Peixes	1) Riqueza, abundância e biometria de peixes 3) Caracterização limnológica básica (pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD) e temperatura)	Comparar os resultados com os anos anteriores do projeto. Optou-se por avaliar estes pontos da calha apenas no terceiro ano do projeto, para averiguar possíveis mudanças, como ampliação ou melhorias dos processos de tratamento de esgotos (tratamento terciário). Análises no período seco.
	Etapa 12	3ª coleta nos riachos 3ª coleta "novos" afluentes (período seco)	a) Peixes b) Invertebrados	1) Riqueza, abundância e biometria de peixes 3) Caracterização limnológica básica (pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD) e temperatura)	As mesmas justificativas apresentadas para a Etapa 2, entretanto, em um novo ano. Análises no período seco (2ª rodada nos riachos e "novos" afluentes).
	Etapa 13	4ª coleta nas lagoas marginais (fim do período seco)	a) Peixes b) Invertebrados	1) Riqueza, abundância e biometria de peixes 3) Caracterização limnológica básica (pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD) e temperatura)	As mesmas justificativas apresentadas para a Etapa 3, entretanto, em um novo ano. Análises no fim do período seco (fim da 2ª rodada nas lagoas marginanis).
	Etapa 14	4ª coleta na calha (período chuvoso)	a) Peixes	1) Riqueza, abundância e biometria de peixes 3) Caracterização limnológica básica (pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD) e temperatura)	As mesmas justificativas apresentadas para a Etapa 11, entretanto, para o período chuvoso.
	Etapa 15	4ª coleta nos riachos 4ª coleta "novos" afluentes (período chuvoso)	a) Peixes b) Invertebrados	1) Riqueza, abundância e biometria de peixes 3) Caracterização limnológica básica (pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD) e temperatura)	As mesmas justificativas apresentadas para a Etapa 2, entretanto, em um novo ano. Análises no período chuoso. Avaliação da sazonalidade no terceiro ano do projeto (2ª rodada nos riachos e "novos" afluentes).





Ano	Etapa	Locais e períodos de coleta	Materiais a coletar	Análises a serem processadas	Principais justificavas para as investigações
ANO 4	Etapa 16	5ª coleta na calha (período seco)	a) Peixes	1) Riqueza, abundância e biometria de peixes 3) Caracterização limnológica básica (pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD) e temperatura)	As mesmas justificativas apresentadas para a Etapa 11, entretanto, para um novo período seco. Permitir avaliação da sazonalidade em um ano hidrológico.

FPOM: Material Orgânico Particulado Fino

CPOM: Material Orgânico Particulado Grosso

"Novos" afluentes: são 5 pontos: Itabirito (IT-01); Paraúna (PA-01); Jequitibá 2 (JE-02); Jequitibá 3 (JE-03); e Córrego do Vinho (CV-01).

"Velhos" afluentes: são 11 pontos: Ribeirão da Mata (RM-01); Rio Taquaraçu (TQ-01); Rio Jaboticatubas (JB-01); Rio Cipó/Santana do Riacho (CP-01); Rio Cipó/Presidente Juscelino (CP-02); Rio Jequitibá (JE-01); Ribeirão do Onça (ON-01); Rio Pardo Pequeno (PP-01); Rio Pardo Grande (PG-01); Rio Bicudo (BI-01); e Rio Curimataí (CU-01).

Calha: são 8 pontos: 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).





Tabela 2 – Cronograma de execução do projeto, por ano.

Atividades	ANO 1											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Coletas				Etapa 1		Etapa 2		Etapa 3				Etapa 4
Processamento das amostras e análise resultados												
Desenvolvimento MAP												
Entrega de produtos	Produto 1				Produto 2						Produto 3	
Atividades	ANO 2											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Coletas					Etapa 5	Etapa 6					Etapa 7	Etapa 7
Coletas											Etapa 8	Etapa 9
Processamento das amostras e análise resultados												
Desenvolvimento MAP												
Entrega de produtos					Produto 4						Produto 5	
Atividades	ANO 3											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Coletas	Etapa 7	Etapa 7		Etapa 10	Etapa 11	Etapa 12	Etapa 13				Etapa 14	Etapa 15
Processamento das amostras e análise resultados												
Desenvolvimento MAP												
Entrega de produtos					Produto 6						Produto 7	
Atividades	ANO 4											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Coletas					Etapa 16							
Processamento das amostras e análise resultados												
Desenvolvimento MAP												
Entrega de produtos					Produto 8						Produto 9	
Atividades	ANO 5											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Coletas												
Processamento das amostras e análise resultados												
Desenvolvimento MAP												
Entrega de produtos					Produto 10						Produto 11	





8. PONTOS DE COLETA E MONITORAMENTO

Como citado anteriormente, os pontos de coleta e monitoramento localizam-se nas seguintes regiões:

- ✓ Calha do Rio das Velhas;
- ✓ Afluentes já monitorados em etapas anteriores do projeto (chamados aqui de “velhos” afluentes”);
- ✓ Afluentes não monitorados em etapas anteriores do projeto (chamados aqui de “novos” afluentes”);
- ✓ Lagoas marginais;
- ✓ Riachos de cabeceira;
- ✓ Cursos d’água para coleta de ovos e larvas;
- ✓ Estações de tratamento de esgotos (ETEs).

As especificações e coordenadas desses pontos são apresentadas nas tabelas (Tabela 3, Tabela 4, Tabela 5,

Localização Geográfica dos pontos de coleta a realizar nas lagoas marginais do Rio das Velhas			
Nome da lagoa	Coordenadas	Altitude (m)	Município
Lagoa do Grupo Ida	23 K 525872 E 8073651 N	479	Várzea da Palma
Lagoa da Olaria	23K 534385 E 8052290 N	496	Várzea da Palma
Lagoa Peri-Peri	23K 528876 E 8072052 N	484	Várzea da Palma
Lagoa do Saco	23K 522786 E 8088389 N	482	Pirapora
Lagoa da Capivara	23K 522533 E 8085490 N	492	Várzea da Palma

Tabela 6, Tabela 7, Tabela 8 e Tabela 9) e mapas (Figura 5, Figura 6, Figura 7, Figura 8, Figura 9 e Figura 10 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) que se seguem.



**Tabela 3 – Pontos de coleta na calha do Rio das Velhas (8 pontos)**

Localização Geográfica dos pontos de coleta na calha do Rio das Velhas			
Trecho da Calha	Coordenadas	Altitude (m)	Município
São Bartolomeu (RV-01)	23K 649606 E 7753356 N	1010	Ouro Preto
Bela Fama (RV-02)	23K 622454 E 7785916 N	729	Nova Lima
Santa Luzia (RV-03)	23K 618796 E 7806723 N	674	Santa Luzia
Lagoa Santa (RV-04)	23K 616174 E 7838041 N	658	Lagoa Santa
Santa Rita do Cedro (RV-05)	23K 589298 E 7920498 N	567	Curvelo
Senhora da Glória (RV-06)	23K 585926 E 7962502 N	552	Corinto
Lassance (RV-07)	23K 547752 E 8024649 N	495	Lassance
Barra do Guaicuí (RV-08)	23K 519793 E 8097515 N	464	Várzea da Palma

Tabela 4 – Pontos de coleta nos “velhos” afluentes do Rio das Velhas (11 pontos)

Localização Geográfica dos pontos de coleta nos “velhos” afluentes do Rio das Velhas			
Curso d'água	Coordenadas	Altitude (m)	Município
Ribeirão da Mata (RM-01)	23K 605473 E 7823991 N	684	Pedro Leopoldo
Rio Taquaraçu (TQ-01)	23K 632551 E 7832196N	677	Taquaraçu de Minas
Rio Jaboticatubas (JB-01)	23K 614931 E 7847433 N	651	Jaboticatubas
Rio Cipó (CP-01)	23K 641315 E 7861707 N	757	Santana do Riacho
Rio Jequitibá (JE-01)	23K 599696 E 7871820 N	621	Jequitibá
Rio da Onça (ON-01)	23K 578454 E 7893841 N	632	Cordisburgo
Rio Cipó (CP-02)	23K 605789 E 7933699 N	567	Presidente Juscelino
Rio Bicudo (BI-01)	23K 543117 E 7970099 N	564	Corinto
Rio Pardo Pequeno (PP-01)	23K 589183 E 7976666 N	524	Santo Hipólito
Rio Pargo Grande (PG-01)	23K 582728 E 7984340 N	513	Santo Hipólito
Rio Curimataí (CU-01)	23K 586829 E 8010438 N	518	Augusto de Lima



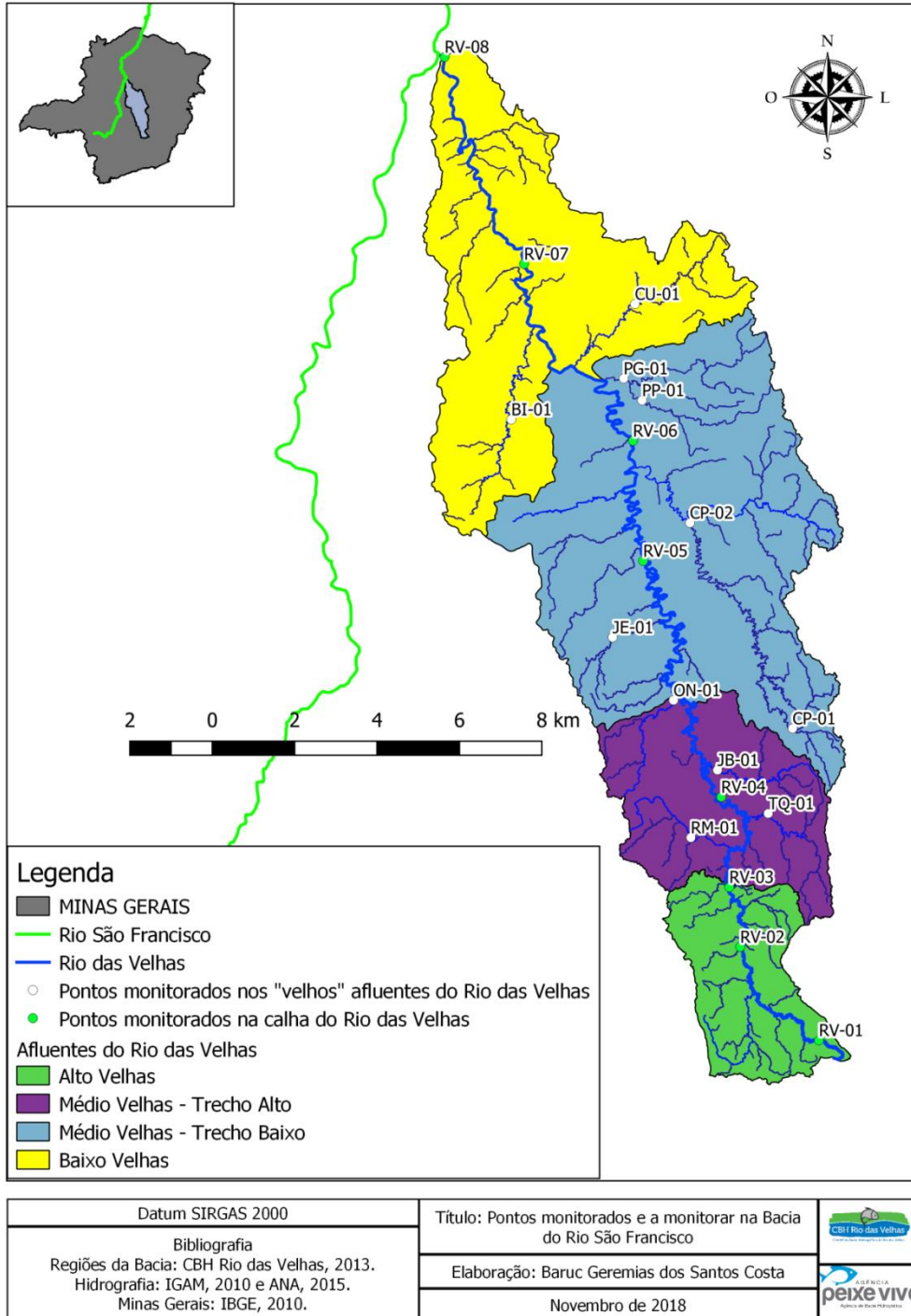


Figura 5 – Pontos monitorados em etapas anteriores do projeto (calha e “velhos” afluentes)

**Tabela 5 – Pontos de coleta nas lagoas marginais (5 pontos)**

Localização Geográfica dos pontos de coleta a realizar nas lagoas marginais do Rio das Velhas			
Nome da lagoa	Coordenadas	Altitude (m)	Município
Lagoa do Grupo Ida	23 K 525872 E 8073651 N	479	Várzea da Palma
Lagoa da Olaria	23K 534385 E 8052290 N	496	Várzea da Palma
Lagoa Peri-Peri	23K 528876 E 8072052 N	484	Várzea da Palma
Lagoa do Saco	23K 522786 E 8088389 N	482	Pirapora
Lagoa da Capivara	23K 522533 E 8085490 N	492	Várzea da Palma

Tabela 6 – Pontos de coleta nos “novos” afluentes (5 pontos)

Localização Geográfica dos pontos de monitoramento nos "novos" afluentes do Rio das Velhas			
Curso d'água	Coordenadas*	Altitude (m)	Município
Itabirito (IT-01)	23 K 624188 E 7767349 N	882	Rio Acima
Paraúna (PA-01)	23K 608716 E 7938790 N	575	Santana de Pirapama
Jequitibá 2 (JE-02)	23K 588888 E 7859876 N	671	Sete Lagoas
Jequitibá 3 (JE-03) **	23K 585344 E 7840616 N	825	Sete Lagoas
Córrego do Vinho (CV-01)	23K 549056 E 8032324 N	511	Lassance

* As coordenadas apresentadas na tabela são apenas referências para a localização dos pontos. Entretanto, após o início dos trabalhos a CONTRATADA deverá confirmar os locais exatos de coleta, o que irá depender das condições de acesso, permissão dos proprietários, dentre outros fatores logísticos e aplicabilidade da metodologia.

** O ponto JB-03 poderá ser realocado para a categoria de riacho de cabeceira, a depender do porte do curso d'água, que deverá ser verificado em campo pela CONTRATADA, previamente à aprovação do Plano de Trabalho (Produto 1).

Tabela 7 – Pontos de coleta nos riachos de cabeceira (6 pontos)

Localização Geográfica dos pontos de monitoramento nos Riachos do Rio das Velhas			
Curso d'água	Coordenadas*	Altitude (m)	Município
Quadrilátero Ferrífero/Gandarela (Alto Velhas)**	23K 629550 E 7785018 S	1182	Raposos
Carste (Médio Alto Velhas)	23K 605136 E 7851853 S	643	Matozinhos
Cipó (Médio Baixo Velhas)**	23K 643781 E 7867317 S	743	Santana do Riacho
Cordisburgo/Curvelo (Médio Baixo Velhas)	23K 567499 E 7880789 S	755	Cordisburgo
Riacho das Pedras (Baixo Velhas)	23K 525412 E 8035807 S	572	Lassance
Riacho Fundo (Baixo Velhas)	23K 550464 E 8033248 S	507	Lassance

* As coordenadas apresentadas na tabela são apenas referências para a localização dos pontos. Entretanto, após o início dos trabalhos a CONTRATADA deverá confirmar os locais exatos de coleta, o que irá depender das condições de acesso, permissão dos proprietários, dentre outros fatores logísticos.

** Para os pontos sugeridos no Quadrilátero Ferrífero e Cipó, especialmente, além das questões logísticas, deverá ser verificado se os locais propostos se enquadram na categoria de riacho de cabeceira, ou seja, curso d'água com largura entre 5 a 10 metros, no máximo, e com poções e corredeiras. A CONTRATADA deverá fazer a verificação em campo, previamente à aprovação do Plano de Trabalho (Produto 1).



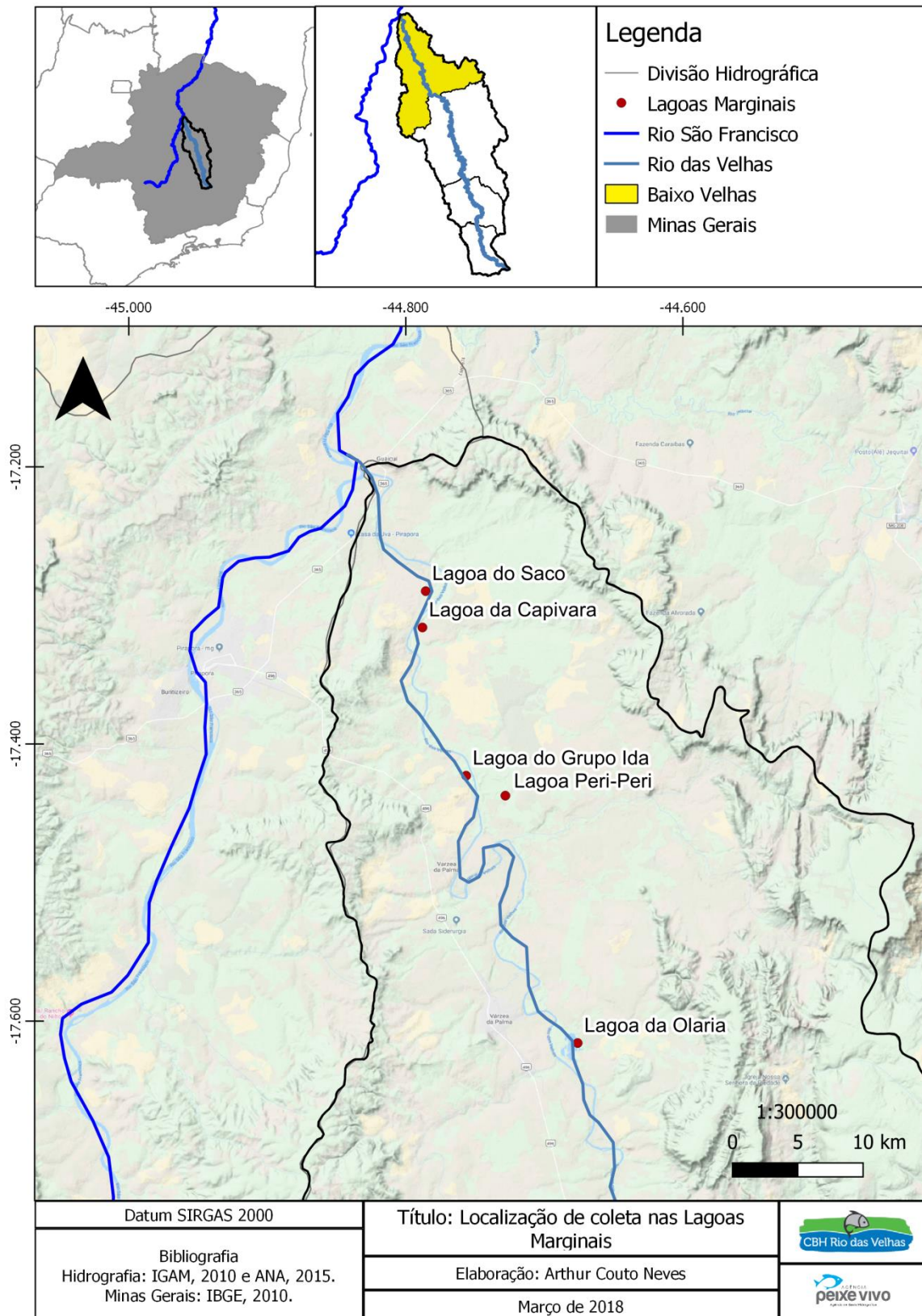
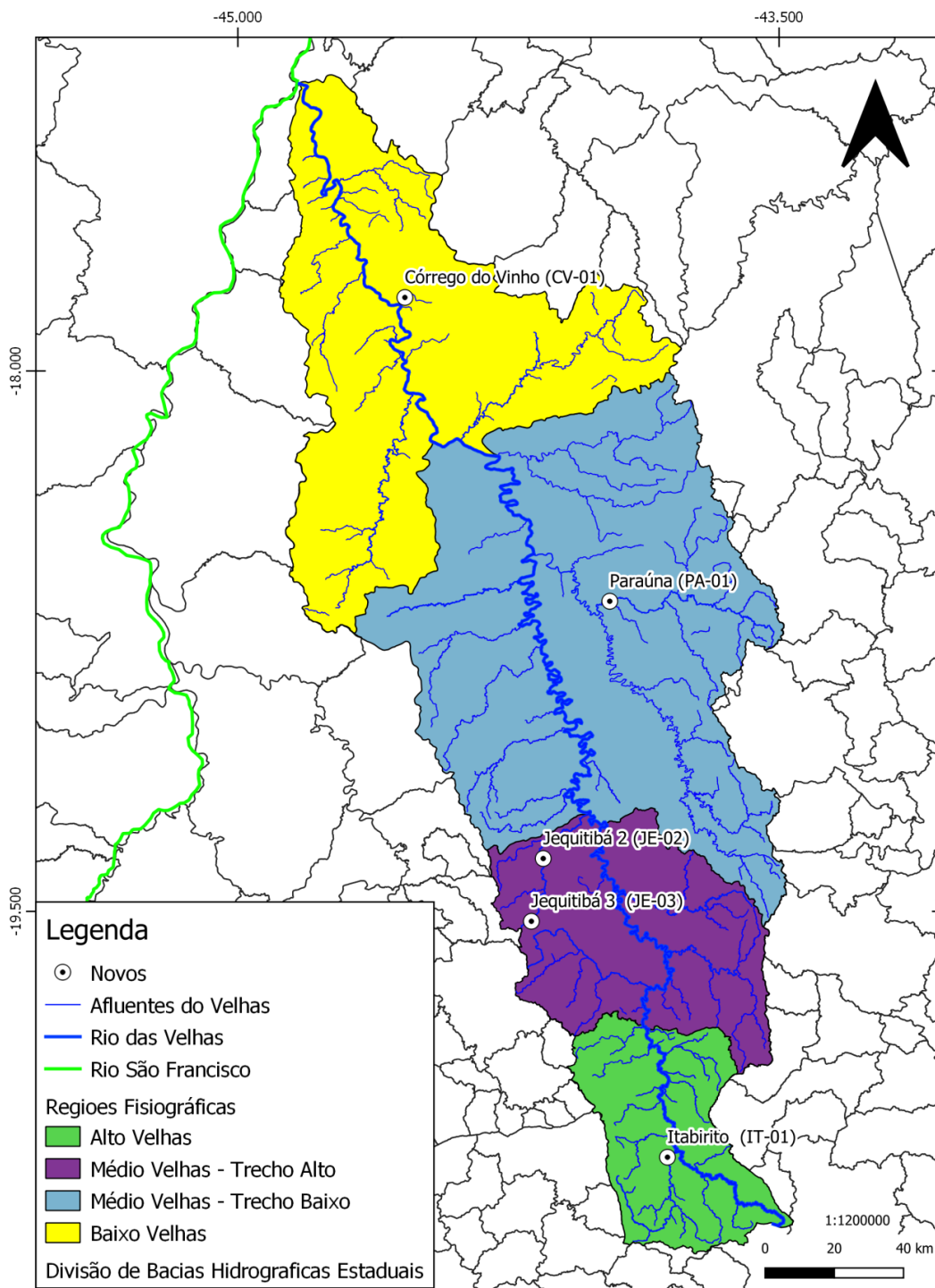
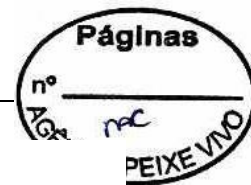


Figura 6 – Pontos monitorados nas lagoas marginais



Datum SIRGAS 2000	Título: Novos Pontos de Coleta	
Bibliografia Hidrografia: ANA, 2015; CBH Rio das Velhas, 2013.	Elaboração: Arthur Couto Neves	
	Fevereiro de 2018	

Figura 7 – Pontos de coleta nos “novos” afluentes



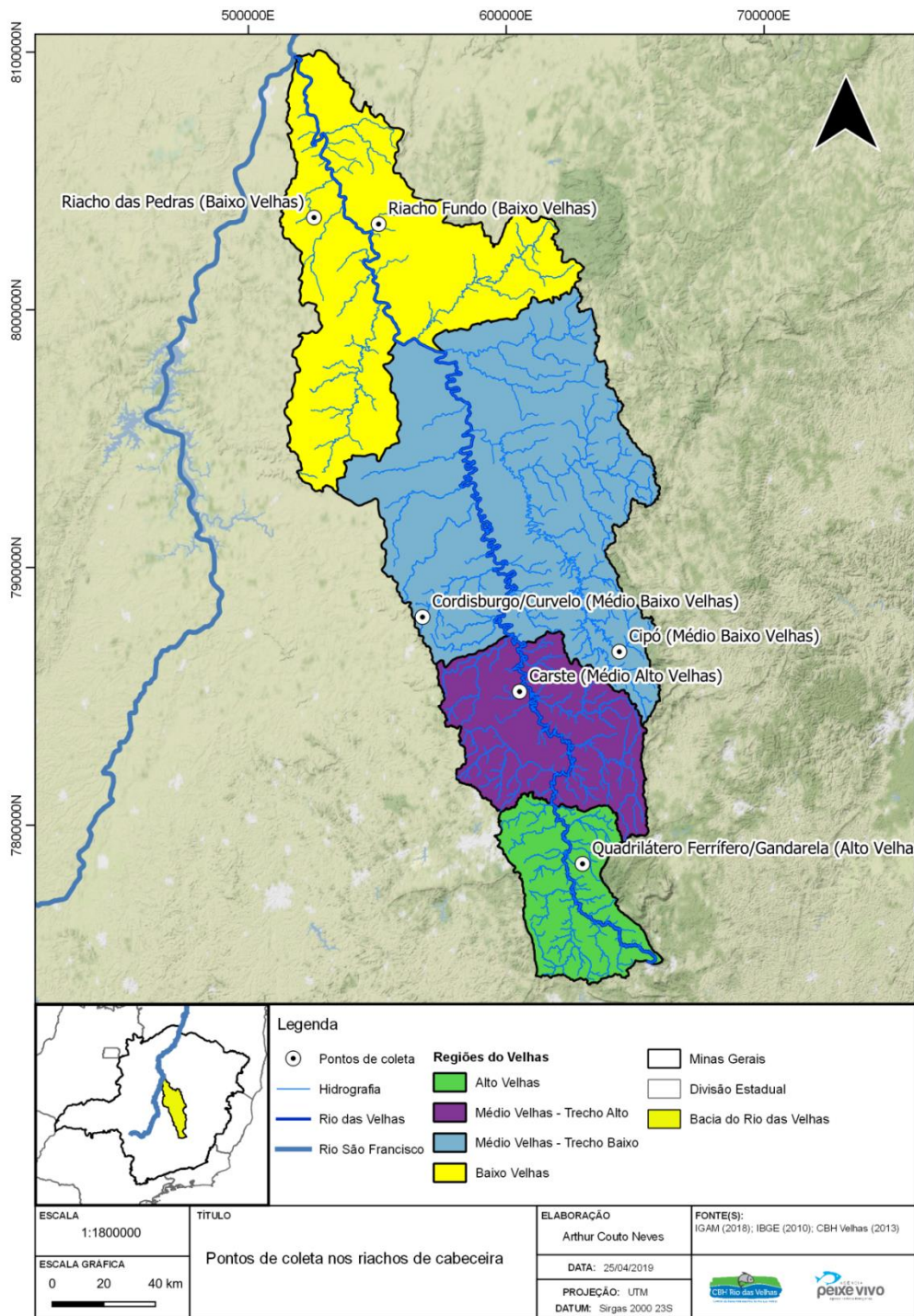


Figura 8 – Pontos de coleta nos riachos de cabeceira



**Tabela 8 – Pontos de coleta de ovos e larvas**

Nome	Município	Curso D'água	Coordenadas
O&L-01	Cordisburgo	Ribeirão da Onça	23k 7899025 N 593499 E
O&L-02	Curvelo	Ribeirão Maquiné	23k 7923993 N 586462 E
O&L-03	Santo Hipólito/Presidente Juscelino	Rio Paraúna	23k 7953054 N 590135 E
O&L-04	Augusto de Lima / Santo Hipólito	Rio Pardo	23k 7984662 N 579305 E
O&L-05	Augusto de Lima	Rio Curimataí	23k 7990944 N 566787 E
O&L-06	Corinto	Rio Bicudo	23k 8000710 N 549936 E

* As coordenadas apresentadas na tabela são apenas referências para a localização dos pontos. Entretanto, após o início dos trabalhos a CONTRATADA deverá confirmar os locais exatos de coleta, o que irá depender das condições de acesso, permissão dos proprietários, dentre outros fatores logísticos.

* Os pontos para coleta de ovos e larvas foram selecionados considerando o melhor estado de preservação, porte do rio e a distância de até 5 Km em relação à sua foz no rio das Velhas.

Tabela 9 – Pontos de coleta nas ETEs

Localização Geográfica das estações de tratamento de esgotos na Bacia do Rio das Velhas			
Curso d'água	Coordenadas	Altitude (m)	Município
ETE Vale do Sereno (COPASA)	23K 612380 E 7789139 N	745	Nova Lima
ETE Itabirito (SAAE)	23K 625138 E 7764874 N	838	Itabirito
ETE Arrudas (COPASA)	23K 617448 E 7799601 N	771	Belo Horizonte
ETE Onça (COPASA)	23K 615674 E 7807927 N	685	Belo Horizonte
ETE Ribeirão das Neves (COPASA)	23K 595557 E 7814550 N	804	Ribeirão das Neves
ETE Matozinhos (COPASA)	23K 597225 E 7834835 N	745	Matozinhos
ETE Buenópolis (COPASA)	23K 586471 E 8022474 N	986	Buenópolis
ETE Curvelo (COPASA)	23K 562800 E 7928200 N	766	Curvelo
ETE Corinto (COPASA)	23K 560944 E 7970498 N	620	Corinto
ETE Várzea da Palma (COPASA)	23K 529917 E 8054871 N	510	Várzea da Palma



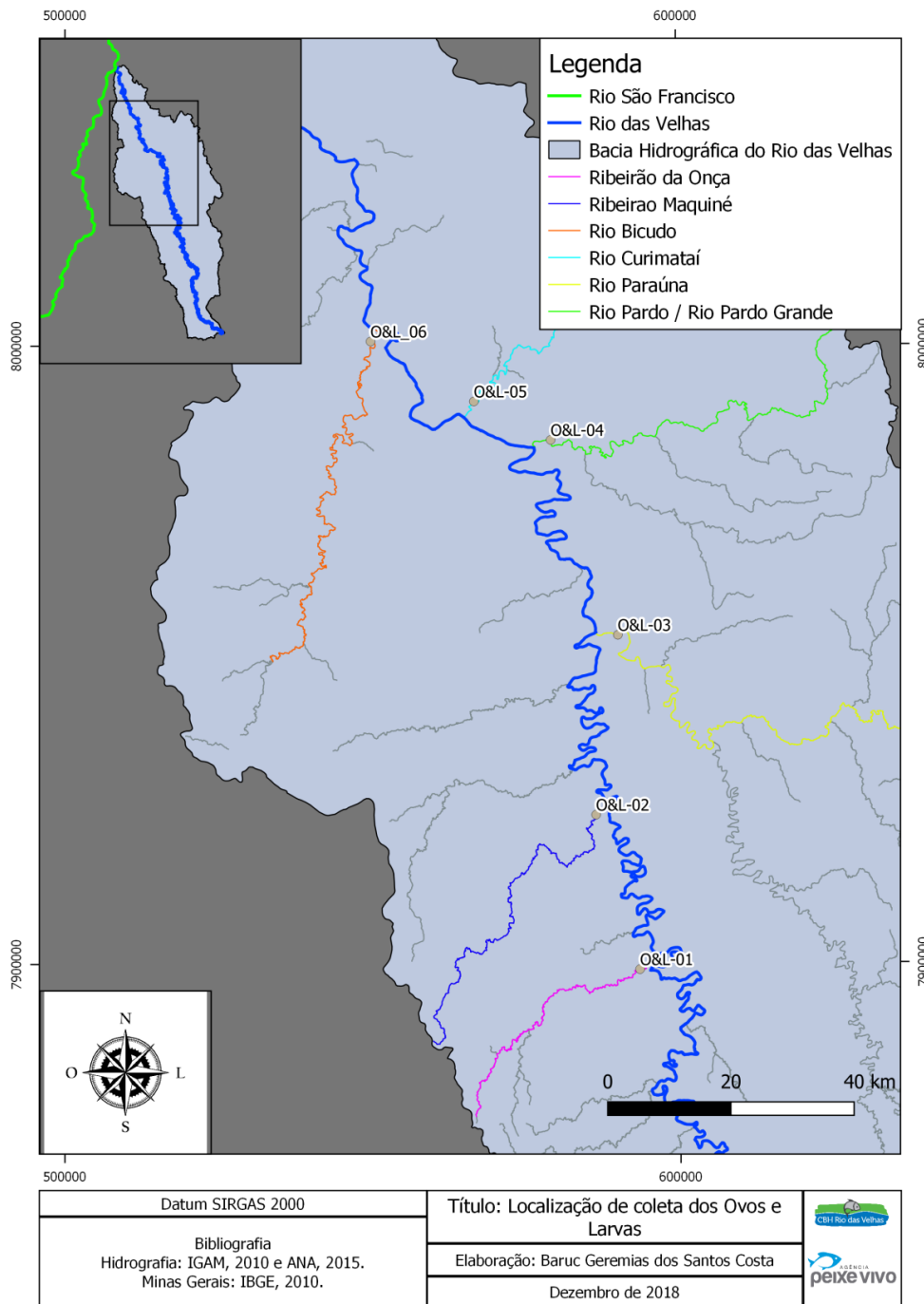


Figura 9 – Pontos de coleta de ovos e larvas



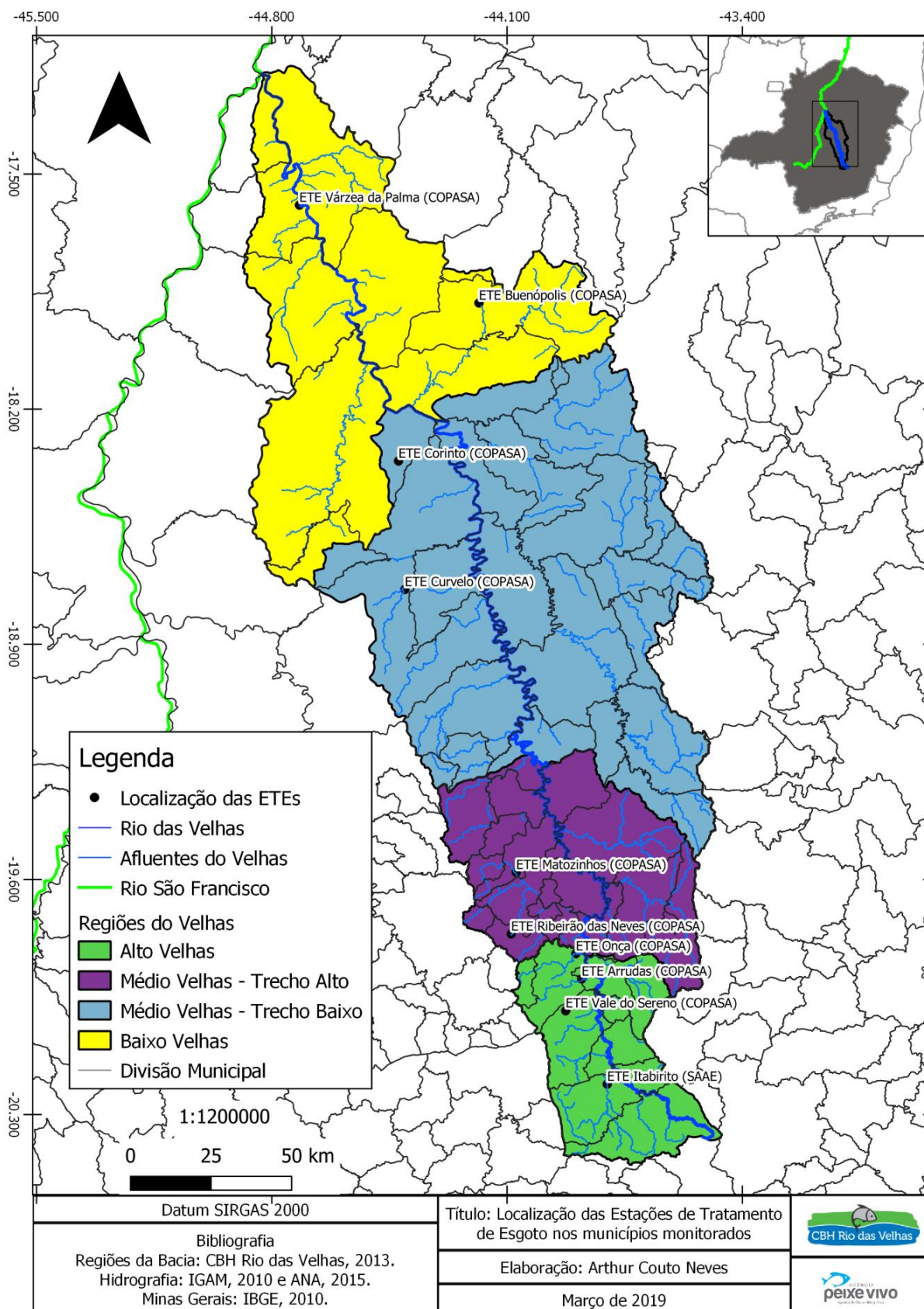


Figura 10 – Pontos de coleta nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs)



9. METODOLOGIA

9.1 BIOMONITORAMENTO

9.1.1 Coletas

✓ Pesca Experimental

Existem disponíveis diversos métodos quantitativos e qualitativos para a captura de peixes de água doce. Além disto, esses métodos podem ser classificados como ativos (como tarrafas, redes de arrasto) ou passivos (com armadilhas e redes de espera). As coletas realizadas em momentos anteriores deste projeto empregaram redes de emalhar (ou de espera), que é um método quantitativo e passivo, de malhas de 3 a 16 cm entre nós opostos na calha e lagoas marginais, e entre 3 a 12 cm entre nós opostos nos tributários. As amostragens qualitativas, basicamente utilizam petrechos de pesca ativos (redes de arrasto, tarrafas e peneiras).

Dependendo da metodologia de coleta utilizada pode-se obter dados qualitativos e/ou quantitativos que permitem comparações e análises estatísticas. A padronização das amostragens nos diversos ambientes estudados desde 1999 permite a uniformização dos dados coletados. Esta condição é fundamental para a realização de comparações nas escalas temporal (vários anos) e espacial (diferentes locais de amostragem).

Para a **calha** principal do rio das Velhas, nessa etapa, propõe-se a realização de novas campanhas, nas mesmas estações do ano (duas estações secas e uma chuvosa), nos mesmos pontos de amostragem, e utilizando a mesma metodologia empregada anteriormente. Pretende-se obter uma avaliação temporal do estado de conservação da ictiofauna do rio das Velhas e avaliar a possível influência positiva do aumento da capacidade de tratamentos das ETE's Arrudas e Onça. Da mesma forma, os dados coletados agora poderão servir de marco comparativo para estudos futuros.

Serão realizadas **amostragens quantitativas e qualitativas**, em **8 pontos** ao longo da **calha** do Rio das Velhas, conforme descrito na Tabela 3. Serão realizadas





amostragens em duas estações de secas e uma chuvosa na seguinte sequência: seca, chuvosa e seca.

Na **calha** do Rio das Velhas os peixes deverão ser amostrados com o auxílio de redes de emalhar das malhas 3 a 16 cm (entre nós opostos – totalizando 10 tamanhos de malhas), redes de arrasto de picaré com malha 5 mm e de tela mosquiteira com malha de 1 mm, tarrafas de malhas variadas, e peneiras também confeccionadas com tela mosquiteira. Em cada ponto de coleta, será amostrado o maior número possível de ambientes.

Para os **afluentes** deverão ser igualmente realizadas amostragens **quantitativas** (redes de espera de malhas 3 a 12 cm entre nós opostos – totalizando 08 tamanhos de malhas) e **qualitativas**, utilizando os mesmos petrechos de pesca anteriormente mencionados. As referências para os locais de coleta foram apresentados na Tabela 4 e na

Localização Geográfica dos pontos de coleta a realizar nas lagoas marginais do Rio das Velhas			
Nome da lagoa	Coordenadas	Altitude (m)	Município
Lagoa do Grupo Ida	23 K 525872 E 8073651 N	479	Várzea da Palma
Lagoa da Olaria	23K 534385 E 8052290 N	496	Várzea da Palma
Lagoa Peri-Peri	23K 528876 E 8072052 N	484	Várzea da Palma
Lagoa do Saco	23K 522786 E 8088389 N	482	Pirapora
Lagoa da Capivara	23K 522533 E 8085490 N	492	Várzea da Palma

Tabela 6, que representam pontos sujeitos a diferentes fontes de pressão antrópica. Nos **afluentes** do rio das Velhas, deverão ser realizadas duas amostragens (uma no período chuvoso e uma no período seco), o que é justificado pela variação qualitativa no registro de peixes nesses períodos, em função de processos biológicos (migração, reprodução, alimentação) associados às alterações limnológicas e hidráulicas sazonais observadas. Desta forma pretende-se manter compráveis os dados a serem coletados com aqueles já obtidos em etapas anteriores com o mesmo padrão.

Para os **riachos de cabeceira** as amostragens ocorrerão nos períodos seco e chuvoso e serão **apenas qualitativas**, utilizando peneiras, tarrafas e arrastos. As referências para os locais de coleta foram apresentados na Tabela 7.





Nesta fase do projeto serão amostradas 5 **lagoas marginais**, descritas na Tabela 5, complementando as informações já obtidas nas etapas anteriores, em amostragens realizadas em 2005 e em 2007. A experiência anterior mostrou a presença de 4 lagoas marginais verdadeiras (Peri-Peri, do Saco, Olaria e da Capivara – que recebem água do rio das Velhas nos períodos de cheia) e que serão complementadas por mais uma localizada no município de Várzea da Palma, dentro de propriedade do Grupo Ida. Também seguindo metodologias aplicadas em outras fases, deverão ser realizadas amostragens **qualitativas** (redes de arrasto, peneiras e tarrafas) e **quantitativas** (redes de espera de malhas 3 a 16 cm entre nós opostos – totalizando 10 tamanhos de malhas).

✓ **Ovos e larvas**

As amostragens deverão ser realizadas no período de 1º de novembro a 31 de janeiro do ano da execução, nos locais previamente determinados e apresentados na

Tabela 8. Pescadores e/ou moradores locais deverão ser treinados para realização das coletas, previamente ao início dos trabalhos. Pretende-se concentrar as amostragens nos afluentes mais bem preservados, para qualificá-los segundo sua importância para o recrutamento das populações de espécies migradoras na bacia. Nesse sentido, na medida do possível, prioridade deverá ser dada para a separação de ovos e larvas de espécies migradoras e não migradoras (segundo características morfológicas), siluriformes e não-siluriformes (nesta categoria procurando identificar *Salminus*, *Prochilodus*, e *Leporinus*).

As coletas deverão ser realizadas diariamente sempre ao entardecer com auxílio de uma rede cônica de ictioplâncton, com malha de 500 micrômetros e equipadas com um fluxômetro para estimar o volume filtrado (Figura 11). A rede deverá ser posicionada em locais de maior fluxo de água e mantida submersa por 10 minutos em cada ponto de coleta. Posteriormente, as amostras deverão ser fixadas em formaldeído 4% e álcool absoluto de forma alternada.





Figura 11 – Rede de ictioplâncton equipada com fluxômetro.

Antes da realização de cada amostragem deverão ser feitas medições da transparência da água por um disco de *Secchi* e da temperatura utilizando um termômetro de bulbo.

✓ **Invertebrados aquáticos na areia, cascalho e folhiço, e invertebrados terrestres junto à mata ciliar**

Para a coleta da biomassa de invertebrados de todos as guildas (níveis tróficos), deverão ser empregados os equipamentos surber e kick-net nos ambientes que concentram a maior diversidade (areia, cascalho e folhiço) para integrarem uma amostra composta única, com 5 réplicas por local de amostragem. Os invertebrados terrestres a serem coletados com guarda-chuva entomológico, puçá e rede de varredura junto à mata ciliar, deverão seguir o mesmo processamento, a fim de integrar amostra composta única, com 5 réplicas por local de amostragem.

✓ **Compartimentos do ambiente**

- Amostras líquidas (filtradas)

Matéria em suspensão na água: Utilizando uma rede de fitoplâncton colocada superficialmente à água corrente por um período mínimo de 1 minuto. A água coletada deve ser acondicionada em frasco e imediatamente resfriada, para posterior congelamento. 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.



Perifíton (algas que crescem no leito do rio): são coletados através da raspagem de pedras (com escova) e armazenado em um pote com água destilada. Após a coleta as amostras devem ser imediatamente resfriadas e 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;

Sedimento (FPOM – matéria orgânica particulada fina): o sedimento deve ser obtido suspendendo-se a camada superficial do leito e coletando-se aquela água turva com a mesma rede de fitoplâncton em pontos diferentes ao longo do trecho amostrado. As amostras devem ser armazenadas em potes plásticos e imediatamente resfriadas e posteriormente congeladas. Em laboratório as amostras serão secas em estufa a 60°C e moídas a pó fino e homogêneo utilizando almofariz e pilão.

Algas filamentosas: quando presentes devem ser coletadas manualmente, armazenadas em frascos plásticos e resfriadas, para posterior congelamento. Em laboratório as amostras serão secas em estufa a 60°C e moídas a pó fino e homogêneo utilizando almofariz e pilão.

Vegetação, serapilheira (folhiço ou CPOM - matéria orgânica particulada grossa) e macrófitas: Também devem ser coletadas pelo menos 5 amostras nos diferentes pontos de cada tipo de vegetação: (a) mata ciliar, (b) capim - gramíneas, e (c) bambu quando presente, na sua região de entorno. Em cada amostra serão coletadas pelo menos 5 folhas das árvores mais comuns (ou maior volume em caso de folhas pequenas) predominantes no local. Após a coleta cada amostra deve ser resfriada e posteriormente 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 (CPOM) será aplicado para macrófitas. Na prensa herbárica será colocado mais jornal para essas amostras (pois são retiradas de dentro do riacho e demoram mais a secar).





Peixes: Fragmentos de tecidos de peixes de maior porte ou exemplar inteiro daqueles de pequeno porte serão coletados através da pesca experimental, sem uso de anestésicos (eugenol) ou fixadores/conservantes (formol e/ou álcool). Em campo 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). O ideal é separar 5 amostras de cada espécie (diferentes indivíduos) que serão resfriadas e posteriormente congeladas. Em laboratório, os peixes serão liofilizados por 24h e depois serão moídos a pó fino e homogêneo utilizando almofariz e pilão.

Esgoto: Em cada ETE, cinco amostras de esgoto bruto (não tratado ou afluente) serão 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. O processamento é o mesmo das amostras líquidas (material em suspensão e sedimento).

9.1.2 Processamento e análises

✓ Peixes

Os peixes amostrados deverão ser trabalhados em laboratório, com a realização de biometria de todos os exemplares coletados.

As análises dos dados coletados deverão apresentar, em forma de gráficos e tabelas, os resultados da riqueza de espécies, sua distribuição ao longo dos locais amostrados na bacia, além da diversidade de espécies, curvas de suficiência amostral, e demais análises aplicáveis (como variações temporais e espaciais, dentre outras).

Deverão ser realizadas análises taxonômicas (identificação ao nível de espécie, ou até gênero no caso de dúvidas) e análises qualitativas e quantitativas dos materiais coletados. A confirmação da identificação taxonômica será obtida após a seleção de material para depósito em coleção zoológica nacional.





✓ **Ovos e larvas**

Deverão ser determinadas as densidades de ovos e larvas de peixes por local de amostragem, bem como a caracterização do ictioplâncton em termos da presença das Ordens Siluriformes, Characiformes e Perciformes, na medida do possível. Especial importância deverá ser dada à presença de gêneros de espécies migradoras da bacia do rio São Francisco (*Salminus*, *Prochilodus*, *Brycon*, *Pseudoplatystoma*, *Leporinus*, *Pimelodus*, etc.) à qual pertence o rio das Velhas e seus afluentes.

A triagem e posterior identificação do ictioplâncton deverá ser realizada sob microscópio estereoscópico (aumento de 10 a 100 vezes) com amostras sobre a placa de triagem do tipo Bogorov. As densidades de ovos e larvas deverão ser calculadas para cada ponto de coleta e padronizadas em relação ao número de indivíduos coletados por 10m³ de água filtrada (NAKATANI et al., 2001). Os ovos e as larvas deverão ser classificados conforme o grau de desenvolvimento, segundo NAKATANI et al., 2001. Além disso, as larvas deverão ser identificadas até a menor categoria taxonômica possível com o auxílio do manual de identificação de ovos e larvas de peixes (NAKATANI et al., 2001). As larvas, cuja identificação não for possível em função do seu estágio de desenvolvimento inicial ou por apresentarem estruturas danificadas, devem ser classificadas como não identificadas (NI).

✓ **Caracterização limnológica básica**

A caracterização básica de pH, Oxigênio Dissolvido, Condutividade elétrica e temperatura deverão ser realizadas com equipamentos apropriados e calibrados, de forma semelhante às etapas anteriores do projeto, procurando caracterizar os ambientes e determinar fatores limitantes à ocorrência dos peixes.

✓ **Isótopos estáveis**

A Quantidade mínima de material necessário para análise de amostras de tecidos animais é de 2-5 mg de material seco, e para amostras vegetais: 5-10 mg de material seco. É ideal que se tenha uma repetição mínima de 5 amostras de cada recurso (animal e vegetal) por local amostrado. As amostras coletadas serão acondicionadas em frascos *Eppendorf* ou similar para envio para análise.





Deverão ser coletadas amostras de diversos "compartimentos" do ambiente, quais sejam:

- ✓ (a) Perifiton: coletar através da raspagem de pedras (com escovinha) e armazenar em um pote com água destilada. Após a coleta as amostras devem ser imediatamente congeladas para preservação do material. Em laboratório as amostras devem ser filtradas (utilizar filtro específico) e secas em estufa a 60°C. Logo em seguida devem ser moídas a pó fino e homogêneo utilizando almofariz e pilão.
- ✓ (b) Algas filamentosas: quando presentes devem ser coletadas, armazenadas em potes plásticos e imediatamente congeladas. Em laboratório as amostras devem ser secas em estufa a 60°C e moídas a pó fino e homogêneo utilizando almofariz e pilão.
- ✓ (c) Matéria em suspensão: colocar uma rede superficialmente à água por um período de 1 minuto. A água coletada deve ser imediatamente congelada. Em laboratório as amostras devem ser filtradas (utilizar filtro específico) e secas em estufa a 60°C. Logo em seguida devem ser moídas a pó fino e homogêneo utilizando almofariz e pilão.
- ✓ (d) Sedimento (FPOM)¹: coletar o sedimento de pontos diferentes ao longo do trecho amostrado. As amostras devem ser armazenadas em potes plásticos e imediatamente congeladas. Em laboratório as amostras devem ser secas em estufa a 60°C e moídas a pó fino e homogêneo utilizando almofariz e pilão.
- ✓ (e) Vegetação, serrapilheira (CPOM²) e macrófitas: para a vegetação e serrapilheira coletar pelo menos 5 amostras de diferentes pontos de cada tipo de vegetação (capim, bambu, cana, pasto, mata ciliar...) no entorno. Em cada amostra coletar, aproximadamente, 10 folhas das árvores predominantes no local. Na sequência, cada amostra deve ser colocada em prensas herbáricas e mantida em estufa até que esteja completamente seca (para evitar a decomposição). Esse procedimento deve ser feito imediatamente após a coleta. Em laboratório as

¹ **FPOM** - Fine Particulate Organic Matter [Material Orgânico Particulado Fino]

² **CPOM** - Course Particulate Organic Matter [Material Orgânico Particulado Grosso]





amostras devem ser 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 deve ser aplicado para CPOM e macrófitas. Na prensa herbárica deve-se colocar mais jornal para essas amostras (pois são retiradas de dentro do riacho e demoram mais para secar).

- ✓ (f) Peixes: os peixes devem ser coletados sem uso de anestésicos (eugenol) ou fixadores/conservantes (formol e/ou álcool). Em campo deve-se separar 5 indivíduos de cada espécie que devem ser congelados. Em laboratório, retirar uma parte do músculo do peixe (suficiente para uma amostra de 5mg após seco). Os peixes muito pequenos devem ser mantidos inteiros (retirar apenas o trato digestivo para não interferir). Após a separação, os peixes devem ser liofilizados por 24h e depois moídos a pó fino e homogêneo utilizando almofariz e pilão.
- ✓ (g) Invertebrados: amostrar todos os ambientes, incluindo a calha principal, afluentes (novos e velhos), lagoas marginais e riachos de cabeceira. Devem ser utilizados métodos de coleta (draga, surber, kicknet e peneiras), nos diversos ambientes e substratos (areia, cascalho, silt, pedras) de cada local amostrado. As amostras deverão ser recolhidas em 5 réplicas por ponto, com exemplares de porte variado e provenientes dos diversos substratos, indistintamente dos taxa, ou seja, não será realizada identificação dos organismos. Os invertebrados terrestres também seguirão o mesmo processamento em campo, sendo coletados com guarda-chuva entomológico, puçá e rede de varredura junto à mata ciliar. Desta forma também integrarão amostra composta única com 5 réplicas por local de amostragem. Com a inclusão dos invertebrados, será possível ter uma melhor ideia sobre o fluxo de energia no sistema, incluindo um nível trófico intermediário entre os produtores (algas e plantas) e os consumidores finais (peixes), que são o objeto mais importante desse programa de biomonitoramento.
- ✓ Efluentes das ETEs: Através das análises de isótopos estáveis do esgoto (pré e pós-tratamento) será possível determinar a influência da poluição na alimentação dos peixes, além de propiciar comparações temporais relacionadas à melhoria de processos e aumento do volume tratado na RMBH.





9.2 MONITORAMENTO AMBIENTAL PARTICIPATIVO (MAP)

O Monitoramento Ambiental Participativo é realizado na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas desde 1999. Seu objetivo principal é sensibilizar e capacitar a população da Bacia, por meio de oficinas, palestras e cursos, para as questões relacionadas à proteção dos rios e seus ecossistemas, bem como selecionar uma rede de colaboradores conhecida como “Amigos do Rio” (residentes nas proximidades do Rio das Velhas) para informar o Poder Público e a comunidade local sobre eventos referentes às mudanças de características físicas do rio e mortandade de peixes e suas possíveis causas, em consonância com a experiência anterior.

➤ Realização de oficinas de educação ambiental

Ao longo dos 5 (cinco) anos de desenvolvimento do Projeto a Contratada deverá realizar no mínimo 35 oficinas para conscientização e sensibilização das populações residentes na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas com a temática relacionada à preservação da bacia hidrográfica, biota aquática, revitalização do rio, monitoramento participativo de qualidade da água e importância das lagoas marginais na reprodução dos peixes. Cada uma das 23 UTEs que compõe a Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas deverão ser contempladas com pelo menos 1 (uma) Oficina de educação ambiental, que deverá permear discussões e atividades lúdicas.

➤ Capacitação de professores e estudantes para desenvolvimento e aplicação da metodologia de monitoramento participativo

A CONTRATADA deverá selecionar, com o apoio do CBH Rio das Velhas, no **mínimo 20 escolas**, preferencialmente, distribuídas pelas 4 (quatro) regiões fisiográficas da bacia (Alto, Médio Alto, Médio Baixo e Baixo Velhas) para realizar treinamento de estudantes e professores para aplicação da metodologia de monitoramento participativo em cursos d'água próximos às escolas selecionadas. **Cada escola** deverá **monitorar mensalmente** a qualidade da água e ser supervisionada pela CONTRATADA ao longo de, **pelo menos, 08 (oito) meses**.

A CONTRATADA deverá elaborar e disponibilizar para as comunidades escolares envolvidas diretamente com o projeto “protocolos simplificados de avaliação rápida da saúde de ambientes aquáticos” a fim de avaliar como o uso e a





ocupação do solo no entorno da bacia de drenagem afetam as condições ambientais dos cursos d'água estudados.

A CONTRATADA também deverá distribuir gratuitamente para as escolas selecionadas kits de reagentes (Ecokits) para o monitoramento de parâmetros abióticos da água, a saber: **temperatura, pH, turbidez, oxigênio dissolvido, nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito e ortofosfato**. Os estudantes e professores também deverão ser capacitados para a realização da coleta e identificação de organismos bioindicadores, como os macroinvertebrados bentônicos. As medições dos parâmetros em campo deverão ser supervisionadas pelos professores previamente treinados e, sempre que possível, por integrantes da equipe técnica da CONTRATADA.

➤ **Seleção e treinamento de “Amigos do Rio”**

Por meio da atuação dos “Amigos do Rio” pretende-se monitorar e investigar as causas das mortandades de peixes, otimizando o atendimento a esses eventos e apontando soluções, além de incentivar pesquisas científicas para averiguação das causas de mortandades de peixes na bacia do Rio das Velhas.

Serão identificadas na comunidade local, ao longo da bacia do Rio das Velhas (desde sua nascente até a foz no rio São Francisco), pessoas interessadas na temática ambiental e em especial, no cuidado e preservação do Rio das Velhas. Os “Amigos do Rio” deverão ser capacitados, **no mínimo em 2 (dois) momentos distintos ao longo do projeto**, para preencher formulários, registrar por meio de fotografias, comunicar eventos de mortandade às autoridades competentes (Polícia Ambiental, Comitê de Bacia, Agência Peixe Vivo, FEAM e IGAM) e, eventualmente, apoiar as equipes de campo em caso de alerta e no monitoramento regular das águas do rio.

Ao longo do prazo de desenvolvimento do projeto a Contratada também deverá promover pelo menos 5 (cinco) momentos para monitoramento *in loco* das condições do rio, juntamente com os “Amigos do Rio” previamente selecionados. Os parâmetros avaliados serão: Temperatura do ar e da água, pH, oxigênio dissolvido, além do preenchimento dos questionários com informações do rio e dos peixes (quando houver).





Os critérios para a seleção dos “Amigos do Rio” devem basear-se 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 ao qual deverá ser dada prioridade é o contato diário com o rio ou a disponibilidade de visitá-lo diariamente.

➤ ELABORAÇÃO DE CARTILHAS EDUCATIVAS

A CONTRATADA se encarregará de elaborar **3 (três) cartilhas** alusivas ao projeto e contextualizadas à realidade da bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, que serão utilizadas em eventos diversos de educação ambiental, como forma divulgação dos trabalhos desenvolvidos. Este trabalho deverá ser **supervisionado por profissional capacitado** e com experiência em confecção de materiais de divulgação de projetos com características semelhantes. ***As cartilhas deverão incorporar linguagem e informações adequadas ao seu público-alvo (Amigos do Rio, Escolas, Subcomitês), sendo distribuídas na bacia de forma a atingir todos os interessados. A impressão das cartilhas deverá passar por prévia aprovação do CBH Rio das Velhas, por meio da Câmara Técnica de Educação, Comunicação e Mobilização (CTECOM) e da Agência Peixe Vivo.***

O material confeccionado será destinado aos membros do CBH Rio das Velhas, comunidades da bacia, escolas, postos de saúde, gestores municipais e demais interessados na temática ambiental.

Em resumo, as **cartilhas** devem ser capazes de traduzir o conteúdo técnico do projeto, metodologias e resultados, em informações acessíveis ao público em geral, utilizando para isso, textos com linguagem clara, simples e didática, além do emprego de recursos fotográficos, mapas, figuras e fluxogramas.

As **cartilhas** devem conter, minimamente, uma apresentação do projeto, descrevendo o seu histórico, objetivos e contextualização; a estrutura do CBH Rio das Velhas e da Agência Peixe Vivo; e o mecanismo da cobrança como fonte de financiamento. As metodologias e resultados do Biomonitoramento e também das atividades relacionadas ao Monitoramento Ambiental Participativo, parciais ou finais, devem ser apresentados de forma clara e **didática**. Por fim, apontar novas





ações e recomendações que possam contribuir para a preservação da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas.

- Especificações técnicas das cartilhas: produção de 500 (quinhentos) exemplares de **cada** cartilha (total de 1.500 cartilhas), coloridas (4 x 4), folha A4 (formato fechado), na forma de livreto (texto em paisagem). Papel Couchê brilhante, capa: 150 g e miolo: 120 g, refilado e finalização em grampo. Sugestão: 20 a 30 páginas.

10. ORIENTAÇÕES PARA EVENTOS QUE ENVOLVEM A PARTICIPAÇÃO DA COMUNIDADE E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DO MAP

Os eventos que envolvem a participação da comunidade e dos diversos grupos de interesse envolvidos deverão ser organizados pela **CONTRATADA**, que ficará responsável pela **logística, mobilização e alimentação** dos participantes, durante a sua realização.

Os dias, horários e locais de realização dos eventos deverão ser sugeridos pela CONTRATADA e aprovados pela Agência Peixe Vivo, com o auxílio do CBH Rio das Velhas. Para a sua escolha, a CONTRATADA deverá considerar os locais, dias e horários que permitam a maior representatividade e participação efetiva dos interessados.

O CBH Rio das Velhas será responsável por **auxiliar** na divulgação dos eventos e na mobilização dos subcomitês relacionados e seus integrantes, além de toda a comunidade e outros grupos interessados para participação.

Todos os eventos deverão ser divulgados, **minimamente**, no site do CBH Rio das Velhas, com pelo menos 10 dias de antecedência à data de sua realização. Atores chave também deverão receber um convite eletrônico, por e-mail. A contratada poderá ainda providenciar cartazes, faixas e *folders*, dentre outros meios de comunicação que julgar necessário, para realização da divulgação prévia dos eventos. Todos os materiais, em sua versão preliminar, deverão ser encaminhados para a Diretoria Técnica da AGB Peixe Vivo (CONTRATANTE) que irá avaliar e autorizar a impressão ou publicação das versões finais.





Todos os eventos devem ser documentados, fotografados e, se possível, filmados. Os registros, inclusive lista de presença, deverão constar nos relatórios que descrevem as atividades do MAP.

Todas as apresentações realizadas pela CONTRATADA devem conter as logomarcas do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas e da Agência Peixe Vivo.

Os **relatórios** previstos para apresentação dos resultados do Monitoramento Ambiental Participativo (MAP) deverão conter, minimamente, os seguintes conteúdos:

- ✓ Definição dos objetivos do MAP;
- ✓ Descrição da área de abrangência das atividades desenvolvidas;
- ✓ Descrição do público participante, identificando atores relevantes da sociedade local, agentes públicos, entidades de classe, dentre outros. Comparação do público esperado com o público obtido e discussão acerca das possíveis divergências;
- ✓ Discussão das técnicas e estratégias de comunicação social adotadas para mobilização do público-alvo;
- ✓ Apresentação de todos os materiais informativos (convites, cartilhas, folhetos, banners, etc.) produzidos e utilizados na fase de divulgação e durante a realização dos eventos;
- ✓ Descrição das abordagens metodológicas adotadas durante o evento para sensibilização da população e justificativa do seu emprego;
- ✓ Descrição do contexto social, econômico e cultural em que estão inseridos os participantes das atividades e discussão sobre as novas perspectivas após a realização das atividades do Projeto;
- ✓ Relato das atividades desenvolvidas, incluindo principais assuntos abordados, questionamentos, discussões mais relevantes, registros fotográficos e listas de presença;





- ✓ Descrição e análise das percepções manifestadas pelos participantes durante o desenvolvimento das atividades.
- ✓ Comparação dos resultados esperados com os resultados obtidos durante e após o evento desenvolvido.
- ✓ Descrição das dificuldades (técnicas, logísticas, de mobilização, dentre outras) encontradas e sugestões para sua superação nas próximas etapas.
- ✓ Sugere-se que a CONTRATADA elabore fichas de avaliação do evento para serem preenchidas por cada um dos participantes, nos momentos finais. Dessa forma, o Relatório também deve conter a sistematização e análise crítica dos resultados encontrados.

11. PRODUTOS ESPERADOS

Ao longo dos 5 (cinco) anos de desenvolvimento do Contrato, deverão ser apresentados 11 (onze) Produtos/Relatórios, consolidando as atividades executadas em cada etapa do trabalho, em conformidade com as especificações mínimas descritas a seguir.

PRODUTO 01: Plano de Trabalho

O Plano de Trabalho é um documento técnico que deve refletir o planejamento das atividades que serão desenvolvidas ao longo do Contrato. O mesmo deverá conter, no mínimo, os seguintes elementos:

- ✓ Introdução: abordando a estrutura do CBH Rio das Velhas e da Agência Peixe Vivo e o mecanismo da cobrança como fonte de financiamento desse projeto;
- ✓ Contextualização: histórico do Projeto Biomonitoramento, sua importância e os principais resultados obtidos nos anos anteriores do projeto;
- ✓ Justificativa dos serviços a serem executados;
- ✓ Metodologia a ser adotada para o desenvolvimento dos trabalhos;
- ✓ Quantificação dos serviços a serem executados;
- ✓ Confirmação dos locais de coleta, após levantamentos de campo;





- ✓ Definição das responsabilidades de todos os agentes envolvidos no processo;
- ✓ Apresentação da Equipe Técnica com respectivas atribuições de responsabilidades;
- ✓ Fluxogramas contendo fatores dificultadores e facilitadores, nas respectivas etapas dos trabalhos;
- ✓ Cronograma de execução, apresentando as devidas justificativas no caso de adequações necessárias;

PRODUTO 02

- ✓ descrição da 1ª **coleta** nas lagoas marginais (Etapa 1 - coletas);
- ✓ descrição do andamento das atividades desenvolvidas no primeiro ano do Monitoramento Ambiental Participativo (metodologia e resultados).

PRODUTO 03

- ✓ descrição do avanço das **coletas** realizadas até o momento: 1ª coleta nos riachos, 1ª coleta nos “novos” afluentes e 2ª coleta nas lagoas marginais (Etapas 2 e 3 - coletas);
- ✓ descrição dos **resultados** obtidos até o momento, em relação à **diversidade e abundância** de peixes: 1ª e 2ª coletas nas lagoas marginais (Etapas 1 e 3 - resultados).

PRODUTO 04

- ✓ descrição do avanço das **coletas** realizadas até o momento: 2ª coleta nos riachos, 2ª coleta nos “novos” afluentes (Etapa 4 - coletas);
- ✓ descrição do avanço dos **resultados** obtidos até o momento, em relação à **diversidade e abundância** de peixes: 1ª e 2ª coletas nos riachos; e 1ª e 2ª coletas nos “novos” afluentes (Etapas 2 e 4 - resultados);
- ✓ descrição da **preparação** em laboratório para análises de **isótopos estáveis das amostras** coletadas até o momento : 1ª e 2ª coletas nas lagoas marginais; 1ª e 2ª





coletas nos riachos; e 1ª e 2ª coletas nos “novos” afluentes (Etapas 1 a 4);

- ✓ descrição de **todas** as atividades desenvolvidas no Primeiro ano do Monitoramento Ambiental Participativo (metodologia e resultados) – relatório consolidado do primeiro ano do MAP.

PRODUTO 05

- ✓ descrição do avanço das **coletas** realizadas até o momento: 1ª coleta de invertebrados na calha e nos “velhos” afluentes (Etapa 5 - coletas);
- ✓ descrição do andamento das atividades desenvolvidas no segundo ano do Monitoramento Ambiental Participativo (metodologia e resultados);
- ✓ entrega da **primeira cartilha** com resultados consolidados até o momento.

PRODUTO 06

- ✓ descrição do avanço das **coletas** realizadas até o momento: coletas para análises de ovos e larvas nos afluentes (Etapa 7 - coletas); e 2ª coleta de invertebrados na calha e nos “velhos” afluentes (Etapa 8 - coletas);
- ✓ descrição das **coletas** e processamento das amostras de efluentes (bruto e tratado) das ETEs da bacia hidrográfica do Rio das Velhas (Etapas 6 e 9 - coletas);
- ✓ descrição de **todas** as atividades desenvolvidas no Segundo ano do Monitoramento Ambiental Participativo (metodologia e resultados) – relatório consolidado do segundo ano do MAP.

PRODUTO 07

- ✓ descrição do avanço das **coletas** realizadas até o momento: 3ª e 4ª coletas nas lagoas marginais (Etapas 10 e 13 - coletas); 3ª coleta nos riachos; 3ª coleta nos “novos” afluentes (Etapa 12 - coletas); e 3ª coleta de peixes na calha (Etapa 11 - coletas);
- ✓ descrição do avanço da **preparação** em laboratório para análises de **isótopos**





estáveis das amostras coletadas até o momento: 1ª e 2ª coletas de invertebrados na calha e nos “velhos” afluentes (Etapas 5 e 8);

- ✓ descrição do andamento das atividades desenvolvidas no terceiro ano do Monitoramento Ambiental Participativo (metodologia e resultados).

PRODUTO 08

- ✓ descrição do avanço das **coletas** realizadas até o momento: 4ª coleta de peixes na calha (Etapa 14 - coletas);
- ✓ descrição do avanço dos **resultados** obtidos até o momento, em relação à **diversidade e abundância** de peixes: 3ª e 4ª coletas nas lagoas marginais (Etapas 10 e 13 - resultados);
- ✓ descrição dos **resultados** das análises de **isótopos estáveis das amostras** coletadas no primeiro ano: 1ª e 2ª coletas nas lagoas marginais (Etapas 1 e 3); 1ª e 2ª coletas nos riachos; e 1ª e 2ª coletas nos “novos” afluentes (Etapas 2 e 4);
- ✓ descrição de **todas** as atividades desenvolvidas no Terceiro ano do Monitoramento Ambiental Participativo (metodologia e resultados) – relatório consolidado do terceiro ano do MAP.

PRODUTO 09

- ✓ descrição do avanço das **coletas** realizadas até o momento: 5ª coleta de peixes na calha (Etapa 16 - coletas);
- ✓ descrição do avanço dos **resultados** obtidos até o momento, em relação à **diversidade e abundância** de peixes: 3ª e 4ª coletas nos riachos; e 3ª e 4ª coletas nos “novos” afluentes (Etapas 12 e 15 - resultados);
- ✓ descrição do andamento das atividades desenvolvidas no quarto ano do Monitoramento Ambiental Participativo (metodologia e resultados);
- ✓ entrega da **segunda cartilha** com resultados consolidados até o momento.

PRODUTO 10





- ✓ descrição do avanço dos **resultados** obtidos até o momento, em relação à diversidade e abundância de peixes: 3ª, 4ª e 5ª coletas na calha (Etapas 11, 14 e 16 - resultados);
- ✓ descrição dos **resultados** das análises de **isótopos estáveis das amostras** coletadas no segundo ano: 1ª e 2ª coletas de invertebrados na calha e nos “velhos” afluentes (Etapas 5 e 8);
- ✓ descrição de **todas** as atividades desenvolvidas no Quarto ano do Monitoramento Ambiental Participativo (metodologia e resultados) – relatório consolidado do quarto ano do MAP.

PRODUTO 11

- ✓ **Relatório final:** resultados consolidados de todo o projeto – Biomonitoramento e MAP
- ✓ Entrega da **cartilha final** do projeto com resultados consolidados.

O **Relatório Final** deverá apresentar um **resumo** de todos os produtos elaborados e, como os demais, deverá ter impecável qualidade de redação, correção ortográfica, editoração e impressão. O seu conteúdo deverá ser uma síntese das atividades desenvolvidas, mesclando textos e fotos e deve apresentar linguagem acessível, abrangência e independência dos demais produtos para entendimento. Sugere-se que o documento não extrapole 200 páginas.

Além da análise crítica dos resultados esperados e obtidos, fatores facilitadores e dificuldades, o relatório deve discutir como os resultados obtidos podem contribuir para a melhoria da qualidade das águas da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas e quais são as novas demandas e perspectivas. Além disso, deve traçar recomendações que possam **embasar políticas públicas** para **preservação da Bacia**, em conformidade com as diretrizes do seu **Plano Diretor** e também com o **Programa “Revitaliza Rio das Velhas”**.

12. FORMA DE APRESENTAÇÃO DOS PRODUTOS

Os produtos especificados no presente TDR deverão ser redigidos na língua portuguesa, em linguagem clara e didática para perfeita compreensão. Os





Produtos deverão ser apresentados em 01 (uma) via, sob a forma de minuta e, uma vez aprovados pela Diretoria Técnica da Agência Peixe Vivo, deverão ser apresentados em sua forma definitiva em 02 (duas) vias digitais, em CD-ROM. Para o **Relatório Final** do Projeto (**Produto 11**), além das vias digitais, deverão ser produzidas e entregues **3 (três) vias impressas**.

13. PRAZOS DE EXECUÇÃO E DE VIGÊNCIA DO CONTRATO

Para o desenvolvimento dos trabalhos, objeto deste Termo de Referência, estima-se o prazo de 60 (sessenta) meses.

Os Produtos devem ser entregues nos seguintes prazos:

- ✓ **PRODUTO 1:** 01 (um) mês após a emissão da Ordem de Serviço.
- ✓ **PRODUTO 2:** 05 (cinco) meses após a emissão da Ordem de Serviço.
- ✓ **PRODUTO 3:** 11 (onze) meses após a emissão da Ordem de Serviço.
- ✓ **PRODUTO 4:** 17 (dezesete) meses após a emissão da Ordem de Serviço.
- ✓ **PRODUTO 5:** 23 (vinte e três) meses após a emissão da Ordem de Serviço.
- ✓ **PRODUTO 6:** 29 (vinte e nove) meses após a emissão da Ordem de Serviço.
- ✓ **PRODUTO 7:** 35 (trinta e cinco) meses após a emissão da Ordem de Serviço.
- ✓ **PRODUTO 8:** 41 (quarenta e um) meses após a emissão da Ordem de Serviço.
- ✓ **PRODUTO 9:** 47 (quarenta e sete) meses após a emissão da Ordem de Serviço.
- ✓ **PRODUTO 10:** 53 (cinquenta e três) meses após a emissão da Ordem de Serviço.
- ✓ **PRODUTO 11:** 59 (cinquenta e nove) meses após a emissão da Ordem de Serviço.

14. FORMAS DE PAGAMENTO

As despesas relativas às viagens necessárias e despesas decorrentes da execução do Contrato serão arcadas pela CONTRATADA, devendo estar contidas na proposta financeira a ser apresentada.





O preço ofertado na proposta financeira deverá conter todas as despesas inerentes à execução do Contrato e ainda as bonificações e despesas indiretas.

O pagamento dos serviços prestados será efetuado em até **15 (quinze)** dias após a apresentação de Nota Fiscal, juntamente com a apresentação de documentação fiscal, que deverá ser emitida somente após a aprovação dos produtos pela Diretoria Técnica da Agência Peixe Vivo.

Além disso, a Nota Fiscal somente deve ser entregue para a Agência Peixe Vivo **concomitantemente** com a entrega das versões finais impressas dos Relatórios, bem como dos CD's com a cópia da versão digital.

Dessa forma, os pagamentos serão realizados pela AGB Peixe Vivo, conforme apresentado a seguir:

- ✓ **PRODUTO 1:** 10 (dez) por cento do valor global dos serviços, com a entrega do Produto 1 aprovado.
- ✓ **PRODUTO 2:** 6 (seis) por cento do valor global dos serviços, com a entrega do Produto 2 aprovado.
- ✓ **PRODUTO 3:** 9 (nove) por cento do valor global dos serviços, com a entrega do Produto 3 aprovado.
- ✓ **PRODUTO 4:** 10 (dez) por cento do valor global dos serviços, com a entrega do Produto 4 aprovado.
- ✓ **PRODUTO 5:** 6 (seis) por cento do valor global dos serviços, com a entrega do Produto 5 aprovado.
- ✓ **PRODUTO 6:** 9 (nove) por cento do valor global dos serviços, com a entrega do Produto 6 aprovado.
- ✓ **PRODUTO 7:** 10 (dez) por cento do valor global dos serviços, com a entrega do Produto 7 aprovado.
- ✓ **PRODUTO 8:** 10 (dez) por cento do valor global dos serviços, com a entrega do Produto 8 aprovado.
- ✓ **PRODUTO 9:** 10 (dez) por cento do valor global dos serviços, com a entrega do





Produto 9 aprovado.

- ✓ **PRODUTO 10:** 10 (dez) por cento do valor global dos serviços, com a entrega do Produto 10 aprovado.
- ✓ **PRODUTO 11:** 10 (dez) por cento do valor global dos serviços, com a entrega do Produto 11 aprovado.

O pagamento será efetuado pela Agência Peixe Vivo, com recursos financeiros da cobrança pelo uso de recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, conforme previsto no Plano de Aplicação para o triênio 2018-2020, e provenientes do Contrato de Gestão nº 03/IGAM/2017, firmado entre o IGAM e a Agência Peixe Vivo.

15. REUNIÃO DE PARTIDA

A contratada deverá, no início da execução dos serviços, se reunir com a equipe técnica da Agência Peixe Vivo e diretoria do CBH Rio das Velhas para apresentar sua metodologia de trabalho e suas estratégias de atuação a fim de se concluir a execução das etapas de trabalhos de forma satisfatória. Além disso, a contratada deverá apresentar cronograma de execução das atividades. Esta reunião ocorrerá em no máximo 15 (quinze) dias após a contratação dos serviços em local e horário a serem confirmados posteriormente.

A reunião também será preponderante para que os envolvidos no processo apresentem suas expectativas em relação ao objeto contratado e, além disso, para que sejam esclarecidas e delineadas estratégias e meios de intercomunicação e a partir daí, ocorrerá o nivelamento de ideias para que a execução do contrato ocorra conforme atesta o escopo deste TDR. A Agência Peixe Vivo poderá requerer alterações no plano de trabalho da contratada, caso esta considere necessário.

16. REUNIÕES DE SUPERVISÃO E DE ACOMPANHAMENTO

Serão realizadas reuniões mensais, ou conforme indicar a necessidade, entre a Coordenação Geral do Projeto e a Gerência Técnica da Agência Peixe Vivo para supervisão e acompanhamento dos trabalhos objeto do Contrato. A supervisão dos trabalhos será realizada pela Gerência Técnica da Agência Peixe Vivo. Estas



reuniões ocorrerão na sede da Agência Peixe Vivo, em Belo Horizonte.



17. PERFIL DA CONSULTORIA E DA EQUIPE TÉCNICA

A consultoria que se habilitar à execução dos trabalhos especificados no presente TDR deverá comprovar capacidade de desenvolver trabalhos similares na área. Deverá dispor de técnicos especializados e capacitados para a tarefa, com comprovação conforme previsto no edital desta licitação.

Para o desenvolvimento dos trabalhos é requerido que a CONTRATADA mobilize uma Equipe-Chave **mínima** composta de, pelo menos **04 (quatro) profissionais de nível superior**, que deverão atuar proporcionalmente às demandas requeridas para cumprimento dos escopos dos respectivos produtos, e que apresentem os seguintes perfis:

- ✓ **01 (um) Coordenador Geral do Projeto**, profissional formado no mínimo há 10 (dez) anos em nível superior completo. Comprovada experiência em Coordenação de Projetos e/ou cargos de Gerência no segmento de: projetos de monitoramento ambiental em bacias hidrográficas (biomonitoramento e/ou monitoramento de peixes), preferencialmente na bacia do rio das Velhas e/ou bacia do rio São Francisco.
- ✓ **01 (um) Profissional de nível superior**, biólogo, formado há no mínimo 10 (dez) anos. Comprovada experiência em ictiofauna, orientação e/ou coordenação de equipes de laboratório na identificação de espécies de peixes, preferencialmente na Bacia do Rio das Velhas e/ou Bacia do Rio São Francisco.
- ✓ **01 (um) Profissional de nível superior**, biólogo, formado há no mínimo 05 (cinco) anos. Comprovada experiência em trabalhos de campo (coletas de peixes) e trabalhos de laboratório (identificação de espécies de peixes, biometria e preparação de amostras), preferencialmente na bacia hidrográfica do rio das Velhas e/ou São Francisco.
- ✓ **01 (um) profissional de nível superior** completo com experiência em mobilização social e/ou educação ambiental.

Os Profissionais que compõem a Equipe Chave devem apresentar a devida





comprovação da qualificação necessária à condução dos trabalhos objeto da contratação:

A contratada deverá disponibilizar uma **equipe de apoio** com os perfis profissionais a seguir apresentados, que **não** será pontuada durante a avaliação técnica.

- ✓ 01 (um) profissional de nível superior, geógrafo ou áreas afins e comprovada experiência em elaboração de bases cartográficas e espacialização de informações georreferenciadas. Este profissional também irá preparar os roteiros de viagens e dar suporte às atividades de campo da equipe chave.
- ✓ 01 (um) profissional de nível superior da área de comunicação, designer gráfico ou afins e comprovada experiência em produção e diagramação de materiais gráficos e informativos, preferencialmente na área de educação ambiental.
- ✓ 06 (seis) profissionais de nível médio ou superior com experiência em atividades de campo para coleta de peixes e/ou análises laboratoriais de peixes .
- ✓ 01 (um) profissional de nível médio ou superior com experiência em atividades administrativas.

Na proposta técnica deverá ser apresentado o organograma de toda equipe, descrevendo as funções de cada integrante da equipe chave e da equipe de apoio.

18. OBRIGAÇÕES DO CONTRATADO

- ✓ Realizar os trabalhos contratados conforme especificado neste Termo de Referência e de acordo com as Cláusulas estipuladas em Contrato;
- ✓ Fornecer informações à Diretoria Geral da Agência Peixe Vivo, sempre que solicitado, sobre os trabalhos que estão sendo executados;
- ✓ Comparecer às reuniões previamente agendadas, munido de informações sobre o andamento dos produtos em elaboração.

19. OBRIGAÇÕES DO CONTRATANTE

- ✓ Disponibilizar documentos e informações necessárias à execução dos serviços contratados, conforme especificado e citado neste Termo de Referência;





- ✓ Realizar os pagamentos relativos aos Produtos entregues e aprovados, conforme estipulado neste Termo de Referência e Cláusulas Contratuais pertinentes.

20. CONTRATAÇÃO

O contrato será elaborado pela Agência Peixe Vivo, com recursos financeiros provenientes do Contrato de Gestão no 03/IGAM/2017, inscritos no Plano de Aplicação aprovado para o exercício de 2018/2020, condicionados à disponibilidade financeira. Será selecionada a Pessoa Jurídica que possuir perfil técnico adequado para as atividades propostas e apresentar a melhor proposta técnica e financeira, tendo em vista a previsão dos custos estimados à execução dos serviços.





21. BIBLIOGRAFIA

ALVES, C. B. M. & POMPEU, P. S. 2000. Inventário da Fauna de Peixes do Curso Médio do Rio das Velhas e os Impactos dos Usos da Bacia Sobre a Diversidade Ictiofaunística. In: Integração Homem-Natureza e seus efeitos na Saúde, uma intervenção multidisciplinar na bacia do rio das Velhas – Ictiofauna. (Relatório Final - Projeto Manuelzão).

ALVES, C. B. M. & POMPEU, P. S. 2002. Inventário da diversidade de peixes de afluentes do rio das Velhas – MG. Relatório técnico. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. 32p

ALVES, C. B. M. & POMPEU, P. S. 2006. 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. Relatório Técnico. Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais.

ALVES, C.B.M. & POMPEU, P.S. 2005a. A importância dos afluentes na futura recuperação da ictiofauna do rio das Velhas, bacia do rio São Francisco (MG). In: XVI Encontro Brasileiro de Ictiologia, 2005, João Pessoa. Livro de resumos do XVI Encontro Brasileiro de Ictiologia. p. 117-118.

ALVES, C.B.M. & POMPEU, P.S. 2005b. 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. 2007. Avaliação da funcionalidade das lagoas marginais para o recrutamento da ictiofauna do rio das Velhas. In: XVII Encontro Brasileiro de Ictiologia, 2007. Itajaí. Resumos do XVII Encontro Brasileiro de Ictiologia. Itajaí: UNIVALI, p. 529-529.

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. 2ª ed. Belo Horizonte, Argvmentvm, cap. 3, 167-189.

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.

ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M.; FORSBURG, B.R.; VICTORIA, R. & MARTINELLI, L. 1986. Energy sources for detritivorous fishes in the Amazon. Science, 234(4781):1256-258.

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.

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.

CONSÓRCIO ECOPLAN ENGENHARIA, SKILL ENGENHARIA (CONSÓRCIO ECOPLAN/SKILL). **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**. Resumo Executivo. 2015.

DEAN, W. 1996. A ferro e fogo. A história e a devastação da mata atlântica brasileira. São Paulo: Companhia das Letras. 484p.

DENIRO, M.J. & EPSTEIN. S. 1978. Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. Geochimica et Cosmochimica Acta, 42:495-506.

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.





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

FRY, B., A. JOERN & P.L. PARKER, 1978. Grasshopper food web analysis: use of carbon isotope ratios to examine feeding relationships among terrestrial herbivores. *Ecology*, Vol. 59, pp. 498-506.

JUNQUEIRA, N.T., LEAL, C.G., ALVES, C.B.M. & POMPEU, P.S. 2012. Morphological diversity of fish along the rio das Velhas, Minas Gerais, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 10:417–424.

LAJTHA, K. & MARSHALL, J.D. 1994. Sources of variation in the stable isotopic composition of plants. In: *Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science* (eds. K. Lajtha and R. H. Michener), Blackwell Scientific Publications, Oxford. pp. 121.

LEAL, C.G., JUNQUEIRA, N.T., ALVES, C.B.M. & POMPEU, P.S. 2014. Morphological Space Stability in Rivers under Different Disturbance Regimes. *Copeia* 2014(1): 149- 159. <https://doi.org/10.1643/CE-12-096>

LEAL, C.G.; POMPEU, P.S.; JUNQUEIRA, N.T.; ALVES, C.B.M.; SANTOS, H.A. 2009. Habitat preferences of the rio das Velhas basin fish species, Minas Gerais, Brazil. In: 7th International Symposium on Ecohydraulics, Concepción/Chile.

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.

LÜTKEN, C.F. 2010. Peixes do Rio das Velhas: uma contribuição para a ictiologia do Brasil. In: Alves, C.B.M. & Pompeu, P. S. (org.) *Peixes do rio das Velhas, passado e presente*. 2ª ed. Belo Horizonte, Argvmentvm, cap. 2, 25-166.

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.





MORENO, P.S.P. 2008. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta na avaliação da qualidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio das Velhas – MG (tese de doutorado). Belo Horizonte (MG): Universidade Federal de Minas Gerais. 94p.

NAKATANI, K., AGOSTINHO, A. A, BAUMGARTNER, G., BIALETZKI, A., SANCHES, P. V., MAKRAKIS, M. C., PAVANELLI, C. S. Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. EDUEM. Maringá. 378 pp., 2001.

PEREIRA, A.L. & BENEDITO-CECÍLIO, E. 2007. Isótopos estáveis em estudos ecológicos: métodos, aplicações e perspectivas. Revista Biociências, 13(1-2):16-27.

PESSALI, T.C.; SALVADOR, G.N.; SANTOS, G.B. & ALVES, C.B.M. 2003. Comparação da pesca experimental e amadora na represa da Pampulha, Belo Horizonte (MG), entre os anos de 1989/1992 e 2001/2002. In: XV Encontro Brasileiro de Ictiologia, 2003, São Paulo. Resumos - XV Encontro Brasileiro de Ictiologia, p. 106-106.

POLIGNANO, M.V.; POLIGNANO, A.H.; LISBOA, A.L.; ALVES, A.T.G.M.; MACHADO, T.M.M.; PINHEIRO, A.L.D. & AMORIM, A. 2001. Uma viagem ao projeto Manuelzão e à bacia do Rio das Velhas – Manuelzão vai à Escola. Coleção Revitalizar. Belo Horizonte. Brasil.

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. 2007. Importância dos pulsos de inundação para o recrutamento das espécies migradoras nas lagoas marginais do rio das Velhas. In: XVII Encontro Brasileiro de Ictiologia, 2007. Itajaí. Resumos do XVII Encontro Brasileiro de Ictiologia. Itajaí: UNIVALI, p. 515-515.

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.





SALDANHA, C. J. *Recursos Hídricos e Cidadania no Brasil: Limites, Alternativas e Desafios*. Ambiente & Sociedade – Vol. VI nº. 2 jul./dez. 2003.

SANTOS, G.B.; ALVES, C.B.M.; SALVADOR, G.N. & PESSALI, T.C. 2002. Estudo comparativo da pesca experimental e amadora na represa da Pampulha nos anos de 1989/1990, 1991/1992 e 2001/2002. Fipe-PUCMinas, Belo Horizonte. 15.+ilust.

SEPÚLVEDA, R. O. Subcomitês como proposta de descentralização da gestão das águas na bacia do Rio das Velhas: o Projeto Manuelzão como fomentador. Cadernos Manuelzão. V. 1, nº 2, Belo Horizonte: Projeto Manuelzão, 2006.

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.

