

NOTA TÉCNICA CONJUNTA Nº1/2020/SPR/SRE
Documento nº 02500.016351/2020-89

Brasília, 31 de março de 2020.

Aos Superintendentes de Planejamento e de Regulação
Assunto: **Proposta de atualização da Resolução ANA nº 64/2018**
Referência: 02501.002262/2018

1. APRESENTAÇÃO

No contexto da implementação do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai – PRH Paraguai, a ANA contratou a Fundação Eliseu Alves para desenvolvimento de Estudos de Avaliação dos Efeitos da Implantação de Empreendimentos Hidrelétricos na Região Hidrográfica do Paraguai – RH Paraguai. Esta Nota Técnica analisa os resultados desses estudos das Unidades de Planejamento e Gestão (UPG) do Estado do Mato Grosso P4 - Alto Rio Cuiabá (esta será analisada conjuntamente com a sub-bacia do rio Mutum - P7 Paraguai-Pantanal) e P5 - São Lourenço, com vistas a apresentar proposta de atualização dos termos da Resolução ANA nº 64/2018 (Doc. 54763/2018).

A Resolução ANA nº 64/2018 determinou o sobrestamento dos processos referentes aos requerimentos de Declarações de Reserva de Disponibilidade Hídrica – DRDH e de Outorgas de direito de uso de recursos hídricos para novos aproveitamentos hidrelétricos em rios de domínio da União, até 31 de maio de 2020.

Em novembro de 2019 foi elaborada a Nota Técnica Conjunta Nº 3/2019/SPR/SRE (Doc. 75311/2019) que analisou os resultados desses estudos para as UPG do Estado do Mato Grosso P-1 Jauru, P-2 Alto Paraguai Médio e P-3 Alto Paraguai Superior. A referida Nota Técnica subsidiou a emissão da Resolução ANA nº 99/2019 (Doc.79461/2019), que liberou do sobrestamento os processos de novos empreendimentos na área do rio Santana.

Em dezembro de 2019 foi elaborada a Nota Técnica Conjunta Nº 4/2019/SPR/SRE (Doc. 87916/2019) que analisou os resultados desses estudos para a UPG do Estado do Mato Grosso P6 Correntes-Taquari e a UPG do Estado do Mato Grosso do Sul II.1 - Correntes. A referida Nota Técnica subsidiou a emissão da Resolução ANA nº 2/2020 (Doc. 4469/2020), que liberou do sobrestamento os processos de novos empreendimentos na área da bacia do rio Correntes, de domínio da União, a montante do empreendimento hidrelétrico Aquarius, localizado entre os municípios de Sonora/MS e Itiquira/MT.

2. REGIÃO HIDROGRÁFICA DO PARAGUAI

A Região Hidrográfica do Alto Paraguai – RH Paraguai apresenta uma área total de cerca de 600.000km², abrangendo territórios do Paraguai e Bolívia, além do Brasil. A parcela brasileira da bacia tem área de drenagem de 362.380 km², sendo 48% no estado do Mato Grosso e 52% no Mato Grosso do Sul, com população aproximada de 2,4 milhões de habitantes. A Região Hidrográfica do Paraguai é uma das 12 regiões hidrográficas estabelecidas pelo CNRH por meio

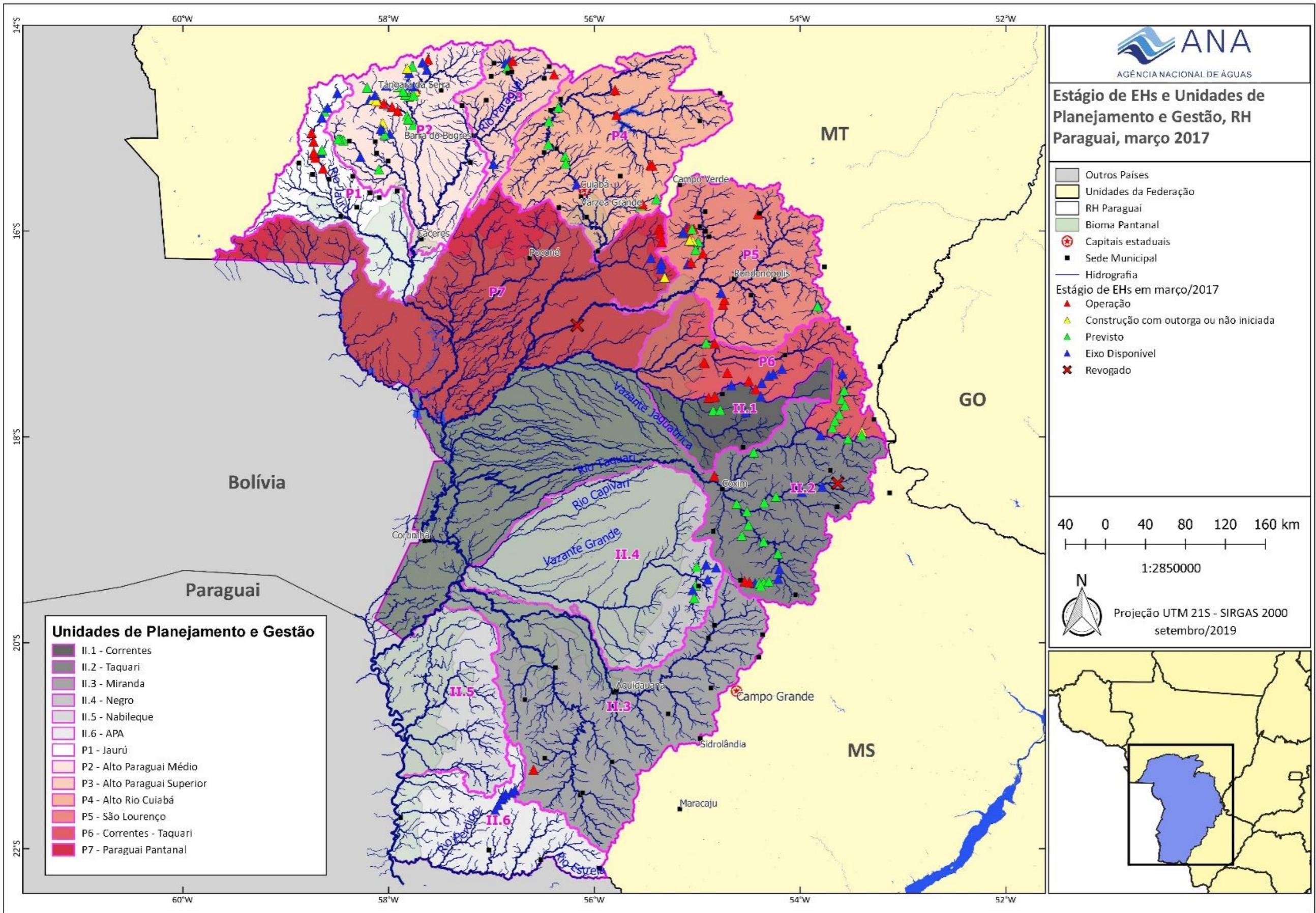
da Resolução nº 32/2003 para a divisão hidrográfica nacional. Um total de 86 municípios tem suas áreas parcial ou integralmente inseridas na RH Paraguai, sendo que apenas oito desses não têm sua sede municipal inserida na bacia.

A RH Paraguai é marcada pela clara macrocompartimentação física em duas grandes unidades de relevo: o planalto e a planície pantaneira. Apesar de constituírem duas regiões com características bastante distintas, essas duas unidades possuem inquestionável relação de interdependência. Os processos ecológicos e o equilíbrio ambiental da região de planície são influenciados pelos eventos que ocorrem nas partes altas da bacia. É a região de planalto que responde por grande parte da produção hídrica que mantém o pulso de inundação da planície pantaneira. Além disso, a maior pluviosidade na região de planalto, aliada aos tipos de solo (pedologia) e ao uso e ocupação identificados na região, criam condições propícias a uma alta produção de sedimentos nesta área, que são carreados pelos cursos d'água para as regiões mais baixas, depositando-se na planície, onde as baixas velocidades do escoamento favorecem sua sedimentação.

O rio Paraguai nasce no extremo norte da RH-Paraguai, na Chapada dos Parecis, e segue para o sul, percorrendo o limite entre os biomas de Amazônia e Cerrado, até adentrar no Pantanal, na região de Cáceres, por onde segue até deixar o Brasil para o Paraguai. Desde sua cabeceira, o rio Paraguai drena para as regiões de depressão da planície do Pantanal, sendo o principal responsável pela drenagem desta planície. Possui uma extensão total de 2.621 km, dos quais 1.693 km se dão na RH-Paraguai, desde sua nascente até a foz do rio Apa. Em sua porção ao sul, conforma parte do limite natural entre o Brasil e o Paraguai.

A RH Paraguai é dividida em 13 Unidades de Planejamento e Gestão – UPGs, sendo sete no Mato Grosso e seis em Mato Grosso do Sul, nas quais estão propostos a instalação de empreendimentos hidrelétricos, a saber (**Figura 2.1**):

- Mato Grosso: P-1 Jauru, P-2 Alto Paraguai Médio, P-3 Alto Paraguai Superior, P-4 Alto Rio Cuiabá, P-5 São Lourenço, P-6 Correntes-Taquari e P-7 Paraguai-Pantanal;
- Mato Grosso do Sul: II.1 Correntes, II.2 Taquari, II.3 Miranda, II.4 Negro, II.5 Nabileque e II.6 Apa.



4. HISTÓRICO E CONTEXTUALIZAÇÃO

O Plano de Recursos Hídricos – PRH, sendo um dos instrumentos estabelecidos pela Política Nacional de Recursos Hídricos, é uma ferramenta de extrema importância na gestão dos recursos hídricos. Os PRHs buscam aprimorar o entendimento sobre a complexidade das bacias hidrográficas por meio da realização de um diagnóstico da disponibilidade e demandas de água e das tendências de crescimento dos usos. Com base nesse entendimento, são estabelecidas ações e metas de curto, médio e longo prazos que devem passar por atualizações periódicas para se garantir sua efetiva implementação.

A Resolução CNRH nº 145/2012, que estabelece diretrizes para a elaboração de planos de recursos hídricos de bacias hidrográficas, define que em bacias hidrográficas onde não existam comitês de bacias, como é o caso da RH-Paraguai, a decisão de elaboração e aprovação do Plano de Recursos Hídricos é do respectivo Conselho de Recursos Hídricos, conforme o domínio. Essa Resolução também determina que o plano seja elaborado pela entidade gestora correspondente e acompanhado por uma instância específica e que tenha a participação de entidades civis de recursos hídricos, usuários das águas e poder público.

Dessa forma, seguindo as diretrizes do normativo vigente, o CNRH decidiu pela elaboração do PRH-Paraguai, por meio da Resolução nº 152/2013 e determinou à ANA a responsabilidade pela sua elaboração, com o acompanhamento de instância específica, tendo para isso criado o Grupo de Acompanhamento da Elaboração do PRH-Paraguai – GAP. O GAP conta com 30 membros, sendo 12 do Poder Público, 12 dos Usuários e 6 da Sociedade Civil.

A elaboração do PRH Paraguai teve início em dezembro de 2014 e se desenvolveu por um período de três anos, contando com a participação ativa do GAP, dos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e da sociedade em geral. Ao fim do processo de elaboração, o GAP aprovou o encaminhamento do Plano ao CNRH em sua 15ª reunião, realizada em 13 de dezembro de 2017. Cumprindo o rito legal, o Plano passou por avaliação da Câmara Técnica do Plano Nacional de Recursos Hídricos – CTPNRH e pela Câmara Técnica Institucional e Legal – CTIL, a qual encaminhou o documento para a Plenária do CNRH. O PRH Paraguai foi aprovado por unanimidade pelo CNRH em sua 40ª Reunião Extraordinária, por meio da Resolução 196, de 8 de março de 2018. A resolução de aprovação do Plano foi publicada em 19 de julho de 2018, após comprovação pela CONJUR/MMA da legitimidade do processo participativo de elaboração do Plano.

Ao longo do processo de elaboração do PRH Paraguai, foram realizadas 15 reuniões do GAP, cujos membros puderam conhecer e discutir os resultados dos estudos e dar contribuições ao Plano. O processo contou, ainda, com a realização de uma série de eventos públicos que tiveram por objetivo a difusão, mobilização e participação social, informando e ouvindo a sociedade da bacia e contribuindo para uma construção participativa do Plano, em todas as etapas de elaboração.

Foram realizadas duas rodadas de eventos ao fim de etapas do Plano (1- diagnóstico/prognóstico; e 2- plano de ações/áreas de restrição), em cada uma delas aconteceram três reuniões públicas e três oficinas de trabalho em cada um dos dois estados. Em Mato Grosso, os eventos aconteceram nas cidades de Cáceres, Rondonópolis e Cuiabá; e em Mato Grosso do Sul, em Corumbá, Bonito e Coxim. Além dessas, houve apresentação do Plano nos dois conselhos estaduais de recursos hídricos e divulgação para a sociedade geral e para jornalistas, também em cada um dos estados. No total, foram realizados 18 eventos públicos, que contaram com a participação de 1.137 pessoas.

Houve, portanto, a preocupação de que os estudos técnicos realizados aportassem conhecimento a um público amplo e representativo da sociedade civil da RH-Paraguai e, em contrapartida, permitissem que fossem recolhidas contribuições, críticas e sugestões que enriqueceram os resultados obtidos e, assim, delinearam para o Plano de Recursos Hídricos

diretrizes e propostas mais aderentes às expectativas e visões de futuro das comunidades envolvidas.

As ações do PRH Paraguai foram estabelecidas em quatro componentes estratégicos, imprescindíveis para viabilizar o alcance das finalidades maiores do PRH Paraguai, que são a sustentabilidade hídrica da região hidrográfica do rio Paraguai e a sustentabilidade operacional do próprio PRH Paraguai. Os componentes estratégicos são: Governança para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos; Implementação e Aperfeiçoamento dos Instrumentos de Gestão dos Recursos Hídricos; Solução de Conflitos pelo Uso dos Recursos Hídricos; e Conservação dos Recursos Hídricos.

O Plano de Ações é constituído por 17 Programas de Ações, que requerem uma articulação eficiente e contínua entre os órgãos gestores e o GAP. Os investimentos previstos são da ordem de R\$ 82,9 milhões ao longo do horizonte de implementação do PRH Paraguai (2018-2031). Contemplam investimentos aplicáveis à gestão dos recursos hídricos da bacia, estudos, projetos, serviços e obras setoriais, com a seguinte distribuição: R\$ 66,6 milhões referentes às ações não estruturais e R\$ 16,3 milhões referentes às ações estruturais, excluindo os orçamentos associados das obras e serviços do setor de saneamento nas áreas urbanas.

Visando a sustentabilidade hídrica da RH Paraguai e a solução de conflitos pela água, o Plano propôs ações importantes quanto à implementação e aperfeiçoamento dos instrumentos de gestão, dentre elas estão as Diretrizes para Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos. A principal diretriz estratégica relacionada à outorga de direito de uso dos recursos hídricos está direcionada à sua implementação prática como um efetivo instrumento de gestão das águas na RH-Paraguai, cumprindo o papel de restrição e/ou incentivo para novos usos, e capaz de interferir na consecução de objetivos dirigidos à solução de conflitos existentes pelos usos múltiplos quanti-qualitativos e prevenção de conflitos em áreas identificadas como potenciais.

A preocupação com o tema da previsão de instalação de novos empreendimentos hidrelétricos foi uma das motivações do Conselho Nacional de Recursos Hídricos quando decidiu pela elaboração do PRH-Paraguai e desde o início de sua elaboração, as análises reforçaram que é fundamental a realização de estudos detalhados para avaliação dos impactos socioeconômicos e ambientais gerados a partir da instalação desses empreendimentos na RH-Paraguai. Além disso, a quantidade de projetos aponta para a necessidade de se considerar eventuais impactos cumulativos de barragens em sequência, contemplando, assim, uma abordagem sistêmica.

Dentre os componentes, programas e metas estabelecidos pelo Plano, destaca-se o Programa C.5 Avaliação dos Efeitos da Implantação de Empreendimentos Hidrelétricos na RH-Paraguai, cujas metas respaldaram a contratação da Fundação Eliseu Alves (Contrato 062/ANA/2016, processo 02501.001563/2016-75) para coordenar os estudos de Avaliação dos Efeitos da Implantação de Empreendimentos Hidrelétricos na RH-Paraguai que subsidiarão a ANA e os órgãos gestores de recursos hídricos de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul quanto às decisões acerca da autorização do uso da água para empreendimentos hidrelétricos na RH-Paraguai.

Objetiva-se com esses estudos definir trechos estratégicos para a manutenção dos estoques pesqueiros e das atividades econômicas associadas à pesca – principais variáveis de análise impactadas pela instalação de aproveitamentos hidrelétricos, bem como aqueles trechos de menor interesse.

5. ESTUDOS DE AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA IMPLANTAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS NA RH PARAGUAI

A pesca em suas diversas modalidades (artesanal, subsistência, turismo e lazer) é uma atividade socioeconômica significativa na RH Paraguai. Esta pesca tem por base peixes com características migratórias e que, portanto, necessitam percorrer distâncias importantes da sua porção de

planície até a região de planalto de forma a realizar a sua desova. A implantação de barramentos em trechos de relevante migração e desova pode influenciar a manutenção das populações de peixes, uma vez que pode interromper ciclos migratórios para reprodução e, com isso, afetar de forma direta a economia da região.

Com esses conceitos de interrelação entre aspectos físicos, bióticos, sociais e econômicos, foram definidas as temáticas consideradas nesses estudos, relacionadas às metas definidas no PRH Paraguai:

- Meta C.5.1 – Estudos hidrológicos e sedimentológicos: visam avaliar o impacto da operação de barragens sobre o regime hidrológico, o padrão espaço-temporal de inundações na região do Pantanal, e a conectividade dos rios como indicador de fragmentação de habitats;
- Meta C.5.2 – Estudos de qualidade da água e hidrossedimentologia: visam avaliar alterações que as unidades de geração podem causar nas condições ecológicas na planície do Pantanal, especialmente na quantidade de sedimentos e nutrientes transportados até a planície;
- Meta C.5.3 – Estudos de ictiofauna, ictioplâncton e pesca: visam avaliar os efeitos da implantação de empreendimentos hidrelétricos sobre a ictiofauna da RH-Paraguai, avaliando o impacto sobre as populações de peixes e, por consequência, fornecer subsídios para a avaliação dos impactos econômicos sobre as atividades da pesca artesanal e sobre as atividades de turismo, relacionado diretamente ou indiretamente à pesca e ao ecoturismo;
- Meta C.5.4 – Estudos socioeconômicos e de energia: visam analisar, nas sub-bacias selecionadas, os empreendimentos hidrelétricos pela ótica dos impactos que poderão ocorrer sobre variáveis sociais e econômicas vinculadas à atividade pesqueira, representada pela cadeia produtiva das comunidades ribeirinhas e colônias pesqueiras e pelas atividades de turismo vinculadas diretamente ou indiretamente à pesca e ao ecoturismo.

Para cada um dos temas, foram previstas e executadas várias atividades, incluindo levantamento bibliográfico e de dados secundários disponíveis para a região, delineamento experimental, coleta de dados primários, tratamento e análise dos dados. Nesta Nota Técnica são analisados os resultados das seguintes atividades já concluídas.

Levantamentos Hidrológicos e Sedimentológicos

Para avaliar os impactos dos barramentos no regime hidrológico diário e subdiário dos rios e seus efeitos nos pulsos de inundaçao no Pantanal, foi feita modelagem hidrológica e hidrodinâmica. Para tal utilizou-se dados hidrológicos e meteorológicos disponíveis na ANA, INMET, INPE, NASA, bem como dados observados em postos fluviométricos localizados na bacia do rio Paraguai. Dados primários foram coletados em campo para as análises de hidrologia de alta frequência. Alterações no regime subdiário de vazões dos rios podem impactar a atividade de pesca devido às oscilações frequentes no nível da água.

Com o intuito de avaliar o padrão espaço-temporal da dinâmica de inundações no Pantanal e suas implicações na disponibilidade de habitats para o desenvolvimento dos peixes, foram analisadas e processadas séries temporais de imagens de satélite, as quais foram integradas com dados hidrológicos e climatológicos tradicionais. Assim, foi possível o entendimento do padrão das inundações, questão estratégica para a utilização do Pantanal. As variações sazonais das condições hidrológicas formam planícies distintas quanto à duração e nível das inundações. Esse padrão de alta inundaçao pode explicar as diferenças interbacias na abundância de ovos e larvas. As áreas da planície que apresentam maior variabilidade dos dados de inundaçao são ambientes propícios para os desenvolvimentos dos indivíduos jovens de peixes que derivam de montante.

Qualidade da Água e Hidrossedimentologia

Metodologia

Para avaliar o efeito dos barramentos sobre o aporte de sedimentos e nutrientes para o Pantanal foram estabelecidas as seguintes etapas: análise dos dados de qualidade de água e hidrossedimentologia existentes e coleta de novos dados; estimativa das taxas de variação, a partir da análise comparativa de dados a montante e a jusante dos empreendimentos em operação; definição de modelos de previsão para os cenários de mudança do transporte devido aos barramentos, considerando a implantação de todos os reservatórios, em escala de trecho de rio ou sub-bacia.

Para o estudo foram coletados novos dados nos rios com EHs em operação e previstos. Também foram utilizados dados apresentados em estudos de impacto ambiental de empreendimentos hidrelétricos já instalados e em fase de projeto elaborados pelos empreendedores e disponíveis nas Secretarias Estaduais de Meio Ambiente e Recursos Hídricos dos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, além de estudos técnico-científicos.

Foram estudadas as alterações no transporte de materiais particulados e dissolvidos na água provocadas por 36 EHs em operação quanto. Destes empreendimentos, quatro são usinas hidrelétricas-UHE, com potência acima de 30 MW. Estes EHs estão localizados nos principais tributários da Região Hidrográfica do Paraguai (RHP), como os rios Jauru, São Lourenço, Correntes e Itiquira e afluentes menores, como rios Maracanã, Juba, Sapo, Santana, Aricá, Tenente Amaral, Ibó, Saia Branca, Ribeirão Ponte de Pedra, dentre outros. Quando disponíveis, informações sobre características importantes tais como volume, área inundada, estruturas de operação (como desarenadores), posição da tomada d'água foram levadas em consideração nas análises das taxas de variação.

Esse conjunto de dados foi utilizado para construir um modelo de Rede Neural Artificial (RNA) e prever os impactos de novos empreendimentos nas bacias estudadas. A modelagem com RNA foi feita de forma individualizada para cada EH, sendo o efeito acumulativo analisado no exutório das principais bacias. Os dados de entrada no modelo foram: tipo de solo, classe de uso e ocupação do solo, produção de sedimentos para cada microbacia estimadas com um modelo SWAT e a taxa de variação entre montante e jusante para cada parâmetro analisado. A saída do modelo são as taxas de alteração a jusante dos EHs em termos percentuais. Estas taxas foram parametrizadas e classificadas como alta, média ou baixa conforme **tabela 4.1**.

No modelo foram analisados os seguintes parâmetros: cargas de sedimento em suspensão (QST), fosforo total (PT), nitrogênio total (NT) em suspensão e no leito, e carbono orgânico particulado (COP) em suspensão e carbono total (CT) no leito.

Tabela 4.1. Critérios para quantificação das taxas de alteração (%) por parâmetro, em porcentagem.

Critério	Sedimentos, solutos dissolvidos, fósforo, carbono	Nitrogênio
Baixo	0 - 10	0 - 15
Médio	10 - 20	15 - 25
Alto	> 20	> 25

Alterações na qualidade da água podem resultar em mudanças nas condições ecológicas dos rios e consequentemente, afetar a vida e o desenvolvimento dos organismos aquáticos, em especial os peixes.

Levantamento da Ictiofauna/Ictioplâncton/Pesca

A determinação de rotas de espécies migratórias (espécies alvo) foi realizada por meio de dois estudos complementares, o estudo de ictiplâncton, isto é, o estudo de ovos e larvas de peixes, juntamente com o estudo de pescarias experimentais, estratégico na identificação do estádio de maturação gonadal das espécies alvo. Estas pescarias foram também utilizadas no inventário da ictiodiversidade.

O estudo de ovos e larvas permitiu também mapear os prováveis locais de desova em função do tempo de desenvolvimento dos organismos no momento da coleta. Uma vez que nesta fase inicial do desenvolvimento a velocidade da água é a grande responsável por carregar estes ovos e larvas na calha do rio, e que este dado pode ser obtido através da modelagem hidráulica dos mesmos, foi feita a combinação dos resultados obtidos em campo (fluxo de larvas e grau de desenvolvimento larval) com o tempo de desenvolvimento ontogênico das espécies-alvo e os resultados de velocidade média da água no ponto de amostragem, obtida pela aplicação do modelo hidráulico MGB. A metodologia utilizada para essa fase está descrita no Apêndice I.

O levantamento da produção pesqueira profissional artesanal, da captura por unidade de esforço (CPUE), bem como da renda dos pescadores e outras informações relevantes, foi realizado a partir de estatísticas pesqueiras, efetuando-se coleta de dados primários obtidos por meio de um plano amostral elaborado ao longo do primeiro ano de atividades.

O diagnóstico da ictiodiversidade da região hidrográfica foi realizado a partir de coletas (pesca experimental; pesca elétrica; peneirão) realizadas nas sub-bacias com empreendimentos previstos, complementadas por dados de levantamentos anteriores (2000 a 2019), totalizando 424 pontos de amostragem.

Socioeconomia

O estudo avaliou o impacto da implantação dos empreendimentos hidrelétricos na região, relativos a seus impactos socioeconômicos. Não se tratou de uma análise de valoração econômica dos impactos ecológicos e da perda do amplo conjunto de serviços ecossistêmicos a serem afetados pela instalação de aproveitamentos hidrelétricos.

Elegeu-se como elemento de análise um importante serviço ecossistêmico, central para a problemática e sustentado nas informações produzidas integradamente às demais componentes do estudo: a manutenção das populações de peixes e, consequentemente, do pescado. Como a pesca constitui presença marcante e relevante na região, os impactos sobre as populações de peixes podem representar expressivas perdas econômicas e sociais.

O estudo foi delineado a partir de três segmentos de pesca: a Pesca Profissional Artesanal, a Pesca Turística e a Pesca Difusa. O primeiro, a Pesca Profissional Artesanal, consiste naquela praticada por pescadores que exercem a atividade da pesca legalmente com finalidade profissional comercial, devidamente associados a Colônias de Pesca ou Associações de Pesca.

Visou também, por meio de levantamento de dados primários por amostragem junto às colônias e aplicação de questionário extensivo, diagnosticar o perfil socioeconômico dos pescadores profissionais, sua percepção de impactos sobre a pesca ao longo do tempo, e o perfil das demais atividades e fontes de renda familiares. Adicionalmente, o estudo buscou caracterizar a cadeia de valor da pesca profissional, entrevistando segmentos constitutivos desta cadeia, especificamente distribuidores, lojas de materiais de pesca, restaurantes e bares.

O segundo segmento, a Pesca Turística ou Turismo de Pesca, consiste no ramo de atividade movimentado em virtude do fluxo de turistas para a região que a buscam para a realização da atividade da pesca. Além das informações de dados secundários, o estudo buscou caracterizar a

cadeia de valor do turismo, para tanto entrevistando segmentos constitutivos desta cadeia, especificamente meios de hospedagem (hotéis, pousadas, barcos-hotéis e ranchos), lojas de materiais de pesca, restaurantes e bares.

O terceiro segmento, a Pesca Difusa, ou Pesca Amadora praticada pelos habitantes locais, compreende a atividade de pesca realizada por moradores da região que não pescadores profissionais. Ou seja, toda a pesca realizada pelos cidadãos locais em geral. Tal prática abrange desde aquela que se faz regularmente com a finalidade de segurança alimentar, para quem a pesca se torna fonte proteica básica e imprescindível, segmento este assim chamado de pesca de subsistência, até aquele que pratica a pesca com a finalidade esportiva e/ou de lazer, regular ou esporadicamente.

6. ÁREA DE ABRANGÊNCIA DAS ANÁLISES

A Figura 5.1 mostra a área total e as regiões de integração do estudo da RH Paraguai e as Figuras 5.2 e 5.3 mostram os aproveitamentos hidrelétricos previstos e existentes nas regiões de integração das sub-bacias dos rios Cuiabá e São Lourenço, respectivamente. De forma resumida, foi considerado um total de 180 aproveitamentos na RH do Paraguai, cujo status está dividido da seguinte forma, quando do desenho amostral dos Estudos de Avaliação dos Efeitos da Implantação de Empreendimentos Hidrelétricos na Região Hidrográfica do Paraguai – RH Paraguai:

- 47 em operação;
- 11 com outorga em construção ou ainda não iniciada;
- 63 previstos;
- 57 eixos disponíveis;
- 2 revogados.

Esta Nota Técnica apresenta análises detalhadas para as Regiões de Integração das sub-bacias dos rios Cuiabá e São Lourenço, ambas localizadas no Mato Grosso, que são abrangidas de forma conjunta pelos dados de coletas de ictioplâncton e pesca experimental. De uma forma geral, nas duas regiões constam 48 aproveitamentos hidrelétricos, distribuídos da seguinte forma:

a) 25 empreendimentos hidrelétricos na Sub-bacia do Cuiabá (Figura 5.2), cujas principais informações encontram-se no quadro abaixo:

Nome AHE	Município	UF	Rio	Potência Instalada (KW)	Estágio ANEEL	Tipo
Guapira II	Cuiabá	MT	Rio Cuiabá	25.960	Eixo Disponível	PCH
Iratambé I	Várzea Grande	MT	Rio Cuiabá	25.280	DRI - PCH	PCH
Angatu I	Jangada	MT	Rio Cuiabá	23.450	DRI - PCH	PCH
Iratambé II	Cuiabá	MT	Rio Cuiabá	22.610	DRI - PCH	PCH
Angatu II Montante	Rosário Oeste	MT	Rio Cuiabá	22.540	DRI - PCH	PCH
Perudá Montante	Rosário Oeste	MT	Rio Cuiabá	18.480	DRI - PCH	PCH
Santo Antônio	Santo Antônio do Leverger	MT	Córrego Aguaçu	15.000	Eixo Disponível	PCH
Mantovilis	Santo Antônio do Leverger	MT	Córrego Mutum	5.200	DRS - PCH	PCH

Nome AHE	Município	UF	Rio	Potência Instalada (KW)	Estágio ANEEL	Tipo
Rancho Queimado I	Santo Antônio do Leverger	MT	Córrego Rancho Queimado	5.000	Eixo Disponível	PCH
Rancho Queimado 5	Santo Antônio do Leverger	MT	Córrego das Antas	2.031	Eixo Disponível	CGH
Rancho Queimado 4	Santo Antônio do Leverger	MT	Córrego Rancho Queimado	952	Eixo Disponível	CGH
Rancho Queimado 2	Santo Antônio do Leverger	MT	Córrego Rancho Queimado	625	Eixo Disponível	CGH
Rancho Queimado 3	Santo Antônio do Leverger	MT	Córrego Rancho Queimado	302	Eixo Disponível	CGH
Aricá-Mirim I	Santo Antônio do Leverger	MT	Rio Aricá-Mirim	3.550	PB com Aceite	PCH
São Tadeu II	Santo Antônio do Leverger	MT	Rio Aricá-Mirim	3.400	PB com Aceite	PCH
Manso	Chapada dos Guimarães	MT	Rio Manso	210.000	Operação	UHE 412
São Tadeu I	Santo Antônio do Leverger	MT	Rio Aricá-Mirim	18.000	Operação	PCH
Casca III	Chapada dos Guimarães	MT	Rio da Casca	12.420	Operação	UHE 395
Senador Jonas Pinheiro (Caeté)	Santo Antônio do Leverger	MT	Córrego Caeté	6.300	Operação	PCH
Mutum I	Santo Antônio do Leverger	MT	Córrego Mutum	4.000	Construção não iniciada	PCH
Casca II	Chapada dos Guimarães	MT	Rio Casca	3.520	Operação	PCH
Santa Cecília	Santo Antônio do Leverger	MT	Córrego Mestre	3.500	Operação	PCH
Mestre	Santo Antônio do Leverger	MT	Córrego Mestre	2.000	Operação	PCH
Glória	Santo Antônio do Leverger	MT	Córrego Glória	1.000	Operação	CGH
Fazenda São José	ROSÁRIO OESTE	MT	Ribeirão Triste	120	Operação	CGH

b) 23 empreendimentos hidrelétricos na Sub-bacia do rio São Lourenço (Figura 5.3), cujas principais informações encontram-se no quadro abaixo:

Nome AHE	Município	UF	Rio	Potência Instalada (KW)	Estágio ANEEL	Tipo
São Lourenço (Antiga Zé Fernando)	Juscimeira	MT	Rio São Lourenço	29.988	Operação	PCH
Rondonópolis	Rondonópolis	MT	Ribeirão Ponte de Pedra	26.600	Operação	PCH
Engenheiro José Gelásio da Rocha	Rondonópolis	MT	Ribeirão Ponte de Pedra	24.435	Operação	PCH
Sete Quedas Alta	Juscimeira	MT	Córrego Ibo	22.000	Operação	PCH
Água Prata	Jaciara	MT	Rio Prata	13.300	Construção com outorga	PCH
Água Brava	Jaciara	MT	Rio Prata	13.050	Construção não iniciada	PCH
Pequi	Jaciara	MT	Rio Saia Branca	6.000	Operação	PCH
Embaúba	Jaciara	MT	Córrego Tenente Amaral	4.500	Operação	PCH
Sucupira	Jaciara	MT	Córrego Saia Branca	4.500	Operação	PCH
Água Clara	Jaciara	MT	Rio Prata	4.000	Construção não iniciada	PCH
Cambará	Jaciara	MT	Córrego Tenente Amaral	3.590	Operação	PCH
Cachoeira da Fumaça	JACIARA	MT	Tenente Amaral	2.560	Operação	CGH
Poxoréo (José Fragelli)	Poxoréo	MT	Rio Poxoréo	1.200	Operação	PCH
João Basso	Rondonópolis	MT	Ribeirão Ponte de Pedra	18.100	Eixo Disponível	PCH
Água Branca	Juscimeira	MT	Rio Prata	10.000	DRS - PCH	PCH
Beleza	Juscimeira	MT	Córrego Beleza	6.500	DRS - PCH	PCH
Europa	Juscimeira	MT	Córrego Ibo	4.500	Eixo Disponível	PCH
Mangaba	Jaciara	MT	Córrego Amaral	2.300	PB com Aceite	PCH
Jatobá	Jaciara	MT	Córrego Saia Branca	2.000	Eixo Disponível	CGH
Ipê	Jaciara	MT	Córrego Amaral	1.100	Eixo Disponível	CGH
Buriti	Jaciara	MT	Córrego Saia Branca	1.000	PB com Aceite	CGH
Santiago	Guiratinga	MT	Rio Prata	25.570	Eixo Disponível	PCH
Bom Jesus	Guiratinga	MT	Rio Prata	8.810	DRI - PCH	PCH

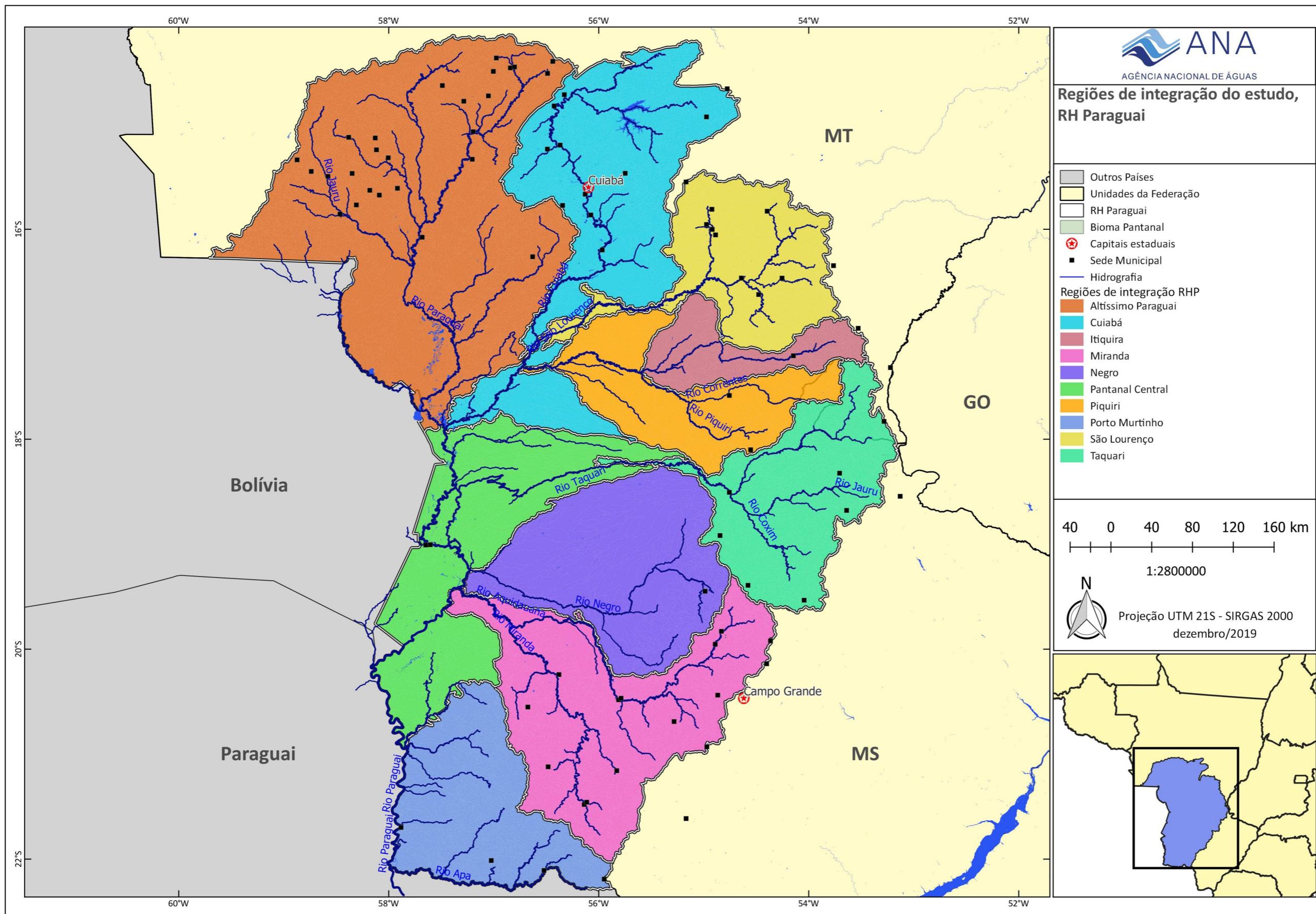


Figura 5.1 – Área de abrangência dos estudos e localização das regiões de integração das sub-bacias dos rios Cuiabá e São Lourenço cujos resultados são apresentados nesta Nota Técnica.

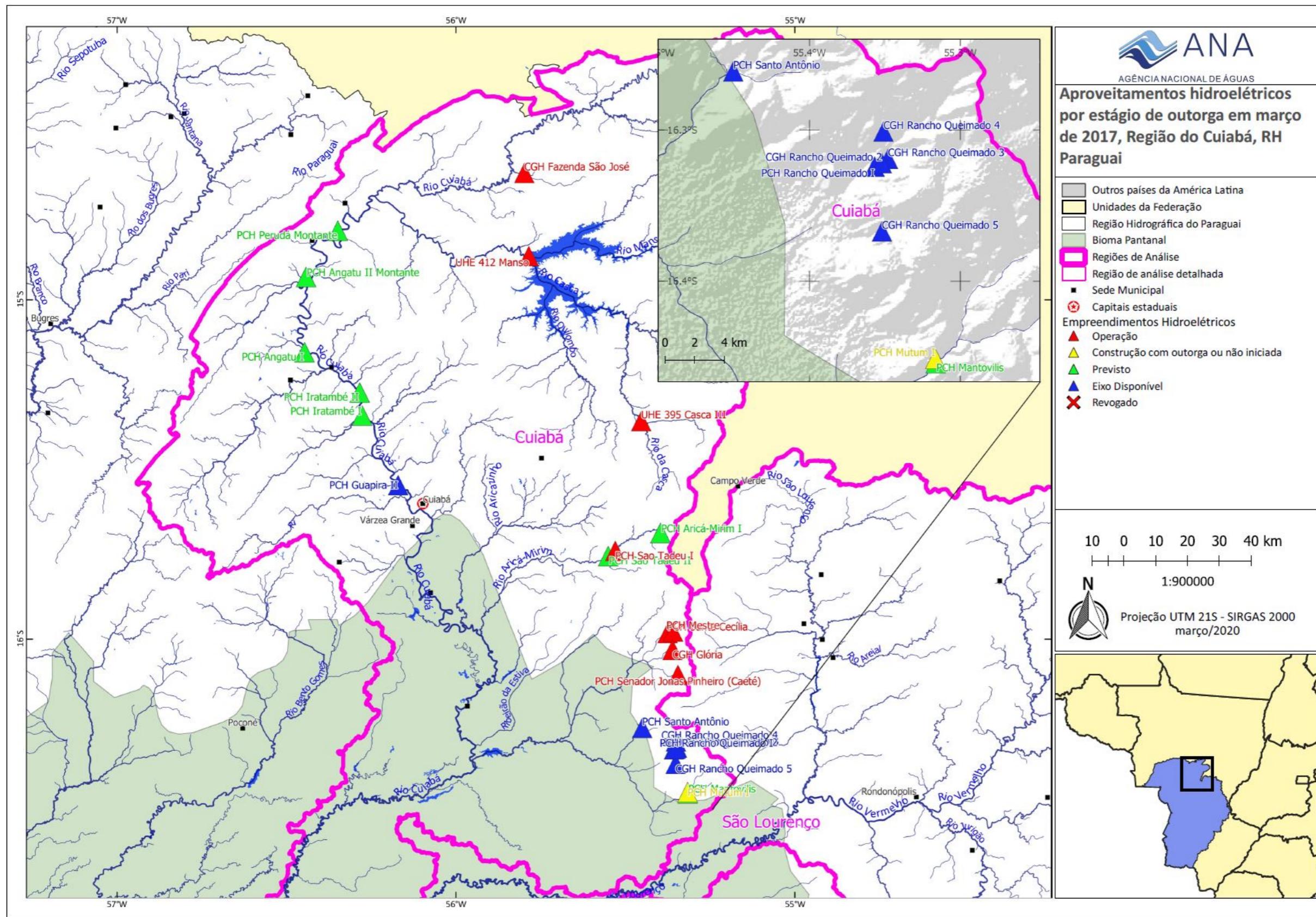


Figura 5.2 – Aproveitamentos hidroelétricos na região de integração da sub-bacia do rio Cuiabá área de abrangência dos estudos, cujos resultados são apresentados nesta Nota Técnica.

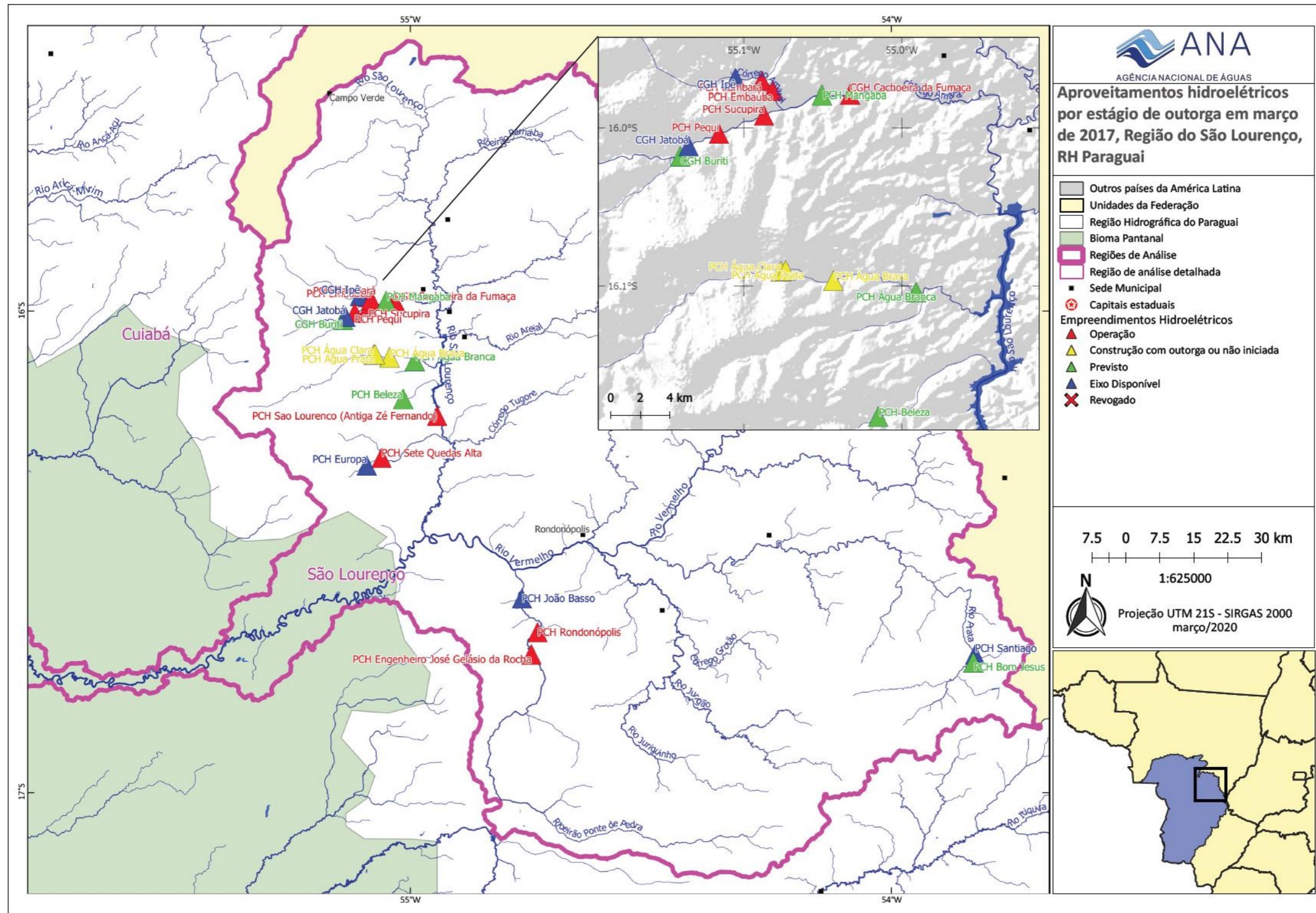


Figura 5.3 – Aproveitamentos hidroelétricos na região de integração da sub-bacia do rio São Lourenço área de abrangência dos estudos, cujos resultados são apresentados nesta Nota Técnica.

7. RESULTADOS DESENVOLVIDOS

6.1 Estudos de Ictiofauna, Ictioplâncton e Pesca

De forma geral, esses estudos visaram atender aos seguintes objetivos específicos:

- Identificação de rotas migratórias e de áreas de desova: identificar as áreas estratégicas para manutenção dos estoques pesqueiros, com base na presença de ovos e larvas dos migradores e da captura do migrador adulto no seu período reprodutivo;
- Estatística da “Pesca Profissional Artesanal”: destacar a importância social e econômica do recurso pesqueiro para os estados do MT e MS, e mapear a pesca dos migradores;
- Inventário da Ictiodiversidade: realizar o levantamento da ictiofauna da região hidrográfica, e a (i) espacialização de espécies endêmicas e novas espécies, (ii) áreas de endemismo e (iii) atributos de comunidades por sub-bacia.

6.1.1 Identificação de Rotas Migratórias e de áreas de desova (Ictioplâncton e pesca experimental)

a) Região de integração da sub-bacia do rio Cuiabá (UPG P-4 + rio Mutum):

Para a sub-bacia do Cuiabá, foram utilizadas dados secundários coletados entre 2002 e 2004, pela equipe do Nupélia. A sub-bacia do Mutum, afluente do Cuiabá, foi amostrada no âmbito deste Projeto. No total foram coletadas e triadas 676 amostras de ictioplâncton, com as seguintes médias de produção de ovos e de larvas de todas as espécies de peixes e de larvas de migradores, por período reprodutivo (valor diário x dias do período reprodutivo), os quais estão representados nas figuras 6.1, 6.2 e 6.3:

- Cuiabá (CB2): contribui na produção com 56,6 bilhões de ovos e aproximadamente 4,5 bilhões na produção de larvas, das quais cerca de 1,6 bilhão é de espécies migradoras;
- Cuiabazinho (CB1): contribui na produção com 6,9 bilhões de ovos e 1,2 bilhão de larvas, sendo 472 milhões são de espécies migradoras;
- Manso (MJ3): este ponto de coleta contribui na produção de 27 bilhões de ovos, 1,6 bilhão de larvas de todas as espécies, sendo 634 milhões de espécies migradoras;
- Manso (MJ2): este ponto de coleta contribui na produção de 18 bilhões de ovos e 107 milhões de larvas, sem larvas de espécies migradoras;
- Manso (MJ1): este ponto de coleta contribui na produção com 0,036% de ovos e com 0,039% de larvas, mas não contribui com a produção de larvas de espécies migradoras; e
- Mutum (MUT): contribui na produção com 0,004% de ovos e 0,337% na de larvas de todas as espécies, dessas 1,4% são da família Anostomidae, não necessariamente de espécies migradoras.

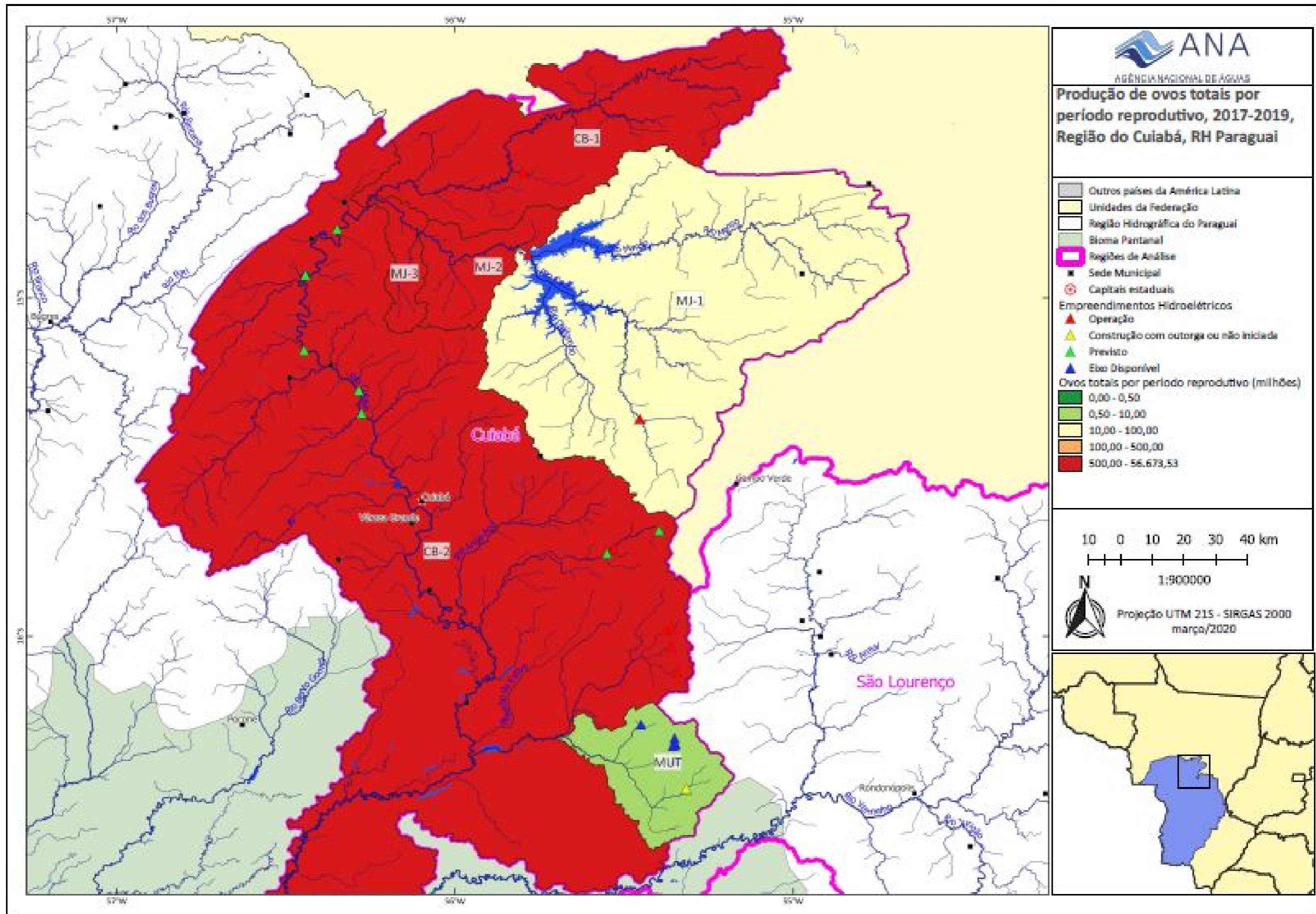
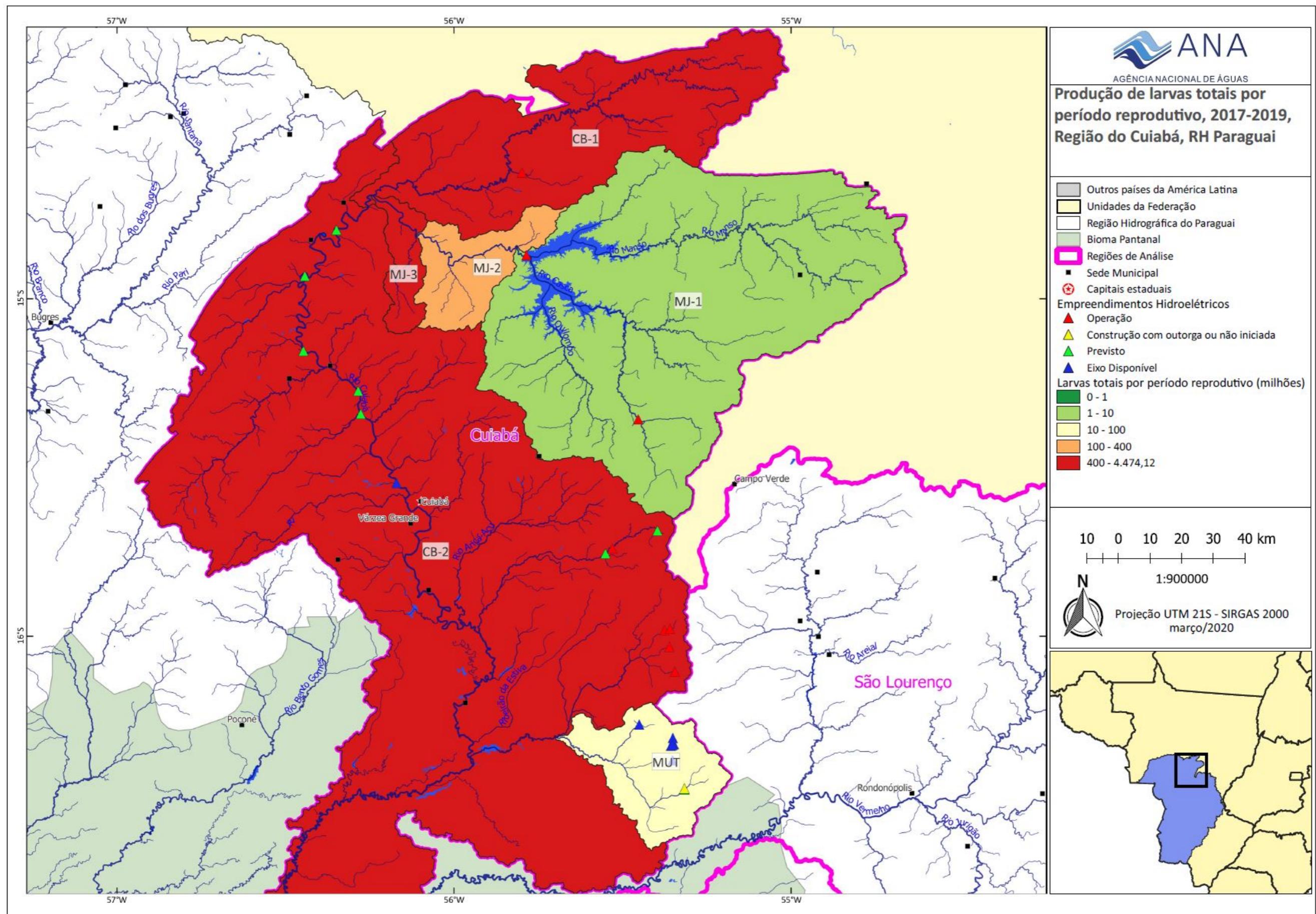


Figura 6.1 – Fluxo de ovos por período reprodutivo, considerando as diferentes fases de desenvolvimento dos ovos coletados na sub-bacia do Cuiabá.



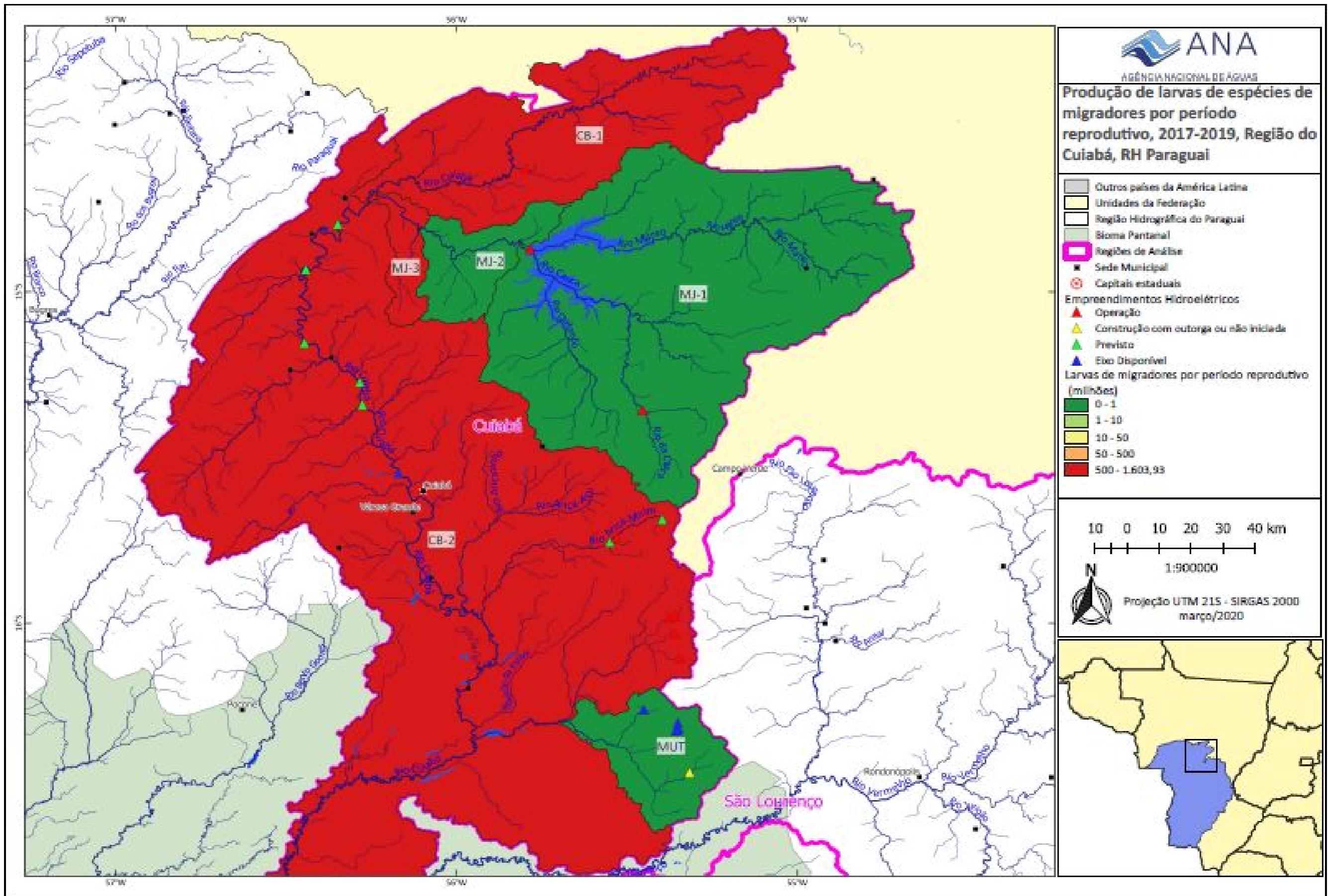


Figura 6.3 – Fluxo de larvas das espécies de peixes migradores por período reprodutivo, considerando as diferentes fases de desenvolvimento das larvas coletadas na sub-bacia do Cuiabá.

Distribuição espaço-temporal ictioplâncton

Na sub-bacia do rio Cuiabá, o fluxo médio diário de ovos foi significativamente diferente entre os locais ($D = 76,4$; $p < 0,001$), sendo maior no CB2, MJ3, MJ2 (314,85; 151,50 e 101,85 milhões de ovos/dia, respectivamente) e, significativamente menor no MJ1 (0,22 milhões de ovos/dia).

O fluxo médio de larvas, também foi significativamente diferente entre os locais ($D = 49,3$; $p < 0,001$), sendo maior nos pontos CB2, MJ3 e CB1 (24,85; 9,03 e 6,68 milhões de larvas/dia, respectivamente), em relação ao MJ1 e MJ2 (0,01 e 0,59 milhões de larvas/dia, respectivamente) (Figura 6.4).

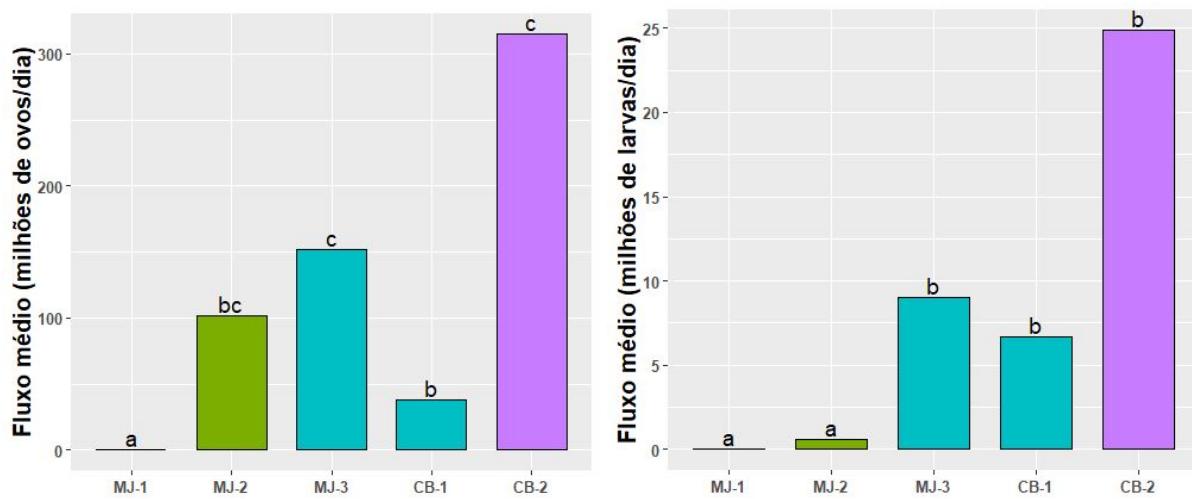


Figura 6.4. Fluxo médio diário de ovos (esquerda) e larvas (direita) de peixes (milhões/dia) nos pontos amostrais da sub-bacia do rio Cuiabá, entre outubro de 2002 a março de 2004. Cores iguais indicam pontos comparáveis entre si. Letras iguais indicam ausência de diferença significativa.

A variação temporal do fluxo de ovos e larvas na sub-bacia do rio Cuiabá é apresentada nas Figuras 6.5 e 6.6. Dezembro, janeiro e fevereiro foram os meses com maiores fluxos diários de ovos. Porém, não houve interação significativa entre os fatores pontos amostrais e ciclo reprodutivo ($LRT = 3,15$; $p = 0,67$), e o ciclo reprodutivo também não foi significativo ($LRT = 0,12$; $p = 0,72$), sendo que, o fluxo no segundo ciclo (2003/2004) correspondeu a 108% do fluxo no primeiro (2002/2003).

Os maiores fluxos de larvas foram verificados entre dezembro e janeiro e, ao contrário do fluxo de ovos, houve interação significativa entre os fatores pontos amostrais e ciclo reprodutivo ($LRT = 52,31$; $p < 0,01$), de maneira que os pontos amostrais apresentaram diferentes respostas quando considerado o ciclo reprodutivo (Tabela 6.1). Apenas nos pontos MJ3 e CB1 essas diferenças foram significativas, devido aos maiores fluxos observados no ciclo 2002/2003 em comparação ao 2003/2004 (Figura 6.6).

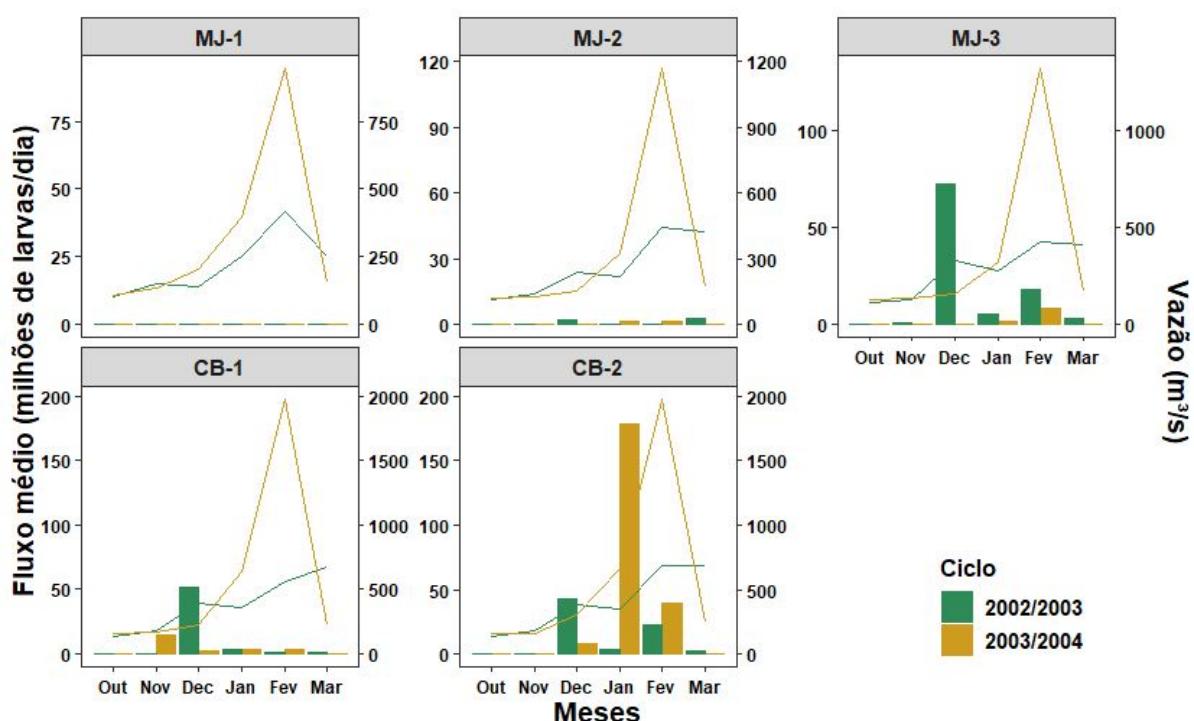
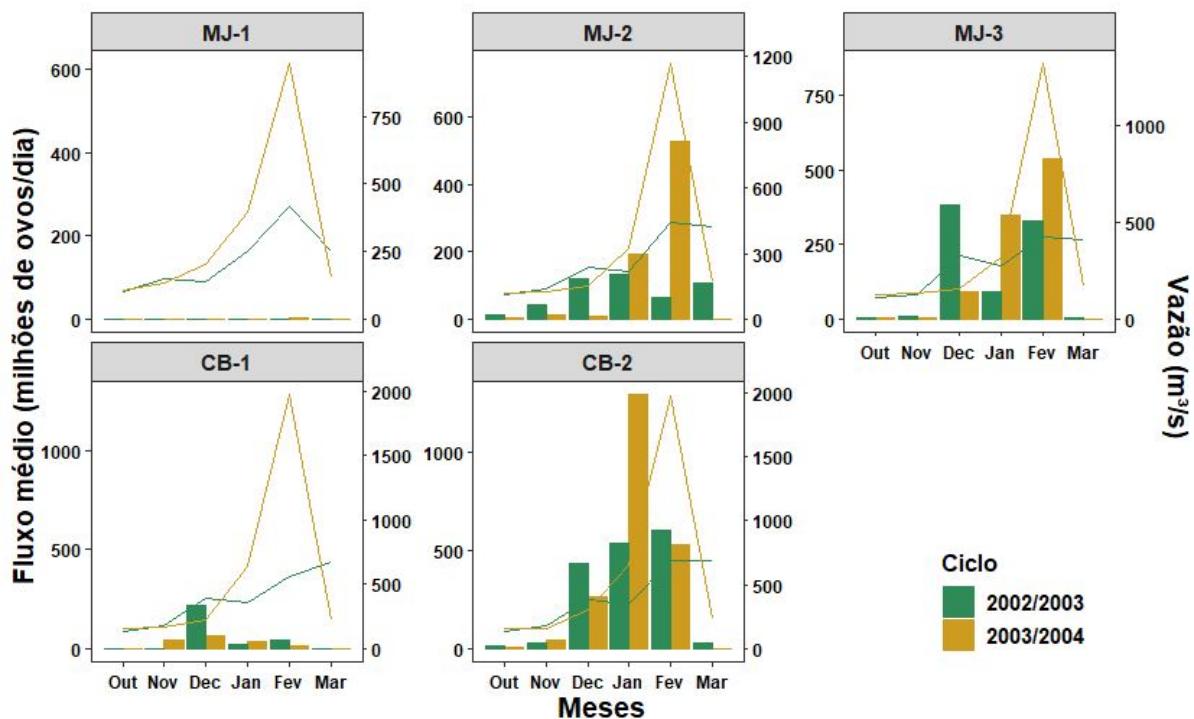


Tabela 6.1. Estimativas das razões do fluxo de larvas de peixes entre os ciclos reprodutivos e seus respectivos valores de p, para cada ponto amostral da sub-bacia do rio alto Paraguai. F_{ciclo1} = fluxo no ciclo 2002/2003 e F_{ciclo2} = fluxo no ciclo 2003/2004.

Ponto amostral	Fluxo de Larvas	
	$F_{\text{ciclo2}}/F_{\text{ciclo1}}$	p
MJ1	<0,01	0,99
MJ2	0,50	0,53
MJ3	0,09	<0,01
CB1	0,41	<0,01
CB2	3,16	0,24

Em relação a variação nictemeral, o fluxo de ovos foi significativamente maior nos horários noturnos, com progressivo decréscimo ao longo do dia ($D= 57,70$; $p<0,01$). Para larvas, no entanto, não houve diferença significativa no fluxo entre os horários ($D= 26,72$; $p=0,63$) (Figura 6.7).

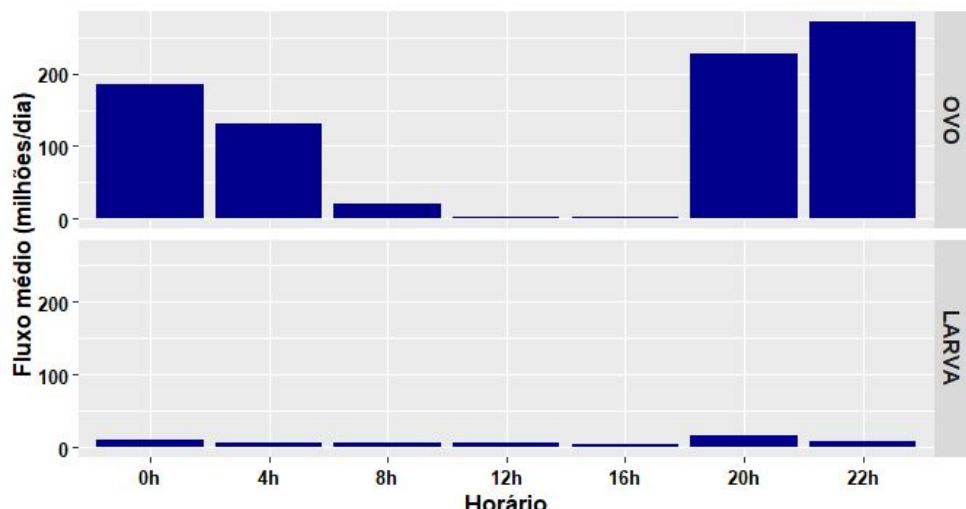


Figura 6.7. Fluxo médio diário de ovos (superior) e larvas (inferior) de peixes (milhões/dia) verificados nos diferentes estratos e horários nos pontos amostrais da sub-bacia do rio Cuiabá entre outubro de 2002 e março de 2004.

Composição taxonômica

Cinquenta táxons foram identificados nesta sub-bacia, sendo 34 ao nível de gênero ou espécie. Os pontos CB1 e MJ1 apresentaram o maior e o menor número de táxons, 27 e 2, respectivamente. Os maiores fluxos médios foram para as larvas de Siluriformes e Pimelodidae. A estrutura da assembleia larval diferiu significativamente entre os pontos amostrais desta sub-bacia ($\text{Pseudo-}F= 11,5$; $p<0,01$), devido à estrutura do agrupamento MJ2 (ponto MJ2) ser significativamente diferente das estruturas do CB2 (ponto CB2) e do MJ3 (pontos CB1 e MJ3) (Tabela 6.2). Os centroides dos pontos da estrutura dos agrupamentos CB2 e MJ3 ficaram separadas, tanto pelo eixo 1 quanto pelo eixo 2, contudo, suas amplas nuvens de pontos, com sobreposições, indicam considerável dissimilaridade entre suas unidades amostrais (Figura 6.8). A nuvem de pontos de MJ2, por outro lado, foi pequena e ficou concentrada em valores positivos do PCoA1 e negativos do PCoA2, sendo facilmente distinguível dos demais, conforme indicado na comparação par-a-par da PERMANOVA (Tabela 6.2). Os táxons que mais estiveram correlacionados à dispersão foram, no eixo 1, Pimelodidae, *R. vulpinus* e *Pseudoplatystoma* spp., todos mais abundante no agrupamento CB2, e Anostomidae e Serrasalmidae, abundantes no CB2 e MJ3, respectivamente (Figura 6.8).

Tabela 6.2. Valores de comparação par-a-par a posteriori da PERMANOVA realizada para verificar se existe diferença na estrutura da assembleia de larvas nos agrupamentos de pontos da sub-bacia do rio Cuiabá. Agrupamentos: MJ1= MJ1; MJ2=MJ2; MJ3= CB1, MJ3; CB2 = CB2.

Pares	Pseudo-F	Valor de p
CB2 X MJ1	1,38	0,52
CB2 X MJ2	2,63	0,01
CB2 X MJ3	1,43	0,77
MJ1 X MJ2	2,02	1,00
MJ1 X MJ3	1,88	0,48
MJ2 X MJ3	2,83	0,01

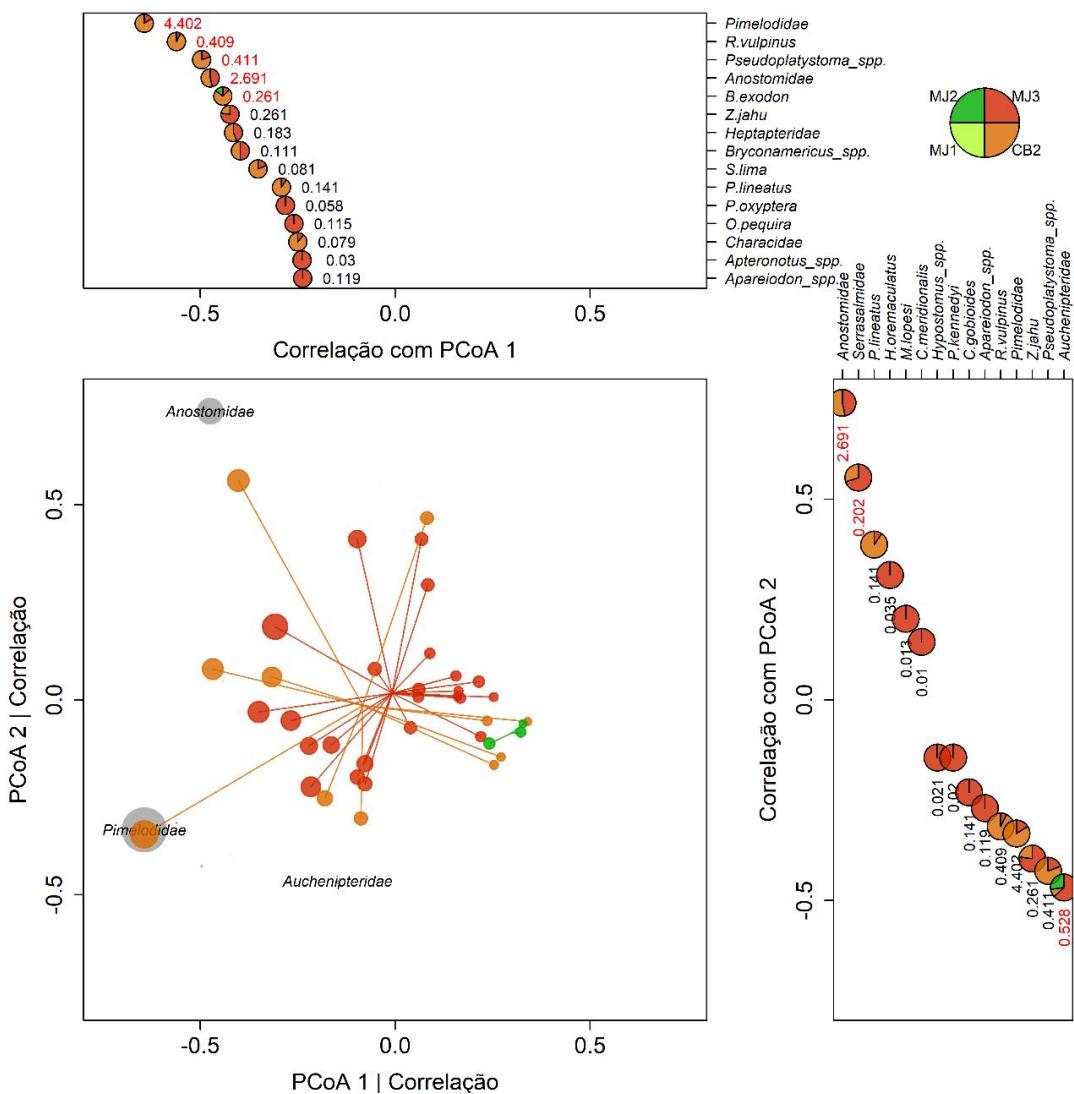


Figura 6.8. Ordenação gerada pela PCoA aplicada à estrutura da assembleia de larvas de peixes (identificada ao menos até o nível de família) nos diferentes agrupamentos dos pontos amostrais da sub-bacia do rio Cuiabá entre outubro de 2002 e março de 2004. Plotados os nomes dos táxons com maior contribuição relativa (em fluxo de larvas/dia). Os gráficos periféricos indicam o valor da correlação do fluxo de táxons que foi significativo com o referido eixo da PCoA. Os setores indicam a proporção dos fluxos médios em cada agrupamento de pontos, sendo o fluxo médio expresso adjacente aos setores. Os valores de fluxo médio plotados em vermelho representam as correlações que foram significativas com o referido eixo. Agrupamentos: MJ1= MJ1; MJ2=MJ2; MJ3= CB1, MJ3; CB2 = CB2.

O maior fluxo médio de larvas de espécies-alvo, incluindo Anostomidae e Pimelodidae, foi observado no ponto CB-2, com aproximadamente 15 milhões de larvas/dia, pertencentes principalmente, a Pimelodidae e Anostomidae (Figura 6.9). Nos pontos MJ-1 e MJ-2 não foram encontradas larvas de nenhuma espécie-alvo (Figura 6.9).

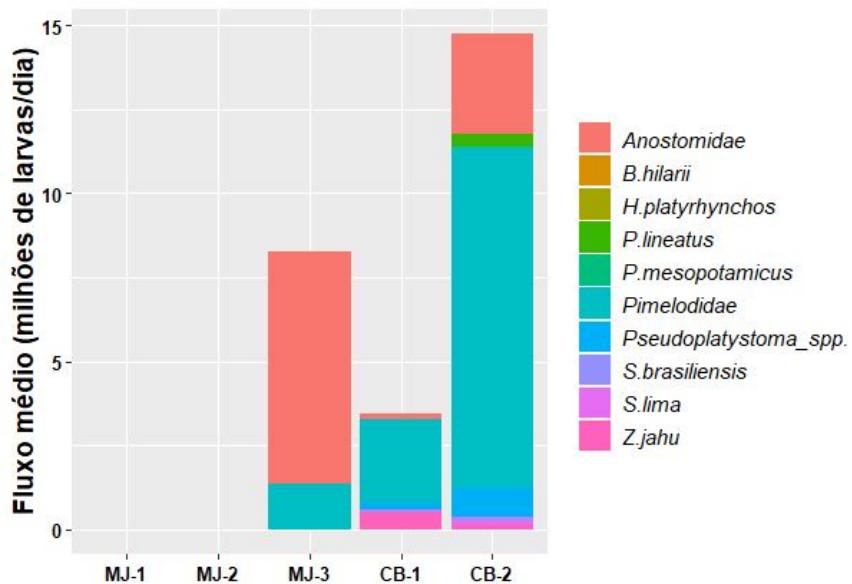


Figura 6.9. Proporção do fluxo médio de larvas de peixes das famílias e espécies-alvo (milhões/dia) nos pontos amostrais da sub-bacia do rio Cuiabá entre outubro de 2002 e março de 2004.

Rio Mutum

No ponto rio Mutum, o fluxo de ovos não diferiu significativamente entre os ciclos reprodutivos, embora tenha sido quase 25% maior em 2018/2019, quando comparado a 2017/2018 ($p=0,87$) (Figura 6.10). O fluxo de larvas em 2018/2019, por outro lado, equivaleu a menos de 20% do fluxo em 2017/2018 e esta diferença foi estatisticamente significativa ($p<0,01$) (Figura 6.10).

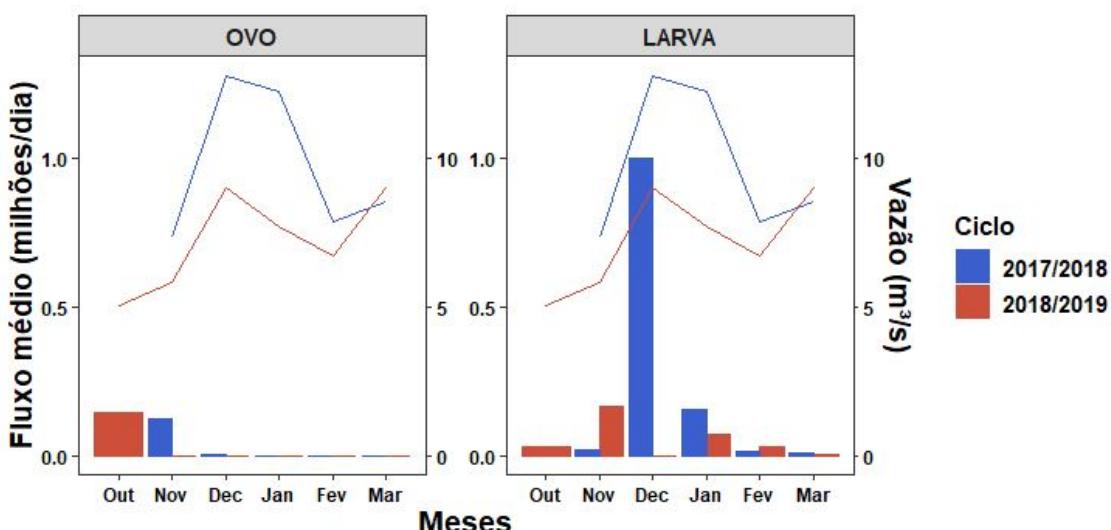


Figura 6.10. Fluxo médio diário de larvas (milhões/dia) de peixes e vazão média estimada (subdividido nos dois ciclos reprodutivos – outubro a março) no rio Mutum, sub-bacia do rio Cuiabá, entre outubro de 2017 a março de 2019.

Neste ponto, o fluxo de ovos não foi significativamente diferente, nem entre os horários ($D= 8,03$; $p=0,08$), nem entre os estratos ($D= 3,54$; $p=0,14$) (Figura 6.13). Por outro lado, o fluxo de larvas foi significativamente maior às 0:00 horas ($D= 21,51$; $p<0,01$), porém não houve diferença significativa entre os estratos ($D= 4,20$; $p=0,23$) (Figura 6.11).

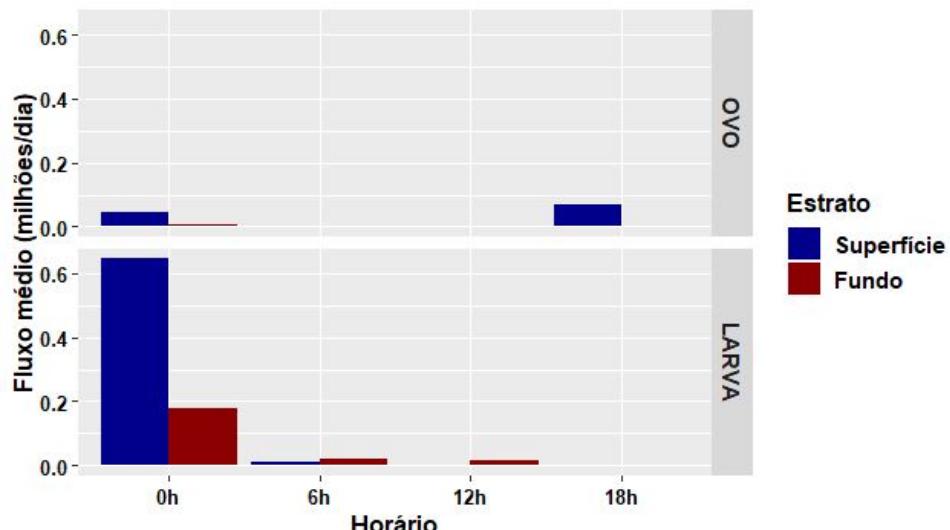


Figura 6.11. Fluxo médio diário de ovos (superior) e larvas (inferior) de peixes (milhões/dia) verificados nos diferentes estratos e horários no rio Mutum, sub-bacia do rio Cuiabá, entre outubro de 2017 e março de 2019.

Quanto à composição taxonômica, no rio Mutum foram registrados 30 táxons, sendo 15 identificados ao nível de gênero ou espécie. Larvas das famílias Characidae e Curimatidae, foram as que apresentaram maiores fluxos médio diários e, entre os táxons, não foram encontradas nenhuma pertencente às espécies-alvo, somente à família Anostomidae.

Clivagem inicial (CI) e EI foram os únicos estágios do desenvolvimento embrionário registrados para os ovos capturados no rio Mutum, assim como as larvas de Anostomidae, encontradas apenas em estágios de PF e FL (Figura 6.12).

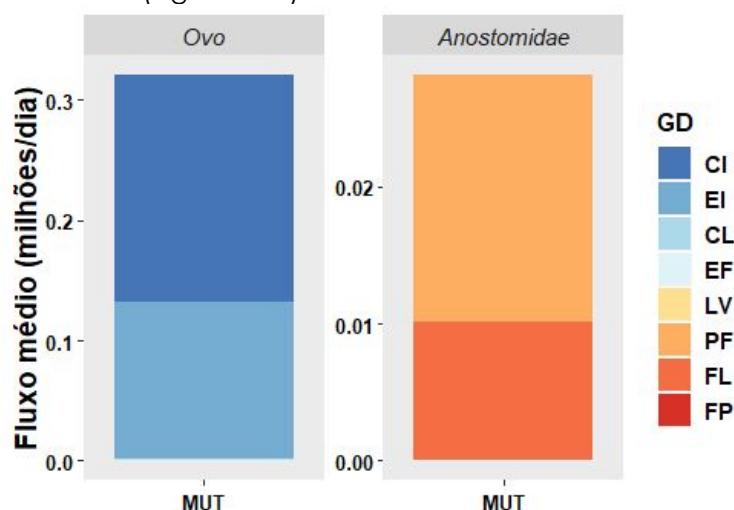


Figura 6.12. Proporção do fluxo médio de estágios de desenvolvimento embrionário e larval de peixes das famílias e espécies-alvo no rio Mutum, sub-bacia do rio Cuiabá entre outubro de 2017 e março de 2019. Graus de desenvolvimento (GD): CI=clivagem inicial; EI=embrião inicial; CL=cauda livre; EF=embrião final; LV=larval-vitelínico, PF = pré-flexão, FL= flexão, FP= pós-flexão.
b) Região de Integração da sub-bacia do rio São Lourenço (UPG P-5)

Nas amostragens de ictioplâncton realizadas na sub-bacia do rio São Lourenço (UPG P-5 São Lourenço) foram coletadas e triadas 858 amostras, com as seguintes médias de produção de ovos, de larvas de todas as espécies de peixes e larvas de migradores, por período reprodutivo (valor diário x dias do período reprodutivo):

- Rio Vermelho (VER1): este ponto de coleta contribui com 1,8 bilhão na produção de ovos e 2 bilhões na produção de larvas, sendo 1,3 bilhão de espécies migradoras.
- Rio Vermelho (VER2): este ponto de coleta contribui com cerca de 4,6 bilhões na produção de ovos e 1 bilhão na produção de larvas, dessas 770 milhões são de espécies migradoras.
- Rio São Lourenço (SLO1): este ponto de coleta contribui na produção com cerca de 1,1 bilhão de ovos e 513 milhões de larvas de todas as espécies, dessas 393 milhões são de espécies migradoras.
- Rio São Lourenço (SALO): contribui com 2,1 bilhões na produção de ovos e 218 milhões de larvas, dessas 106 milhões são de espécies migradoras.
- Rio Tadarimana (TAD): este ponto de coleta contribui na produção com 1,0% de ovos e com 0,41% de larvas, dessas 87% são de larvas de migradores
- Ribeirão Ponte da Pedra (POP): este ponto de coleta contribui na produção com 0,33% de ovos e com 0,052% de larvas, dessas 24% são de larvas de migradores.
- Ribeirão Ponte da Pedra (PPD): este ponto de coleta contribui na produção com cerca de 0,06% de ovos e de 0,9% de larvas, dessas 1,94% são da família Anostomidae, não necessariamente de espécies migradoras;
- Ribeirão Anhumas (ANHU): contribui na produção com 0,033% de ovos e com 0,17% de larvas, dessas 7,67% são da família Anostomidae, não necessariamente de espécies migradoras;
- Rios Prata (PRAT) e Ibo (IBO): não apresentam nenhuma contribuição na produção de ovos e nem de larvas; e
- Córrego Tenente Amaral (TAM): contribui na produção com apenas 0,99% de ovos e 0,18% de larvas, dessas 73% são de espécies migradoras.

Os resultados observados nesta sub-bacia estão representados nas Figura 6.13, 6.14 e 6.15 e as prováveis áreas de desova estão identificadas nas Figuras 6.16 (com base na coleta de ovos) e 6.17 (com base na coleta de larvas de migradores). Os rios Vermelho e São Lourenço se destacaram como áreas de produção de ovos e larvas de peixes migradores muito importante, ocorrendo a desova de várias das espécies alvo.

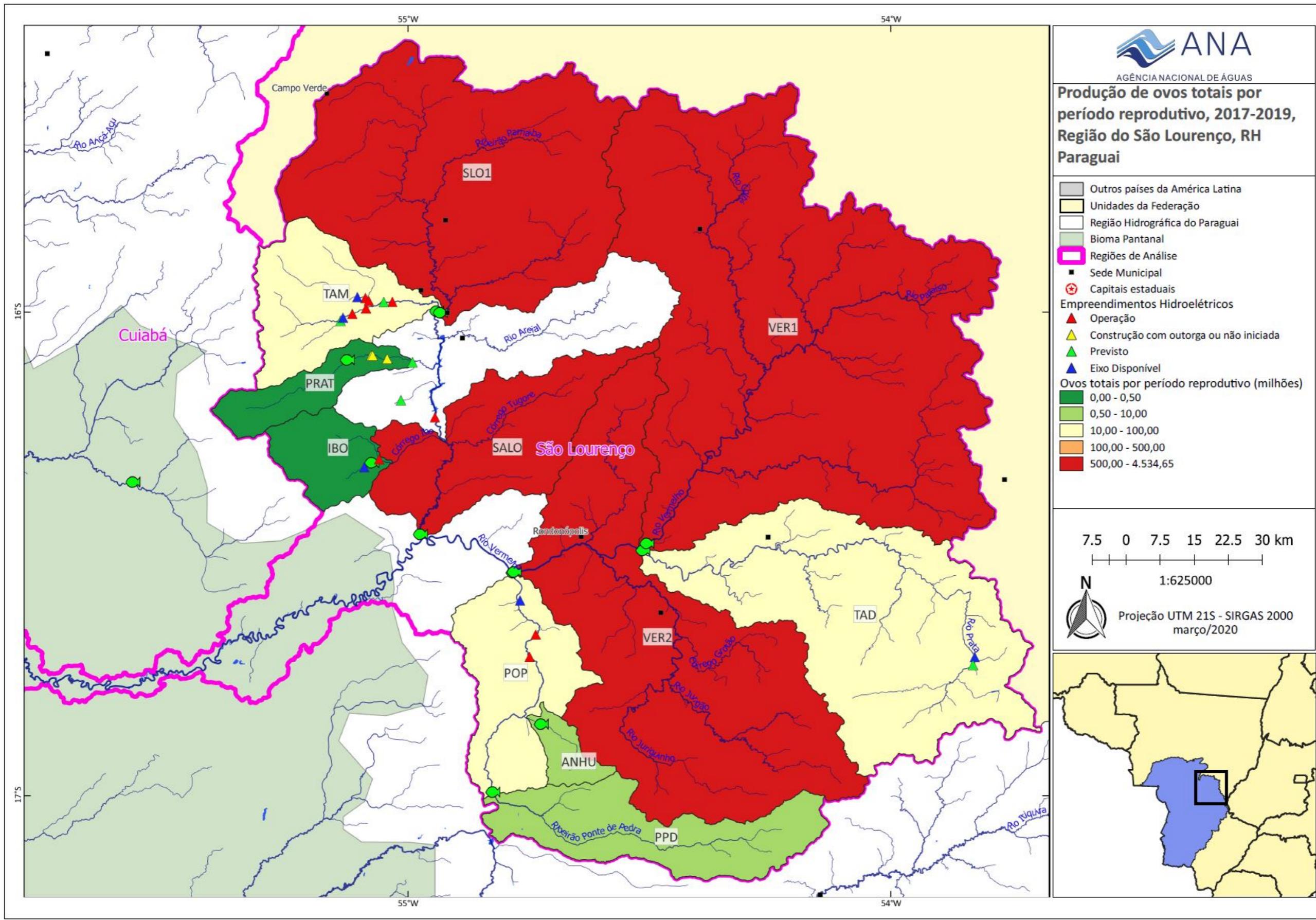


Figura 6.13 – Fluxo de ovos por período reprodutivo, considerando as diferentes fases de desenvolvimento dos ovos coletados na sub-bacia do rio São Lourenço.

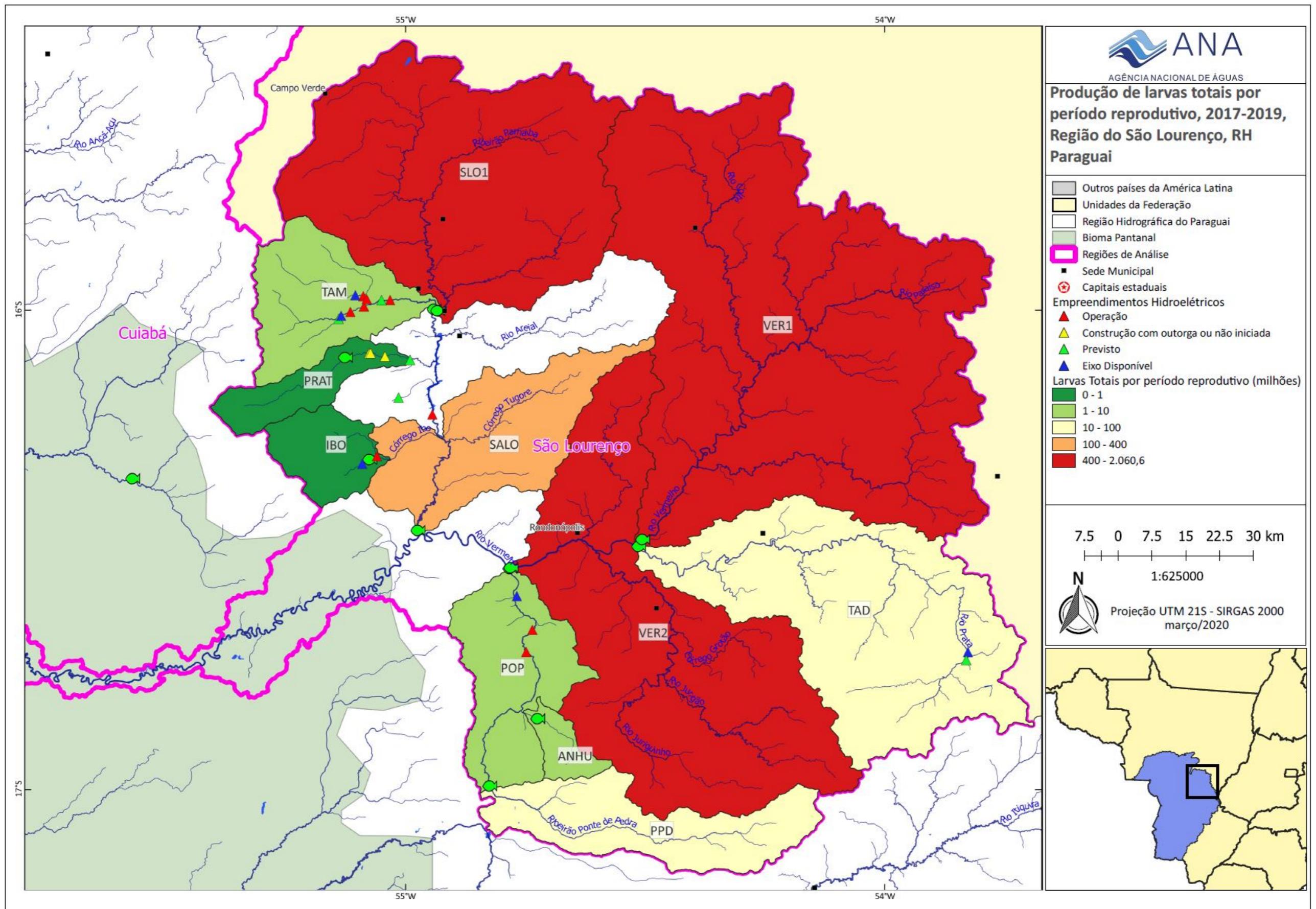


Figura 6.14 – Fluxo de larvas de todas as espécies por período reprodutivo, considerando as diferentes fases de desenvolvimento das larvas coletadas na sub-bacia do rio São Lourenço.

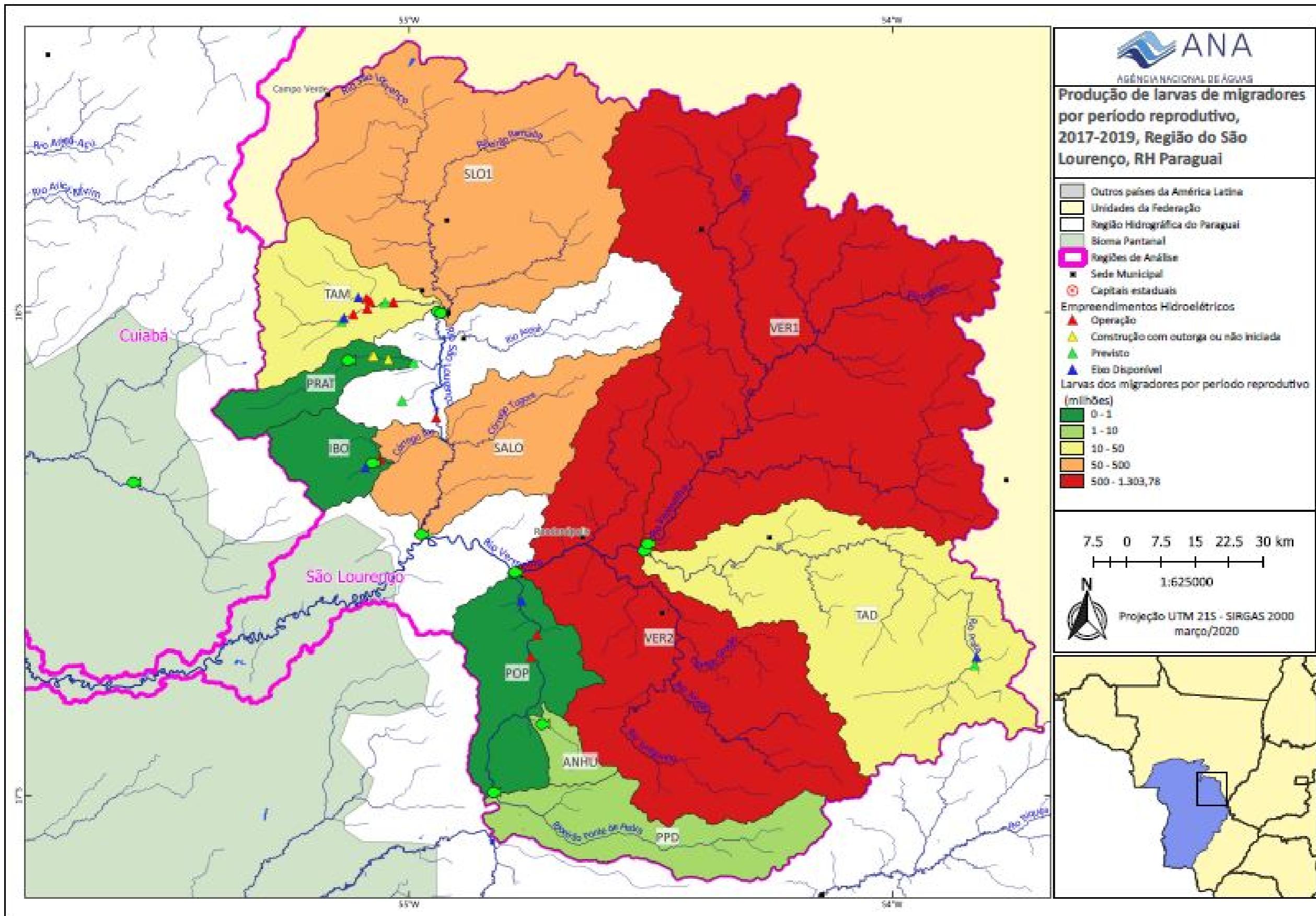


Figura 6.15 - Fluxo de larvas das espécies de peixes migradores por período reprodutivo, considerando as diferentes fases de desenvolvimento das larvas coletadas na sub-bacia do rio São Lourenço.

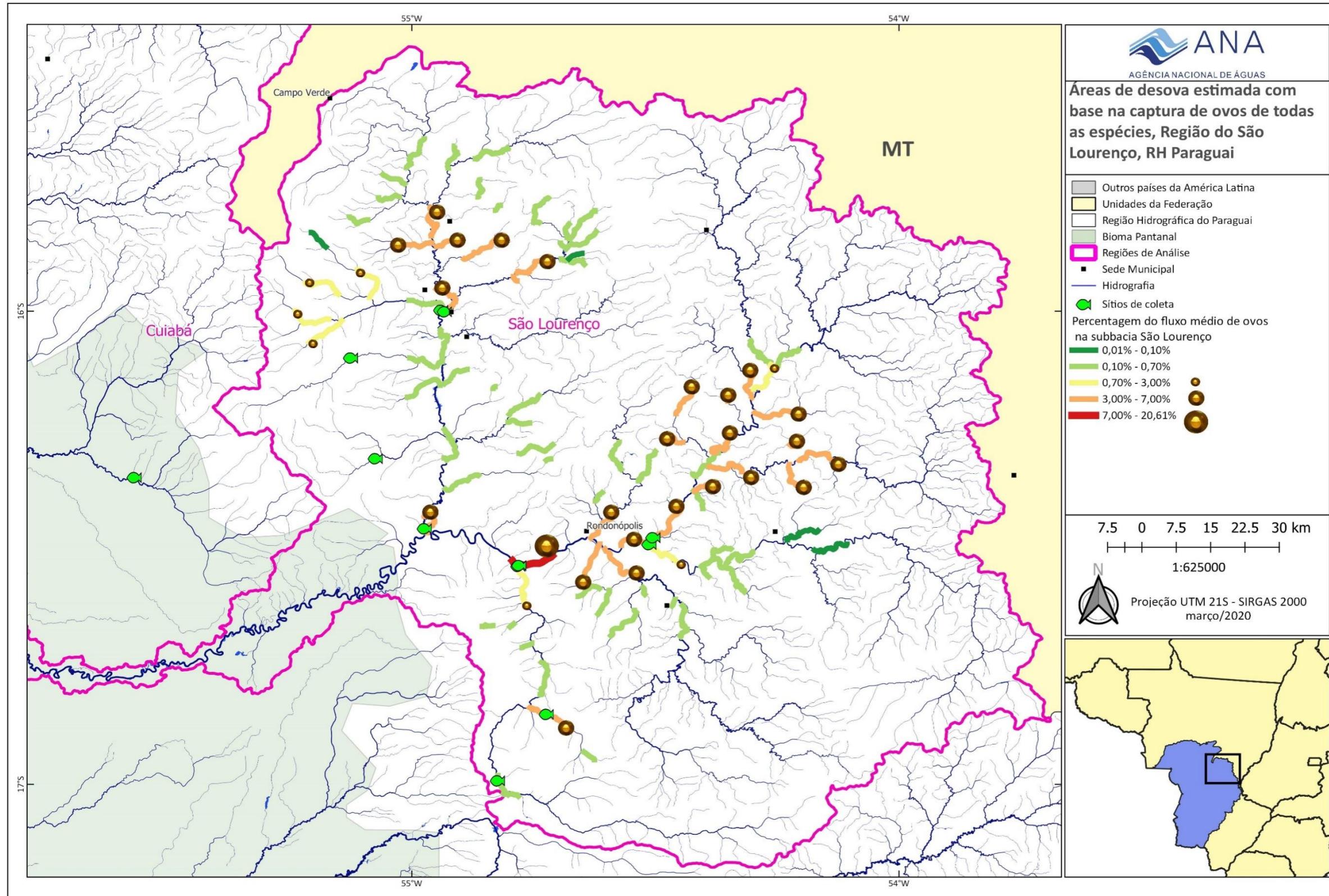


Figura 6.16 - Mapa da sub-bacia São Lourenço identificando as áreas possíveis de desova estimadas com base na captura de ovos de todas as espécies.

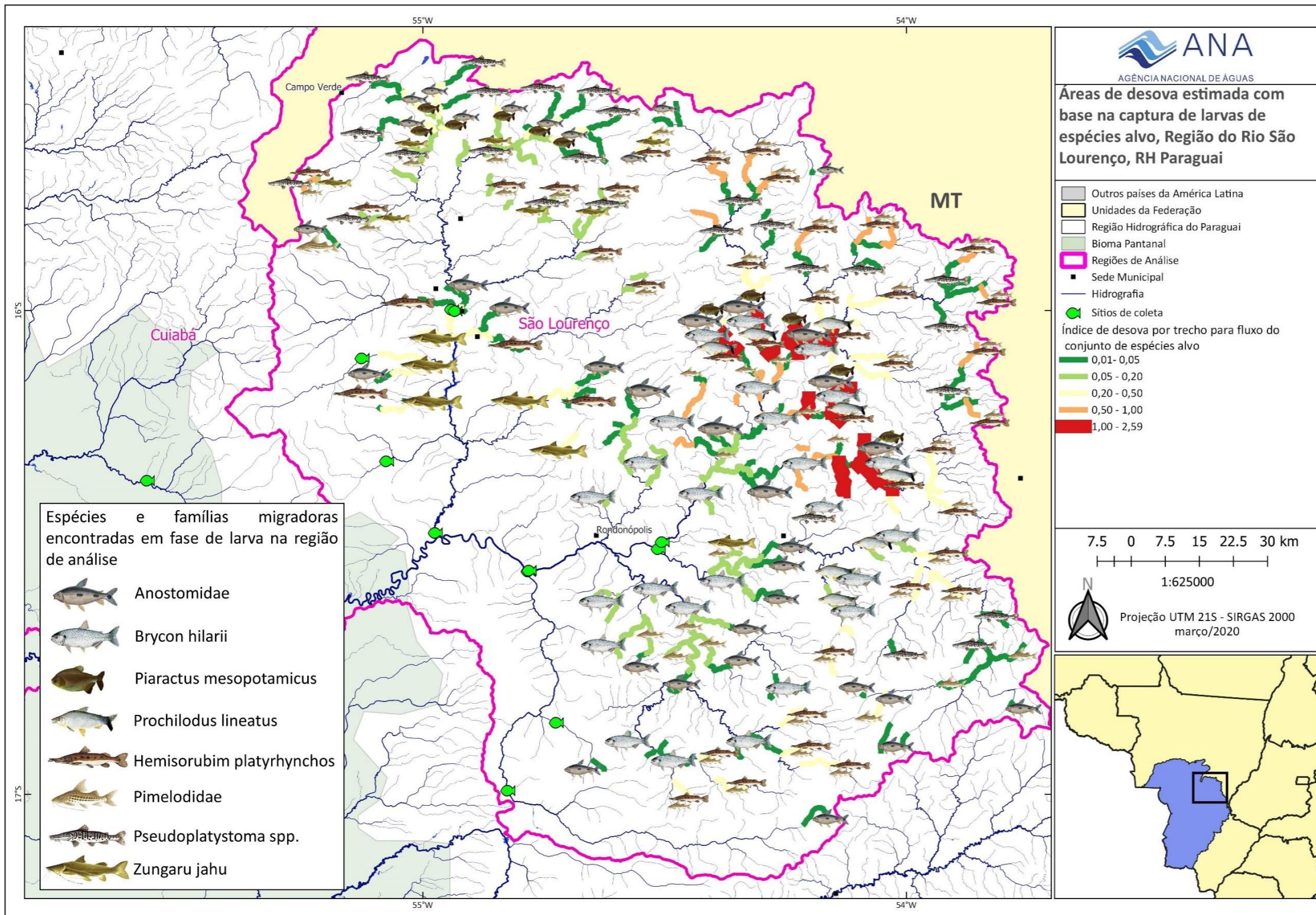


Figura 6.17 – Mapa da sub-bacia São Lourenço identificando as áreas possíveis de desova estimadas com base na captura de larvas das espécies alvos.

Distribuição espaço-temporal ictioplâncton

O fluxo médio de ovos foi significativamente diferente entre os locais ($D = 653,2$; $p < 0,001$) na sub-bacia do rio São Lourenço (Figura 5.38). O maior fluxo médio diário foi registrado no ponto VER2, com mais de 25 milhões de ovos/dia, seguido de SALO e VER1, com 11,27 e 10,25 milhões ovos/dia, respectivamente. Por outro lado, os pontos PPD e ANHU (0,18 e 0,01 milhões de ovos/dia) foram os que apresentaram os menores fluxos. No PRAT e no IBO não foi registrada a ocorrência de ovos (Figura 6.18).

Para as larvas, o fluxo médio também foi significativamente diferente entre os locais ($D = 471,4$; $p < 0,001$), com maiores valores no VER1 (11,45 milhões de larvas/dia) e VER2 (5,59 milhões de larvas/dia). Novamente, nos pontos PRAT e IBO não foram registradas nenhuma ocorrência de larvas e os menores fluxos ocorreram no TAM, POP, TAD e ANHU (Figura 6.18).

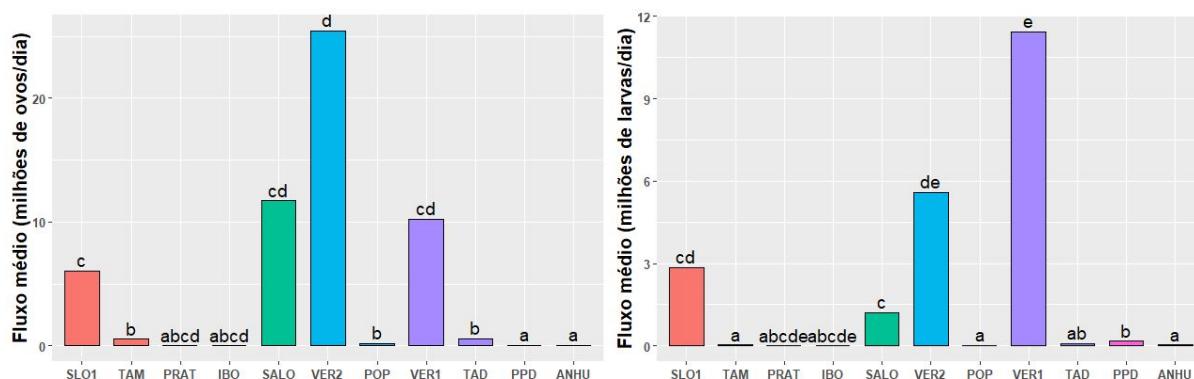


Figura 6.18. Fluxo médio diário de ovos (esquerda) e larvas (direita) de peixes (milhões/dia), nos pontos amostrais da sub-bacia do rio São Lourenço, entre outubro de 2017 e março de 2019. Cores iguais indicam pontos comparáveis entre si. Letras iguais indicam ausência de diferença significativa.

Para esta sub-bacia não foi realizada a análise comparativa de fluxos entre os ciclos, pois não há coincidência dos pontos amostrais. Observando a distribuição do fluxo entre os meses, é possível verificar que os ovos e larvas ocorreram, principalmente, entre outubro e fevereiro, com destaque para o mês de novembro (Figuras 6.19 e 6.20).

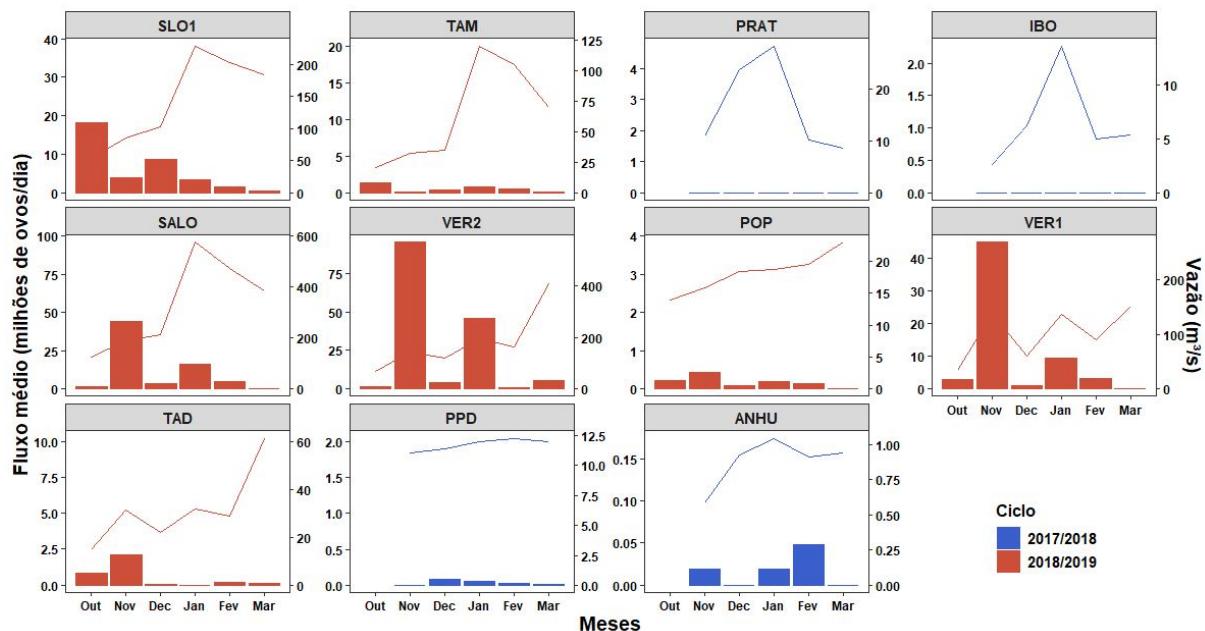


Figura 6.19. Fluxo médio diário de ovos de peixes (milhões/dia) e vazão média estimada (subdividido nos dois ciclos reprodutivos- outubro a março), nos diferentes pontos amostrais da sub-bacia do rio São Lourenço, entre outubro de 2017 e março de 2019. Ressalta-se que as escalas dos eixos são distintas entre os gráficos.

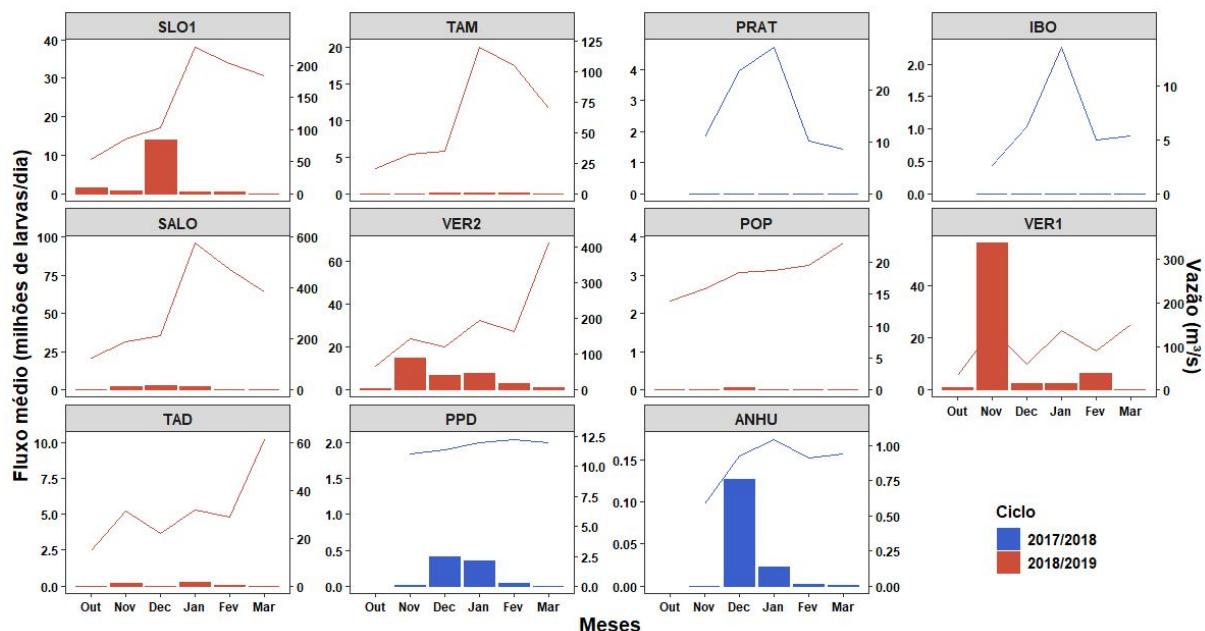


Figura 6.20. Fluxo médio diário de larvas de peixes (milhões/dia) e vazão média estimada (subdividido nos dois ciclos reprodutivos- outubro a março), nos diferentes pontos amostrais da sub-bacia do rio São Lourenço, entre outubro de 2017 e março de 2019. Ressalta-se que as escalas dos eixos são distintas entre os gráficos.

Quanto à variação diária, observa-se que tanto o fluxo de ovos, quanto o fluxo de larvas não diferiram significativamente entre os horários ($D= 100,16$; $p=0,05$ e $D= 86,40$; $p=0,86$,

respectivamente), nem entre os estratos ($D= 94,17$; $p=0,20$ e $D= 85,70$; $p=0,90$, respectivamente), ou seja, foram homogeneamente distribuídos ao longo do ciclo nictemeral (Figura 6.21).

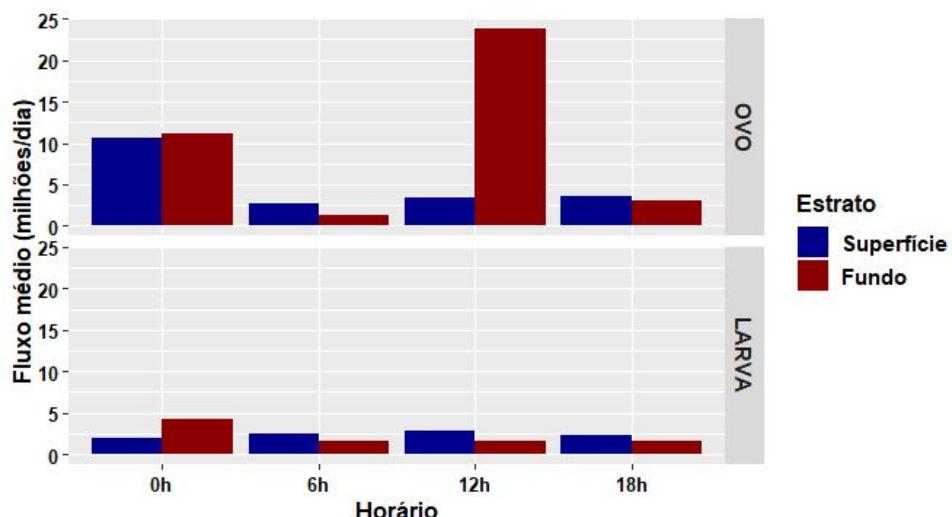


Figura 6.21. Fluxo médio diário de ovos (superior) e larvas (inferior) de peixes (milhões/dia) verificados nos diferentes estratos e horários nos pontos amostrais da sub-bacia do rio São Lourenço, entre outubro de 2017 e março de 2019.

MetaDNA

Numa análise preliminar com base no Genbank e no Bold, pode-se identificar com precisão as espécies migradoras presentes nas amostras de ovos e larvas coletadas nos diversos pontos amostrais (Tabela 6.3).

Dentre as espécies alvo previamente determinadas neste estudo, cinco foram identificadas nas amostras de ovos *P. mesopotamicus*, *Z. zungaro*, *S. lima*, *P. lineatus* e *H. platyrhynchos*. Ovos de *P. mesopotamicus*, *P. lineatus* e *Sorubim lima* foram encontrados nos pontos da sub-bacia do São Lourenço.

Tabela 6.3. Espécies alvo identificadas por ponto amostral a partir da análise de DNA de ovos e larvas. Os valores indicam a quantidade de sequências obtidas por ponto amostral.

		<i>Piaractus mesopotamicus</i>		<i>Zungaro jahu</i>		<i>Sorubim lima</i>		<i>Prochilodus lineatus</i>		<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	
Sub-bacia	Ponto	Ovos	Larvas	Ovos	Larvas	Ovos	Larvas	Ovos	Larvas	Ovos	Larvas
São Lourenço	VER2	1817									
	SLO1	104									
	TAD							40			
	VER1					462					

Composição taxonômica

Na sub-bacia do rio São Lourenço foram identificados 33 táxons, dos quais 22 foram identificados ao nível de gênero ou espécie. O ponto SLO1 apresentou o maior número de táxons, 19, enquanto no TAD, apenas quatro foram registrados. Nos pontos dos rios PRAT e IBO, nenhum táxon foi registrado. Larvas de Pimelodidae e Anostomidae foram as que apresentaram maiores fluxos médios diários. A estrutura da assembleia de larvas diferiu significativamente entre os pontos amostrais desta sub-bacia ($Pseudo-F = 9,9$; $p < 0,01$), especificamente as estruturas do agrupamento Ponte e do Vermelho1 e Vermelho2 (Tabela 6.4).

Tabela 6.4. Valores de comparação par-a-par a posteriori da PERMANOVA realizada para verificar se existe diferença na estrutura da assembleia de larvas nos agrupamentos de pontos da sub-bacia do rio São Lourenço. Agrupamentos: TAM= SLO1 e TAD; Ponte= ANHU e PPD; Vermelho2= POP e VER2 ; SALO=SALO; Vermelho1= TAD e VER1. Os pontos amostrais PRAT e IBO não entraram nas análises, pois não apresentaram fluxo de larvas.

Pares	Pseudo-F	Valor de p
Ponte X SALO	1,90	0,07
Ponte X TAM	2,47	0,07
Ponte X Vermelho1	3,13	0,04
Ponte X Vermelho2	4,76	0,02
SALO X TAM	0,99	1,00
SALO X Vermelho1	1,35	1,00
SALO X Vermelho2	2,15	0,12
TAM X Vermelho1	0,83	1,00
TAM X Vermelho2	1,53	1,00
Vermelho1 X Vermelho2	0,96	1,00

A PCoA1 separou a centroide da estrutura dos agrupamentos Ponte e TAM da estrutura do Vermelho1 e Vermelho2 (Figura 6.22). A nuvem de pontos do agrupamento Ponte ficou restrita aos valores negativos deste eixo, ficando visivelmente distinta dos pontos de Vermelho1 e Vermelho2, mas não dos demais, corroborando os resultados da Tabela 6.3. SALO, embora tenha recebido valores positivos da PCoA2, apresentou pontos dispersos, não apresentando segregação clara (Figura 6.24). Os táxons mais correlacionados à ordenação foram, no eixo 1, *Tatia neivai* e *Moenkhausia lopesi*, justamente no agrupamento Ponte e, no eixo 2, Anostomidae. Essa família também foi um dos grupos taxonômicos com maior contribuição em fluxo de larvas (milhões/dia), ficando atrás apenas de Pimelodidae, *H. platyrhynchos*, *R. vulpinus* e *P. lineatus* (Figura 6.22).

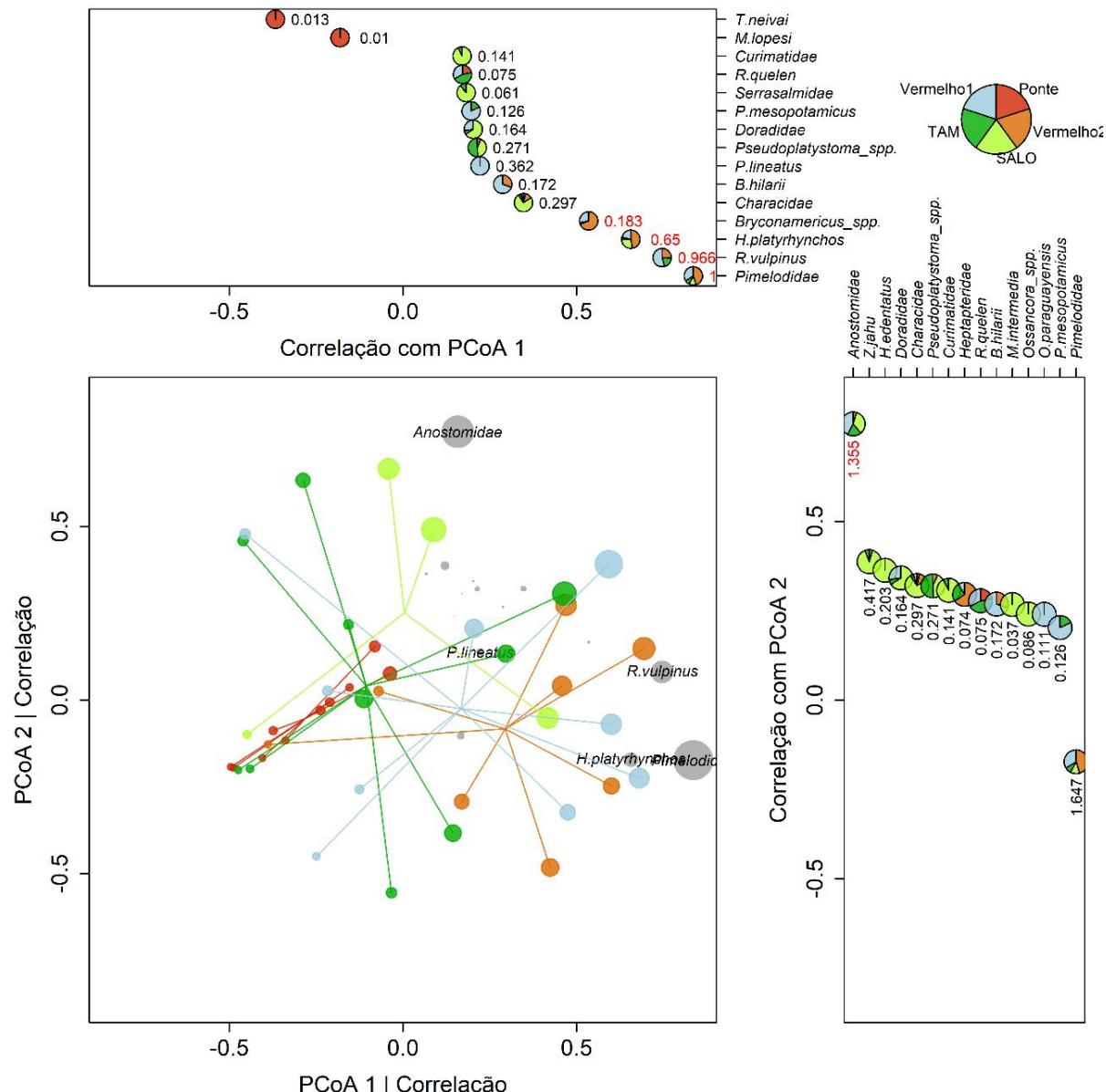


Figura 6.22. Ordenação gerada pela PCoA aplicada à estrutura da assembleia de larvas (identificada ao menos até o nível de família) nos diferentes agrupamentos dos pontos amostrais da sub-bacia do rio São Lourenço. Plotados os nomes dos táxons com maior contribuição relativa (em fluxo de larvas/dia). Os gráficos periféricos indicam o valor da correlação do fluxo de cada táxon com cada eixo da PCoA. Os setores indicam a proporção dos fluxos médios em cada agrupamento de pontos, sendo o fluxo médio expresso adjacente aos setores. Os valores de fluxo médio plotados em vermelho representam as correlações que foram significativas com o referido eixo. Agrupamentos: TAM= SLO1 e TAM; Ponte= ANHU e PPD; Vermelho2= POP e VER2 ; SALO=SALO; Vermelho1= TAD e VER1. Os pontos amostrais PRAT e IBO não entraram na ordenação, pois não possuíram fluxo de larvas.

Os maiores fluxos médios de larvas de espécies-alvo, incluindo Anostomidae e Pimelodidae, foram observados nos pontos VER1 e VER2, com mais de 5 milhões de larvas/dia, pertencentes principalmente, a Pimelodidae e Anostomidae, além de *P. lineatus* e *H. platyrhynchos* (Figura 6.23). Consideráveis valores de fluxo médio também foram verificados nos pontos SLO1, com destaque

para Anostomidae e *Pseudoplatystoma* spp., e SALO, com Anostomidae, *H. platyrhynchos* e *Z. jahu*. Nos pontos PRAT e IBO não foram encontradas larvas de nenhuma espécie-alvo (Figura 6.23).

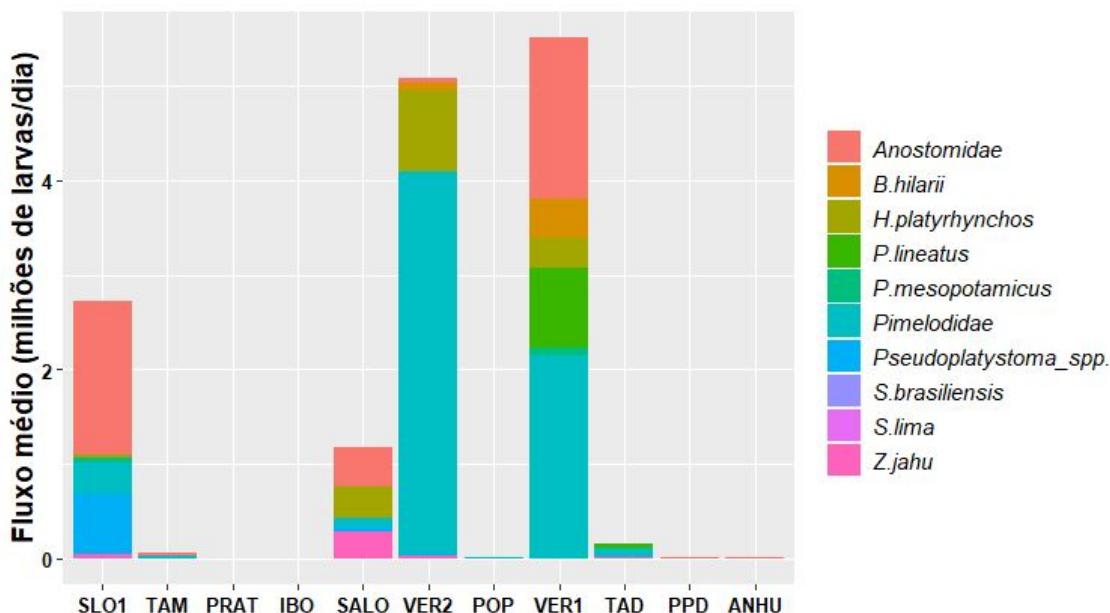


Figura 6.23. Proporção do fluxo médio de larvas das famílias e espécies-alvo (milhões/dia) nos pontos amostrais da sub-bacia do rio São Lourenço, entre outubro de 2017 e março de 2019.

6.1.2 Estatística da Pesca Profissional Artesanal

Resultados para RH Paraguai

A estimativa do total de pescadores frequentes para a RH Paraguai foi de 7.667 considerando todas as colônias, sendo 5.079 em Mato Grosso e 2.588 em Mato Grosso do Sul. O número total de pescadores monitorados na temporada de 2018 foi de 876, sendo 491 em Mato Grosso e 385 em Mato Grosso do Sul. Ao final dos trabalhos, 21.754 pescarias foram monitoradas na temporada de pesca de 2018 na RH Paraguai, sendo 8.774 em Mato Grosso e 12.980 em Mato Grosso do Sul e o desembarque total estimado foi de 4.995 toneladas, sendo 2.890 para o Mato Grosso e 2.105 toneladas para o Mato Grosso do Sul. A Figura 6.24 sintetiza a importância da pesca profissional artesanal na RH Paraguai.

Neste estudo, a Captura por Unidade de Esforço - CPUE, que permite avaliar o rendimento das pescarias, foi definida como a quantidade de pescado capturada em quilogramas por pescador por dia de pesca. Na RH Paraguai a CPUE foi estimada em 8,601 kg por pescador/dia. Para o Mato Grosso, foi estimada em 6,606 kg por pescador/dia e para o Mato Grosso do Sul foi de 14,685 kg por pescador/dia.

A maior captura na RH Paraguai foi do pintado (1.168 toneladas), que representou cerca de 25% do desembarque total de 4.995 toneladas. Em conjunto, os surubins, pintados e cacharas, representaram cerca de 33% (1.617 toneladas) do desembarque total da RH Paraguai. O pacu, uma das espécies mais apreciadas pela população local, foi a segunda espécie mais capturada, representando 16,4% do total. O terceiro maior desembarque foi de piavuçu (618 toneladas), equivalente a 12,4%.

A proporção da CPUE dos peixes migradores em relação à CPUE total de cada estado foi equivalente a 88% para o Mato Grosso e 90% para o Mato Grosso do Sul, valores bastante relevantes que denota a importância desse grupo de peixes para a economia da região.

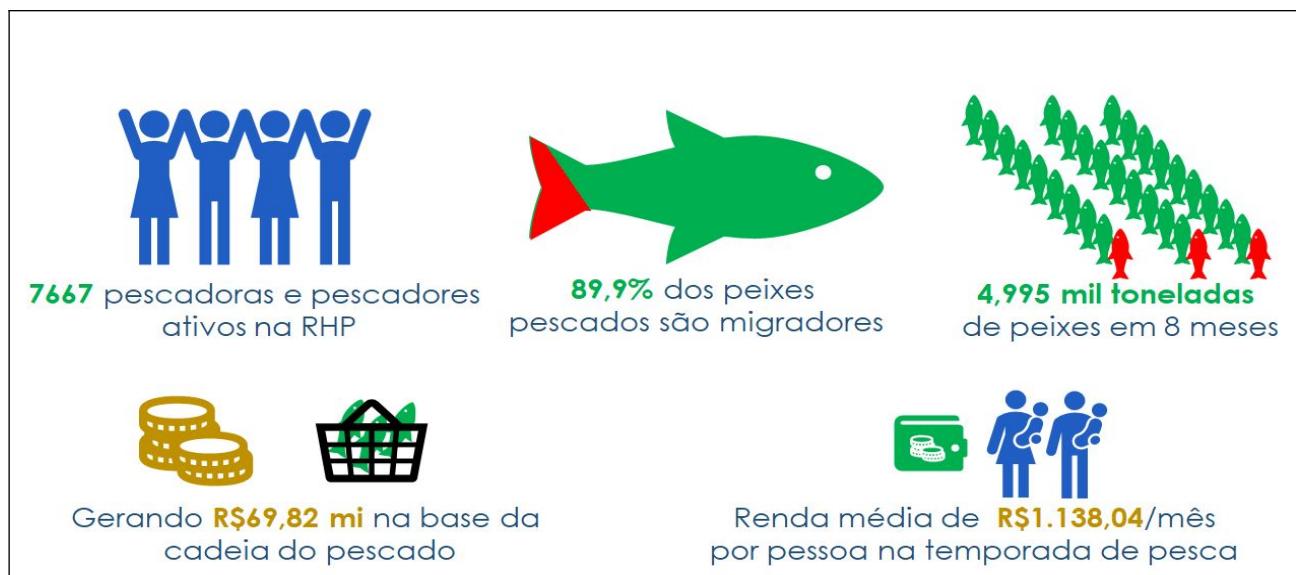


Figura 6.24 – Síntese da análise de importância da pesca profissional artesanal na RH Paraguai.

Detalhamento dos resultados para a região em análise

A base de dados da estatística pesqueira foi especificada para a região em análise de forma a se obter os totais de pesca e identificar os principais locais de pesca, possibilitando comparar as estratégias utilizadas pelos pescadores de cada colônia.

Região de Pesca do Cuiabá

Em toda a Região do Cuiabá foram realizadas 7.185 pescarias, praticadas por pescadores associados às colônias de Corumbá/MS, Cuiabá/MT, Cáceres/MT, Nobres/MT, Barão de Melgaço/MT, Santo Antonio de Leverger/MT, Poconé/MT, Rosário Oeste/MT e Várzea grande/MT, totalizando 221.059,44 kg de peixes, destes 194.880,17 de peixes migradores. Considerando os pesos estatísticos dessas colônias, a quantidade pescada foi de 2.138.868,60 kg de peixes, sendo 1.893.274 kg de peixes migradores (Figura 6.25).

No rio Cuiabá foram realizadas 6.929 pescarias, praticadas por pescadores associados às colônias de Corumbá, Cuiabá, Cáceres, Nobres, Barão de Melgaço, Santo Antonio de Leverger, Poconé, Rosário Oeste e Várzea Grande, totalizando 213.233,64 kg de peixes, destes 188.061,97 kg de peixes migradores. Considerando os pesos estatísticos dessas colônias, a quantidade pescada foi de 2.077.836 kg de peixes, dos quais cerca de 88% de migradores (Figura 6.25).

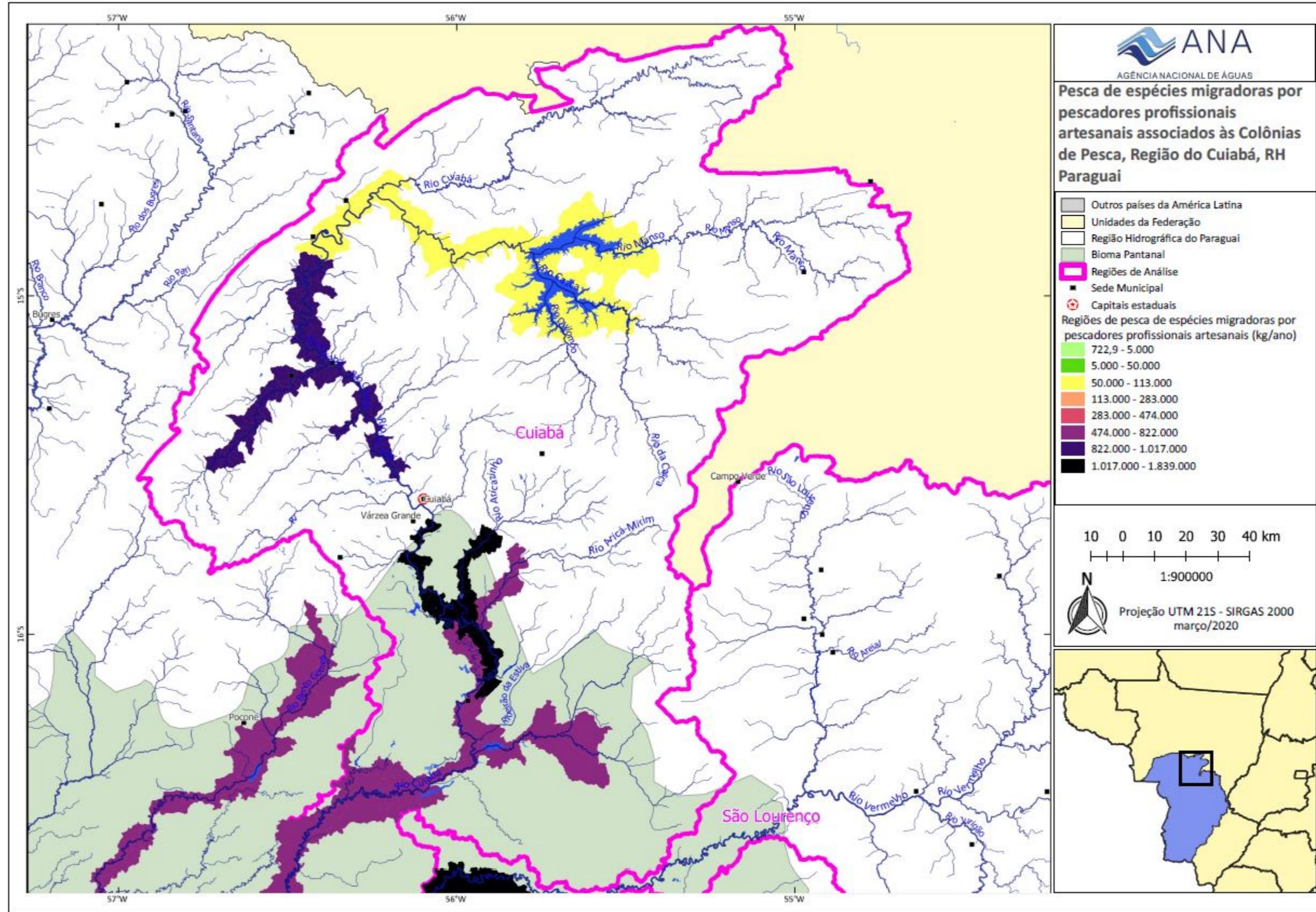
Já as 256 pescarias realizadas no rio Manso, todas realizadas no MT foram praticadas por pescadores associados as colônias Cuiabá, Nobres, Barão de Melgaço, Rosário Oeste e Várzea Grande, resultaram em 7.825,8 kg de peixes, destes 6.818,2 kg de peixes migradores. Considerando os pesos estatísticos de cada colônia, foram pescados 60.844,14 kg de peixes, dos quais cerca de 82% de peixes migradores (Figura 6.25).

Região de Pesca do São Lourenço

Em toda a Região do São Lourenço foram realizadas 201 pescarias, praticadas por pescadores associados às colônias de Cuiabá, Rondonópolis e Poconé, totalizando 12.655,8 kg de peixes, destes 10.788,8 de peixes migradores. Considerando os pesos estatísticos dessas colônias, a quantidade pescada foi de 139.920,5 kg de peixes, sendo 118.717 kg de peixes migradores (Figura 6.26).

No rio São Lourenço foram registradas 127 pescarias, praticadas por pescadores associados às colônias de Cuiabá, Rondonópolis e Poconé, totalizando 9624,6 kg de peixes, destes 8402,6 kg de peixes migradores. Considerando os pesos estatísticos das colônias, a quantidade pescada foi de 102.955,7 kg de peixes, dos quais cerca de 89% de espécies migradoras (Figura 6.26).

Já no rio Vermelho, as 256 pescarias realizadas foram praticadas por pescadores associados as colônias Cuiabá e Rondonópolis, que resultaram em 3031,2 kg de peixes, dos quais 2.386,2 kg de peixes migradores. Considerando os pesos estatísticos de cada colônia, foram pescados 33.964,77 kg de peixes, dos sendo 79% de peixes migradores (Figura 6.26).



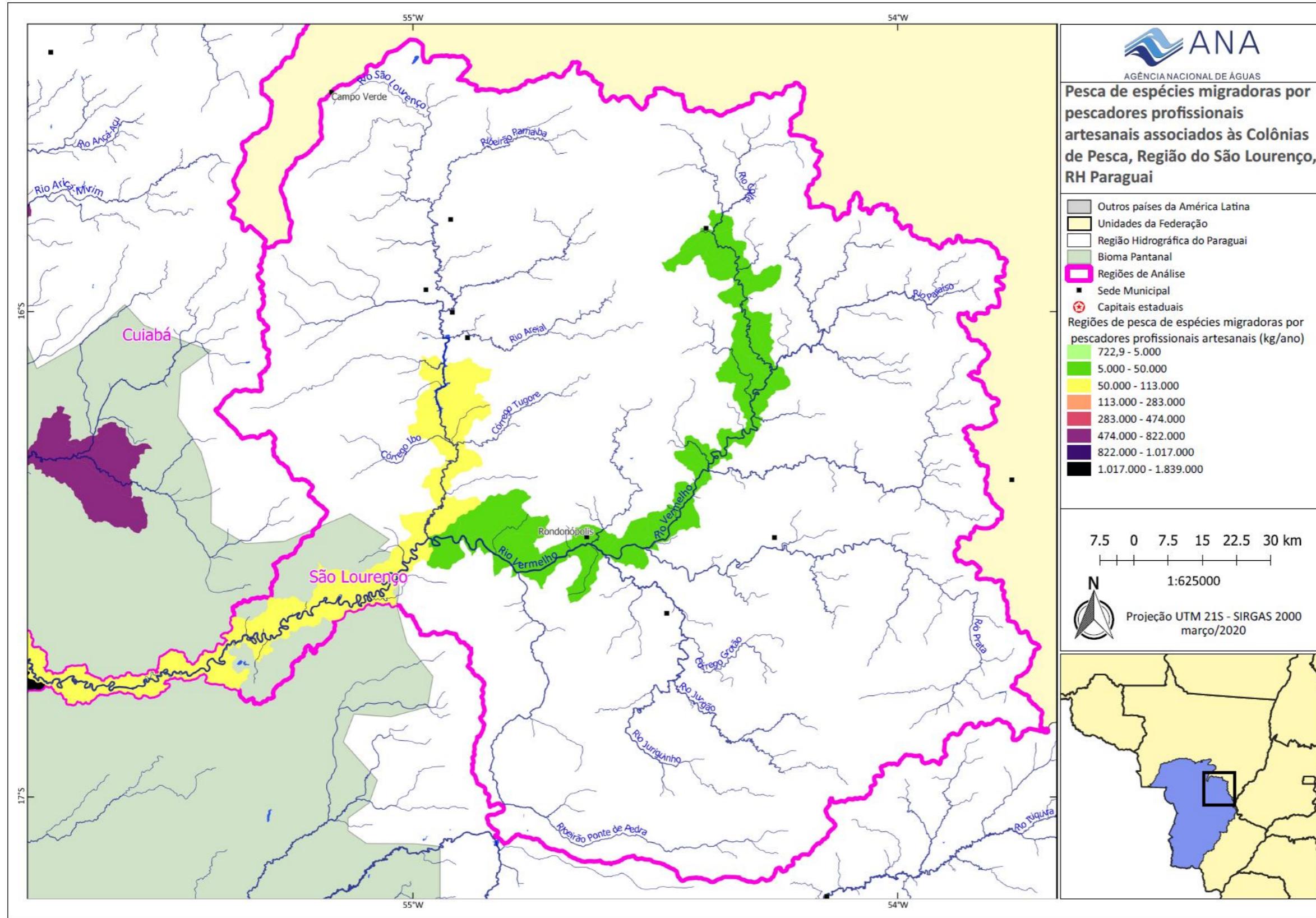


Figura 6.26 – Pesca de peixes migradores por pescadores profissionais artesanais associadas às colônias de pesca da Região do São Lourenço.

6.2 Estudos hidrológicos e sedimentológicos

6.2.1 Estudos para avaliação de alterações no regime hidrológico.

Os resultados das análises realizadas são apresentados para a alteração de regime diário (sazonal) e subdiário separadamente, considerando as formulações e metodologias distintas.

Avaliação de alterações do regime sazonal (diária)

A avaliação do regime sazonal é apresentada por meio do fator IHA – *Indicators of Hydrologic Alteration*, obtendo para cada trecho o valor de Alteração Hidrológica – AH média. As Figuras 6.27 e 6.28 mostram a região de análise, correspondendo as Bacias dos rios Cuiabá e São Lourenço.

Na sub-bacia do rio Cuiabá os resultados mostram (Figura 6.27) que o rio Aricá- Mirim terá a maior alteração hidrológica (AH). Neste rio, que é um afluente do rio Cuiabá, o valor de AH chega a atingir a faixa entre 5 e 10% no trecho imediatamente a jusante da barragem São Tadeu II. Entretanto, ao longo do mesmo rio, os resultados mostram que o valor de AH cai para a faixa entre 2,5 e 5% antes mesmo da confluência com o rio Cuiabá. Ao longo do rio as diversas usinas hidrelétricas projetadas não chegam a alterar fortemente o regime hidrológico, como demonstram os diversos trechos de rio com valores de AH na faixa de 1 a 2,5% (Figura 6.27). Já na sub-bacia do rio São Lourenço os resultados mostram que o valor de AH nos trechos analisados chega, no máximo, à faixa entre 1,0 e 2,5% (Figura 6.28).

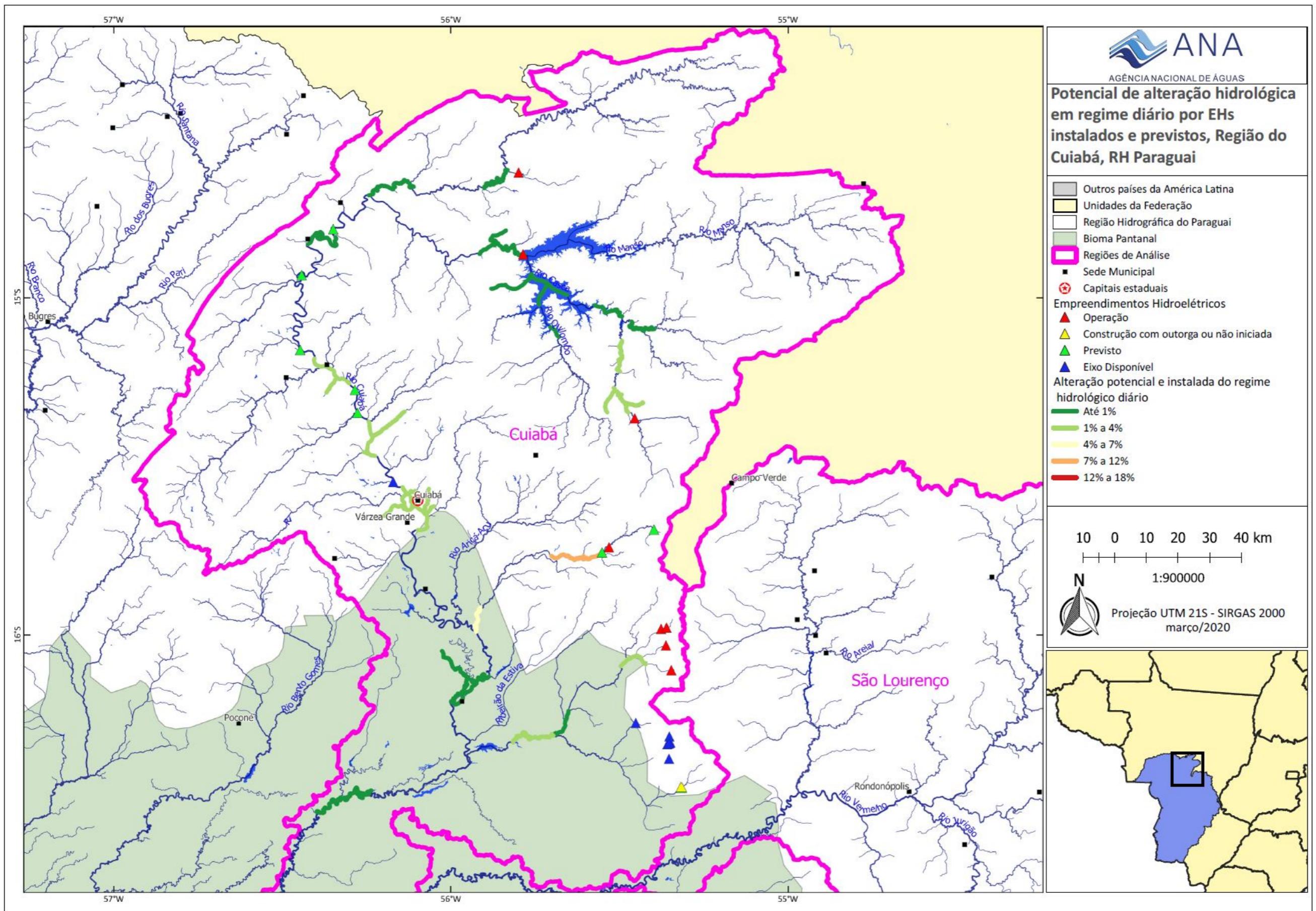
Avaliação de alterações do regime sub-diário

Visto que alterações no regime sub-diário de vazões dos rios podem impactar a atividade de pesca devido às oscilações frequentes no nível da água, foram realizadas análises específicas sobre esse tema. Os resultados da avaliação de alterações no regime sub-diário são apresentados por meio do Fator de Alteração Hidrológica Sub-Diária – FSD em cada trecho de rio e em qualquer cenário de construção das barragens.

Os resultados aqui apresentados tratam da condição caso todos os empreendimentos fossem implantados. As Figura 6.29 e 6.30 mostram a região de análise, nas sub-bacias dos rios Cuiabá e São Lourenço.

Na sub-bacia do rio Cuiabá o cenário de inclusão de todos os aproveitamentos hidrelétricos resulta em alterações de regime hidrológico sub-diário em quase todos os rios principais. No rio Cuiabá os efeitos de operação sub-diária podem ser considerados perceptíveis (>1%) em trechos de rio localizados já na planície Pantaneira, na região de Barão de Melgaço e até a região da confluência com o rio São Lourenço (Figura 6.29).

Na região da bacia do rio São Lourenço, apresentada na Figura 6.30, os resultados mostram que os maiores impactos em termos de extensão são os decorrentes da operação hipotética da usina Poxoréo, que percorre aproximadamente 80 km com FSD superior a 10%, e da operação hipotética das usinas Bom Jesus e Santiago no rio Prata, em que o valor do FSD permanece superior a 10% ao longo de, aproximadamente, 100 km.



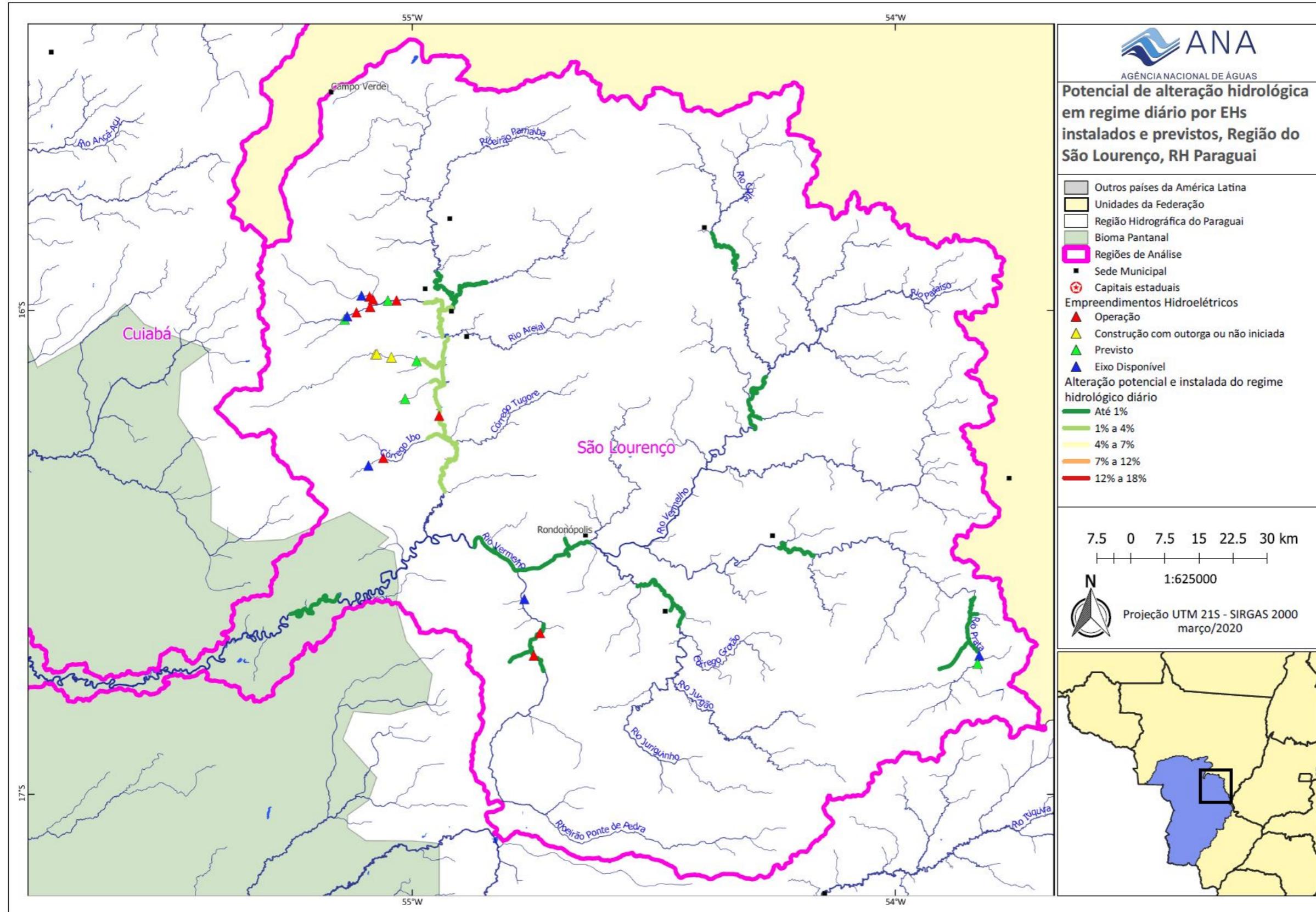


Figura 6.28 – Mapa de Alteração Hidrológica em regime diário de trechos de rio selecionados na sub-bacia do rio São Lourenço

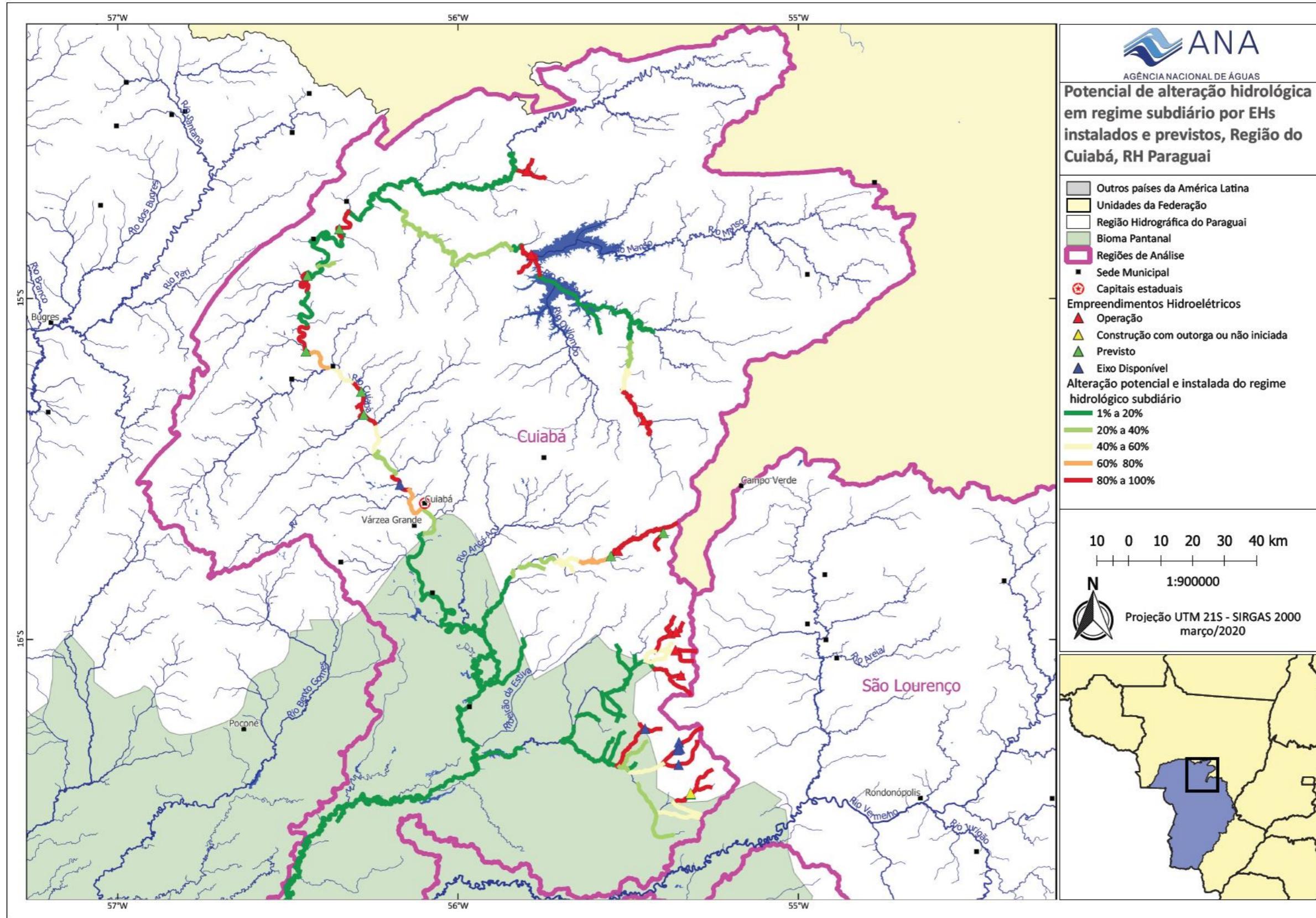


Figura 6.29 – Mapa de Alteração Hidrológica em regime subdiário de trechos de rio selecionados na sub-bacia do rio Cuiabá

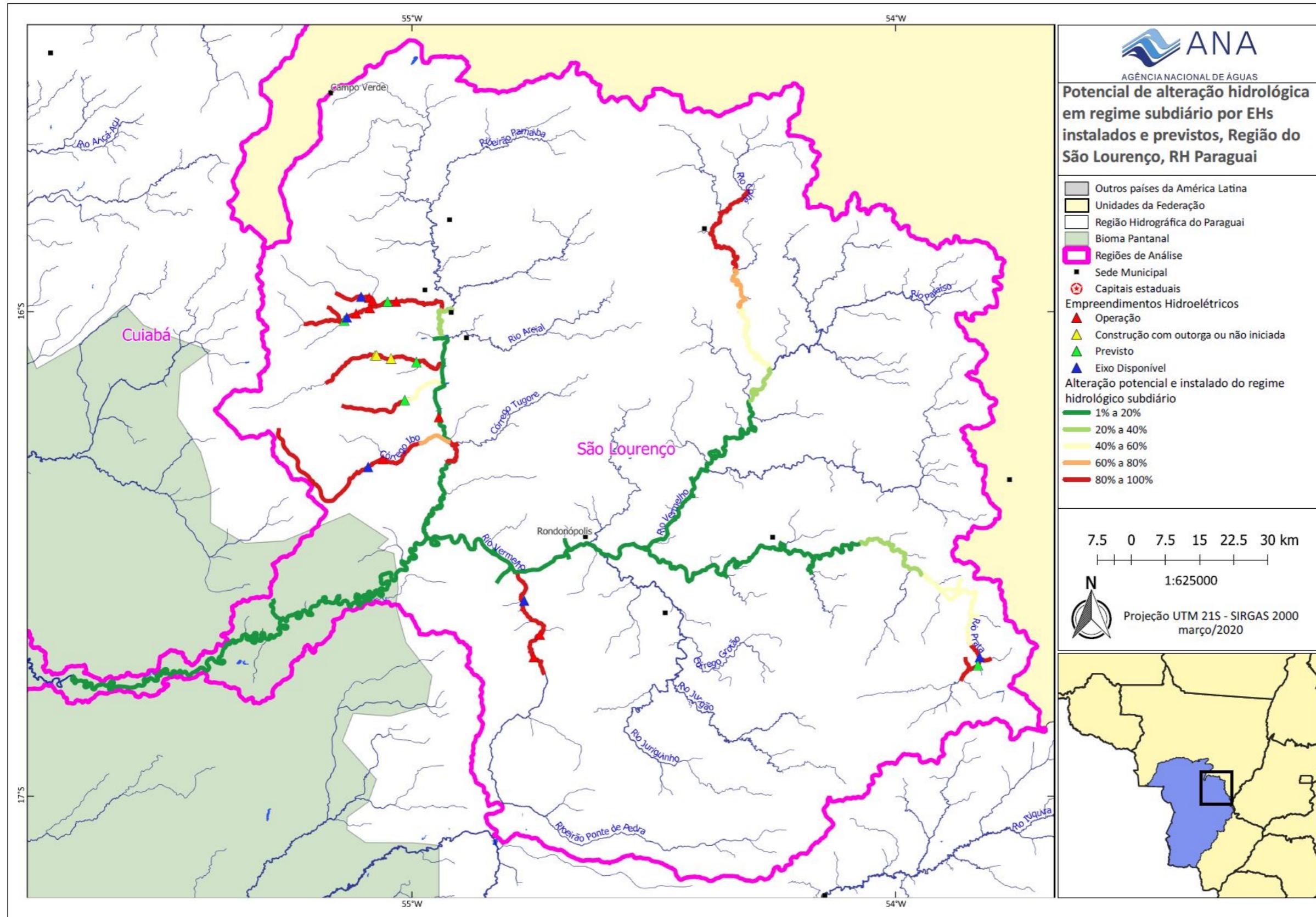


Figura 6.30 – Mapa de Alteração Hidrológica em regime subdiário de trechos de rio selecionados na sub-bacia do rio São Lourenço

6.2.2 Quantificação das áreas inundáveis e análise dos padrões espaciais e temporais da dinâmica de inundações em escala regional

Resultados para RH Paraguai

Para a execução dessa atividade, foram processadas 736 imagens do sensor MODIS dos satélites AQUA e TERRA, combinados para os anos de 2003 a 2018, com intervalo temporal de 8 dias. A partir do modelo de mistura espectral foi isolada a fração água. Foram então calculadas as áreas de cada polígono em cada data e a área total de inundaçāo para cada data (Figura 6.31). No eixo y da figura, observa-se a área variando de 7.983km² a 100.126 km², no período de janeiro de 2003 a dezembro de 2018.

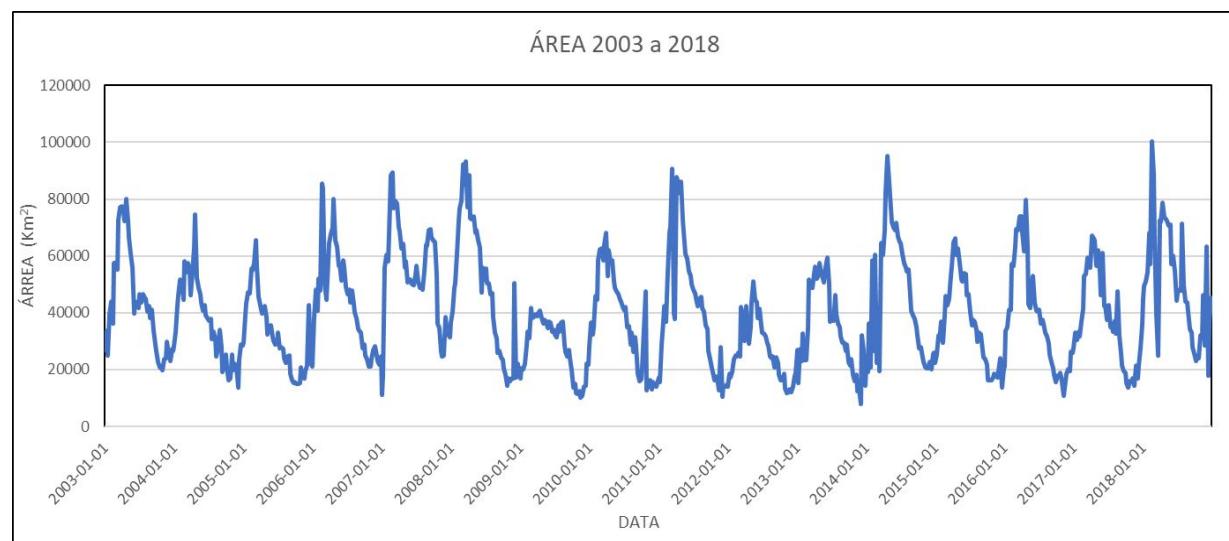


Figura 6.31 – Série temporal das áreas inundadas para o Pantanal.

Observa-se algumas variações bruscas nos valores de área, resultantes de problemas de ruído nas imagens originais do USGS – Serviço Geológico Americano, que apesar do esforço de processamentos de filtragem não foi possível eliminar. Porém, isso não interfere na análise dos dados, pois devido à grande quantidade de dados foi possível selecionar as datas de melhor qualidade para produzir os resultados apresentados.

Na Figura 6.32, as datas com maior área inundada para o ano de 2018, estão à esquerda e as com menor área inundada estão à direita. Esse exercício foi feito para os anos de 2003 a 2018. As linhas pretas representam as regiões do Pantanal.