

NOTA TÉCNICA CONJUNTA Nº3/2020/SPR/SRE
Documento nº 02500.025601/2020-71

Brasília, 31 de maio de 2020.

Aos Superintendentes de Planejamento de Recursos Hídricos e de Regulação
Assunto: **Análise integrada dos efeitos da implantação de AHEs na RH Paraguai.**
Referência: 02501.002262/2018-21

1- Apresentação e Contextualização

O Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai – PRH Paraguai, aprovado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) em sua 40ª Reunião Extraordinária, realizada em 08 de março de 2018, por meio da Resolução CNRH nº 196, de 08 de março de 2018, publicada no Diário Oficial da União em 19 de julho de 2018, dispôs, dentre as diretrizes para outorga de direito de uso de recursos hídricos, que os pedidos de Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica (DRDH) ou Outorgas para novos aproveitamentos hidrelétricos na Região Hidrográfica do Paraguai (RH-Paraguai) deveriam aguardar os resultados dos Estudos de que trata esta Nota Técnica para a conclusão de suas análises, de forma a poder incorporar seus resultados. O referido plano também dispôs que deveria se promover a revisão dos procedimentos e metodologias de análise de outorgas para aproveitamentos hidrelétricos tão logo os resultados consolidados dos estudos em curso pela ANA, referentes à avaliação dos efeitos da implantação de aproveitamentos hidrelétricos na RH-Paraguai, estivessem disponíveis para sub-bacias hidrográficas específicas, e incorporar tais resultados junto aos procedimentos e critérios de outorga.

Na sequência, considerando as referidas diretrizes no PRH Paraguai, a Resolução ANA nº 64, de 04 de setembro de 2018, sobrestou os processos referentes aos requerimentos de DRDHs e de Outorgas de direito de uso de recursos hídricos para novos aproveitamentos hidrelétricos em rios de domínio da União na RH-Paraguai, até 31 de maio de 2020. A resolução também estabeleceu que, após aprovação dos estudos indicados no PRH-Paraguai pela ANA, os procedimentos e as metodologias de



análise de DRDHs e outorgas de direito de uso de recursos hídricos poderiam ser revisados para estabelecer novos critérios aplicáveis aos requerimentos sobrestados.

No contexto do PRH Paraguai, a ANA contratou a Fundação Eliseu Alves (Contrato Nº 062/2016/ANA) para apoiar o desenvolvimento de Estudos de Avaliação dos Efeitos da Implantação de Empreendimentos Hidrelétricos na Região Hidrográfica, com vistas a apresentar a classificação das áreas de maior e menor interesse para a manutenção dos estoques pesqueiros e, conseqüentemente, de conflito com o uso preexistente da pesca (pesca profissional, pesca difusa e turismo de pesca).

Em novembro de 2019 foi elaborada a Nota Técnica Conjunta Nº 3/2019/SPR/SRE (Doc. Nº 02500.075311/2019) que analisou os resultados desses estudos para as Unidades de Planejamento e Gestão (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. Nº 02500.079461/2019), que liberou do sobrestamento os processos de novos empreendimentos na área do rio Santana, de domínio da União.

Em dezembro de 2019 foi elaborada a Nota Técnica Conjunta Nº 4/2019/SPR/SRE (Doc. Nº 02500.087916/2019) 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. Nº 02500.004469/2020), 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.

Em março de 2020 a Nota Técnica Conjunta Nº 01/2020/SPR/SRE (Doc. Nº 02500.016351/2020) analisou os resultados desses estudos das UPG do Estado do Mato Grosso P4 - Alto Rio Cuiabá (analisada conjuntamente com a sub-bacia do rio Mutum - P7 Paraguai-Pantanal) e P5 - São Lourenço. A referida Nota Técnica subsidiou a emissão da Resolução ANA Nº 23/2020 (Doc. Nº 02500.020831/2020), que liberou do sobrestamento os processos de novos empreendimentos na área da bacia do rio Manso, de domínio da União, a montante do empreendimento hidrelétrico Manso, localizado no município da Chapada dos Guimarães/MT.

Em 15 de maio de 2020 foi entregue o Produto 14 dos estudos de avaliação dos efeitos da implantação de empreendimentos hidrelétricos na RH-Paraguai, contemplando os resultados técnicos finais dos temas Hidrologia; Qualidade de Água e Hidrossedimentologia; Ictiofauna, Ictioplâncton e Estatística Pesqueira; Socioeconomia e Energia; e Análise de Conectividade.



Em 27 de maio de 2020 foi realizado o Workshop, utilizando-se a plataforma de videoconferência Teams, sobre análise integrada dos estudos de avaliação dos efeitos da implantação de empreendimentos hidrelétricos na RH-Paraguai, organizado pela Fundação Eliseu Alves, em parceria com a ANA. Participaram em torno de 60 profissionais, incluindo equipe da ANA, equipe técnica do projeto, membros do conselho consultivo (grupo de profissionais convidado a acompanhar e contribuir com o projeto), dirigentes da FEA, dirigentes e equipe dos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Esse Workshop era uma das atividades previstas no âmbito do Contrato Nº 062/2016/ANA.

Nesse evento foram realizadas apresentações técnicas sobre os resultados do estudo nos seus eixos temáticos de Ictiofauna e Estatística Pesqueira, Qualidade de Água e Sedimentologia, Socioeconomia e Energia, Hidrologia e Conectividade Fluvial. Na sequência foi apresentada a metodologia de análise integrada, seguida de debate.

Esta Nota Técnica visa apresentar os resultados finais da análise integrada dos efeitos da implantação de barragens para aproveitamentos hidrelétricos sobre usos preexistentes da água na RH-Paraguai.

2- Estudos de avaliação dos efeitos da implantação de empreendimentos hidrelétricos na RH-Paraguai

A pesca em suas diversas modalidades (pesca profissional, pesca difusa e turismo de pesca) é um uso não consuntivo da água expressivo na RH-Paraguai. Essa 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, bem como fazer o caminho inverso, com a deriva de ovos e larvas, permitindo a maturação dos indivíduos até chegarem aos locais de alimentação. 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, que têm relação com as metas estabelecidas no PRH Paraguai:

- 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.5.1);



- Estudos de qualidade da água e hidrossedimentologia: visam prever alterações nos fluxos de sedimentos, nutrientes e outros constituintes importantes para o funcionamento dos ecossistemas decorrentes da instalação dos EHs previstos na RH-Paraguai com base nos impactos gerados pelos empreendimentos em operação (Meta C.5.2);
- Estudos de ictiofauna, ictioplâncton e estatística pesqueira: 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 socioeconômicos sobre as atividades da pesca artesanal e sobre as atividades de turismo, relacionado direta ou indiretamente à pesca e ao ecoturismo (Meta C.5.3);
- 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 direta ou indiretamente à pesca e ao ecoturismo (Meta C.5.4);
- Análise integrada dos estudos: visa avaliar as interdependências entre as variáveis observadas nos demais estudos e fazer o cruzamento espacial dos indicadores obtidos de forma a caracterizar potenciais conflitos associados aos recursos hídricos que a instalação de empreendimentos hidrelétricos na região poderia vir a gerar (Meta C.5.5).

Nesta Nota Técnica são analisados de maneira integrada os resultados temáticos produzidos nos estudos visando a definição de um zoneamento para a RH-Paraguai quanto às áreas estratégicas para manutenção dos estoques pesqueiros, que suportam as atividades econômicas de turismo de pesca, pesca profissional artesanal e pesca difusa (áreas com conflito de uso). Os resultados temáticos por bacia, como apresentados nos produtos do Contrato Nº 062/2016/ANA encontram-se sistematizados e resumidos nos Apêndices 1 a 7 (1- Região do Alto Paraguai; 2- Bacia do rio Cuiabá; 3- Bacia do rio São Lourenço; 4- Bacia do rio Correntes-Piquiri; 5- Bacia do rio Taquari; 6- Bacia do rio Negro; 7- Bacia do rio Apa). A Figura 1 apresenta as Unidades de Planejamento e Gestão da RH-Paraguai, bem como a localização dos empreendimentos hidrelétricos conforme inventário de março de 2017.

O Apêndice 8 traz a lista dos pesquisadores e instituições envolvidas na execução durante os 42 meses dos estudos, ao custo total de R\$ 8.327.770,66



(Contrato Nº 062/2016/ANA). Ao todo foram 83 pesquisadores, 33 estudantes de pós-graduação, 42 estudantes de graduação e 95 técnicos (apoio administrativo e logístico). Para acompanhar o desenvolvimento do projeto em seus diversos temas, foi instituído por meio da Portaria ANA 365/2017 (Doc. Nº 00000.075120/2017) um grupo de acompanhamento temático, constituído por servidores da ANA com experiência nos temas dos estudos (hidrologia, qualidade da água, ictiofauna e estatística pesqueira, socioeconomia e energia, e sistema de suporte à decisão), e um grupo de acompanhamento institucional, com representantes dos órgãos gestores estaduais do Mato Grosso (Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA/MT) e do Mato Grosso do Sul (Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul – IMASUL/MS), além da ANA.

O Apêndice 9, por sua vez, apresenta as referências bibliográficas citadas ao longo desta Nota Técnica.



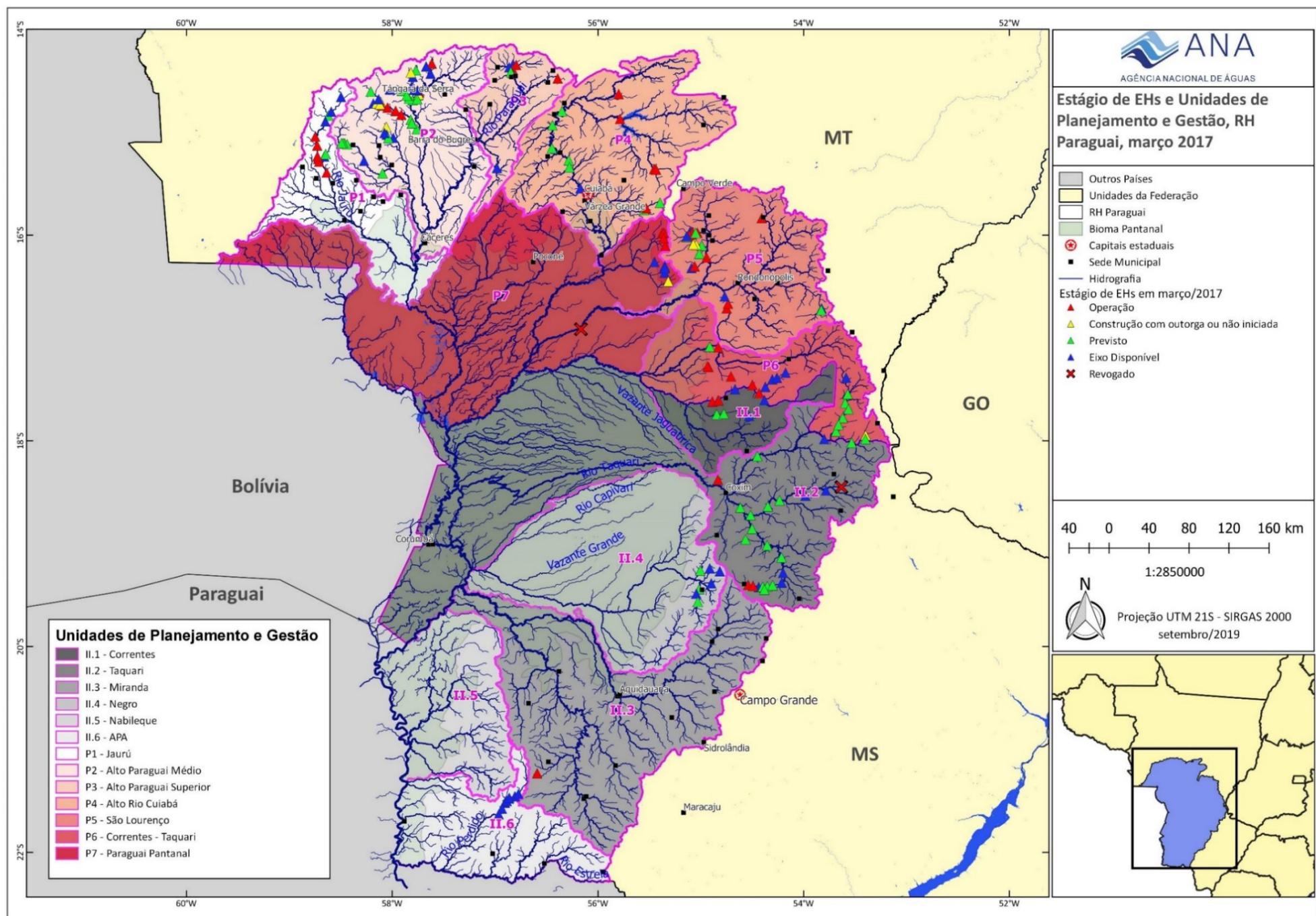


Figura 1- Unidades de Planejamento e Gestão da RH-Paraguai e localização dos empreendimentos hidrelétricos (ref. inventário de março de 2017).



2.1 Resumo das metodologias utilizadas

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. Os itens a seguir sintetizam o detalhamento metodológico dos temas cujos resultados são apresentados nessa Nota Técnica e compuseram a análise integrada.

2.1.1 Levantamentos Hidrológicos e Sedimentológicos

Os estudos hidrológicos foram realizados com o objetivo de analisar potenciais alterações do regime dos rios em função da construção e operação de usinas hidrelétricas. A metodologia utilizada para avaliar essas alterações envolveu a utilização de modelos de simulação hidrológica e hidrodinâmica, o cálculo de indicadores estatísticos e outros procedimentos. Foram reunidos dados disponibilizados por diversos órgãos, como ANA, Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço dos EUA (*National Aeronautics and Space Administration - NASA*), bem como dados observados em postos fluviométricos localizados na RH-Paraguai. Dados primários foram coletados em campo para as análises de hidrologia de alta frequência. Observou-se que alterações provocadas pelas usinas no regime sub-diário de vazões dos rios podem impactar o uso preexistente da 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. As áreas da planície que apresentam maior variabilidade dos dados de inundação são ambientes propícios para os desenvolvimentos dos indivíduos jovens de peixes que derivam de montante.

Os pormenores dessas metodologias estão descritos e disponíveis nos produtos 09 e 10 do Contrato Nº 062/2016/ANA (Docs. Nºs 02500.024479/2019, 02500.033446/2019 e 02500.059822/2019).

2.1.2. Qualidade da Água e Hidrossedimentologia

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 empreendimentos hidrelétricos (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 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, dentre os quais quatro são usinas hidrelétricas (UHE), com potência acima de 30 MW. Estes EHs estão localizados nos principais tributários da RH-Paraguai, como os rios Jauru, São Lourenço, Correntes e Itiquira e afluentes menores, como rios Maracanã, Juba, Sapo, Santana, Arica, 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. 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.

Essas taxas foram parametrizadas e classificadas como alta, média ou baixa conforme Tabela 1. A classificação abaixo foi definida tomando por referência as variações no fluxo dos constituintes da água observadas nesse projeto e em estudos técnicos-científicos, alguns conduzidos na própria RH-Paraguai.



Tabela 1. Classificação das alterações de qualidade de água.

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

Ressalta-se que as informações detalhadas sobre as metodologias utilizadas para avaliar o efeito dos barramentos em operação na turbidez da água e no transporte de sedimentos e nutrientes dos rios estão descritas no Diagnóstico de Qualidade de Água – Produto 12 do Contrato Nº 062/2016/ANA (Doc. Nº 02500.083168/2019).

2.1.3. Ictiofauna: Ictiodiversidade, Pesca experimental e Ictioplâncton.

A abundância dos organismos capturados nas redes de plâncton foi padronizada para um volume de 10m³ de água filtrada de acordo com Tanaka (1973), modificado por Nakatani *et al.* (2001), utilizando-se a expressão: $Y=(X/V).10$, onde: Y = Densidade de organismos/10m³; X = Número de organismos capturados; V = Volume de água filtrada (m³). Para o cálculo do volume de água filtrada foi utilizada a expressão: $V= a.n.c$; onde: V = Volume de água filtrada (m³); a = Área da boca da rede (m²); n = Número de rotações do fluxômetro; c = Fator de calibração do fluxômetro.

Após essa padronização, as abundâncias foram transformadas para fluxo de ovos ou larvas/dia, a partir dos dados de vazão de cada corpo hídrico. Para isso, primeiramente foi estimada, a partir dos dados do fluxômetro, a velocidade da água (Ve) (m/s) no momento da coleta por meio da seguinte expressão: $Ve = ((D*26873)/999999)/t$, onde: D = diferença entre o fluxo inicial e final (medidos no fluxômetro) e t = tempo de exposição da rede. Demais valores são constantes. Posteriormente, essa variável foi transformada em km/h (1 m/s = 3,6 km/h). Em posse destes dados a equipe de Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IPH/UFRGS) fez a estimativa da vazão para cada amostragem realizada.

A vazão nos pontos amostrais foi estimada através do modelo hidrológico MGB (“Modelo Hidrológico de Grandes Bacias”), que consiste em um modelo distribuído (ou semi-distribuído), voltado para aplicações em grandes bacias hidrográficas com as típicas condições de disponibilidade de dados encontradas no Brasil.

Assim, com as vazões calculadas pelo modelo e com os dados de densidade de ovos e larvas coletados, foi possível calcular o fluxo destes indivíduos em cada coleta. A partir destas informações, mapas da área de estudo foram gerados



indicando os fluxos médios de ovos e larvas, separadamente, em cada ponto amostral da RH-Paraguai, a fim de fornecer uma noção visual da distribuição geográfica do ictioplâncton.

As informações detalhadas sobre a metodologia geral utilizada no levantamento e identificação da Ictiofauna desse estudo estão disponíveis no produto/relatório P13 (Doc. Nº 02500.021195/2020) do Contrato Nº 062/2016/ANA.

2.1.4. Pesca profissional artesanal, turismo de pesca e pesca difusa.

Os estudos socioeconômicos relacionadas à pesca buscaram uma caracterização desse uso não consuntivo de desenvolvimento histórico na RH-Paraguai. Esse uso preexistente da água é pouco sensível aos parâmetros tradicionais de avaliação dos usos múltiplos. Indicadores de massa salarial, fluxo de turistas, número de pescadores e de colônias de pesca, número de empregados e renda direta e indireta foram levantados para caracterizar a relevância local e regional desse setor usuário. Em conjunto, foram detalhados os trechos de rio onde a pesca ocorre de forma relevante em toda a RH-Paraguai.

Não foram objeto de análise a valoração econômica dos impactos ecológicos e da perda do amplo conjunto de serviços culturais e ecossistêmicos a serem afetados pela instalação de aproveitamentos hidrelétricos – elementos de análise do licenciamento ambiental. Tratou-se de caracterizar o uso preexistente pesca, considerado em seus três segmentos: pesca profissional artesanal, pesca turística (ou turismo de pesca) e pesca difusa.

A Pesca Profissional Artesanal consiste naquela praticada por pescadores que exercem a atividade da pesca legalmente com finalidade profissional comercial e associados a Colônias de Pesca ou Associações de Pesca. O levantamento e a análise de dados ocorrem de forma conjunta entre as equipes de socioeconomia e ictiofauna. O levantamento da produção, 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 informações coletadas sobre os desembarques pesqueiros selecionados probabilisticamente para fazer parte da amostra (definição do plano amostral). Para tanto, foi utilizada uma adaptação da “Metodologia Estatística da Pesca: pesca embarcada” (Lima-Green & Moreira, 2012) desenvolvida por técnicos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e utilizada por diversas instituições em estudos de pesca como a Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG) no Boletim Estatístico da Pesca e a Fundação Instituto de Pesca do Rio de Janeiro (FIPERJ) nos Projetos de Monitoramento da Atividade Pesqueira (PMAPs) Rio e Norte Fluminense. Ao todo, foram monitorados 876 pescadores que realizaram 21.754 pescarias.



Especialmente concebido para gerenciar os dados coletados neste estudo, foi desenvolvido pela Embrapa Pantanal o aplicativo "Sistema de Monitoramento da Pesca Artesanal da RH-Paraguai – SIMPA".

Dados complementares sobre o perfil socioeconômico, sobre a percepção de impactos sobre a pesca ao longo do tempo e sobre o perfil das demais atividades e fontes de renda familiares foram obtidos com a aplicação de 653 questionários adicionais em 18 municípios da RH com colônias de pesca.

O segundo segmento analisado – a Pesca Turística ou Turismo de Pesca – consiste no ramo de turismo movimentado em virtude do fluxo de turistas com a finalidade específica ou combinada com a pesca. A metodologia é composta de dois segmentos. O primeiro consiste na consulta documental, compreendendo documentos oficiais, artigos e livros, mas também material obtido em sites e em visitas aos órgãos públicos federal, estadual e municipal. O segundo trata do trabalho de campo, dividido em três tipos de atividades: i) observação direta, objeto de relatórios dos pesquisadores; ii) survey, aplicação de questionários junto a determinados segmentos sociais, e; iii) entrevistas, com atores chaves locais.

A pesca turística na RH-Paraguai tem parte significativa de seu valor atrelada aos meios de hospedagem, que desempenham vários papéis, tais como: o de agências (muitos dos meios de hospedagem têm site e meios próprios de agenciamento), de receptivos (transportando os turistas do aeroporto ao meio de hospedagem), além de fornecerem alimentação, barcos, combustível, guias (pilotos) e isca aos seus hóspedes. Adicionalmente, o estudo buscou caracterizar elementos complementares da cadeia de valor da pesca com distribuidores, lojas de materiais de pesca, restaurantes e bares. Ao todo, foram aplicados questionários em 142 meios de hospedagem, 81 bares e restaurantes e 72 lojas de materiais de pesca.

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 são pescadores profissionais. Ou seja, toda a pesca realizada pelos cidadãos locais em geral. Embora possa ser caracterizada em dois subsegmentos (pesca de subsistência e pesca esportiva), muitos a praticam com ambos os propósitos, ou seja, com a finalidade de fonte complementar ou principal de proteína e com finalidade esportiva e/ou de lazer. A pesquisa foi conduzida com a aplicação de um survey, com a amostra definida por cluster em dois estágios, sendo estratificado no primeiro estágio. Foram aplicados um total de 4.274 questionários. O grau de confiança é de 95%. O procedimento de aplicação dos questionários foi feito por meio de Seleção Sistemática em Pontos Específicos, nas sedes municipais. Para cada cidade foi feito um plano de aplicação de questionários segundo os pontos mais



representativos, em virtude do fluxo de cidadãos (como rodoviárias, terminais urbanos, shoppings, lojas, supermercados, praças, ruas do centro da cidade e de bairros distantes, locais de concentração a noite etc.), tanto em quantidade quanto em variedade de seu perfil. Nesses pontos os entrevistados eram abordados por procedimento aleatório.

Outras informações sobre o desenvolvimento e a aplicação da metodologia utilizada na caracterização dos segmentos de pesca estão descritas nos produtos P13 e P13A (Doc. 021195/2020-78).

2.1.5 Análise de Conectividade e fragmentação fluvial

Na concepção dos estudos, a análise integrada seria realizada por meio de metodologia de análise multicritério, no intuito de se delinear o conjunto de variáveis e indicadores que seriam quantificados dentro de cada grupo temático abordado na tomada de decisão. Contudo, ao longo do desenvolvimento dos estudos, percebeu-se que o modelo multicritério que estava sendo adotado não se aplicava à complexidade da decisão a ser tomada, sendo identificadas como limitações: a impossibilidade de análise espacial do problema, a necessidade da não interdependência de variáveis e a dificuldade em se avaliar áreas de abrangência ou grupo de empreendimentos (análise seria feita empreendimento a empreendimento, não se identificando o impacto de conjunto).

Considerando as variáveis indicadas para caracterizar a manutenção dos estoques pesqueiros, dos quais dependem as atividades da pesca (pesca profissional, pesca difusa e turismo de pesca), identificou-se que a análise de perda de conectividade longitudinal é mais adequada ao problema decisório do que a análise multicritério, pois leva em consideração a perda estimada de extensão de trechos conectados devido à interrupção da continuidade em um rio, ou seja, à fragmentação de habitat fluvial que pode se dar pela instalação de barragens.

A análise de conectividade, juntamente com a análise dos principais indicadores do conjunto de temas abordados, constitui a base da análise integrada apresentada no item 3.

A conectividade é uma propriedade dos habitats que permite o movimento de indivíduos, energia e massa (sedimentos, nutrientes, detritos) entre as diferentes porções deste habitat. Em ambientes fluviais, normalmente existe a conectividade entre as diferentes partes de um rio, e entre o rio e seus tributários. Esta é a chamada conectividade longitudinal, pois ocorre ao longo do eixo dos rios.

Obras de infra-estrutura, como barragens, podem representar obstáculos para o movimento de organismos vivos, ovos, larvas, sedimentos e nutrientes, e, dessa forma, reduzem a conectividade dos habitats. Barragens, em especial, podem impedir o



acesso de peixes a áreas essenciais de reprodução e criação, resultando em redução da produtividade de peixes e outras mudanças na composição da comunidade aquática.

Para quantificar a conectividade longitudinal de redes fluviais, com base na probabilidade esperada de um peixe ser capaz de se mover livremente entre dois pontos aleatórios da rede hidrográfica de cada bacia estudada isoladamente, utilizou-se o índice proposto por Cote et al (2009), Dendritic Connectivity Index (DCI).

O índice DCI pode ser utilizado, por exemplo, para uma análise de trade-off entre Energia e Conservação Ambiental, na avaliação do impacto de conjuntos de barragens em bacias hidrográficas, como sugerido por Jager et al. (2015). Essa análise de trade-off permite comparar diferentes configurações espaciais de construção de barragens, e seus impactos na capacidade de produção de energia e na condição ambiental e de usos da água.

O índice de conectividade dendrítica, em geral, considera que os trechos de rio têm a mesma importância, independentemente da sua localização. Isso nem sempre é uma hipótese razoável, pois é comum que certos trechos de rio tenham uma importância maior do que outros, segundo algum critério, por exemplo, ambiental. Neste caso, uma alternativa é utilizar um Índice de Conectividade Dendrítica Ponderado, em que um peso é atribuído a cada segmento da rede de drenagem, de acordo com algum critério, por exemplo ecológico, conforme já previsto por Cote et al. (2009).

Para analisar o impacto da construção das barragens na RH-Paraguai sobre a conectividade dos rios foi utilizada uma metodologia baseada no índice de conectividade dendrítica para peixes do tipo diádromos, adequado para peixes que migram entre os rios e o oceano. Essa escolha foi feita porque os peixes migradores do Pantanal têm um comportamento de migração entre os rios do Planalto e o Pantanal. Para os peixes migradores da RH-Paraguai, o Pantanal tem o mesmo papel que o oceano para os peixes diádromos, ou seja, é necessário que os rios em que ocorre a desova estejam conectados ao Pantanal, permitindo livre movimento de migração (Resende, 2008).

O índice de conectividade dendrítico utilizado foi calculado com base na equação proposta por Cote et al. (2009), porém contou com uma modificação para permitir a ponderação de trechos de drenagem em diferentes regiões da bacia, conforme comentado no item anterior. A expressão para o Índice de Conectividade Dendrítica Ponderado, para peixes Diádromos (DCIPD), com pesos dados pela importância das sub-regiões para a reprodução dos peixes é a seguinte:
$$DCIPD = \frac{\sum_{i=1}^n c_i \cdot l_i \cdot P_i}{\sum_{i=1}^n l_i \cdot P_i} \cdot 100.$$



A importância dos trechos da rede de drenagem para a reprodução de peixes foi estimada com base nos fluxos estimados de ovos e larvas de peixes nos pontos de coleta.

O índice de conectividade foi calculado considerando como base a rede de drenagem oficial disponibilizada pela ANA, denominada BHO5K, considerando apenas os trechos de rio com área de drenagem total a montante superior a 100 km².

O valor do DCIPD foi calculado para cada cenário de implementação de barragens na bacia, iniciando pelo cenário base, que corresponde à situação atual, incluindo as barragens já existentes e obstáculos naturais à migração de peixes, como quedas d'água. Posteriormente, o valor do DCIPD foi calculado novamente em várias configurações de subconjuntos de todas as barragens propostas.

O cálculo do DCIPD foi realizado utilizando um programa desenvolvido especialmente para este objetivo, durante o projeto, e os resultados foram analisados e apresentados a partir de mapas e tabelas, indicando trechos de rio conectados e desconectados, o valor final do índice de conectividade e a energia associada em cada cenário.

Outras informações sobre o desenvolvimento e a aplicação da metodologia utilizada na análise de conectividade estão descritas no produto P14 (Doc. Nº 02500.023325/2020) do Contrato Nº 062/2016/ANA.

3- Análise Integrada

Dentre os fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas e a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

A análise dos usos múltiplos da água e a visão integrada da bacia hidrográfica balizam a atuação dos órgãos gestores na implementação de instrumentos da Política, como os planos de recursos hídricos e a outorga.

Nessa lógica, o conflito pelo uso da água é mais bem quantificado quando se trata de usos consuntivos, ou seja, usos que captam e consomem água dos corpos hídricos, tais como o abastecimento público, a indústria e a agricultura irrigada. Esses usos possuem metodologias de estimativa consolidadas, seja por meio de cadastros de usuários ou por conversão de variáveis de controle em volumes de água. Com isso, esses usos podem ser convertidos em vazão (quantidade) e concentração (qualidade) – permitindo uma análise técnica que considere, por exemplo, o atendimento a requisitos de qualidade da água e de disponibilidade hídrica.



Por outro lado, por não consumir água diretamente, embora dependa de padrões quali-quantitativos, os usos não consuntivos da água são considerados de forma menos explícita como usuários de recursos hídricos nas análises dos órgãos gestores. Essa simplificação é razoável em muitos casos: ao adotar padrões restritivos de comprometimento, outorgando aos usos consuntivos percentuais de vazões mínimas, garante-se água em quantidade e qualidade também para usos não consuntivos.

Por interromper fisicamente a conectividade fluvial, barramentos de qualquer natureza apresentam a característica de interferir mais diretamente sobre usos não consuntivos, como a navegação, o turismo e a pesca. Há casos em que esse impacto pode ser analisado individualmente para cada barramento proposto. É comum, por exemplo, a exigência de eclusas ou outros dispositivos de transposição hidroviária, para permitir a navegação.

A análise integrada, em escala de bacia, como a realizada para a RH-Paraguai permite a análise do conflito da eventual implementação de barragens, com ou sem AHEs, com o uso preexistente da pesca (pesca profissional, pesca difusa e turismo de pesca), sustentada essencialmente por peixes migradores de longa distância que só se viabilizam com trechos de rio livres de algumas centenas de quilômetros e com habitats adequados para reprodução, crescimento e desenvolvimento.

Os impactos dos empreendimentos foram analisados em diferentes vertentes: impactos hidrológicos, impactos sedimentológicos e sobre a qualidade da água, impactos sobre a ictiofauna e impactos sociais e econômicos. Embora independentes em suas equipes e metodologias de estudo, as diversas áreas são interdependentes na identificação de variáveis físicas e biofísicas que afetam a presença do peixe para o setor usuário em seus três segmentos (pesca profissional, pesca difusa e turismo de pesca) e os consequentes impactos de sua variação. Um modelo de integração analítica deve permitir o cruzamento espacial de indicadores e lidar com a interdependência de variáveis e com a dificuldade em se avaliar áreas de abrangência e grupos de empreendimentos de forma sistêmica.

Desconsiderando a ocorrência de impactos ecológicos sistêmicos sobre o conjunto da biodiversidade, o presente estudo busca caracterizar potenciais conflitos associados aos recursos hídricos – competência dos órgãos integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Com recorte centrado nos impactos sobre os peixes e a pesca, vários outros aspectos de impactos ecológicos existentes estão subdimensionados ou não foram considerados nas avaliações conduzidas, por extrapolarem o seu escopo.



O elemento nuclear do modelo de integração analítica é o estoque pesqueiro (presença do peixe e disponibilidade de pescado), que suporta o uso não consuntivo preexistente da pesca na RH-Paraguai, com impactos diretos nas dinâmicas social e ambiental dessa região hidrográfica. A ictiofauna é o elemento das cadeias ecossistêmicas potencialmente mais afetado pela implantação de barramentos, pois estes interferem de modo decisivo em seus ciclos reprodutivos, especialmente nos das espécies migradoras. Dessa forma, a caracterização da importância para o estoque pesqueiro, sistematizada pelo fluxo de ovos e larvas de migradores, é a primeira etapa do fluxo de análise integrada.

Como segunda etapa, e de forma a aprimorar a delimitação da área de abrangência dos indicadores de estoque pesqueiro, avaliando inclusive a presença de barreiras naturais, foi agregado o modelo de conectividade longitudinal e fragmentação de habitats fluviais, que foi ponderado pela importância de cada trecho de rio para a reprodução dos peixes (presença de ovos e larvas) e para a potencial geração de energia.

Como terceira e última etapa, verifica-se a existência do uso preexistente da pesca, cuja ocorrência foi mapeada ao longo dos estudos e sua relevância indicada pelos indicadores socioeconômicos detalhados nesta NT e em seus anexos.

Apenas as áreas classificadas como estratégicas nas três etapas anteriores – maior relevância para manutenção do estoque pesqueiro, maior perda de conectividade e relação com uso preexistente e relevante da pesca (em âmbito local e regional) – foram classificadas como áreas de conflito.

O fluxograma apresenta uma síntese das etapas detalhadas. Em suma, a primeira etapa de análise do fluxo diz respeito a manutenção do estoque pesqueiro, ou seja, áreas consideradas estratégicas para reprodução de espécies de peixes migradoras; a segunda, aborda a análise de conectividade, que considera a fragmentação de habitats provocada pela implantação de barramentos que dificulta ou impede o movimento de migração de jusante para montante, e dificulta ou impede o fluxo de ovos, larvas e indivíduos adultos de montante para jusante; o próximo passo identifica possíveis conflitos locais ou regionais com as atividades pesqueiras praticadas especificamente nas sub-bacias analisadas (Figura 2).

Avaliações complementares de qualidade de água e de alteração hidrológica integram a análise, mas não motivaram a reclassificação de áreas. No entanto, pela aderência ao resultado obtido nas etapas anteriores, reforçam a classificação definida.



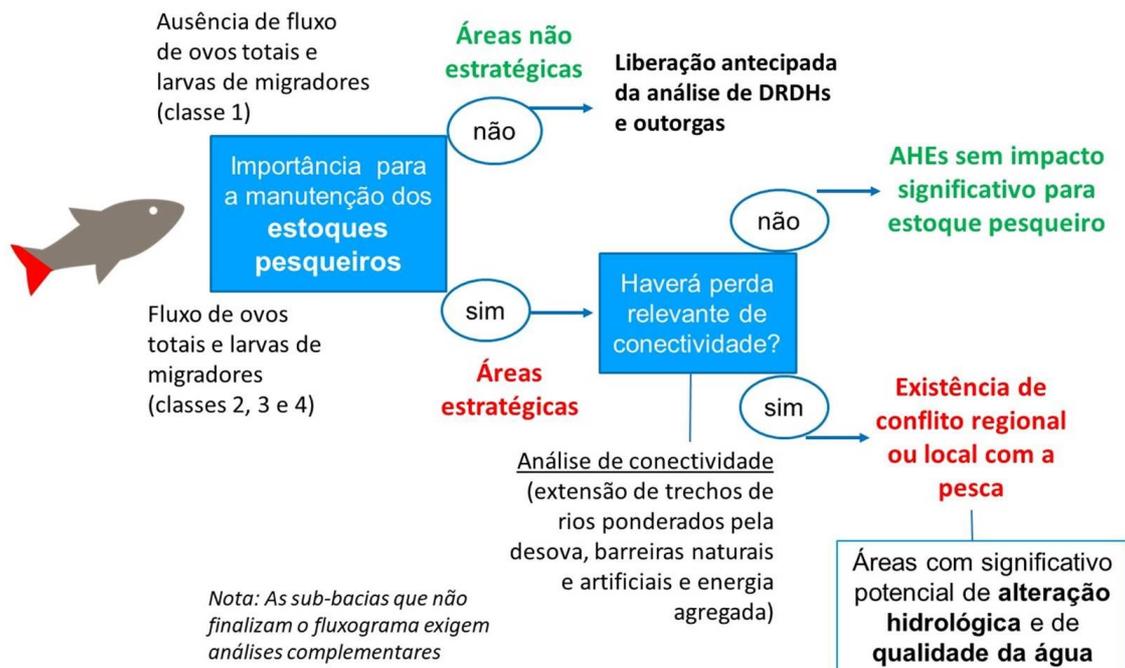


Figura 2- Fluxograma de Análise Integrada por bacia.

3.1 Manutenção do Estoque Pesqueiro

Dentre os vários eventos que ocorrem ao longo do ciclo de vida dos organismos, a atividade reprodutiva é a de maior relevância, pois o sucesso obtido por qualquer espécie é determinado pela sua capacidade de se reproduzir em ambientes variáveis, sobreviver e constituir populações viáveis, baseado nos requerimentos mínimos para manutenção das espécies (Orsi *et al.*, 2016). Neste contexto, a compreensão da dinâmica reprodutiva da comunidade de peixes e sua relação com o meio ambiente é facilitado pelo conhecimento das áreas e períodos de desova (Bialezki *et al.*, 2004), utilizando como ferramenta o estudo de ovos e larvas de peixes ou ictioplâncton.

Essa ferramenta foi utilizada na RH-Paraguai com o objetivo de avaliar as áreas de reprodução da ictiofauna, com enfoque nas espécies alvo (Figura 3), migradoras de longas distâncias e com importância para a pesca regional. Todas as bacias estudadas, resguardando as devidas proporções, são importantes locais de reprodução para as espécies de peixes da região. Desde as mais produtivas, como o alto Paraguai e Cuiabá, até as menos, como Negro e Apa, todas apresentaram seu potencial como área de desova (Apêndices 1-7) e, desta maneira, contribuem para a renovação dos estoques pesqueiros da região. A dinâmica reprodutiva das espécies da RH-Paraguai é descrita por Resende (2003). De acordo com a referida autora, a migração ascendente, conhecida como piracema, acontece no final da estação



seca e se caracteriza pela movimentação dos peixes migradores em direção às cabeceiras dos rios que compõem o pantanal, onde ocorrem as desovas e, posteriormente, a deriva de ovos e larvas rio abaixo para as áreas de crescimento.

Os resultados dos estudos apontam uma grande variação do fluxo de ovos e larvas dentro de cada bacia e entre as bacias analisadas. A medida da produtividade levou em conta a abundância e a vazão do ictioplâncton, permitindo estimar a contribuição de cada tributário durante o período de reprodução das espécies. Assim, os rios de maior porte, também são os mais produtivos, a exemplo do Sepotuba, Jauru e Paraguai, localizados à margem direita no alto rio Paraguai; do Cuiabá, na bacia do rio Cuiabá; do São Lourenço e do Vermelho, na bacia do rio São Lourenço; do Piquiri, na bacia do rio Correntes/Piquiri; do Taquari e do Coxim, na bacia do Taquari e do Apa, na bacia do rio Apa. A exceção, foi o córrego Rico e o rio do Peixe na bacia do rio Negro, que foram produtivamente mais relevantes que o rio principal, o Negro. Importante ressaltar que alguns pontos de coleta do ictioplâncton estão localizados a jusante de outros e, representam a contribuição de toda a bacia, como é o caso dos pontos SEP3 (rio Sepotuba), PAR (rio Paraguai), CB2 (rio Cuiabá), COX1 (rio Coxim).



Figura 3- Espécies alvo, migradoras de longas distâncias e com importância para a pesca regional.

Nos pontos localizados a montante de empreendimentos em operação, como é o caso do IBO (rio Ibo), ANHU (rio Anhumas), PPD (rio Ponte de Pedra), COMP (rio Comprido) e CORR (rio Correntes), o fluxo de ovos e larvas foi muito pequeno ou



inexistente, e com exceção de Anostomidae, nenhuma larva de espécie alvo foi registrada. Possivelmente, o processo reprodutivo nestes rios seja influenciado pela fragmentação do habitat. Este impacto, causado pela construção de barragens tem sido apontado como um dos principais fatores responsáveis pela perda de populações inteiras de peixes de água doce (Dynesius & Nilsson, 1994; Nilson, 2005), principalmente as espécies migradoras (Agostinho et al., 2008; Dugan et al. 2010; Santos et al., 2013). A fragmentação do habitat leva também à fragmentação populacional, ou seja, populações isoladas a montante têm tamanho limitado e, portanto, exibem variabilidade genética reduzida (Lopes et al., 2007; Horreo et al., 2011). Além disso, Gosset et al. (2006), hipotetizam que a restrição causada pela fragmentação sobre o comportamento migratório e a seleção do local de reprodução pode levar à diminuição do fitness da prole (menor sobrevivência e maior risco à predação).

A comparação dos resultados obtidos entre pontos, localizados a montante e a jusante de empreendimentos operantes, como o PPD (rio Ponte de Pedra, a montante dos empreendimentos previstos) e POP (rio Ponte de Pedra, a jusante dos empreendimentos previstos) e o SLO1 (rio São Lourenço, a montante da PCH São Lourenço) e o SALO (rio São Lourenço, a jusante da PCH São Lourenço), revela que no rio Ponte de Pedra a reprodução, inclusive das espécies alvo não foi significativa, nem a montante e nem a jusante, e somente larvas de Anostomidae e Pimelodidae, foram encontradas. Por outro lado, no rio São Lourenço, os maiores fluxos de ovos foram observados a jusante do empreendimento e o de larvas, a montante, inclusive com fluxo considerável de larvas de espécies alvo, como *H. platyrhynchos* (jurupoca), *P. mesopotamicus* (pacu), *Pseudoplatystoma* spp. (pintado/cachara) e *Z. jahu* (jauú). À exceção da primeira, que se encontrava em estágio de pré-flexão, todas as demais espécies se encontravam em estágio de larval vitelino. Ao considerarmos que este ponto se localiza a cerca de 12 km do reservatório e que a velocidade estimada no local é de aproximadamente 3,80 Km/h, estas larvas em deriva passiva chegariam ao reservatório em menos de quatro horas, ou seja, existe a possibilidade destas não finalizarem seu desenvolvimento e como consequência, ocorrendo uma falha no recrutamento. Os propágulos à deriva requerem um tempo de desenvolvimento específico para se tornarem aptos à natação e procurarem habitats de crescimento, alimentação e proteção. Nesse sentido, a regulação dos rios impede que as larvas adentrem em ambientes apropriados ao seu desenvolvimento durante o processo de deriva (Dudley & Platania, 2007; Pelicice & Agostinho, 2008), influenciando diretamente na sobrevivência delas (Olden, 2016).



Rios com trechos livres, mas com vazões menores, como Cabaçal (CAB2), Vermelho Norte (VERN), Formoso (FOR), Cuiabazinho (CB1), Tadarimana (TAD), Tauá (TAU), Ariranha (ARI), Vermelho (VER), Jauru/MS (JAU) e Figueirão (FIG), também são importantes para a reprodução ou têm áreas potenciais para a desova, para muitas das espécies alvo. Por outro lado, em alguns corpos d'água, a participação no processo reprodutivo entre os ciclos analisados foi incipiente ou praticamente nula, como é o caso do Juba (JUB) e Tenente Amaral (TAM), ambos com empreendimentos a montante, bem como o Cabaçal 1 (CAB1), Prata (PRA), Piranema (PIBE), Camapuã (CAM) e Perdido (PER). Especificamente nestes casos, as condições ambientais, sejam barreiras físicas (empreendimentos ou cachoeiras), graves assoreamentos (rios muito rasos) ou a qualidade da água (alta transparência), poderiam explicar a ausência de atividade reprodutiva local.

Os pontos localizados a jusante de empreendimento em operação, mas com extensos trechos livres a jusante, e conseqüentemente conectados com as áreas de crescimento e alimentação, como o JAUMT (rio Jauru/MT), MJ3 (rio Manso, a jusante da UHE Manso), CB2 (rio Cuiabá) e SALO (rio São Lourenço), apresentaram de modo geral, fluxos consideráveis de ovos e larvas, inclusive de espécies alvo. Porém, não há como inferir se este fluxo é semelhante ao das condições pristinas. Agostinho et al. (2008), discutem que embora menos investigado, os impactos a jusante são igualmente ou até mais prejudiciais para a fauna de peixes, dado que os represamentos afetam principalmente a dinâmica do fluxo de água, ou seja, a principal força que rege os ecossistemas fluviais, causam bloqueio das rotas de migração para algumas espécies de peixes, além de causar a retenção de sedimentos e nutrientes.

A região onde foram realizadas as coletas, localizam-se no planalto que corresponde à parte superior do rio principal e dos afluentes, separado do Pantanal por cotas acima de 200 m de altitude. Nesta região as características hidrológicas são diferentes daquelas observadas na planície ou pantanal. Tucci (2004) relata que o período chuvoso na região ocorre entre outubro e abril, contribuindo diretamente para o aumento da vazão local. Estas variáveis influenciaram diretamente a ocorrência do ictioplâncton e, de maneira geral, o padrão de fluxo de ovos e larvas nas bacias é congruente, tendo picos mais concentrados entre novembro e janeiro ou expandidos até fevereiro, enquanto o mês de março parece sinalizar o final do período reprodutivo da ictiofauna na RH-Paraguai, devido aos menores valores observados. Estes dados corroboram Resende (2004) que cita que o pico de reprodução da maior parte dos peixes de valor econômico do pantanal, ocorre entre novembro e fevereiro, na cabeceira dos rios, começando com os peixes de escama



(curimatá, pacu, piraputanga, dourado, etc.) e terminando com os peixes de couro (pintado, cachara, jurupensém, jurupoca, etc.). Ainda de acordo com o autor, essa sequência tem lógica, uma vez que essas larvas de peixes de couro são predadoras que necessitam encontrar larvas de outros peixes para se alimentarem assim que esgotam os recursos energéticos do vitelo, abrem a boca e iniciam a alimentação externa.

Quanto aos dados temporais, as regiões norte e sul da bacia foram influenciadas diferentemente pela vazão. De modo geral, as bacias do alto Paraguai, rio Mutum, Piquiri e alguns pontos da bacia do rio Taquari apresentaram maiores fluxos de ovos e larvas no primeiro ciclo, enquanto nas bacias do Negro e Apa os maiores fluxos foram registrados no segundo ciclo amostral, porém, em ambas regiões as maiores vazões foram observadas no primeiro ciclo.

Vários autores (Godoy, 1975; Graaf *et al.* 1999; Baumgartner *et al.*, 2004) sugerem que a desova dos peixes tropicais ocorre próximo ao pôr do sol, quando a temperatura da água se encontra elevada e há redução da luminosidade que promove a proteção da prole durante a deriva passiva (Lechner *et al.*, 2016). De forma geral, este padrão foi encontrado na maioria dos locais analisados, porém, não tão evidente para as larvas. Segundo (Zacardi *et al.* 2018), diferentemente dos ovos, as larvas permanecem em deriva passiva, somente após a eclosão (larval vitelino) e no estágio de pré-flexão, possuindo capacidade natatória limitada e derivando tanto de dia quanto a noite. A partir do estágio de flexão, já com a formação das nadadeiras, a deriva torna-se ativa e elas são mais abundantes na superfície, principalmente durante o período noturno (Santin *et al.*, 2009).

Entre as mais de trezentas espécies registradas na RH-Paraguai, 94 táxons foram registrados nas amostras de ictioplâncton, sendo 72 identificados em gênero ou espécie, correspondendo a aproximadamente 25% das espécies. Considerando que as espécies encontradas na bacia apresentam diferentes estratégias reprodutivas, migradores de longa e curta distâncias, cuidadores de prole e com fecundação interna (Bailly *et al.* 2008), ou seja, nem todas desovam diretamente na coluna d'água ou na região pelágica, onde foram realizadas as amostragens, possivelmente este número de táxons encontrados seja representativo das espécies que utilizam os tributários como área de reprodução. Ademais, larvas de oito das quinze espécies alvo selecionadas foram registradas nas amostras de ictioplâncton, *B. hilarii* (piraputanga), *H. platyrhynchos* (jurupoca), *P. lineatus* (curimatá), *P. mesopotamicus* (pacu), *Pseudoplatystoma spp.* (pintado/cachara), *S. brasiliensis* (dourado), *S. lima* (jurupensém) e *Z. jahu* (jaú), além de outras migradoras, porém sem importância para a pesca regional, como *Rhaphiodon vulpinus* (peixe-cachorro), estando entre os



táxons com maiores fluxos. Esses resultados ressaltam a importância dos tributários para a ictiofauna de forma geral, mas especialmente para as espécies alvo, que utilizam estes locais como parte imprescindível para a sua reprodução.

Em todos os pontos amostrais foram registrados ovos, evidência de que as áreas a montante são áreas potenciais de desova, seja para ictiofauna de modo geral, mas também para as espécies alvo. As estimativas utilizando apenas ovos sugerem reproduções muito próxima (menos de 10 km) até cerca de 80 km. Porém, ao analisar as larvas das espécie alvo, as estimativas das áreas de desovas são em média entre 150 e 200 km a montante do ponto amostral, mas podem chegar a quase 400 km, variando entre sub-bacias e também entre as espécies, indicando a importância de grandes trechos livres para a realização do ciclo reprodutivo das diferentes espécies.

A identificação correta de ovos e larvas se torna uma ferramenta importante para a ecologia e para estratégias de conservação de peixes (Becker et al., 2015), permitindo mapear a distribuição do ictioplâncton e as áreas de desova para espécies migradoras e para espécies geograficamente restritas. No entanto, a identificação de ovos e larvas de peixes ainda é desafiadora. Os caracteres de diagnose para a identificação se baseiam em caracteres morfológicos e meristemáticos (Matarese et al., 2011; Ko et al., 2013), muitos dos quais compartilhados pelas espécies no início do desenvolvimento embrionário (Victor et al., 2009). Para facilitar a discriminação e identificação de espécies animais, Hebert et al. (2003) propuseram o código de barras de DNA ou DNA barcoding como metodologia padronizada para diferentes grupos animais. Estudos que exploram a diversidade comunitária ictioplânctônica através do DNA barcoding têm se mostrado eficientes na estimativa de riqueza de espécies (Collet et al., 2017), na identificação de larvas de peixes de água doce (Frantine-Silva et al., 2015, 2016; Maggia et al., 2017; Almeida et al., 2018), de larvas de recifes de corais (Hubert et al., 2010, 2015) e de espécies de difícil identificação morfológica (Ayala et al., 2016). Neste estudo a ferramenta de identificação molecular foi usada para a identificação de ovos e larvas para o estabelecimento dos locais de desova das espécies alvo previamente selecionadas.

A análise resultou na constatação da presença de ovos de 5 das 15 espécie alvo em 20 pontos de amostragem (27 foram sequenciados). A presença dos ovos indica, com alto grau de confiabilidade, que nestes locais ocorre a desova das espécies. A ferramenta foi bastante eficaz, uma vez que apenas 3 das espécies alvos identificadas através da análise morfológica não foram encontradas nas amostras de ovos. Os resultados permitiram aumentar o grau de certeza acerca da importância dos pontos analisados para a reprodução de espécies migradoras de grande



importância para a pesca, como o *P. mesopotamicus* (pacu), *S. lima* (jurupensém), *Z. jahu* (jaú) e *H. plathyrynchos* (jurupoca), além de *P. lineatus* (curimbatá). Para o caso de *S. lima*, para a qual não havia sido possível a estimativa da área de desova a partir do retrocáculo baseado no tempo de desenvolvimento das larvas, pode-se com a identificação genética dos ovos, em pelo menos 10 pontos, apontar a importância dos locais para a reprodução da espécie. Os resultados são mais uma evidência do potencial da metodologia para a identificação das áreas de importância para a reprodução dos peixes.

Em resumo, a migração reprodutiva, realizada pela maioria das espécies alvo analisadas aqui, é sazonal e as espécies requerem habitats diferentes para se reproduzirem, próximo às nascentes, e para a sobrevivência e crescimento de jovens e adultos, planícies de inundação.

Na região do alto rio Paraguai, a pesca é uma importante atividade econômica, correspondendo a uma das principais fontes de renda e alimento das famílias ribeirinhas (Mateus et al., 2011) e de empresas ligadas ao turismo. Assim, além da sua importância ecológica, os recursos pesqueiros são fundamentais para as diferentes modalidades de pesca existente na região (Catella, 2003). Os dados desse projeto evidenciam que as espécies migradoras respondem pela maior parte da produção pesqueira da pesca profissional artesanal e são as principais espécies alvo da pesca esportiva (Netto & Mateus, 2009). Estas espécies possuem ovos demersais livres, não adesivos, que dependem da correnteza para dispersão e oxigenação (Rizzo & Godinho, 2003). Portanto, a conectividade hidrológica dos rios é essencial para a integridade ecológica da bacia hidrográfica e, conseqüentemente, para a manutenção dos movimentos migratórios que garantem a reprodução e a persistência das populações de peixes.

Os resultados da primeira etapa de análise do fluxograma estão representados na Figura 4.



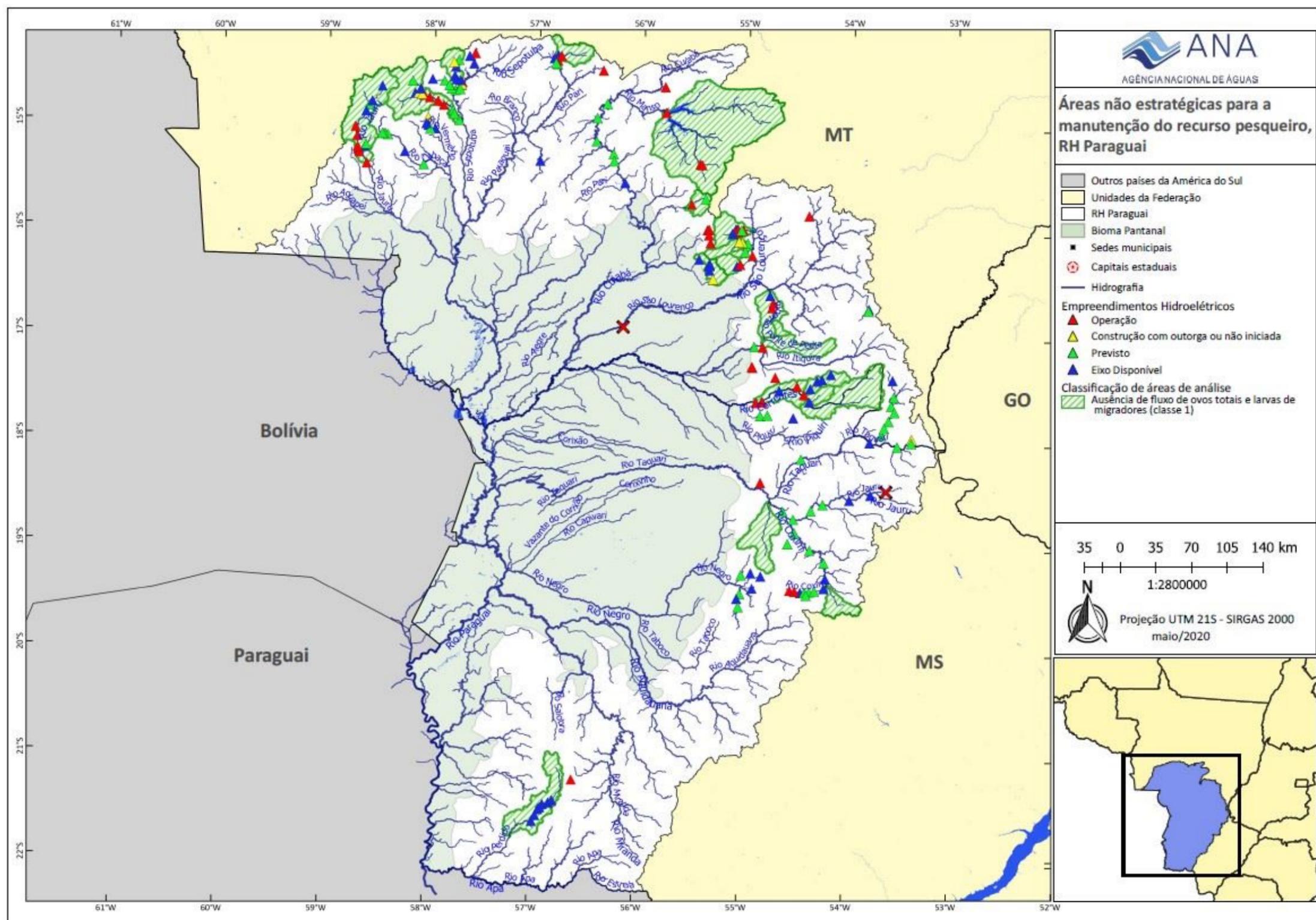


Figura 4 - Áreas não estratégicas para a manutenção do recurso pesqueiro (classe 1).

3.2 Conectividade

Um dos impactos ambientais potencialmente mais relevantes decorrentes da implantação de empreendimentos hidrelétricos em uma bacia é a interrupção da continuidade existente em um rio. Essa interrupção ocorre porque as barragens atuam como barreiras que dificultam a migração de peixes. As informações elencadas indicam que as tentativas de mitigação destes impactos através da implementação de mecanismos de transposição, como escadas de peixes, têm tido pouca efetividade.

A continuidade e a liberdade para a migração podem ser medidas através de índices de conectividade, e o impacto de obstáculos naturais e artificiais sobre essa continuidade pode ser medido pela alteração dos índices de conectividade.

A extensão dos impactos de perda de conectividade quando realizada antes da construção de novas barragens e baseada em uma análise regional (por bacia) e não individualizada em cada empreendimento, permite, juntamente com estudos ecológicos e socioeconômicos, estabelecer a troca (ou trade-off) que existe entre as opções de usos da água em uma bacia hidrográfica.

Em situações como a atualmente vivenciada na região do Alto Paraguai, quando ainda é possível planejar de forma sistêmica e regional, antes da construção de um grande número de barragens, é possível buscar configurações ou arranjos de barragens que permitem maximizar os benefícios energéticos, minimizando os impactos socioambientais e sobre usos preexistentes dos recursos hídricos, considerando a perda de conectividade.

A seguir é apresentada a análise da perda de conectividade prevista nos rios da região do Alto Paraguai pela construção de barragens identificadas no inventário da ANEEL de 2017. A metodologia foi baseada no Índice de Conectividade Dendrítica, desenvolvido por Cote et al. (2009), amplamente utilizado para quantificar impactos de fragmentação de habitat. Conforme descrito, o cálculo do índice de conectividade teve por base a representação da rede de drenagem através de segmentos de rio, os quais foram ponderados pela produção de ovos e larvas.

O índice foi calculado em cada sub-bacia, considerando diversas configurações de subconjuntos de todas as barragens propostas e os resultados da análise de conectividade para as diversas sub-bacias são apresentados a seguir.

3.2.1 Análise de conectividade na região do Alto Paraguai

A Figura 5 mostra a rede de drenagem ponderada pela produção de ovos e larvas e a localização dos obstáculos naturais e artificiais na região do Alto Paraguai. Na sequência a Figura 6 destaca o cenário (C) de EHs que foi adotado, dentre os



cenários relevantes identificados para essa bacia (Tabela 2), uma vez que apresentou a melhor relação entre incremento de energia (216 MW) e perda de conectividade (DCIPD= -0,10), com redução de 0,41% na produção de ovos totais e 0,85% de larvas de migradores. No cenário seguinte, D, o DCIPD sofre um decréscimo de 2,24% em relação à situação atual, com incremento de 73 MW em relação ao cenário C, e com impacto significativo na manutenção do estoque pesqueiro, com redução de 21,61% na produção de ovos totais e 15,15% de larvas de migradores.



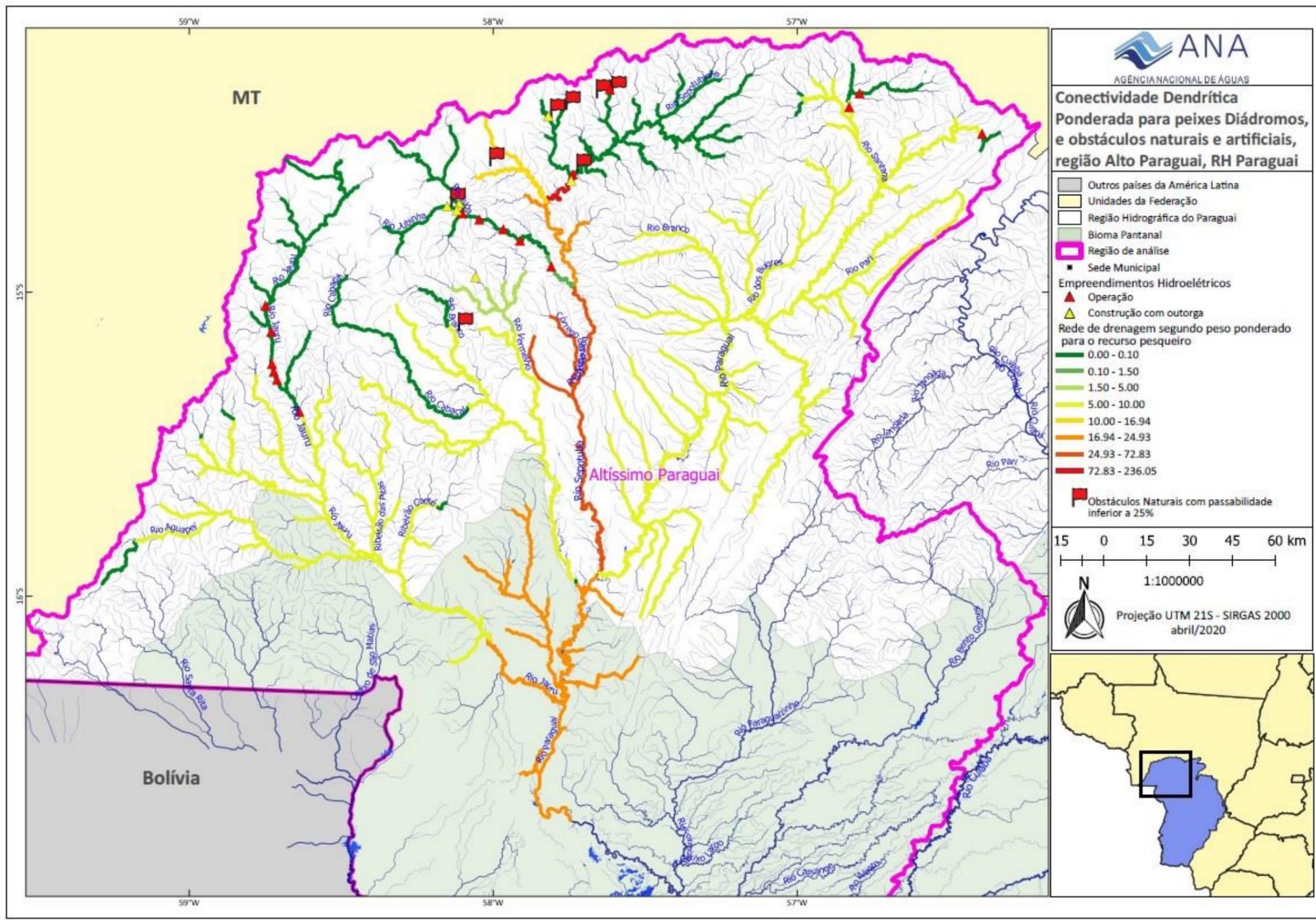


Figura 5 – Rede de drenagem ponderada pela produção de ovos e larvas na região do Alto Paraguai.



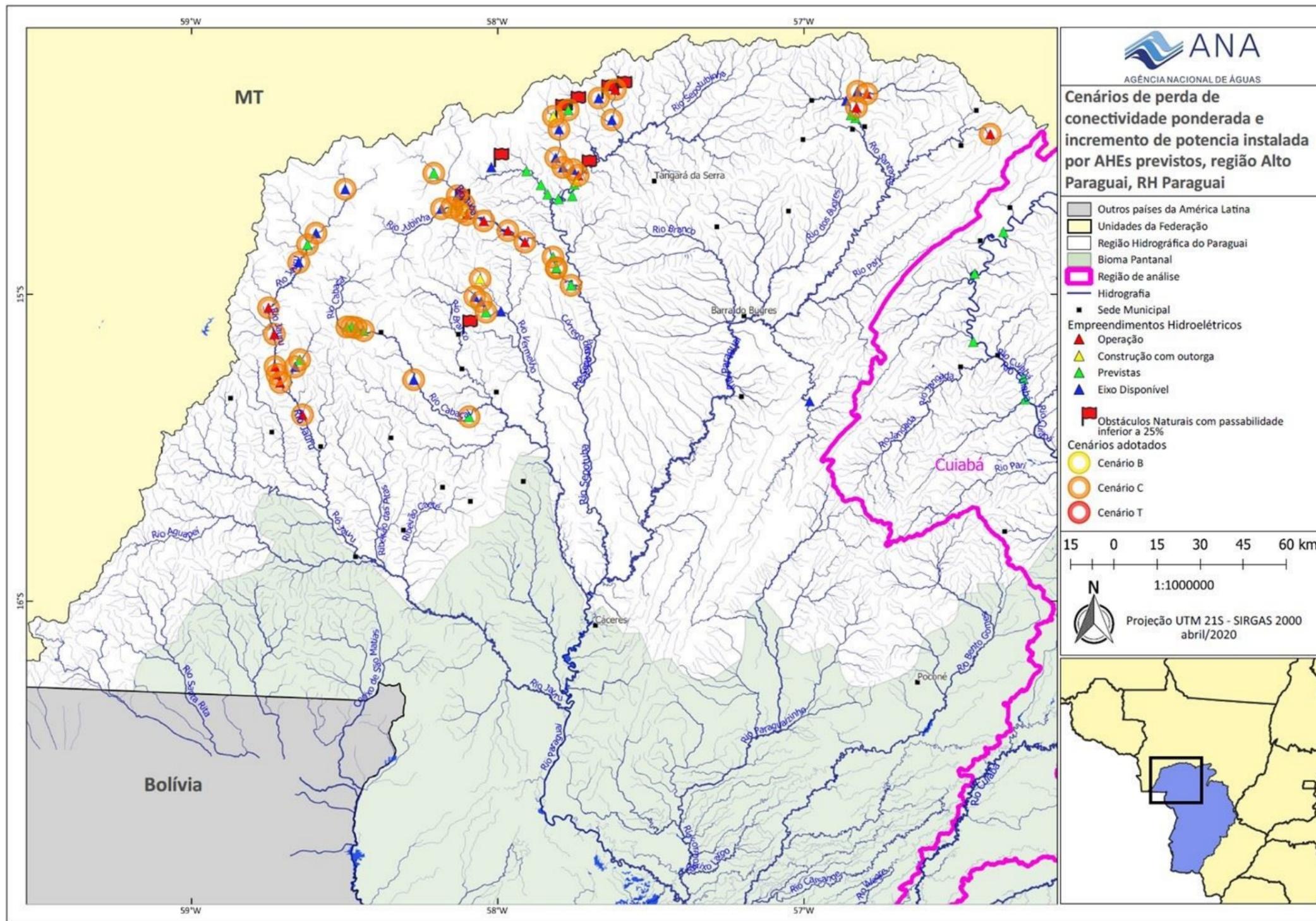


Figura 6 - Cenário de blocos de empreendimentos hidrelétricos com menos impacto no índice de conectividade dendrítica ponderado (região do Alto Paraguai).



Tabela 2- Cenários relevantes identificados com base nos resultados do índice de conectividade e de potência instalada na bacia do Alto Paraguai (o X indica se a barragem ou bloco de barragens está presente no cenário analisado).



Bloco	Descrição	Cenários						
		A	B	C	D	E	T	R
1	Barragens já em operação	X	X	X	X	X	X	X
2	Barragens localizadas a montante de barragens já existentes, ou a montante de grandes obstáculos naturais		X	X	X	X	X	
3	Barragens Sepotuba e Salto das Nuvens, no rio Sepotuba					X	X	
4	Barragem Salto Maciel, no rio Sepotuba						X	X
5	Barragens Cabaçal 6, 5 e 4, no alto rio Cabaçal			X	X	X	X	
6	Cabaçal 3			X	X	X	X	
7	Cabaçal 2			X	X	X	X	
8	Cabaçal 1			X	X	X	X	
9	Jaçanã Alta				X	X	X	
10	Saíra				X	X	X	
11	Biguá				X	X	X	X
12	Araras				X	X	X	X
13	Formoso III				X	X	X	X
14	Formoso II				X	X	X	
15	Formoso I				X	X	X	
16	Salto Cacaú			X	X	X	X	
17	Salto do Céu			X	X	X	X	
18	Salto Vermelho I			X	X	X	X	
19	Caramujo			X	X	X	X	
20	Salto Caramujo				X	X	X	
21	Tapirapuã			X	X	X	X	



Potência Instalada (MW)	423.20	555.83	639.23	713.08	746.58	763.58	476.85
DCIP _D (%)	89.99	89.98	89.88	87.75	86.47	82.12	82.26
Incremento de Potência em relação ao cenário atual (MW)	0.00	132.63	216.03	289.88	323.38	340.38	53.65
Varição de DCIPD em relação ao cenário atual (%)	0.00	0.00	-0.10	-2.24	-3.52	-7.86	-7.73
Redução na produção de ovos totais- % bacia			-0,41	-21,61	-21,61	-48,69	-48,38
Redução na produção de Larvas migradores- % bacia			-0,85	-15,15	-15,15	-15,28	-14,46
Redução na produção de ovos totais + larvas migradoras-% bacia			-0,52	-19,19	-19,9	-40	-39,6



3.2.2 Análise de conectividade na bacia do rio Cuiabá

A Figura 7 mostra a rede de drenagem ponderada pela produção de ovos e larvas e a localização dos obstáculos naturais e artificiais na região da bacia do rio Cuiabá, enquanto que a Figura 8 destaca o bloco dos EHs do cenário (B) que foi adotado, dentre os cenários relevantes identificados para essa bacia (Tabela 3), por apresentar o melhor incremento de energia (40 MW) e perda de conectividade (DCIPD= -0,01), com redução de 0,04% na produção de ovos totais e 0,02% de larvas de migradores. No cenário seguinte, T, o DCIPD sofre um decréscimo de 75,2% em relação à situação atual, com incremento de 138 MW em relação ao cenário B, mas com impacto extremo na manutenção do estoque pesqueiro, reduzindo em 99,96% na produção de ovos totais e 99,98% na de larvas de migradores.



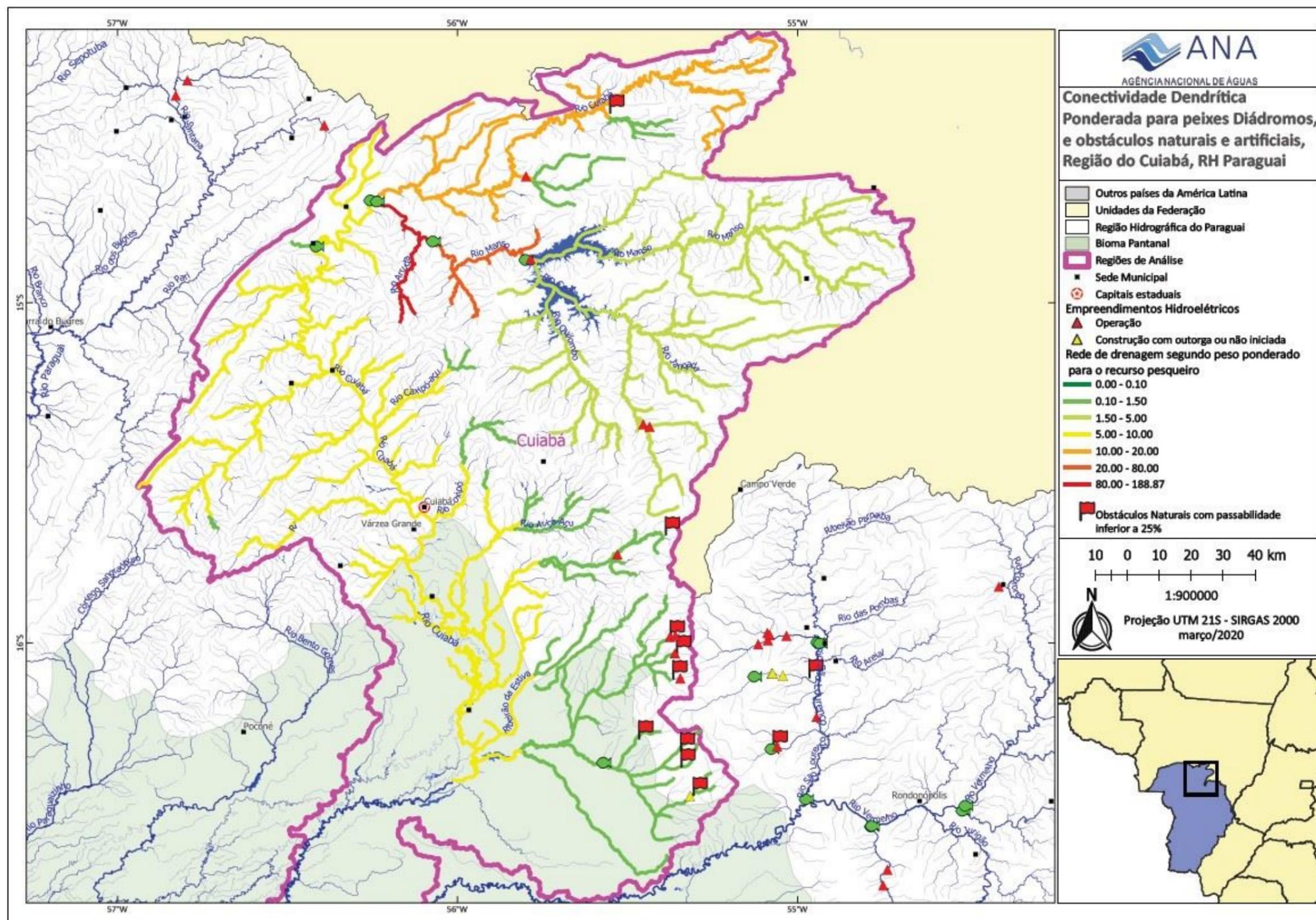


Figura 7 – Rede de drenagem ponderada pela produção de ovos e larvas na bacia do rio Cuiabá.

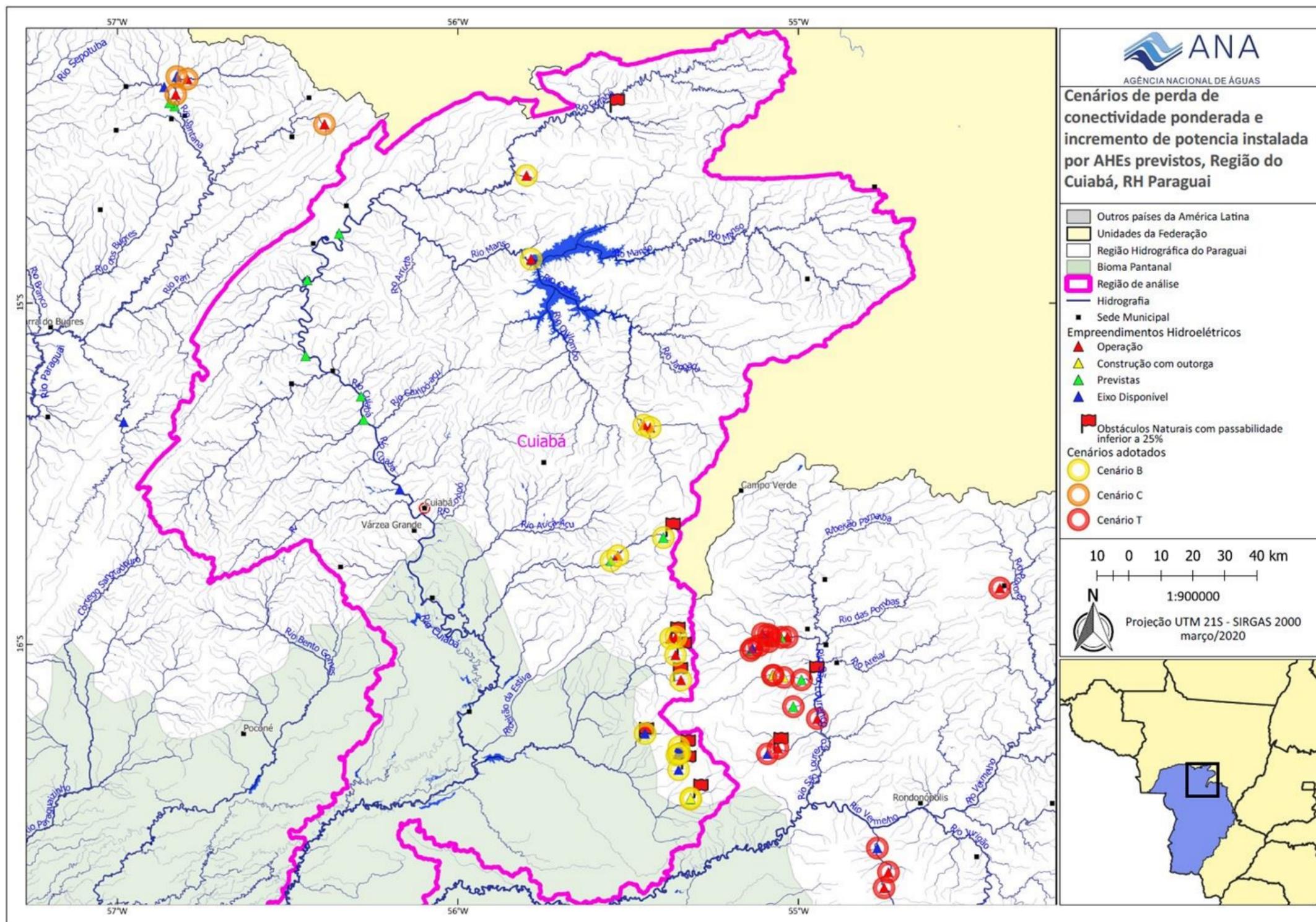


Figura 8 - Cenário de blocos de empreendimentos hidrelétricos com menos impacto no índice de conectividade dendrítica ponderado (Bacia do Cuiabá).

Tabela 3 - Cenários relevantes identificados com base nos resultados do índice de conectividade e de potência instalada na bacia do rio Cuiabá (o X indica se a barragem ou bloco de barragens está presente no cenário analisado).

Bloco	Descrição	Cenário			
		A	B	T	R
1	Barragens já em operação	X	X	X	X
2	Aricá-Mirim I		X	X	
3	São Tadeu II		X	X	
4	Rancho Queimado I		X	X	
5	Rancho Queimado 4		X	X	
6	Mutum I		X	X	
7	Rancho Queimado 2		X	X	
8	Santo Antônio		X	X	
9	Rancho Queimado 3		X	X	
10	Rancho Queimado 5		X	X	
11	Mantovilis		X	X	
12	Guapira II			X	X
13	Iratambé I			X	
14	Iratambé II			X	
15	Angatu I			X	
16	Angatu II Montante			X	
17	Perudá Montante			X	
	Potência Instalada (MW)	256,86	296,92	435,24	282,82
	DCIP _D (%)	90,80	90,79	15,60	15,60
	Incremento de Potência em relação ao cenário atual (MW)	0,00	40,06	178,38	25,96
	Varição de DCIPD em relação ao cenário atual (%)	0,00	-0,01	-75,2	-75,2
	Redução na produção de ovos totais (% bacia)		-0,04	-99,96	-99,96
	Redução na produção de Larvas migradores (% bacia)		-0,02	-99,98	-99,98
	Redução na produção de ovos totais + larvas migradoras (% bacia)		-0,04	-99,96	-99,96

3.2.3 Análise de conectividade na bacia do rio São Lourenço

A Figura 9 mostra a rede de drenagem ponderada pela produção de ovos e larvas e a localização dos obstáculos naturais e artificiais na região da bacia do rio São Lourenço. Dentre os cenários relevantes identificados para essa bacia (Tabela 4), foi adotado o cenário (T), inclusão de todas as barragens propostas, por apresentar a melhor relação entre incremento de energia (110 MW) e perda de conectividade (DCIPD= -0,18), com um impacto praticamente nulo sobre a conectividade da rede



fluvial dos rios dessa bacia com o Pantanal, conseqüentemente com baixo impacto na manutenção do recurso pesqueiro, já que a implantação de todos os EHs previstos na Bacia do Rio São Lourenço não afetaria de modo significativo a produção de ovos totais e nem de larvas de migradores em qualquer dos cenários identificados na tabela 4.



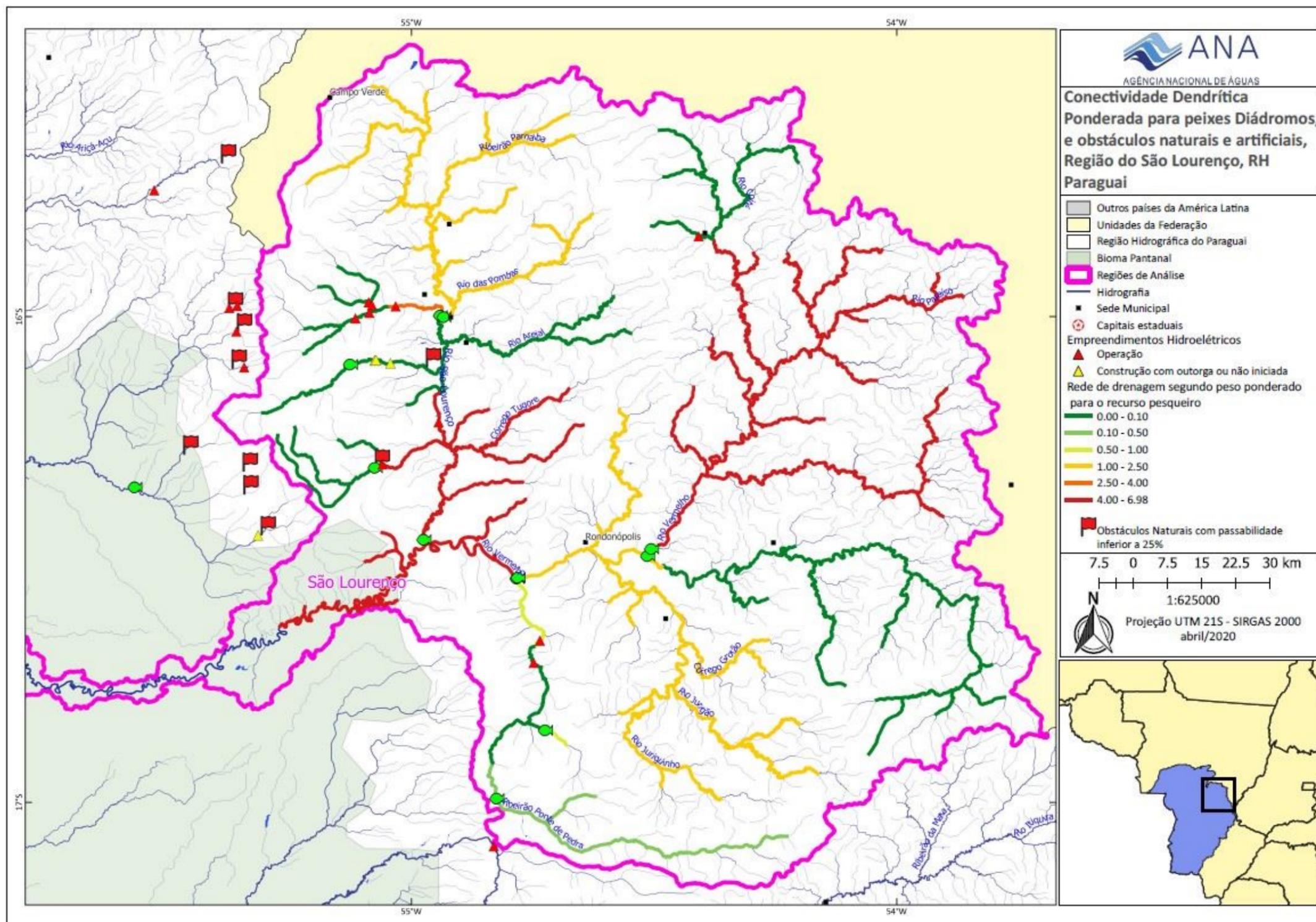


Figura 9 – Rede de drenagem ponderada pela produção de ovos e larvas na bacia do rio São Lourenço.

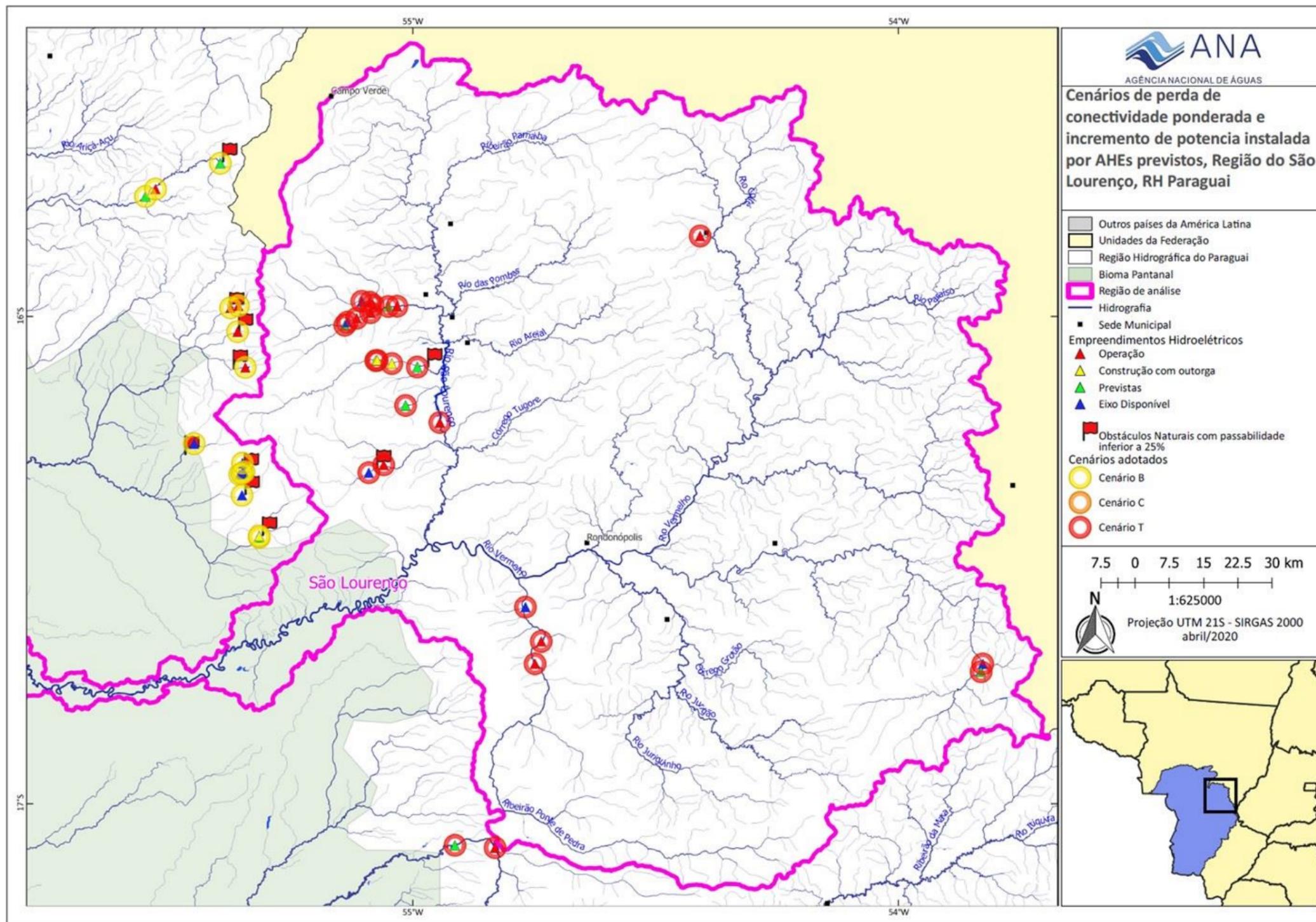


Figura 10 - Cenário de blocos de empreendimentos hidrelétricos com menos impacto no índice de conectividade dendrítica ponderado (Bacia do São Lourenço).

Tabela 4 - Cenários relevantes identificados com base nos resultados do índice de conectividade e de potência instalada na bacia do rio São Lourenço (o X indica se a barragem ou bloco de barragens está presente no cenário analisado).

Bloco	Descrição	Cenário				
		A	B	C	R	T
1	Barragens já em operação	X	X	X	X	X
2	Santiago			X		X
3	Europa		X	X		X
4	João Basso				X	X
5	Jatobá		X	X		X
6	Ipê		X	X		X
7	Beleza		X	X		X
8	Água Branca		X	X		X
9	Bom Jesus			X	X	X
10	Água Brava		X	X		X
11	Água Clara		X	X		X
12	Água Branca		X	X		X
13	Mangaba		X	X		X
14	Buriti		X	X		X
	Potência Instalada (MW)	125,4	183,1	217,5	152,3	235,61
	DCIP _D (%)	83,20	83,20	83,15	83,03	83,02
	Incremento de Potência em relação ao cenário atual (MW)	-	57,7	92,1	26,9	110,21
	Incremento de DCIP _D em relação ao cenário atual (%)	-	0	-0,05	-0,17	-0,18
	Redução na produção de ovos tot (% bacia)		-1	-2,01	-1,34	-2,34
	Redução na produção de Larvas migradores (% bacia)		-0,2	-0,74	-0,056	-0,58
	Redução na produção de ovos tot + larvas migradoras (% bacia)		-0,83	-1,74	-1,18	-2,01



3.2.4 Análise de Conectividade na bacia dos rios Correntes e Piquiri

A Figura 11 mostra a rede de drenagem ponderada pela produção de ovos e larvas e a localização dos obstáculos naturais e artificiais na região da bacia do rio São Lourenço. Dentre os cenários relevantes identificados para essa bacia (Tabela 5), foi adotada para essa bacia o cenário adotado T (Figura 12), inclusão de todas as barragens propostas, por apresentar a melhor relação entre incremento de energia (67 MW) e perda de conectividade (DCIPD= -0,16), ou seja, sem afetar praticamente a conectividade da rede fluvial da bacia com a planície da RH-Paraguai, conseqüentemente sem impactar significativamente a manutenção do recurso pesqueiro da bacia, uma vez que não haverá uma redução significativa na produção de ovos totais e nem de larvas de migradores, em todos os cenários, e considerando que a produção observada no ponto Tauá (TAU) não será impactada pelo empreendimento previsto, uma vez que a área de desova estimada pelo retrocálculo se encontra a jusante do empreendimento previsto.



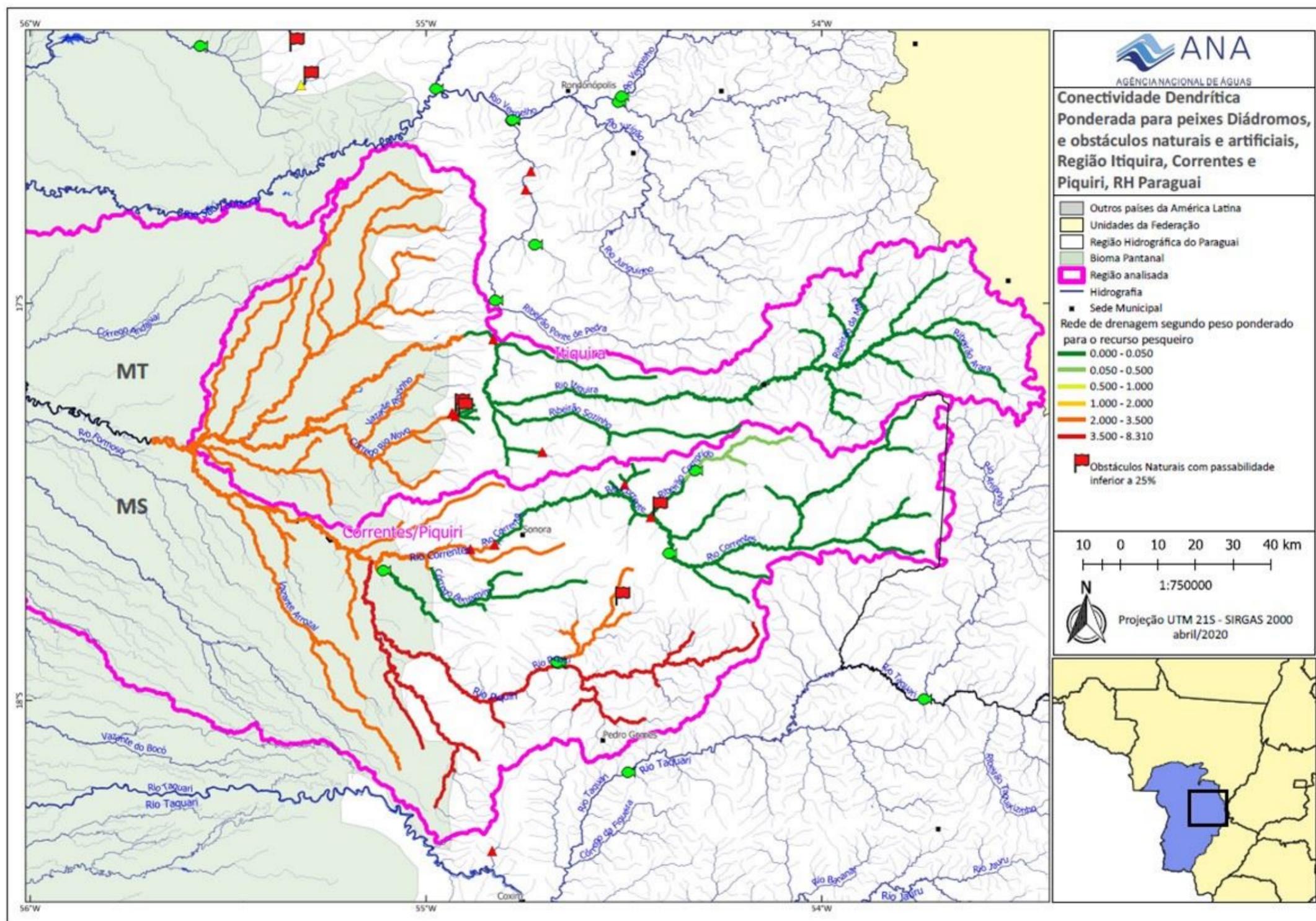


Figura 11 – Rede de drenagem ponderada pela produção de ovos e larvas na bacia do rio Correntes/Piquiri.

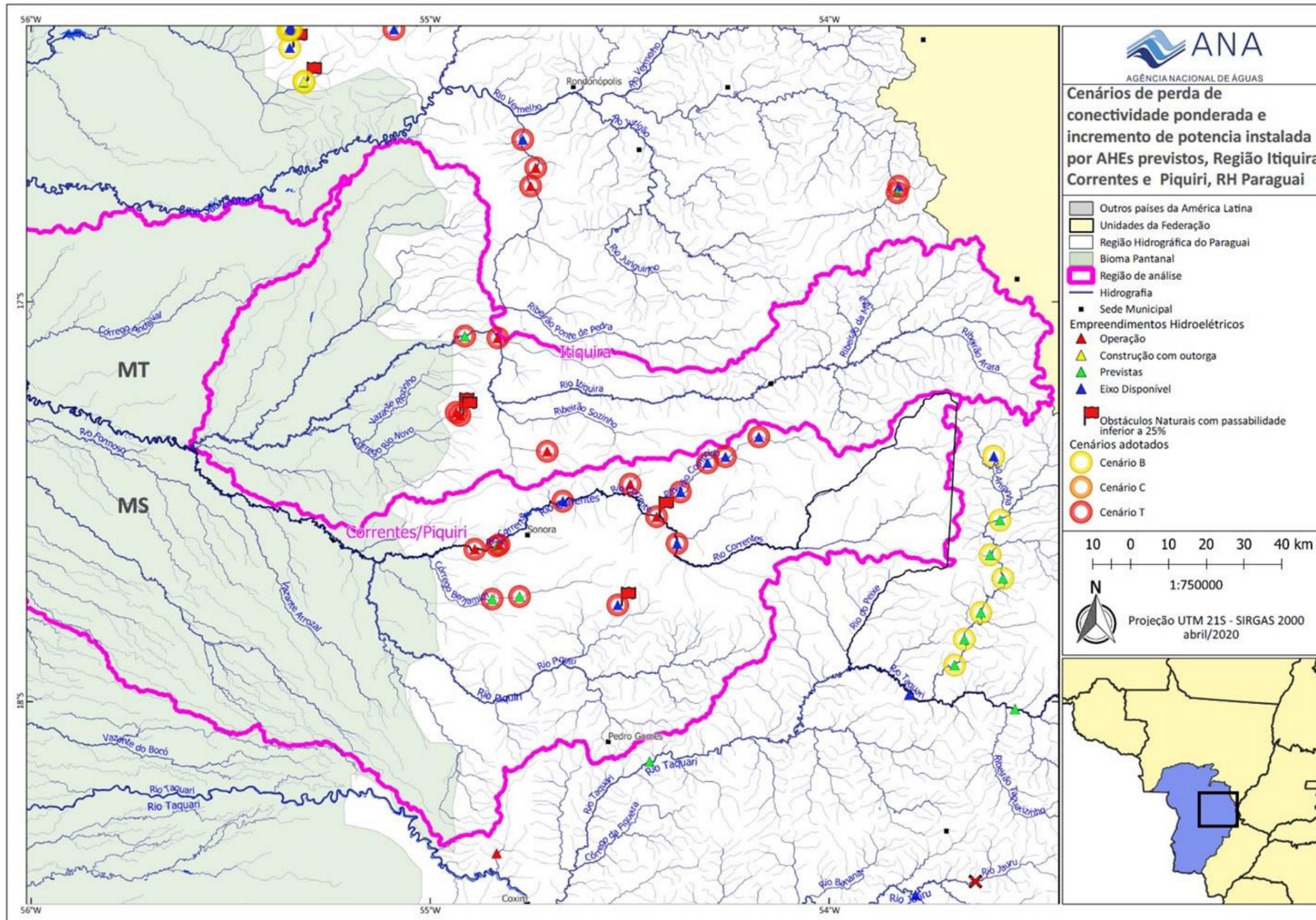


Figura 12 - Cenário de blocos de empreendimentos hidrelétricos com menos impacto no índice de conectividade dendrítica ponderado (Bacia do Correntes/Piquiri).

Tabela 5: Cenários relevantes identificados com base nos resultados do índice de conectividade e de potência instalada na bacia dos rios Correntes e Piquiri (o X indica se a barragem ou bloco de barragens está presente no cenário analisado).

Bloco	Descrição	Cenário				
		A	B	C	R	T
1	Barragens já em operação	X	X	X	X	X
2	Água Enterrada		X	X		X
3	Cipó		X	X		X
4	Santo Antonio		X	X		X
5	São Domingos		X	X		X
6	São Bento		X	X		X
7	Santa Paula		X	X		X
8	São Paulo		X	X		X
9	Itiquira III				X	X
10	Dona Inês			X	X	X
11	Aquáriu II		X	X		X
12	Modelo			X		X
	Potência Instalada (MW)	302,4	335,0	346,6	332,9	369,6
	DCIP _D (%)	98,17	98,17	98,14	98,01	98,01
	Incremento de Potência em relação ao cenário atual (MW)	-	32,6	44,2	30,5	67,2
	Incremento de DCIP _D em relação ao cenário atual (%)	-	0	-0,03	-0,16	-0,16
	Redução na produção de ovos totais (% bacia)		-0,06	-0,24	-0,18	-0,24
	Redução na produção de Larvas migradores (% bacia)		-1,59	-1,59	0	-1,59
	Redução na produção de ovos totais + larvas migradoras (% bacia)		-0,3	-0,4	-0,2	-0,4

3.2.5 Análise de conectividade na bacia do rio Taquari

A Figura 13 mostra a rede de drenagem ponderada pela produção de ovos e larvas e a localização dos obstáculos naturais e artificiais na região da bacia do rio Cuiabá, enquanto que a Figura 14 destaca o bloco dos EHs do cenário (B) que foi adotado, dentre os cenários relevantes identificados para essa bacia (Tabela 6) por apresentar a melhor relação entre incremento de energia (157 MW) e perda de conectividade (DCIP_D= -2,1), causando baixo impacto sobre a conectividade fluvial e consequentemente baixo impacto na manutenção do estoque (recurso) pesqueiro da bacia, dada a baixa redução na produção de ovos totais (5,14%) e na de larvas migradoras (0,24%) com a instalação dos EHs previstos por esse cenário. No cenário seguinte, C, o DCIP_D vai para -3,1, com incremento de apenas 15 MW em relação ao cenário B, e com um impacto significativo na manutenção do estoque pesqueiro na região, dada a redução de 9,94% na produção de ovos totais. Dessa forma, adotou-se



o cenário B, com a exclusão da PCH Mutum (8,5 MW), uma vez que a mesma poderá acarretar riscos a reprodução no alto Taquari, uma das principais áreas de desova da região, devido aos impactos que as alterações na qualidade de água e no regime hidrológico sub-diário poderiam causar na reprodução dos peixes que utilizam os afluentes próximo a cabeceira do rio Taquari.



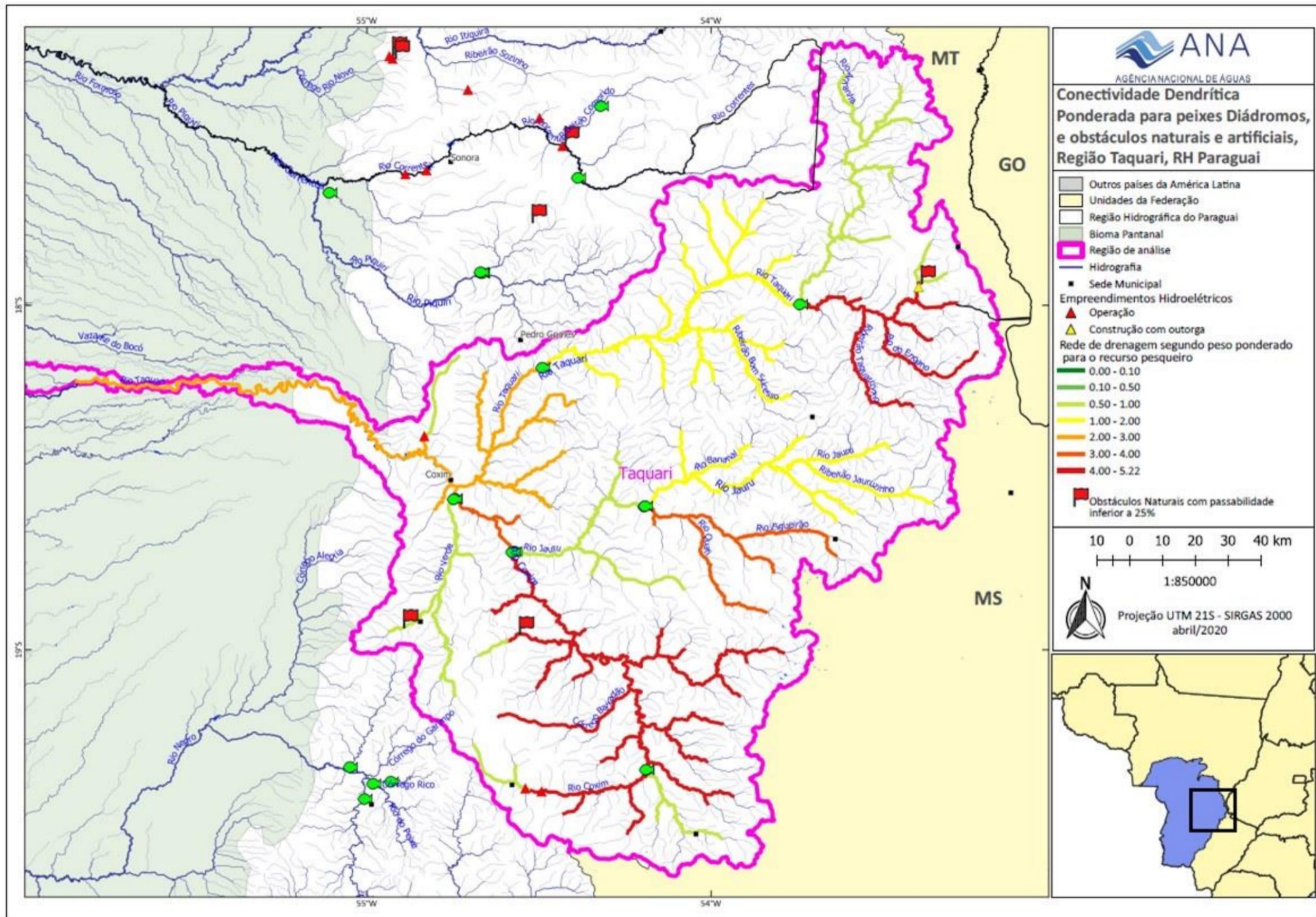


Figura 13 – Rede de drenagem ponderada pela produção de ovos e larvas na bacia do rio Taquari.



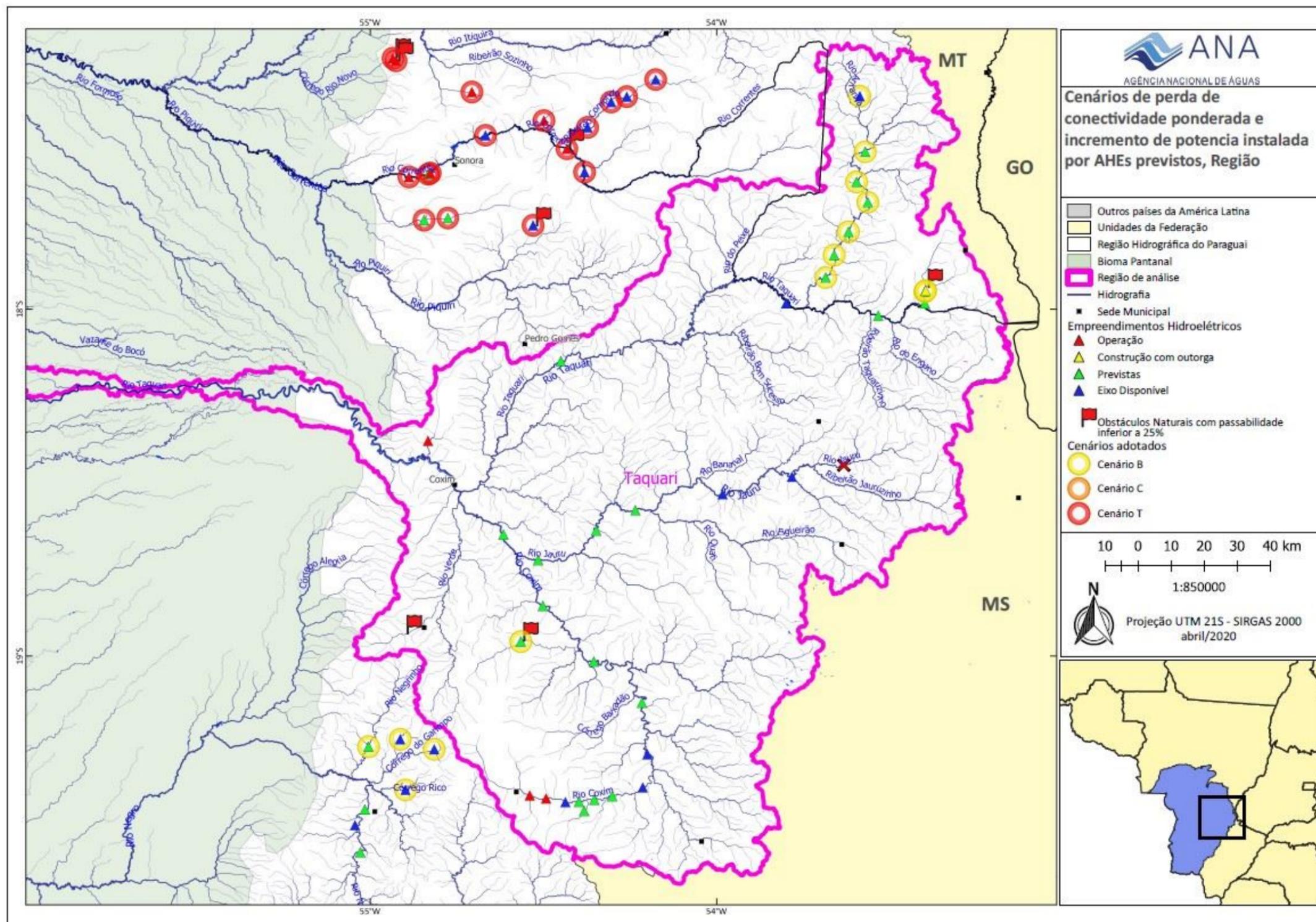


Figura 14 - Cenário de blocos de empreendimentos hidrelétricos com menos impacto no índice de conectividade dendrítica ponderado (Bacia do Taquari).

Tabela 6- Cenários relevantes identificados com base nos resultados do índice de conectividade e de potência instalada na bacia do rio Taquari (o X indica se a barragem ou bloco de barragens está presente no cenário analisado).

Bloco	Descrição	Cenário						
		A	B	C	D	E	R	T
1	Barragens já em operação	X	X	X	X	X	X	X
2	Usinas em locais com grandes obstáculos naturais (Lajari; Serra Vermelha e Andorinha)		X	X	X	X		X
3	Mutum		X	X	X	X		X
4	Taquarizinho							X
5	Barra do Ariranha							X
6	Pedro Gomes						X	X
7	Sucuri						X	X
8	São Domingos							X
9	Água Vermelha							X
10	Peralta							X
11	Fazenda Caranda							X
12	Entre Rios				X	X		X
13	Lagoa Alta				X	X		X
14	Ponte Vermelha			X	X	X		X
15	Maringá			X	X	X		X
16	Calcutá			X	X	X		X
17	Santa Fé			X	X	X		X
18	Mundo Novo					X		X
19	Vila Jauru					X		X
20	Água Fria					X		X
21	Hortência e Primavera		X	X	X	X		X
22	Orquídea, Violeta e Lírio		X	X	X	X		X
23	Dália		X	X	X	X		X
24	Girassol		X	X	X	X		X
25	Figueirão					X		X
	Potência Instalada (MW)	13,6	170,7	186,2	200,2	251,6	71,1	400,1
	DCIP _D (%)	82,1	80,0	79,0	76,8	67,2	17,8	17,8
	Incremento de Potência em relação ao cenário atual (MW)	-	157,1	172,6	186,6	238,0	57,5	386,5
	Incremento de DCIP _D em relação ao cenário atual (%)	-	-2,1	-3,1	-5,3	-14,9	-64,3	-64,3
	Redução na produção de ovos tot- % bacia		-5,14	-9,94	-9,94	-20,49	-79,5	-98,77
	Redução na produção de Larvas migradores- % bacia		0,24	-0,42	-0,42	5,39	-94,27	-99,92
	Redução na produção de ovos tot + larvas migradoras-% bacia		-3,72	-7,22	-7,22	-16,22	-87,3	-99,1



3.2.6. Análise de conectividade na bacia do rio Negro

Na bacia do rio Negro existe uma grande coincidência entre os locais onde há previsão de construção de barragens, segundo o inventário hidrelétrico, com os pontos em que já existem obstáculos naturais relevantes à migração de peixes. A Figura 15 apresenta o mapa da rede de drenagem da bacia com a sobreposição entre os locais das barragens previstas no inventário e os locais onde existem obstáculos naturais.

Observa-se que as usinas Bocaina, Padres, Furna e Garimpo estão localizadas em trechos de rio em que existem obstáculos naturais consideráveis, aos quais foi atribuída uma probabilidade de passagem próxima de zero. Já a usina Rio Negro está localizada em um trecho de rio em que existe um obstáculo natural relevante, porém ao qual foi atribuída uma probabilidade de passagem de 50%.

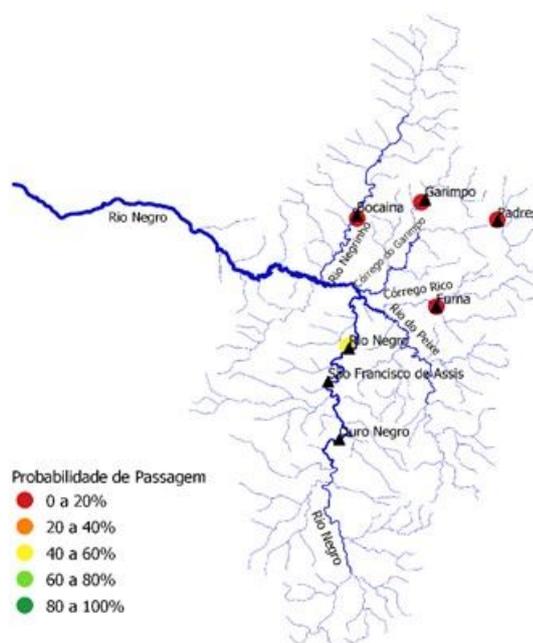


Figura 15- Localização de usinas hidrelétricas previstas no inventário e de obstáculos naturais relevantes para a migração de peixes na bacia do rio Negro (triângulos pretos indicam a localização das sete usinas previstas, círculos coloridos indicam a presença de obstáculos naturais, com probabilidade de passagem de acordo com a legenda).

O mapa da Figura 15 sugere que a eventual construção das usinas Bocaina, Furna, Garimpo e Padres não terá impacto relevante sobre a migração de peixes, já que a conectividade fluvial já se encontra afetada nestes locais pela presença de obstáculos naturais.

Já as usinas Rio Negro, São Francisco de Assis e Ouro Negro podem ter algum impacto sobre a conectividade, pois os obstáculos naturais existentes neste rio aparentemente são menos relevantes para a migração de peixes. Por outro lado, os



dados de coleta de ovos e larvas de peixes sugerem que a região em que estão localizadas estas três usinas não é uma área preferencial de reprodução.

3.2.7. Análise simplificada de conectividade na bacia do rio APA

A bacia do rio Apa é uma bacia relativamente grande, porém apresenta poucos locais com potencial de aproveitamento hidrelétrico, segundo o inventário. Além disso, todos os locais das usinas identificadas no inventário estão sobre o mesmo rio, que é o rio Perdido, um tributário do rio Apa.

A Figura 16 apresenta a rede de drenagem da bacia do rio Apa, de acordo com os dados oficiais BHO5K, utilizados pela ANA, juntamente com a localização das usinas hidrelétricas do inventário.

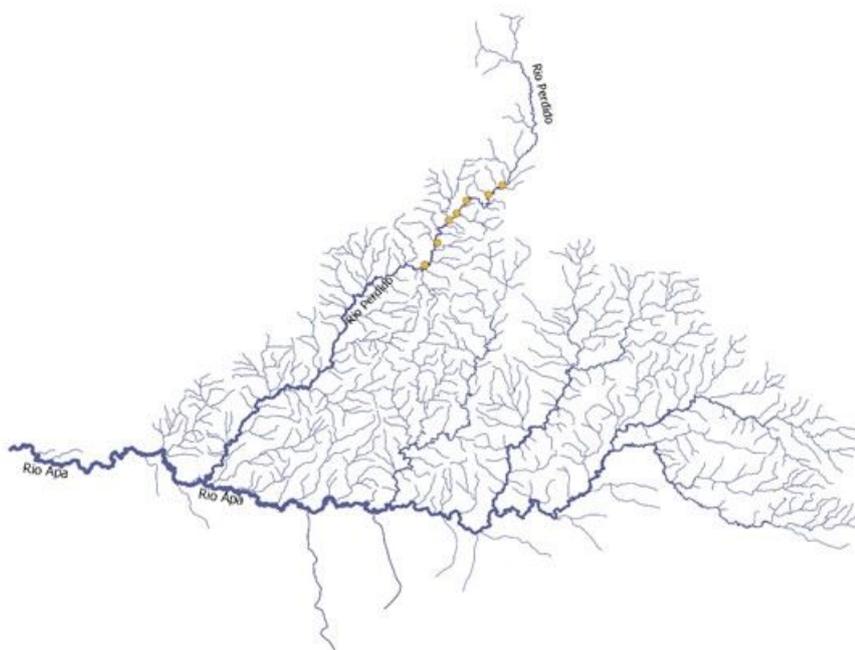


Figura 16 - Rede de drenagem da bacia do rio Apa, destacando o rio Perdido e as usinas hidrelétricas identificadas no inventário (pontos amarelos).

Para essa bacia a análise de conectividade pode ser realizada de forma simplificada, já que todos os aproveitamentos hidrelétricos identificados no inventário estão sobre o mesmo rio. Assim, qualquer um dos empreendimentos que venha a ser implementado vai ter como consequência a fragmentação do habitat a montante da barragem, pois não foram identificados obstáculos naturais relevantes ao longo do rio Perdido.



Caso a usina localizada mais a jusante no rio Perdido venha a ser construída, aproximadamente 10% da rede de drenagem total da bacia será desconectada do restante, ficando indisponível para a migração de peixes. Caso a usina localizada mais a montante no rio Perdido venha a ser construída, cerca de 3% da rede de drenagem total da bacia ficará desconectada do restante.

3.2.8 Síntese da análise da conectividade

Na região do Alto Paraguai, o índice de conectividade pode cair do valor atual de 90% para cerca de 82%. Os rios Sepotuba e Formoso são particularmente relevantes para a desova de peixes, assim, manter seus trechos livres de barragens permite um impacto menor de perda de conectividade.

Os resultados revelam que as bacias dos rios Cuiabá e Taquari apresentam maior impacto potencial de perda de conectividade para peixes migradores caso as usinas previstas no inventário hidrelétrico atual sejam construídas.

Na bacia do rio Cuiabá, o índice de conectividade pode cair dos atuais 90% para cerca de 15%, caso sejam construídas as usinas localizadas ao longo do eixo do rio principal. Caso o impacto sobre a população de peixes seja da mesma ordem de grandeza, essa alteração possivelmente inviabilizaria as atividades econômicas relacionadas com os peixes migradores (turismo, pesca difusa e profissional), tanto na bacia do rio Cuiabá, como em boa parte da RH-Paraguai.

Na bacia do rio Taquari, o índice de conectividade pode cair dos atuais 83% para cerca de 18%, caso sejam construídas as usinas localizadas ao longo dos rios Coxim, Jauru e Taquari. Também nesta bacia, a perda de conectividade pode resultar em uma queda relevante na população de peixes migradores, impactando significativamente o turismo de pesca, a pesca difusa e a pesca artesanal, tanto na bacia do Taquari como em boa parte da RH-Paraguai.

Nas bacias dos rios Piquiri/Correntes e São Lourenço a construção das novas usinas hidrelétricas identificadas pelo inventário hidrelétrico adotado não deverão trazer alterações profundas de perda de conectividade. A Figura 17 apresenta o resultado da segunda etapa de análise do fluxograma: as áreas não estratégicas (resultado da etapa 1), acrescidas das áreas estratégicas com reduzido impacto no índice de conectividade dendrítica (resultado da etapa 2), ou seja, áreas em que a instalação de EHs não causariam impactos adicionais aos recursos pesqueiros.



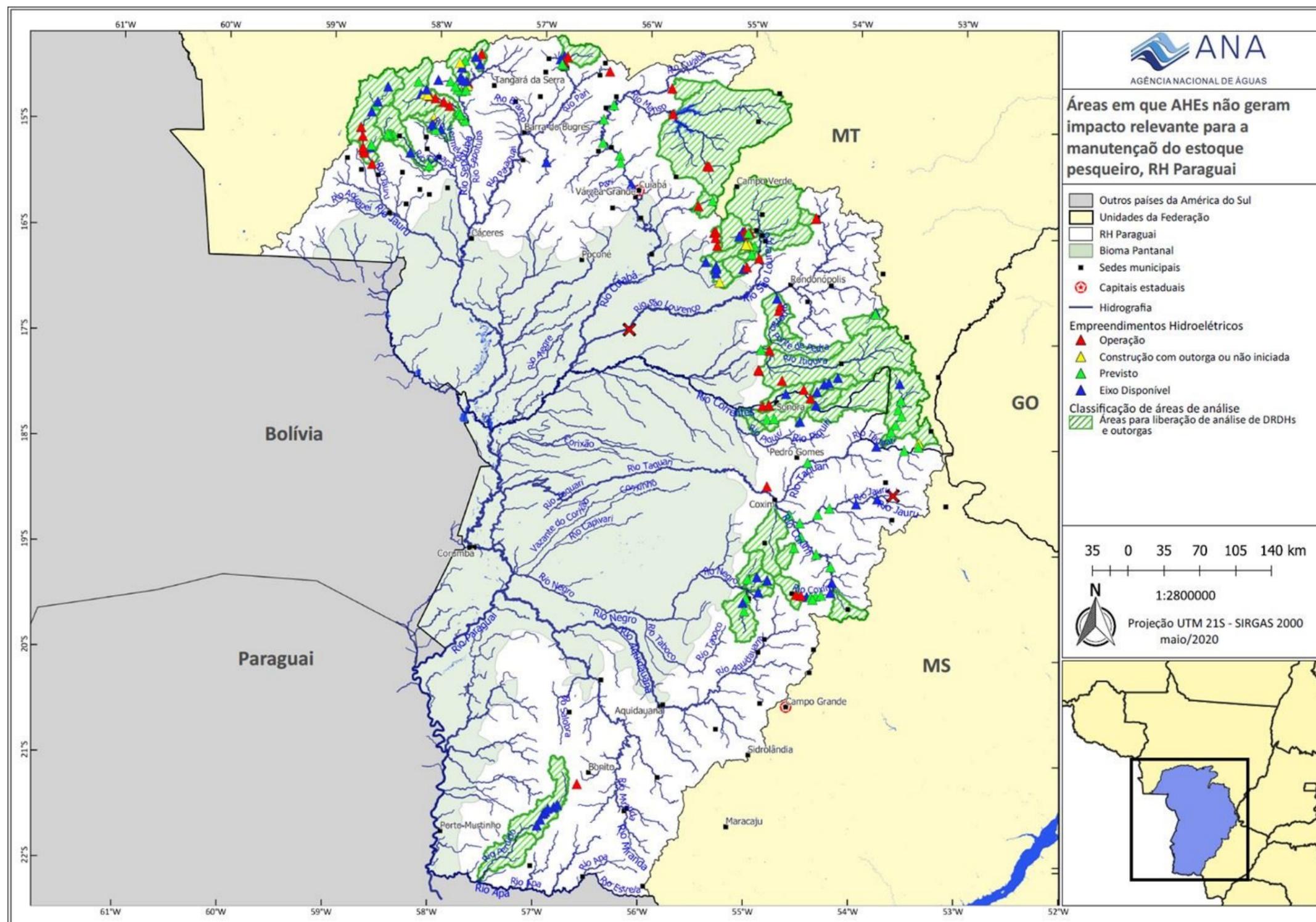


Figura 17 - Áreas não estratégicas e áreas estratégicas com reduzido impacto no índice de conectividade dendrítica.

3.3 Pesca

Para mapear a ocorrência e a relevância da pesca na RH-Paraguai foram consideradas as três modalidades principais, que demandam estratégias diferenciadas de pesquisa e análise: Pesca Profissional Artesanal, Pesca Difusa e Turismo de Pesca.

A Pesca Profissional Artesanal consiste naquela praticada por pescadores que exercem a atividade da pesca legalmente com finalidade profissional comercial e associados a Colônias de Pesca ou Associações de Pesca. A Pesca Turística (ou Turismo de Pesca) consiste no ramo de turismo movimentado em virtude do fluxo de turistas com a finalidade específica ou combinada com a pesca. O terceiro segmento, a Pesca Difusa (ou amadora) compreende a atividade de pesca realizada por moradores da região que não são pescadores profissionais. Os resultados para cada segmento são sintetizados nos próximos itens.

3.3.1 Pesca Profissional Artesanal

A área de estudo para a pesca profissional artesanal compreendeu toda a RH-Paraguai, incluindo a região de planalto e o Pantanal, uma vez que ocorre em toda a região, em função das migrações reprodutivas dos peixes. Os pescadores profissionais artesanais encontram-se organizados em 18 Colônias de Pescadores, sendo oito em Mato Grosso do Sul e 10 em Mato Grosso, localizadas nas proximidades das sedes de municípios. Existem, ainda, duas associações, a Associação dos Pescadores Artesanais de Isca de Miranda – APAIM, localizada em Miranda (MS) e a Associação dos Pescadores de Cáceres – APEC, localizada em Cáceres (MT). As colônias e associações foram contatadas e informadas sobre os objetivos deste estudo. Tornaram-se parceiras fundamentais, que facilitaram o acesso aos pescadores profissionais artesanais filiados.

Com relação ao perfil socioeconômico do pescador profissional, as pesquisas concluíram que:

- O pescador é predominantemente homem (65%).
- Está na pesca há mais de 10 anos.
- Tem em média 50 anos o homem e 45 anos a mulher.
- Possui ensino fundamental incompleto (55,4% dos respondentes), mas 10% não possuem escolaridade.
- 1/3 (33%) dos pescadores pratica a pilotagem, sendo a adesão a essa atividade bastante distinta entre as regiões do estudo, tendo em 20% dos casos a participação da esposa e em menores proporções também de outras pessoas, e ganha em média aproximadamente R\$ 680,00/mês com essa atividade.



- Menos de 20% praticam a coleta de iscas, sendo essa atividade bastante distinta entre as regiões do estudo, sendo praticada principalmente pelo pescador, mas com a participação da esposa, obtendo um rendimento de aproximadamente R\$ 860,00/mês.
- Muito poucos (4%) realizam a atividade de cuidador de ranchos, e quando a realiza normalmente é por outro membro da família, e ganha em média aproximadamente R\$ 750,00/mês com a atividade.
- Muito poucos (3%) realizam a atividade de ofertar refeições de ranchos, e quando a realiza normalmente é pela esposa ou outro membro da família, e ganha em média aproximadamente R\$ 650,00/mês com a atividade.
- 26% em média praticam outras atividades, como vendas no comércio, doméstica, servente ou pedreiro, funcionalismo público e bicos em geral, ganhando em média aproximadamente R\$ 850,00/mês com a atividade.
- 45% criam animais, como ovinos e suínos.
- 20% cultivam hortas, especialmente para temperos e hortaliças.
- 50% dos pescadores tem algum membro da família beneficiário de programa social ou aposentadoria, sendo a maioria do Bolsa-Família, mas também INSS, gerando uma renda de aproximadamente R\$ 600,00/mês.
- Sobre sua moradia, habitam em média 4 pessoas, é casa (99%) de alvenaria com revestimento (71,7%), já quitada (80,4%), com água encanada (91%), com energia elétrica (99,6%), possui rede elétrica (97,5%), com lixo coletado por serviço de saneamento básico (84,2%).

A Figura 18 mostra as áreas de pesca, colônias e os empreendimentos hidrelétricos na RH-Paraguai. Para a execução desses estudos, foi realizado o mapeamento e definição das sub-bacias relacionadas a cada colônia e região pesqueira, de forma a utilizar para os estudos de estatística pesqueira.



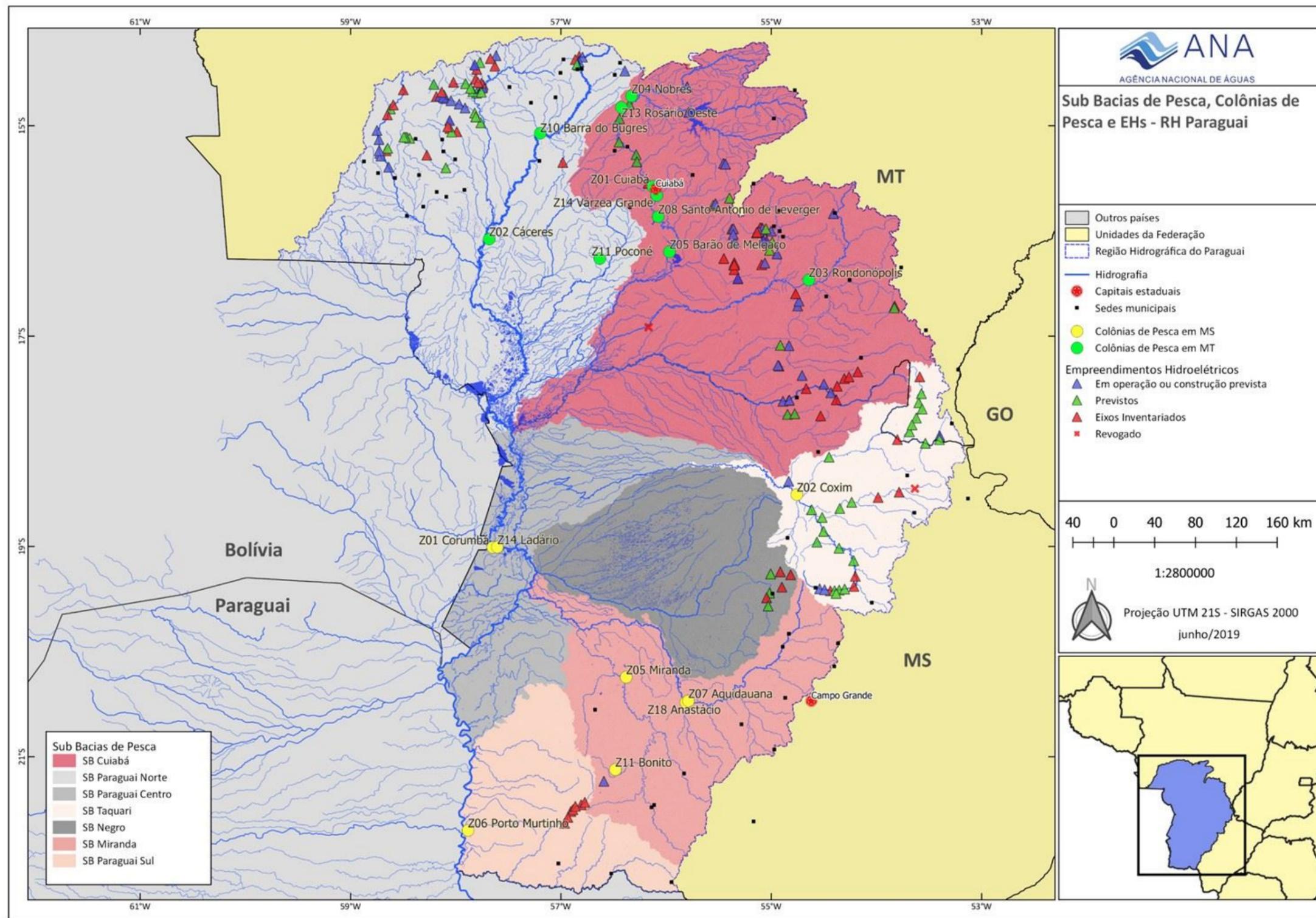


Figura 18. Áreas de pesca, colônias e os empreendimentos hidrelétricos na RH-Paraguai.

O monitoramento detalhado de pescadores na temporada de 2018 foi realizado para caracterizar em maior detalhe os locais de trânsito e pesca. Um resumo dos principais indicadores é apresentado na Figura 19. Os números serão detalhados na sequência.



Figura 19- Síntese dos principais resultados da pesca profissional artesanal.

Cabe destacar que os dados de estatística pesqueira foram gerenciados no aplicativo “Sistema de Monitoramento da Pesca Artesanal da RH-Paraguai – SIMPA”, especialmente concebido pela Embrapa Pantanal para este estudo (Figura 20).



Figura 20- Tela inicial desenvolvida para o "Sistema de Monitoramento da Pesca Artesanal da RH-Paraguai".

Na etapa inicial de cadastro geral, obteve-se um total de 9.663 colonos, isto é, pescadores registrados nas Colônias da RH-Paraguai, sendo 6.326 em Mato Grosso e 3.337 em Mato Grosso do Sul. Baseando-se na proporção de pescadores frequentes ou ocasionais na amostra inicial de colonos, obteve-se o total de pescadores em relação ao número de colonos cadastrados. Assim, a estimativa do total de pescadores é de 7.667 para todas as colônias da RH-Paraguai, sendo 5.079 em Mato Grosso e 2.588 em Mato Grosso do Sul.

O número total de pescadores amostrados ao longo da pesquisa, que foram ativamente monitorados pelos coletores de dados, foi de 876 pescadores, sendo 491 em Mato Grosso e 385 em Mato Grosso do Sul, o que corresponde a uma amostra abrangente de 11,4% do universo.

Para efeito deste estudo, adotou-se como definição de uma "pescaria", o período em que o pescador se desloca para o local de pesca e retorna, podendo ter duração de um ou mais dias. Para cada pescaria, foi registrada a data de início, a data final, o nome do rio, a região de pesca, as espécies capturadas, o número de peças e de quilogramas por espécie.

O monitoramento dos pescadores em uma temporada completa de pesca resultou na coleta de dados de 21.754 pescarias (cerca de 25 pescarias por pescador). Foram monitoradas 8.774 pescarias em Mato Grosso e 12.980 em Mato Grosso do Sul. As entidades de classe com maior número de pescarias monitoradas foram as Colônias de Várzea Grande (2.751), Rosário Oeste (1.134), Santo Antônio do Leverger (1.068) e Cuiabá (847) em Mato Grosso e as Colônias de Coxim (3.083), Corumbá (1.939), Porto Murtinho (1.809) e Bonito (2.098) em Mato Grosso do Sul.

Após processamento e análise da massa de dados coletados, o desembarque total de pescado na RH-Paraguai em 2018 foi estimado em 4.995 toneladas. Considerando a margem de erro da estimativa de 2,6% (130 toneladas), o desembarque encontra-se compreendido entre 5.124 e 4.865 toneladas. Especificamente para o Mato Grosso, o desembarque total estimado foi de 2.890 toneladas, com erro de 2,8% (75 toneladas), compreendido entre 2.958 e 2.809 toneladas. Para o Mato Grosso do Sul, o desembarque total foi estimado em 2.105 toneladas, com erro de 4,9% (103 toneladas), compreendido entre 2.002 e 2.209 toneladas.

Nas Colônias, o desembarque pesqueiro anual variou de 148 toneladas na Z03 – Rondonópolis até 950 toneladas na Colônia de Várzea Grande, ocorrendo desembarques menores de 17 toneladas na Z13 – Rosário Oeste e de 43 toneladas na Z04 – Nobres. O coeficiente de variação ficou compreendido entre 4,8% e 12,4% para essas estimativas, ocorrendo um valor mais elevado de 23,3% na Z04 – Nobres, indicando maior variabilidade dos desembarques entre estes pescadores. Em Mato Grosso do Sul, o desembarque anual estimado para as Colônias variou de 88 toneladas na Z18 – Anastácio até 535 toneladas na Z02 – Coxim. O coeficiente de variação ficou compreendido entre 3,6% e 15,4% para essas estimativas.

A maior captura foi do pintado (1.168 toneladas), que representou cerca de 23% do desembarque total de 4.995 toneladas. O pacu, uma das espécies mais apreciadas pela população local, foi a segunda espécie mais capturada, representando 16% do total. O terceiro maior desembarque foi de piaçu (618 toneladas), equivalente a 12%. O desembarque total de piraputanga, jau, barbado, piau, jurupoca, pacupeva e jurupensém variou entre 86 e 275 toneladas, representando entre 1,7% e 5,5% do total. O coeficiente de variação para a estimativa de todas essas espécies variou entre 6,0% e 14,6% (Figura 21).

Os desembarques de dourado (38 toneladas) e curimbatá (30 toneladas) foram os menores entre as espécies migradoras em função das normas estaduais e municipais de pesca. O dourado é uma das espécies mais carismáticas que atraem os pescadores amadores para a região. Por essa razão, sua captura foi proibida por norma estadual em Mato Grosso e em alguns municípios pesqueiros de Mato Grosso do Sul, como Corumbá e Aquidauana, por meio de normas municipais.

Sendo um peixe de hábito alimentar iliófago, base de cadeia alimentar, estima-se que o estoque pesqueiro do curimbatá esteja entre os maiores da região. Contudo, como a captura dessa espécie é realizada principalmente por meio de tarrafa, petrecho de pesca não permitido atualmente pelas normas estaduais de MT e MS, sua captura por meio de anzol é pouco produtiva, levando ao menor desembarque entre os migradores. O desembarque das demais espécies, migradores de curta distância e não migradores, reunidas em "outros", foi estimado em 506 toneladas, representando 10% do total da RH-Paraguai.

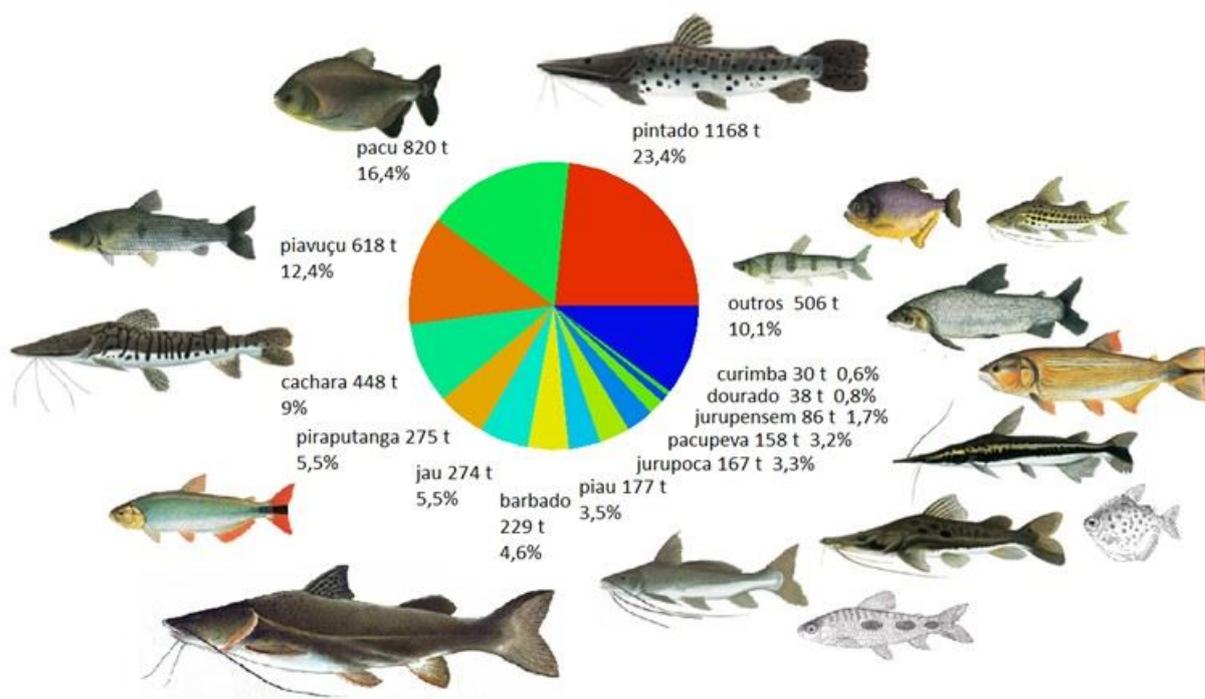


Figura 21- Captura por espécie na Região Hidrográfica do Paraguai.

O esforço pesqueiro total na RH-Paraguai foi estimado em 580.759 dias de pesca, sendo 75% (437.397) empreendido em Mato Grosso e 25% (143.363) em Mato Grosso do Sul. O esforço anual estimado para as Colônias de MT variou entre 5.076 na Z13 – Rosário Oeste e 111.198 na Z14 – Várzea Grande. Contudo, o esforço pesqueiro foi menor nas Colônias de MS, variando de 6.283 na Z18-Anastácio a 33.646 na Z01 – Corumbá. Observa-se, como tendência geral, que a relação das capturas e respectivos esforços de pesca foram coerentes dentro de cada estado, isto é, quanto maior o esforço pesqueiro maior a captura.

Observa-se que o número de pescadores de Mato Grosso (5.079) foi o dobro do número de Mato Grosso do Sul (2.588), porém, o desembarque total estimado para o primeiro foi apenas 1,4 vezes maior que o segundo, o que reflete diferença no rendimento da pesca entre essas regiões. Observou-se, ainda, que há relativamente pouca sobreposição espacial da atividade pesqueira dos pescadores de MS e MT, indicando que eles pescam em locais distintos. Esse fato pode ser decorrente da grande extensão dos rios e das áreas de pesca, com longas distâncias a serem percorridas. Além disso, na planície do Pantanal há poucas estradas em função das áreas de inundação, de modo que o transporte para os pescadores ocorre principalmente pelos rios.

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. Para toda a RH-Paraguai, a CPUE foi estimada em 8,601 kg por pescador por dia, considerando uma margem de erro estatística de 0,4% (0,034 kg por pescador por dia), compreendendo, então, entre 8,567 e 8,635 kg por pescador por dia. Para o Mato Grosso, a CPUE foi estimada em 6,606 kg por pescador por dia, com erro de 2,3% (0,152 kg por pescador por dia), compreendida entre 6,454 e 6,758 kg por pescador por dia. A CPUE estimada para o Mato Grosso do Sul foi maior, equivalente a 14,685 kg por pescador por dia, com erro de 3,3% (0,485 kg por pescador por dia), compreendida entre 14,200 e 15,170 kg por pescador por dia.

Especificamente para os peixes migradores, a CPUE em Mato Grosso foi estimada em 5,899 kg por pescador por dia, com erro de 2,5% (0,148 kg por pescador por dia), com valores compreendidos entre 5,752 e 6,047 kg por pescador por dia. Em Mato Grosso do Sul, a CPUE dos peixes migradores foi estimada em 13,31 kg por pescador por dia, com erro de 3,7% (0,493 kg por pescador por dia), compreendida entre 12,820 e 13,803 kg por pescador por dia. Conclui-se, portanto, que 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. Esses valores bastante relevantes reiteram a importância do peixe migrador na sustentação da atividade da pesca.

A renda total dos pescadores profissionais artesanais na RH-Paraguai foi estimada pelo valor da primeira comercialização, inferior, portanto, à renda total potencial que ocorre em outros elos da cadeia. O valor global da primeira comercialização foi estimado em R\$ 69.802.920,29, com uma margem de erro de 3,1% (R\$ 2.164.448,53), variando entre R\$ 67.656.471,76 e R\$ 71.985.368,82. Para o Mato Grosso, a renda total estimada para os

pescadores foi de R\$ 38.014.094,90, com erro de 3,2% (R\$ 1.216.451,03), compreendida entre R\$ 36.797.643,86 e R\$ 39.230.545,94. A renda total estimada para os pescadores de Mato Grosso do Sul foi equivalente a R\$ 31.788.825,39, com erro de 5,7% (R\$ 2.236.141,12), compreendida entre R\$ 29.552.684,27 e R\$ 34.024.966,51. A Tabela 7 apresenta valores detalhados por colônias de pesca.

No que se refere à renda média mensal da pesca profissional, em Mato Grosso foram alcançados valor superior a dois salários mínimos (R\$ 1.908,00) na Colônia de Santo Antônio do Leverger; superior a um salário mínimo nas colônias de Cáceres, Barra do Bugres, Poconé e Várzea Grande; inferior a um salário mínimo (R\$ 954,00) nas colônias de Cuiabá e Nobres; e inferior a meio salário mínimo (R\$ 477,00) nas colônias de Barão de Melgaço e Rosário Oeste. A renda média mensal por pescador foi mais elevada nas colônias de Mato Grosso do Sul, com valor superior a três salários mínimos (R\$ 2.862) nas colônias de Coxim e Porto Murtinho; superior a dois salários mínimos na Colônia de Miranda; superior a um salário mínimo nas colônias de Aquidauana, Bonito e Anastácio; e inferior a um salário mínimo nas colônias de Corumbá e Ladário.

De modo geral, observa-se que a renda varia ao longo dos meses do ano, o que é esperado em função das variações naturais da disponibilidade e índice de captura dos peixes em cada região. Como tendência geral, verificou-se que a renda oriunda da captura dos peixes migradores representou mais de 90% da renda total.

Tabela 7- Renda anual (R\$), coeficiente de variação (%), número de pescadores (NP) e renda média anual por pescador (RMAP) por Colônia a partir do preço de primeira comercialização em 2018.

Região	Renda Anual (R\$)	CV (%)	NP	RMAP (R\$)
Bacia do Alto Paraguai	69.802.920,29	3,1	7.667	9.104,33
Mato Grosso	38.014.094,90	3,2	5.079	7.484,56
Z01 - Cuiabá	2.254.377,94	11,3	344	6.553,42
Z02 - Cáceres	6.587.497,90	10,0	668	9.861,52
Z03 - Rondonópolis	2.795.648,23	11,5	438	6.382,76
Z04 - Nobres	472.554,32	18,0	110	4.295,95
Z05 - Barão de Melgaço	2.359.563,40	13,6	1.206	1.956,52
Z08 - S. Ant. de Leverger	6.270.393,09	6,3	376	16.676,58
Z10 - Barra do Bugres	2.484.042,50	9,2	269	9.234,36
Z11 - Poconé	2.388.891,98	10,6	276	8.655,41
Z13 - Rosário Oeste	186.551,97	12,4	131	1.424,06
Z14 - Várzea Grande	12.214.573,55	5,6	1.261	9.686,42
Mato Grosso do Sul	31.788.825,39	5,7	2.588	12.283,16
Z01 - Corumbá	7.278.289,43	18,7	1.009	7.213,37
Z02 - Coxim	7.625.747,26	10,2	301	25.334,71
Z05 - Miranda	5.159.383,64	15,0	310	16.643,17
Z06 - Porto Murtinho	3.028.639,58	3,6	136	22.269,41
Z07 - Aquidauana	3.438.390,54	11,7	260	13.224,58
Z11 - Bonito	2.094.679,35	8,1	151	13.872,05
Z14 - Ladário	1.929.772,62	10,6	321	6.011,75
Z18 - Anastácio	1.233.922,97	14,5	100	12.339,23

Destaca-se, por fim, que à renda da primeira venda da pesca propriamente dita, estimada em R\$ 69,8 milhões de reais ao ano, soma-se a renda de outras atividades praticadas pelos pescadores profissionais. De acordo com as respostas aos questionários aplicados nas colônias, esses valores alcançam R\$ 12,2 milhões de reais ao ano com a pilotagem; R\$ 8,5 milhões com a coleta de iscas; e R\$ 2,8 milhões de reais em ranchos (zeladoria e refeições). Com isso, os pescadores profissionais agregam uma renda de R\$ 93,3 milhões de reais em atividades diretamente dependentes do recurso pesqueiro.

3.3.2 Pesca Difusa

A pesca difusa, definida no escopo desse estudo, compreende todas as atividades amadoras de pesca realizadas por moradores da região, ou seja, aquelas que não são realizadas nem por pescadores profissionais nem por turistas. Portanto, compreende atividades de pesca dos habitantes locais exercidas para a subsistência e/ou para lazer. Por seu caráter difuso e de autoconsumo, essa modalidade tende a ser desconsiderada em muitas análises, embora possua alta relevância no número de pessoas envolvidas e no valor que agrega como renda indireta.

O levantamento e a análise de dados primários pelas equipes de socioeconomia e de ictiofauna e estatística pesqueira permitiram dar visibilidade e números à pesca difusa, aproximando a simples percepção de sua importância a um diagnóstico preciso. Os indicadores da pesca difusa foram obtidos a partir das (i) declarações de espécies e quantidades pescadas, da frequência e duração das pescarias (survey com 4.274 questionários respondidos e grau de confiança é de 95%); e (ii) dos valores de primeira venda realizados pelos pescadores artesanais profissionais (com base no monitoramento de 7.667 pescadores e 21.754 pescarias).

Os resultados mostram que a modalidade pesca difusa é, de fato, importante usuária dos recursos hídricos da RH-Paraguai, englobando 982,5 mil pessoas e gerando uma renda indireta anual da ordem de 1,45 bilhão de reais. A Tabela 8 apresenta indicadores agregados por região de integração.

Tabela 8- Valor socioeconômico por regiões de integração

Região	Valor médio da renda indireta por pescaria (R\$)	Valor anual médio da renda indireta per capita do pescador amador (R\$)	Valor total anual da renda indireta da pesca difusa (R\$)	Percentual do Valor Total na RHP (%)
Piquiri	81,95	1.632,74	14.663.312	1,0
Porto Murtinho	54,46	827,96	20.690.981	1,4
Pantanal Central	67,13	2.025,30	86.617.002	6,0
São Lourenço	41,15	606,40	64.744.992	4,5
Taquari	82,37	1.584,51	44.520.375	3,1
Miranda	68,6	1.095,84	103.626.301	7,2
Alfíssimo Paraguai	54,8	1.209,38	323.829.605	22,4



Cuiabá	92,19	1.930,81	788.915.557	54,5
RH-Paraguai	71,76	1.473,35	1.447.608.126	100

A seguir destacam-se os resultados da pesquisa com relação aos grupos de municípios: o Grupo 1 (G1) representando os grandes municípios (acima de 75 mil habitantes); o Grupo 2 (G2), os municípios médios (entre 25 e 75 mil) e o Grupo 3 (G3), os municípios pequenos (abaixo de 25 mil). Foram considerados como participantes da RH-Paraguai 80 municípios, aqueles que têm a sua sede no interior da região (Figura 22).

O percentual de mulheres e homens é constante ao longo dos grupos, com maioria de homens. A variação entre os grupos é insignificante. Do ponto de vista etário, na amostra, o predomínio geral é de jovens e jovens adultos, ou seja, até 38 anos. Predominância mais evidente nas cidades grandes e médias que detém 52% dos entrevistados, contra o G3 teve 49,2%. Os adultos maduros (entre 39 e 58 anos, incluído) variaram entre 34% (G1) a 36,3% no G3. Os mais idosos têm presença significativa no G3, 18,8%, contra o grupo mais jovem do G2, 12,8%.

No caso da renda há uma clara linha ascendente dos que ganham menos de dois salários mínimos dos pescadores amadores nativos entre os grupos G1 – G2 - G3, respectivamente, 67%, 69% e 72%. E um alinhamento descendente, embora bem mais tênue, no caso dos que ganham mais de 7 salários mínimos: 3,3%, 2,9% e 2,6%.

Como resultado da pesquisa, pode-se afirmar que cerca de 2.201.792 habitantes da RH-Paraguai gostam de comer peixe, dos quais 1.268.736 nas grandes cidades; 402.278 nas cidades médias e 530.778 nas pequenas cidades. Em todos os grupos a predominância dos que gostam de peixe é extraordinária, acima de 90%, com exceção do G3. Tomando-se apenas os que declararam gostar de comer peixe há uma clara linha descendente entre as cidades grandes e pequenas. Caso soma-se os que declararam gostar de comer peixe com os que declararam gostar mais ou menos, ter-se-á uma preferência por comer peixe superior a 90% (93,6%) dos habitantes da BAP nas pequenas cidades (G3), nas cidades médias (G2) este percentual vai a 95,7% e nas grandes cidades (G1), 95,3%. Os que declaram não gostar de peixe sobrepõem os 5% (6,4%) apenas nas cidades pequenas G3.

Os habitantes da RH-Paraguai nas grandes cidades comem peixe com mais frequência do que os que habitam nas pequenas cidades. Nas grandes cidades a incidência dos que comem peixe semanalmente (41,6%), ou seja, aproximadamente 570 mil habitantes, é maior do que nos outros grupos (3,4%), nestes equivalendo a, aproximadamente, 150 mil (G2) e 187 mil (G3) habitantes. No caso desses grupos (G2 e G3) predominam aqueles que comem peixe mensalmente, 43,5% e 45,2%. Em nenhuma hipótese os que comem raramente peixe alcançam um quarto do universo.

Os que preferem os peixes provenientes da região são maioria em todos os grupos, mas com uma linha levemente descendente das cidades grandes às pequenas.

A prática da pesca envolve 982,5 mil habitantes, sendo proporcionalmente maior nas cidades médias (G2), com 63,3% da população participante, ou seja, cerca de 281,5 mil

habitantes. Há uma menor incidência nominal nas cidades pequenas (55,7%), que somam mais de 331 mil habitantes. Nas grandes cidades são 57% os que gostam de pescar, equivalendo a 787,5 mil habitantes. Para estes pescadores amadores nativos a pesca é um meio de subsistência e/ou de lazer.

A maioria dos que pescam o fazem por lazer, pois não pescam com muita frequência. Varia de 47,7% (G1), 46,7% (G2) a 50,2% (G3) os que pescam de uma a seis vezes por ano. Os que pescam semanalmente situam-se em torno de 20% nas cidades pequenas e médias e mais de 1/4 nas cidades grandes. De toda forma, é expressivo o número dos pescadores amadores nativos semanais. Portanto, são mais de 70 mil habitantes da RH-Paraguai aqueles que têm a pesca como fonte de sobrevivência ou complemento de proteína animal.

A duração da pesca, para mais de 80% dos pescadores amadores nativos da RH-Paraguai, concentra-se no espaço restrito de no máximo um dia. A tendência da pesca de pouca duração é confirmada pela localidade em que os pescadores amadores nativos costumam pescar: rios próximos. Em todos os grupos o percentual dos que tem essa preferência é superior a 2/3 dos pescadores. Os pescadores do G3 superam os demais nesta característica.

A questão sobre a forma adotada para a pesca, se embarcado ou não embarcado, confirmam os dados anteriores. O pescador amador nativo normalmente pesca em barranco, por no máximo um dia, normalmente poucas horas do dia, e próximo de suas residências.

Em todos os Grupos, a maioria dos pescadores amadores nativos considera a pesca como algo muito importante em suas vidas. As diferenças são pequenas, mas há uma leve linha descendente das cidades grandes às pequenas. Assim, quase 460 mil habitantes das grandes cidades da RH-Paraguai partilham a opinião de que a pesca é muito importante; mais de 159 mil nas cidades médias e cerca de 178 mil nas cidades pequenas. Os que a consideram como pouco importante não alcança 20% em cada um dos três grupos considerados.

Quando perguntados o que se deveria pagar por uma suspensão da pesca por tempo indeterminado, uma clara maioria nas cidades grandes respondeu que não havia como se pagar, pois o seu valor é inestimável. Entre 1/4 e 1/3 consideraram que não deveria receber valor algum: eles são mais de 13,5 mil nas grandes cidades; mais de 48,5 mil nas cidades médias e cerca de 53,5 mil nas cidades pequenas, perfazendo um total de quase 117 mil habitantes.

A alta incidência de pescadores amadores nativos que declaram pescar em rios próximos, no barranco e no máximo por um dia inteiro, e observada a sua faixa de renda, mostra que são pessoas simples, de poucas posses, que não tem muitos meios de locomoção ou de alugar barco. Eles consideram a prática da pesca como meio de subsistência e de lazer, de muita relevância. Para muitos é, praticamente, o único lazer. E, para outros, o único meio de obter proteína animal.



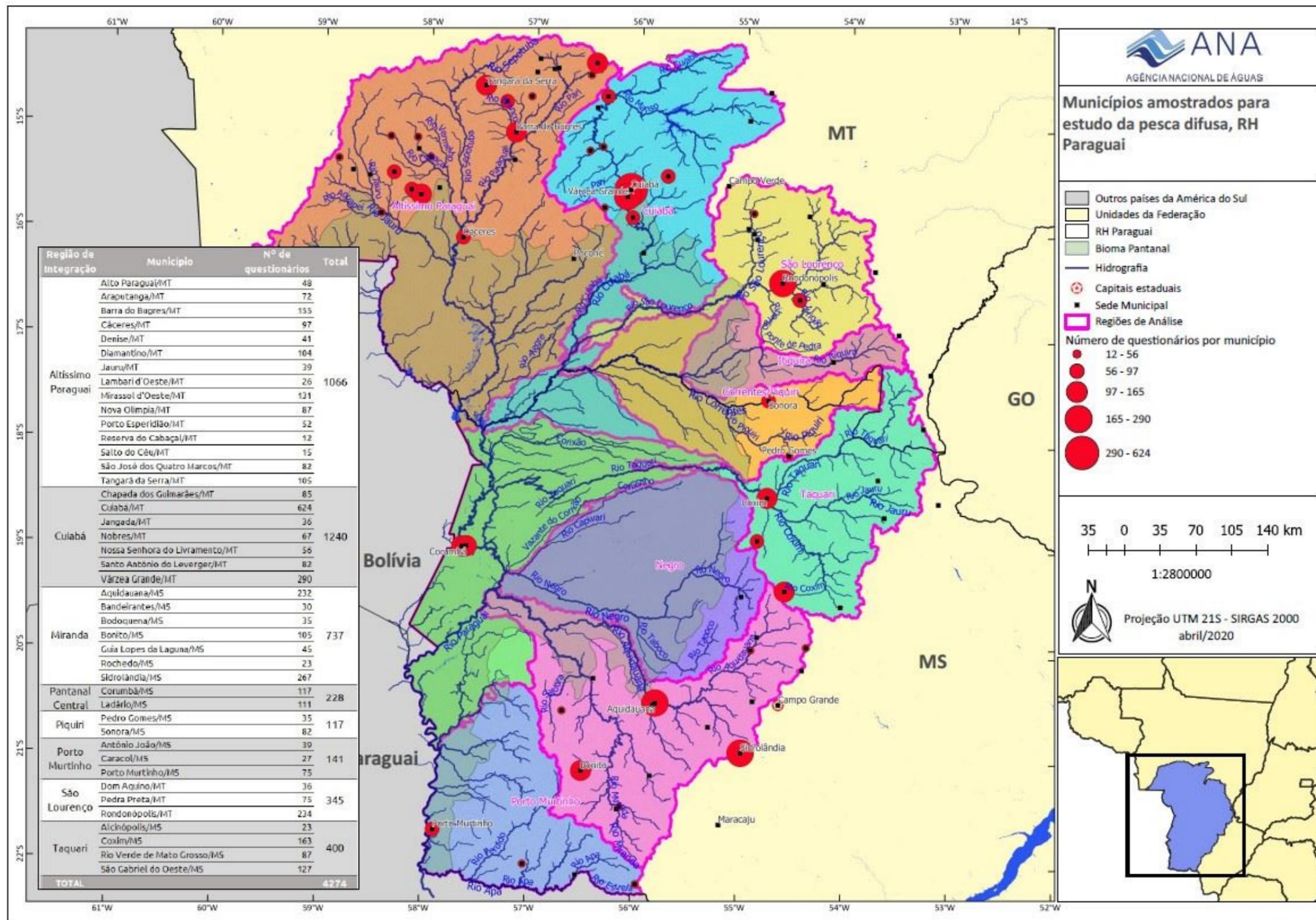


Figura 22- Municípios amostrados para estudo da pesca difusa e número de questionários realizados na RH-Paraguai)

3.3.3 Turismo de Pesca

O que caracteriza o turismo de pesca, por alguns denominados de pesca amadora, desportiva ou esportiva, é a atração da prática de pesca. Não é o conhecimento do lugar, da paisagem, dos costumes locais, embora estes não sejam elementos ausentes. Claro que a beleza cênica é fator relevante, assim como a gastronomia local e, sobretudo, o conhecimento da pesca que tem os habitantes locais. Mas, em última instância, o que mais importa é a piscosidade dos rios, lagoas e similares. Por isso mesmo, a sazonalidade da pesca é fator central. Nesse caso, a sazonalidade é definida por dois parâmetros, o mais importante é o período da Piracema ou defeso, no qual é proibido a pesca, e o segundo é o período de maior ou menor volume de peixes. No caso do Mato Grosso do Sul a alta estação começa em agosto e encerra o período de permissão de pesca em outubro. Já em Mato Grosso, a alta estação da pesca se dá no início do período, ou mais precisamente entre março e julho.

A piscosidade dos rios, lagos e similares define os melhores destinos turísticos. Há 86 municípios turísticos na RH-Paraguai, dos quais 53 compõem MT e 33 MS. Coxim, Miranda/Aquidauana, Corumbá/Ladário e Porto Murtinho são os locais mais visitados em Mato Grosso do Sul. Em Mato Grosso, a pesca turística se concentra também em poucos locais: Poconé (Porto Cercado e Porto Jofre), Santo Antônio de Leverger, Barão de Melgaço e Cáceres são os municípios mais importantes. Encontra-se também turismo de pesca em outros locais como, por exemplo, em Barra do Bugres e Rondonópolis, mas de forma relativamente incipiente.

Um detalhe importante na prática da pesca é que ela não é exclusiva dos turistas. Estes convivem com os pescadores profissionais e com os habitantes locais que, não sendo profissionais nem turistas, amam a prática da pesca, que aqui se denomina de Pesca Difusa, a qual abrange desde a pesca de subsistência até aquela praticada pelo simples lazer nos finais de semana.

Assim, determinados locais de muita prática de pesca, como os arredores de Cuiabá e Várzea Grande têm muitos praticantes de pesca, mas poucos turistas de pesca. Estes desembarcam em Várzea Grande, às vezes pernoitam nesta cidade ou na sua vizinha, Cuiabá, e no dia seguinte se dirigem aos destinos de pesca mais importantes. Por vezes, pernoitam já em Poconé (uma hora e meia de distância do aeroporto de Várzea Grande) dirigindo-se, ao amanhecer do dia seguinte, para Porto Jofre ou Porto Cercado, ou vão diretamente a Cáceres (três horas de distância do aeroporto de Várzea Grande).

Outra das características diferenciadoras do turismo de pesca é a fidelidade dos turistas ao local. Há pequenas variações, do rio ou trecho do rio, mas sempre em torno



de um determinado território. Essa é uma das razões que levam turistas de pesca, os mais aficionados, a comprarem ranchos ou barcos que lhes permitem ir e voltar várias vezes ao local com menor custo.

Outra característica, embora não exclusiva do turismo de pesca é que os turistas, em geral, andam em grupos. Muito raramente o turista pescador se aventura sozinho a um determinado destino turístico. Caminham em grupos de homens, ou de mulheres, mais recentemente, ou grupos de famílias. Algumas famílias saem sós de sua moradia, mas se dirigem a um destino onde vão encontrar conhecidos ou amigos, em local e período pré-determinado.

Esse comportamento grupal, inclusive, faz com que o turista de pesca planeje suas viagens, e com certa antecedência. Os grupos de turistas reservam barcos hotéis ou hotéis com alguns meses de antecedência e, com certa frequência de forma direta, sem necessitar de agências ou receptivos. Com isso, estes elementos da cadeia de turismo tornam-se menos relevantes neste segmento.

Outra razão dessa antecedência, além do risco de não encontrar vagas nos hotéis ou barcos hotéis, é que este é um tipo de turismo caro. Seis dias em um barco hotel raramente custa menos do que R\$ 5.000,00 (cinco mil reais) por pessoa, tudo incluído, ou seja, refeições, com bebidas, barco, piloto e isca, em valores 2018/2019. Segundo alguns pescadores, “tudo incluído, inclusive bebidas, a única restrição é uísque, máximo de cinco garrafas por pessoas”. A diária completa também é custosa nos meios de hospedagem de terra. Uma diária completa (refeições, piloto, barco, isca, gelo) não sai por menos de R\$ 1.200,00 (mil e duzentos reais) nos bons pontos de pesca, como Porto Jofre. Em outros locais é de R\$ 600,00 ou R\$ 800,00, por pessoa. Ao que se deve acrescentar os custos do traslado aéreo ou de carro, e outras pequenas despesas que ocorrem em qualquer viagem (refeições, combustíveis, algum acessório esquecido, etc.). Contudo, há locais de menor custo. Em Coxim é comum pesqueiros com diárias em torno de R\$ 100,00 sem refeições ou R\$ 200,00 ou R\$ 300,00 com refeições simples. O preço do barco, piloto etc., é por conta e risco do hóspede.

No turismo de pesca na RH-Paraguai um alto volume de pessoas acessa os destinos turísticos por meio de transportes terrestres, ônibus ou carros. O que não significa que o transporte aéreo não seja muito utilizado. Campo Grande e Cuiabá são pontos de passagem dos turistas que chegam de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e estados do sul do País, dentre outros. Para Corumbá, por exemplo, perto de 12% dos turistas chegam por avião. Em Porto Jofre há uma pista para pequenas aeronaves em uma das pousadas.

Outra especificidade do turismo de pesca é que muitos barcos hotéis, entre outros meios de hospedagem, funcionam como receptivos, oferecendo barcos e pilotos para a pesca em locais mais distantes e mais piscosos, sobretudo partindo de



Cáceres e Corumbá. Muitos oferecem também, meios de transporte do aeroporto até os meios de hospedagem.

Os objetivos centrais da pesquisa foram, além de um desenho claro das características centrais do turismo de pesca na RH-Paraguai, definir indicadores, especialmente a renda, criados na cadeia produtiva do turismo de pesca.

Os indicadores foram trabalhados no âmbito do coração da cadeia produtiva na região: os meios de hospedagem. Dadas as características do turismo de pesca na RH-Paraguai (em especial, a fidelização e o fornecimento conjugado de produtos e serviços), parte relevante dos gastos com outros elos da cadeia do turismo já é contabilizada nos meios de hospedagem. Ou seja, muitas diárias incluem, em diferentes graus, refeições completas, barcos de pesca, combustível, pilotos, iscas etc. Levantamentos primários complementares em bares e restaurantes e lojas de material de pesca também são apresentados de forma complementar neste segmento.

Pelas dificuldades de caracterização dos indicadores do turismo de pesca e limitação de dados secundários disponíveis, foram levantados dados primários, buscando-se o melhor diagnóstico possível diretamente em campo, fazendo uso de observação direta, aplicação de questionários em estabelecimentos e entrevistas com atores-chave locais. Foi possível coletar quantidade suficiente de informações para traçar um diagnóstico relevante do turismo de pesca. Ao mesmo tempo, os números devem ser interpretados como um piso para qualquer análise, sujeito a aumentos na medida em que outros meios de hospedagem (incluindo os ranchos próprios) e outros elos da cadeia possam ser identificados e medidos.

Foram identificados 92 meios de hospedagem em Mato Grosso do Sul (sendo 23 barcos hotéis) e 50 em Mato Grosso, incluindo os barcos hotéis. Estes constituem a parte mais rentável do turismo. Embora constituam pouco mais de um quarto dos meios de hospedagem, os barcos hotéis são responsáveis por mais de 2/3 do faturamento total e mais da metade dos empregos (54%). Faturamento este que alcança o montante anual de R\$ 88.731.195 em Mato Grosso do Sul para atender 122.971 turistas. No caso de Mato Grosso, faturamento está em torno de R\$ 32.450.872 para atender 100.609 turistas. O turismo de pesca movimenta, portanto, 223.580 turistas que contribuem para um faturamento de R\$ 121,18 milhões de reais apenas nos meios de hospedagem.

Os turistas gastam, em média, R\$ 731,00 ao dia em Mato Grosso do Sul e R\$ 266,00 em Mato Grosso, porém, com grandes variações dentro da região e forte influência da quantidade de informações de barcos hotéis.

A variação se dá, sobretudo, entre os turistas dos barcos hotéis que gastam localmente pelo menos R\$ 5.000,00 per capita por viagem, enquanto os turistas de



Coxim, por exemplo gastam R\$ 241,00 valor este abaixo da média dos gastos diários em MS segundo a Fundação de Turismo de MS (R\$ 262,00). O valor médio das diárias é ainda menor em Santo Antônio do Leverger, Barra do Bugres e Nobres, R\$ 150,00. É claro que os turistas de barco hotéis têm tudo incluído em sua diária, enquanto os de Coxim, Santo Antônio do Leverger, Barra do Bugres e Nobres, em boa parte, não têm nem a refeição. Mesmo assim, a diferença se mostra relevante, denotando dois tipos de turistas, os de alto poder aquisitivo, que preferem os barcos hotéis, e os de pouco poder aquisitivo que preferem as pequenas pousadas, ranchos e campings. Os primeiros, na maior parte, provêm de estados como São Paulo, Minas Gerais e Paraná, enquanto os segundos destinos atraem muitos turistas regionais.

Coxim é o destino turístico menos rentável, pois é responsável por 41% dos turistas do Mato Grosso do Sul, mas por apenas 14% do faturamento. É, portanto, o local de turismo de pesca mais barato, com seus pequenos e modestos meios de hospedagem. Seus turistas chegam em geral de carro, provindo do interior de São Paulo e outros estados.

Os meios de hospedagem de Corumbá e Miranda ocupam uma posição intermediária. Em Miranda o gasto médio do turista é de R\$ 273,00 enquanto em Corumbá este gasto é de R\$ 257,00. Não se pode duvidar que os entrevistados têm a tendência de minimizar seu faturamento, assim como, os gastos com empregados. Alguns, inclusive, recusaram a prestar informações sobre estes aspectos. Do lado do Mato Grosso, afóra os barcos hotéis, sobretudo em Cáceres e Poconé.

Em Mato Grosso, Cáceres e Cuiabá apresentam-se como os maiores destinos turísticos. Os turistas de pesca de Cuiabá são turistas de pernoite para outros destinos, particularmente, Cáceres e Poconé, já que estes destinos não têm aeroportos para aviões de grande porte, e Cuiabá não tem muitos lugares de pesca para turistas. Os tablados sobre o rio Cuiabá, nas cercanias da cidade recebem, em geral, pescadores amadores locais (caracterizados na modalidade de "pesca difusa nativa"). Os turistas de maior poder aquisitivo dirigem-se para Cáceres e Porto Jofre (Poconé).

As tabelas 9 e 10 sintetizam as informações referentes ao Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, em seus principais polos de Turismo de Pesca.



Tabela 9- Síntese de meios de hospedagem entrevistados: fluxo turístico, renda e emprego dos estabelecimentos nos municípios de MT, 2018.

MUNICÍPIOS	Meios de Hospedagem (número)	Turistas (Fluxo/ano)	Faturamento (R\$/ano)	Empregados (estoque/ano)	Total Salário (R\$/ano)
Cáceres	24	53.900	26.622.840,00	124,5	836.667,00
Barra do Bugres	06	4.291,35	643702,50	05	51.840,00
Nobres	01	146,4	21.960,00	07	306.027,00
Cuiabá	05	17.568	4.109.265,00	29	276.000,00
Poconé	10	2.386	913.475,00	12	115.200,00
Barão de Melgaço	03	657	98.454,00	0,6	4.579,20***
Santo Antônio de Leverger	01	183	41.175,00	0,7	5.342,40
TOTAL	50	100.609	32.450.872,00	172	1.595.656,00

Fonte: Elaborado com base nos dados primários. Notas: (***) O valor de salário total refere-se apenas aos MHs mistos do município de Barão de Melgaço. O MH especializado em turismo de pesca não possui empregados. Os próprios donos que administram e realizam o atendimento, impossibilitando a realização dos cálculos.

Tabela 10- Síntese de meios de hospedagem entrevistados: fluxo turístico, renda e emprego dos estabelecimentos nos municípios de MS, 2018.

Municípios	Meios de Hospedagem (número)	Turistas (fluxo/ano)	Faturamento (R\$/ano)	Empregados (estoque/ano)	Total de Salários (R\$/ano)
Coxim	40	49.875	12.128.073,00	65,75	631.200,00
Miranda	11	23.750	7.521.986,00	101	1.212.000,00
Corumbá	17	36.517	9.154.118,00	106	1.083.392,00
Corumbá - Barcos-Hotéis	22	11.511	59.637.000,00	284	9.035.000,00
Ladário	02	1.318	290.018,40	4,4	52.800,00
TOTAL	92	122.971	88.731.195,40	561,40	12.014.392,00

Fonte: Elaborado com base nos dados primários.

Destaca-se, por fim, que além do faturamento dos meios de hospedagens, a pesquisa identificou faturamento total de R\$ 8,65 milhões de reais ao ano em 70 lojas de fornecimento de materiais de pesca e de R\$ 6,0 milhões de reais ao ano em 81 bares e restaurantes.



3.3.4 Síntese da pesca e locais de ocorrência

Nos tópicos anteriores foram apresentadas os principais resultados e análises dos três segmentos de pesca na RH-Paraguai. As pesquisas conduzidas pelas equipes de socioeconomia e de ictiofauna e estatística pesqueira geraram bases de dados amplas e robustas, com utilidade em diversas pesquisas e tomadas de decisão.

Especificamente para a gestão dos recursos hídricos, buscou-se caracterizar a preexistência do uso da água pela pesca, em termos de localização e de relevância. O peixe migrador é o elemento integrador de todos os segmentos analisados, pois é a sua ocorrência que sustenta todo o uso associado.

Dentre os principais números agregados da pesca, destacamos nessa síntese:

A Pesca Profissional Artesanal envolve 18 Colônias de Pesca e 02 Associações de Pesca. Foram identificados 9.663 colonos e 7.667 pescadores ativos na temporada de pesca 2018. Foram monitoradas 21.754 pescarias. Na RH-Paraguai, foram desembarcadas 4.995 toneladas de peixe em um ano, gerando uma renda direta de R\$ 69,8 milhões de reais ao ano (valor da primeira venda). Atividades relacionadas à pesca de terceiros (pilotagem, coleta de iscas e serviços de zeladoria e refeições em ranchos) agregam mais R\$ 23,5 milhões de reais ao ano. Com isso, os pescadores profissionais agregam uma renda de R\$ 93,3 milhões de reais em atividades diretamente dependentes do recurso pesqueiro.

A Pesca Turística (ou Turismo de Pesca) movimentou 223.580 turistas ao ano que contribuem para um faturamento de R\$ 121,18 milhões de reais apenas nos meios de hospedagem. Barcos-hotéis (turismo de alta renda) concentram 2/3 do faturamento anual dos meios de hospedagem. A pesquisa identificou faturamento adicional de R\$ 8,65 milhões de reais ao ano em 70 lojas de fornecimento de materiais de pesca e de R\$ 6,0 milhões de reais ao ano em 81 bares e restaurantes. Essa estimativa representa um piso, por contabilizar apenas o núcleo do faturamento com o turismo de pesca, não considerando gastos com deslocamentos e outros gastos diversos.

A Pesca Difusa é realizada por 982,5 mil pessoas (40% da população) e gera uma renda anual indireta de 1 bilhão e 450 milhões de reais, sendo, portanto, meio de subsistência e de lazer para uma parcela relevante da população da RH-Paraguai. Mais de 70 mil habitantes da RH-Paraguai pescam com alta frequência (no mínimo, semanalmente), tendo maior dependência potencial da atividade como fonte de sobrevivência ou complemento de proteína animal para toda a família.

Todas as pesquisas conduzidas, sintetizadas brevemente nesses grandes números, não deixam qualquer dúvida quanto à relevância da pesca como setor usuário da água, na maior área úmida do planeta e suas áreas de contribuição hidrográfica. Além da intrínseca dificuldade de identificação e monitoramento, por se tratar de uso



não consuntivo da água, a pesca não pode ser expressa em termos de vazão ou de concentração.

Uso preexistente relevante da água na RH-Paraguai, a pesca tende a ocorrer em qualquer ponto do território com razoável acessibilidade a rios com bom estoque pesqueiro. A consideração de usos na tomada de decisão requer, por outro lado, a localização mais precisa da ocorrência do uso e dos usuários.

As pesquisas conduzidas identificaram os trechos de rio de ocorrência relevante de cada segmento da pesca, apresentados nas Figuras 23, 24 e 25.

A pesca profissional e pesca difusa apresentam muitas áreas de influência comuns, vinculadas com a proximidade dos centros urbanos de residência dos pescadores. Os pescadores profissionais, entretanto, trabalham em barcos e percorrem maiores distâncias, atuando mais no piscozo Pantanal. O pescador difuso exerce atividade muitas vezes no barranco a partir de um primeiro deslocamento terrestre. O turismo de pesca, onde se encontra maiores embarcações, inclusive os barcos-hotéis, está concentrado no Pantanal.



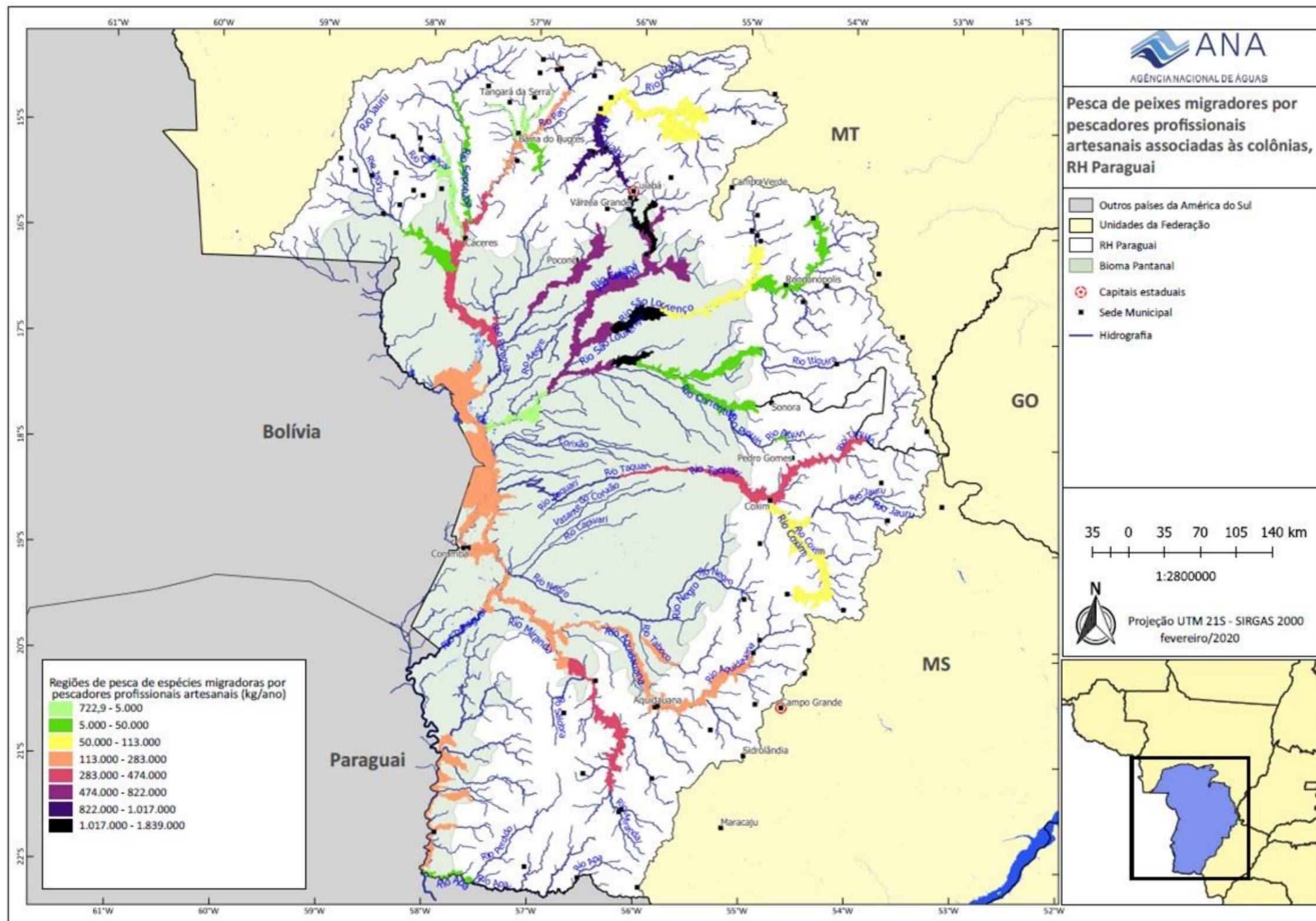


Figura 23 - Espacialização da pesca profissional da RH-Paraguai

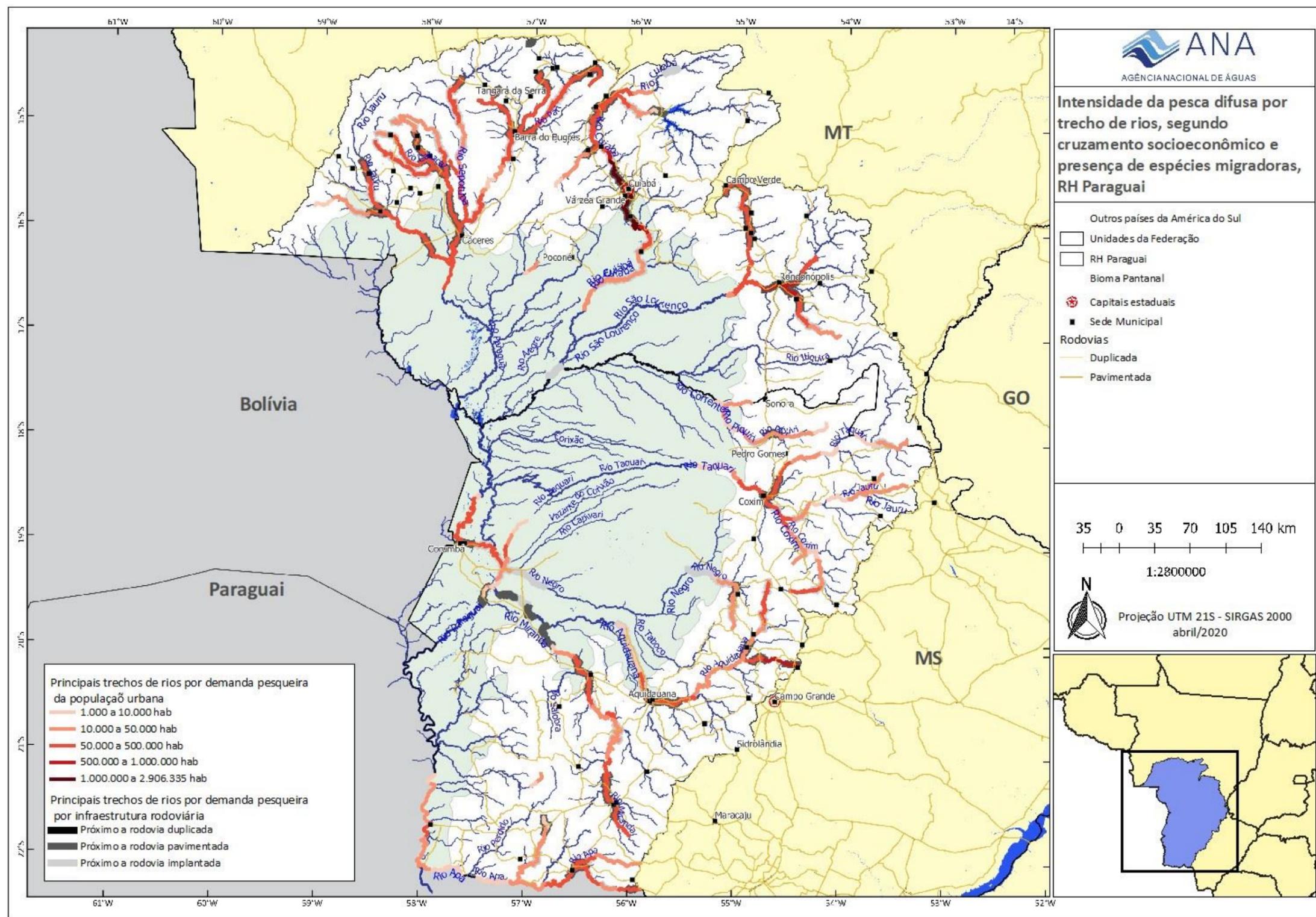


Figura 24 - Espacialização da pesca difusa na RH-Paraguai.

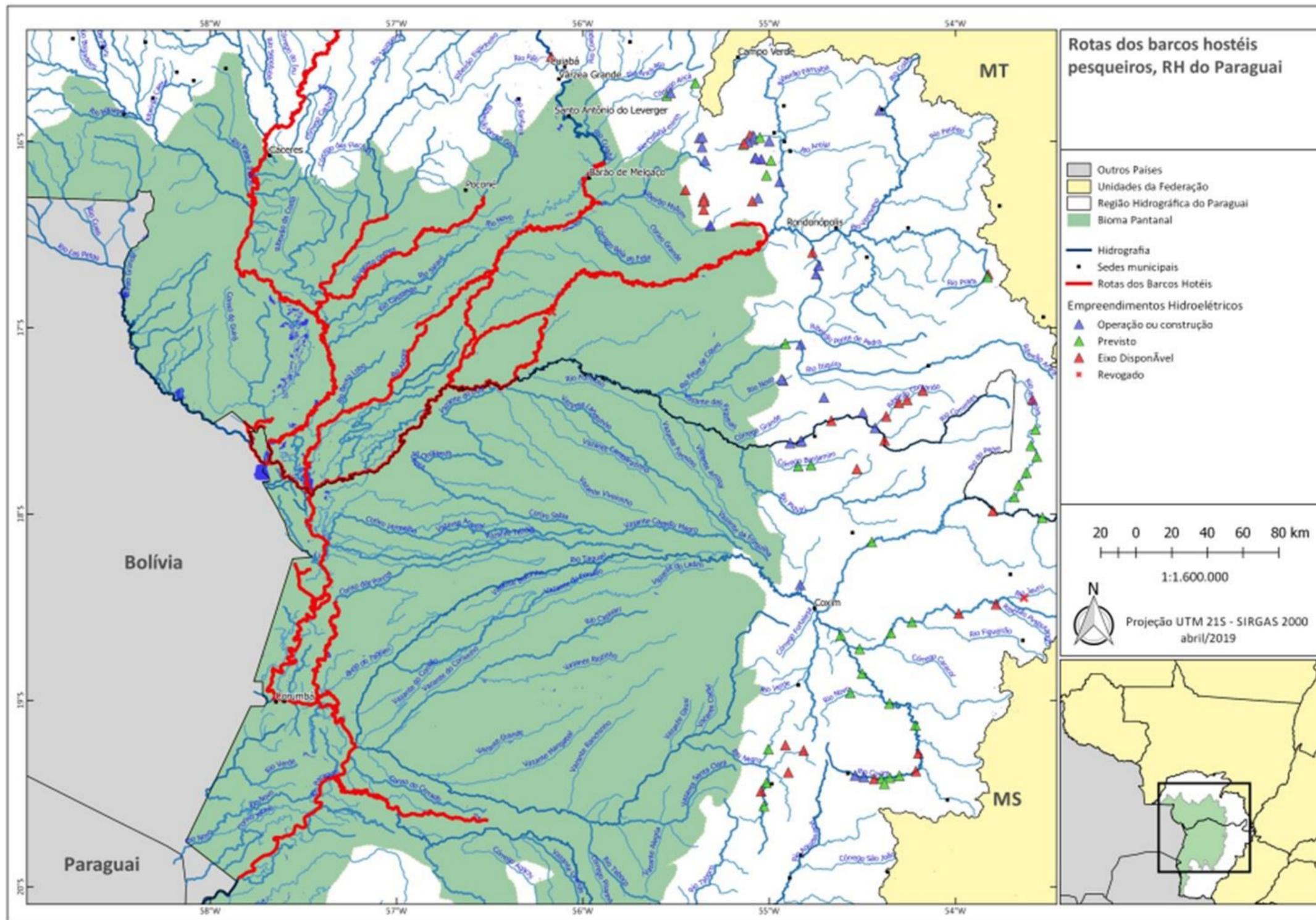


Figura 25 – Especialização do turismo de pesca na RH-Paraguai

3.4 Hidrologia e Qualidade de Água

3.4.1 Alteração hidrológica

Usinas hidrelétricas com reservatórios de pequeno volume útil não são capazes de alterar o regime hidrológico de forma profunda, quando as alterações são avaliadas com base em dados de vazões médias diárias. No entanto, estas usinas podem alterar fortemente o regime hidrológico em escala temporal sub-diária, com aumentos e reduções bruscas de vazão realizadas em poucas horas durante um dia. Estas alterações são causadas por operações das usinas para atender os picos de demanda por energia elétrica, e têm sido chamadas de Hydropeaking na literatura internacional. Os impactos ambientais do Hydropeaking são diversos, afetando a produção primária, invertebrados bentônicos e peixes.

No presente projeto foi implantada uma metodologia para simular a operação de usinas gerando Hydropeaking utilizando o modelo hidrológico MGB, previamente calibrado para a RH-Paraguai.

Através de simulação com uma solução analítica da equação de advecção-difusão foi possível avaliar como o pulso artificial de cheia (hydropeaking) em escala sub-diária se propaga e se atenua à medida que segue para jusante.

Os resultados mostram que uma fração expressiva dos maiores rios da região do Planalto podem ser afetados por alterações de regime hidrológico em escala sub-diária. Estes efeitos tendem a se dissipar em pontos localizados a jusante das usinas, mas podem ser perceptíveis em distâncias superiores a 100 km, em alguns casos. No caso do rio Cuiabá, os efeitos do hydropeaking poderiam, potencialmente, ser sentidos até o interior da planície pantaneira.

As limitações do método utilizado estão relacionadas aos seguintes aspectos:

- a) A real operação das barragens ainda não operativas não é conhecida. Os resultados obtidos representam um potencial de área atingida, que pode ser maior ou menor, dependendo das condições reais de operação. Com base em registros operacionais de barragens já existentes, foi adotada a hipótese, realista, que qualquer PCH pode gerar pulsos de aumento de vazão, com duração de 4 horas, em que a vazão é subitamente aumentada em 100%, retornando ao valor original após as 4 horas. Caso na operação real da usina a magnitude da alteração seja maior (150%, por exemplo) então o efeito poderá ser sentido a uma distância ainda maior do que obtido aqui. Por outro lado, caso a operação da usina resulte em alterações de vazão inferiores (apenas 50% por exemplo), então o efeito tenderá a ser sentido apenas em pontos localizados mais a montante, mais próximos da usina. Da mesma forma, caso a duração do aumento de vazão



na operação real da usina seja maior do que 4 horas, o efeito será sentido a distâncias maiores do que as simuladas aqui;

- b) A geometria hidráulica dos rios não é perfeitamente conhecida. Isto pode afetar os resultados do modelo, na medida em que os parâmetros de celeridade e difusividade podem ser alterados. No entanto, testes realizados utilizando essa metodologia no rio São Francisco, a jusante da usina hidrelétrica de Três Marias, por exemplo, mostram que, mesmo com relativa carência de dados de geometria hidráulica, a onda de cheia resultante da operação de um reservatório é razoavelmente bem representada.

Na região noroeste da RH-Paraguai, onde estão os rios Sepotuba, Cabaçal, Juba e Jauru, e onde estão sendo construídas ou projetadas muitas usinas hidrelétricas, os resultados estão sintetizados na Figura 26. Nessa figura os trechos da rede de drenagem em cores vermelho, laranja ou amarelo representam aquelas com impacto considerado muito alto, ou seja, aqueles cuja alteração hidrológica foi superior a 40%. Percebe-se que, sempre que no trecho simulado existe um barramento, o fator de impacto é de 100%. Porém, à medida que os picos se propagam a jusante, rapidamente os efeitos são atenuados na rede de drenagem, principalmente quando o rio no qual ocorre a perturbação encontra outro rio de grande vazão. Este é o caso, por exemplo, dos impactos decorrentes da operação da usina Araras, localizada no rio Jauquara. Observa-se que ao longo do rio Jauquara o valor do Fator de alteração de regime hidrológico Sub-Diário (FSD) permanece superior a 10% até a sua foz, no rio Paraguai. A partir da confluência com o rio Paraguai, entretanto, o valor do FSD cai rapidamente, tornando-se praticamente imperceptível (<1%) cerca de 20 km a jusante da confluência. Por outro lado, em rios que percorrem longas distâncias sem afluentes relevantes, como é o caso do rio Jauru e do rio Sepotuba, o impacto de alteração de regime sub-diário pode ser percebido a longas distâncias das usinas. As perturbações da vazão em função da operação da usina Figueirópolis, no rio Jauru, é perceptível com valores do FSD superiores a 10% a uma distância de, aproximadamente, 100 km da usina. Além disso, o valor do FSD ainda é perceptível (>1%) até a confluência com o rio Paraguai. A jusante da confluência dos rios Paraguai e Jauru, entretanto, a alteração do regime em função de operações das usinas em escala sub-diária não é mais perceptível, sugerindo que estas alterações afetam longos trechos do rio Paraguai e de seus afluentes, mas não chegam até a região do Pantanal.

Na região nordeste da RH-Paraguai, que inclui a bacia do rio Cuiabá e de seu principal afluente, o rio Manso, 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.

Na região da bacia do rio São Lourenço 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.

Na bacia do rio Piquiri, destacam-se os aproveitamentos Itiquira e Itiquira III, que resultam em valores de FSD superiores a 20% ao longo de 70 km do rio Itiquira a jusante do local das usinas. Além disso, a existência de uma grande quantidade de usinas em toda a bacia neste cenário resulta em que muitos trechos de rio apresentam alto grau de impacto (FSD>40%), totalizando aproximadamente 250 km de rios nessa situação.

Da mesma forma, na bacia do rio Taquari a existência de 34 barramentos provoca um alto fator de impacto em diversos segmentos da bacia, incluindo os rios Ariranha, Taquarzinho, Jauru, Coxim e o próprio Taquari.

Por outro lado, os efeitos se dissipam à medida que o rio Taquari entra na região do Pantanal, e deixam de ser perceptíveis a aproximadamente 100 km da cidade de Coxim. Já na bacia do rio Negro os efeitos são percebidos apenas até a confluência com o córrego Anhuma.

Na bacia do rio Apa existem alguns empreendimentos hidrelétricos projetados na sub-bacia do rio Perdido. A Figura 26 mostra que os efeitos decorrentes dos picos de vazão são perceptíveis em toda a extensão do rio Perdido a jusante das usinas. Na foz do rio Perdido o valor do FSD é próximo de 9%, e, a jusante da confluência com o rio Apa, o valor do FSD cai para 1%, aproximadamente.

Ao todo são contabilizados cerca de 570 km alto grau de impacto (FSD>40%) no cenário em que os 180 novos barramentos são incluídos.



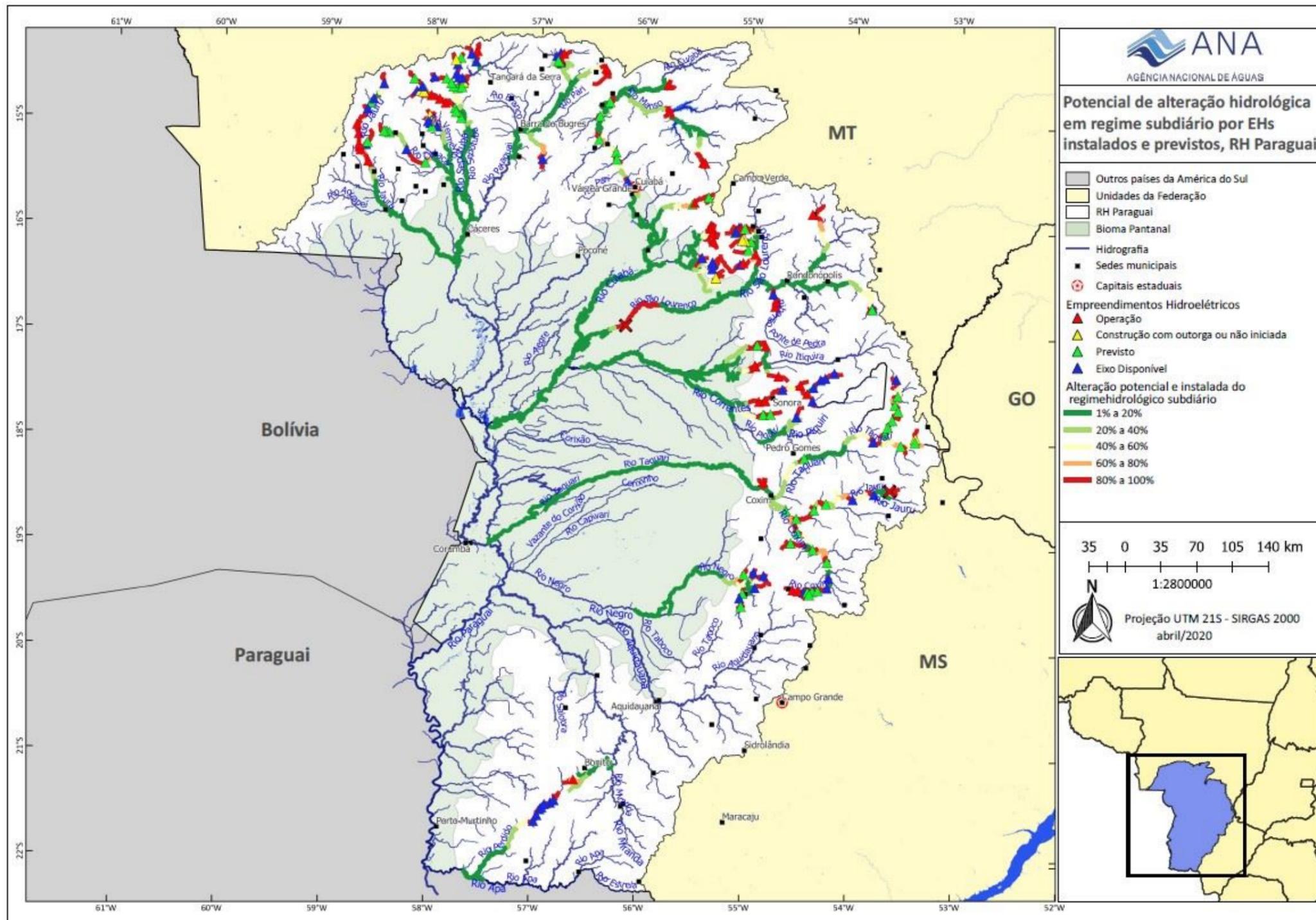


Figura 26 – Potencial de Alteração no regime hidrológico sub-diário na RH-Paraguai.

3.4.2 Qualidade de Água e Hidrossedimentologia

A construção de barragens em sistemas fluviais tende a aumentar a seção transversal do rio e reduzir a velocidade de escoamento da água que adentra ao reservatório, o que provoca a sedimentação das cargas em suspensão e a interrupção do transporte de leito por arrasto. Como consequência, há uma redução da capacidade de transporte de sedimentos pelo rio, causando assim o assoreamento do reservatório, o que representa prejuízos ao próprio empreendimento, além de potenciais perturbações no equilíbrio geomorfológico do canal a jusante.

As alterações na morfologia do canal também estão geralmente associadas à perda da diversidade de habitats disponíveis para peixes e outros organismos em virtude do assoreamento a montante e dos processos erosivos que podem acontecer a jusante dos barramentos.

Associados aos sedimentos estão nutrientes essenciais para produtividade dos ecossistemas aquáticos e das áreas alagáveis no Pantanal, sobretudo fósforo e nitrogênio. A retenção dos nutrientes nos reservatórios tem potencial de produzir dois principais impactos distintos. O primeiro diz respeito à manutenção do próprio empreendimento e está relacionado com o processo de eutrofização do ambiente lântico criado a partir do barramento. A eutrofização, que consiste basicamente no crescimento excessivo da flora aquática devido ao aumento da oferta local de nutrientes limitantes à sua proliferação, pode trazer danos aos equipamentos e acelerar o assoreamento dos reservatórios, além de comprometer a qualidade da água.

O segundo impacto decorrente da retenção de nutrientes está relacionado ao empobrecimento das águas a jusante. A redução da oferta de nutrientes para jusante reduziria a produtividade dos ecossistemas aquáticos, com reflexos para o Pantanal. Nos períodos de cheia, quando os ecossistemas terrestres e aquáticos se conectam na planície de inundação, estes nutrientes são fundamentais para a produtividade pesqueira e das pastagens nativas, que formam base da produção animal no Pantanal

A intensidade de tais impactos depende das características dos empreendimentos (por exemplo, o tamanho do reservatório e tempo de residência) bem como das propriedades dos rios. São exemplos destas interferências a PCH São Lourenço, que atualmente tem uma retenção de sedimentos em suspensão estimada em mais de 60%, a PCH Jauru (36%) e a PCH Pampeana (28%). É importante ressaltar que a retenção de sedimentos e nutrientes associados nos reservatórios destes empreendimentos, além de impactar a qualidade da água, reduz sua vida útil e encarece os custos de manutenção.



A Tabela 11 resume as alterações no fluxo de sedimentos, carbono orgânico particulado, NT e PT, tanto em suspensão quanto no leito dos rios, observada nos EHS em operação estudados, de acordo com classificação apresentada anteriormente nesta Nota Técnica (Tabela 1).

Tabela 11. EHS em operação segundo classes de alteração no fluxo de constituintes.

Nível	Sedimentos		COP		NT		PT	
	Susp.	Leito	Susp.	Leito	Susp.	Leito	Susp.	Leito
Baixo	35%	0%	76%	6%	82%	6%	58%	0%
Médio	30%	0%	12%	6%	6%	6%	18%	6%
Alto	35%	100%	12%	88%	12%	88%	23%	94%

A maior parte do transporte de sedimentos e nutrientes nos rios estudados se dá por meio da coluna d'água, se comparado com o fluxo que ocorre no leito dos rios. Em 43% dos locais amostrados a descarga de leito contribui com menos de 1% do total de sedimentos. Em praticamente todos os pontos de coleta, o fósforo total (PT) e nitrogênio total (NT) transportados no leito representaram menos de 1% do total das cargas em suspensão.

O transporte de leito é importante para a estruturação do canal fluvial (Kondolf, 1995) e, apesar de relativamente representar uma pequena parte do total das cargas, este fluxo é importante para as comunidades bentônicas e, conseqüentemente, para as demais espécies aquáticas, uma vez que os sedimentos são essenciais para a composição de habitats no substrato. O transporte no leito de nutrientes, por sua vez, é importante para a produtividade primária dos ecossistemas aquáticos.

Já o transporte de materiais em suspensão tem maior importância regional não só por representar a maior parte do processo, mas também por seu alcance, conectando o planalto e planície em termos das cargas de materiais importantes para a manutenção dos processos ecológicos do Pantanal, importantes para a manutenção do estoque pesqueiro da RH-Paraguai e da produtividade de pastagens nativas.

Os rios Cuiabá, Itiquira e Taquari apresentaram o maior transporte de sedimento, carbono orgânico, nitrogênio e fósforo de toda a RH-Paraguai. É importante destacar a importância destes rios no nível regional, visto que eles contribuem de forma mais significativa para a dinâmica hidrogeomorfológica do Pantanal, assim como para o funcionamento deste ecossistema. Do ponto de vista regional, as alterações no fluxo de sedimentos, nutrientes e outros constituintes associados, bem como alterações nos parâmetros físico-químicos e biológicos de qualidade de água delas decorrentes, tendem a exercer impactos de variados níveis nos ecossistemas aquáticos na RH-Paraguai.



Os resultados do modelo de redes neurais artificiais (RNA) indicaram que 91% dos EHs previstos para a RH-Paraguai alterariam o fluxo de sedimentos em suspensão em mais de 20%, o que pode ser considerada uma perturbação intensa se considerarmos as variações observadas em campo neste estudo. Para se ter uma ideia geral do impacto, caso sejam construídos todos os EHs atualmente previstos para a bacia do rio Cuiabá, 88% da carga atual de sedimentos não chegaria ao Pantanal. O aporte de sedimentos do rio Sepotuba ao rio Paraguai seria reduzido em 35% e, no caso do Taquari, a entrega para a planície seria 51% menor.

Em termos de fósforo total, nutriente determinante da produtividade primária dos ecossistemas afetados, seu transporte nos rios seria alterado em 20% em seis de cada dez EHs previstos para a RH-Paraguai. O déficit de fósforo nos exutórios dos rios Taquari e Cuiabá seriam de 60% e 25%, respectivamente, segundo as simulações do estudo. Isto indica um empobrecimento das águas que alimentam o Pantanal, com reflexos na produtividade daquele bioma e, conseqüentemente na produção pesqueira.

Embora alguns empreendimentos previstos não tenham apresentado potencial para provocar impactos regionais, os efeitos de suas barragens podem comprometer a qualidade da água, com possíveis efeitos indiretos sobre a oferta de pescado nos trechos de rios em que forem construídos. As estimativas de alterações no transporte de constituintes nos trechos onde há EHs previstos, assim como suas implicações, foram individualmente exploradas em maior detalhe nas análises por sub-bacia apresentadas nos anexos da presente Nota Técnica.

Com base nas estimativas do modelo RNA, foi estabelecida a classificação dos trechos de rios segundo os níveis do potencial de impacto dos EHs previstos na manutenção dos ecossistemas aquáticos afetados diretamente ou indiretamente, visando a garantia dos usos múltiplos da água na RH-Paraguai. Os critérios adotados para essa classificação consideraram os graus alteração no transporte apresentados anteriormente, com referência na variabilidade atual destes fluxos e no alcance dos efeitos destas interferências no sentido de garantir a integridade do Pantanal. A Figura 27 apresenta os resultados dessa análise para toda a RH-Paraguai.

Os rios da RH-Paraguai têm papel fundamental nos processos hidrogeomorfológicos do Pantanal e na ecologia deste precioso bioma. Este papel está diretamente relacionado com o transporte, pelo leito e na coluna d'água, de sedimentos, nutrientes e outros constituintes. Como possíveis implicações das alterações de qualidade de água para os usos múltiplos, alterações nos fluxos destes materiais nos geralmente provocam:

- *Alterações na qualidade da água:* Os sedimentos suspensos têm relação com a transparência das águas. A redução das cargas nas barragens tende a tornar as



águas menos turvas a jusante dos barramentos, expondo ovos e larvas de peixes à predação e afetando o ciclo de vida e a reprodução dos peixes.

- *Redução na diversidade de habitats:* A dinâmica dos sedimentos no leito afeta produtividade primária autóctone dos ecossistemas aquáticos, a diversidade de habitats para organismos bentônicos e para os demais organismos da cadeia trófica, incluindo os peixes. O assoreamento ocasionado a partir do barramento diminui a disponibilidade de substratos estáveis no fundo dos trechos diretamente afetados com acentuadas mudanças das comunidades de organismos aquáticos e pode afetar a disponibilidade do pescado.
- *Quedas na produtividade dos ecossistemas aquáticos do planalto e da planície:* Os nutrientes fósforo e nitrogênio tem papel fundamental na produtividade primária dos ecossistemas aquáticos. Uma vez retidos nas barragens, a redução no aporte destes nutrientes deve ocasionar impactos para o RH-Paraguai, que já possui rios predominantemente oligotróficos. Nos períodos de cheia, quando os ecossistemas terrestres e aquáticos se conectam na planície de inundaçã, estes nutrientes são fundamentais na produtividade pesqueira e das pastagens nativas, que formam base da produção animal no Pantanal.
- *Distúrbios na geomorfologia dos corpos d'água:* As alterações na dinâmica do fluxo dos sedimentos do planalto para a planície afetarã a formaçã e dinâmica de áreas inundadas, podendo comprometer atividades agropecuárias nas áreas afetadas e o ciclo de vida dos peixes que dependem destas áreas para a reprodução e desenvolvimento, com reflexos na pesca.



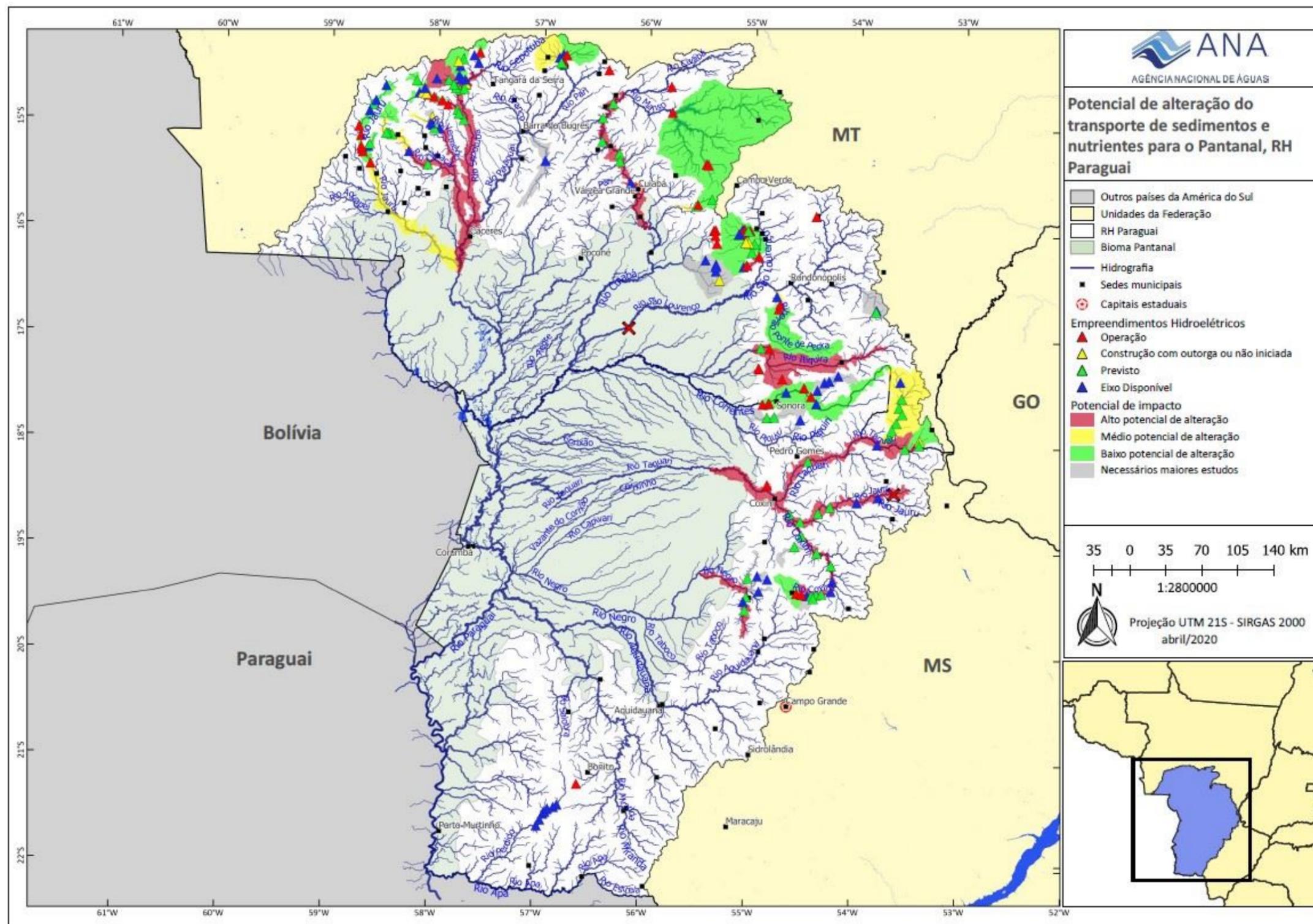


Figura 27– Potencial de Alteração no transporte de sedimentos e nutrientes naRH-Paraguai.

4- Classificação Final da Análise Integrada

Os resultados da análise integrada, seguindo o fluxograma apresentado na Figura 2, indicam áreas estratégicas como rota migratória dos peixes migradores, ou seja, que permitem a conexão entre a planície e áreas do planalto utilizadas em grande escala para a reprodução dessas espécies. Além disso suportam uma atividade pesqueira importante em suas diversas modalidades. As áreas identificadas como estratégicas para a manutenção dos recursos pesqueiros são partes das bacias:

- Região do Alto Paraguai: baixo Jauru (MT), baixo Cabaçal, Sepotuba, Formoso e Paraguai;
- Cuiabá: Cuiabá, Cuiabazinho e baixo Manso;
- São Lourenço: baixo São Lourenço, Vermelho, baixo Tadarimana e baixo Poxoréu;
- Correntes/Piquiri: Piquiri e baixo Tauá;
- Taquari: Taquari, Coxim, Jauru (MS) e Figueirão;
- Negro: Peixe e baixo Rico;
- Apa: Apa

Nessas sub-bacias, a reprodução das espécies migradoras foi muito representativa (elevado fluxo de ovos e larvas de migradores) dentro da bacia amostrada. Nelas também se verifica a realização de atividades significativas das diversas modalidades de pesca. A instalação de barragens, com ou sem aproveitamentos hidrelétricos (AHEs), interromperá a conectividade entre as áreas de jusante e a montante desses barramentos e conseqüentemente impedirá as migrações ascendente (chegada dos peixes migradores até as áreas de desova no tempo exato de maturação) e descendente (chegada da larva no tempo adequado aos locais de crescimento na planície alagada).

Ao impedir os fluxos migratórios, essas estruturas provocam impactos negativos sobre a manutenção dos estoques pesqueiros não somente nessas bacias, como também em bacias conectadas e no Pantanal. Com isso, a atividade pesqueira na região teria sua sustentabilidade comprometida, configurando, portanto, conflito com o uso da água preexistente.

Do mesmo modo, foram identificadas áreas não estratégicas para a manutenção dos estoques pesqueiros e pouco relevantes para a conexão entre a planície e o planalto. Em parte dessas áreas observou-se ausência ou baixa reprodução dos migradores devido provavelmente às condições ambientais, como graves assoreamentos (rios muito rasos) ou a alta transparência da água (aumenta a predação de ovos e larvas). Em outras, em que pese tenham importância para a reprodução, o impacto da instalação de novas barragens na conectividade é



reduzido. As áreas identificadas como não estratégicas ou sem impacto significativo sobre o estoque pesqueiro são partes das bacias:

- Região do Alto Paraguai: alto Jauru (MT), alto Cabaçal, Vermelho, Juba, Sapo, Maracanã e Santana;
- Cuiabá: alto Manso, Aricá-mirim e Mutum;
- São Lourenço: alto São Lourenço, Tenente Amaral, Prata, Beleza, Alto Ibo, Ponte de Pedra, Anhumas, alto Tadarimana e alto Poxoréo;
- Correntes/Piquiri/Itiquira: Itiquira, Correntes, Comprido, alto Tauá, Córregos Benjamin e Piranema;
- Taquari: alto Taquari, Ariranha, Verde, Novo e Camapuã;
- Negro: Negro, Negrinho, alto Rico e Córregos Falha dos Padres e do Garimpo;
- Apa: Perdido

A definição de áreas estratégicas (com conflito regional ou local com o uso preexistente da água) e não estratégicas ou sem impacto significativo sobre os estoques pesqueiros, bem como das sem definição (áreas que necessitam de mais estudos para serem classificadas) resultou no zoneamento para a RH-Paraguai apresentado na Figura 28 e sintetizado na tabela 12.



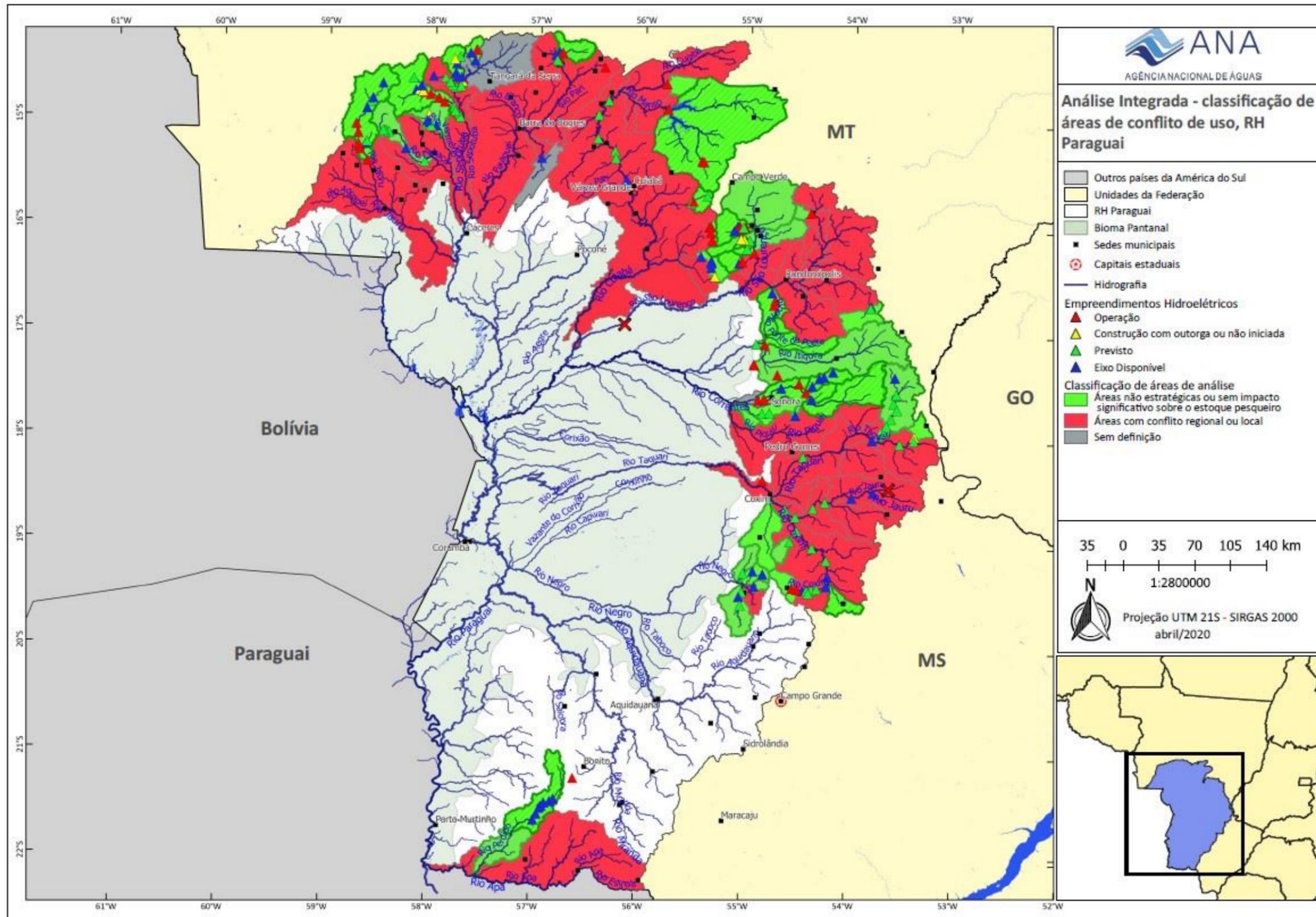


Figura 28. Zoneamento quanto ao conflito de uso proposto para a RH-Paraguai.

Cabe apontar que a bacia do rio Miranda não foi alvo de análise por não haver empreendimentos hidrelétricos previstos no inventário de referência. Entretanto, caso venha a ser planejada a implantação de barragens, com ou sem AHEs, nessa bacia, é importante que seja feita sobre essa bacia abordagem similar à apresentada nesta Nota, para manter a coerência com as demais bacias.

Considerando as informações constantes do Estudo de Inventário Hidrelétrico de partida de março de 2017, o quadro a seguir apresenta a classificação dos Aproveitamentos Hidrelétricos previstos em cada uma das categorias definidas.

Observa-se que 69% dos empreendimentos inventariados, que correspondem a 51% da potência inventariada, localizam-se em áreas não estratégicas, sem impacto evidente sobre o recurso pesqueiro e, conseqüentemente, sem caracterização de conflito com o uso preexistente. Em áreas de conflito, por outro lado, encontram-se 30% dos AHEs e 48% da potência inventariada. Em rios de domínio dos estados, são ainda maiores as proporções de AHEs em áreas não estratégicas (Tabela 12).

Tabela 12. Classificação dos empreendimentos (número e potência) em áreas não estratégicas e com conflito regional e/ou local, em rios de domínio da União e dos Estados na RH-Paraguai.

Classificação	Total		Estados		União	
	N.	MW	N.	MW	N.	MW
Áreas não estratégicas/sem impacto estoque pesqueiro	83 (69%)	536 (51%)	78 (75%)	507 (61%)	5 (33%)	29 (13%)
Conflito Regional e/ou Local	36 (30%)	513 (48%)	26 (24%)	321 (38%)	10 (67%)	192 (87%)
Sem definição	1 (1%)	9,4 (1%)	1 (1%)	1 (1%)	-	-

A classificação apresentada na Figura 28, que identifica as áreas de conflito com usos preexistentes, está alinhada com dois fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos – proporcionar o uso múltiplo das águas e adotar a bacia hidrográfica como unidade territorial de implementação.

5- Tecnologias para passagem de peixes

As tecnologias para passagem de peixe são bastante antigas, sendo as primeiras desenvolvidas no século XVIII, visando a permitir que peixes migradores, em especial os salmonídeos, pudessem transpor obstáculos nos rios (Clay, 1995; Agostinho; Gomes; Pelicice, 2007). O primeiro barramento artificial a ter uma estrutura para passagem de peixes data de 1828 (Godoy, 1985), enquanto a primeira passagem para peixes no Brasil foi construída em 1911 no rio Pardo (Makrakis et al, 2007). O uso destas tecnologias ganhou força no Brasil na segunda



metade do século XX, e alguns estados, o uso das passagens de peixe passou a ser exigido por lei (Godinho; Kynard, 2009; Lira et al, 2017).

Existem diversas tecnologias de passagem de peixes (Agostinho; Gomes; Pelicice, 2007):

- Escadas de peixe: tecnologia mais comum no Brasil e no mundo, consiste em uma estrutura para reduzir a velocidade e o gradiente da água, de maneira a permitir que os peixes consigam subir e passar pela barragem. Existem diversos modelos de escadas de peixe;
- Eclusa de peixe: semelhante às eclusas para navegação, trata-se de um sistema de compartimentos interligados e comportas de diferentes níveis (jusante e montante), de modo que se possa variar o nível da água no interior do compartimento;
- Elevadores de peixe: têm um conceito de funcionamento similar ao das eclusas, mas contam com um sistema mecânico (elevador) para levar os peixes do nível jusante ao montante;
- Canais de passagem secundários: são rios artificiais que visam manter a conexão entre o trecho à montante e o trecho à jusante;
- Sistema de captura e transporte por caminhões: usado, em geral, apenas de maneira provisória.

O sucesso atribuído às passagens de peixe, notadamente às escadas de peixe, está muito ligado à sua eficiência no caso dos salmonídeos do hemisfério norte (Agostinho et al, 2007). Contudo, apesar dos diversos tipos de tecnologias disponíveis e dos grandes investimentos de capital e de engenharia para melhorá-las, diversos estudos mostram que as passagens de peixe são ineficientes no caso dos peixes neotropicais, devido a sua alta diversidade ecológica e comportamental (Pelicice; Pompeu; Agostinho, 2015).

Alguns estudos até consideram as passagens de peixes eficientes, mesmo no caso de peixes neotropicais, por entender que elas promovem a subida dos peixes para a montante da barragem. Contudo, este aspecto, isoladamente, não é suficiente para determinar o sucesso desta tecnologia para preservação das espécies de peixe (Pompeu; Agostinho; Pelicice, 2012).

Primeiro, é preciso que as passagens de peixe consigam atrair os peixes para dentro delas. Se o mecanismo de atração não funcionar de maneira apropriada, os peixes podem ficar nos arredores da passagem, sem efetivamente transpor a barragem. Isso pode atrasar a migração, comprometendo a desova. Caso esse atraso seja excessivo, pode resultar inclusive na reabsorção dos ovócitos, de modo a nem sequer haver a desova (Agostinho; Gomes; Pelicice, 2007; Antonio et al, 2007).

Outros problemas são a seletividade e a dominância. A seletividade diz respeito à proporção das espécies existentes no rio que percorrem a passagem, enquanto a dominância significa que uma quantidade pequena de espécies representa a maior parte dos peixes que atravessam a passagem. A seletividade foi verificada, por exemplo, por Fernandez, Agostinho e Bini (2004) na UHE Itaipú. Eles verificaram que as espécies mais abundantes na escada não eram as mesmas que no rio (rio Paraná). Diversos outros estudos relatam tanto o problema da seletividade e da dominância (ver Pompeu, Agostinho e Pelicice (2012)). Estes estudos indicam que, em geral, apenas de 3 a 5 espécies de peixes representam 80% ou mais dos exemplares encontrados nas escadas de peixe.

Uma questão relevante apontada por Agostinho et al (2012) é a predação intensa nas escadas de peixe. Isso ocorre em função da alta concentração de peixes em uma estrutura de espaço limitado. Desse modo, a escada pode se tornar um hotspot para a predação (McLaughlin et al, 2013). O estudo de Agostinho et al (2012) mostra que a predação intensa não ocorre apenas na escada, havendo predação também nos arredores da entrada e da saída da escada. Algumas espécies podem, inclusive, passar períodos prolongados dentro da escada, predando as demais espécies de peixe que passam por ela. Mas as espécies predadoras não se limitam aos próprios peixes, ocorrendo predação por mamíferos, répteis e aves.

O maior problema das passagens de peixe é que elas são estrutura unidirecionais. Tanto peixes que conseguem subir à montante da barragem, quanto os ovos e larvas resultantes da desova desses peixes, têm dificuldade para descer de volta à jusante da barragem. No caso dos peixes adultos, há consenso de que as passagens projetadas para fazê-los subir não funcionam de maneira adequada para fazê-los descer (Larinier; Travade, 2002; Pompeu; Agostinho; Pelicice, 2012).

Os peixes da América do Sul tendem a evitar ambientes lânticos, como os reservatórios das hidrelétricas. Desse modo, após subir pelas passagens de peixe, eles tendem a subir ainda mais pelo rio e não mais retornar ao reservatório (Pompeu; Agostinho; Pelicice, 2012). Assim, os próprios reservatórios funcionam como barreiras comportamentais, com efeito semelhante à barreira física imposta pela barragem. O gradiente de condições hidrológicas e limnológicas nos reservatórios resulta numa transição do ambiente lótico do rio para um ambiente semi-lântico e lântico. Esse ambiente lântico não oferece as condições necessárias para a orientação dos peixes para a migração rumo à jusante (Pelicice; Pompeu; Agostinho, 2015).

O reservatório também impede que os ovos e larvas desçam o rio. Como os ovos e as larvas são levemente mais densos que a água, no ambiente lântico do reservatório, eles tendem a afundar (Pelicice; Pompeu; Agostinho, 2015). Estudo feito por Agostinho et al (2007)

na UHE Luís Eduardo Magalhães não identificou nenhuma larva ou ovo de peixes migradores abaixo da barragem. Eles constataram também que a subida dos peixes pela escada de peixe ocorria em uma frequência 258 vezes maior que a descida, chegando a 282 vezes para espécies migradoras.

Deste modo, as passagens de peixe, ao invés de auxiliar na conservação do ecossistema, podem, na verdade, funcionar como armadilhas ecológicas. Se os peixes que sobem pela passagem não conseguem descer e se o ambiente à montante da barragem tem condições piores que o ambiente à jusante para o desenvolvimento dos ovos e larvas, o resultado é que os peixes ficam presos em um ambiente com condições ruins para a reprodução. Isso ocorre com mais frequência em rios com hidrelétricas em sequência e em barragens localizadas nas regiões superiores da bacia hidrográfica (Pelicice; Agostinho, 2008).

Ressalta-se que a migração descendo o reservatório não é um problema nos sistemas temperados, visto que os salmonídeos têm comportamento diferente dos peixes neotropicais, sendo capazes de vencer o efeito de barreira imposto pelo reservatório (Pelicice; Pompeu; Agostinho, 2015).

Segundo Pompeu, Agostinho e Pelicice (2012), o insucesso na descida é o maior obstáculo para o uso das passagens de peixe como ferramentas de gestão e conservação ambiental. Isso é ainda mais relevante por não haver, até o momento, solução técnica para o problema da descida dos peixes (Pelicine; Pompeu; Agostinho, 2015).

Portanto, as informações elencadas fornecem um indicativo de que as passagens de peixe não solucionam o impacto que as barragens têm no ciclo reprodutivo dos peixes, em especial das espécies migradoras na RH-Paraguai. Entretanto, a avaliação final sobre a efetividade da utilização das passagens de peixe nestes casos deve ser realizada pelo órgão ambiental responsável, tendo em vista as competências estabelecidas na Política Nacional de Meio Ambiente, instituída pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, na Lei Complementar nº 140, de 08 de dezembro de 2011, e em outras legislações correlatas.

6- Conclusões e Recomendações

A Resolução ANA nº 64, de 04 de setembro de 2018, sobrestou os processos referentes aos requerimentos de Declarações de Reserva de Disponibilidade Hídrica e de Outorgas de direito de uso de recursos hídricos para novos aproveitamentos hidrelétricos em rios de domínio da União na Região Hidrográfica do Paraguai, até 31 de maio de 2020. A resolução também estabeleceu que, após aprovação dos estudos indicados no PRH-Paraguai pela ANA, os procedimentos e as metodologias de análise de Declarações de Reserva de Disponibilidade Hídrica e outorgas de direito de uso de recursos hídricos poderiam ser revisados para estabelecer novos critérios aplicáveis aos requerimentos sobrestados.

Os resultados técnicos finais da Hidrologia; Qualidade de Água e Hidrossedimentologia; Ictiofauna, Ictioplâncton e Estatística Pesqueira; Socioeconomia e Energia; e Análise de Conectividade, que foram consolidados no Produto 14 dos Estudos de avaliação dos efeitos da implantação de empreendimentos hidrelétricos na Região Hidrográfica do Rio Paraguai, subsidiaram a elaboração da análise integrada apresentada nesta Nota Técnica.

A análise integrada, cujas etapas estão ilustradas na Figura 2 e os resultados consolidados na Figura 28 e na Tabela 12, classificou as sub-bacias da RH-Paraguai em três categorias distintas: 1) Áreas não estratégicas ou sem impacto significativo sobre o estoque pesqueiro; 2) Áreas com existência de conflito regional ou local com a pesca (pesca profissional, pesca difusa e turismo de pesca); e 3) Áreas sem definição.

Como conclusão desta Nota Técnica e do processo de discussão ao longo de sua elaboração, os itens a seguir tratam da incorporação dos resultados nas análises de outorga em rios de domínio da União na RH-Paraguai e de propostas de encaminhamentos.

6.1 Incorporação dos Resultados nas Análises de DRDHs ou Outorga em rios de domínio da União na RH-Paraguai

Considerando as motivações elencadas e os resultados apresentados nesta Nota Técnica, recomenda-se que as análises dos pedidos de DRDH ou outorga para barragens, com ou sem AHEs, localizados em rios de domínio da União na RH-Paraguai, sejam realizadas conforme descrito a seguir.

Se a barragem, com ou sem AHE, estiver localizada em sub-bacia classificada na Categoria 1 – “Áreas não estratégicas ou sem impacto sobre o estoque pesqueiro”, recomenda-se que a análise do pedido de DRDH ou outorga siga o procedimento geral adotado pela ANA para esse tipo de empreendimento.

Se a barragem, com ou sem AHE, estiver localizada em sub-bacia classificada na Categoria 2 – “Áreas com existência de conflito regional ou local com a pesca e/ou turismo”,

recomenda-se que a análise do pedido de DRDH ou outorga seja realizada conforme descrito a seguir.

Se a barragem não possuir tecnologia de passagem de peixes que vise a mitigar os seus impactos sobre a ictiofauna, recomenda-se que o requerente seja informado sobre os resultados apresentados nesta Nota Técnica e seja solicitado a fazer reavaliação do seu pedido. Caso não seja apresentada essa reavaliação, recomenda-se que o pedido seja indeferido por descumprimento do parágrafo único do art. 13 da Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997.

Se a barragem possuir tecnologia de passagem de peixes que vise mitigar os seus impactos sobre a ictiofauna, recomenda-se que o pedido de DRDH ou outorga, para a devida análise, venha acompanhado de manifestação formal de anuência quanto à tecnologia proposta, que considere inclusive os resultados desta Nota Técnica, emitida pelo órgão ambiental responsável, tendo em vista as competências estabelecidas na Política Nacional de Meio Ambiente, instituída pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, na Lei Complementar nº 140, de 08 de dezembro de 2011, e em outras legislações correlatas.

Por fim, observa-se que na avaliação dos AHE realizada nesta Nota Técnica não foram identificados AHEs em rios de domínio da União enquadrados na Categoria 3 – “Áreas sem definição”.

6.2 Proposta de Encaminhamentos para o CNRH

O Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai, aprovado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos em sua 40ª Reunião Extraordinária, realizada em 08 de março de 2018, por meio da Resolução CNRH nº 196, de 08 de março de 2018, publicada no Diário Oficial da União em 19 de julho de 2018, dispôs, dentre as diretrizes para outorga de direito de uso de recursos hídricos, que os pedidos de DRDHs ou Outorgas para novos aproveitamentos hidrelétricos na RH-Paraguai deveriam aguardar os resultados dos Estudos de que trata esta Nota Técnica para a conclusão de suas análises, de forma a poder incorporar seus resultados.

Considerando o exposto, recomenda-se que esta Nota Técnica seja encaminhada ao CNRH para incorporar os seus resultados como subsídios à atualização do Plano. Nesse processo de atualização, sugere-se avaliar as áreas com conflito regional ou local com os usos existentes de pesca (pesca profissional, pesca difusa e turismo de pesca) como áreas sujeitas à restrição de uso de recursos hídricos para barragens, com ou sem AHE, localizadas em rios de domínio da União e dos Estados.

Essa sugestão tem por base a Lei 9.433, de 1997, que estabelece, em seu artigo 7º, que os Planos de Recursos Hídricos terão entre os itens previstos no seu conteúdo mínimo, propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso.

Observa-se que o processo de atualização do PRH Paraguai deverá seguir as diretrizes para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas, estabelecidas na Resolução CNRH nº 145, de 12 de dezembro de 2012.

O Grupo de Acompanhamento do Plano (GAP) foi criado nesse contexto para acompanhar a elaboração e a implementação do PRH Paraguai, mas foi formalmente extinto pelo Decreto Nº 9.759, de 11 de abril de 2019. Como cabe ao CNRH as deliberações sobre o plano, já existe proposta de instituição de Grupo de Trabalho do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai, no âmbito da Câmara Técnica de Planejamento e Articulação – CTPA do CNRH, de forma a preservar o arranjo previsto na Resolução CNRH Nº 145.

6.3 Proposta de Encaminhamentos para o IMASUL, SEMA/MT e IBAMA

Considerando as diretrizes do PRH Paraguai já apresentadas, a manifestação realizada durante o workshop do dia 27 de maio 2020 e a participação no grupo institucional definido na Portaria ANA Nº 365/2017, recomenda-se que esta Nota Técnica seja encaminhada ao Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL) e à Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Mato Grosso (SEMA/MT), para conhecimento e avaliação pelos setores responsáveis pela Política Nacional de Recursos Hídricos quanto à sua incorporação nas análises de DRDH ou outorga de uso de recursos hídricos em rios de domínio dos Estados na RH-Paraguai.

Adicionalmente, considerando que as referidas instituições também são responsáveis pelas competências relacionadas à Política Nacional de Meio Ambiente, instituída pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e legislações correlatas, recomenda-se que os setores responsáveis correspondentes também considerem esta Nota Técnica nas análises das barragens, com ou sem AHE, da RH-Paraguai sob sua responsabilidade.

Finalmente, pelos mesmos motivos já expostos, recomenda-se que esta Nota Técnica seja encaminhada ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA) para consideração na análise das barragens, com ou sem AHE, da RH-Paraguai sob sua responsabilidade.

6.4 Proposta de Encaminhamentos para o MME, EPE e ANEEL

Considerando que os estudos realizados avaliam os efeitos da implantação de empreendimentos hidrelétricos na RH-Paraguai e que o IMASUL e a SEMA/MT enfatizaram, no

Workshop realizado em 27 de maio de 2020, a necessidade de articulação com as entidades federais responsáveis pela implementação da Política Energética, recomenda-se que esta Nota Técnica seja encaminhada ao Ministério de Minas e Energia (MME), à Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e à Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), para conhecimento e avaliação quanto à incorporação dos resultados nos Estudos de Inventário Hidrelétrico da RH do Paraguai e nos estudos que subsidiam os requerimentos de DRDH.

Atenciosamente,

(assinado eletronicamente)
MÁRCIO DE ARAÚJO SILVA
Especialista em Recursos
Hídricos

(assinado eletronicamente)
**ROSANA MENDES
EVANGELISTA**
Especialista em Recursos
Hídricos

(assinado eletronicamente)
GAETAN SERGE JEAN DUBOIS
Especialista em Recursos
Hídricos

(assinado eletronicamente)
MARCELO LUIZ DE SOUZA
Especialista em Recursos
Hídricos

(assinado eletronicamente)
BOLIVAR ANTUNES MATOS
Especialista em Recursos
Hídricos

(assinado eletronicamente)
RUBENS MACIEL WANDERLEY
Especialista em Recursos
Hídricos

(assinado eletronicamente)
**MARIANE MOREIRA
RAVANELLO**
Coordenadora de Estudos
Hidrológicos

(assinado eletronicamente)
**THIAGO HENRIQUES
FONTENELLE**
Coordenador de Estudos
Setoriais

(assinado eletronicamente)
**LUCIANA APARECIDA ZAGO
DE ANDRADE**
Coordenadora de Planos e
Recursos Hídricos

(assinado eletronicamente)
**CARLOS ALBERTO PERDIGÃO
PESSOA**
Coordenador da
Superintendência de
Recursos Hídricos

(assinado eletronicamente)
FLÁVIO HADLER TROGER
Superintendente Adjunto de
Planejamento de Recursos
Hídricos

(assinado eletronicamente)
PATRICK THOMAS
Superintendente Adjunto de
Regulação

De acordo.

(assinado eletronicamente)

(assinado eletronicamente)

RODRIGO FLECHA FERREIRA ALVES
Superintendente de Regulação

SÉRGIO RODRIGUES AYRIMORAES
SOARES
Superintendente de Planejamento
de Recursos Hídricos