

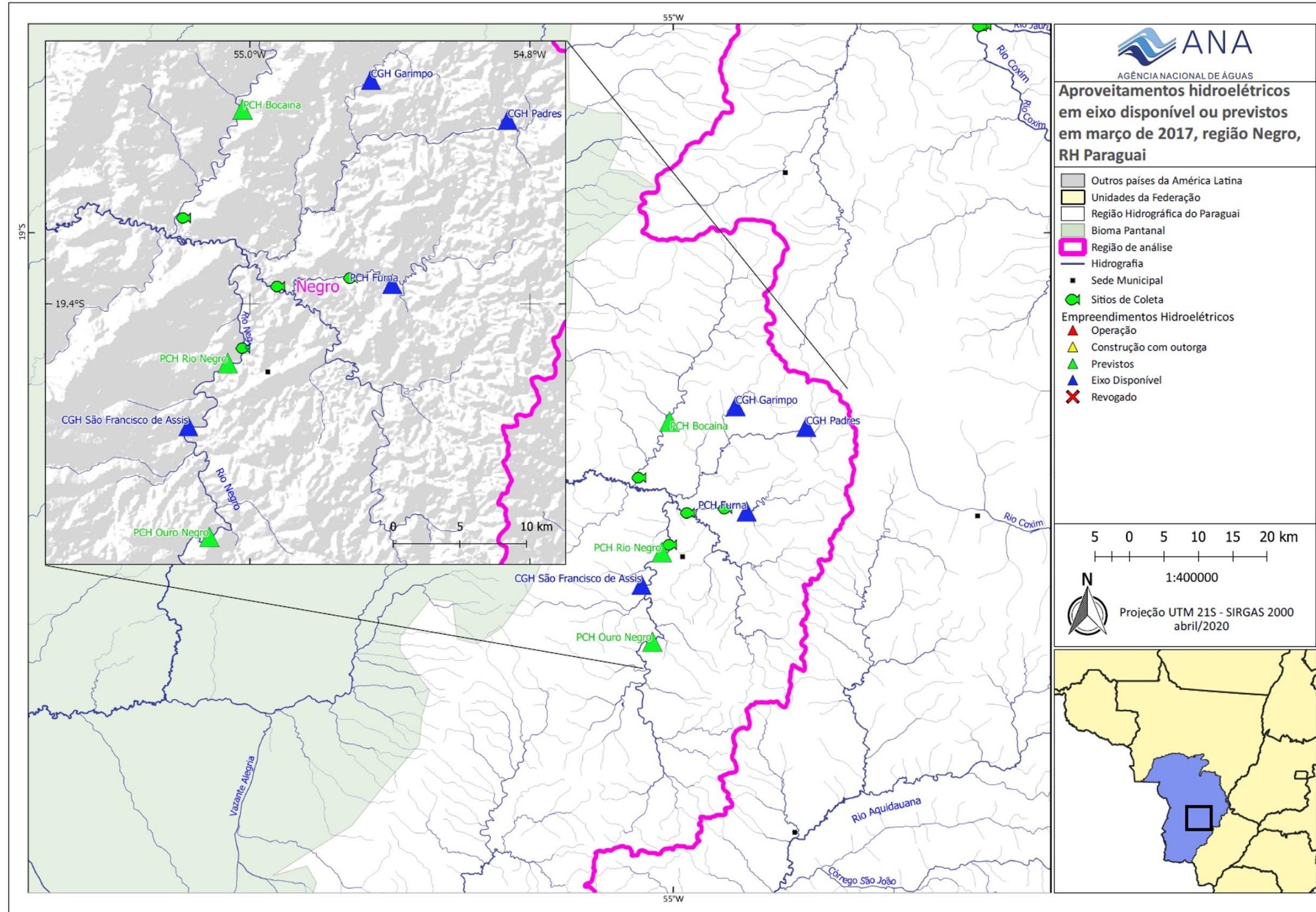
## **APÊNDICE 6**

### **Síntese dos Resultados para a bacia do rio Negro (UPG/MS II.4)**

#### **Localização dos empreendimentos hidrelétricos:**

Na bacia do rio Negro constam 7 empreendimentos hidrelétricos (Figura 1), distribuídos da seguinte forma:

- 3 previstos;
- 4 eixos disponíveis.



## **Ictiofauna/Ictioplâncton:**

Nas amostragens de ictioplâncton realizadas nos rios Negrinho, Rico, do Peixe e Negro, foram coletadas e triadas 528 amostras, com as seguintes médias de larvas de espécies migradoras e ovos por período reprodutivo:

- **Peixe (PEIXE):** 191 milhões de ovos e 10,6 milhões de larvas;
- **Rico (RICO):** 145,5 milhões de ovos e 96 mil de larvas;
- **Negrinho (NEGRI):** 11 milhões de ovos e 230 mil de larvas; e
- **Negro (NEGRO):** 2,1 milhões de ovos e 320 mil de larvas

Os resultados são mostrados nas Figuras 2 (ovos) e 3 (larvas). Os locais de desova foram estimados por meio de retrocálculo utilizando a velocidade média da água medida nos locais (pontos) de coletas (Figuras 4 e 5). Observa-se que os rios Peixe e Rico se destacam como áreas estratégicas para a desova das espécies migradoras (Classe 4), enquanto nas sub-bacias dos rios Negro e Negrinho a produção de ovos e larvas das espécies de migradores foi menos importante (Classe 2).

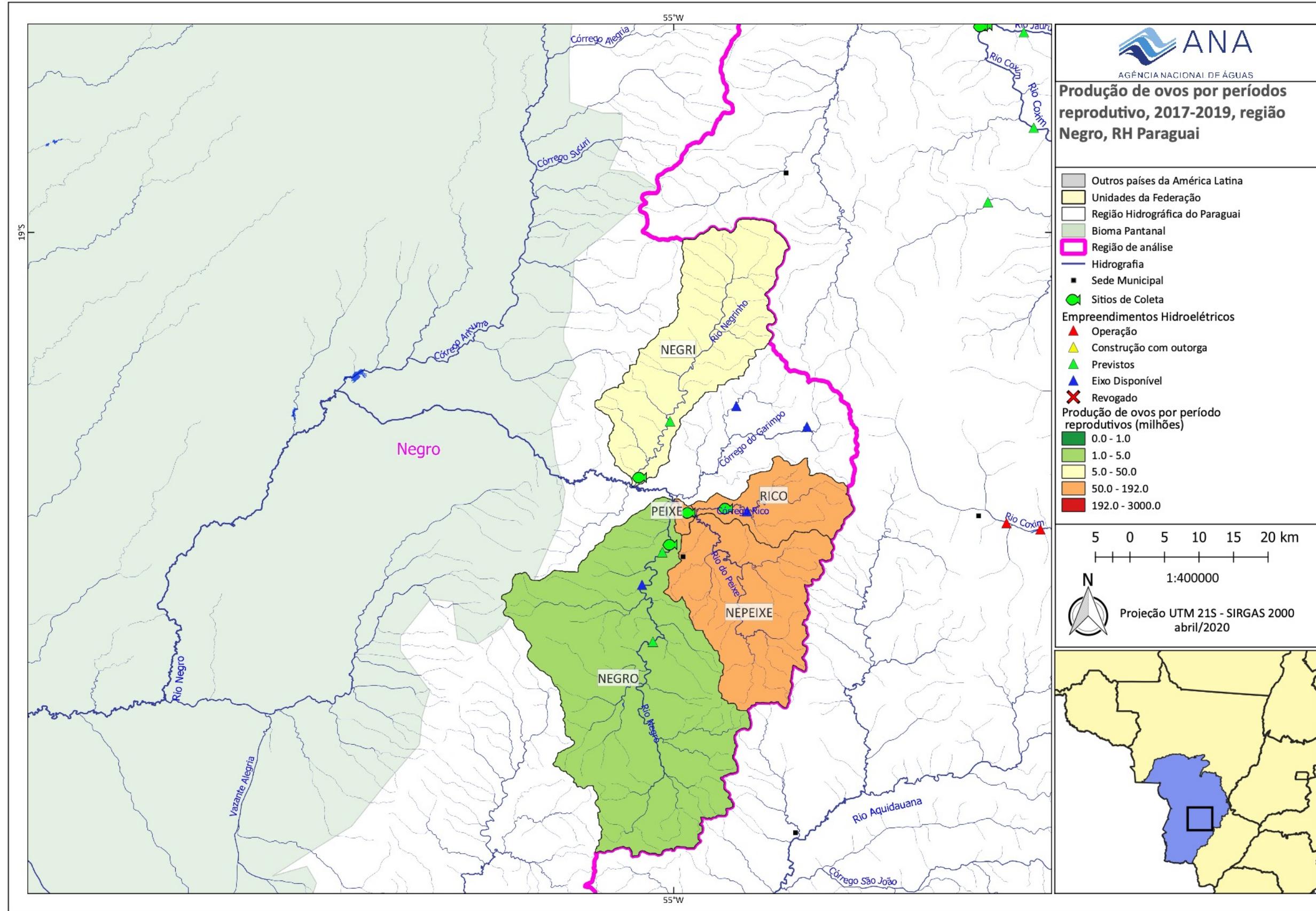


Figura 2 – Fluxo/Produção de ovos na região da bacia do rio Negro.

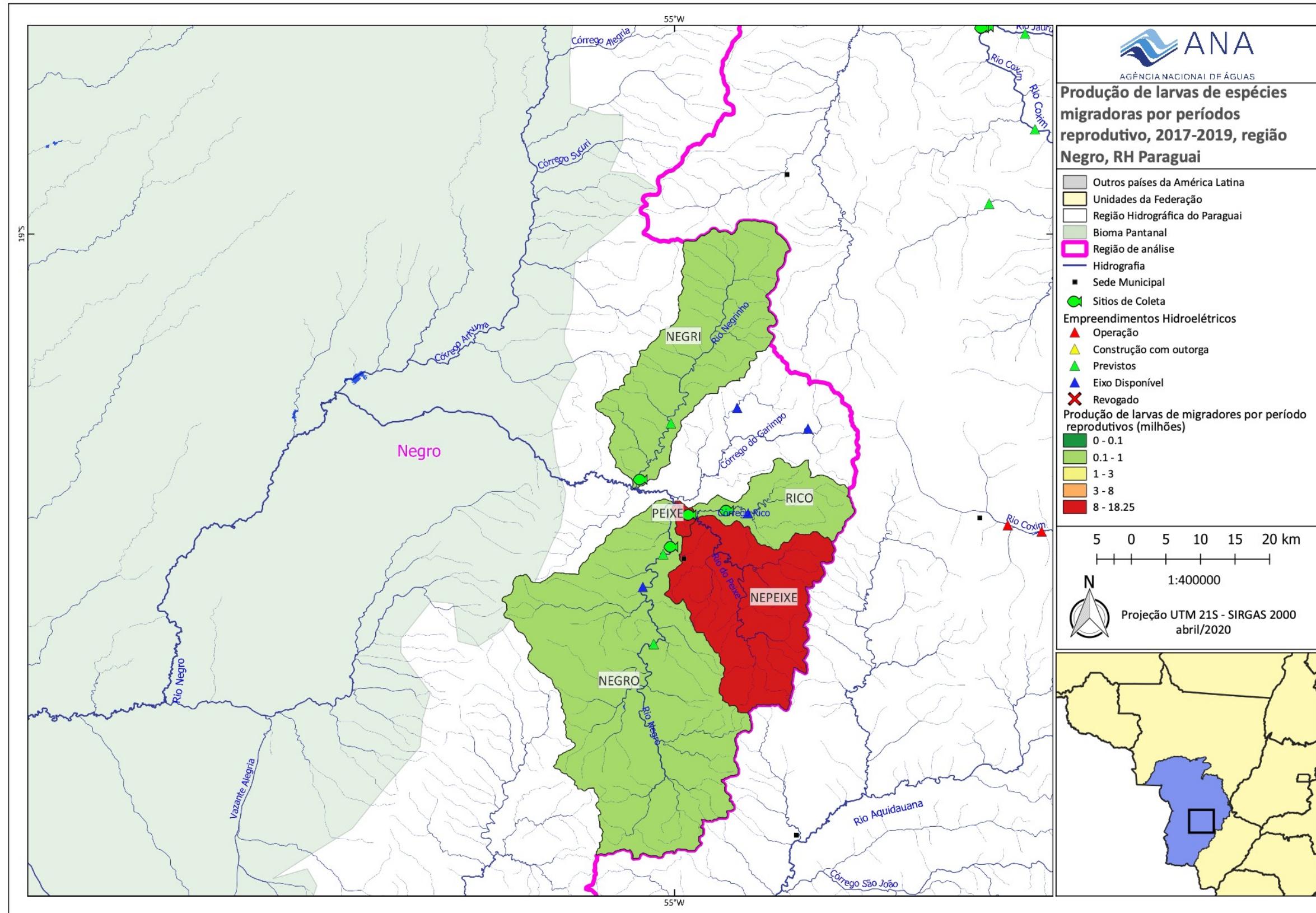


Figura 3 – Fluxo/Produção de larvas de espécies de peixes migradores na região da bacia do rio Negro.

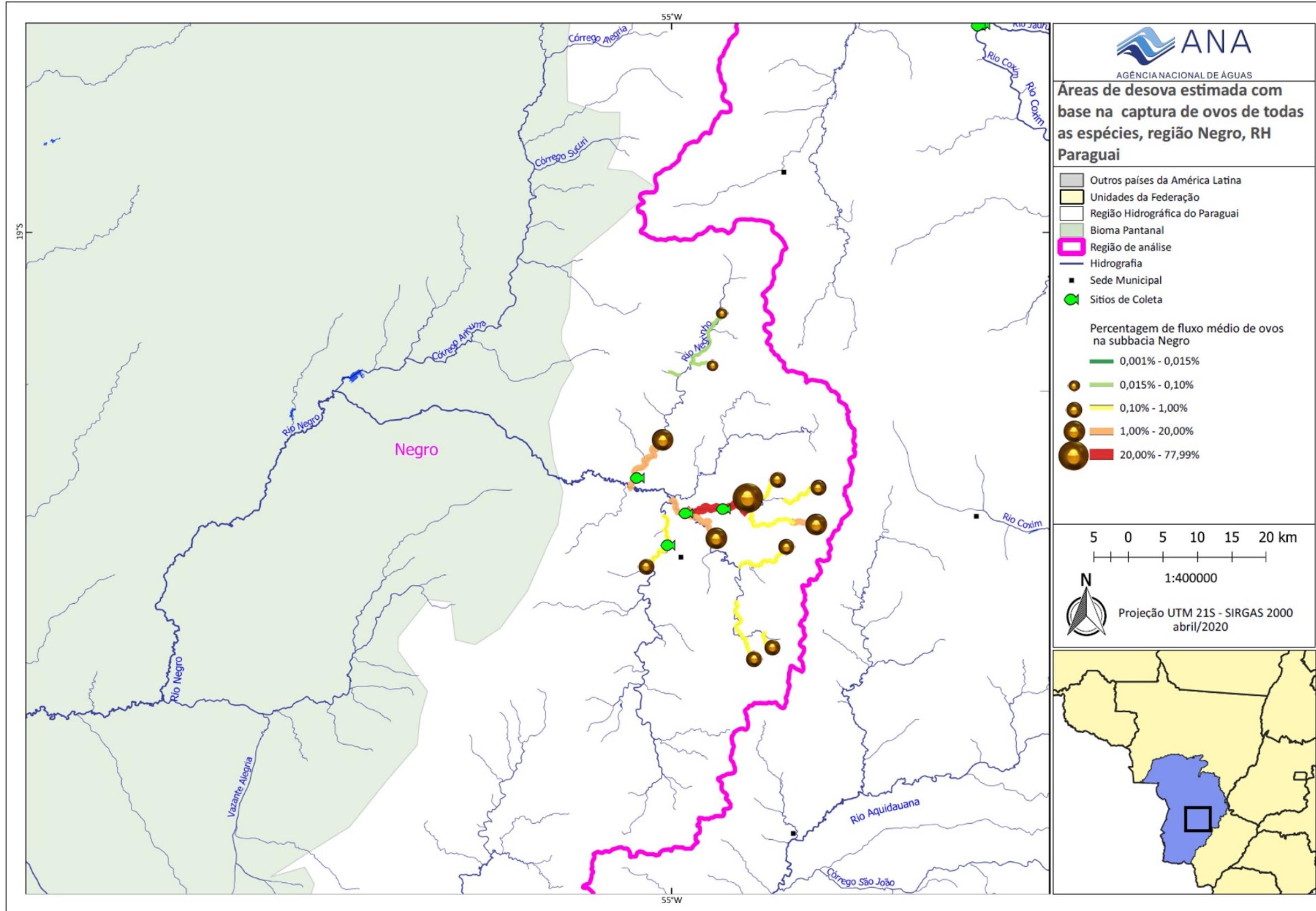


Figura 4 – Estimativa das áreas de desova com base na captura de ovos de todas as espécies.

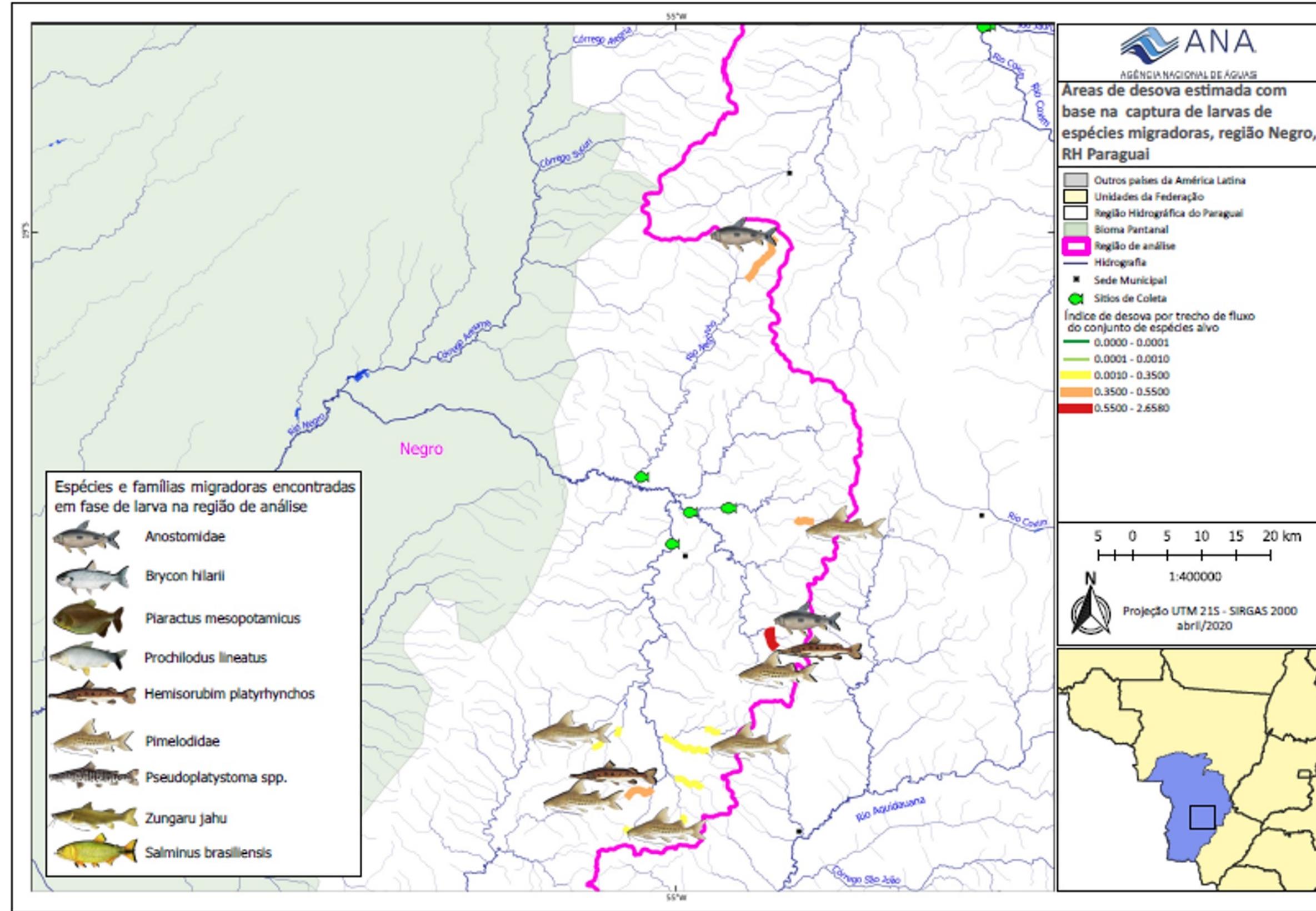


Figura 5 – Estimativa das áreas de desova com base na captura de larvas de espécies alvo, considerando as diferentes fases de desenvolvimento das larvas coletadas na bacia do Negro.

## **Análise de conectividade na bacia do rio Negro**

A bacia do rio Negro é relativamente pequena, e tem menos locais com potencial de aproveitamento hidrelétrico segundo o inventário. Além disso, quase todos os locais das usinas identificadas no inventário coincidem com pontos em que já existem obstáculos naturais relevantes. Estas duas características permitem que nesta bacia seja aplicada uma análise simplificada da potencial alteração de conectividade.

Para realizar a análise de conectividade fluvial na bacia do rio Negro foram considerados dados da rede de drenagem oficial da ANA, cenários de construção de barragens e informações sobre fluxo de ovos e larvas de peixes obtidos durante o projeto pela equipe de ictiologia.

### ***A rede de drenagem, barragens já existentes e os obstáculos naturais***

Para a análise de conectividade e fragmentação de habitat, a bacia hidrográfica do rio Negro foi delimitada até um ponto localizado já no interior do Pantanal, na confluência com o córrego Anhuma, cerca de 90 km a jusante da cidade de Rio Negro. Os principais rios, além do próprio Negro, são os rios Negrinho e do Peixe, e os córregos Garimpo e Rico, conforme ilustrado na Figura 6.

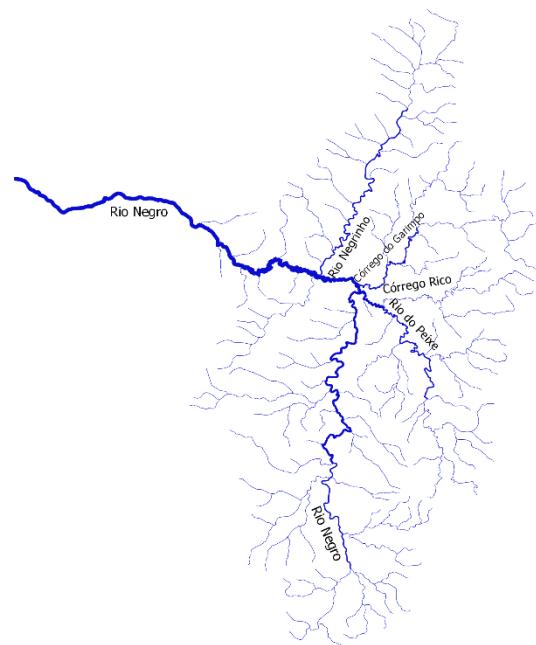


Figura 6- Rede de drenagem da bacia do rio Negro, e os principais rios da região.

Na bacia do rio Negro não há usinas hidrelétricas em operação e há sete identificadas no inventário de potencial hidrelétrico, conforme mostra a Figura7.

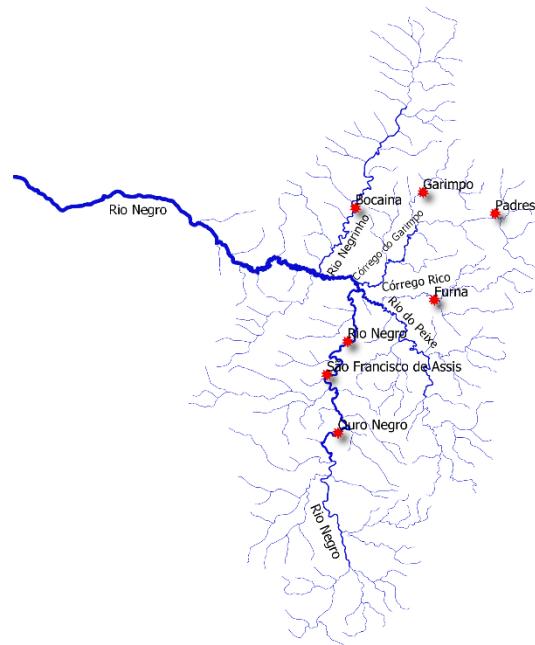


Figura 7- Localização das usinas hidrelétricas projetadas na bacia do rio Negro.

Na bacia do rio Negro existem alguns obstáculos naturais relevantes, que ficam localizados em quase todos os rios da bacia, na transição entre a região do planalto e o a planície pantaneira. Os obstáculos naturais foram identificados com base em dados de declividade dos rios estimados a partir do modelo digital de elevação do SRTM e de imagens de satélite de alta resolução. Estas informações foram complementadas ainda com fotografias do local e com informações obtidas no campo, quando possível.

Na totalidade foram identificados 5 obstáculos naturais totais ou parciais ao deslocamento de peixes migratórios na bacia. A cada um dos obstáculos foi atribuída uma probabilidade de passagem de peixes migratórios. Esta probabilidade foi estimada com base em fotografias do obstáculo, imagens de satélite, estimativas de declividade e comparação com obstáculos semelhantes. A localização dos obstáculos está apresentada na Figura8, em que a cor do ponto representa a probabilidade de passagem de peixes migradores através do obstáculo.

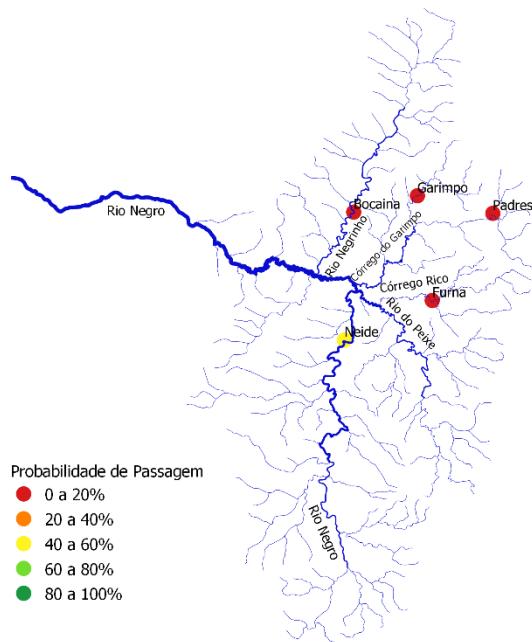


Figura 8- Localização e probabilidade de passagem de obstáculos naturais para migração de peixes na bacia do rio Negro.

### Dados de coleta de ovos e larvas

Na bacia do rio Negro foram realizadas coletas de ovos e larvas de peixes em quatro pontos, localizados de acordo com a Tabela 1 e a Figura9. Em cada um destes pontos foi calculado o fluxo médio de ovos e larvas de peixes, em milhões de indivíduos por dia. Este número reflete a importância relativa da região localizada a montante do ponto no processo de reprodução de peixes na bacia.

Observa-se que os pontos com maior fluxo de ovos e larvas são os localizados no rio do Peixe e no córrego Rico, que apresentam um fluxo cerca de 10 a 80 vezes maior do que o verificado nos rios Neigrinho e Negro.

O ponto de coleta no rio Negro, que apresenta um fluxo médio de ovos e larvas particularmente baixo, fica localizado cerca de 2 km a jusante do local em que está prevista a usina Rio Negro, onde existe um obstáculo natural relevante, porém aparentemente transponível por peixes migradores. Os dados de coleta de ovos e larvas neste local sugerem que a bacia do rio Negro, a montante do ponto de coleta de ovos e larvas, não é uma área preferencial de reprodução de peixes.

Tabela 1 - Pontos de amostragem de ovos e larvas de peixes na bacia do rio Negro, com os respectivos valores de fluxo médio diário de ovos e larvas.

Local	Rio	Fluxo de ovos+larvas (milhões de indivíduos/dia)
NEGRI	Negrinho	9,9
NEGRO	Negro	1,7
PEIXE	Peixe	137,3
RICO	Rico	110,7

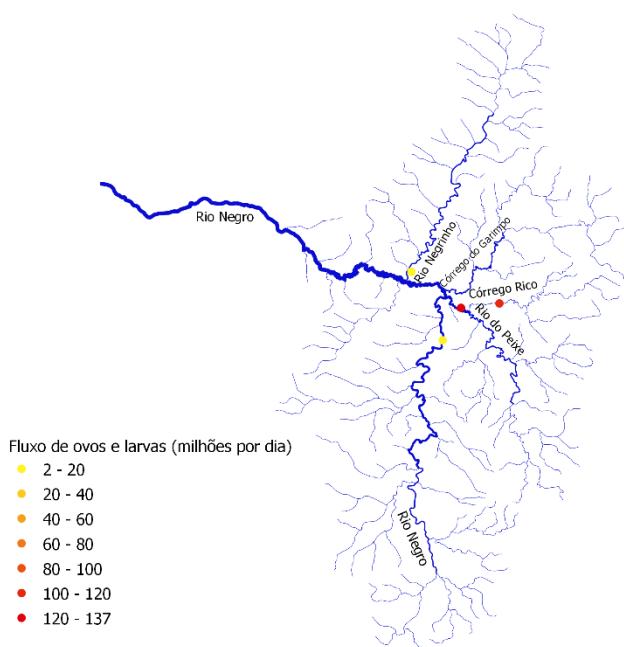


Figura 9- Mapa da localização dos pontos de coleta de ovos e larvas na bacia do rio Negro (cores indicam fluxo de ovos e larvas, de acordo com a legenda).

### Análise simplificada de cenários

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 10 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%.

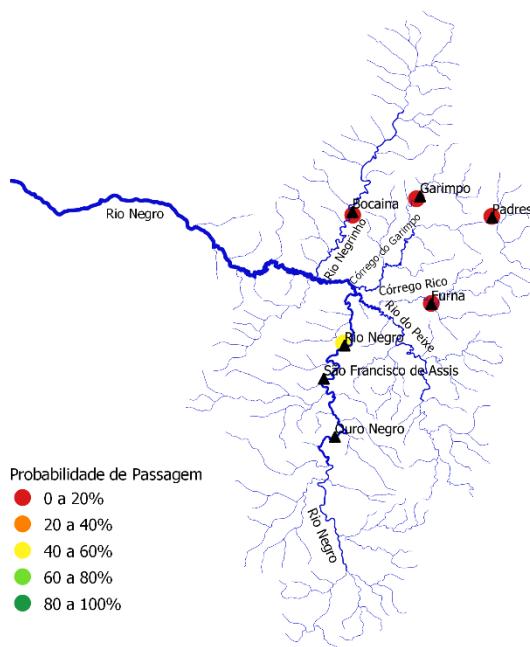


Figura 10- Localização de usinas hidrelétricas previstas no inventário e de obstáculos naturais relevantes para a migração de peixes na bacia do rio Negro (triângulos pretos indicam a localização das sete usinas previstas, círculos coloridos indicam a presença de obstáculos naturais, com probabilidade de passagem de acordo com a legenda).

O mapa da Figura 10 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.

## **Alterações no regime hidrológico**

### **Avaliação de alterações do regime sazonal**

Na bacia do rio Negro alguns trechos de rio imediatamente a jusante das barragens com valores um pouco mais altos de AH. A jusante da Barragem Rio Negro, por exemplo, o valor de AH fica na faixa de 5 a 10%. Entretanto, na transição para o Pantanal o valor de AH já cai para a faixa de 2,5 a 5% (Figura 11).

### **Avaliação de alterações do regime sub-diário**

Na bacia do rio Negro os efeitos são percebidos apenas até a confluência com o córrego Anhumas (Figura 12).

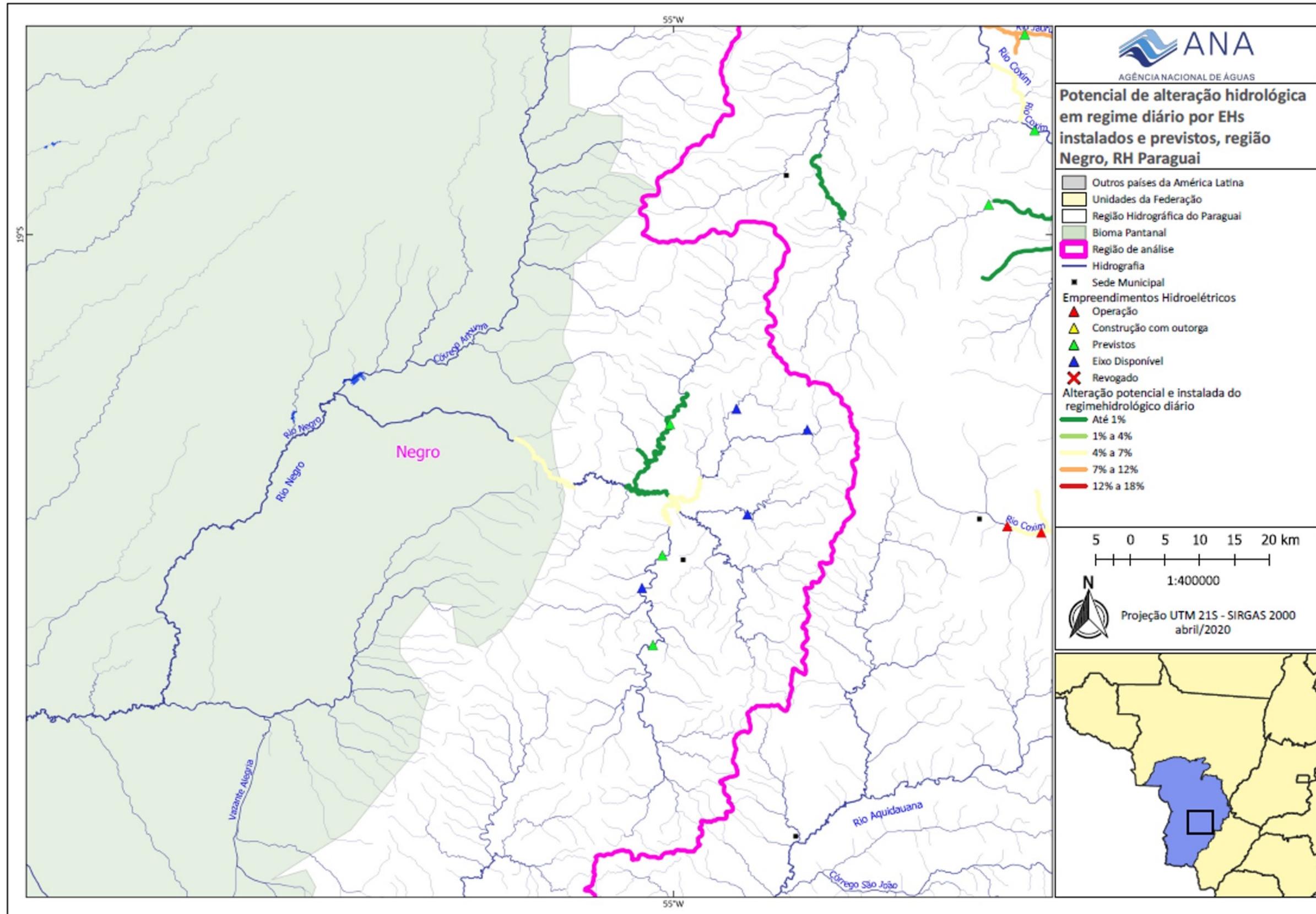


Figura 11 – Mapa de alteração de potencial hidrológico em regime diário na região da bacia do rio Negro.

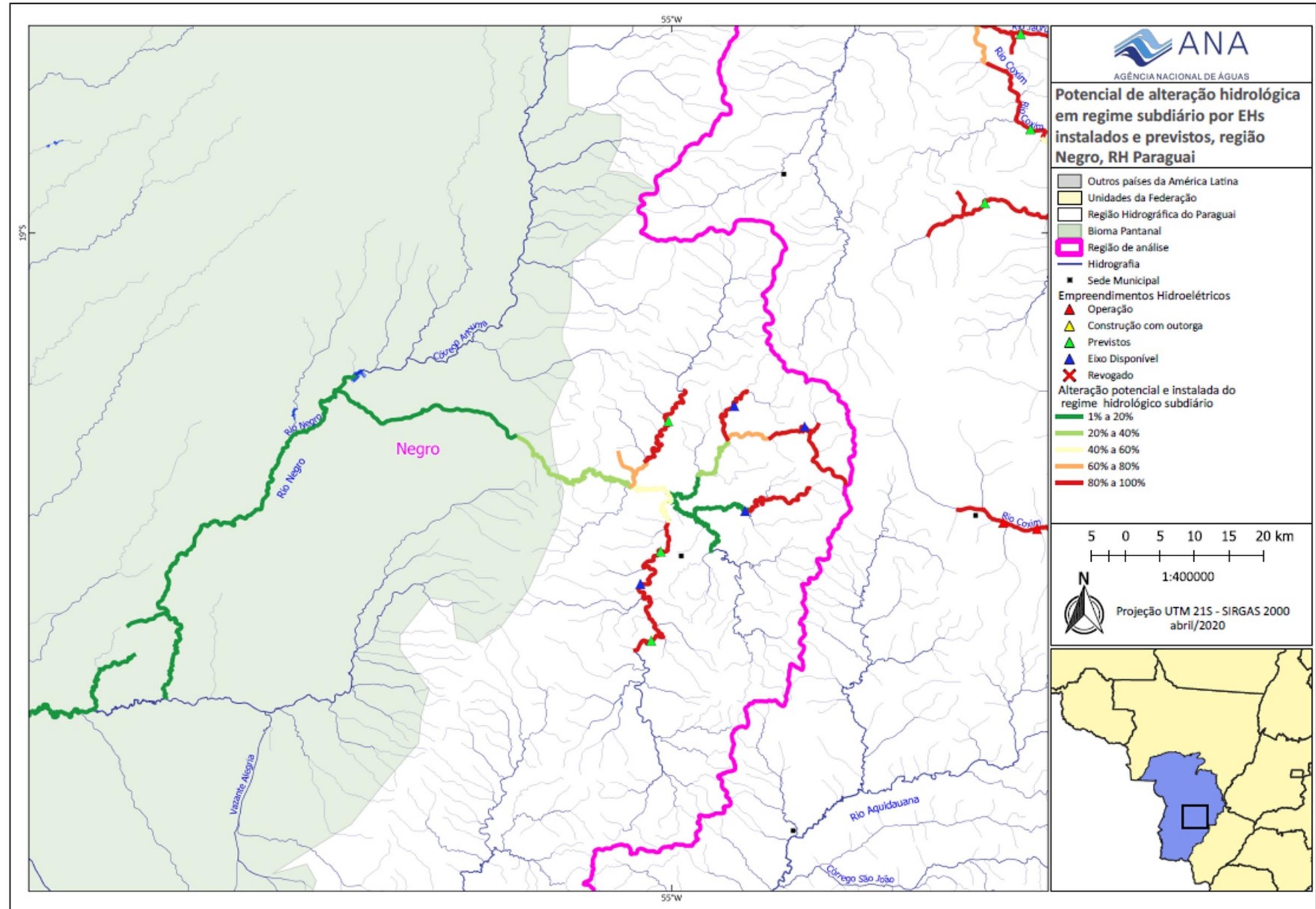


Figura 12 – Mapa de alteração de potencial hidrológico em regime sub-diário na região da bacia do rio Negro.

## **Avaliação da alteração da qualidade da água**

No Diagnóstico de qualidade da água e hidrossedimentologia (Produto 12) foram utilizadas diversas abordagens metodológicas para a avaliação de potenciais impactos decorrentes da instalação de empreendimentos hidrelétricos (EHs) previstos para a Região Hidrográfica do Paraguai (RHP), incluindo estimativas de cargas a partir de dados primários e secundários, monitoramento de alta frequência e análise do assoreamento dos reservatórios dos EHs em operação, além do uso de modelos para estimar a produção e o transporte de sedimentos e outros constituintes nos rios da RHP.

Aqui estão resumidos os resultados da aplicação de um modelo de Redes Neurais Artificiais (RNA) para a previsão de alterações, em termos de cargas anuais e percentuais, nos fluxos de sedimentos e nutrientes, decorrentes da instalação de EHs na região, visto que este é o objetivo do projeto dentro deste tema. Com base no modelo RNA e em todo o conjunto de resultados apresentado no Produto 12, foram definidos níveis de impactos potenciais no transporte constituintes da água importantes para a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas aquáticos com referência as variações naturais observadas neste estudo e em referências técnico-científicas (Tabela 2). Os resultados das alterações esperadas são apresentados na Tabela 2 e os impactos potenciais nas áreas com EH previstos estão espacializados na Figura 13.

Tabela 2. Níveis de impacto no transporte de constituintes da água.

Critério	Sedimentos, solutos dissolvidos, fósforo, carbono	Nitrogênio
<b>Baixo</b>	<b>0 -10%</b>	<b>0 -15%</b>
<b>Médio</b>	<b>10 – 20%</b>	<b>15 – 25%</b>
<b>Alto</b>	<b>&gt; 20%</b>	<b>&gt; 25%</b>

### ***Sub-bacia do rio Negro***

O rio Negro tem pequena contribuição de água para a bacia do rio Paraguai, com vazão média de 7,7 m<sup>3</sup>/s (QMLT). Na bacia do rio Negro não há PCHs em operação atualmente. Porém, há previsão de instalação de três EHs no curso do rio Negro, a montante da cidade de Rio Negro, além de quatro eixos disponíveis em seus tributários.

O modelo RNA forneceu previsões de alterações para três EHs com construção prevista para sub-bacia do Negro. Segundo o modelo, caso fossem todas instaladas, haveria uma retenção de 82% ou 4.142 kg/dia de sólidos suspensos (Qss) atualmente transportados no trecho estudado. As alterações previstas individualmente por EHs para sedimentos e nutrientes podem ser vistas na Tabela 3.

Apesar das cargas de sedimentos e nutrientes serem baixas em comparação com outros rios estudados na RHP, considerando as alterações nas cargas de sedimento e nutrientes e, sobretudo, a distância do local dos empreendimentos para o Pantanal, o potencial de alteração para o Pantanal foi considerado alto (Figura 13).

Tabela 3. Taxas de variação para os empreendimentos da previstos na bacia do Negro.

AHE previsto	Rio	Qss (ton/ano)	QN (kg/ano)	QP (Kg/ano)	Alteração Média Anual Qss (%)	Alteração Média Anual N (%)	Alteração Média Anual P (%)
Ouro Negro	Negro	-2594	-12203	-460	-79	-19	-8
São Francisco de Assis	Negro	-4663	-18986	-669	-83	-18	-7
Rio Negro	Negro	-5199	-21082	-724	-85	-18	-7

### **Possíveis implicações das alterações de qualidade de água para os usos múltiplos da água**

Os rios da RHP 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. 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 RHP, que já possui rios predominantemente oligotróficos. Nos períodos de cheia, quando os ecossistemas terrestres e aquáticos se conectam na planície de inundação, 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 afetarão a formação 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.

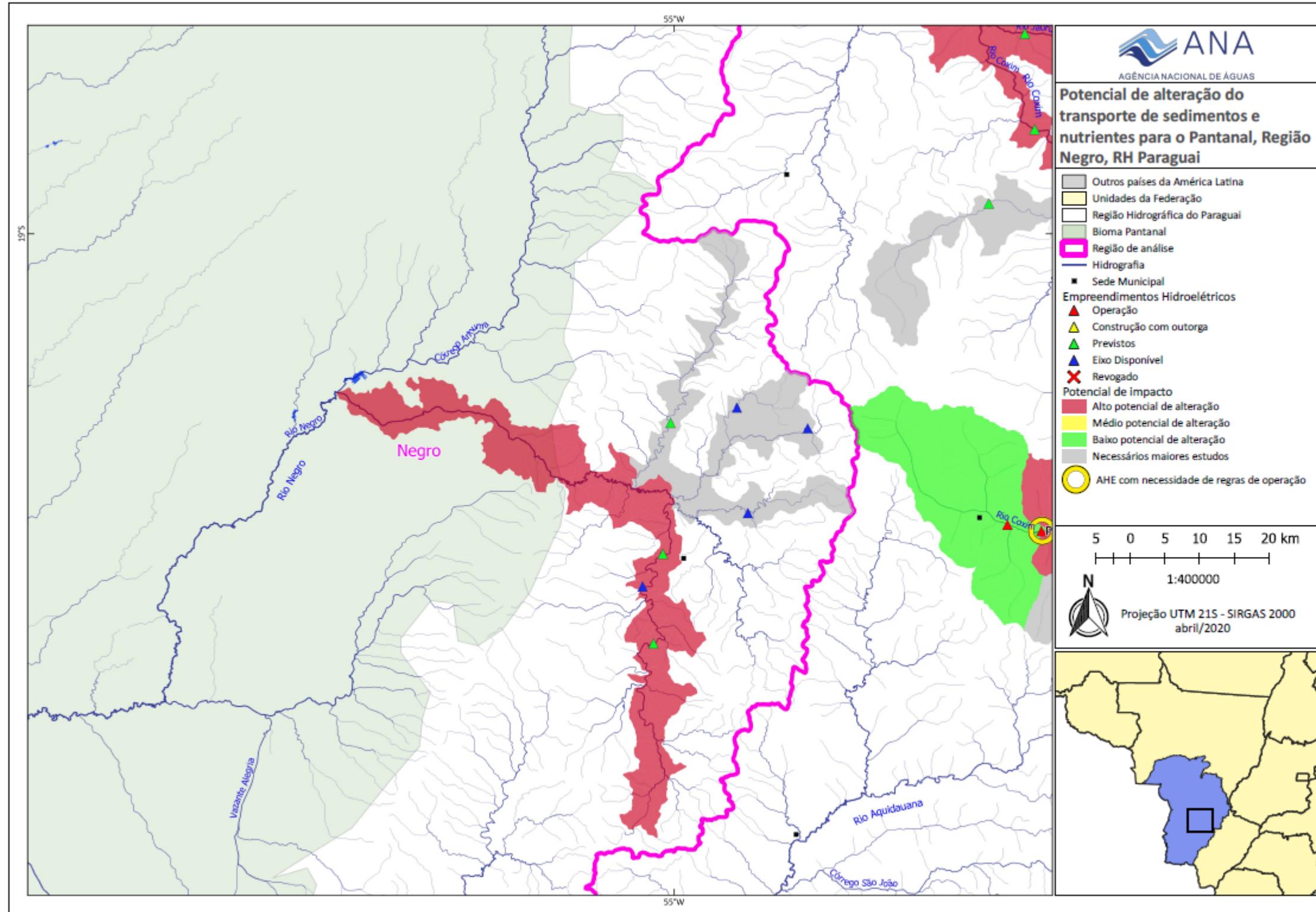


Figura 13- Potencial de alteração do transporte de substâncias entre o planalto (Bacia do Negro) e Pantanal devido a barramentos para geração de energia.

## **Zoneamento proposto**

Os resultados obtidos para a bacia do rio Negro indicam, por um lado, áreas que não se demonstraram estratégicas como rota migratória dos migradores, ou seja, importantes para a manutenção dos estoques pesqueiros, nem para a realização da pesca profissional artesanal. Por outro lado, os resultados também indicam áreas que se demonstraram extremamente estratégicas como rota migratória dos migradores e para a realização da pesca profissional artesanal, resultando no zoneamento apresentado na Figura 14.

As áreas das sub-bacias dos rios Negro e Negrinho, Alto Rico (área a partir e a montante da PCH prevista Furna) e dos Córregos Garimpo e Falha dos Padres são as de menor importância para o recurso pesqueiro, pela baixa desova de espécies migratórias nos períodos de análise ou pelo baixo impacto no índice de conectividade. Além disso, não há conflito de uso local pela proibição por lei de qualquer atividade pesqueira nessa bacia. Assim sendo, a instalação de novos empreendimentos nas sub-bacias mencionadas não provocará impactos negativos adicionais sobre o recurso pesqueiro na bacia do rio Negro, nem na RH Paraguai.

As áreas identificadas como extremamente importantes para a manutenção dos recursos pesqueiros são as sub-bacias do rio do Peixe e o baixo Rico (área a jusante da PCH prevista Furna). Nessas sub-bacias, a reprodução das espécies migradoras foi muito representativa (elevado fluxo de ovos e larvas de migradores) em relação a outras sub-bacias do Negro. A instalação de qualquer tipo de barramento nas bacias mencionadas interromperá a conectividade entre as áreas de jusante e a montante desses EHs, e consequentemente impedirá a chegada dos peixes migradores até as áreas de desova no tempo exato de maturação. Ao impedir a reprodução, poderá provocar impactos negativos sobre a manutenção dos estoques pesqueiros não somente na bacia do Negro, como também na RH Paraguai como um todo, configurando, portanto, um conflito de uso de caráter regional. No entanto, a eventual implantação da PCH Furna, prevista no rio Rico, dada a sua proximidade a uma barreira natural existente (cachoeira), não traria impactos adicionais na conectividade com a planície.

Em síntese, as **áreas não estratégicas** para a manutenção dos estoques pesqueiros e pouco relevante para a conexão entre a planície e o planalto são as bacias dos rios:

- Negro;
- Negrinho;
- Córregos Garimpo e Falha dos Padres;
- Alto Rico (área a partir e a montante da PCH prevista Furna).

As áreas **extremamente estratégicas** como rota migratória dos migradores, ou seja, que permitem a conexão entre a planície e áreas do planalto são as bacias dos rios:

- Baixo Rico (área a jusante da PCH prevista Furna);
- do Peixe.

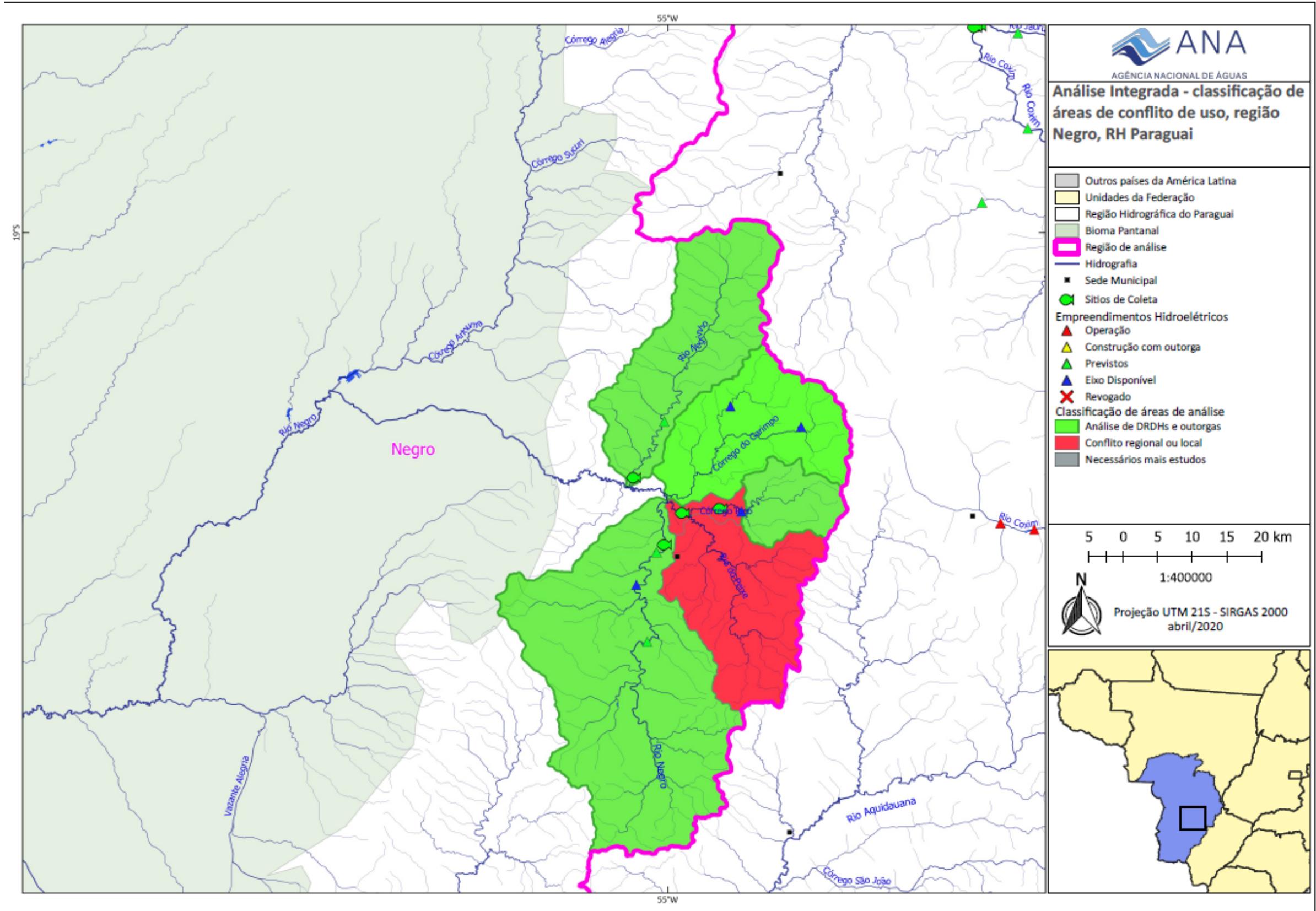


Figura 14 – Zoneamento proposto das áreas de menor e de maior importância para os recursos pesqueiros na bacia do rio Negro.

