

3. LEVANTAMENTO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS QUANTI-QUALITATIVAS DA RH-PARAGUAI

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO REGIME PLUVIOMÉTRICO E FLUVIOMÉTRICO REGIONAL

As condições climáticas influenciam praticamente todas as atividades humanas. O clima também afeta a formação e a dinâmica dos diferentes ecossistemas do Brasil, sendo importante ferramenta para o estudo, o planejamento e a gestão ambiental (SEMATEC/MS & IMASUL, 2010).

Com o objetivo de explicitar de maneira objetiva o regime de chuvas na região de interesse, foi confeccionado o mapa temático apresentado anteriormente na Figura 2.6, que retrata espacialmente o comportamento da precipitação anual média na RH-Paraguai.

Este mapa foi elaborado a partir dos dados de 193 estações pluviométricas selecionadas na RH-Paraguai e em seu entorno, em um raio de 200 km. Os pontos representativos da localização dos postos apresentam densidade de ocorrência bastante homogênea na RH-Paraguai, garantindo uma boa representação, do ponto de vista geográfico, das informações pluviométricas. Ademais, as estações selecionadas contam, de modo geral, com um período de 40 anos de dados (1968-2007), garantindo também a boa representação temporal dos dados considerados na análise.

No tocante à caracterização fluviométrica, a abrangência espacial e temporal da rede de monitoramento selecionada também se mostra bastante adequada, tendo-se feito uso de séries fluviométricas observadas em 52 estações, que se estendem, de modo geral, por um período de 40 anos (1968-2007). As estações fluviométricas selecionadas no estudo são ilustradas na Figura 3.1.

Os dados pluviométricos e fluviométricos utilizados são oriundos do Sistema de Informações Hidrológicas – Hidro da ANA. As estações disponíveis passaram por uma seleção, em função de sua localização e do período de disponibilidade de dados, e ainda, em função de sua utilização prévia no projeto intitulado “Qualificação de dados hidrológicos e reconstituição de vazões naturais no País” (ANA, 2011), no qual foram objeto de análise de consistência, preenchimento e extensão de séries e reconstituição de vazões naturais.

Teve-se, assim, o cuidado em fazer uso das séries já analisadas e consagradas em estudos anteriores, devidamente consistidas e preenchidas, uma vez que os critérios de escolha dos postos se orientaram pela necessidade de obtenção de séries de precipitações e vazões tão abrangentes na dimensão espacial quanto na dimensão temporal.

Vale observar que a caracterização fluviométrica e da disponibilidade hídrica superficial da RH-Paraguai baseou-se nas vazões características (Q_{MLT} - vazão média de longo termo e Q_{95} - vazão com permanência de 95%) calculadas a partir das séries de vazões diárias das estações fluviométricas selecionadas, portanto é tão melhor representada quanto maior for a qualidade e a extensão dessas séries.

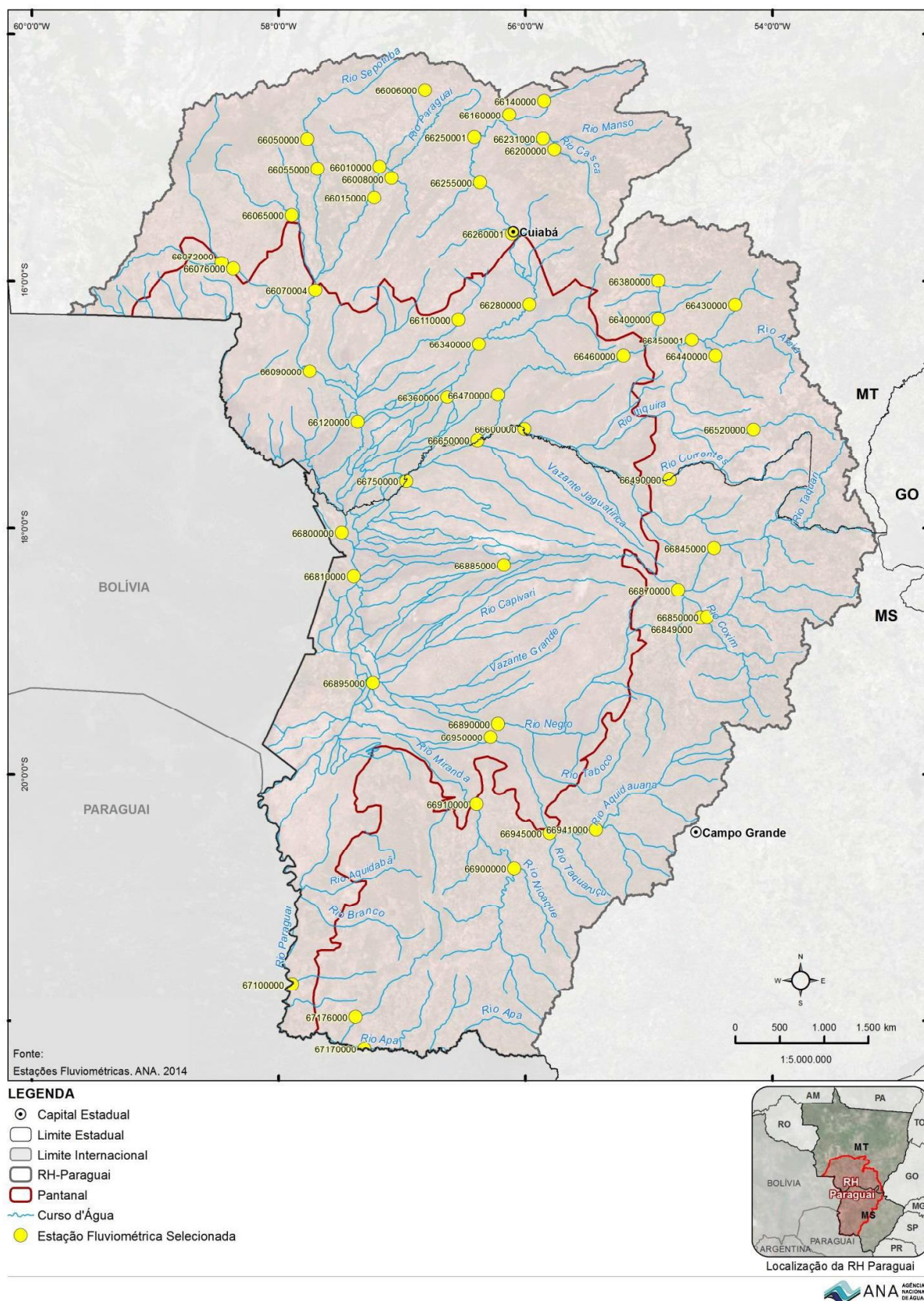


Figura 3.1 – Estações fluviométricas selecionadas

A configuração da distribuição de chuvas apresentada na Figura 2.6 reflete regionalmente os principais determinantes das alturas pluviométricas médias anuais. A região é cenário de expressiva amplitude pluviométrica e de produção hídrica, com destaque para os seguintes aspectos delineados à luz do conhecimento da região:

- ✓ A precipitação média anual na RH varia entre 800 e 2.000 mm. A média anual resultante na RH-Paraguai é de 1.368 mm, sendo que no período chuvoso (outubro a março/abril) concentram-se praticamente 70% da chuva anual;
- ✓ Variações topográficas mais acentuadas (planaltos e planícies) têm correspondência direta na topologia e na distribuição das chuvas;
- ✓ A porção norte da RH-Paraguai concentra os maiores índices pluviométricos da região – recebendo ainda influência de formações climáticas da bacia contígua: a Amazônia - enquanto a diminuição é gradual em direção à planície pantaneira;
- ✓ A combinação de aspectos de natureza física e climatológica constitui-se forte determinante do comportamento fluvial regional;
- ✓ A disponibilidade hídrica acompanha as condições climáticas, notadamente a altura pluviométrica média anual (conforme se observará mais adiante, na Figura 3.2 e na Figura 3.3) e os condicionantes do tipo de vegetação e evapotranspiração.

A Figura 3.2 e a Figura 3.3 ilustram a distribuição da produção hídrica específica na RH-Paraguai. Observam-se vazões específicas mais elevadas na área de planalto, principalmente mais ao norte da região hidrográfica. As estações com menor produção de água são localizadas na área de planície, ao sudoeste da RH-Paraguai. Percebe-se assim uma clara concordância entre a produção de água e os condicionantes acima tratados.

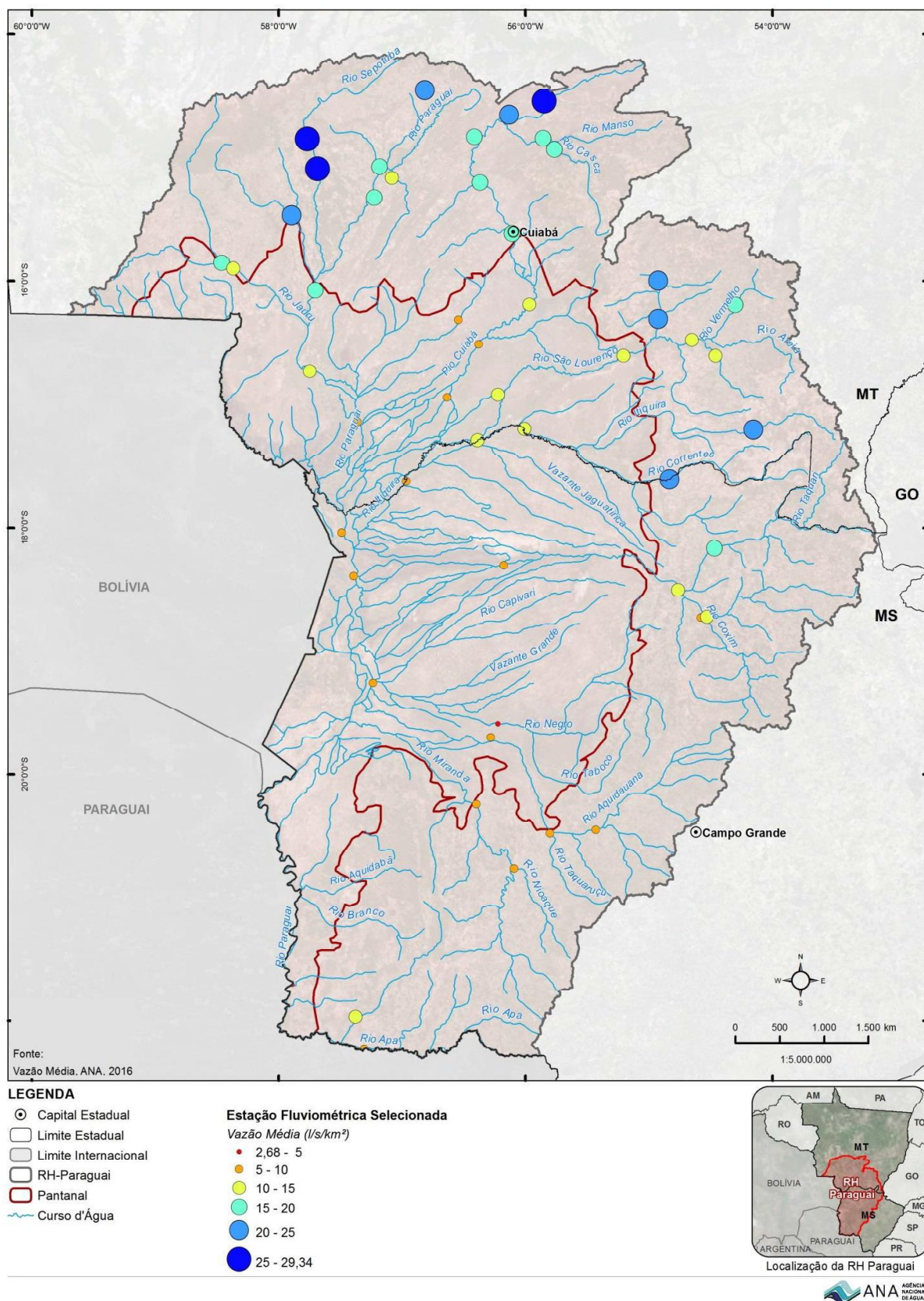


Figura 3.2 – Vazão específica média de longo termo nas estações fluviométricas selecionadas

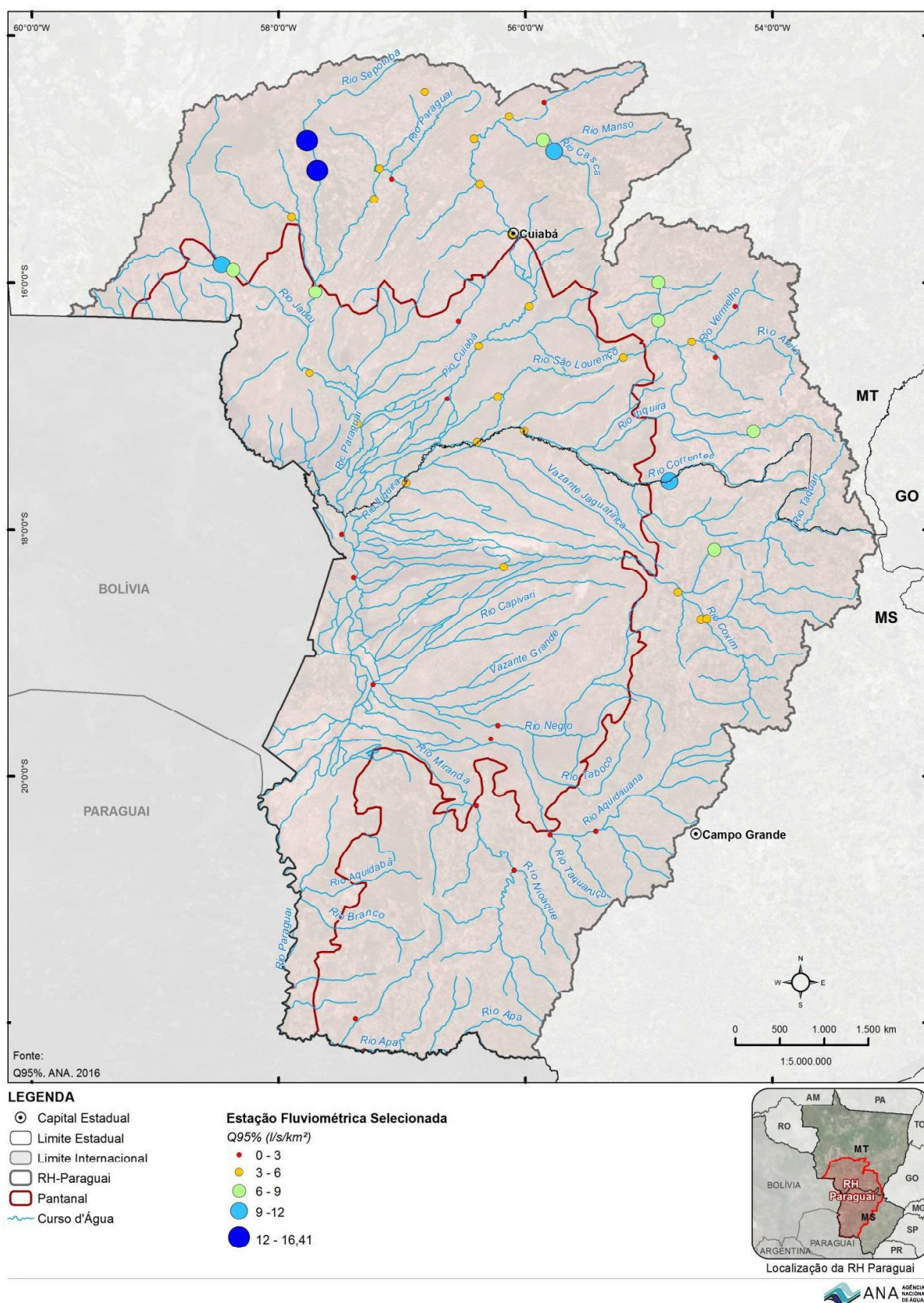


Figura 3.3 – Vazão específica com 95% de permanência nas estações fluviométricas selecionadas

Cumprir destacar ainda que, na região de planalto, a hidrologia é semelhante a das demais regiões do Brasil com escoamento contínuo e alta correlação precipitação-vazão. Já a planície possui baixa capacidade de escoamento do fluxo de água, facilitando inundações naturais periódicas e o amortecimento e defasagem dos picos de vazões na medida em que se desloca para jusante, adentrando a região de planície. Em alguns casos, a influência da regularização natural da planície é tão significativa que o hidrograma a jusante praticamente não apresenta pico – situação que se verifica no rio Aquidauana entre os postos fluviométricos de Palmares, Aquidauana e Porto Ciriaco, e no rio Cuiabá, entre os postos Cuiabá, Barão de Melgaço, Porto Cercado e São João (ANA, 2014a).

A ocorrência de inundações naturais, muitas vezes afetando extensas áreas na região da planície pantaneira, leva ao surgimento de escoamentos independentes do fluxo principal na calha do curso d'água. Parte do volume extravasado pode ficar armazenada na planície e não retornar ao fluxo principal (vide Figura 3.4), sendo perdida por evapotranspiração e infiltração, ou retornar parcialmente com a passagem de uma nova onda de cheia. Nas áreas de planície, a precipitação direta é pequena e a evapotranspiração tem papel preponderante no balanço hídrico.



**Figura 3.4 – (a) Foto da planície pantaneira durante as inundações;
(b) Foto da planície pantaneira durante a estiagem (Tucci, acesso em jan/2017)**

A variabilidade interanual é outro aspecto relevante na RH-Paraguai. A título de exemplo, destacam-se as vazões observadas no rio Paraguai em Porto Murtinho (Figura 3.5), em particular no ano de 2009, extremamente seco, em que se registraram, em todos os meses do ano, vazões médias mensais abaixo das médias mensais do período histórico e, em consequência, também vazão média anual abaixo da média anual do período histórico. Em contrapartida, o ano de 2011 (apenas dois anos depois) caracterizou-se por elevadas vazões, com valores médios mensais bem superiores às médias mensais do período histórico entre março e outubro.

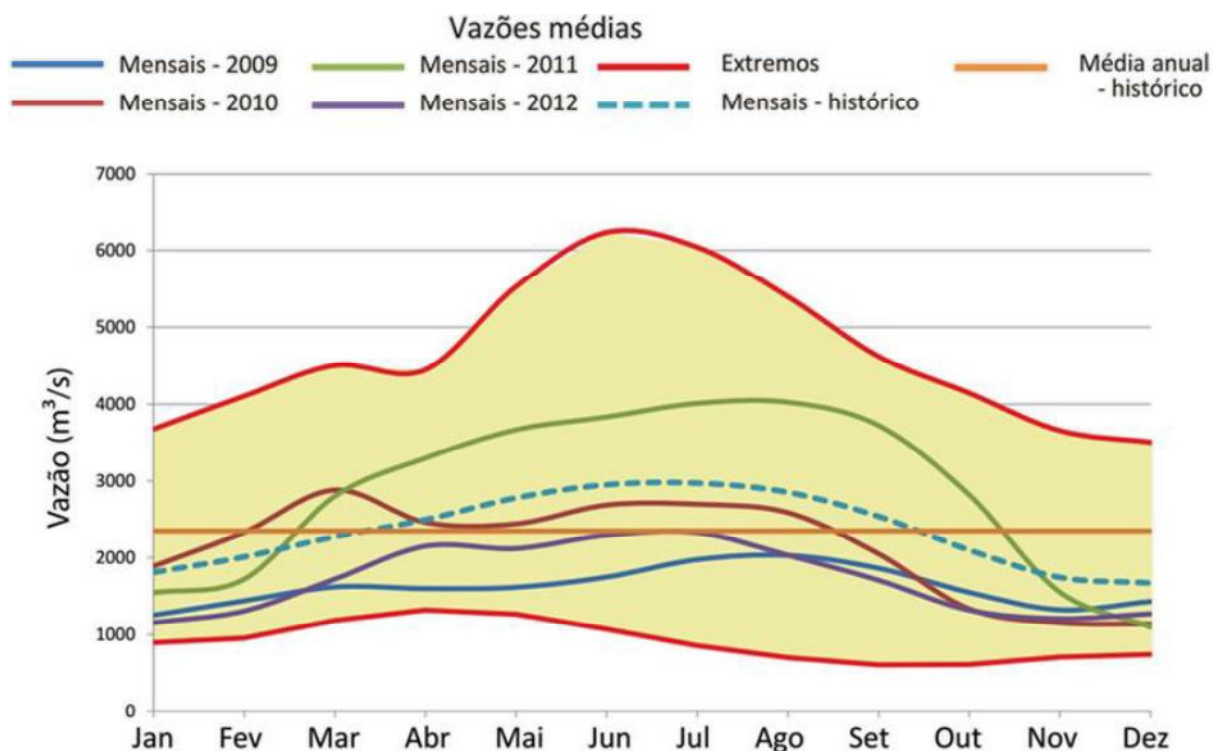


Figura 3.5 – Vazões médias mensais no rio Paraguai em Porto Murtinho (Fonte: ANA, 2014a)

O comportamento estatístico das séries selecionadas de precipitações e vazões quanto à estacionariedade também foi avaliado nos trabalhos. Foram avaliadas eventuais mudanças nesse comportamento nas seguintes séries hidrometeorológicas: (i) vazões observadas médias, mínimas de 7 dias e máximas; (ii) vazões naturais afluentes aos 4 principais aproveitamentos hidrelétricos localizados na RH-Paraguai (Jauru, Manso, Ponte de Pedra e Itiquira); e (iii) totais anuais precipitados e do número de dias com chuva superior a 5 mm registrada na bacia.

As principais medidas de avaliação das eventuais mudanças no regime hidrológico na RH-Paraguai foram realizadas, inicialmente, a partir de uma análise exploratória dos dados (AED) hidrológicos disponíveis e, posteriormente, por meio de testes estatísticos de estacionariedade que demonstrassem, objetivamente, se as eventuais diferenças detectadas eram estatisticamente significantes.

A partir destas análises, observou-se que os valores de vazões mínimas e médias registrados mais recentemente estão maiores que os registrados no passado, sendo encontradas evidências significativas deste aumento em aproximadamente metade das estações analisadas.

O aumento nas vazões mínimas e médias está em grande parte dos casos associado à extensão das séries e ao início do período de observação, uma vez que muitas delas iniciam-se no ciclo de seca mais severa observado na bacia, ocorrido na década de 60, pois quando se compara os valores mais baixos deste período com os valores bem superiores do período mais recente, acaba-se por estimar uma tendência de ascensão das vazões (sentido crescente). Para as

estações localizadas no rio Cuiabá a jusante da UHE Manso, o aumento significativo das vazões mínimas ocorrido após o ano 2001 deve-se à entrada em operação desta UHE, localizada no rio Manso, afluente do rio Cuiabá.

Ainda para as vazões mínimas e médias, a análise das séries de vazões naturais dos 4 principais aproveitamentos hidrelétricos localizados na RH-Paraguai permitiu verificar que, nas UHEs Jauru e Manso, localizadas na parte mais alta da região, os resultados foram significativos de tendência decrescente e salto menor após 1990. Já nas UHEs Itiquira e Ponte de Pedra, localizadas mais próximas à planície, os resultados foram significativos de tendência crescente e salto maior após 1990.

No caso das vazões máximas, as mudanças observadas não foram significativas, tanto nas séries das estações fluviométricas como nas séries de vazões naturais dos 4 principais aproveitamentos hidrelétricos localizados na RH-Paraguai. Além disso, não houve um sentido de aumento ou diminuição predominante nas séries.

Na análise das séries de chuvas, notadamente nos totais anuais e no número de dias com chuvas superiores a 5 mm, não foram encontradas evidências significativas para rejeição da hipótese nula de estacionariedade em grande parte das séries. Os resultados significativos foram, em sua maioria, pela diminuição da chuva na bacia, seja em termos de magnitude, seja em termos de número de dias com chuva. Ressalta-se que estes resultados também podem estar influenciados pela extensão das séries e pelo início do período de observação.

Analisando conjuntamente as séries pluviométricas e fluviométricas, verifica-se que o aumento gradual observado nas vazões mínima e médias em grande parte das estações não é explicado pela componente chuva, sugerindo (a despeito dos fatores ligados à representatividade das séries) que este aumento possa estar associado a outras causas, em particular às alterações ocorridas no uso do solo, notadamente a partir da década de 1970.

Nos itens a seguir, a aplicação de metodologias específicas permitirá explorar e aprofundar o conhecimento sobre as disponibilidades hídricas quantitativas e qualitativas na RH-Paraguai.

3.2 *DISPONIBILIDADES HÍDRICAS QUANTITATIVAS*

3.2.1 *Águas Superficiais*

Os estudos para estabelecimento da disponibilidade hídrica superficial da RH-Paraguai foram elaborados pelo Núcleo de Estudos Hidrológicos da Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos da ANA, e consubstanciados na Nota Técnica nº 026/2014/NHI/SPR/ANA, de 29 de setembro de 2014 (ANA, 2014a). A metodologia utilizada baseia-se na regionalização de vazões, brevemente descrita na continuação.

Os estudos partiram da base integrada digital do Brasil ao milionésimo, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2003), na qual a bacia do rio Paraguai encontra-se subdividida em 8.278 cursos d'água e respectivas microbacias. Uma vez determinadas as vazões em cada trecho de rio desta base, as mesmas foram convertidas para a escala de trabalho (1:250.000),

obtendo-se, desta forma, as vazões regionalizadas nas cerca de 33 mil microbacias delimitadas pela ANA na bacia do rio Paraguai.

Uma vez definidas as estações fluviométricas a serem utilizadas no estudo (Figura 3.1) e consolidadas suas vazões características (Q_{MLT} - vazão média de longo termo e Q_{95} - vazão de estiagem com permanência de 95%), realizou-se a regionalização de vazões para a determinação da disponibilidade hídrica superficial da RH-Paraguai, transferindo-se para as microbacias e respectivos trechos da hidrografia as vazões características das estações selecionadas.

O método de regionalização de vazões adotado consiste em considerar como região homogênea a área incremental entre duas ou mais estações fluviométricas, admitindo-se em cada região (área incremental) uma vazão específica incremental constante, resultado da diferença entre a vazão do posto de jusante e as vazões dos postos imediatamente a montante dividida pelas respectivas diferenças de área, conforme ilustra a Figura 3.6. No caso de posto de cabeceira (quando não existem estações a montante), a região homogênea é a área de contribuição do posto e a vazão específica incremental é a própria vazão específica do posto.



Figura 3.6 – Região homogênea definida pela área incremental entre estações fluviométricas

Nas regiões homogêneas, as respectivas vazões incrementais foram computadas em nível de microbacias, pela relação entre áreas de drenagem, mantendo-se assim o balanço de massas. Finalmente, com as vazões incrementais determinadas trecho a trecho da hidrografia, foi feita sua acumulação de montante para jusante, também em nível de microbacias, através da soma de todos os valores de vazão incremental das microbacias a montante.

Cabe destacar uma particularidade verificada na região da planície pantaneira, que ocorre devido às trocas de água entre os cursos d'água principais e a região de planície: a existência de estações fluviométricas com vazões incrementais negativas, representativas das trocas de água do rio para a planície, e de estações fluviométricas com vazões incrementais muito elevadas, representativas das trocas de água da planície para o rio.

A vazão de estiagem de 95% de permanência (Q_{95}) foi adotada como valor representativo da disponibilidade hídrica superficial, empregando-se ainda o conceito que tem sido implementado pela ANA para a base de Disponibilidade Hídrica Nacional.

Neste contexto, consideram-se os efeitos decorrentes das restrições operativas dos reservatórios do setor elétrico com capacidade de regularização, conforme estudo de “Inventário das restrições operativas hidráulicas dos aproveitamentos hidrelétricos” (ONS, 2014). No caso da RH-Paraguai, considerou-se apenas o efeito da restrição operativa do reservatório da UHE Manso⁹, dado que os demais reservatórios da bacia operam a fio d’água.

Os resultados da regionalização realizada na RH-Paraguai para as vazões Q_{MLT} e Q_{95} são apresentados na Figura 3.7 e na Figura 3.8, para as microbacias delimitadas na escala 1:250.000. Destaca-se que 80% da vazão produzida na RH-Paraguai é proveniente do planalto, e apenas 20% da vazão é produzida na região de planície. Este resultado é condizente com a produção de água observada nas estações fluviométricas (vazões específicas mais elevadas na área de planalto e mais reduzidas na área de planície, conforme se observa na Figura 3.2 e na Figura 3.3) e novamente concordante com a distribuição da precipitação na bacia (ilustrada na Figura 2.6).

⁹ Nos trechos de rio a jusante da UHE Manso, a disponibilidade hídrica foi considerada igual à vazão defluente mínima definida pelo ONS (95 m³/s) acrescida da vazão com permanência de 95% da área incremental.

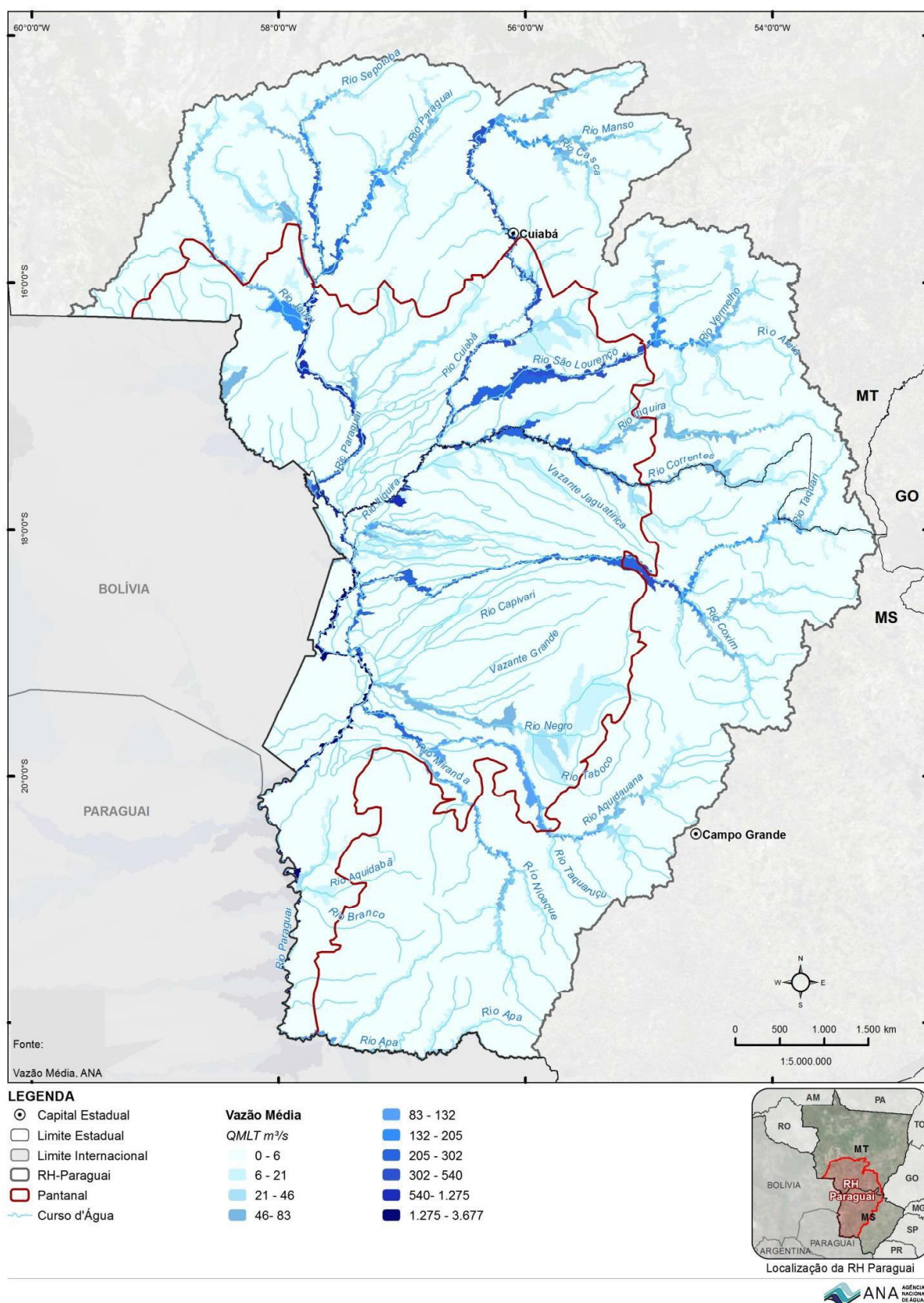


Figura 3.7 – Vazão média de longo termo (Q_{MLT}) regionalizada na RH-Paraguai

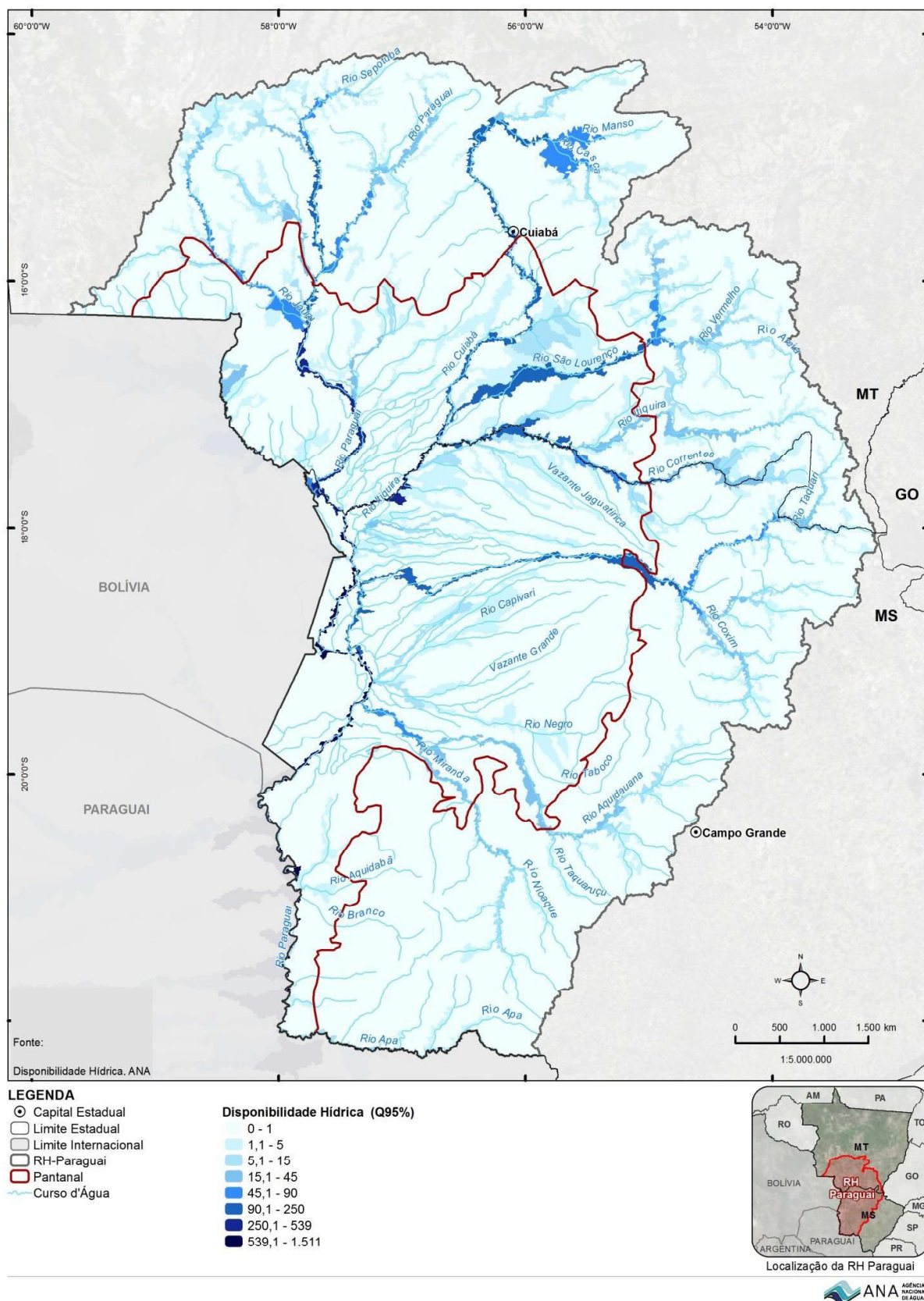


Figura 3.8 - Disponibilidade Hídrica (Q₉₅) regionalizada na RH-Paraguai

3.2.2 Considerações sobre Vazões Ambientais

Tal como acima descrito (item 3.2.1), considera-se a vazão de estiagem de 95% de permanência (Q_{95}) como valor representativo da disponibilidade hídrica superficial (conceito que tem sido implementado pela ANA para a base de Disponibilidade Hídrica Nacional). Enquanto a vazão representa com segurança estatística a disponibilidade hídrica total, ou seja, a “presença” da água, não se faz equivaler à disponibilidade hídrica outorgável para fins de retirada. Esta requer considerar, além da disponibilidade garantida, as necessidades de manutenção de uma vazão mínima considerando as variações intra e inter-anuais do regime hidrológico natural do curso d’água, ou seja, da manutenção do ecossistema fluvial.

As bases normativas para a consideração das vazões ecológicas são dadas pela Resolução CONAMA nº 357/2005, pela Instrução Normativa nº 4/2000 do Ministério do Meio Ambiente¹⁰ e pela Resolução nº 16/2001 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH. O que se apresenta pela Resolução do CNRH, no Artigo nº 21, é a definição de vazão mínima como sendo aquela necessária à prevenção da degradação ambiental, à manutenção dos ecossistemas aquáticos e à manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário, quando couber, entre outros usos. Já a Instrução Normativa do MMA, no Anexo I, define o conceito de vazão ecológica como sendo a vazão mínima necessária para garantir a preservação do equilíbrio natural e a sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos.

Já a Resolução CONAMA nº 357/2005, em seu Artigo nº 2, define não a vazão ambiental, mas sim a vazão de referência, como: *“Vazão do corpo hídrico utilizada como base para o processo de gestão, tendo em vista o uso múltiplo das águas e a necessária articulação das instâncias do Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SINGREH”*. Tem-se, assim, a base de articulação necessária entre a Política Ambiental (Lei nº 6.938 de 1981) e a Política de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433 de 1997). A mesma resolução, em seu Artigo nº 10, trata da adoção de vazões de referência para aferir o enquadramento qualitativo: *“Os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência”*.

Nota-se que enquanto a Resolução CONAMA nº 357/2005 define as vazões de referência e sua necessária articulação com os usos múltiplos, trata exclusivamente do enquadramento qualitativo - não há resolução equivalente para fins quantitativos. Compreendendo-se que os critérios para outorga quantitativa consideram a maior garantia possível de disponibilidade hídrica aos usos antrópicos, tem-se como resultado um balanço entre esta garantia de quantidade e o atendimento à classe de enquadramento, notadamente quanto à capacidade do corpo d’água em diluir efluentes. Não há, portanto, consideração explícita sobre as vazões mínimas e máximas definidas como vazões ambientais ou ecológicas.

¹⁰ A Instrução Normativa nº 4/2000 do Ministério do Meio Ambiente traz os procedimentos administrativos para a emissão de outorga de direito de uso de recursos hídricos em corpos d’água de domínio da União.

Na RH-Paraguai, tanto a ANA quanto os estados de Mato Grosso (com base na Resolução CEHIDRO nº 27/2009) e de Mato Grosso do Sul (com base na Resolução CERH/MS nº 25/2015) adotam o valor de 70% da vazão Q_{95} como vazão máxima outorgável para usos consuntivos. Trata-se, portanto, de uma forma estatística e indireta de se considerar as demandas ecossistêmicas com base em uma vazão de referência.

Segundo Garcia e Andreazza (2004), as vazões ambientais são de fato definidas de forma indireta por meio dos critérios de outorga de direitos de uso da água. Os autores pontuam que, em geral, tais critérios definem um valor mínimo constante com apoio em parâmetros hidrológicos. Tais critérios não consideram variáveis ecossistêmicas e não se apoiam em estudos posteriores que permitam legitimar a decisão tomada, especialmente no que se refere ao acompanhamento da conservação das comunidades e populações bióticas do ecossistema fluvial ao longo do tempo.

Na prática, portanto, os critérios de outorga adotam a vazão de referência para garantir o atendimento aos usos antrópicos (água como recurso hídrico), faltando assim a definição das quantidades de água (água como componente ecossistêmico) - dentro da classe de enquadramento - que deverão permanecer no sistema hídrico a título de vazão ambiental.

De acordo com Pinto et al. (2016), apesar de a legislação brasileira explicitar a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades bióticas e sua integração com a gestão ambiental, essa ainda se apoia em uma base conceitual de vazões remanescentes, associadas às metodologias hidrológicas quantitativas, precursoras das metodologias ecológicas e ambientais. Os autores concluem que, apesar do conceito de vazões ambientais ser amplamente aceito, não existe nenhuma legislação estadual ou mesmo federal que tenha incorporado em seu texto a importância da adoção de hidrogramas ecológicos e a sazonalidade da oferta hídrica.

Garcia e Andreazza (2004), em revisão bibliográfica sobre a importância da manutenção das funções ecossistêmicas fluviais, pontuam:

- ✓ Em sendo um rio um sistema pulsátil, regulado pelo regime hidrológico de sua bacia hidrográfica, trecho a trecho as condições do ambiente fluvial se alteram em função do regime de escoamento do curso d'água (Schwarzbold, 2001; apud Garcia e Andreazza, 2004);
- ✓ A sazonalidade das vazões fluviais é a variável que atua de modo mais decisivo no comportamento do ecossistema aquático, e da denominada zona de transição terrestre/aquática - nessa zona, que se apresenta ora inundada, ora emersa, dá-se a conexão entre o rio propriamente dito e as ricas fontes de recursos biológicos localizadas nas margens e várzeas, produzindo-se uma rápida ciclagem de matéria orgânica e nutrientes, do que resulta uma produção primária maior do que a que ocorre na calha principal de cursos d'água regularizados (Junk et al., 1989, apud Garcia e Andreazza, 2004);

- ✓ Os pulsos de inundação, conceito este tão crucial à compreensão da RH-Paraguai, tem como principais agentes associados a esse processo a vegetação, os nutrientes, os detritos e os sedimentos, estando os organismos aquáticos adaptados a eles e dependentes dos processos a ele associados para manutenção da estrutura das suas populações e comunidades (Middleton, 2000, apud Garcia e Andreazza, 2004);
- ✓ Quanto maior for a sazonalidade do ambiente, mais marcantes são algumas das características da ictiofauna: as populações flutuam grandemente por migrações e por multiplicação rápida; os ciclos de vida são curtos, a maturação é precoce e a longevidade é baixa; as taxas de crescimento são rápidas; a desova, sazonal, se dá em resposta rápida ao suprimento de nutrientes; a razão produção/biomassa é alta; a seleção predominante dá-se por agentes abióticos e bióticos (Lowe-McConnell, 1999, apud Garcia e Andreazza, 2004).

Algumas políticas de recursos hídricos e leis de águas têm inserido nas suas diretrizes a obrigatoriedade de estabelecimento de vazões ambientais que levem em conta a preservação do regime hidrológico dos cursos d'água, por ocasião da elaboração de planos de bacia e do planejamento de uso dos recursos hídricos, como é o caso da Espanha, da África do Sul e da Austrália, respectivamente analisados por Criado et al., 2000; Jordanova et al., 2002; e Maheswaran e Deen, 2000, apud Garcia e Andreazza, 2004.

Os benefícios ecossistêmicos do respeito às vazões ambientais podem ser melhor apreciados quando há a retirada de infraestruturas físicas ou a modificação radical de suas operações para a “renaturalização” de corpos d'água. Enquanto são diversos os projetos de restauração das condições naturais dos regimes hidrológicos¹¹, os efeitos potenciais da manutenção de adequada vazão ambiental podem ser ilustrados por Lamouroux (1999): o autor conclui que o acréscimo de vazão no rio Reno, na França (de 20 para 100 m³/s entre 1996 e 2001) resultou em uma presença de 36% de espécies de peixes nativos, contra 17% sob menores vazões.

Enquanto há consenso em relação à necessidade de se estabelecerem as vazões ambientais, situação oposta se verifica quanto à melhor forma de fazê-lo. Segundo Sarmiento (2006), ao analisar o estado da arte acerca da vazão ambiental no Brasil e no mundo, embora existam inúmeros métodos para a determinação dessa vazão, os resultados são díspares e sublinham a variação da complexidade de tal aplicação. O autor reforça que a complexidade dos estudos de vazão ambiental é dependente dos objetivos e dos recursos necessitando proteção, bem como a magnitude do projeto em questão.

Sarmiento (2006) levanta cerca de 207 metodologias, distribuídas em 44 países, para a avaliação da vazão ambiental, classificando-as em cinco grandes grupos, quais sejam: hidrológicas (30%), hidráulicas (11%), habitat (28%), holística (8%) e outros (23%).

¹¹ Os exemplos perpassam: os EUA (Bayley, 1995; Middleton, 2002; Gray et al., 2002), a Espanha (Yuste et al., 2001), a Nigéria e o Senegal (Ramsar Convention, 2002), a Suíça (Peter, 2002; Scheurer e Molinari, 2003), a Inglaterra, a França, a Alemanha e a Suécia (River Restoration Centre, 2002).

- ✓ Métodos Hidrológicos: utilizam séries temporais de vazões para fazer recomendações sobre a vazão ambiental, geralmente fixando um percentual ou proporção da vazão natural para representar a vazão ecológica;
- ✓ Métodos Hidráulicos: consideram as mudanças em variáveis hidráulicas como perímetro molhado ou profundidade máxima, medidas em uma mesma seção transversal do rio, sendo que as vazões ecológicas são obtidas por meio de gráfico no qual é representada a variável em estudo e a vazão;
- ✓ Baseadas em Habitat: implicam na determinação de uma relação de vazão-habitat para garantir a qualidade do ambiente físico de espécies de fauna e flora em análise;
- ✓ Métodos Holísticos: identificam eventos críticos de vazão em função do critério estabelecido para sua variabilidade, para alguns componentes ou parâmetros do ecossistema do rio, podendo assim combinar resultados dos demais métodos.

Abaixo apresentam-se, brevemente, os principais métodos sob cada tipologia.

✓ ***Método Hidrológico de Tennant***

Segundo o extenso levantamento de Sarmento (2006), o mais utilizado dentre os métodos hidrológicos é o de Tennant, desenvolvido em 1975. O método, inclusive, foi aplicado no Brasil pela ANA no Estudo Técnico nº16 de apoio ao Plano de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco em 2004 (ANA, 2004).

Sua aplicação requer a confiabilidade dos dados da série histórica hidrológica, e a vazão média de longo termo trabalhada, muitas vezes, não reflete o aspecto sazonal da hidrologia do local. Por outro lado, o método tem custo baixo, é rápido e fácil, sem necessidade de medições de campo (embora estas auxiliem na validação dos resultados). Por fim, o autor cita que os resultados são relativamente consistentes quando aplicados em rios de diferentes regiões.

Trata-se da recomendação de vazão ambiental baseada em um conjunto de variações relativas à vazão média de longo termo, calculada para o local desejado recorrendo-se a variáveis hidrológicas. Tennant definiu o ecossistema fluvial em função da vazão, expressa em porcentagem, com relação à vazão média de longo termo do rio, calculado para o local desejado.

De forma geral, o método deve ser adaptado à situação específica e às informações disponíveis, bem como ao regime natural de vazões na região em que é aplicado. O Quadro 3.1 apresenta a recomendação de vazões para a sobrevivência de peixes, manutenção da vida aquática e recreação.

QUADRO 3.1 – RECOMENDAÇÃO DE VAZÕES PELO MÉTODO DE TENNANT PARA A SOBREVIVÊNCIA DE PEIXES, MANUTENÇÃO DA VIDA AQUÁTICA E RECREAÇÃO

Condição do Rio	Vazão recomendada (% Q_{mlt})	
	Período seco	Período chuvoso
Excepcional	40	60
Excelente	30	50
Boa	20	40
Regular ou em degradação	10	30
Má ou ruim	10	10

Fonte: adaptado de Sarmento, 2006.

✓ **Método Hidráulico do Perímetro Molhado**

Já o método hidráulico de mais ampla utilização é o de perímetro molhado. Este método abrange somente vazões baixas e não considera a variabilidade inter-anual, assim como desconsidera a geomorfologia da calha e a qualidade da água. O método não deve ser aplicado em rios com baixo gradiente e com meandros, embora seja facilmente aplicado a rios sem medições hidrológicas (Sarmento, 2006).

O método pressupõe uma relação direta entre o perímetro molhado e a disponibilidade de habitat para a ictiofauna, analisando assim diversas seções transversais em locais onde se julga haver uma grande variação do perímetro molhado com a mudança na vazão, geralmente locais com velocidades altas e profundidades baixas. Posteriormente são realizadas medições de profundidade e velocidade para no mínimo três vazões.

A partir da simulação hidráulica define-se um gráfico que relaciona o perímetro molhado com a vazão, então identifica - se o principal ponto de inflexão da curva, a partir do qual o aumento da vazão se traduz em um aumento pouco significativo do perímetro molhado e numa rápida deterioração das condições de habitat. Segundo (Annear e Conder, 1984, apud. Sarmento, 2006), a vazão referida no ponto de inflexão é a vazão recomendada considerando como pressuposto que a vazão ecológica obtida nas zonas de corredeiras é igualmente adequada para os outros tipos de habitat.

Segundo Davis e Hirji (2009), o método do perímetro molhado tem requerimentos de dados e recursos moderado. Os resultados, comparativamente aos demais métodos, apresentam confiabilidade baixa.

✓ **Método de Habitat IFIM**

Em relação ao método de habitat, o IFIM (do inglês *Instream Flow Incremental Methodology*) tem sido considerado por estudiosos da vazão ambiental, segundo Sarmento (2006), como a metodologia mais científica e defensável para avaliar essa vazão. O método permite avaliar os aspectos temporais e espaciais do habitat do rio como uma consequência das propostas de gestão dos recursos hídricos. Como contrapartida, tem-se a necessidade de extensa coleta de dados, além da interpretação especializada por biólogos de seus resultados.

O IFIM se baseia no pressuposto de que a distribuição longitudinal e lateral dos organismos aquáticos é determinada, entre outros fatores, pelas características hidráulicas, estruturais e morfológicas dos cursos d'água. Cada organismo tende a selecionar no curso d'água as condições que lhe são mais favoráveis, correspondendo a cada variável de micro-habitat (velocidade, profundidade, substrato e cobertura) um grau de preferência que é proporcional à aptidão do valor da variável para a espécie (Alves, 1996, apud. Sarmento, 2006).

Notadamente, se faz necessário conhecer tais aspectos in loco, o que geralmente perfaz simulação de habitat em interações ecológicas que rendem à aplicação uma demanda de alta complexidade de dados e recursos. Segundo Davis e Hirji (2009), o método IFIM requer de 2 a 5 anos para ser aplicado, sendo que seus resultados, comparativamente aos demais métodos, apresentam confiabilidade alta.

O IFIM é composto por uma série de procedimentos teóricos e computacionais interligados que descrevem características temporais e espaciais de habitat em consequência a uma dada alternativa de alteração do regime fluviométrico dos rios. O caráter incremental desta metodologia vem do fato de como cada problema é encarado, permitindo que a solução seja encontrada a partir de variações na vazão, partindo-se de um valor inicial considerando várias alternativas, tornando-se adequado à resolução dos conflitos entre os diversos usuários da água.

✓ **Método Holístico DRIFT**

Desenvolvido inicialmente na Austrália, mas com aplicações na África (Tha e Seager, 2013), dos métodos holísticos destaca-se o DRIFT (acrônimo inglês para *Downstream Response to Imposed Flow Transformations*). A metodologia parte de um processo de avaliação das consequências sociais de diversos cenários de vazão e avaliação de custos econômicos para regularização de vazões, em função dos efeitos nos peixes e em outros recursos naturais ou serviços realizados pelas comunidades. Sua aplicação abrange um módulo biofísico, sociológico, desenvolvimento de cenários e por fim o módulo econômico.

Uma vez que o método combina os aspectos biofísicos com os socioeconômicos, representa um avanço sobre os demais métodos no sentido de considerar a complexidade inerente à determinação de vazões em um rio com usos múltiplos e por muitas vezes conflitantes. Segundo Sarmento (2006), trata-se de método no estado da arte justamente por considerar a definição das vazões ambientais como fruto de um processo - fundamentalmente - de tomada de decisões.

Segundo a avaliação comparativa do método DRIFT com os demais, Davis e Hirji (2009) alocam de 1 a 3 anos para sua completa aplicação, demandando para tanto muitos recursos e derivando resultados, comparativamente aos demais métodos, de alta confiabilidade.

✓ **Aplicações no Brasil e na RH-Paraguai**

Segundo Sarmento (2006), a primeira pesquisa formal no país sobre as vazões ambientais foi realizada por Pelissari em 2000 para a determinação da vazão ecológica no rio Timbuí no Estado do Espírito Santo. Destacam-se as reflexões apresentadas por Collischonn et al., 2005

(apud. Sarmento, 2006) acerca dos critérios utilizados para definir as vazões ambientais. O autor procura demonstrar a insuficiência do tradicional critério de vazão de referência como um valor único, válido para todos os anos e para todas as estações do ano. Destaca-se ainda a aplicação já citada (ANA, 2004) do método de Tennant no âmbito do Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

Também realizando extensa pesquisa bibliográfica, Pinto et al. (2016) mencionam os seguintes estudos recentes realizados em âmbito nacional: Mortari, 1997, Santos et al., 2003 e Vestena et al., 2012 trabalham com vazões remanescentes; Maia, 2003 e Brito, 2010 com vazões de referência para outorga; e Bezerra, 2001, Curado, 2003, Gonçalves, 2003 e Aquino, 2012 com vazões mínimas. Em especial, Maia, 2003 (apud Pinto et al., 2016) determinou vazões de referência para outorga na bacia hidrográfica do Alto Sapucaí utilizando um fator de correção de sazonalidade mensal que permite aumentar as vazões outorgáveis em meses de maior oferta hídrica.

Já Curado, 2003 (apud Longhi e Formiga, 2011), apresenta indicadores de vazões mínimas de referência em sub-bacias do rio Miranda, no estado do Mato Grosso do Sul e componente da RH-Paraguai. O autor aplicou métodos para o estabelecimento de vazão mínima, definida através de valores numéricos que representam a quantidade de água que deve permanecer no leito do rio. A metodologia proposta foi aplicada a uma seção no Rio Aquidauana, sendo posteriormente repetida para comparação com outra seção no Rio Miranda.

Pinto et al. (2016) citam que a bacia hidrográfica brasileira com maior número de estudos relacionados às alterações de fluxo e suas implicações no ecossistema é a bacia do rio São Francisco¹². Os autores notam, ainda, que apesar do crescente aumento do número de estudos relacionados às vazões ecológicas, tem-se base ainda restrita avaliando-se as dimensões continentais do território brasileiro, sua diversidade geográfica, hídrica, demográfica, geológica, econômica e cultural.

Por mais que se tenha avançado na definição de vazões ambientais, nota-se uma ausência de padronizações, experimentos contínuos no tempo e em diferentes níveis de abrangência - notadamente no que condiz à uma Região Hidrográfica vasta como a do rio Paraguai. Como salientam Garcia e Andreazza (2004), a carência de dados de observação das inúmeras bacias hidrográficas existentes no país, a amplitude do território e a diversidade de ecossistemas constituem obstáculos relevantes para a definição de vazões ambientais de um tão diversificado universo de cursos d'água.

✓ **Conclusões**

A determinação antrópica de quaisquer níveis de vazão de um rio pressupõe a interferência humana e uma consequente escolha, ou *trade off*, em relação ao estado pristino ou natural. Sob este prisma, qualquer definição de vazão ecológica passa a ser uma escolha que pode considerar mais ou menos critérios para sua definição. Para que a escolha possa ser mais

¹² Os citados autores mencionam as publicações de: Pompeu e Godinho, 2006; Godinho et al., 2007; Medeiros et al., 2011; Santos, H.A. et al., 2012.

efetiva, deve considerar a totalidade dos usos múltiplos (incluindo-se como “uso” o meio ambiente) da forma mais holística possível, porém sem perder de vista a ótica de aplicabilidade e os recursos disponíveis.

Conforme concluem Longhi e Formiga (2011), as metodologias mais antigas de determinação de vazões ambientais não foram desenvolvidas com esse fim específico, sendo adaptadas ao longo do tempo para tal. Recentemente é que surgiram metodologias especialmente desenvolvidas para a determinação de vazões ecológicas, fazendo uso de um número maior de variáveis e considerando as interações físico-biológicas-socioeconômicas. Em última instância, os métodos mais recentes (baseados em habitat e os holísticos) trazem estruturas de tomada de decisão sobre o quanto de água se deve deixar correr por um curso d’água.

Conclui-se, como pressupostos básicos das vazões ambientais, que estas devem primar pelo equilíbrio das condições bióticas e abióticas, o que, em última instância, pode ser atestado por meio de indicadores tais como: i) comportamento das descargas fluviais; ii) alterações morfológicas ao longo do curso d’água e na conectividade longitudinal da rede de drenagem; iii) manutenção de habitats; iv) presença de espécies de algas e de macroinvertebrados; v) índices de abundância de macrófitas; vi) condições de preservação da vegetação ripária; vii) índices de abundância e diversidade de espécies da ictiofauna, verificando-se, ainda, presença de espécies ameaçadas e de espécies exóticas; viii) qualidade da água, incluindo investigações ecotoxicológicas.

Em específico para a RH-Paraguai, na ausência de estudos locais, identifica-se esta como mais uma lacuna de conhecimento - cujo preenchimento é de fulcral importância para a região que abriga o Pantanal. Pinto et al. (2016) citam que os trabalhos experimentais de vazões ecológicas nacionais, ainda que escassos, sinalizam para critérios mais restritivos de disponibilidade hídrica, corroborando a conclusão de que qualquer opção que mantenha, o quanto for possível, o comportamento sazonal de vazões dos cursos d’água, sempre será mais vantajosa que qualquer outra que proponha vazões mínimas constantes.

3.2.3 Águas Subterrâneas

Os estudos referentes à avaliação da disponibilidade hídrica subterrânea da RH-Paraguai foram elaborados pela Coordenação de Águas Subterrâneas da Superintendência de Implementação de Programas e Projetos da ANA, e consubstanciados na Nota Técnica nº 9/2016/COSUB/SIP, de 10 de maio de 2016 (ANA, 2016b).

Na Figura 3.9 apresenta-se o esquema das parcelas que compõem as reservas subterrâneas permanentes e renováveis no ciclo hidrológico. Para a estimativa da disponibilidade de águas subterrâneas na RH-Paraguai, foi considerada a parcela da reserva renovável (recarga) de nove aquíferos que afloram nesta região. Por outro lado, as reservas permanentes foram estimadas para apenas sete aquíferos, em função da disponibilidade de dados.

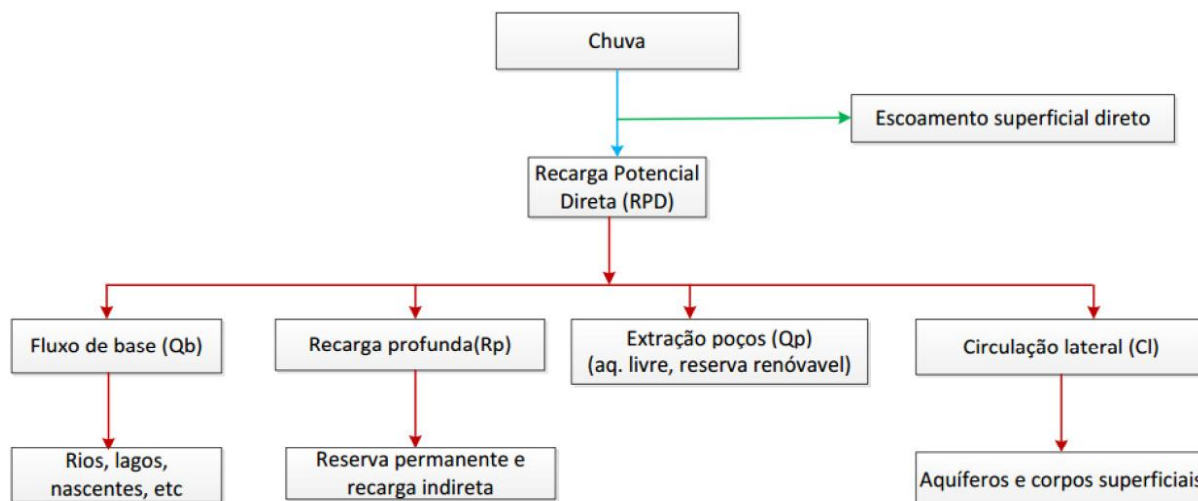


Figura 3.9 - Diagrama esquemático mostrando processo simplificado de recarga a partir da precipitação pluviométrica (ANA, 2016b).

A reserva permanente, considerada como o volume de água armazenado abaixo do nível de oscilação sazonal, foi calculada para os sistemas aquíferos Parecis, Guarani, Furnas-Rio Ivaí, Bauru-Caiuá, Cachoeirinha, Pantanal e Alto Paraguai, utilizando as áreas aflorantes dos aquíferos elencados e os dados coletados na bibliografia disponível sobre estes na região.

A avaliação das reservas renováveis, por sua vez, foi realizada utilizando-se duas metodologias distintas, de modo a obter um resultado final que procure contabilizar os componentes superficial e subterrâneo de forma integrada, ou seja, de modo que o balanço hídrico possa ser elaborado tendo em conta ambas as parcelas de fluxo (superficial e subterrânea), permitindo uma visão sistêmica da bacia, essencial para a gestão sustentável e integrada dos recursos hídricos.

As metodologias utilizadas foram: (a) estimativas da disponibilidade hídrica subterrânea por meio de coeficiente de infiltração e precipitação; e (b) estimativas da disponibilidade hídrica subterrânea com base em vazões características da curva de permanência e em vazões mínimas.

A primeira estimativa compreende os volumes de águas subterrâneas que anualmente são recarregados nos aquíferos livres através da infiltração de parte da precipitação. Os quantitativos dessa parcela estão relacionados diretamente com as características do meio físico, como geologia, tipo solo, relevo, chuva, clima e uso e ocupação do solo.

As seguintes definições contidas no Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos (ANA, 2013c) foram empregadas nesta estimativa: recarga potencial direta, recarga potencial explorável e coeficiente de sustentabilidade.

✓ **Recarga Potencial Direta**

A recarga potencial direta corresponde à parcela da precipitação média anual que infiltra e efetivamente chega aos aquíferos livres. Desta forma, o cálculo da recarga potencial direta considera a estimativa dos coeficientes de infiltração de cada aquífero, a precipitação média na região e a área aflorante dos aquíferos.

Essa recarga inclui o fluxo de base (parcela do escoamento superficial alimentada por água subterrânea), a extração atual de águas subterrâneas por poços tubulares, a recarga profunda, além da parcela correspondente à circulação lateral, conforme ilustrado anteriormente na Figura 3.9.

✓ ***Coeficiente de Sustentabilidade***

O coeficiente de sustentabilidade é um percentual máximo recomendado para se explorar da recarga potencial direta, com vistas a evitar efeitos adversos nos aquíferos e redução significativa das vazões de base dos rios a eles interconectados.

A escolha do coeficiente de sustentabilidade é, portanto, ponto crítico na gestão integrada das águas subterrâneas e superficiais, uma vez que é o indicador das parcelas exploráveis provenientes das reservas renováveis. O objetivo é estabelecer um teto para a extração de águas subterrâneas provenientes das reservas renováveis, com vistas a não reduzir o escoamento superficial gerado pelo fluxo de base e, portanto, não impactar na disponibilidade hídrica para a outorga superficial, especialmente nos períodos de estiagem.

O estabelecimento do coeficiente de sustentabilidade necessariamente deve considerar como fator chave a participação da vazão de base no escoamento superficial, além de condições de circulação e ambientais específicas.

O valor do coeficiente de sustentabilidade é atribuído por aquífero em função de suas características intrínsecas, especialmente sua contribuição por meio do fluxo de base no escoamento superficial total. De forma geral, para aquíferos que contribuem com percentuais mais elevados no escoamento superficial total (ou seja, com maior interdependência entre as águas superficiais e as subterrâneas), recomendam-se valores de coeficiente de sustentabilidade relativamente inferiores àqueles onde essa interdependência é menor.

✓ ***Reserva Potencial Explotável***

As reservas exploráveis compõem o volume que pode ser retirado do aquífero em termos sustentáveis, sem causar danos irreversíveis aos reservatórios subterrâneos, e ainda sem interferir nas vazões superficiais mínimas referenciais para outorga. Para a obtenção da reserva potencial explorável, aplica-se o coeficiente de sustentabilidade à recarga potencial direta, para cada aquífero.

No Quadro 3.2 são apresentados os valores de recarga potencial direta, coeficiente de sustentabilidade e reserva potencial explorável para os diversos aquíferos aflorantes na RH-Paraguai. Observa-se que os aquíferos mais relevantes em termos de reservas exploráveis são o

Pantanal, Aquidauana e Guarani, que juntos respondem por mais de 60% de toda a reserva explotável da região hidrográfica.

Em termos de reservas explotáveis por UPG, a UPG II.2 - Taquari é a que possui a maior reserva explotável de água subterrânea da RH-Paraguai (94 m³/s), e também a maior diversidade de sistemas aquíferos, seguida da UPG II.3 – Miranda (73 m³/s) e P7 - Paraguai-Pantanal (60 m³/s).

QUADRO 3.2 - ESTIMATIVAS DE RECARGA POTENCIAL DIRETA E RESERVA POTENCIAL EXPLOTÁVEL PARA OS SISTEMAS AQUÍFEROS DA RH-PARAGUAI

<i>Unidade Hidrogeológica</i>	<i>Área aflorante (km²)</i>	<i>Coefficiente de Sustentabilidade</i>	<i>Coefficiente de Infiltração (%)</i>	<i>Recarga Potencial Direta (m³/s)</i>	<i>Reserva Potencial Explotável (m³/s)</i>
Parecis	12.365,61	0,2	0,24	152,69	30,54
Guarani	29.422,90	0,2	0,22	305,51	61,1
Furnas-Rio Ivaí	11.315,08	0,2	0,2	101,83	20,37
Bauru-Caiuá	14.841,67	0,2	0,2	146,94	29,39
Cachoeirinha	6.770,93	0,2	0,3	101,05	20,21
Pantanal	162.199,57	0,2	0,15	942,67	188,53
Alto Paraguai	10.100,39	0,4	0,07	34,72	13,89
Coimbra	31,74	NA	NA	NA	NA
Palermo	378,77	0,4	0,04	0,76	0,3
Ponta Grossa	9.238,47	0,4	0,06	27,05	10,82
Aquidauana	22.639,74	0,3	0,23	231,84	69,55
Passa Dois	398,77	0,4	0,04	0,81	0,32
Serra Geral	11.808,66	0,4	0,04	70,09	28,04
Faturado Centro-Sul	55.129,36	0,4	0,03	72,86	29,14
Corumbá	9.609,09	0,2	0,1	36,47	7,29
Araras	5.727,59	0,3	0,1	25,41	7,62
TOTAL	361.978,34	NA	NA	2250,7	517,12

NA=Não avaliado.

Fonte: ANA, 2016b.

A segunda estimativa da disponibilidade hídrica subterrânea refere-se à avaliação da contribuição subterrânea ao escoamento superficial total de determinada bacia. Nesta estimativa, foram utilizadas duas metodologias para a avaliação do fluxo de base, para os sistemas aquíferos representados nas áreas de contribuição das estações fluviométricas com séries elegíveis: (a) a partir da relação Q_{90}/Q_{50}^{13} obtidas das séries fluviométricas, em conjunto com análise do comportamento da curva de recessão do escoamento de base; e (b) a partir da vazão mínima Q_7^{14} também obtidas das séries fluviométricas.

Este método pôde ser aplicado somente para as sub-bacias com dados fluviométricos adequados, em termos de localização da estação, cobertura temporal e consistência das séries de dados. Em decorrência desses fatores, não foi possível cobrir todos os sistemas aquíferos

¹³ Q_{90} : vazão de permanência igualada ou superada em 90% do tempo

Q_{50} : vazão de permanência igualada ou superada em 50% do tempo

¹⁴ Q_7 : vazão mínima de 7 dias consecutivos

com comportamento livre existentes na RH-Paraguai. Dos sistemas aquíferos mais importantes, foi inviável o uso desta metodologia para o Pantanal, Serra Geral e Aquíferos Cársticos.

Os resultados obtidos nesta estimativa mostram claramente o potencial de regularização das vazões superficiais de diversos aquíferos livres presentes na RH-Paraguai. Os sistemas aquíferos que se destacam em termos de restituição das precipitações são Parecis, Guarani e Furnas-Rio Ivaí. Já o aquífero Fraturado Centro-Sul foi o que apresentou o mais baixo potencial de restituição.

Os valores estimados para o fluxo de base através desta metodologia se mostram coerentes com as estimativas da recarga potencial direta elaboradas por intermédio de taxas de infiltração e precipitação (Quadro 3.2). As discordâncias existentes decorrem de se tratarem de estimativas gerais, em que parâmetros locais, como a taxa de infiltração, são empregados para a totalidade de cada aquífero.

3.3 *DISPONIBILIDADES HÍDRICAS QUALITATIVAS*

3.3.1 *Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais na RH-Paraguai*

A análise da rede de monitoramento da qualidade das águas da RH-Paraguai é imprescindível para obtenção dos dados de referência que subsidiam a elaboração do diagnóstico da qualidade das águas na bacia, para a definição e a implantação de ações de gestão, bem como para o controle de sua efetividade. São objetivos específicos deste diagnóstico:

- ✧ Identificar situações críticas de qualidade de água na RH Paraguai;
- ✧ Mostrar padrões e tendências na evolução de indicadores de qualidade;
- ✧ Verificar os efeitos da sazonalidade nos parâmetros de qualidade;
- ✧ Apontar pressões sobre a qualidade da água;
- ✧ Produzir subsídios ao planejamento para a gestão dos recursos hídricos na RH Paraguai;
- ✧ Orientar o enquadramento de corpos hídricos e outros instrumentos de gestão de recursos hídricos previstos na Lei 9.433/1997.

Os estudos referentes ao tema de qualidade das águas superficiais na RH-Paraguai foram baseados nos dados apresentados pela ANA na nota Técnica de Qualidade da Água do Diagnóstico Preliminar (ANA, 2016d), oriundos do monitoramento sistemático realizado pelo Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL), pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Estado do Mato Grosso (SEMA) e pela própria ANA, no âmbito da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) ¹⁵.

¹⁵ O IMASUL divulga as informações em:

<http://www.imasul.ms.gov.br/relatorios-de-monitoramento-da-qualidade-das-aguas-superficiais/>

A SEMA/MT disponibiliza seus relatórios em: http://www.sema.mt.gov.br/index.php?option=com_docman&Itemid=82.

A análise qualitativa da disponibilidade de recursos hídricos foi realizada tomando como valores de referência os dados disponíveis entre os anos de 2001 e 2014 para 176 pontos de monitoramento em operação na RH-Paraguai, todos em ambientes lóticos, conforme apresentado na Figura 3.10.

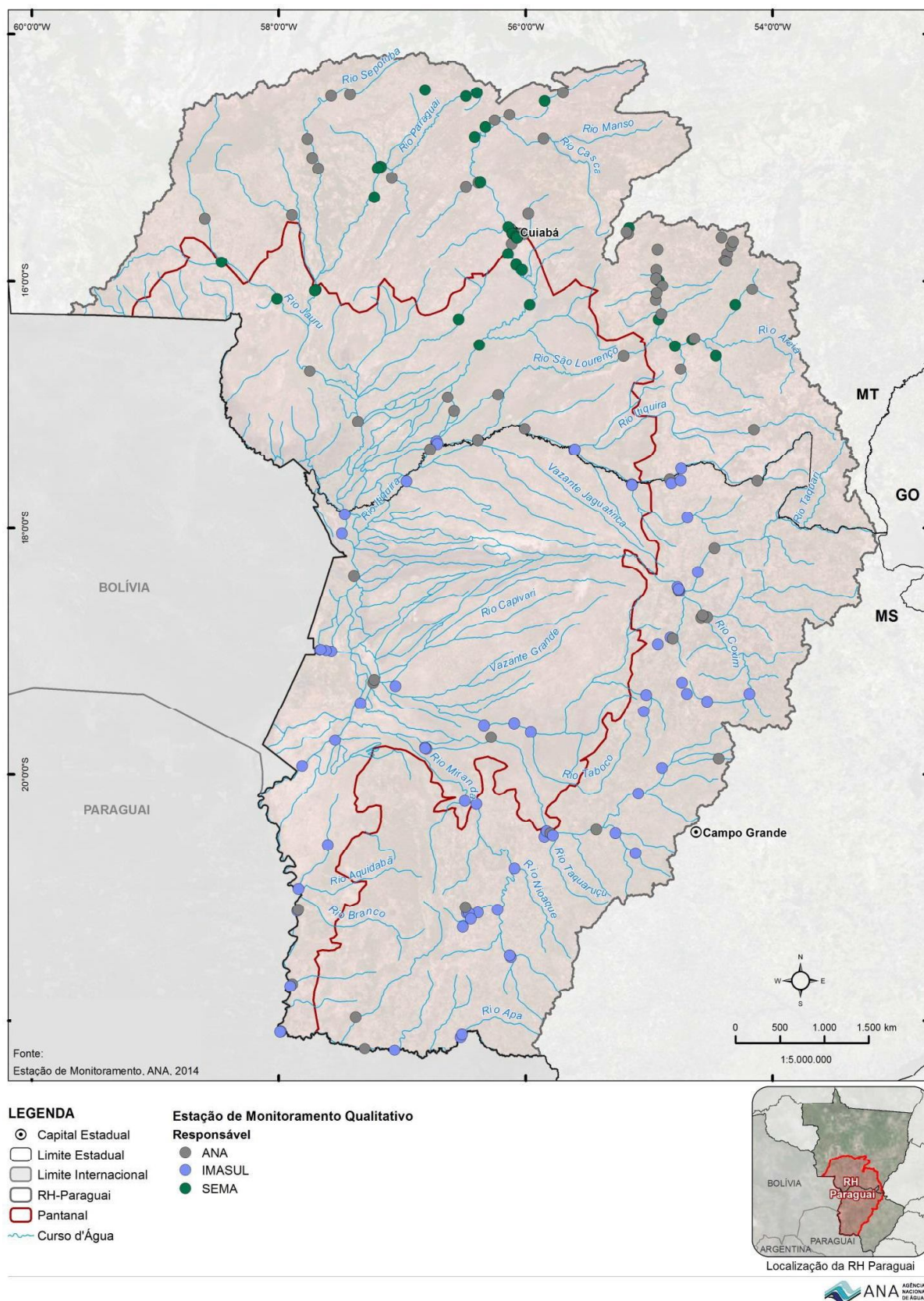


Figura 3.10 – Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas da RH- Paraguai

A análise da Figura 3.10 possibilita identificar que a distribuição dos pontos de monitoramento ao longo da bacia não é uniforme, cabendo destacar a UPG Alto Rio Cuiabá, em Mato Grosso, e a UPG Miranda, em Mato Grosso do Sul, ambas com 29 pontos de monitoramento. O Quadro 3.13 aponta os corpos hídricos com mais pontos de monitoramento, com destaque para os rios Paraguai, Cuiabá, Aquidauana, Miranda e São Lourenço.

QUADRO 3.3 – CORPOS HÍDRICOS DA RH PARAGUAI COM MAIS PONTOS DE MONITORAMENTO DA SEMA, IMASUL E ANA

<i>Corpo Hídrico</i>	<i>ANA</i>	<i>IMASUL</i>	<i>SEMA</i>	<i>Total</i>
Rio Cuiabá	7	3	13	23
Rio Paraguai	8	9	6	23
Rio Aquidauana	3	6	0	9
Rio Miranda	0	7	0	7
Rio São Lourenço	4	0	3	7
Rio Negro	0	6	0	6
Rio Apa	1	4	0	5
Rio Coxim	1	4	0	5
Rio Jauru	3	0	2	5
Rio Piquiri	3	2	0	5

Fonte: ANA, 2016d.

3.3.2 Enquadramento dos Corpos Hídricos Superficiais

Segundo a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, os corpos hídricos superficiais de água doce são classificados segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes conforme apresentado na Figura 3.11. O enquadramento dos corpos hídricos é uma importante ferramenta no auxílio e no avanço da gestão das águas no Brasil, uma vez que estabelece níveis de qualidade a serem atendidos e mantidos para os diferentes tipos de uso da água.

USOS DAS ÁGUAS DOCES		CLASSES DE ENQUADRAMENTO				
		ESPECIAL	1	2	3	4
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas		Classe mandatória em Unidades de Conservação de Proteção Integral				
Proteção das comunidades aquáticas			Classe mandatória em Terras Indígenas			
Recreação de contato primário						
Aquicultura						
Abastecimento para consumo humano		Após desinfecção	Após tratamento simplificado	Após tratamento convencional	Após tratamento convencional ou avançado	
Recreação de contato secundário						
Pesca						
Irrigação			Hortalças consumidas cruas e frutas desenvolvidas rentes ao solo, ingeridas cruas sem remoção da película	Hortalças, frutíferas, parques, jardins, campos de esporte e lazer	Culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras	
Dessedentação de animais						
Navegação						
Harmonia paisagística						

Observação: As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água.

Figura 3.11 - Usos da Água conforme as Classes de Qualidade CONAMA 357/2005

Fonte: Adaptado de ANA, 2017.

Na RH Paraguai, diversos trechos sul-mato-grossenses estão enquadrados na Deliberação nº 36/2012 (Figura 3.12), que dispôs sobre a classificação dos corpos de água superficiais no estado e regrou o lançamento de efluentes no âmbito estadual. Já, em Mato Grosso existe apenas o enquadramento transitório de alguns rios que cortam a região metropolitana de Cuiabá.

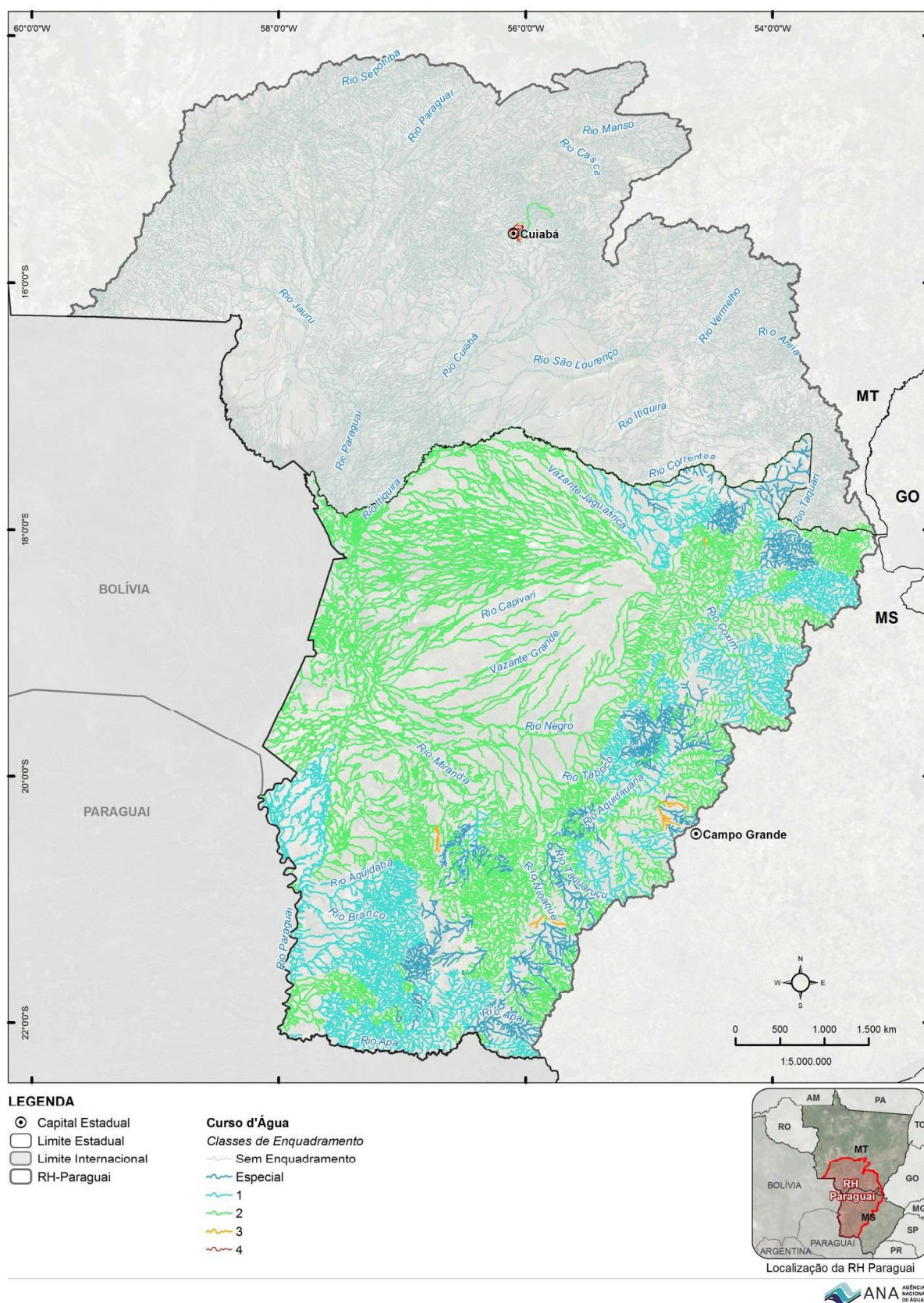


Figura 3.12 - Trechos da RH-Paraguai Enquadrados e suas Respectivas Classes de Enquadramento

3.3.3 Análise dos Indicadores de Qualidade das Águas

A análise conduzida pela ANA no Diagnóstico Preliminar da RH-Paraguai abrangeu os seguintes indicadores da qualidade da água: oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes termotolerantes, fósforo total, turbidez, sólidos totais e índice de qualidade da água (IQA).

Os resultados são apresentados, na sequência, por meio de mapas temáticos contendo valores médios dos indicadores nos pontos de monitoramento, variações sazonais na qualidade da água, evolução dos resultados ao longo dos anos de monitoramento e frequência de conformidade dos resultados em relação às classes de enquadramento¹⁶ dos corpos hídricos água definidas na Resolução CONAMA 357/2005.

Nos mapas de valores médios, os valores calculados com base nos dados disponíveis de cada ponto de monitoramento estão agrupados em função do regime de chuvas e secas na região. Para o período seco, foram consideradas as coletas realizadas de maio a setembro. As coletas realizadas nos demais meses fazem parte do período chuvoso. Nas análises de cada parâmetro, foram considerados apenas os pontos com mais de 12 amostras representativas.

Para a detecção de variações sazonais, foram utilizadas análises estatísticas por ponto de monitoramento, visando identificar diferenças significativas entre os períodos seco e chuvoso para cada indicador analisado.

Além das médias e variações sazonais, também são apresentados mapas com as frequências em que os resultados dos parâmetros, medidos entre 2001 e 2014, ficaram dentro dos limites definidos para as classes de qualidade de água, segundo a Resolução CONAMA Nº 357/2005 (Quadro 3.4). Foram considerados apenas os pontos com mais de 10 resultados para determinado parâmetro.

**QUADRO 3.4 – LIMITES PARA OS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA
ESTABELECIDOS PELA RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005**

<i>Indicador</i>	<i>Classe 1</i>	<i>Classe 2</i>	<i>Classe 3</i>	<i>Classe 4</i>
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 2
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)	≤ 3	≤ 5	≤ 10	-
Fósforo Total - Ambiente Lótico (mg/L)	≤ 0,10	≤ 0,10	≤ 0,15	-
Fósforo Total - Ambiente Lêntico (mg/L)	≤ 0,02	≤ 0,03	≤ 0,05	-
Sólidos Totais (mg/L)	≤ 500	≤ 500	≤ 500	-
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	200	1000	2500	-
Turbidez (NTU)	≤ 40	≤ 100	≤ 100	-

Fonte: adaptado de Resolução CONAMA nº 357/2005

Para todos os indicadores também é apresentada uma análise de tendência, indicando a evolução das médias anuais ao longo do período estudado. A análise de tendência foi aplicada somente aos pontos com pelos menos sete médias anuais para os indicadores analisados.

¹⁶ Não considera o enquadramento transitório de rios metropolitanos da região de Cuiabá.

3.3.3.1.1 Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido (OD) é um importante parâmetro para análise da qualidade da água tendo em vista que é um elemento essencial à manutenção dos ecossistemas aquáticos. Níveis baixos de OD são indicativos de poluição por cargas orgânicas, típicas de efluentes domésticos e industriais, pois estes estão vinculados ao consumo do oxigênio dissolvido por microrganismos aeróbios. Em casos mais graves de poluição por cargas orgânicas, as concentrações de OD podem se aproximar de zero, gerando prejuízos ao ecossistema aquático, inclusive com aumento da mortalidade de peixes e de outros organismos.

Sob essa perspectiva, foram analisados os dados obtidos nos pontos de monitoramento para o período de referência (2001-2014) a fim de identificar os trechos críticos da RH. A Figura 3.13 apresenta as médias de OD para os dados disponíveis agrupadas segundo o período hidrológico (seco e chuvoso). Na RH Paraguai observou-se que somente um ponto apresentou OD inferior a 2mg/L (identificado no período chuvoso), ponto esse localizado no rio Nabileque.

Quando considerada a média global do período analisado, cinco pontos apresentaram média inferior a 4 mg/L (Quadro 3.5), todos localizados em Mato Grosso do Sul, nas UPGs Taquari e Nabileque. Observa-se que as piores concentrações de OD ocorrem no município de Corumbá.

QUADRO 3.5 – MENORES CONCENTRAÇÕES MÉDIAS DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO NA RH-PARAGUAI

UF	UPG	Estação de Monitoramento	Corpo Hídrico	Município	OD Médio (mg/L)	Número de Coletas
MS	Taquari	00MS22CB2158	Rio São Lourenço	Corumbá	3,47	25
	Nabileque	00MS25NA1000	Rio Nabileque	Corumbá	3,09	29
	Nabileque	00MS25NA1068	Rio Nabileque	Corumbá	3,99	22
	Nabileque	00MS25NA1271	Rio Nabileque	Corumbá	3,04	21
	Taquari	66894000	Rio Taquari	Corumbá	3,98	30

Elaboração ENGEORPS, 2017

Em nível regional, os resultados apontam um contraste entre as concentrações de OD entre os pontos de monitoramento da planície pantaneira e os do planalto, no qual se verificam médias mais altas, geralmente compatíveis com os limites das Classes 1 e 2 (CONAMA 357/2005). No rio Paraguai, as concentrações médias de OD diminuem de montante para jusante.

Este padrão, de concentrações mais baixas nas estações mais a jusante, também pode ser observado na Figura 3.14, que apresenta a frequência em que as concentrações de OD estiveram dentro dos limites das classes compatíveis com a Resolução CONAMA 357/2005.

A Figura 3.14 aponta vários pontos de monitoramento cujos valores que compõem a série histórica de OD se encontram predominantemente nas classes de pior qualidade da água (Classes 3 e 4), sobretudo no rio Paraguai, a jusante de Cáceres e no rio Cuiabá. O Quadro 3.6 indica os pontos com níveis de OD que, em 50% das amostras consideradas ou mais, apresentaram resultados compatíveis com a classe 4.

QUADRO 3.6 - PONTOS COM OD PREDOMINANTEMENTE EM CLASSE 4 NA RH-PARAGUAI

<i>UF</i>	<i>Ponto</i>	<i>Corpo Hídrico</i>	<i>Classe 1 (%)</i>	<i>Classe 2 (%)</i>	<i>Classe 3 (%)</i>	<i>Classe 4 (%)</i>	<i>Número de Coletas</i>
MT	66710000	Rio Cuiabá	17,6	11,8	17,6	52,9	17
MS	00MS22CB2158	Rio Cuiabá	20,0	12,0	12,0	56,0	25
	00MS25NA1000	Rio Nabileque	6,9	6,9	20,7	65,5	29
	00MS25NA1271	Rio Nabileque	19,0	0,0	19,1	61,9	21
	00MS25NA1068	Rio Nabileque	18,2	13,6	18,2	50,0	22
	66894000	Rio Taquari	30,0	10,0	10,0	50,0	30

Elaboração ENGECORPS, 2017

Isto posto, destacam-se as seguintes áreas com qualidade da água inferior em termos de OD:

- ✧ Concentrações de Classe 3 a jusante da UHE Manso no período chuvoso;
- ✧ Pontos dos rios Correntes e Piquiri (limite MT-MS) há predomínio de classes 1 e 2 no período seco e de Classes 2 e 3 no período chuvoso.

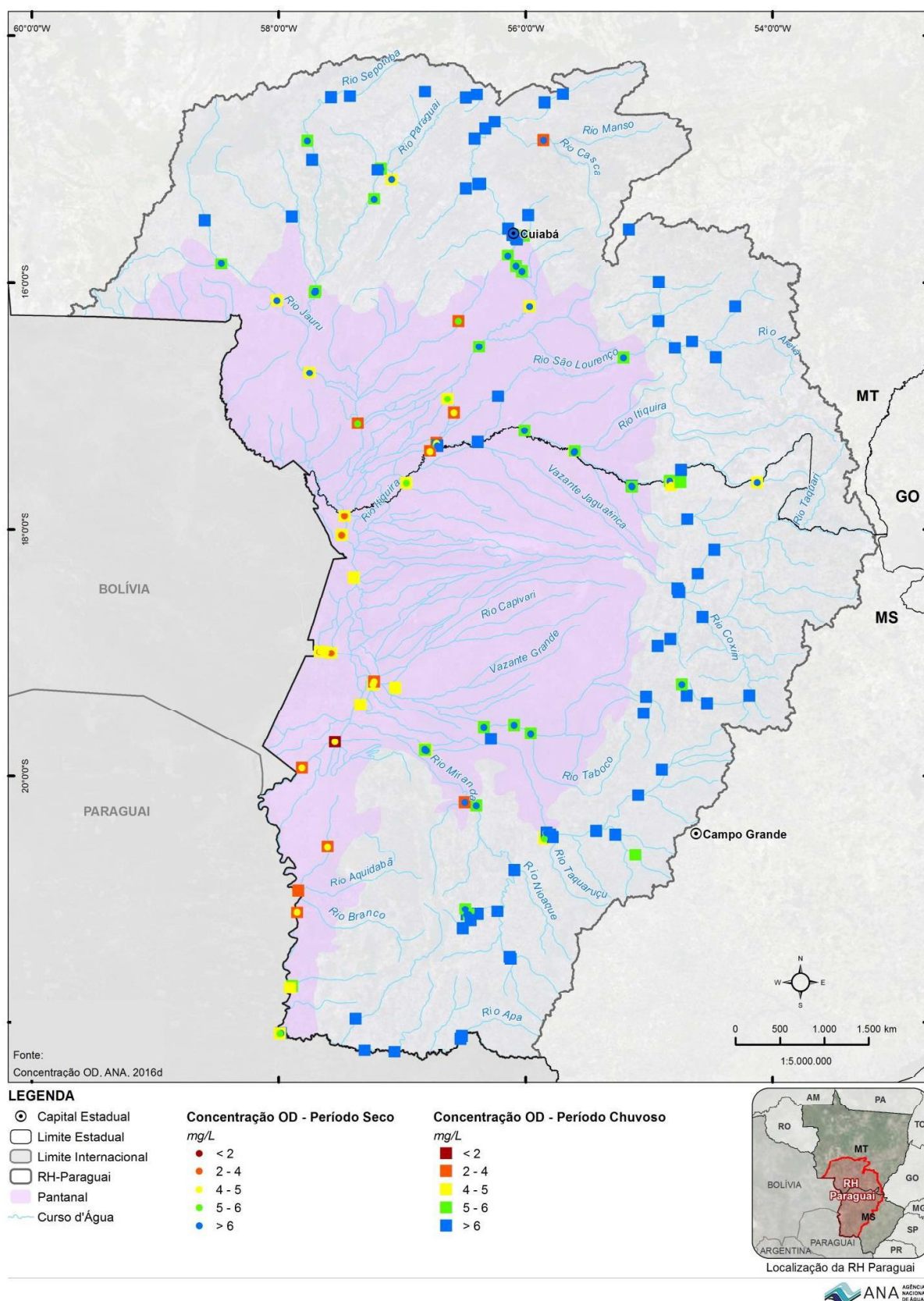


Figura 3.13 – Concentrações Médias de Oxigênio Dissolvido nos períodos seco e chuvoso na RH - Paraguai – 2001 a 2014

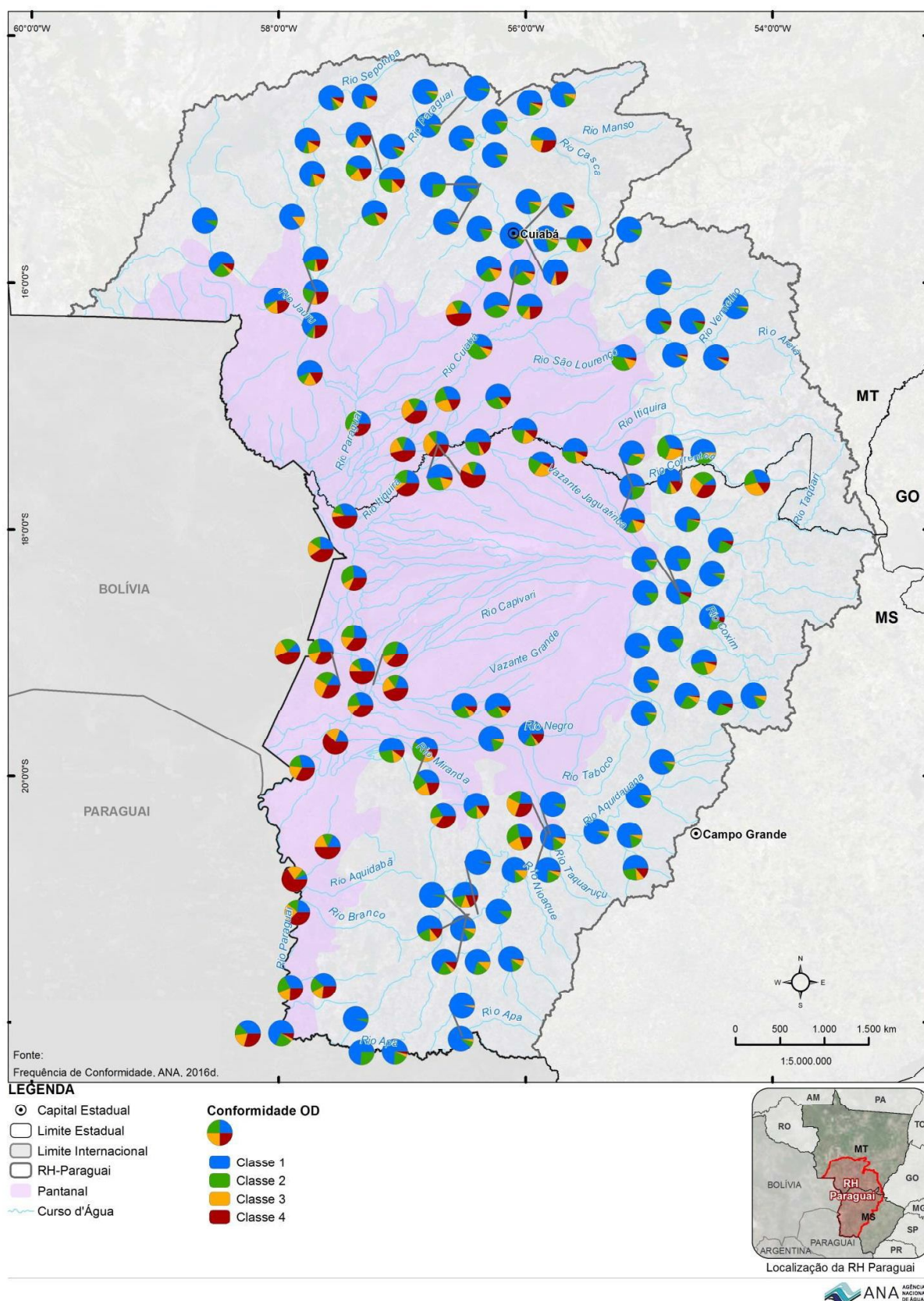


Figura 3.14 – Frequência de conformidade de valores de Oxigênio Dissolvido na RH Paraguai com as classes da CONAMA 357/2005 -2001 a 2014

Quanto ao regime de secas e cheias na RH Paraguai, verificou-se o efeito da sazonalidade principalmente na região de planalto, com destaque para a UPG Alto Rio Cuiabá (Figura 3.15). Em todos os casos em que houve este efeito, as concentrações de OD foram significativamente mais altas no período seco, indicando melhoria na qualidade da água.

As análises da evolução das médias anuais de OD revelaram somente tendências de queda na RH Paraguai (Figura 3.16). A maior tendência de degradação da água em termos de OD ocorre nos rios Paraguai e Cuiabá, respectivamente nas UPGs Alto Paraguai Médio e Alto Rio Cuiabá, concentradas nas proximidades dos trechos urbanos, com destaque para centros mais populosos como Cuiabá, Cáceres e Rondonópolis, no Mato Grosso. Merece também destaque as tendências de piora dos níveis de OD em Bonito/MS, importante polo turístico da RH-Paraguai.

Conforme mostra o Quadro 3.7, estas tendências referem-se principalmente a pontos de monitoramento que ainda apresentam valores de OD acima de 5 mg/L (Classes 1 e 2). As situações mais críticas entre os pontos analisados estão nos rios Bento Gomes (BCO107), Paraguai (PAR505) e Cuiabá (CBA415).

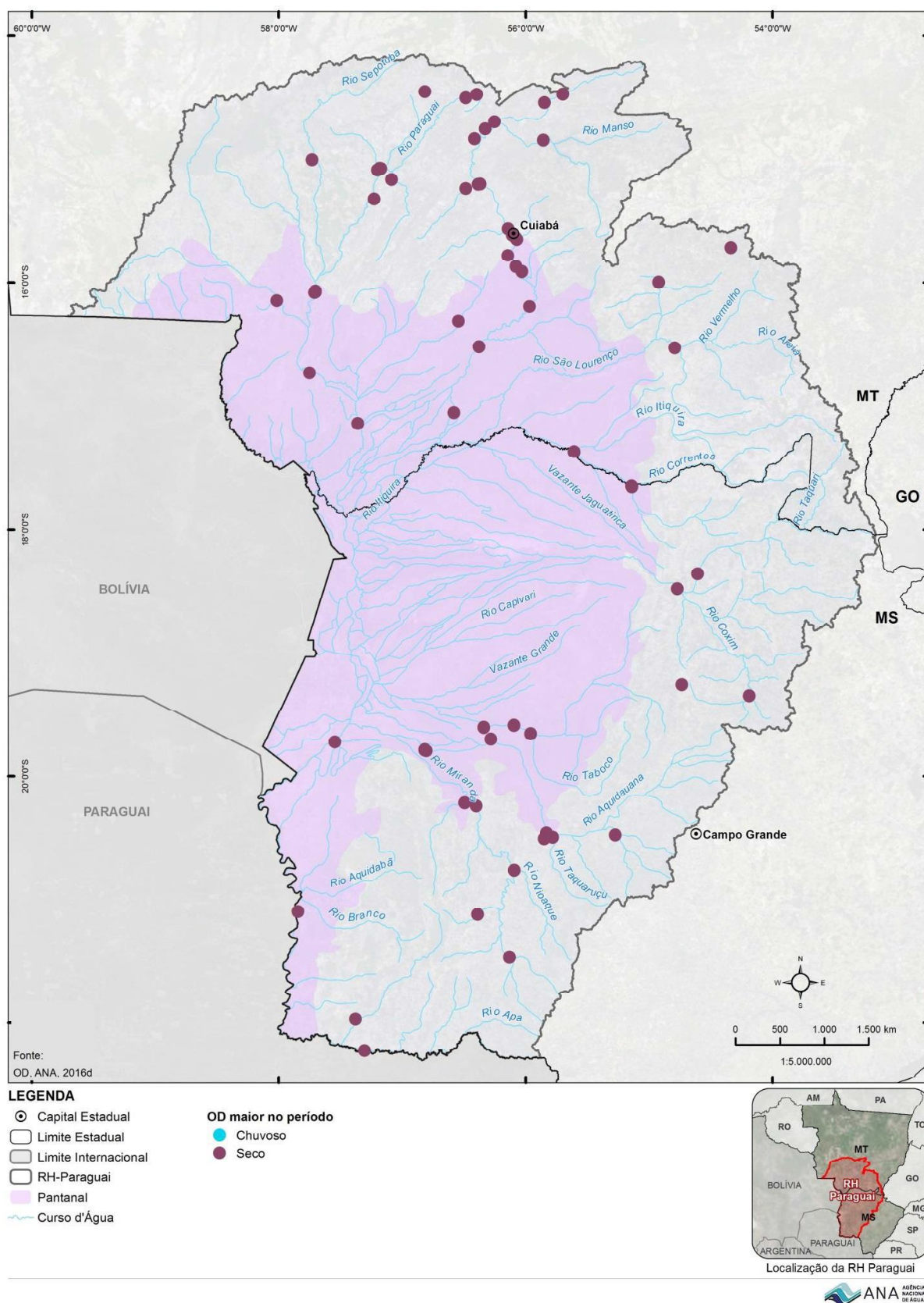


Figura 3.15 – Relação entre a ocorrência de concentrações médias críticas de Oxigênio Dissolvido e as estações secas e chuvosas

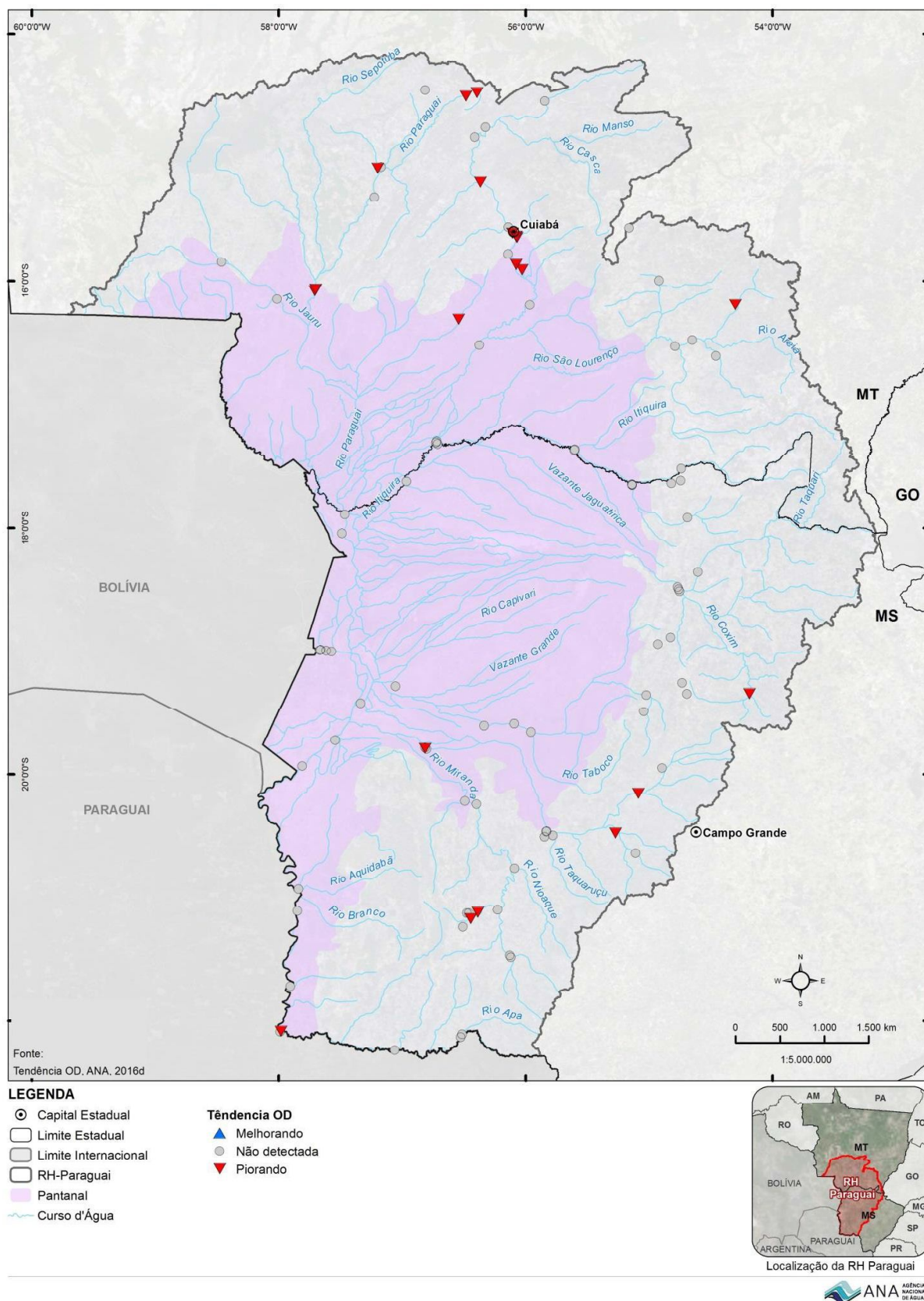


Figura 3.16 – Tendência de Evolução dos Níveis de Oxigênio Dissolvido na RH Paraguai – 2001 a 2014

QUADRO 3.7 – MÉDIAS ANUAIS DOS PONTOS QUE APRESENTARAM TENDÊNCIA EM RELAÇÃO AO OD

Ponto	UF	Corpo Hídrico	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Tendência
00MS22CX2176	MS	Rio Coxim	8,05	7,38	7,60	7,95	7,17		8,03	6,28	5,94	7,31	6,97	6,97	5,70	6,88	Piorou
00MS23AQ1424	MS	Rio Aquidauana	8,05	7,55	7,90	7,40	7,40	7,15	7,48	6,72	5,43	5,73	6,92	6,87	6,45	6,57	Piorou
00MS23CH2018	MS	Rio Cachoeirão	7,75	7,05	7,00	6,50	7,00	6,80	8,25	5,86	5,59	5,96	6,09	6,40	6,35	6,53	Piorou
00MS23FO0065	MS	Rio Formoso	9,14	8,38	8,67	7,30	7,80	8,70	8,23	7,32	6,78	6,51	7,14	7,60	7,45	8,00	Piorou
00MS23FO2047	MS	Rio Formoso	8,55	8,53	8,27	7,60	8,65	7,20	7,45	6,58	7,03	8,13	7,31	7,50	7,60		Piorou
00MS23MI2148	MS	Rio Miranda	6,48	6,48	5,97	6,30	5,95	6,40	7,10	5,44	5,55	5,53	5,09	5,50	5,00	4,67	Piorou
00MS26AP2000	MS	Rio Apa	9,65	6,90	8,00				7,00	5,40	5,26	6,31	5,70		6,63		Piorou
BGO107	MT	Rio Bento Gomes								7,62	5,11	3,95	5,19	5,17	3,70	2,66	Piorou
CBA342	MT	Rio Cuiabá			7,32	7,37	7,66	7,90	7,27	7,97	7,13	6,74	7,00	7,47	5,56	5,12	Piorou
CBA408	MT	Rio Cuiabá			7,26	7,05	7,72	7,30	7,23	6,95	7,52	6,57	6,06	7,43	5,87	5,14	Piorou
CBA415	MT	Rio Cuiabá			7,01	6,86	7,56	7,03	6,87	6,61	6,45	6,15	6,25	7,27	3,97	4,78	Piorou
CBA417	MT	Rio Cuiabá			6,84	6,61	7,21	6,68	6,87	6,64	6,70	6,12	6,37	6,95	5,65	5,17	Piorou
CBA464	MT	Rio Cuiabá			6,28	6,88	6,66	6,33	6,13	6,17	6,30	5,66	6,35	6,41	4,48	4,89	Piorou
CBA561	MT	Rio Cuiabá			6,58	6,73	6,91	6,40	6,60	6,17	6,51	4,70	6,28	6,72	4,86	5,38	Piorou
PAR017	MT	Rio Paraguai				8,00		8,55	8,20	7,24	7,53	7,26	7,49	7,72	7,29	6,48	Piorou
PAR041	MT	Rio Paraguai				7,70		8,45	7,10	6,93	7,52	7,18	7,26	7,63	6,29	6,06	Piorou
PAR237	MT	Rio Paraguai				7,67		7,60	6,93	6,52	6,97	5,18	6,31	7,08	6,21	5,22	Piorou
PAR505	MT	Rio Paraguai				7,03		6,80	5,83	6,00	6,53	4,10	6,34	5,62	4,85	3,72	Piorou
PAR508	MT	Rio Paraguai				6,95		6,58	5,83	5,94	6,46	4,37	6,96	5,48	5,49	4,01	Piorou
VEM015	MT	Rio Vermelho				7,74	7,25	7,20	7,17	6,98	7,06	6,76	6,98	7,69	6,82	5,72	Piorou

Fonte: ANA, 2016d.

No Pantanal ocorre um fenômeno natural relacionado à qualidade de água e aos níveis de OD conhecido como “decoada” ou “dequada”. O fenômeno caracteriza-se pela decomposição da matéria orgânica que se acumula durante o período seco e fica submersa durante a inundação da planície no período chuvoso, estando associado aos pulsos de inundação da região pantaneira.

O aumento da turbidez devido ao carreamento de matéria orgânica e sedimentos, a redução brusca dos níveis do oxigênio dissolvido e a elevada mortalidade de peixes são alguns exemplos das alterações ocorridas. Durante a decoada, alguns cardumes podem ser vistos próximos à superfície tentando respirar ou mesmo mortos (Figura 3.17).



Figura 3.17 – Cardumes na superfícies durante o fenômeno de decoada.

Fonte: ECOA, 2017.

Oliveira et al. (2013) apontam que este fenômeno ocorre com maior intensidade no Mato Grosso do Sul, especialmente no trecho do rio Paraguai entre as regiões de Amolar (divisa estadual) e Porto Esperança - Corumbá/MS (Figura 3.18).

Verifica-se que as médias de oxigênio dissolvido em período chuvoso, apresentadas anteriormente na Figura 3.13, decrescem com o aumento da intensidade do fenômeno de decoada (Figura 3.18), com os valores críticos ocorrendo no rio São Lourenço (a jusante de Cuiabá), no rio Miranda e ao longo do rio Paraguai na planície pantaneira, indicando correlação direta entre o oxigênio dissolvido e a decoada, principalmente no rio Paraguai.

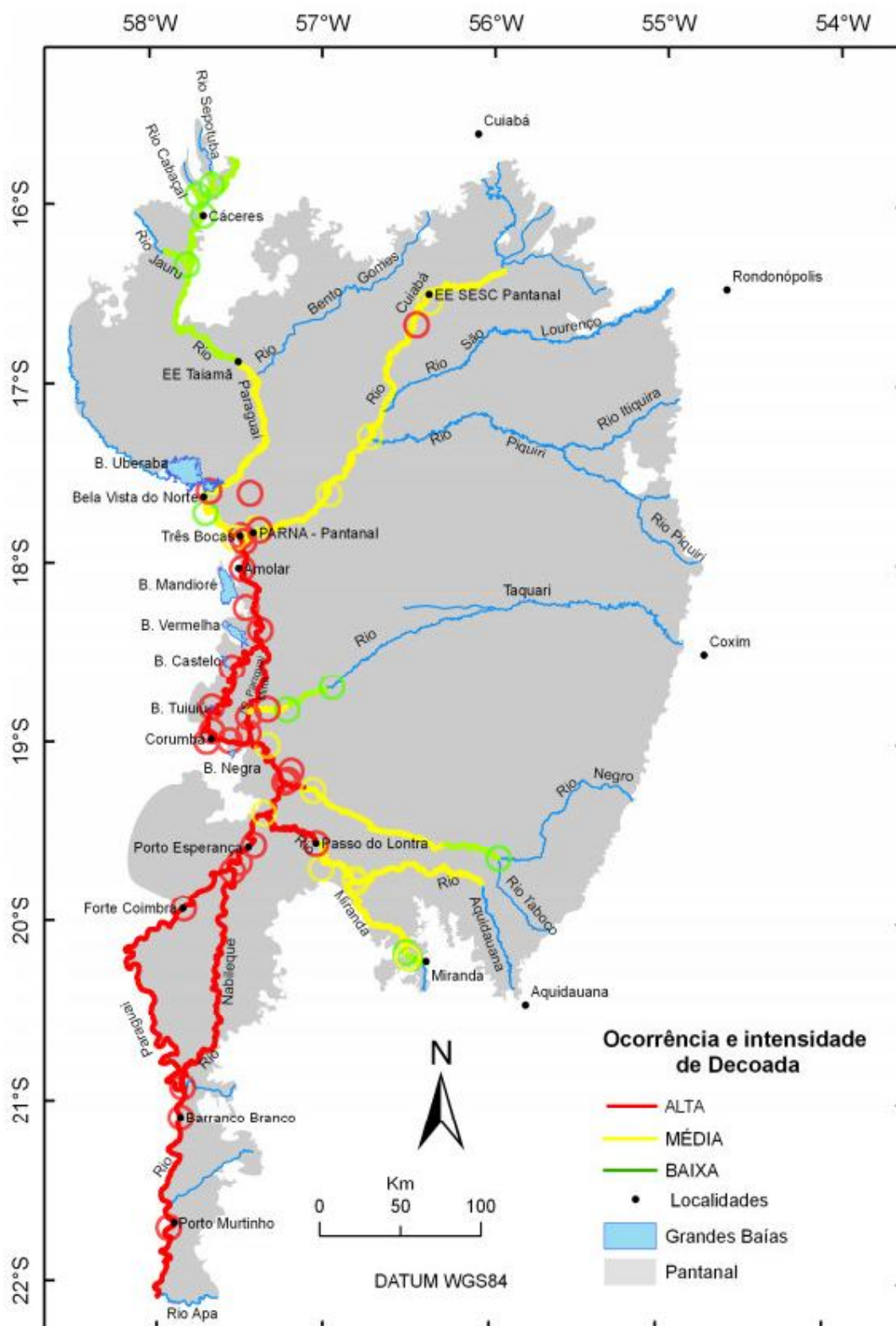


Figura 3.18 – Áreas com registros de eventos decoada e avaliação de sua intensidade

Fonte: OLIVEIRA et al., 2013

3.3.3.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) aponta a quantidade de oxigênio utilizado nos processos biológicos de degradação da matéria orgânica no meio aquático. A medida mais utilizada da Demanda Bioquímica de Oxigênio para águas é a $DBO_{5,20}$, resultante de um ensaio realizado em laboratório na qual as águas amostradas são analisadas através de um ensaio de cinco dias à temperatura de 20°C. Níveis elevados de concentração de DBO indicam uma água de baixa qualidade, sendo resultante de lançamentos, principalmente *in natura*, de efluentes domésticos e/ou de lançamentos industriais, sobretudo de indústrias de alimentos (abatedouros, cervejarias, usinas sucroalcooleiras).

Foram analisados os valores disponíveis de DBO para o período de referência (2001 a 2014). Quando considerada a média global do intervalo, destacam-se apenas dois pontos com DBO acima de 5 mg/L, ambos em Mato Grosso do Sul, sendo um acima de 10 mg/L. (Quadro 3.8). O ponto com maior concentração de DBO localiza-se no município de Sidrolândia em uma área de cabeceira, onde a vazão do curso d'água é relativamente baixa. O segundo ponto localiza-se no município de São Gabriel do Oeste.

QUADRO 3.8 – MAIORES CONCENTRAÇÕES MÉDIAS DE $DBO_{5,20}$ NA RH-PARAGUAI

UF	UPG	Estação de Monitoramento	Corpo Hídrico	Município	DBO Média (mg/L)	Número de Coletas
MS	Miranda	00MS23CN2002	Rio Canastrão	Sidrolândia	20,63	46
	Taquari	00MS22CX0266	Rio Coxim	São Gabriel do Oeste	5,05	41

Elaboração ENGECORPS, 2017

Os resultados indicam que mais de 90% dos pontos de monitoramento apresentam concentrações médias de DBO compatíveis com a Classe 1 (Resolução CONAMA 357/2005) tanto no período seco, quanto no chuvoso (Figura 3.19).

Em termos de frequência com que os valores de DBO medidos nas análises estiveram conformes com as classes de qualidade de água preconizadas na Resolução CONAMA 357/2005, verificou-se que todos os pontos avaliados apresentaram qualidade compatível com a da Classe 1 na maior parte do tempo em que foram monitorados (Figura 3.20). A situação menos favorável ocorreu em uma estação localizada no Córrego Agogô (UPG Miranda), a jusante das sedes urbanas de Aquidauana/MS e Anastácio/MS, em que a concentração de DBO permaneceu abaixo de 3 mg/L apenas em, aproximadamente, 60% das amostras coletadas.

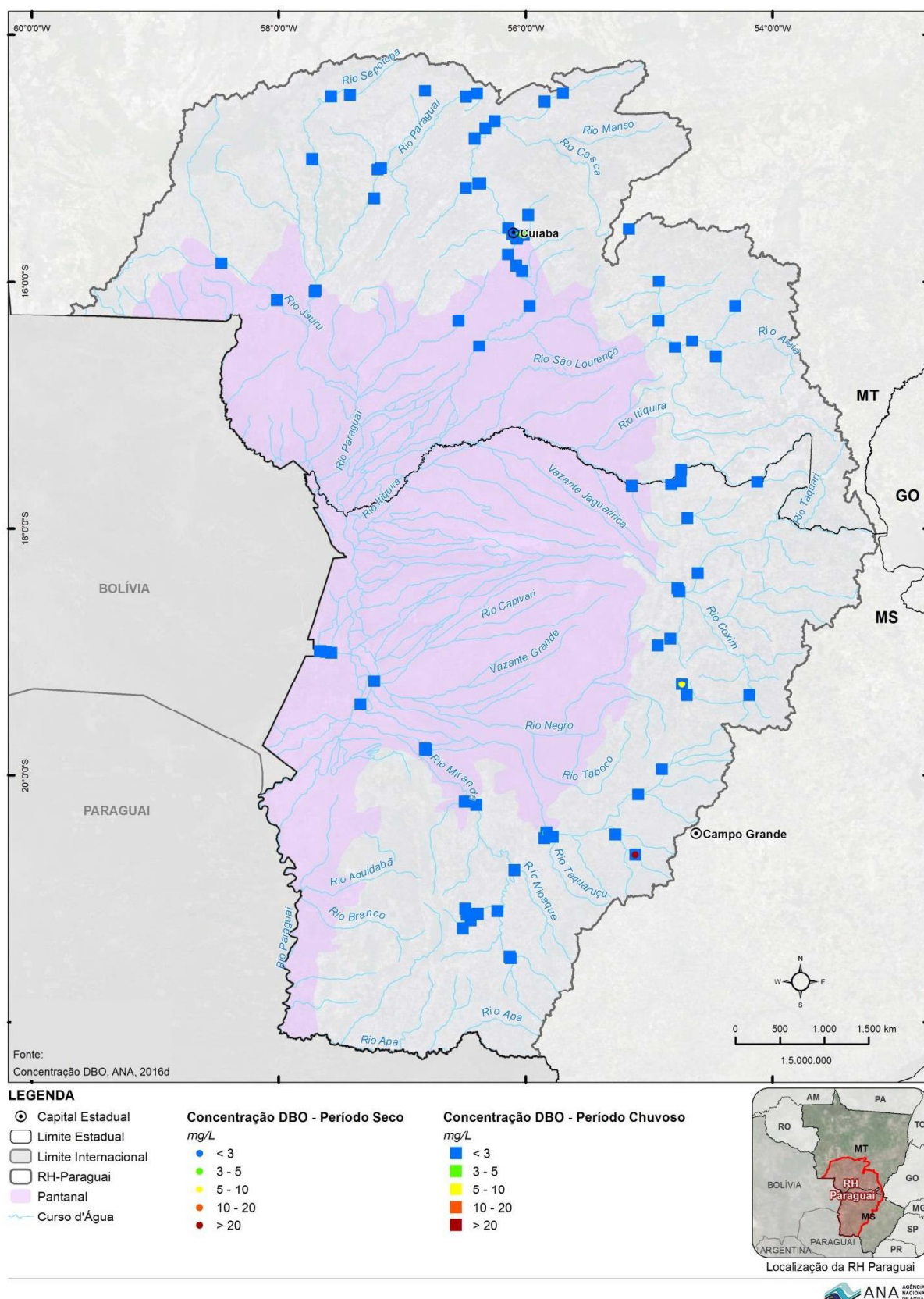


Figura 3.19 – Concentrações Médias de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) nos períodos seco e chuvoso na RH - Paraguai – 2001 a 2014

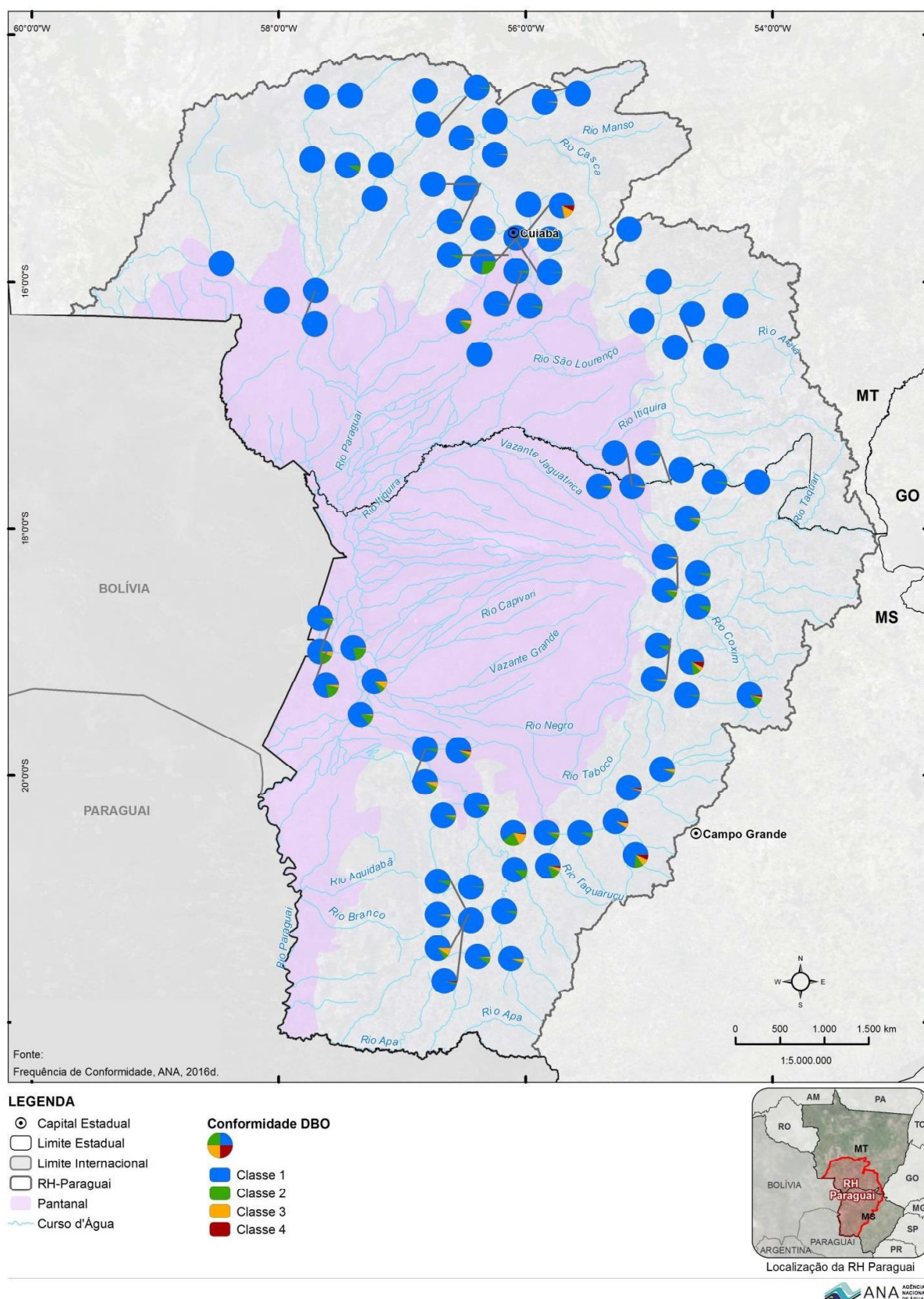


Figura 3.20 – Frequência de conformidade de valores de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) na RH Paraguai com as classes da CONAMA 357/2005 -2001 a 2014

Diferentemente do parâmetro Oxigênio Dissolvido, não foram detectadas grandes diferenças de concentrações de DBO entre os períodos seco e chuvoso (Figura 3.21). Nota-se que apenas três pontos de monitoramento apresentaram sazonalidade, dois com $DBO_{5,20}$ mais elevada no período chuvoso e um no período seco.

A evolução da DBO durante o horizonte de análise indicou tendência de aumento da DBO (degradação da qualidade) em oito pontos e somente em um ponto houve melhoria da qualidade, conforme apresentado na Figura 3.22. Nos pontos em que houve degradação, os valores anuais de DBO foram sempre compatíveis com as Classes 1 e 2 (CONAMA 357/2005), conforme ilustrado no Quadro 3.9.

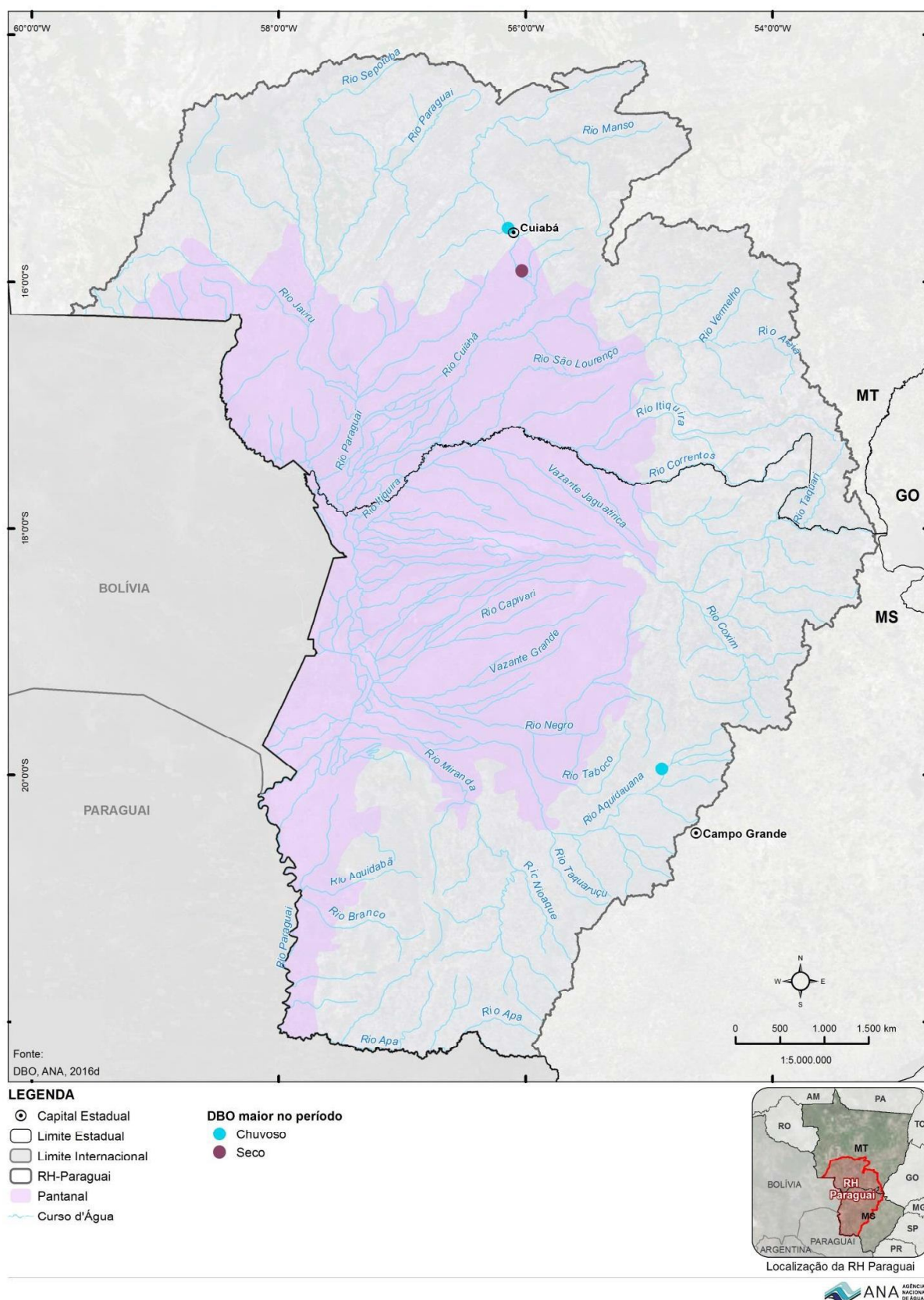


Figura 3.21 – Relação entre a ocorrência de concentrações médias críticas de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e as estações secas e chuvosas

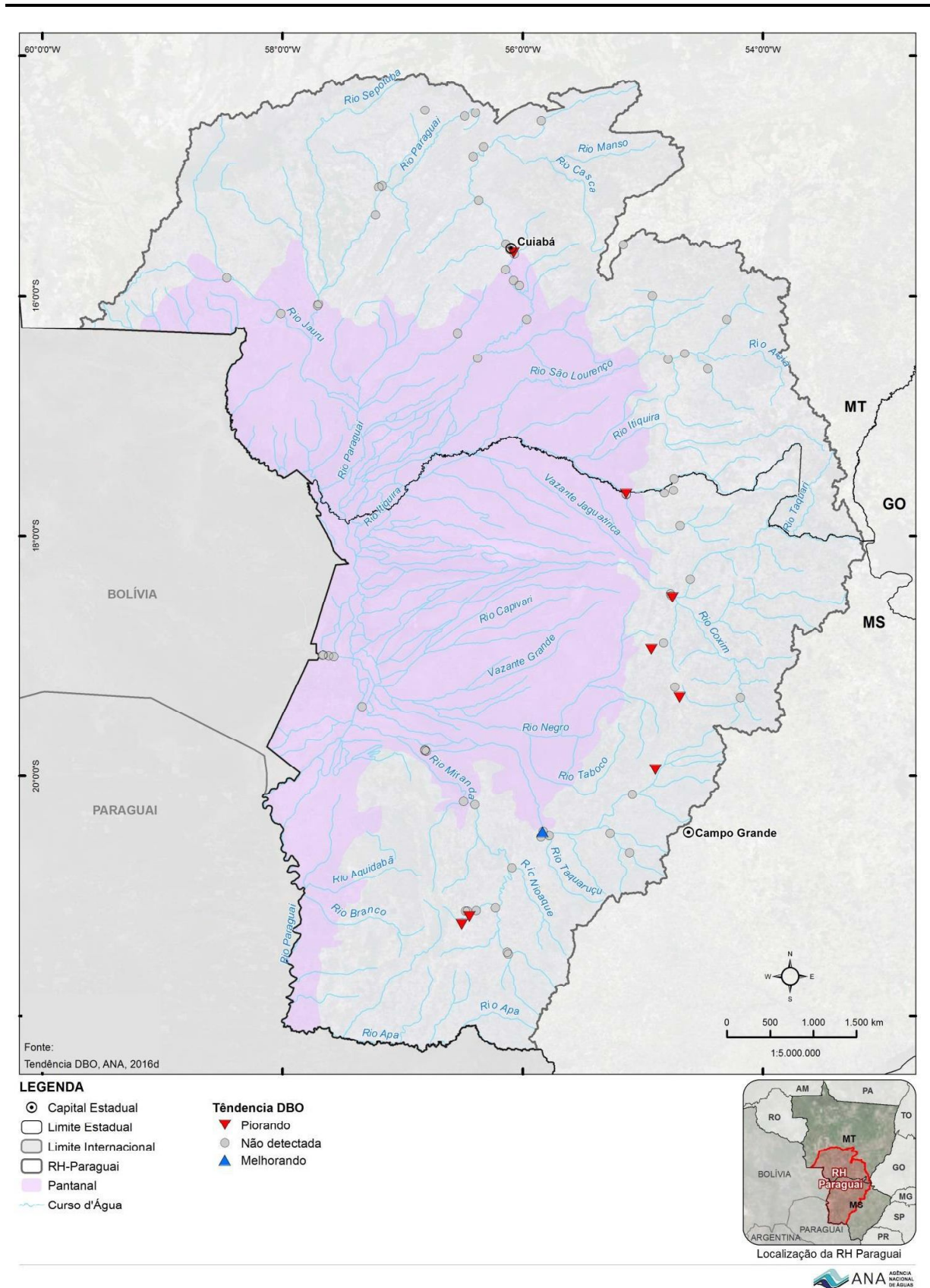


Figura 3.22 – Tendência de Evolução dos Níveis de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) na RH Paraguai – 2001 a 2014

QUADRO 3.9 – MÉDIAS ANUAIS DOS PONTOS QUE APRESENTARAM TENDÊNCIA EM RELAÇÃO À DBO

Ponto	UF	Corpo Hídrico	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Tendência
00MS23AC2000	MS	Córrego Agogó	4,00	4,33	6,00	4,25	6,00	3,00	2,50	1,40	2,67	4,00	2,00		2,00	2,50	Melhorou
00MS21PQ2123	MS	Rio Piquiri	0,67	0,50	1,00	0,50	1,00	1,50	0,67	1,00	1,40	1,33	1,33		2,00	2,00	Piorou
00MS22RV0020	MS	Rio Verde	0,67	1,25	0,75	0,00	0,67		0,75	1,50	1,25	2,00	1,50		1,50	2,67	Piorou
00MS22TM2000	MS	Rio Taquari-Mirim	0,33	1,00	1,50	2,00	1,00	1,50	0,75	1,25	1,75	2,00	1,50		1,50	2,67	Piorou
00MS23AQ0575	MS	Rio Aquidauana	0,75	1,00	1,33	0,75	0,50	1,00	0,50	0,40	1,00	1,00	1,50		1,50	3,00	Piorou
00MS23AQ1476	MS	Rio Aquidauana	1,00	1,00	2,00	2,00	0,75	1,00	1,00	1,00	1,50	1,50	2,75		2,50	3,50	Piorou
00MS23FO0065	MS	Rio Formoso	1,25	0,83	0,67	0,50	0,25	0,50	0,75	0,80	1,50	1,50	2,00		1,50		Piorou
00MS23FO0073	MS	Rio Formoso	0,75	0,29	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	3,00	0,80	1,50	2,00		3,50		Piorou
CBA415	MT	Rio Cuiabá			1,10	1,25	1,24	1,22	1,00	1,50	1,25	1,33	2,13	1,00	3,67	2,00	Piorou

Fonte: ANA, 2016d.

3.3.3.2.1 Colimetria

A colimetria faz referência ao levantamento da quantidade de bactérias do grupo coliformes na água. A presença dessas bactérias na água indica a contaminação por fezes, ou seja, é um indicativo de contaminação por esgotos domésticos e também de rejeitos provenientes de rebanhos de criação intensiva ou extensiva, caracterizando também poluentes de fontes difusas. A presença de coliformes termotolerantes e, principalmente de *Escherichia Coli*, indica o potencial de risco de doenças veiculadas pelo consumo de água contaminada pela população.

Os resultados das análises de colimetria são expressos como Número Mais Provável (NMP/100mL), que é baseado em fórmulas de probabilidade estatística passíveis de apresentar uma estimativa da quantidade média de coliformes na análise amostrada.

Na RH-Paraguai, as densidades mais elevadas de coliformes foram encontradas na região do planalto, nas proximidades dos aglomerados urbanos. O Quadro 3.10 relaciona os pontos que apresentam médias globais superiores a 5.000 NMP/100mL.

QUADRO 3.10 – MAIORES CONCENTRAÇÕES MÉDIAS DE COLIMETRIA NA RH-PARAGUAI

UF	UPG	Estação de Monitoramento	Corpo Hídrico	Município	Colimetria Média (NMP/100mL)	Número de Coletas
MT	São Lourenço	VEM093	Rio Vermelho	Rondonópolis	10.873,3	20
	Alto Rio Cuiabá	66259217	Rio Coxipó	Cuiabá	7.870,1	14
	Alto Rio Cuiabá	CBA417	Rio Cuiabá	Várzea Grande	5.057,7	56
	Alto Rio Cuiabá	CBA415	Rio Cuiabá	Várzea Grande	5.004,2	56
MS	Miranda	00MS23RE2000	Córrego Restinga	Bonito	56.356,5	54
	Taquari	00MS22PA2135	Rio Paraguai	Corumbá	30.843,4	53
	Taquari	00MS22CX0266	Rio Coxim	São Gabriel do Oeste	25.911,0	42
	Taquari	00MS22CX2234	Rio Coxim	São Gabriel do Oeste	20.790,0	13
	Taquari	00MS22CX2176	Rio Coxim	Camapuã	9.820,3	40
	Miranda	00MS23SD2000	Córrego Saladeiro	Bonito	9.595,6	54
	Taquari	00MS22RV2008	Rio Verde	Rio Verde de Mato Grosso	6.673,3	41

Elaboração ENGEORPS, 2017

Os resultados mais críticos encontram-se próximos às zonas urbanas dos municípios de Rondonópolis, Cuiabá, Várzea Grande, Poxoréo, Santo Antônio do Leverger e Juscimeira, em Mato Grosso; e Bonito, Corumbá, São Gabriel do Oeste, Rio Verde de Mato Grosso, Coxim, Camapuã, Aquidauana e Jardim, no Mato Grosso do Sul, conforme ilustrado na Figura 3.23.

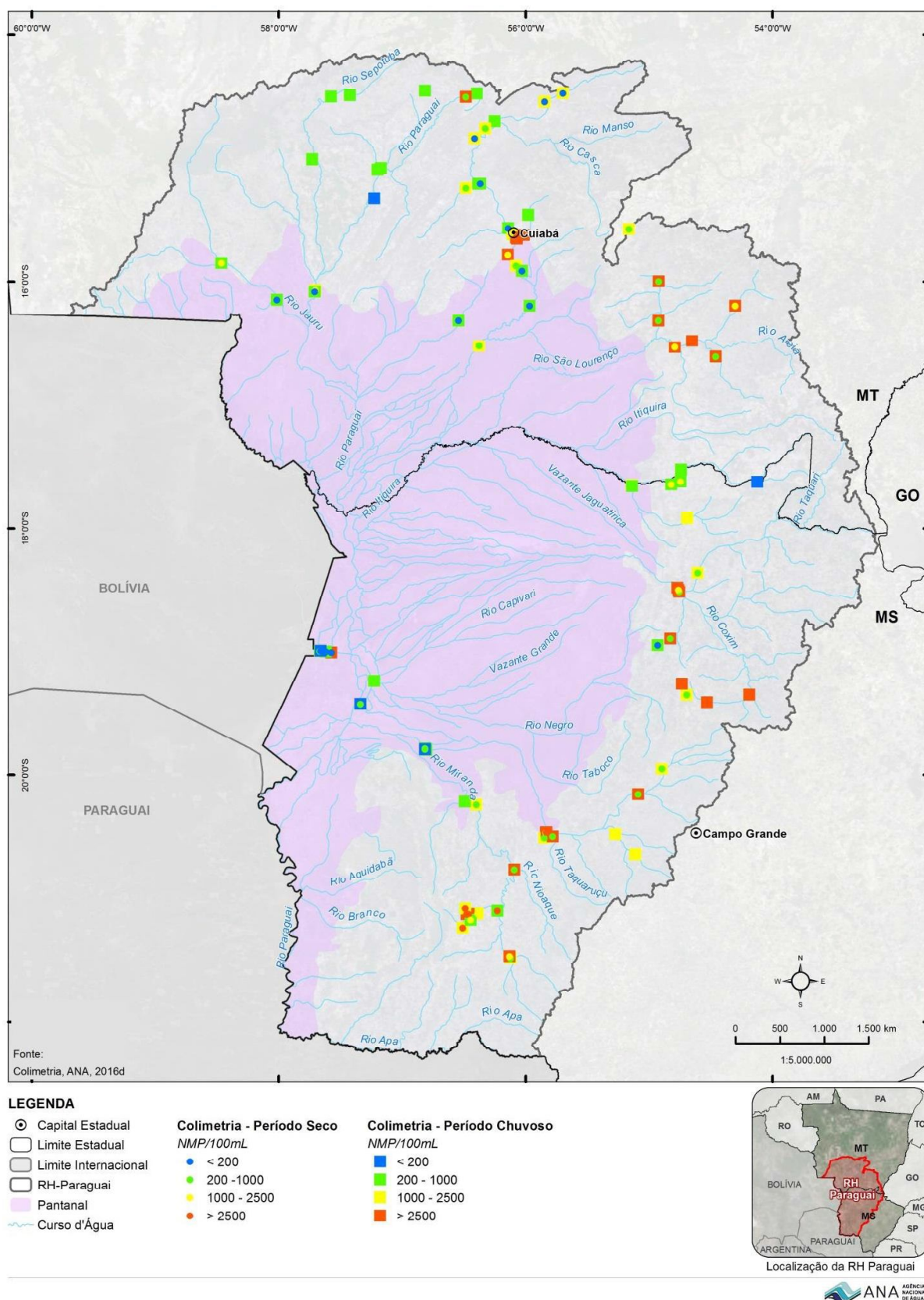


Figura 3.23 – Concentrações médias de Colimetria nos períodos seco e chuvoso na RH - Paraguai – 2001 a 2014

No que diz respeito à frequência em que as amostras se enquadram em cada classe da Resolução CONAMA 357/2005, destaca-se a predominância de valores compatíveis com as Classes 3 e 4 na região de Planalto, principalmente nos trechos que atravessam as principais sedes municipais (Figura 3.24). Paralelamente, verifica-se que seis pontos apresentaram valores de concentração de coliformes superiores a 2.500 NMP/100mL (Classe 4), na maior parte das amostras consideradas, conforme Quadro 3.11.

QUADRO 3.11 – PONTOS COM COLIMETRIA PREDOMINANTEMENTE EM CLASSE 4 NA RH-PARAGUAI

UF	Estação de Monitoramento	Rio	Classe 1 (%)	Classe 2 (%)	Classe 3 (%)	Classe 4 (%)	Número de Coletas
MT	VEM093	Rio Vermelho	0,0	10,0	5,0	85,0	20
	CBA417	Rio Cuiabá	2,0	2,0	34,0	62,0	56
	66259217	Rio Coxipó	7,0	14,0	21,0	57,0	14
MS	00MS23RE2000	Córrego Restinga	2,0	7,0	11,0	80,0	54
	00MS22CX2176	Rio Coxim	0,0	20,0	30,0	50,0	40

Elaboração ENGEORPS, 2017

No que diz respeito à sazonalidade, alguns pontos localizados na região do planalto apresentaram diferenças significativas nos valores de coliformes, com concentrações mais elevadas no período chuvoso (Figura 3.25), sugerindo que as fontes difusas têm contribuição significativa a estes postos de monitoramento.

Dentre os pontos amostrados, poucos apresentaram alguma tendência de evolução (Figura 3.26 e Quadro 3.12):

- ✧ Tendência de degradação da qualidade em Cuiabá/MT, a jusante de Barra do Bugre/MT e em Sonora/MS;
- ✧ Tendência de redução da concentração de coliformes em Jardim/MS e Aquidauana/MS (no rio Aquidauana e em seu afluente, córrego Agogô).

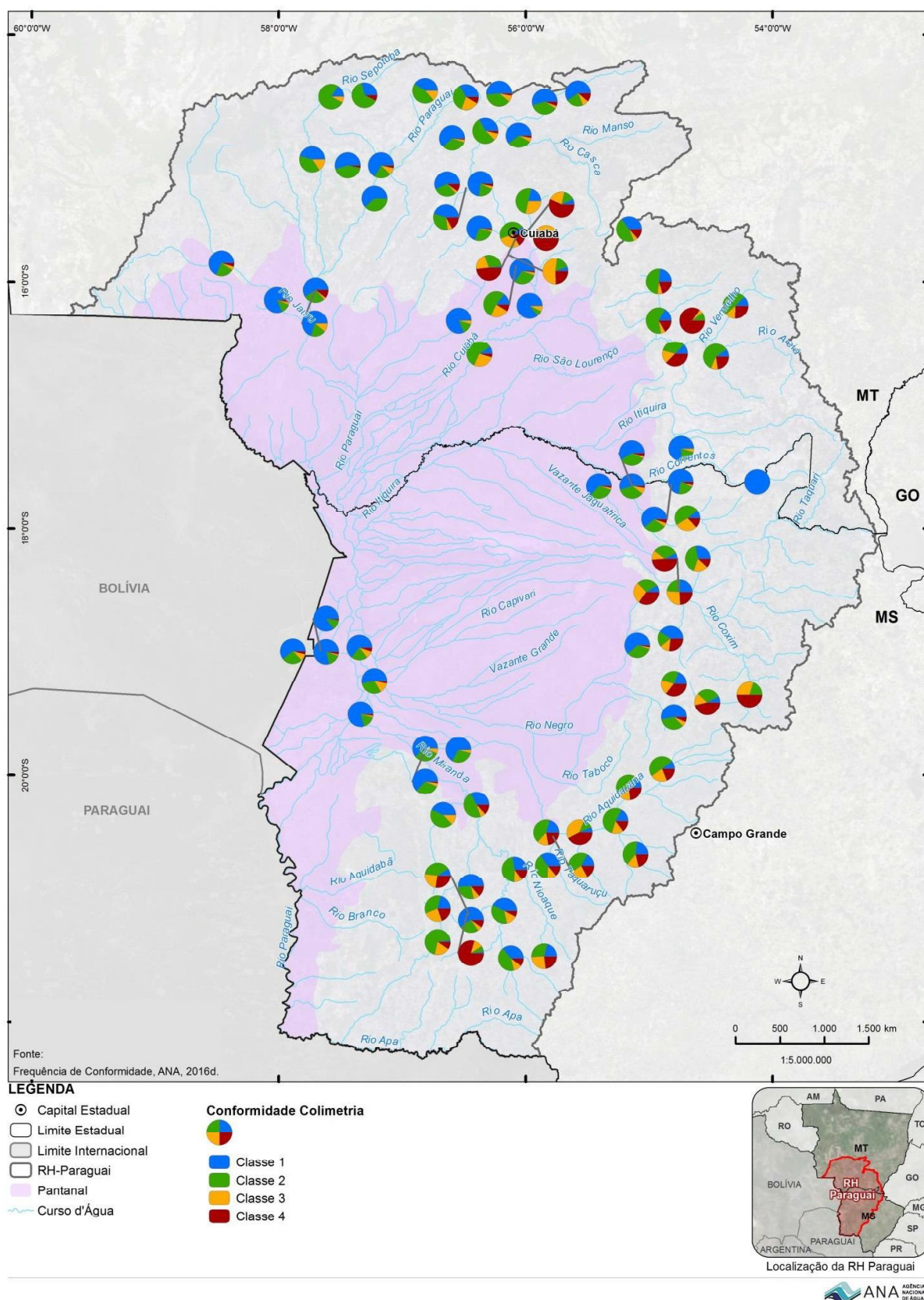


Figura 3.24 – Frequência de conformidade de valores de Colimetria na RH Paraguai com as classes da CONAMA 357/2005 -2001 a 2014

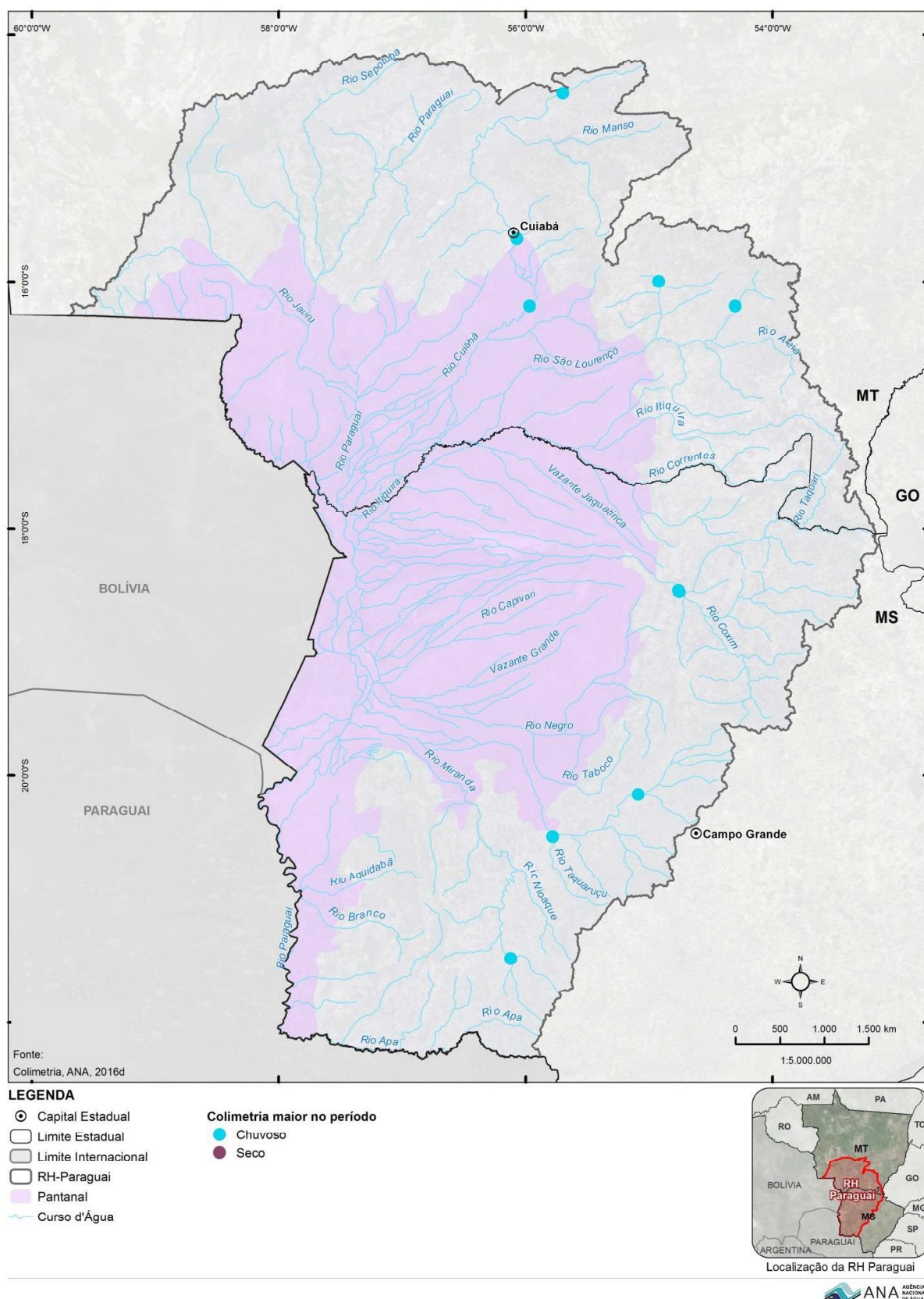


Figura 3.25 – Relação entre a ocorrência de concentrações médias críticas de Colimetria e as estações secas e chuvosas

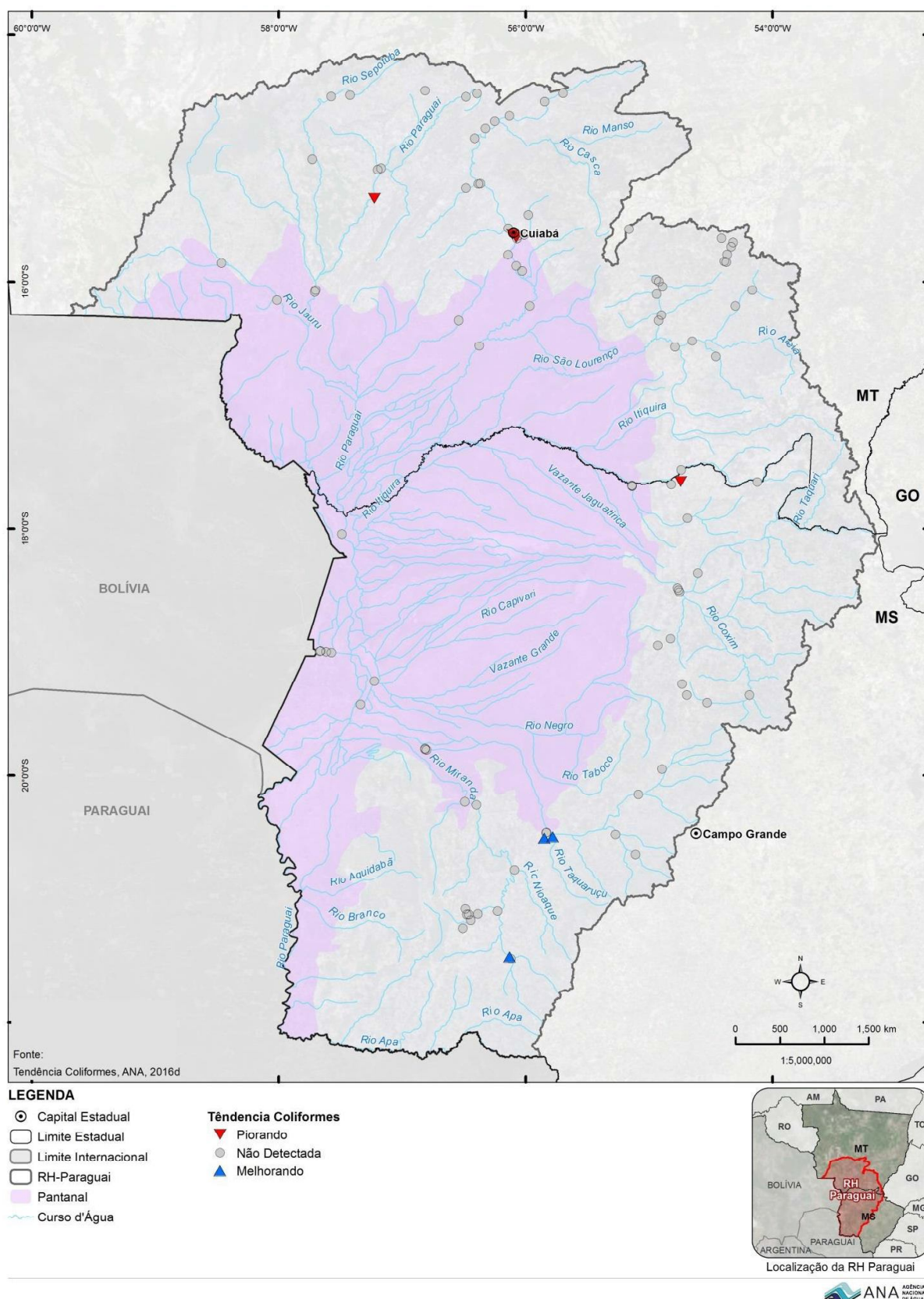


Figura 3.26 – Tendência de Evolução dos Níveis de Colimetria na RH Paraguai – 2001 a 2014

QUADRO 3.12 – MÉDIAS ANUAIS DOS PONTOS QUE APRESENTARAM TENDÊNCIA EM RELAÇÃO À COLIMETRIA

Ponto	UF	Corpo Hídrico	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Tendência
00MS23AQ2291	MS	Rio Aquidauana	6.418	2.325	1.673	2.710	4.288	2.350	950	440	1.690	965	678		101	423	Melhorou
00MS23MI2601	MS	Rio Miranda	4.740	4.825	6.390	4.753	3.258	800	1.763	1.262	1.180	530	965		1.255	1.389	Melhorou
00MS23AC2006	MS	Córrego Agogô	4.915	3.588	1.200	167	698	165	448	504	1.425	1.860			20	141	Melhorou
00MS21CA2019	MS	Córrego Cabeceira Alta		84	237	6		11	27	148	144	271	236		268	1.266	Piorou
CBA408	MT	Rio Cuiabá			1.106	900	990	835	1.598	1.076	2.402	997	2.146	3.328	3.146	3.917	Piorou
CBA415	MT	Rio Cuiabá			2.863	1.785	7.095	1.573	1.703	1.029	2.503	3.123	6.463	4.855	24.192	17.389	Piorou
PAR292	MT	Rio Paraguai								79	140	174	221	240	247	337	Piorou

Fonte: ANA, 2016c.

3.3.3.3 Fósforo Total

O fósforo é um nutriente limitante para o crescimento de algas e plantas aquáticas, estando relacionado ao processo de eutrofização dos recursos hídricos. Altas concentrações de fósforo e outros fatores (hidrodinâmicos, biológicos, físicos, químicos, etc.) desencadeiam o processo de eutrofização dos corpos d'água, caracterizado por uma grande proliferação da flora aquática que, em casos críticos, podem implicar em restrições do uso da água.

As consequências da poluição causada por fósforo são mais severas em ambientes lênticos ou intermediários, em razão do risco de eutrofização associado a fatores e características próprias da hidrologia deste tipo do corpo hídrico. Apesar de ocorrer com menos frequência em ambientes lóticos, o monitoramento do fósforo nos rios é importante em razão da conectividade e do fluxo unidirecional de nutrientes que existe entre os ambientes lóticos e lênticos.

Na RH-Paraguai, verifica-se que os maiores valores médios ocorrem no período chuvoso (Figura 3.27), com destaque para as seguintes UPGs: Miranda (rios Miranda e Aquidauana, nos municípios de Miranda, Aquidauana, Rochedo, Jardim e Bonito), Taquari (rios Taquari e Paraguai), Correntes (rio Correntes), São Lourenço (rio Vermelho) e Alto Rio Cuiabá (rio Cuiabá). Complementarmente, o Quadro 3.13 apresenta os dez pontos que apresentaram os níveis médios mais elevados de fósforo, quando consideradas todo o período de análise.

QUADRO 3.13 – MAIORES CONCENTRAÇÕES MÉDIAS DE FÓSFORO TOTAL NA RH- PARAGUAI

UF	UPG	Estação de Monitoramento	Corpo Hídrico	Município	Fósforo Total	Número de Amostras
MT	Alto Rio Cuiabá	66259800	Rio Coxipó	Cuiabá	0,28	15
MS	Miranda	00MS23AC2000	Córrego Agogô	Anastácio	0,54	49
	Taquari	00MS22CX0266	Rio Coxim	São Gabriel do Oeste	0,50	42
	Miranda	00MS23SD2000	Córrego Saladeiro	Bonito	0,39	54
	Miranda	00MS23AC2006	Córrego Agogô	Anastácio	0,34	43
	Miranda	00MS23CN2002	Rio Canastrão	Sidrolândia	0,33	48
	Taquari	00MS22PA2140	Rio Paraguai	Corumbá	0,29	52
	Taquari	00MS22CX2000	Rio Coxim	Rio Verde de Mato Grosso	0,28	43
	Miranda	00MS23AQ2291	Rio Aquidauana	Anastácio	0,27	47
	Taquari	00MS22CX2176	Rio Coxim	Camapuã	0,27	40

Elaboração ENGEORPS, 2017

Analisando-se a Figura 3.27, constata-se que as concentrações médias de fósforo a jusante de Cuiabá, maior centro urbano da bacia, são inferiores a de pontos espalhados pela região de planalto. Considerando que os esgotos domésticos, ainda que tratados, apresentam altas concentrações de fósforo, era esperado que as maiores concentrações do parâmetro fossem encontradas a jusante dos aglomerados urbanos. Este fato evidencia a importância da contribuição de fontes difusas para as cargas de fósforo que afluem aos corpos hídricos na região do planalto.

Com relação aos limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005, diversos pontos apresentam, na maior parte das amostras consideradas, concentrações de fósforo total

compatíveis com as Classes 3 e 4, com destaque para as UPGs Miranda, Taquari e São Lourenço, conforme pode ser observado na Figura 3.28. Desta análise destaca-se que 15 pontos apresentaram, concentrações predominantemente em consonância com os limites da Classe 4, estando 13 dentre eles localizados em Mato Grosso do Sul (Quadro 3.14).

QUADRO 3.14 – PONTOS COM FÓSFORO TOTAL PREDOMINANTEMENTE EM CLASSE 4 NA BACIA DO PARAGUAI

UF	Estação de Monitoramento	Rio	Classe 1 (%)	Classe 2 (%)	Classe 3 (%)	Classe 4 (%)	Número de Amostras
MT	66259800	Rio Coxipó	13,3	0,0	26,7	60,0	15
	VEM093	Rio Vermelho	37,0	0,0	11,1	51,9	27
MS	00MS23AC2000	Córrego Agogô	10,2	0,0	2,0	87,8	49
	00MS23CN2002	Rio Canastrão	6,3	0,0	12,5	81,3	48
	00MS23AQ2284	Rio Aquidauana	17,0	0,0	19,1	63,8	47
	00MS23MI1292	Rio Miranda	26,1	0,0	13,0	60,9	46
	00MS23CH2018	Rio Cachoeirão	19,1	0,0	21,3	59,6	47
	00MS22CX2000	Rio Coxim	27,9	0,0	14,0	58,1	43
	00MS22TQ2441	Rio Taquari	25,6	0,0	16,3	58,1	43
	00MS23AQ2000	Rio Aquidauana	8,9	0,0	33,3	57,8	45
	00MS22PA2140	Rio Paraguai	28,8	0,0	17,3	53,8	52
	00MS23MI2000	Rio Miranda	18,2	0,0	29,5	52,3	44
	00MS22TG2000	Canal do Tamengo	23,9	0,0	23,9	52,2	46
	00MS23MI2147	Rio Miranda	13,0	0,0	34,8	52,2	46
	00MS23AQ2291	Rio Aquidauana	34,0	0,0	14,9	51,1	47

Elaboração ENGECORPS, 2017

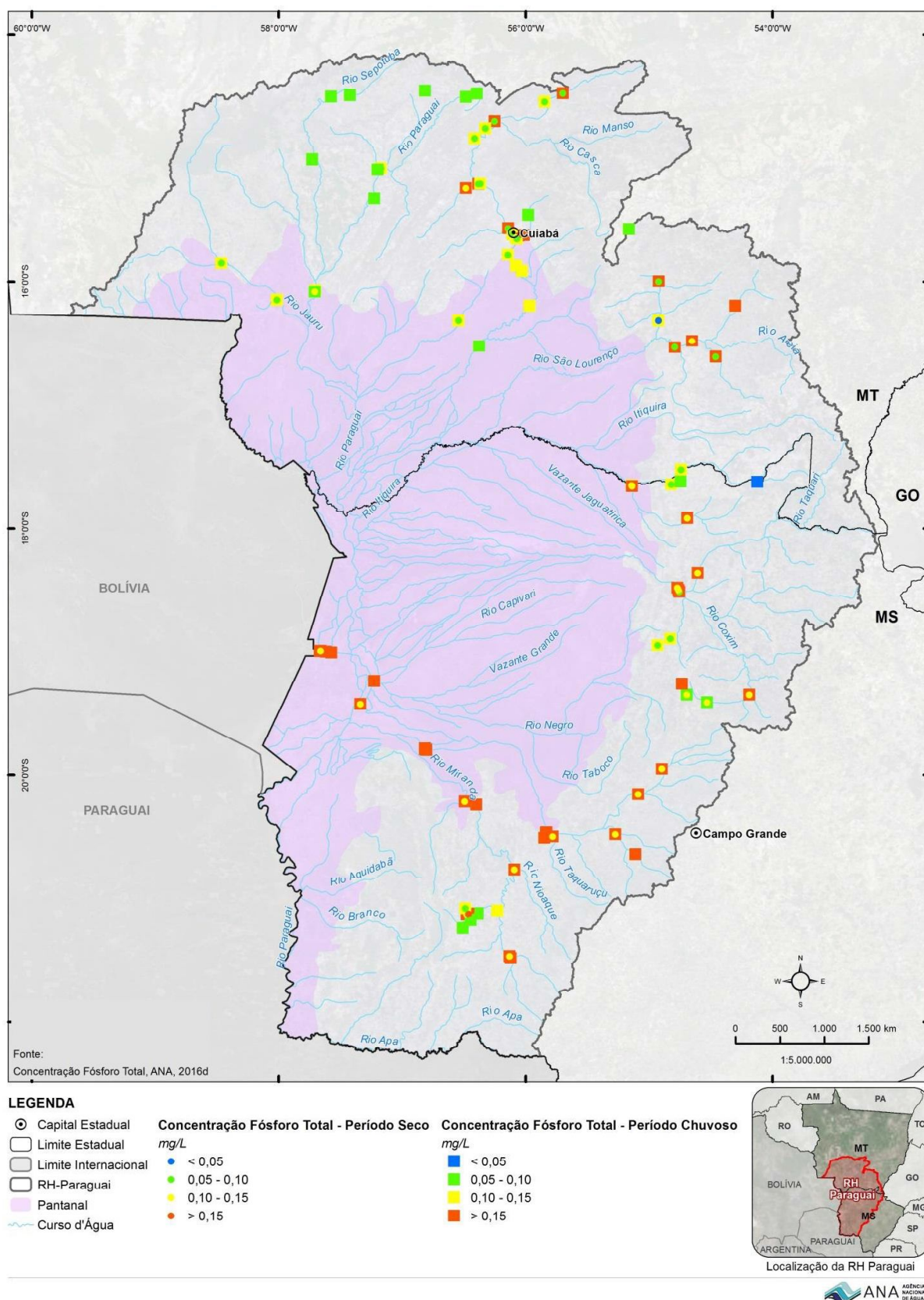


Figura 3.27 – Concentrações médias de Fósforo Total nos períodos seco e chuvoso na RH - Paraguai – 2001 a 2014

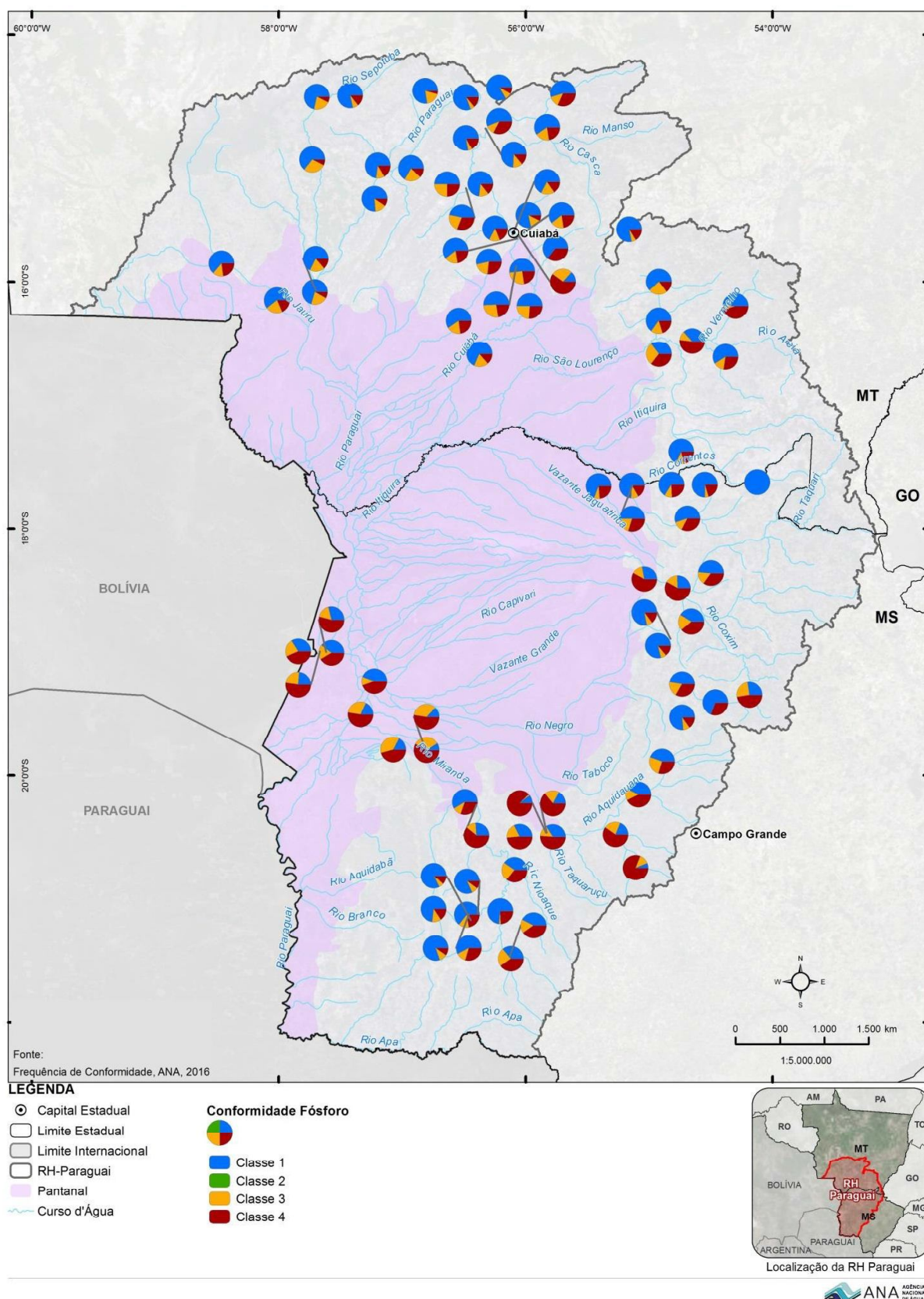


Figura 3.28 – Frequência de conformidade de valores de Fósforo Total na RH Paraguai com as classes da CONAMA 357/2005 -2001 a 2014

Ademais, foram identificadas diferenças significativas entre as concentrações de fósforo total registradas em período seco e período chuvoso, indicando concentrações mais elevadas do parâmetro na estação úmida (Figura 3.29). Estas diferenças ocorreram principalmente nas porções superiores das UPCs Alto Rio Cuiabá, São Lourenço, Taquari e Miranda, regiões em que os valores de precipitação média anual são mais elevados e onde se concentram as atividades agropecuárias da RH.

No que diz respeito à evolução do parâmetro ao longo do período analisado, foram observados três pontos com tendência de degradação e apenas um ponto com queda nas concentrações de fósforo total (Figura 3.30 e Quadro 3.15).

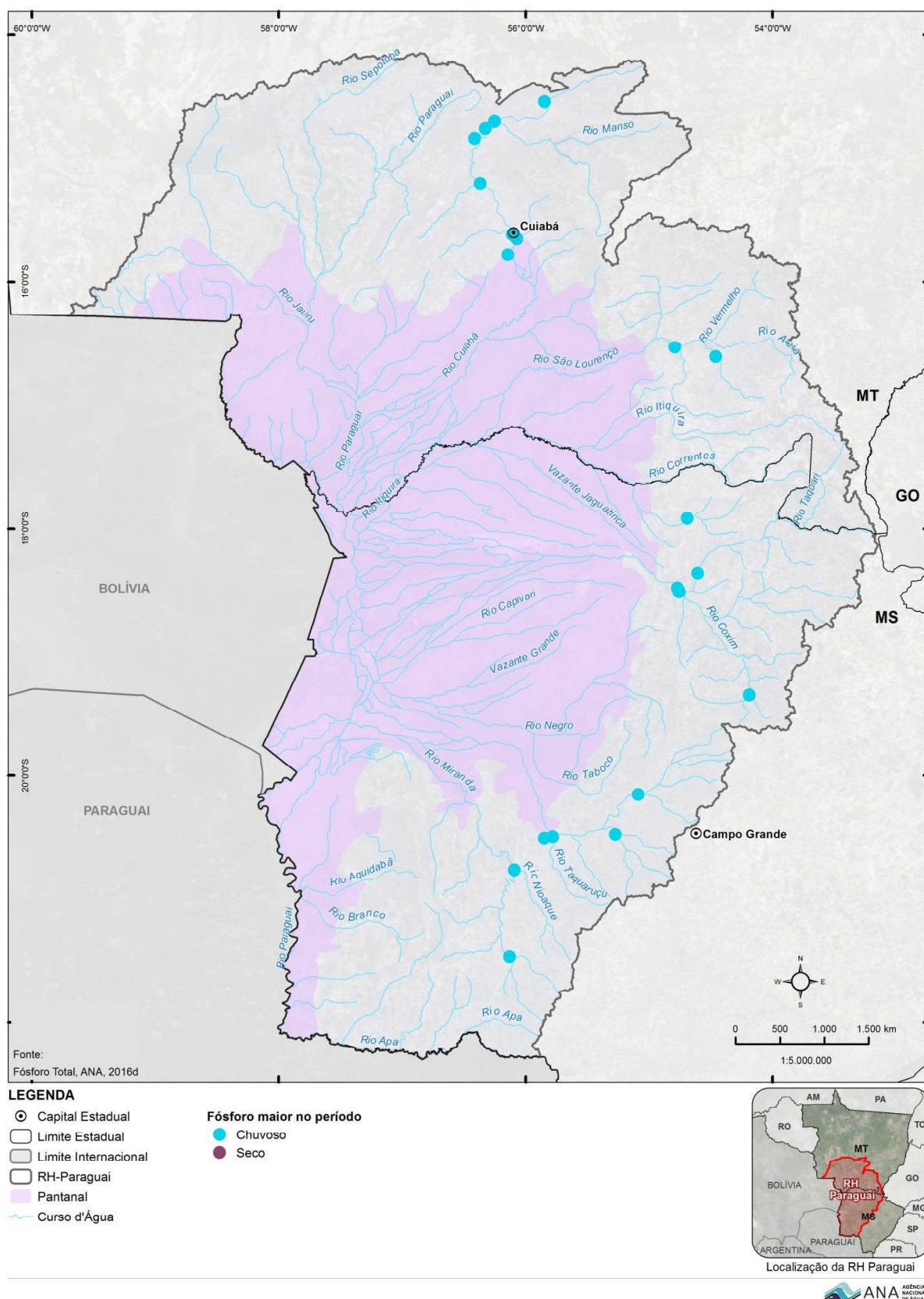


Figura 3.29 – Relação entre a ocorrência de concentrações médias críticas de Fósforo Total e as estações secas e chuvosas

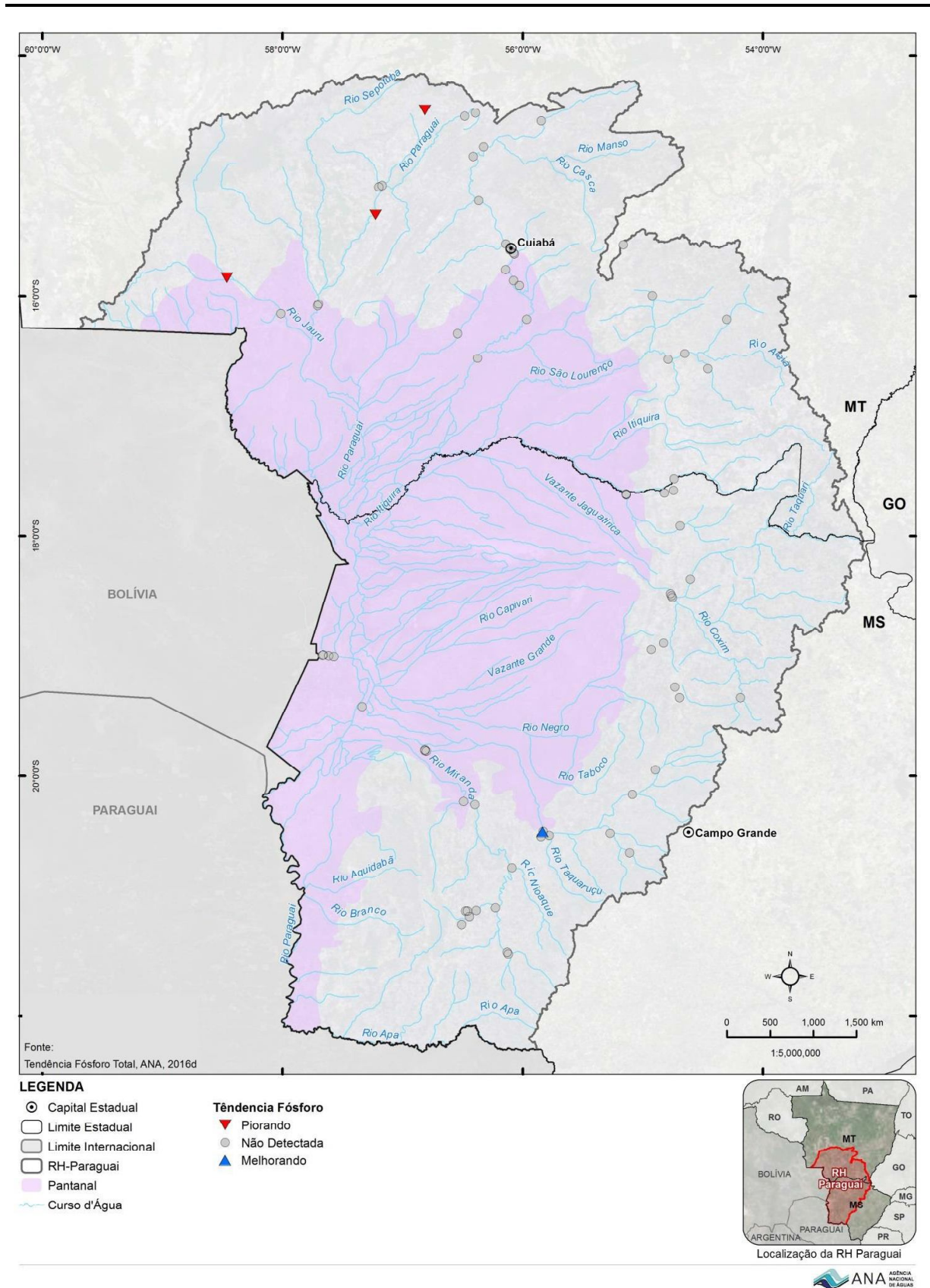


Figura 3.30 – Tendência de Evolução dos Níveis de Fósforo Total na RH Paraguai – 2001 a 2014

QUADRO 3.15 – MÉDIAS ANUAIS DOS PONTOS QUE APRESENTARAM TENDÊNCIA EM RELAÇÃO AO FÓSFORO TOTAL

Ponto	UF	Corpo Hídrico	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Tendência
00MS23AC2000	MS	Córrego Agogô	0,28	1,03	0,67	0,64	0,97	0,83	0,72	0,5	0,44	0,25			0,29	0,22	Melhorou
JAU270	MT	Rio Jauru								0,04	0,03	0,07		0,16	0,16	0,19	Piorou
PAR292	MT	Rio Paraguai								0,05	0,04	0,05		0,15	0,17	0,1	Piorou
SAN034	MT	Rio Santana								0,04	0,03	0,03		0,13	0,1	0,12	Piorou

Fonte: ANA, 2016d.

3.3.3.4 Turbidez

A turbidez atua como indicador da quantidade de sólidos suspensos na água. A proliferação de algas e outros microrganismos, causados pelo despejo de esgotos domésticos e industriais, provocam o aumento deste parâmetro, que também é afetado pela presença de argila, silte e outras partículas provenientes do solo, conduzidas aos corpos hídricos em decorrência de processos erosivos.

Na Região Hidrográfica do Paraguai nota-se que a turbidez tem valores mais elevados nos pontos de monitoramento da região do planalto, com médias em faixas variadas, dependendo da estação seca ou chuvosa (Figura 3.31). Os maiores valores foram encontrados nas UPGs Miranda, Taquari, Apa e Negro, no estado de Mato Grosso do Sul, e na UPG São Lourenço, em Mato Grosso (Quadro 3.16).

QUADRO 3.16 – MAIORES MÉDIAS DE INCIDÊNCIA DE TURBIDEZ NA RH- PARAGUAI

UF	UPG - Nome	Ponto	Corpo Hídrico	Município	Turbidez (NTU)	Número de Amostras
MT	São Lourenço	VEM093	Rio Vermelho	Rondonópolis	249,13	26
	São Lourenço	VEM111	Rio Vermelho	Rondonópolis	215,89	29
	São Lourenço	SLO182	Rio São Lourenço	Juscimeira	139,80	20
	São Lourenço	JOR046	Rio Jorigue	Pedra Preta	134,91	21
	São Lourenço	66460000	Rio São Lourenço	Santo Antônio do Leverger	120,98	16
MS	Taquari	66849000	Rio Coxim	São Gabriel do Oeste	185,32	15
	Taquari	00MS22CX2000	Rio Coxim	Rio Verde de Mato Grosso	181,10	46
	Taquari	66865000	Rio Taquarizinho	Rio Verde de Mato Grosso	143,70	13
	Negro	00MS24NE2435	Rio Negro	Rio Negro	125,73	27
	Negro	00MS24NE2461	Rio Negro	Rio Negro	110,82	27
	Taquari	00MS22TM2000	Rio Taquari-Mirim	Coxim	106,53	44
	Miranda	00MS23AQ1476	Rio Aquidauana	Rochedo	103,90	50
	Taquari	66850000	Rio Jauru	São Gabriel do Oeste	103,79	15
	Taquari	66845000	Rio Taquari	Coxim	101,79	14

Elaboração ENGECORPS, 2017

Os valores de turbidez elevada não parecem estar correlacionados com o nível de antropização, uma vez que os valores observados em Cuiabá são menores que em diversos pontos da região de planalto. Os pontos com turbidez mais elevada localizam-se em áreas rurais e na parte leste da bacia, onde predomina o uso do solo para agropecuária.

No rio Paraguai, que recebe as cargas carreadas por seus tributários, a turbidez aumenta de montante a jusante. Em Bonito/MS, polo turístico do Pantanal conhecido pelas águas cristalinas de seus balneários, os pontos monitorados apresentaram baixa turbidez. Exemplo de água com baixa turbidez encontra-se também no ponto a jusante da represa da UHE Manso, cujo reservatório deve estar atuando na retenção de sedimentos.

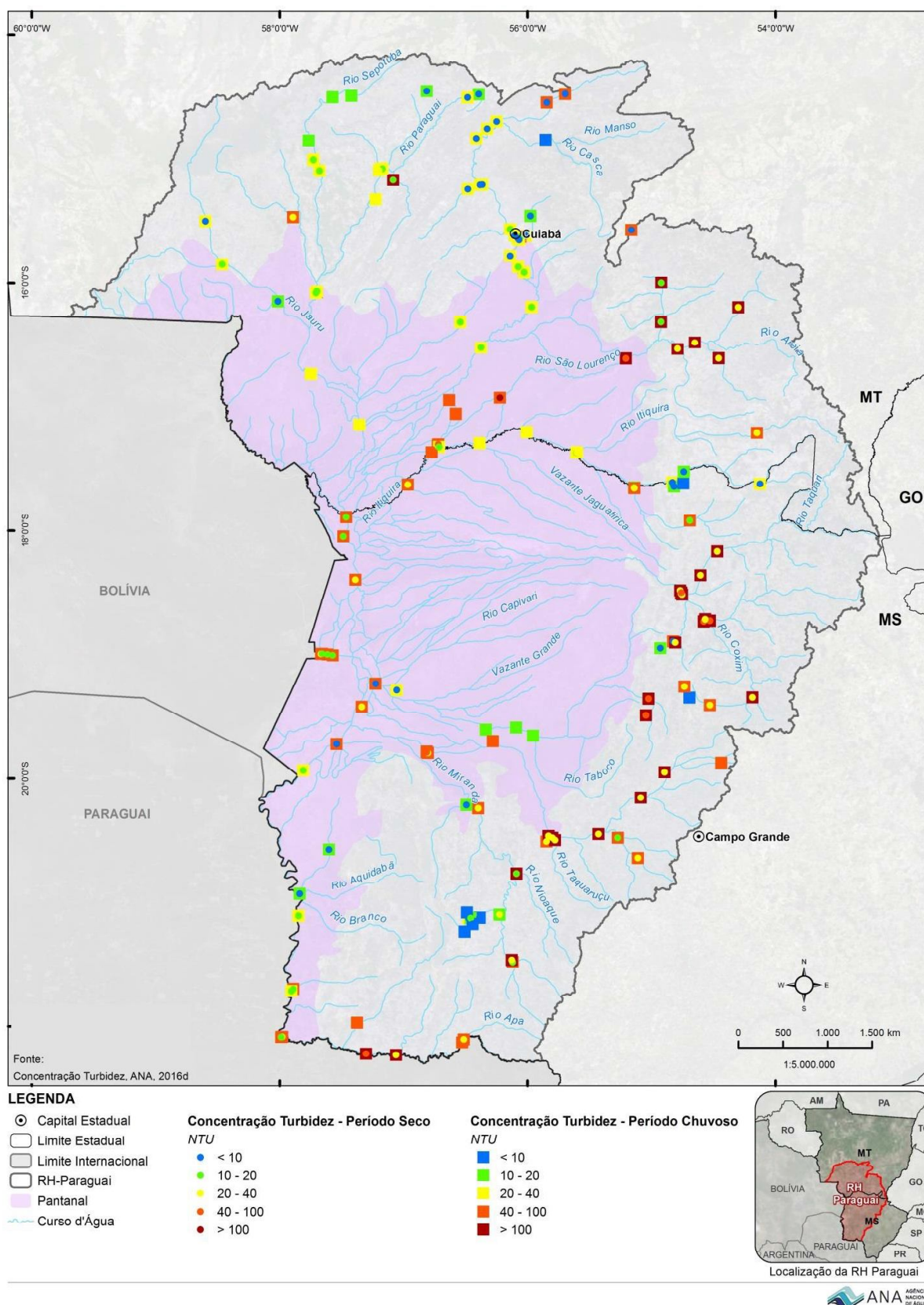


Figura 3.31 – Concentrações médias de Turbidez nos períodos seco e chuvoso na RH - Paraguai – 2001 a 2014

Analisando os limites para o parâmetro preconizados na resolução CONAMA 357/2005, observa-se que os valores de turbidez enquadram-se predominantemente nas Classes 1 e 2, principalmente nas áreas de planície (Figura 3.32). No planalto, sobretudo nas UPGs dos rios São Lourenço, Taquari, Miranda e Apa, concentram-se os pontos de monitoramento com um percentual mais significativo de coletas com valores de turbidez compatíveis com rios de Classe 4. Apenas quatro pontos apresentaram, com mais frequência, níveis de turbidez classificados como Classe 4 (Quadro 3.17).

QUADRO 3.17 – PONTOS COM TURBIDEZ PREDOMINANTEMENTE EM CLASSE 4 NA BACIA

UF	Estação de Monitoramento	Rio	Classe 1 (%)	Classe 2 (%)	Classe 3 (%)	Classe 4 (%)	Número de Amostras
MT	66460000	Rio São Lourenço	27,8	27,8	0	44,4	18
MS	00MS22CX2000	Rio Coxim	39,1	13	0	47,8	46
	67170000	Rio Apa	35,3	17,6	0	47,1	17
	66849000	Rio Coxim	16,7	38,9	0	44,4	18

Elaboração ENGECORPS, 2017

Ressalta-se que todos os pontos que apresentaram diferença estatisticamente significativa entre o período chuvoso e seco (Figura 3.33), registraram os maiores valores de turbidez na época de chuva, indicando a contribuição das fontes difusas de poluição na dinâmica de cargas da região.

Durante o horizonte de amostragem analisado, seis pontos de monitoramento, sendo quatro na UPG Alto Rio Cuiabá, apresentaram tendência de aumento da turbidez. As outras duas situações de declínio da qualidade da água relacionadas a este indicador foram identificadas na cabeceira do rio São Lourenço, Campo Verde/MT e no rio Jauru, conforme ilustrado na Figura 3.34 e no Quadro 3.18. Quatro pontos do estado de Mato Grosso do Sul apresentaram redução dos níveis de turbidez ao longo dos anos.

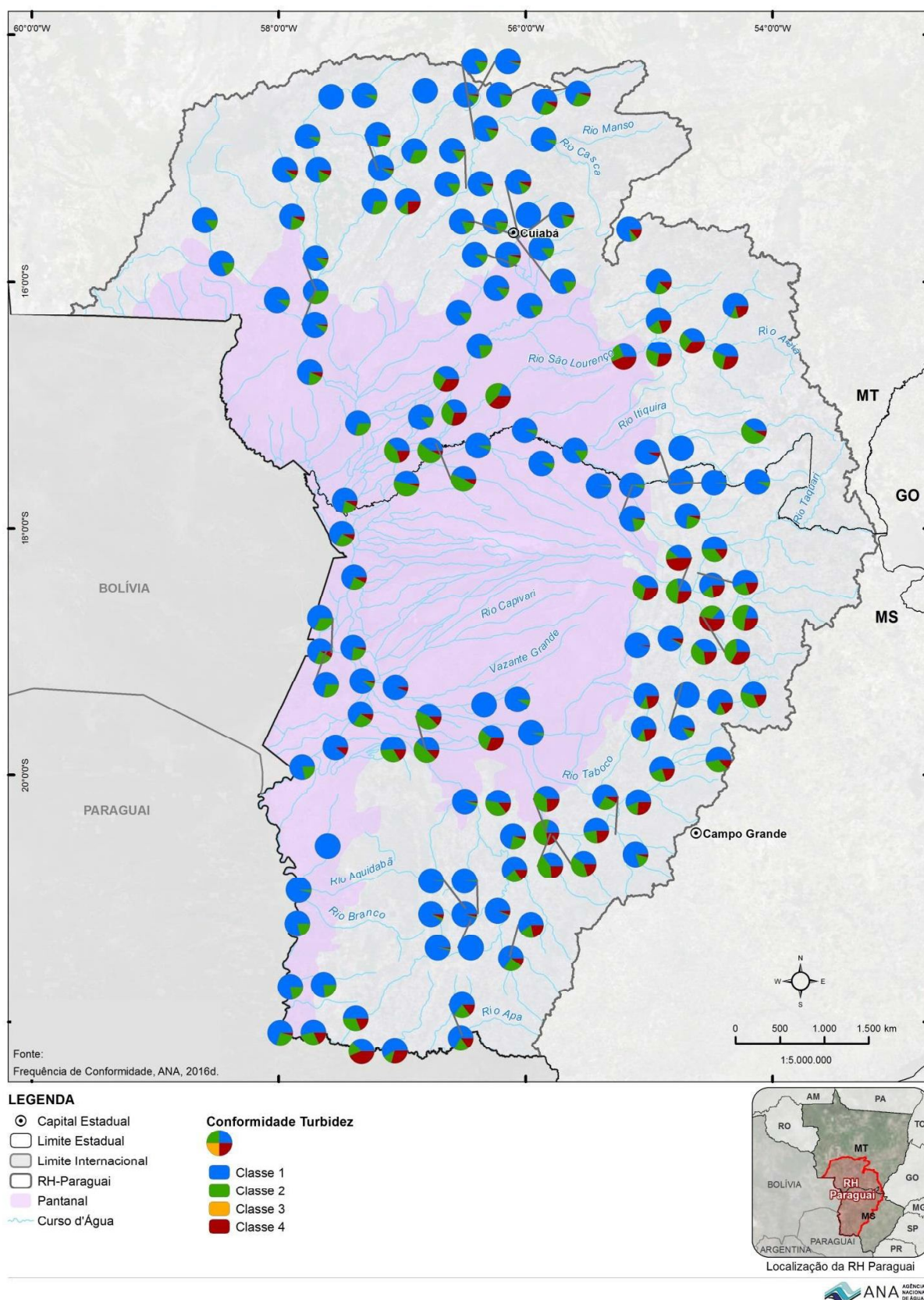


Figura 3.32 – Frequência de conformidade de valores de Turbidez na RH Paraguai com as classes da CONAMA 357/2005 -2001 a 2014

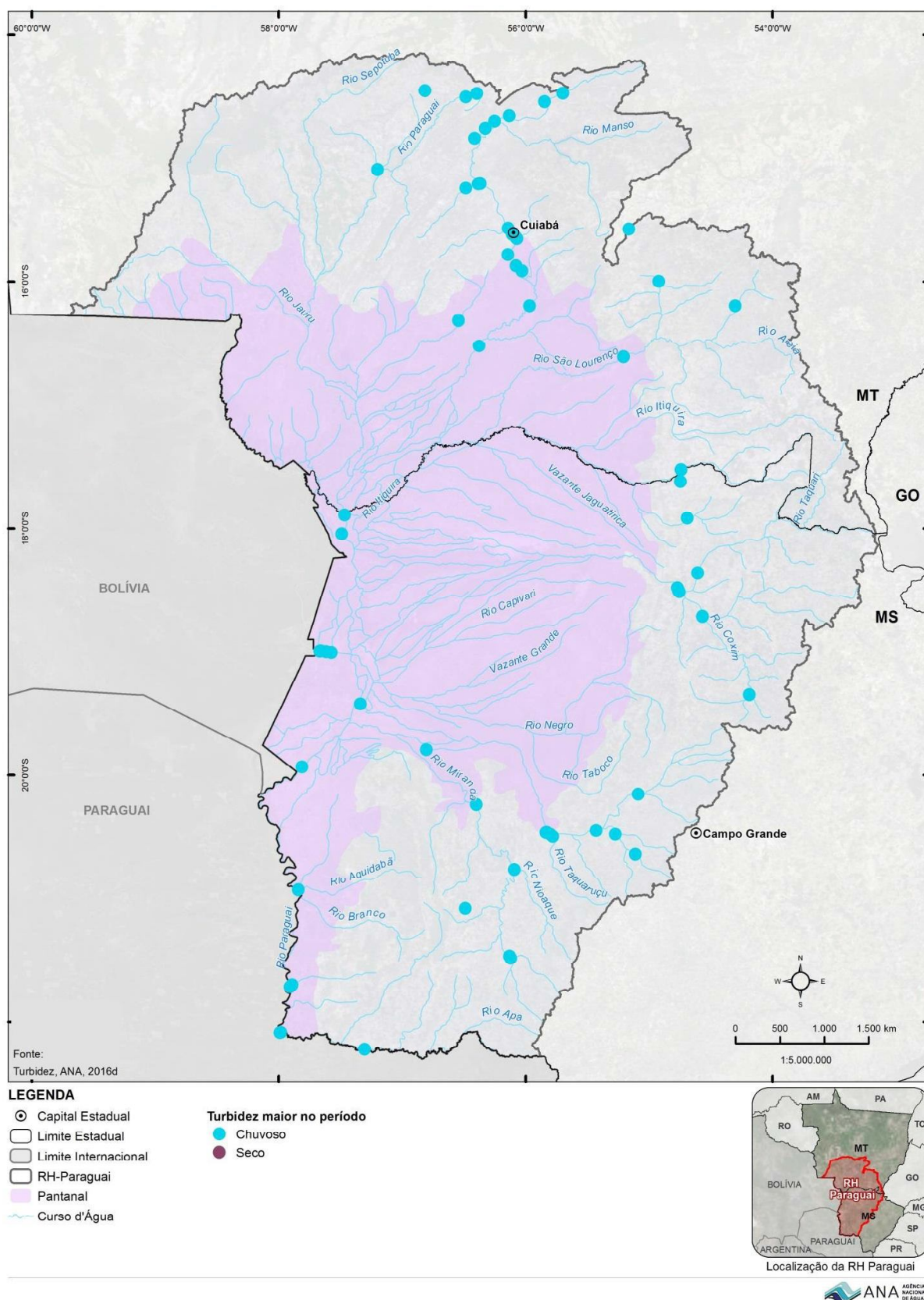


Figura 3.33 – Relação entre a ocorrência de concentrações médias críticas de Turbidez e as estações secas e chuvosas

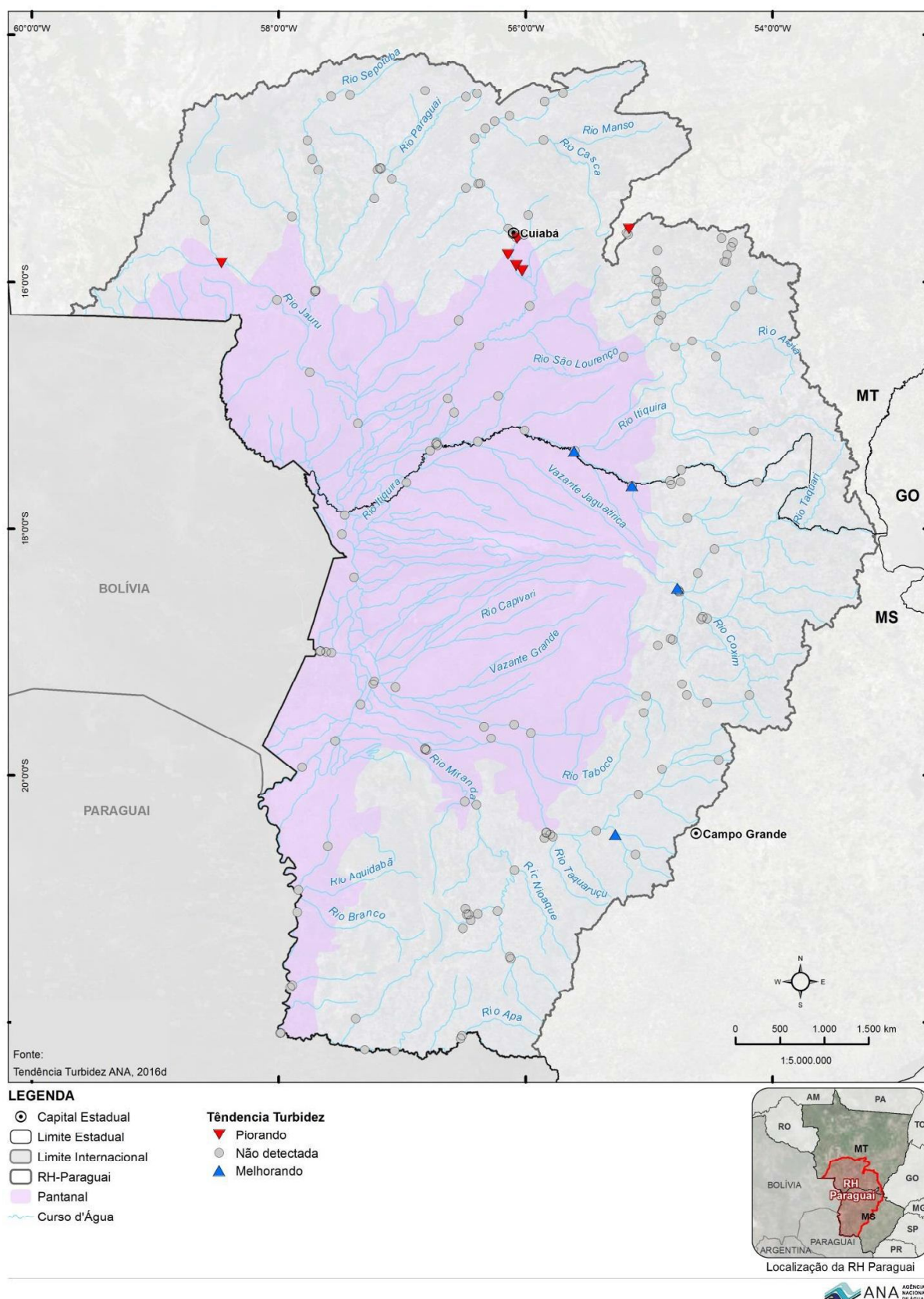


Figura 3.34 – Tendência de Evolução dos Níveis de Turbidez na RH Paraguai – 2001 a 2014

QUADRO 3.18 – MÉDIAS ANUAIS DOS PONTOS QUE APRESENTARAM TENDÊNCIA EM RELAÇÃO A TURBIDEZ

Ponto	UF	Corpo Hídrico	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Tendência
00MS21CR2000	MS	Rio Correntes	24	17	20	11	14	8	7	7	8	8	7	7	6	7	Melhorou
00MS22TQ2441	MS	Rio Taquari	113	145	172	76	34	149	40	100	152	80	60	48	38	56	Melhorou
00MS23CH2018	MS	Rio Cachoeirão	27	38	74	63	49	22	17	25	64	26	23	23	10	15	Melhorou
00MS22IT2232	MS	Rio Itiquira		34	18	17				25	15		17	15	14	11	Melhorou
CBA417	MT	Rio Cuiabá			19	24	13		33	15	14	30	29	54	57	37	Piorou
CBA437	MT	Rio Cuiabá			21	17	17		31	12	15	38	49	25	63	37	Piorou
CBA464	MT	Rio Cuiabá			20	15	22		24	15	20	36	37	23	37	39	Piorou
CBA561	MT	Rio Cuiabá			20	19	13	10	21	15	20	25	69	34	45	52	Piorou
SLO001	MT	Rio São Lourenço				4	3	2	11	4	30	38	125	112	39	88	Piorou
JAU270	MT	Rio Jauru								9	8	11	24	40	46	23	Piorou

Fonte: ANA, 2016d.

3.3.3.5 Sólidos Totais

O parâmetro sólidos totais diz respeito à concentração de diversas frações de sólidos na água, sendo sensível ao aporte de cargas, pontuais ou difusas, aos cursos d'água. O aumento da concentração de sólidos está fortemente associado ao aumento do escoamento superficial. Por outro lado, em águas paradas, os sólidos tendem a decantar. Ambientes lênticos, como reservatórios ou áreas inundadas, normalmente retêm os sólidos, enquanto atividades como obras de engenharia e mineração geralmente provocam o aumento dos sólidos nos corpos hídricos.

De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, concentrações de sólidos menores que 500 mg/L são compatíveis com rios de Classe 1. Todos os valores médios obtidos na RH Paraguai estão abaixo deste limite (Figura 3.35). No período chuvoso, as maiores médias foram detectadas em Rondonópolis, na UPG São Lourenço. Na UPG Miranda, em Bonito/MS, e em áreas mais a jusante também se concentram pontos de monitoramento com médias mais elevadas, porém inferiores a 400 mg/L. O Quadro 3.19 lista os pontos que apresentaram médias globais superiores a 250 mg/L.

QUADRO 3.19 – MAIORES MÉDIAS DE INCIDÊNCIA DE SÓLIDOS TOTAIS NA RH- PARAGUAI

UF	UPG	Ponto	Corpo Hídrico	Município	Sólidos Totais (mg/L)	Número de Amostras
MT	P5 - São Lourenço	VEM093	Rio Vermelho	Rondonópolis	275,59	27
MS	Il.3 Miranda	66946400	Córrego Bonito	Bonito	370,02	66
	Il.3 Miranda	00MS23RE2000	Córrego Restinga	Bonito	335,00	54
	Il.3 Miranda	00MS23SD2000	Córrego Saladeiro	Bonito	323,70	54
	Il.3 Miranda	00MS23SA2001	Rio Salobra	Miranda	290,50	46
	Il.3 Miranda	00MS23FO2000	Rio Formoso	Bonito	250,12	51

Elaboração ENGECORPS, 2017

Quanto à frequência de conformidade com a Resolução CONAMA 357, destaca-se que a maioria dos pontos de monitoramento apresentaram resultados abaixo de 500 mg/L em 100% das coletas. Os pontos que apresentaram alguns resultados acima deste limite e, portanto, compatíveis com águas de classe 4 concentraram-se próximos às cidades de Rondonópolis/MT, Coxim/MS e Bonito/MS (Figura 3.36).

Ressalta-se que a quantidade de sólidos totais presentes da água foram significativamente mais elevadas durante o período chuvoso em diversos pontos monitorados, conforme apresentado na Figura 3.37.

Ademais, durante o horizonte de análise, cinco pontos apresentaram tendência de melhoria da qualidade da água em termos de sólidos totais (Figura 3.38), sendo quatro na UPG Miranda e um na UPG Taquari. Também foram observados dois pontos com tendência de aumento da concentração de sólidos totais nas UPGs Jauru e São Lourenço (Quadro 3.20). Vale destacar, que esses mesmos dois pontos também tiveram tendência de elevação da turbidez.

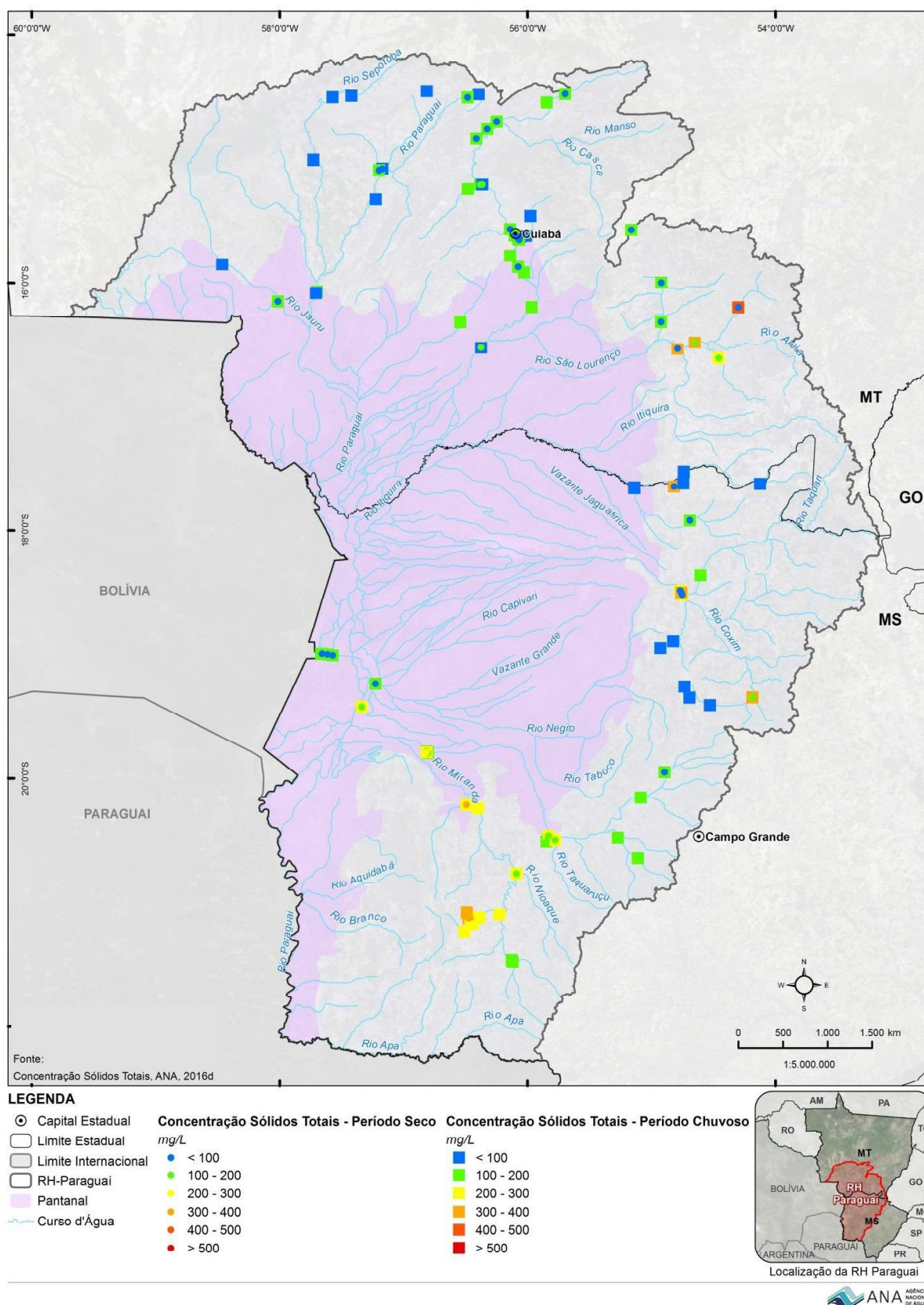


Figura 3.35 – Concentrações médias de Sólidos Totais nos períodos seco e chuvoso na RH - Paraguai – 2001 a 2014

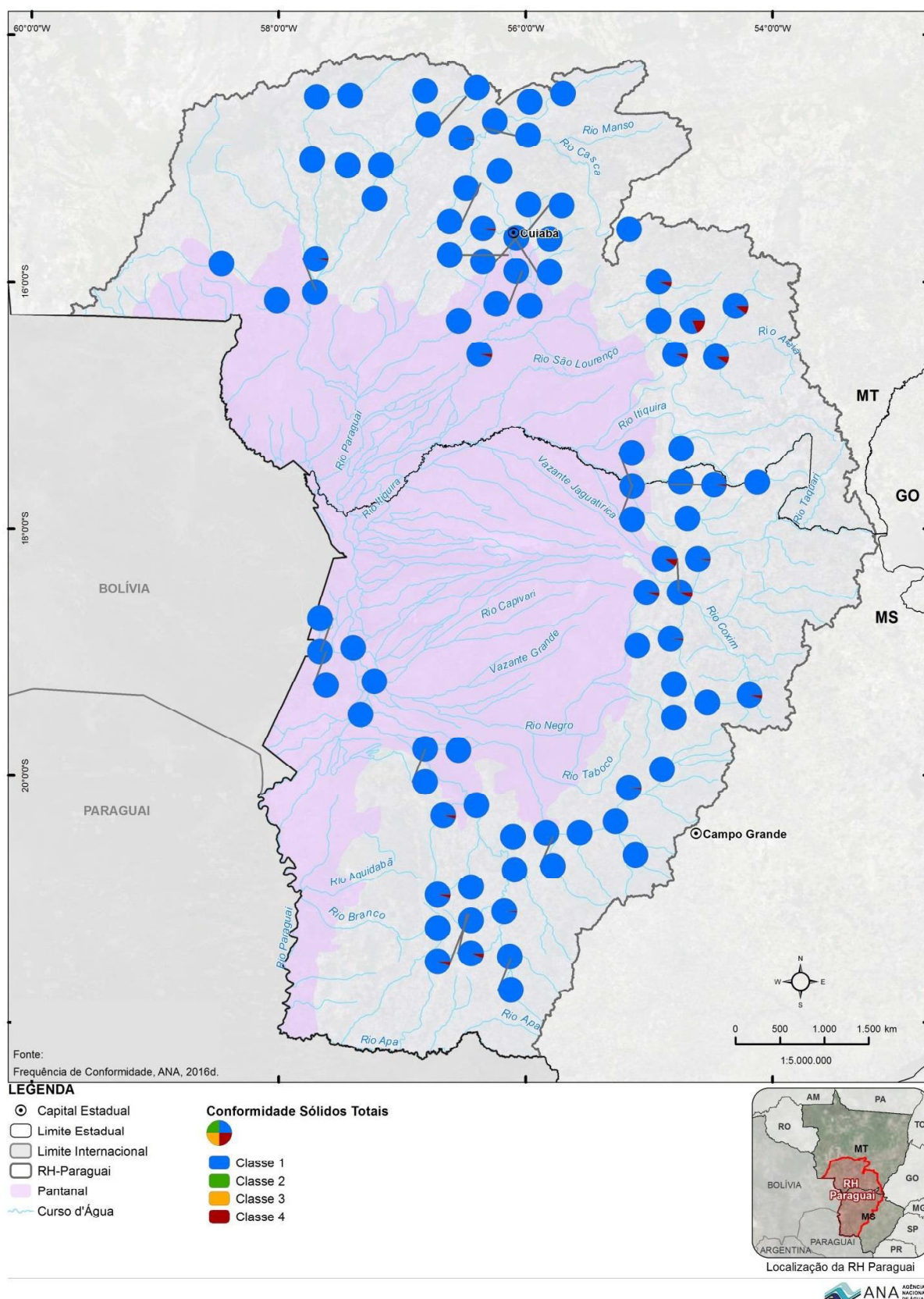


Figura 3.36 –Frequência de conformidade de valores de Sólidos Totais na RH Paraguai com as classes da CONAMA 357-2005 -2001 a 2014

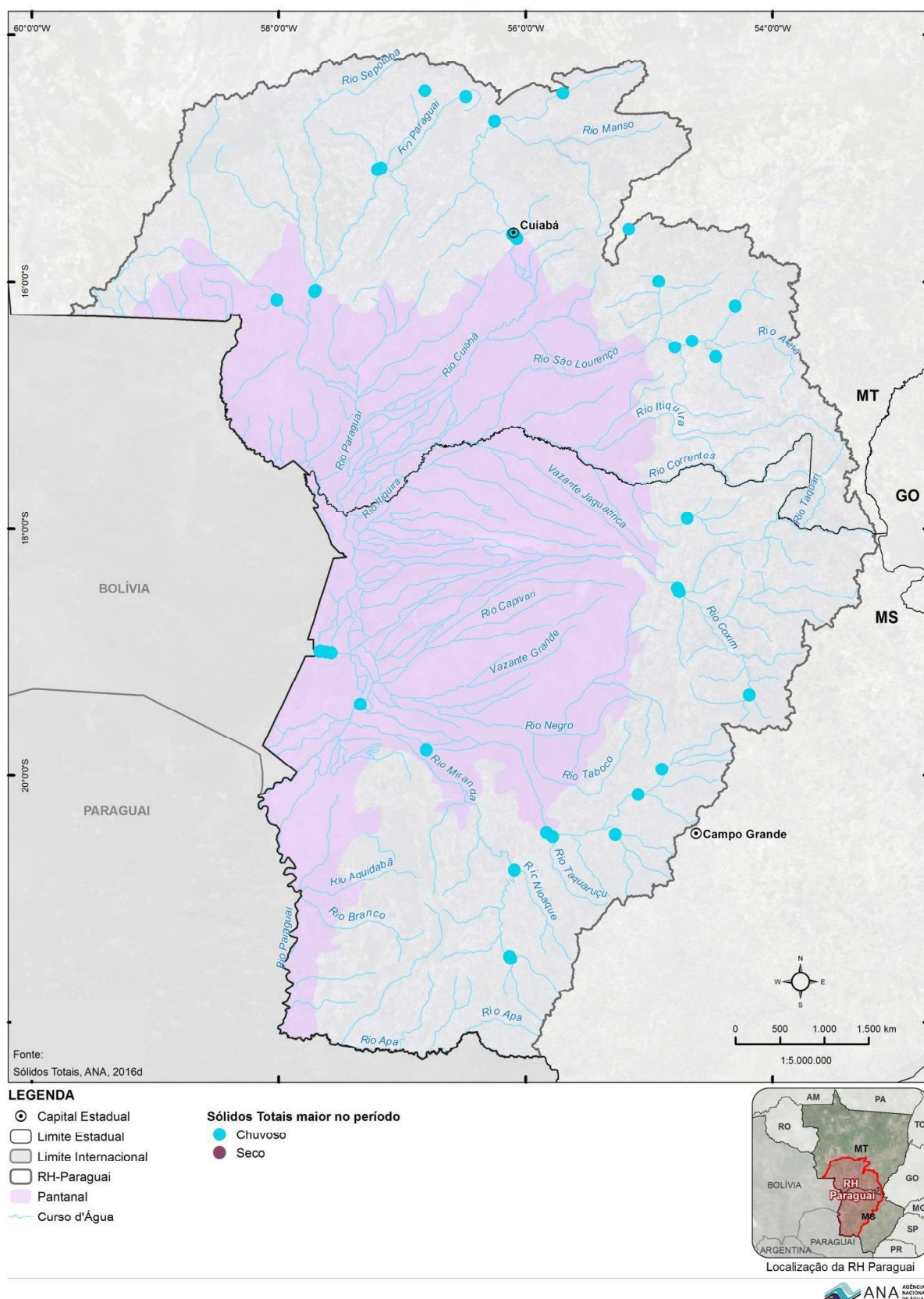


Figura 3.37 – Relação entre a ocorrência de concentrações médias críticas de Sólidos Totais e as estações secas e chuvosas

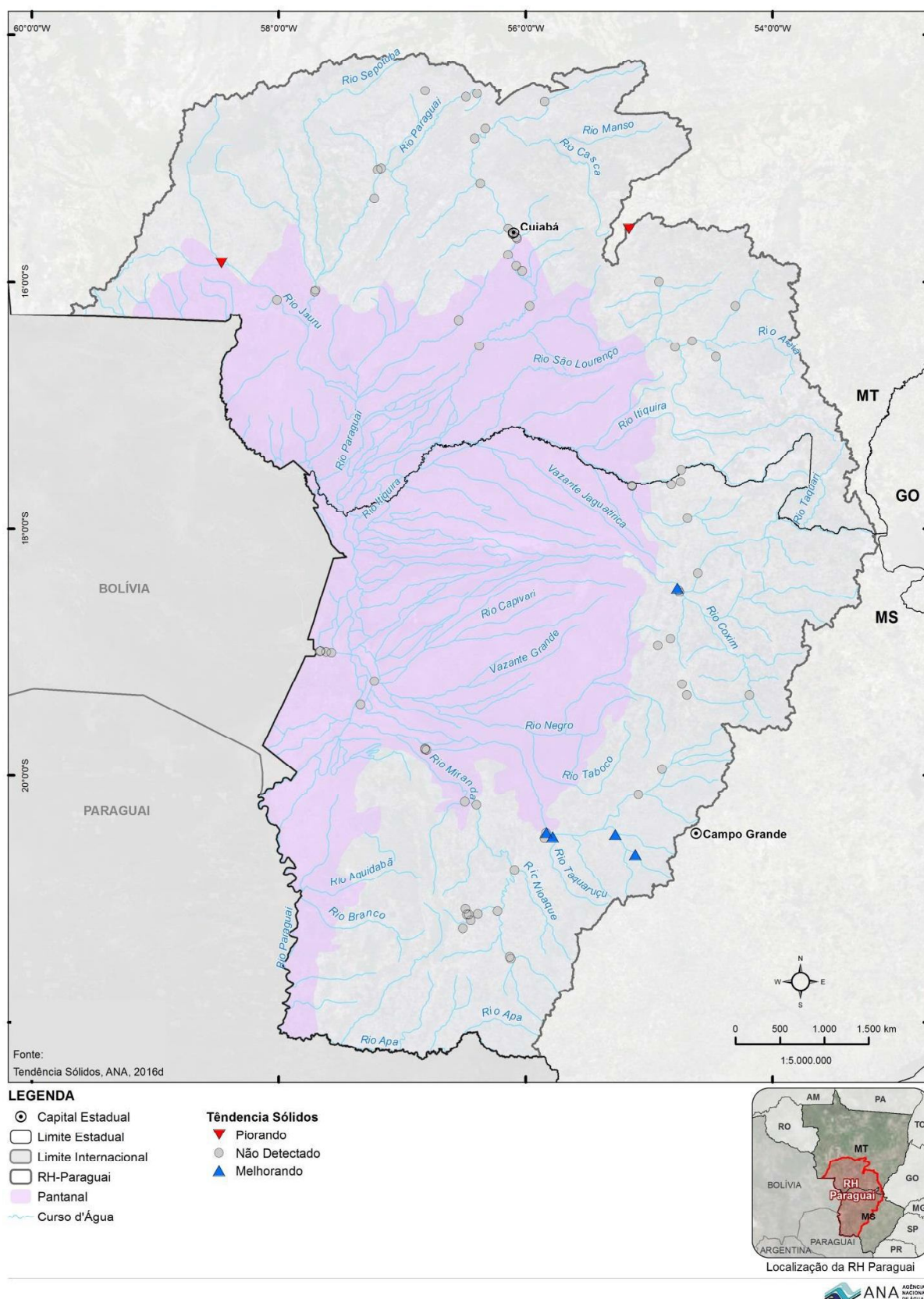


Figura 3.38 – Tendência de Evolução dos Níveis de Sólidos Totais na RH Paraguai – 2001 a 2014

QUADRO 3.20 – MÉDIAS ANUAIS DOS PONTOS QUE APRESENTARAM TENDÊNCIA EM RELAÇÃO A SÓLIDOS TOTAIS

Ponto	UF	Corpo Hídrico	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Tendência
00MS22TQ2441	MS	Rio Taquari	236	200	269	137	107	158	35	186	193	134	76		64	122	Melhorou
00MS23AQ2284	MS	Rio Aquidauana	248	210	207	192	164	130	109	128	187	213	149		128	133	Melhorou
00MS23AQ2291	MS	Rio Aquidauana	224	244	177	166	180	140	88	126	197	147	133		118	129	Melhorou
00MS23CH2018	MS	Rio Cachoerão	170	136	166	177	145	135	109	110	152	141	116		122	128	Melhorou
00MS23CN2002	MS	Rio Cachoerão	205	219	159	162	238	180	167	132	163	165	157		156	141	Melhorou
SLO001	MT	Rio São Lourenço				19	24	25	36	148	56	93	103	164	90	146	Piorou
JAU270	MT	Rio Jauru								32	40	74	89	87	112	125	Piorou

Fonte: ANA, 2016d.

3.3.3.6 Índice de Qualidade da Água - IQA

O IQA é calculado a partir de nove parâmetros físico-químicos e biológicos importantes para a avaliação da água em função de sua utilização para o abastecimento público. Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são a temperatura, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e a turbidez.

Para evitar diferenças com relação ao método de cálculo do IQA realizado pelos diferentes órgãos responsáveis pelo monitoramento, os valores do índice foram recalculados utilizando-se a fórmula indicada pela ANA nos relatórios de Conjuntura de Recursos Hídricos do Brasil. A Figura 3.39 apresenta os valores médios de IQA, em período seco e período úmido, para os pontos de monitoramento, de acordo com a classificação adotada pela ANA indicada no Quadro 3.21.

QUADRO 3.21 – CATEGORIAS DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA E SEU SIGNIFICADO

Valor do IQA	Classes	Significado
79 < IQA ≤ 100	Excelente	Água próprias para o abastecimento público após o tratamento convencional.
51 < IQA ≤ 79	Boa	
36 < IQA ≤ 51	Regular	
19 < IQA ≤ 36	Ruim	Água imprópria para o abastecimento público após o tratamento convencional, sendo necessários tratamentos mais avançados.
IQA ≤ 19	Péssima	

Fonte: Adaptado de CETESB (2013).

Analisando-se os resultados do IQA, observa-se que a situação da qualidade da água na RH-Paraguai é relativamente homogênea, com a maior parte dos valores se enquadrando na classe “Boa”. Apenas um ponto na UPG Taquari, no município de Corumbá/MS, tem valor médio de IQA classificado como regular, quando considerado todo o período analisado.

Os resultados das análises do efeito da sazonalidade do IQA se mostraram semelhantes aos do parâmetro Oxigênio Dissolvido (Figura 3.40), com melhores condições de qualidade de água no período seco. Os resultados menos favoráveis obtidos na estação chuvosa reforçam, mais uma vez, a pressão de cargas de origem difusa e o papel das chuvas no carreamento dos poluentes aos corpos hídricos da região.

Apesar dos bons resultados de IQA obtidos para a bacia, vários pontos apresentaram tendência de redução do IQA, sendo a maioria localizada no rio Cuiabá (Figura 3.41). Por outro lado, foram observados alguns pontos com tendência de melhoria no IQA, todos na UPG Miranda. O Quadro 3.22 lista todos os pontos que apresentaram alguma tendência de alteração no IQA.

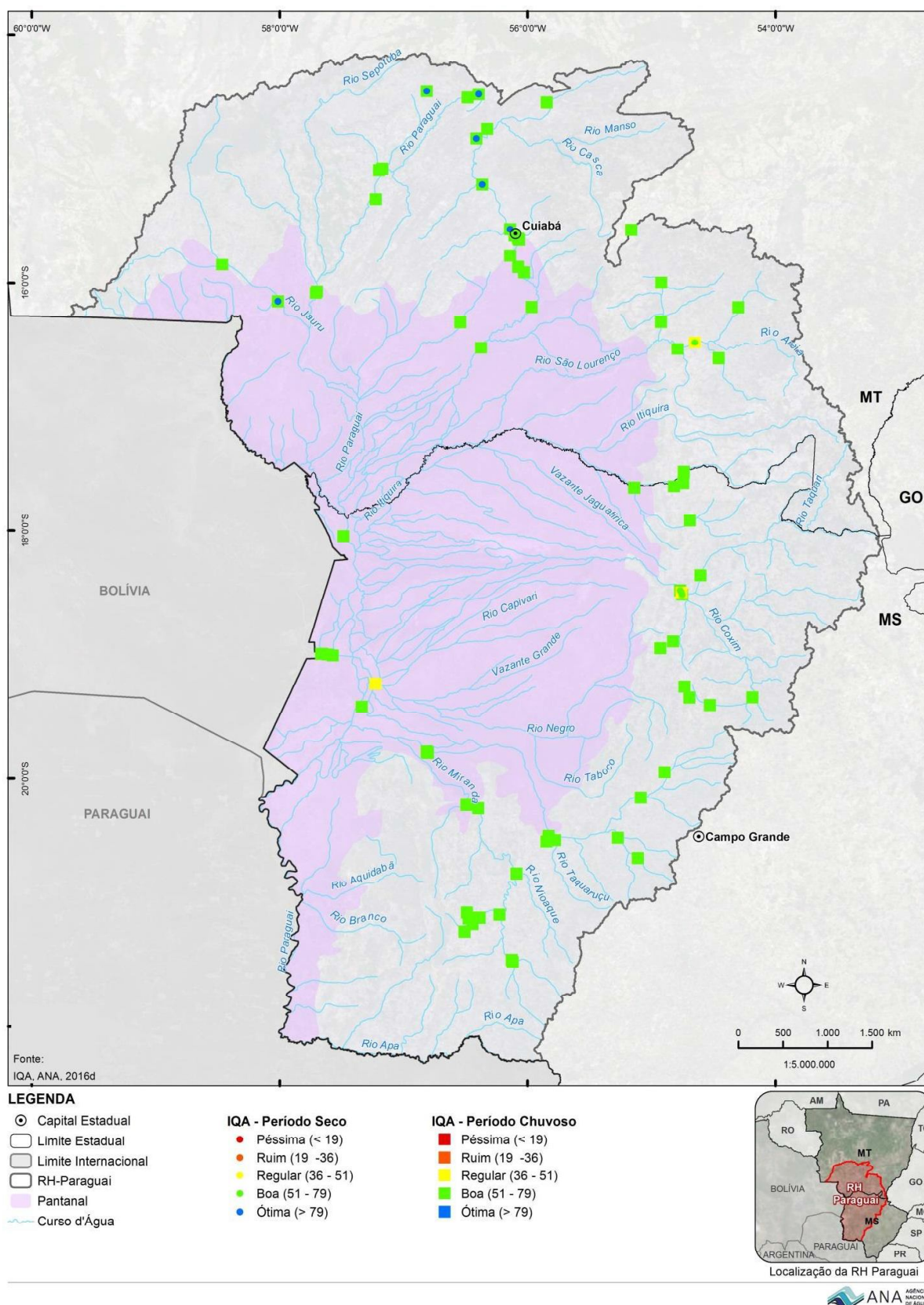


Figura 3.39 – IQA médio nos períodos seco e chuvoso na RH - Paraguai – 2001 a 2014

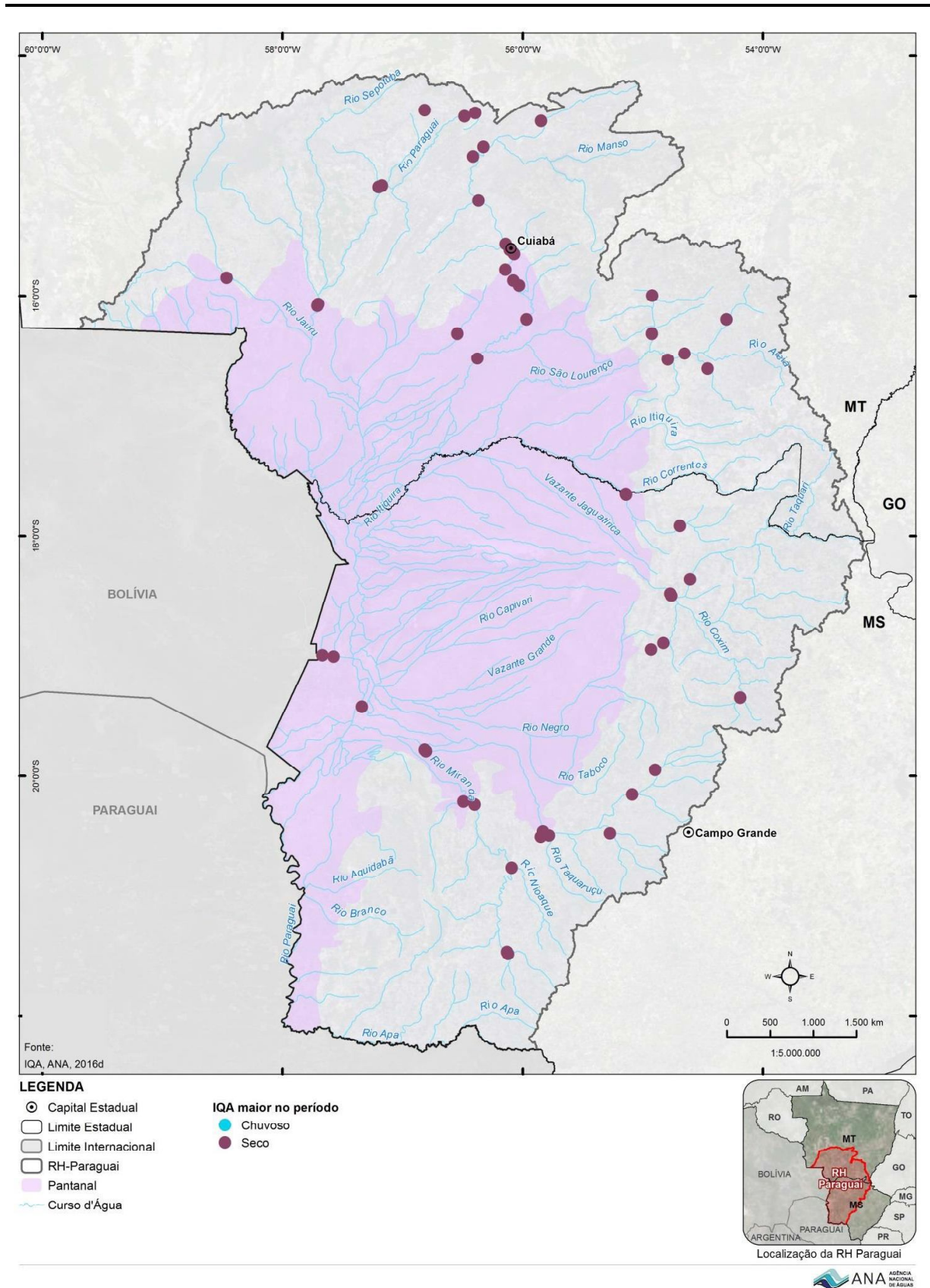


Figura 3.40 – Relação entre a ocorrência dos valores médios críticos de IQA e as estações secas e chuvosas

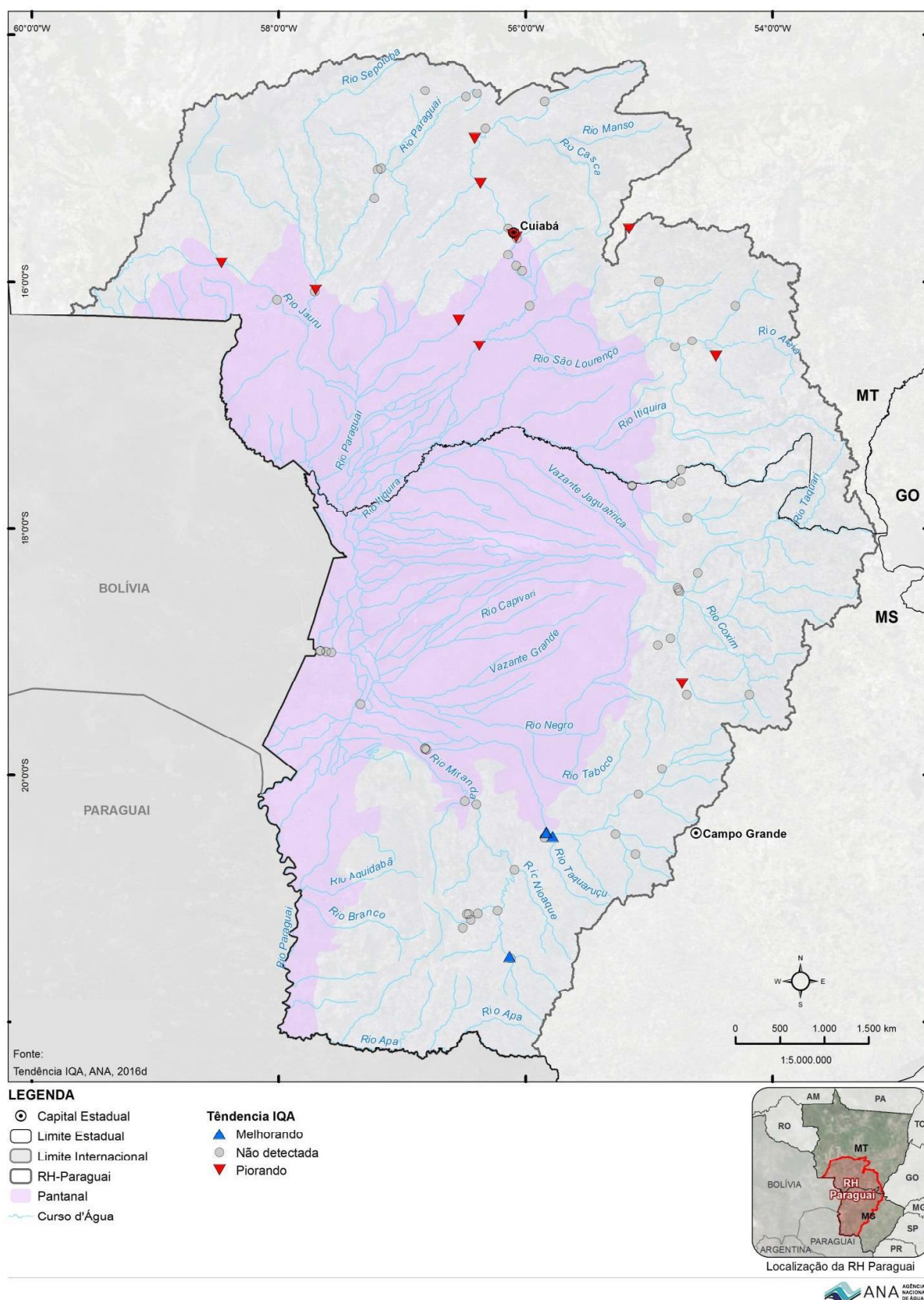


Figura 3.41 – Tendência de Evolução IQA na RH Paraguai – 2001 a 2014

QUADRO 3.22 – MÉDIAS ANUAIS DOS PONTOS QUE APRESENTARAM TENDÊNCIA EM RELAÇÃO AO IQA

Ponto	UF	Corpo Hídrico	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Tendência
00MS22CX0266	MS	Rio Coxim	76	65	61	69	64		65	58	49	41	49		49	58	Piorou
00MS23AC2000	MS	Córrego Agogô	51	40	45	50	50		57	54	45	56	59		64	59	Melhorou
00MS23AQ2284	MS	Rio Aquidauana	52	57	55	57	62	60	63	61	54	55	61		63	69	Melhorou
00MS23AQ2291	MS	Rio Aquidauana	60	62	56	64	66	62	63	66	55	66	65		73	72	Melhorou
00MS23MI2601	MS	Rio Miranda	54	58	63	63	69	64	59	61	61	73	66		64	73	Melhorou
BGO107	MT	Rio Bento Gomes								79	73	70	70	69	61	59	Piorou
CBA269	MT	Rio Cuiabá			80	76	75	80	75	78	79	71	75	78	68	70	Piorou
CBA342	MT	Rio Cuiabá			78	80	78	80	75	81	79	69	73	77	70	70	Piorou
CBA408	MT	Rio Cuiabá			70	72	74	73	65	72	72	71	64	70	64	60	Piorou
CBA415	MT	Rio Cuiabá			69	68	64	70	67	71	68	67	61	66		55	Piorou
CBA453	MT	Rio Cuiabá								75	74	69	72	69	65	65	Piorou
JAU270	MT	Rio Jauru								77	79	69	76	73	67	67	Piorou
JOR046	MT	Rio Jorgue								64	66	63	64	56	58	41	Piorou
PAR505	MT	Rio Paraguai				79		80	76	74	71	59	59	72	58	67	Piorou
SLO001	MT	Rio São Lourenço				76	78	78	74	72	69	73	63	59	49	66	Piorou

Fonte: ANA, 2016d.

3.3.3.7 *Índice de Conformidade ao Enquadramento – ICE*

O ICE indica a qualidade da água em relação a metas predefinidas. As metas de qualidade de água consideradas nesta análise para o cálculo do ICE são as preconizadas para enquadramento dos corpos hídricos na Resolução CONAMA 357/2005 ou em normas estaduais equivalentes.

Conforme citado anteriormente, no estado do Mato Grosso do Sul, o enquadramento dos corpos hídricos é normatizado através da Deliberação CECA/MS Nº 36/2012. Para os trechos sul-mato-grossenses enquadrados na Classe Especial, foram considerados os limites estipulados para a Classe 1, uma vez que não são estabelecidos padrões de qualidade para a Classe Especial.

Já no estado de Mato Grosso, à exceção do enquadramento transitório de rios metropolitanos da região de Cuiabá, não existe nenhum normativo estadual que faça o enquadramento dos corpos hídricos da RH-Paraguai. Assim sendo, os rios inseridos nesse estado foram considerados como Classe 2, conforme preconizado no artigo 42 da Resolução CONAMA 357/2005.

O cálculo do ICE pondera três fatores (frequência, amplitude e abrangência), obtendo-se como resultado um índice que varia de zero a cem, sendo o maior valor o ICE representativo da maior conformidade em relação às metas de qualidade de água.

Foram considerados na análise somente pontos de monitoramento com 10 ou mais resultados válidos. Os resultados do ICE para os pontos para os quais foi possível realizar análise são apresentados na Figura 3.42. Os valores do ICE calculados foram separados em cinco categorias, conforme utilizado no Panorama da Qualidade das Águas Superficiais do Brasil – 2012 (ANA, 2012).

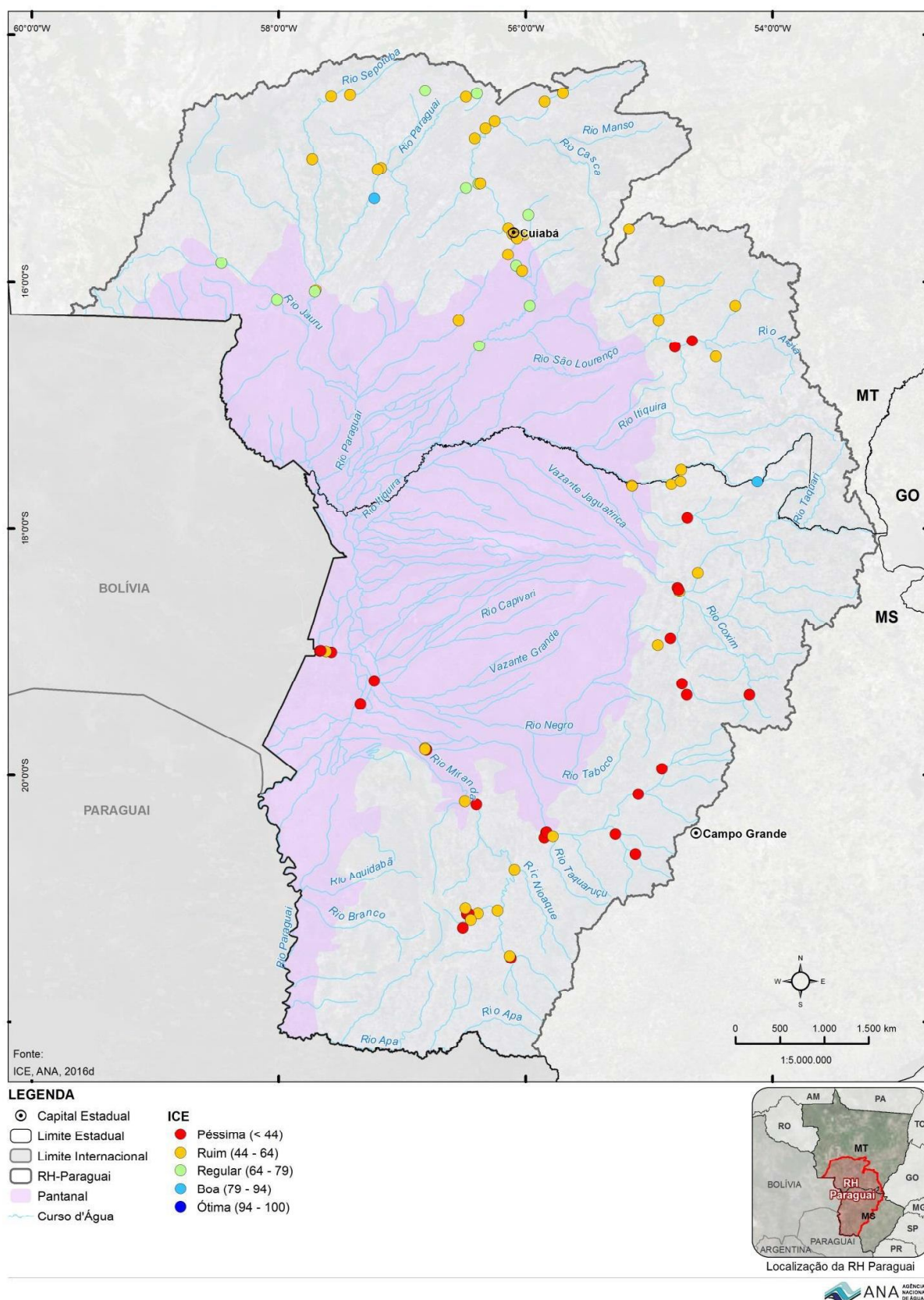


Figura 3.42 – Índice de Conformidade ao Enquadramento da RH-Paraguai

Nota-se uma situação mais crítica em Mato Grosso do Sul, com vários pontos apresentando ICE na classe “Péssima”. No entanto, é importante destacar, que onze pontos de monitoramento neste estado estão enquadrados como Classe 1 ou Especial. Entre os pontos para os quais foram considerados os padrões de Classe 1, dois estão no rio Miranda, dois no rio Aquidauana, dois no rio Formoso, um no Coxim e um no rio Verde.

Na UPG Miranda, o índice ficou entre as faixas “ruim” e “péssima” em todos os pontos, sendo que cinco estações encontram-se em trechos considerados nesta análise como Classe 1. Entre os 19 pontos enquadrados como Classe 2 na UPG, 10 apresentaram ICE na faixa “péssima”.

Na UPG Taquari, o ICE também permaneceu nas faixas “ruim” e “péssima” em todos os 14 pontos de monitoramento analisados, sendo que apenas dois pontos de monitoramento estão em trechos de Classe Especial. Ressalta-se que somente um destes pontos apresentou ICE na faixa “péssima”. Os demais pontos do rio Coxim, enquadrados como Classe 2, foram classificados com ICE na classe “péssima”.

Na UPG Correntes, a maioria dos pontos de monitoramento com informações suficientes para o cálculo do ICE apresentaram resultados na faixa “ruim”. São exceções: o ponto de monitoramento do rio Correntes, cujo ICE ficou na classe “péssima” e o ponto na cabeceira do rio Piquiri, que foi o único no estado de Mato Grosso do Sul que apresentou ICE na classe “boa”. Ressalta-se que os pontos de monitoramento da UPG Correntes estão todos em trechos de Classe 2.

No estado de Mato Grosso, a predominância foi de pontos de monitoramento com ICE “ruim”. Na UPG São Lourenço, quase todos os resultados do ICE ficaram na faixa “ruim”, com exceção dos pontos situados no rio Vermelho, a jusante de Rondonópolis que foram classificados como péssimos.

Na UPG Alto Rio Cuiabá, o ICE foi classificado como “ruim” em praticamente toda extensão do rio Cuiabá. O mesmo resultado predominou no rio Sepotuba, na UPG Alto Paraguai Médio. Uma situação mais favorável, com pontos apresentando ICE “regular” foi observada no rio Jauru, na UPG de mesmo nome, e nos pontos do rio Cuiabá, na UPG Pantanal-Paraguai.

Salienta-se que a análise do ICE foi utilizada para complementar a análise da frequência de conformidade e, assim, subsidiar o Plano de Recursos Hídricos da RH-Paraguai e discussões sobre o enquadramento. Assim sendo, não se trata de um diagnóstico dos resultados do enquadramento na bacia, uma vez que não há definição de metodologia de avaliação deste instrumento.

3.3.4 Análise da Qualidade da Água da UHE Manso

Grande parte dos reservatórios inseridos na RH-Paraguai é de pequeno porte e não apresenta áreas alagadas significativas. A maior massa d’água da bacia é a UHE Manso, com cerca de 47 mil hectares alagados. Como a rede de monitoramento, apresentada na Figura 3.10, não abrange estações de monitoramento de qualidade neste corpo hídrico, procedeu-se a um levantamento de estudos existentes sobre a qualidade da água do reservatório.

A UHE Manso está localizada no estado de Mato Grosso, nos municípios de Chapada dos Guimarães e Nova Brasilândia. O lago do reservatório é formado por três grandes braços, referentes aos rios Quilombo, Casca e Manso, este último constituindo o principal afluente do rio Cuiabá (Figura 3.43).



Figura 3.43 – Lago do Reservatório – UHE Manso.

Fonte: Google Earth.

Em 2012, Costa, Oliveira e Santos buscaram avaliar a qualidade de água do reservatório com base no Índice de Qualidade da Água - IQA, a partir de dados limnológicos cedidos por FURNAS - Centrais Elétricas S.A, empresa responsável pela geração hidrelétrica da UHE, para o período de operação compreendido entre fevereiro/2004 e novembro/2006. Os resultados obtidos foram os seguintes:

- ✧ Período chuvoso: os três braços apresentaram classificação Boa (52-79);
- ✧ Período seco: os braços referentes aos rios Casca e Manso apresentaram classificação¹⁷ Boa (52-79), enquanto o braço relativo ao rio Quilombo foi classificado como Ótimo (79-100), indicando uma melhora da qualidade da água neste período.

Este mesmo estudo analisou as concentrações de fósforo total na água do reservatório e concluiu que, segundo a classificação trófica de Von Sperling (que mede o grau de eutrofização em lagos), as concentrações médias obtidas para o parâmetro classificam a porção central dos braços do reservatório como oligotróficos (0,01 mg/L a 0,02 mg/L). Este resultado caracteriza o corpo hídrico como de baixo prejuízo aos usos múltiplos em função da reduzida eutrofização, garantindo o uso para abastecimento público e dessedentação de animais.

¹⁷ Conforme critérios de classificação da CETESB.

As análises acima são corroboradas por resultados de ensaios de qualidade da água da UHE Manso disponíveis para o período 2014 - 2016, fornecidos aos presentes estudos pela Federação das Indústrias no Estado de Mato Grosso (FIEMT) e Sindenergia. Os resultados dos ensaios indicam que a qualidade da água do reservatório da UHE Manso respeita os padrões de qualidade definidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (Classe 2) e a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde para parâmetros tais como pH, cor, turbidez, coliformes, sólidos totais, fósforo total, cianobactérias, nitrato, nitrogênio amoniacal, pesticidas e metais, entre outros.

Em outro estudo, Valério et al. (2008) estudaram as alterações do uso e ocupação do solo ocorridas na bacia contribuinte ao reservatório entre os anos de 2002 e 2007. O Quadro 3.23 apresenta a representatividade de cada uso no início e no fim do período estudado. Observa-se um aumento das áreas destinadas à ocupação urbana e à pastagem no período analisado.

QUADRO 3.23 – USO DO SOLO NA BACIA CONTRIBUINTE À UHE MANSO – 2002 E 2007

Uso	Área - 2002		Área - 2007		Alteração (%)
	km ²	%	km ²	%	
Água	373	3,9%	366,6	3,8%	-1,7%
Área Urbana	0,3	< 0,1%	5,3	0,1%	1.666,7%
Cerrado	6.003,4	62,3%	5.567	57,8%	-7,3%
Agricultura	666,4	6,9%	625,9	6,5%	-6,1%
Pastagem	2.586,4	26,9%	3.066,3	31,8%	18,6%

Fonte: adaptado de Valério et al., 2008.

Apesar de o referido estudo não ter correlacionado as evoluções do uso do solo com análises de qualidade da água do reservatório, sabe-se que esta é função direta das cargas remanescentes geradas pelas atividades existentes em sua bacia contribuinte. Deste modo, pode-se esperar que, com a tendência de expansão das áreas urbanas e de pastagem verificada no estudo, ocorra uma piora da qualidade da água do reservatório – sobretudo em função do uso pecuário, que representa uma das principais fontes de poluição de origem difusa na RH-Paraguai, carregada aos corpos hídricos durante eventos chuvosos.

3.3.5 Importância dos Bioindicadores na Região Hidrográfica do Paraguai

Os bioindicadores podem ser definidos como organismos ou comunidades (bactérias, protozoários, algas, macrófitas, peixes, etc.) que respondem à presença de poluentes ou alterações ambientais, modificando suas funções vitais e/ou sua composição química e fornecendo, portanto, informações sobre a situação ambiental do ecossistema em que vivem.

O monitoramento da qualidade ambiental e, sobretudo da qualidade dos recursos hídricos, é de grande importância na Região Hidrográfica do Paraguai, em razão da existência do bioma Pantanal, declarado Patrimônio Nacional pela Constituição e caracterizado pela elevada biodiversidade. Neste contexto, dependendo do objetivo final, o monitoramento da qualidade da água via bioindicadores pode se mostrar mais adequado do que a análise baseada em parâmetros físico-químicos. Uma das vantagens do uso de indicadores biológicos é que eles

indicam condições pré-existent do meio, enquanto os parâmetros tradicionais refletem um panorama pontual da qualidade das águas no momento da amostragem.

Os principais métodos empregados no monitoramento envolvem avaliação de alterações na abundância de espécies e índices de diversidade; perda de espécies sensíveis; produtividade primária e secundária; concentrações de substâncias tóxicas (ensaios ecotoxicológicos), etc.

A RH-Paraguai já possui um histórico de estudos desenvolvidos sobre este tema, com monitoramento de diferentes organismos para finalidades distintas (Quadro 3.24).

Verifica-se que a maioria dos estudos conduzidos baseia-se na análise das populações de macroinvertebrados bentônicos. Estes organismos são comumente utilizados como bioindicadores de qualidade de água em bacias hidrográficas com distintos níveis de antropização, por apresentarem as seguintes características (AMBIENTE BRASIL, 2017):

- ✧ Ciclos de vida longo, variando de semanas a mais de 1 ano;
- ✧ Porte relativamente grande e baixa mobilidade, sendo representativos da área em que foram coletados;
- ✧ Fácil amostragem, com custos relativamente baixos;
- ✧ Elevada diversidade taxonômica e identificação relativamente fácil;
- ✧ Organismos sensíveis a diferentes concentrações de poluentes no meio, fornecendo ampla faixa de respostas frente a diferentes níveis de contaminação ambiental.

QUADRO 3.24 – ESTUDOS SOBRE BIOINDICADORES X QUALIDADE DA ÁGUA NA RH-PARAGUAI

Estudo	Área de abrangência	Organismo Monitorado	Descrição
Variação temporal de larvas de Chironomidae (Diptera) no Alto Rio Paraguai (ABURAVA; CALLIL, 2007)	Cárceres/ MT	Macroinvertebrados bentônicos (Chironomidae - Diptera)	A distribuição de Chironomidae está ligada à fatores limnológicos, tais como nível fluviométrico e composição de sedimentos. Na região do Pantanal as flutuações de variáveis físicas, químicas e biológicas da água estão altamente correlacionadas com os pulsos de inundação. Deste modo, o objetivo do estudo é analisar a composição das assembleias de Chironomidae, de modo determinar quais fatores influenciam na sua distribuição temporal. Vale destacar a importância do reconhecimento destas espécies como “organismos resposta” às alterações dos habitats, podendo-se tornar uma referência para planos de manejo e conservação de recursos hídricos.
Avaliação da Qualidade de Água em Diferentes Sistemas de Produção Pecuária - Áreas de Cerrado e Pantana (ANDRADE et al., 2016)	Guia Lopes de Laguna/ MS e Aquidauana/MS	Macroinvertebrados bentônicos	No contexto atual de avanço das áreas destinadas à agropecuária sobre os biomas Cerrado e Pantanal, sobretudo em razão das práticas de pecuária extensiva, o estudo objetiva avaliar o impacto de diferentes sistemas de produção pecuária sobre a qualidade da água utilizada para dessedentação animal. Para tal, foram analisadas as densidades das diversas famílias de macroinvertebrados bentônicos, sendo atribuído um “peso” a cada família em função de sua capacidade de tolerar poluição nos corpos hídricos. O estudo destaca que estes organismos têm grande potencial para servir de subsídios a programas de conservação, preservação e monitoramento de ecossistemas aquáticos.
Relatório de Qualidade das Águas Superficiais do Estado do Mato Grosso do Sul 2009/2010 (MT/IMASUL, 2012)	UPG Miranda (rios Bonito, Saladeiro e Restinga)	Macroinvertebrados bentônicos	O relatório apresenta os dados qualitativos físico-químicos e biológicos provenientes dos levantamentos de campo e análises laboratoriais, oriundos do Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas de Mato Grosso do Sul, realizado pelo IMASUL desde 1994. Este programa é representado por uma rede básica composta por 110 pontos fixos de monitoramento, os quais cobrem nove UPGs inseridas no estado. Com o uso de bioindicadores, buscou-se avaliar a qualidade da água de forma relativamente rápida e pouco dispendiosa, através da determinação da riqueza taxonômica e abundância relativa de espécies obtidas nas amostras. O trabalho conclui que os indicadores biológicos são mais restritivos que os indicadores físico-químicos, uma vez que, em todos os pontos amostrados, a qualidade da água avaliada via índices biológicos resultou em índices inferiores quando comparada à análise tradicional com o IQA.
Níveis de Mercúrio Total na Carne de Peixes como Indicadores de Contaminação em Sistemas Aquáticos do Pantana (VIEIRA et al., 2004)	MT: rios Bento Gomes e Cuiabá; MS: rio Paraguai/ Baía do Castelo	Peixes	Em Poconé/MT, os garimpos vem fazendo uso intensivo de mercúrio para extração de ouro, desde a década de 80. Esta técnica representa ameaça grave à biodiversidade e sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos do Pantanal, já que o metilmercúrio, além de ser biotóxico, tem elevado potencial de bioacumulação nos tecidos animais e biomagnificação nos organismos através das cadeia alimentar. Deste modo, o estudo visou determinar os níveis de mercúrio na musculatura de peixes de expressão socioeconômica e ambiental, a fim de subsidiar a legislação ambiental e programas, projetos, planos e ações visando a conservação dos ecossistemas aquáticos deste bioma.
Índices bióticos para avaliação da qualidade ambiental em trechos do rio Correntoso, Pantanal do Negro, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil (SILVA et al., 2011)	Rio Correntoso – Aquidauana/MS	Macroinvertebrados bentônicos – insetos aquáticos	Dada a importância da fauna aquática para a conservação dos ecossistemas aquáticos, sobretudo na região do Pantanal, o estudo buscou estudar a estrutura da comunidade de insetos aquáticos e aplicar diferentes índices bióticos para avaliação da qualidade da água em trecho do rio Correntoso. A distribuição dos insetos está diretamente relacionada à disponibilidade de alimentos e às condições físico-químicas dos recursos hídricos. A estrutura da comunidade de insetos associada às macrofitas aquáticas evidenciou-se de diversas formas: abundância, riqueza e diversidade, de acordo com a estrutura da vegetação ripária e com o ciclo hidrológico regional.

3.3.6 Principais Fontes Poluidoras e Pressões sobre a Qualidade da Água

Embora todas as atividades com práticas inadequadas sejam potencialmente poluidoras, a degradação da qualidade da água em grande escala ocorre em decorrência do saneamento básico deficiente e do manejo inadequado do solo em determinadas atividades, como a mineração e a agropecuária. Neste último caso, as fontes de poluição são difusas e de difícil quantificação, exceto nas plantas agroindustriais, tais como abatedouros e frigoríficos, que podem ter seus lançamentos melhor identificados.

Na RH-Paraguai, de forma geral, as cabeceiras da rede de drenagem, os perímetros urbanos e os núcleos minero-industriais são as áreas mais afetadas em termos de qualidade. Na planície pantaneira, fatores mais complexos afetam a qualidade, como a decomposição da matéria orgânica submersa, oxidação metálica e formação de complexos químicos (IMASUL, 2013).

3.3.6.1 Efluentes Domésticos

A qualidade da água nos corpos hídricos está estreitamente ligada à geração de efluentes domésticos e aos índices de coleta e tratamento. A poluição das águas por esgotos domésticos eleva as concentrações de nutrientes e de matéria orgânica, conduzindo à redução do OD e aumento da DBO. Tais alterações geram pressões sobre os ecossistemas aquáticos, tais como redução da capacidade de autodepuração e aumento do potencial de eutrofização. Ademais, o lançamento de esgotos *in natura* nos corpos hídricos implica riscos à saúde humana, em função da potencial presença de patógenos na água.

Na RH-Paraguai, os índices de coleta e tratamento de esgoto são geralmente baixos, embora heterogêneos: cerca de 24,7% (24,5% em Mato Grosso e 25,5% em Mato Grosso do Sul) do esgoto produzido é coletado e, da parcela coletada, aproximadamente 92,9% (91,2% em Mato Grosso e 99,9% em Mato Grosso do Sul) é tratado. Poucos municípios possuem índice de coleta do esgoto urbano superior a 50%: Bonito, Porto Murtinho, Camapuã e Bodoquena, em Mato Grosso do Sul, e Rondonópolis em Mato Grosso.

Nesse contexto, merecem também destaque os baixos índices de coleta e tratamento na região Metropolitana de Várzea Grande e Cuiabá, que concentra mais de 40% da população urbana da bacia, resultando em elevada carga orgânica afluyente aos corpos hídricos, cerca de 29 ton de DBO/dia.

Considerando apenas as áreas urbanas, a porção mato-grossense, onde se concentra a maior parte da população da RH Paraguai, produz cerca de 77% carga de DBO gerada. As UPGs P4 - Alto Rio Cuiabá e P5 - São Lourenço são as mais populosas e, portanto, as que produzem mais cargas de origem doméstica. Na bacia do rio Cuiabá, sobretudo nos rios Cuiabá, Bento Gomes e Coxipó, o aumento do desmatamento das matas ciliares e o acúmulo de resíduos sólidos atuam agravantes, acarretando em um piora da qualidade da água nos últimos anos. Na bacia do rio São Lourenço (rios São Lourenço, Vermelho e Jorigue), a poluição por efluentes domésticos é significativa desde Jarudore (distrito de Poxoréo) até Rondonópolis.

O estado de Mato Grosso do Sul é responsável por 23% da carga gerada, tendo as UPGs II.2-Taquari e II.3-Miranda como as unidades de gestão que mais contribuem com essa parcela.

Nas UPGs P6- Correntes-Taquari e P7-Paraguai-Pantanal, em Mato Grosso, quase a totalidade da DBO gerada pela população urbana chega aos corpos, já que as sedes urbanas nelas inseridas não possuem sistema de coleta de esgoto; a pequena parcela removida é decorrente de sistemas individuais de tratamento. Na vertente sul-mato-grossense, os piores índices de coleta e tratamento são verificados na UPGs II.1 Correntes e II.4. Negro.

Outro aspecto relevante dos indicadores de esgotamento sanitário refere-se à população flutuante que engloba todas as formas de turismo (lazer, recreativo, negócios). Esta população, muitas vezes concentrada em poucos meses do ano, acarreta um incremento das cargas poluidoras que chegam aos sistemas de tratamento ou diretamente nos corpos hídricos.

No que diz respeito à população rural, a carga remanescente é significativamente inferior à oriunda de áreas urbanas, representando cerca de 2% da carga remanescente de origem humana. Esta poluição ocorre, de modo geral, de forma difusa na bacia, mas merece destaque os assentamentos rurais na região de Corumbá/MS e Ladário/MS.

3.3.6.2 *Efluentes Industriais e Mineração*

Em virtude do peso do agronegócio na economia da RH-Paraguai, a atividade industrial baseia-se na agroindústria, representada principalmente por abatedouros de bovinos, de suínos e avícolas, os laticínios, as usinas de beneficiamento do leite e curtumes e unidades frigoríficas (SEMA/MT, 2009). De acordo com o levantamento realizado no Diagnóstico Preliminar, na região foram contabilizadas 11 usinas sucroalcooleiras, 23 laticínios e cerca de 40 abatedouros/frigoríficos, além de curtumes.

A maior parte das indústrias concentra-se no planalto, principalmente nos trechos superiores das bacias dos rios São Lourenço, Alto Cuiabá, Alto Paraguai e Jauru (SEMA/MT, 2009). Cerca de 40% da produção industrial do Mato Grosso se concentra em Cuiabá (SEMA/MT, 2014), onde a atividade industrial é mais diversificada.

Nas bacias do Alto Paraguai e São Lourenço estão usinas de produção de açúcar e de álcool, que ameaçam a qualidade das águas da região com os efluentes de suas operações, principalmente as unidades situadas nas cabeceiras do Pantanal (SEMA/MT, 2009).

Na porção do Estado do Mato Grosso do Sul inserida na RH, estão instaladas agroindústrias de transformação, indústria de calcário dolomítico, extração de rochas ornamentais, cerâmica e de artefatos, cimento, indústrias de refrigerantes e minero-siderúrgicas (SEMATEC/MS & IMASUL, 2010).

Em Corumbá (MS), a formação rochosa conhecida como Maciço do Urucum representa uma grande reserva de ferro e manganês. A exploração desta reserva deu origem ao polo minero-siderúrgico de Corumbá. As principais pressões da mineração sobre a qualidade da água estão relacionadas à lavagem do minério extraído e a contaminação das águas dos tributários e do

próprio rio Paraguai. A produção de ferro gusa também impacta os corpos hídricos em função do desmatamento resultante da demanda por carvão na atividade siderúrgica. As regiões de Aquidauana Poconé e Poxoréo também apresentam atividade mineradora significativa.

3.3.6.3 Setor Agropecuário

O rápido avanço do agronegócio também se destaca como importante gerador de pressão sobre a qualidade dos recursos hídricos. Já se observam atualmente grandes voçorocas e ravinas de grandes dimensões na RH. Processos de erosão e assoreamento em grande escala são parte da dinâmica natural da região, mas as diferentes formas de manejo, uso e ocupação do solo afetam significativamente os componentes. O avanço da agropecuária de forma não sustentável, por exemplo, tende a aumentar tanto a erosividade (chuvas com menor frequência e maior intensidade) quanto, principalmente, a erodibilidade (solos com resistência e resiliência enfraquecidas). Conforme já citado anteriormente, toda a região de apresenta alto potencial de produção de sedimentos, porém o alto São Lourenço, o alto e médio Taquari e o Alto Cuiabá constituem regiões mais críticas.

Além do desmatamento, que contribui para o aumento da erosão e para redução da capacidade do solo de atuar como filtro natural, a agricultura é desenvolvida com alto consumo de fertilizantes e agrotóxicos desde a década de 1980. O Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil – 2013 (ANA, 2013c) realizou um levantamento das quantidades comercializadas de agrotóxicos e fertilizantes nas diversas Regiões Hidrográficas do Brasil, com base em dados disponibilizados pelo Ibama e pelo IBGE. O estudo também apresentou informações sobre as quantidades utilizadas destes produtos por unidade de área cultivada.

A Figura 3.44 e a Figura 3.45 retratam, respectivamente, as quantidades de fertilizantes e de agrotóxicos comercializadas por unidade de área levantadas para a RH-Paraguai. Em 2011, foram comercializados 178,7 kg de fertilizantes por hectare de área plantada na RH, com a seguinte distribuição: 33,0 kg/ha de nitrogênio (N), 68,1 kg/ha de fósforo (P₂O₅) e 77,6 kg/ha de potássio (K₂O). A quantidade comercializada de ingredientes ativos de agrotóxicos e afins, no ano de 2010, foi estimada em 5,45 kg/ha – valor acima da média nacional e inferior apenas ao da RH-Paraná.

A aplicação de elevadas cargas de agrotóxicos constitui uma das principais preocupações da sociedade, dado que estes insumos agrícolas e os subprodutos de sua degradação possuem elevado potencial de bioacumulação na cadeia alimentar, afetando a sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos do Pantanal, além de representarem risco à saúde humana.

O potencial carcinogênico dos agrotóxicos é tema de diversos estudos e pesquisas, constituindo tema complexo cuja avaliação envolve diversos aspectos, tais como a heterogeneidade dos compostos utilizados, as mudanças frequentes de produtos específicos, a variabilidade nos métodos de aplicação próximo a fontes de água potável, entre outros. Conforme apontado por Curvo, Pignatti & Pignatti (2013), dos agrotóxicos comercializados no estado de Mato Grosso entre os anos de 2005 a 2009, pelo menos, 48,91% são carcinogênicos.

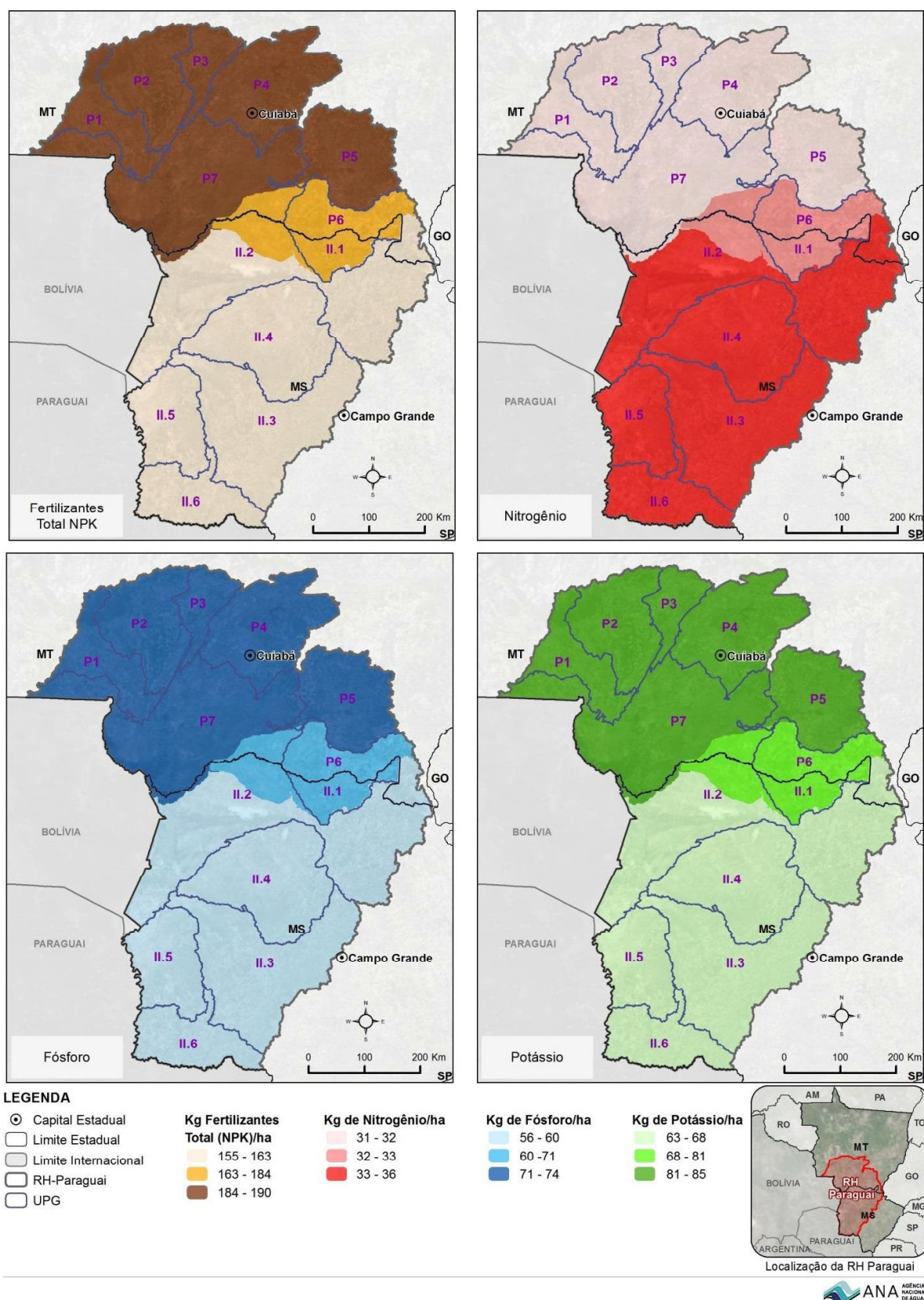


Figura 3.44 – Quantidade de fertilizantes comercializada por unidade de área plantada na RH-Paraguai em 2011

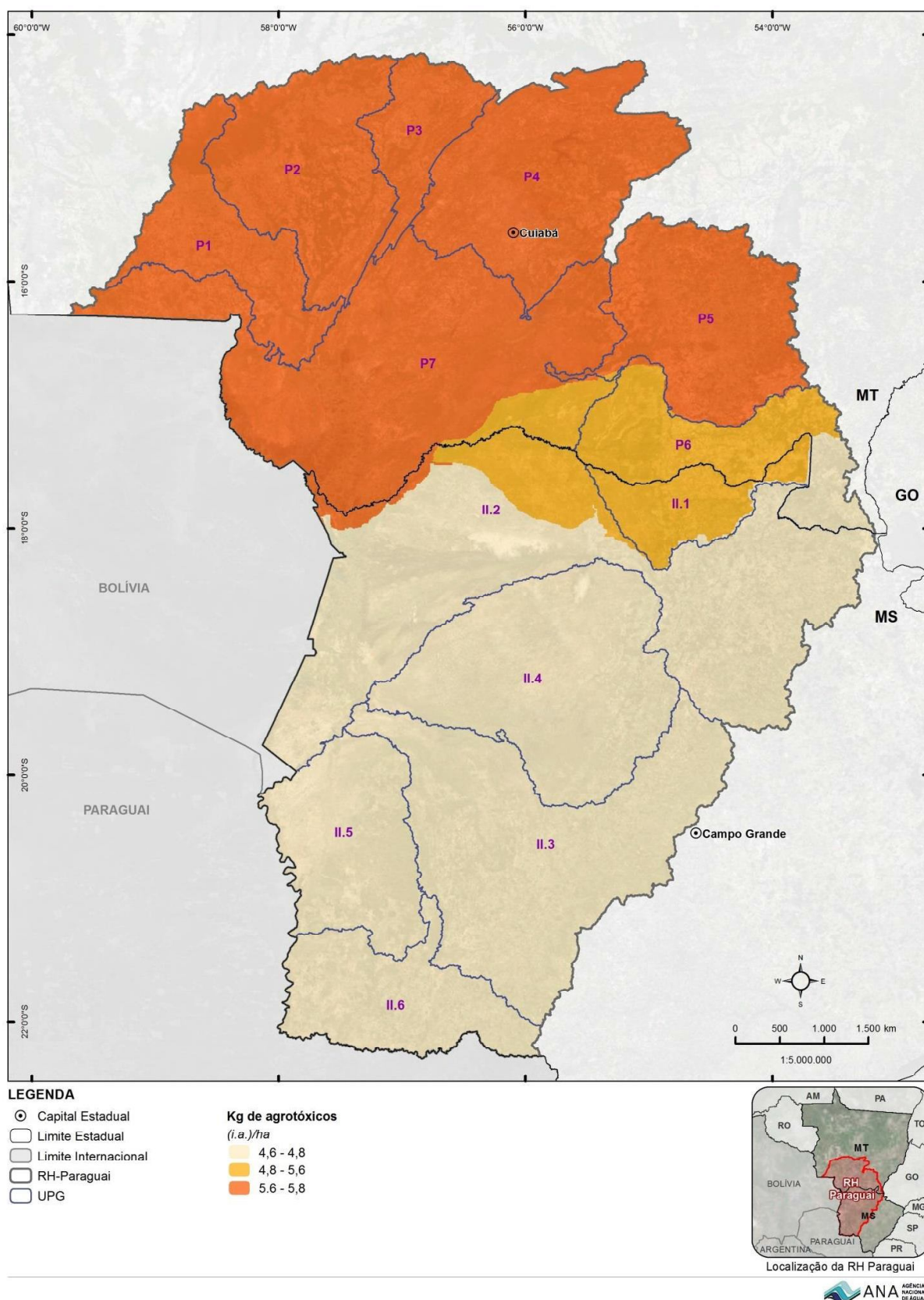


Figura 3.45 – Quantidade de ingredientes ativos de agrotóxicos e afins comercializados por unidade de área plantada na RH-Paraguai em 2010

Conforme publicação da Embrapa Pantanal (Vieira & Galdino, 2005), apesar da inexistência de registros regulares sobre o emprego de agrotóxicos na Planície Pantaneira, e a consequente contaminação do pescado, alguns estudos anteriores já haviam discorrido sobre o tema:

- ✓ O macrozoneamento de Mato Grosso do Sul (Mato Grosso do Sul, 1989) apontou a Microrregião Homogênea do Alto Taquari e o municípios de São Gabriel D'Oeste/MS como áreas de elevado consumo de agrotóxicos no período entre 1985 a 1987 1985/86/87;
- ✓ O Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (Marques & Cybis, 1997) demonstrou correlação entre a qualidade de sedimentos de rios da bacia e grupos de substâncias utilizadas nos insumos agrícolas (cloropirifós, ciclodienos e triazinas). O estudo indicou a presença de elevados valores de triazinas e de ciclodienos nas bacias dos rios São Lourenço e Taquari;
- ✓ Alho & Vieira (1997) e Vieira et al. (1998) alertaram que os riscos e consequências de contaminação do Pantanal por resíduos de agrotóxicos, são também oriundos dos planaltos circunvizinhos, onde a atividade agrícola é mais intensiva;
- ✓ Cunha (2003) e Maraschim (2003) detectaram pequenas quantidades de princípios ativos em sedimentos e na água de rios que correm para a região pantaneira.

Mais recentemente, Dorés & Calheiros (2008) destacaram que a expansão de áreas de cultivo de soja, cana-de-açúcar, algodão e milho na região de planalto vizinha à planície pantaneira, bem como o cultivo de arroz irrigado na bacia do rio Miranda, representam ameaça à conservação do bioma pantaneiro. O estudo aponta que, de modo geral, o uso de agrotóxicos na Bacia do Alto Paraguai, ocorre de forma excessiva e sem critério técnico. As amostras coletadas em tributários dos rios Miranda e Aquidauana indicaram a presença das seguintes substâncias: Piretróide (l-cialotrina), Dieldrin, p,p' DDE e o p,p' DDT, este último de uso proibido.

Os resultados do monitoramento de qualidade da água (2010-2011) em Mato Grosso (SEMA/MT, 2014) também apontaram problemas envolvendo a erosão e a contaminação por agrotóxicos nos cursos hídricos da sub-bacia Nascentes do Paraguai (rios Paraguai, Sepotuba, Bugres, Santana e Jauru), provocadas por atividades garimpeiras e agrícolas, principalmente cultivo de soja e cana-de-açúcar. Apesar dos problemas, a qualidade da água ainda é relativamente boa.

Em estudo sobre a avaliação dos impactos dos pesticidas na saúde humana no estado de Mato Grosso, Pignati et al. (2014) discorrem sobre os riscos de pulverização destes químicos nas proximidades de fontes de água potável e córregos, já que se estima que apenas 30% dos agrotóxicos atingem o alvo e o restante vai para o solo, água e ar.

Dada a importância do tema, foi promovida audiência pública no Senado, em 21 de setembro de 2016, para debater a questão, sobretudo no que diz respeito ao avanço do plantio de soja na região.

3.3.7 Qualidade das Águas Subterrâneas

As informações deste item foram obtidas dos estudos de hidrogeologia realizados pela ANA no âmbito do Diagnóstico Preliminar da Região Hidrográfica do Paraguai (ANA, 2016b), que, em razão da inexistência de rede de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas da RH, tomou como referência dados colhidos em trabalhos técnicos produzidos pela academia, órgãos gestores de recursos hídricos e companhias de saneamento.

As análises realizadas são apresentadas na continuação, para cada sistema aquífero.

✓ Sistema Aquífero Pantanal

De forma geral, as águas subterrâneas do aquífero Pantanal são de boa qualidade, embora apresentem localmente teores elevados de ferro, carbonato, matéria orgânica e salobridade. Por se tratar de um aquífero livre/freático¹⁸, apresenta grande risco de contaminação, em particular relacionada a atividades agrícolas (na forma de agroquímicos) e de criação de gado. MMA/SRH (2006) indica que suas águas podem apresentar turbidez elevada, odor e sabor desagradáveis.

No estado de Mato Grosso do Sul, o relatório da SANESUL/TAHAL (1998) constata a baixa mineralização das águas do aquífero Pantanal, ou seja baixa concentração de substâncias minerais, e mostra que o pH se situa na faixa de 6,5 a 7,0. Ressalta também que a concentração média de cloreto neste aquífero é influenciada pelos valores elevados pontualmente de dois poços em Corumbá/MS (100 e 170 mg/L) e, com exceção desses, as concentrações no sistema são baixas e usualmente situadas na faixa de 1,0 a 7,5 mg/L (Quadro 3.25).

QUADRO 3.25 – ANÁLISE DOS PRINCIPAIS PARÂMETROS QUÍMICOS DE ÁGUAS DO SISTEMA AQUÍFERO PANTANAL EM MATO GROSSO DO SUL

Parâmetro	Unidade	Valor
pH	-	6,5 - 7,0
CaCO ₃	mg/L	80 - 120
Ca	mg/L	12 - 35
Cl	mg/L	1 - 10
Mg	mg/L	2 - 8
Na	mg/L	2 - 93
K	mg/L	2 - 10

Fonte: SANESUL/TAHL, 1998.

✓ Sistema Aquífero Cachoeirinha

Souza et al. (2013) fizeram a avaliação das águas subterrâneas em São Gabriel do Oeste (MS) e constataram baixa mineralização e baixos valores de sais dissolvidos. Há na região, no entanto, concentrações de chumbo e arsênio superiores aos valores permitidos pela Portaria nº. 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

¹⁸ Aquífero em que existe uma superfície livre de água que se encontra sob pressão atmosférica.

No Estado de Tocantins, fora da área da RH-Paraguai, CPRM (1999) descreve, com base em três análises físico-químicas, que a água na região é de boa qualidade (Quadro 3.26).

QUADRO 3.26 – ANÁLISE DOS PRINCIPAIS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE ÁGUAS DO SISTEMA AQUIFERO CACHOEIRINHA EM TOCANTINS (FORA DA ÁREA DA RH PARAGUAI)

<i>Parâmetro</i>	<i>Unidade</i>	<i>Valor</i>
pH	-	5,5
Temperatura	°C	25,4
Condutividade Elétrica	µS/cm	13,3
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	6,7
Ca	mg/L	1,1
Mg	mg/L	0,5
Na	mg/L	-
K	mg/L	-
Fe	mg/L	0,2
Cl	mg/L	51,6
SO ₄	mg/L	-
HCO ₃	mg/L	8,0
Si	mg/L	3,0
NO ₂	mg/L	-
NO ₃	mg/L	0,1

Fonte: CPRM, 1999.

✓ *Sistema Aquífero Parecis*

Na área da RH-Paraguai, não há trabalhos publicados ou dados consistentes sobre o comportamento hidrogeoquímico do aquífero Parecis (ANA, 2016b). Há, no entanto, estudos em áreas ao norte da RH-Paraguai, em especial no município de Sinop/MT, contendo informações básicas que podem subsidiar o conhecimento da hidrogeoquímica do aquífero Parecis na região.

A caracterização do aquífero foi realizada por Comelli (2011) utilizando-se de 6 poços para abastecimento público de Sinop/MT, perfurados sobre o aquífero. Os principais valores são apresentados no Quadro 3.27, indicando águas levemente mineralizadas, ácidas e com baixa condutividade elétrica. Todos os parâmetros estão muito abaixo dos valores máximos permissíveis para o consumo humano, segundo a Portaria nº. 2.914/2011 do Ministério da Saúde. A caracterização bacteriológica também apontou a ausência de coliformes totais e termotolerantes, colocando a água do aquífero Parecis no referido município dentro dos critérios de potabilidade estabelecidos pela legislação em vigor.

QUADRO 3.27 – ANÁLISE DOS PRINCIPAIS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE ÁGUAS DO SISTEMA AQUÍFERO PARECIS EM SINOP/MT (FORA DA ÁREA DA RH PARAGUAI)

<i>Parâmetro</i>	<i>Unidade</i>	<i>Valor</i>
pH	-	5,19
Temperatura	°C	26,4
Condutividade Elétrica	μS/cm	13,3
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	5
Ca	mg/L	0,21
Mg	mg/L	0,04
Na	mg/L	0,72
K	mg/L	0,10
Fe	mg/L	-
Cl	mg/L	0,84
SO ₄	mg/L	0,28
HCO ₃	mg/L	1,65
Si	mg/L	14,9
NO ₂	mg/L	-
NO ₃	mg/L	0,49

Fonte: Comelli, 2011.

✓ **Sistema Aquífero Bauru-Caiuá**

Assim como ocorre no aquífero Parecis, não existem trabalhos publicados ou dados oficiais sobre as características hidrogeoquímico do aquífero Bauru-Caiuá na RH-Paraguai. Para o estudo deste aquífero na região, foram tomados como base informações básicas de estudos feitos em outras regiões de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

Foi conduzido estudo por Barsotti & Sobral (2015) a partir da análise de alguns poços que explotam água mineral no Estado do Mato Grosso do Sul. Neste trabalho, foi constatada uma mescla de águas, que vai desde bicarbonatadas a sulfatadas. O pH médio medido foi de 5,79 e condutividade elétrica média de 35,56 μS/cm.

Dados hidroquímicos do aquífero Bauru-Caiuá foram também reunidos pela SANESUL/TAHAL (1998) e estão apresentados no Quadro 3.28.

QUADRO 3.28 – PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS DO SISTEMA AQUÍFERO BAURU-CAIUÁ EM MATO GROSSO DO SUL

<i>Parâmetro</i>	<i>Unidade</i>	<i>Valor Mínimo</i>	<i>Valor Máximo</i>
pH	-	6,5	7,0
Dureza (mg CaCO ₃ /L)	mg/L	80	120
Ca	mg/L	12	35
Mg	mg/L	2	8
Na	mg/L	2	93
K	mg/L	2	10
Cl	mg/L	1	10

Fonte: SANESUL/TAHAL, 1998.

Zimmer (2014) realizou a caracterização físico-química das águas do aquífero Bauru-Caiuá e considera que a maioria dos parâmetros analisados está dentro dos limites de potabilidade da Portaria nº 2.914/2011 do ministério da Saúde e pode ser utilizada para o consumo humano, entre outros usos. Migliorini *et al.* (2006) avaliam que a qualidade físico-química das águas deste aquífero em Mato Grosso são geralmente boas.

✓ **Sistema Aquífero Serra Geral**

A classificação das águas subterrâneas do aquífero Serra Geral, segundo Barsotti & Sobral (2015), obtida a partir de poços que exploram água mineral no estado de Mato Grosso do Sul indica que as águas desse sistema são preponderantemente bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas, têm pH médio de 6,59 e condutividade elétrica média de 168,29 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Um estudo feito em Mato Grosso do Sul confirma a baixa mineralização das águas do aquífero Serra Geral ressaltando e que não é possível, a partir dos dados disponíveis, identificar onde há a possibilidade de contaminação antrópica. Os parâmetros físico-químicos analisados pela SANESUL/TAHAL (1998) estão indicados no Quadro 3.29.

**QUADRO 3.29 – PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS
DO SISTEMA AQUÍFERO SERRA GERAL EM MATO GROSSO DO SUL**

Parâmetro	Unidade	Valor Mínimo	Valor Máximo
pH	-	5,5	8,0
Dureza (mg CaCO_3/L)	mg/L	10	70
Ca	mg/L	15	15
Mg	mg/L	1	12
Na	mg/L	1,5	12
K	mg/L	-	-
Cl	mg/L	0,5	72,6

Fonte: SANESUL/TAHAL, 1998.

Lastoria *et al.* (2005) demonstram que as águas do aquífero apresentam baixa mineralização, evidenciado pelos valores de condutividade elétrica observados, entre 40 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$, temperatura entre 24 e 28 °C e pH entre 5,5 e 7,8.

Cavazzana (2011) analisou os valores de pH, sólidos totais dissolvidos, temperatura, cálcio e alcalinidade (Quadro 3.30).

**QUADRO 3.30 – PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS
DO SISTEMA AQUÍFERO SERRA GERAL EM MATO GROSSO DO SUL**

Parâmetro	Unidade	Valor Mínimo	Valor Máximo
pH	-	5,66	8,50
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	34	325
T	°C	24,4	35,3
Ca	mg/L	2,8	46,0
Alcalinidade	mg/L	8,2	115,0

Fonte: Cavazzana, 2011.

✓ Sistema Aquífero Guarani

Gastmans & Chang (2005) e Gastmans (2007) efetuaram e analisaram a classificação hidroquímica das águas contidas no Sistema Aquífero Guarani com base nas análises apresentadas por SANENUL/TAHAL (1998) e Lastoria (2002). Os resultados estão dispostos no Quadro 3.31.

QUADRO 3.31 – PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS DO SISTEMA AQUÍFERO GUARANI EM MATO GROSSO DO SUL

Parâmetro	Unidade	Nº de amostras	Valor Máximo	Valor Mínimo	Média
Temperatura	°C	69	66,60	19,60	29,28
Condutividade	µS/cm	69	1134,00	7,36	165,22
pH	-	68	9,20	4,85	6,89
Redox	mv	48	328,40	19,30	157,26
Alcalinidade	mg/L	69	318,55	1,50	77,27
Cloreto	mg/L	69	82,25	0,00	4,12
Fluoreto	mg/L	36	5,81	0,01	0,28
Sulfato	mg/L	69	70,85	0,00	3,48
Nitrato	mg/L	69	54,25	0,00	2,22
Na	mg/L	69	183,40	0,07	12,92
K	mg/L	69	10,94	0,03	2,86
Si	mg/L	69	32,60	2,20	12,10
Mg	mg/L	69	13,56	0,00	3,56
Ca	mg/L	69	37,70	0,16	11,19
Sr	mg/L	69	1,48	0,00	0,26
Fe	mg/L	69	19,60	0,00	0,30
Ba	mg/L	44	3,28	0,00	0,45
Li	mg/L	46	0,12	0,00	0,01

Fonte: Gastmans, 2007.

Os trabalhos e estudos efetuaram uma análise estatística que permitiu a definição de três grupos de amostras dentro do aquífero Guarani:

- ✓ Grupo 01: Amostras provenientes dos poços captando água na região onde o aquífero encontra-se sob maior confinamento, e geoquimicamente mais mineralizadas;
- ✓ Grupo 02: Amostras provenientes da região de Dourados (MS), onde aparecem águas com características bicarbonatadas sódicas, e com médio grau de confinamento quando comparados ao Grupo 01;
- ✓ Grupo 03: Este conjunto de amostras representa as águas subterrâneas nas zonas de recarga do aquífero localizadas na faixa de afloramentos na região de São Gabriel do Oeste (MS), Sidrolândia (MS) e Maracaju (MS), além das amostras localizadas na faixa de afloramentos localizada ao norte do Mato Grosso do Sul (região de descarga), representando zonas próximas às recargas e com baixo grau de mineralização. A Bacia Hidrográfica do Paraguai está neste contexto.

No Estudo de Vulnerabilidade à Contaminação e Estratégias de Proteção do aquífero Guarani, nas áreas de afloramento, as águas subterrâneas do piloto de São Gabriel do Oeste foram classificadas como bicarbonatadas cálcicas e bicarbonatadas sódicas, com condutividade elétricas medianas de $27 \mu\text{S}/\text{cm}$ e pH médio de 6,4. Um poço apresentou contaminação por chumbo e a maioria das amostras apresentou conteúdo bacteriológico positivo para coliformes totais (ANA, no prelo).

✓ **Sistema Aquífero Aquidauana**

O Sistema Aquífero Aquidauana possui poucos trabalhos publicados sobre o comportamento hidrogeoquímico na região em estudo.

Cappi *et al.* (2006) descreveram que as águas do aquífero Aquidauana possuem valores elevados de condutividade elétrica, nos períodos chuvosos $35,6 \mu\text{S}/\text{cm}$ e $28,9 \mu\text{S}/\text{cm}$ em relação ao período seco $27,4 \mu\text{S}/\text{cm}$. O pH apresentou valores médios 7,2 com uma tendência a alcalinidade. Todos os valores de cloreto ficaram entre 54,9 e 222,4 mg/L, assim, todos abaixo do valor recomendado pela Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

Jordão (1997b) descreve que as águas do aquífero Aquidauana são classificadas como bicarbonatadas sódica-cálcicas, com pH variando entre 5,7 a 7,1. Migliorini *et al.* Avalia que as águas do aquífero são de boa qualidade físico-química.

Os parâmetros apresentados pelo relatório da SANESUL/TAHAL (1998) estão dispostos no Quadro 3.37.

QUADRO 3.32 – PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS DO SISTEMA AQUÍFERO AQUIDAUANA EM MATO GROSSO DO SUL

Parâmetro	Unidade	Valor Mínimo
pH	-	4,5-7,8
CaCO_3	mg/L	20
Ca	mg/L	1-8
Cl	mg/L	-
Mg	mg/L	-
Na	mg/L	-
K	mg/L	1-7

Fonte: SANESUL/TAHAL, 1998.

✓ **Sistema Aquífero Furnas-Rio Ivaí**

De acordo com o projeto PRIMAZ – MT (CPRM, 1998), as águas do Sistema Aquífero Furnas - Rio Ivaí na condição livre revelam conteúdo salino baixo. Os sólidos totais dissolvidos encontram-se entre 54 e 100 mg/L. Os valores de pH variam entre 4,9 e 7,6, revelando águas ácidas a neutras. Os teores de zinco e ferro não ultrapassam os valores máximos permitidos para o consumo humano, exceto em um dos poços que apresentou concentração de ferro de 1,097 mg/L. As água da parte confinada a semiconfinada apresentam conteúdo salino baixo. Os sólidos totais dissolvidos variam de 41 a 405,5 mg/L. Os valores de pH estão entre 5,2 e 7,4, revelando águas ácidas.

Silva (2009) e Silva & Migliorini (2014) caracterizaram quimicamente as águas de 11 poços do aquífero Furnas-Rio Ivaí, cujos dados estão apresentados no Quadro 3.33.

QUADRO 3.33 – PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS DE 11 POÇOS DO SISTEMA AQUÍFERO FURNAS-RIO IVAÍ EM MATO GROSSO DO SUL

Parâmetro	Unidade	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
pH	-	4,8	5	6,3	6,5	6,7	7,2	6,8	6	6,3	6,5	6,3
Condutividade	$\mu\text{S/cm}$	9,8	50,8	90,8	82,9	108,9	130	8,1	11	54	57	10
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	6,37	33,0	59,0	53,8	70,7	84,5	5,2	7,15	35,5	37,0	6,5
Alcalinidade Total	mg/L	<LD	16	32	38	34	42	<LD	<LD	16	18	<LD
Bicarbonato	mg/L	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Cálcio	mg/L	0,6	2,2	4,8	3,4	5	4,8	1	1,2	2,8	1,8	1,4
Magnésio	mg/L	0,2	1	1,8	1,6	2,2	2,2	0,5	0,6	1,2	1	0,7
Potássio	mg/L	0,8	3,2	5,5	6,8	7	6,7	0,3	1,1	4	4,7	0,6
Sódio	mg/L	0,2	3	5,4	4,3	6	11,3	0,4	0,4	1,8	2	<LD
Ferro	mg/L	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Cloreto	mg/L	1,4	<LD	2,8	4,2	2,8	1,4	2,8	2,8	1,4	2,8	1,4
Sulfato	mg/L	1,4	1,9	3,8	2,8	5,5	2,8	2,1	2,1	3,4	1,5	6,1
Nitrato	mg/L	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

LD = Limite de detecção

Fonte: Silva & Mogliorini, 2014.

De acordo com estes estudos, a água do aquífero tem qualidade boa em geral. O pH obtido está entre 5,0 e 7,2. A condutividade elétrica se apresentou entre 8,1 e 30 $\mu\text{S/cm}$. São pouco mineralizadas, com baixos teores de Ca, Mg, Na e K. O ferro, o nitrato, o cloreto e o sulfato apresentam concentrações muito baixas.

Magalhães (2014) realizou a caracterização hidroquímica das águas subterrâneas do aquífero Furnas-Rio Ivaí na região sudeste do Mato Grosso. O pH obtido variou de 4,48 a 7,80. A condutividade elétrica variou de 7,57 a 280 $\mu\text{S/cm}$, indicando águas pouco mineralizadas. As temperaturas das amostras de água variaram de 27,5 a 47°C. O ânion cloreto variou de 0,08 a 0,94 mg/L. O cátion sódio variou de 0,07 mg/L a 43,39 mg/L. As amostras foram classificadas como água doce, de baixa salinidade e baixo teor de sódio.

O relatório da SANESUL/TAHAL (1998) confirma a baixa mineralização das águas do aquífero Furnas-Rio Ivaí conforme mostra o Quadro 3.34.

**QUADRO 3.34 – PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS
DO SISTEMA AQUÍFERO FURNAS-RIO IVAÍ EM MATO GROSSO DO SUL**

<i>Parâmetro</i>	<i>Unidade</i>	<i>Valor Mínimo</i>
pH	-	4,8-7,4
CaCO ₃	mg/L	20
Ca	mg/L	1-8
Cl	mg/L	-
Mg	mg/L	<2
Na	mg/L	-
K	mg/L	0,9-4

Fonte: SANESUL/TAHAL, 1998.

✓ **Sistema Aquífero Alto Paraguai**

São praticamente inexistentes publicações sobre o comportamento hidrogeoquímico do Sistema Aquífero Alto Paraguai. As águas da unidade aquífera Diamantino são geralmente de boa qualidade segundo Migliorini et al. (2006), apresentando baixa mineração total. De Paula (2015) descreve que existem poucos dados disponíveis para avaliar os parâmetros hidroquímicos, no entanto, são esperadas águas de boa qualidade. São revelados baixos valores de Sólidos Dissolvidos Totais e condutividade elétrica que varia de 116,9 a 337 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Migliorini et al. diz que suas águas subterrâneas são de boa qualidade físico-química. De Paula (2015) descreve que as águas apresentam baixos teores de sólidos totais dissolvidos e condutividade elétrica variando entre 128 e 142 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

✓ **Sistema Aquífero Araras**

Foram encontradas apenas duas publicações que apresentaram uma avaliação, ainda que bastante incipiente, sobre a qualidade das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Araras. Migliorini et al. (2006) e De Paula (2015) descrevem que as águas do aquífero têm a qualidade físico-química relativamente boa, porém é comum a ocorrência de águas carbonatadas em poços de pouca vazão.

✓ **Sistema Aquífero Corumbá**

Da mesma forma que ocorre com o Sistema Aquífero Araras, praticamente não existem trabalhos publicados ou dados consistentes sobre o comportamento hidrogeoquímico do Sistema Aquífero Corumbá. O relatório da SANESUL/TAHAL (1998) mostra que as águas deste aquífero têm pH de 9,5. Este trabalho avalia também que a concentração média de cloreto no aquífero é baixa, da ordem de 6,80 mg/L. Dias et al. (2012) avaliaram, do ponto de vista hidroquímico, a água de 18 poços perfurados no aquífero Corumbá, na cidade de Bonito/MS, e concluíram que os dados de qualidade de água estão de acordo com a Resolução CONAMA nº 396/2008 e Portaria MS nº 2.914/2011.

✓ Sistema Aquífero Fraturado Centro-Sul

Existe um grande número de informações sobre a hidrogeoquímica do Sistema Aquífero Fraturado Centro-Sul na Região Hidrográfica do Rio Paraguai; entretanto, basicamente todos os dados disponíveis concentram-se na região de Cuiabá/MT e Várzea Grande/MT. Para as demais regiões as publicações são muito escassas.

Em Godoy (2014), a classificação das águas subterrâneas do Sistema Aquífero foi obtida a partir de poços que exploram água mineral no Distrito de São Vicente, em Cuiabá/MT, e indicam que as águas desse sistema são preponderantemente bicarbonatadas sódicas e potássicas.

Migliorini (1999) e Migliorini & Silva (2000) avaliam que, em geral, as águas subterrâneas do Grupo Cuiabá nesta região são de boa qualidade natural, com baixas concentrações dos principais parâmetros físico-químicos analisados (Quadro 3.35), porém os resultados das análises denotam teores elevados de ferro (até 38,7 mg/L), cor (até 650 uH) e turbidez (até 100 uT) nas águas subterrâneas do aquífero nesta área. As concentrações elevadas de cor e turbidez podem ser explicadas pela alta concentração de ferro nestas águas aliadas aos poços mal construídos. Embora identificados poços com concentrações relativamente altas de alcalinidade de bicarbonato, somente 9,3% estavam acima atualmente dos valores máximos permissíveis (VMP) para o consumo humano segundo a Resolução CONAMA nº 396/2008. Por outro lado, as análises bacteriológicas mostram elevada concentração de coliformes totais e fecais, decorrentes da deficiência do sistema de saneamento básico da região, agravada pelas inadequadas técnicas construtivas dos poços tubulares profundos.

QUADRO 3.35 – ANÁLISE DOS PRINCIPAIS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE POÇOS DO SISTEMA AQUÍFERO FRATURADO CENTRO-SUL NAS CIDADES DE CUIABÁ/MT E VÁRZEA GRANDE/MT)

<i>Parâmetro</i>	<i>Unidade</i>	<i>No de Amostras Analisadas</i>	<i>No de Amostras dentro do VMP</i>	<i>No de Amostras fora do VMP</i>
Turbidez	uT	183	95	88
Cor	uH	183	136	47
pH	-	184	165	19
Alcalinidade (HCO ₃)	mg/L CaCO ₃	183	166	17
Alcalinidade (OH)	mg/L CaCO ₃	131	130	1
Alcalinidade (CO ₃)	mg/L CaCO ₃	131	131	0
CO ₂ (livre)	mg/L CO ₂	120	-	-
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	136	136	0
N (amoniaco)	mg/L N	114	109	5
N (nitrito)	mg/L N	152	151	1
Fosfato	mg/L PO ₄	146	-	-
Ferro	mg/L Fe	179	107	72
Cálcio	mg/L Ca	170	-	-
Cloreto	mg/L Cl	171	171	0
Coliformes Totais	NMP/100 mg	164	82	82
Coliformes Fecais	NMP/100 mg	144	89	55

Fonte: Migliorini, 1999.

Apoitia et al. (2004), por meio da avaliação de 80 boletins de análises de águas de poços tubulares profundos, no município de Cuiabá/MT (período de 2000 a 2002), obtiveram resultados semelhantes aos obtidos por Migliorini (1999) e Migliorini & Silva (2000), ou seja, resultados de coliformes totais e fecais, ferro, cor e turbidez em muitos poços acima dos limites permitidos pela atual Portaria MS nº 2.914/2011. Além disso, observaram que maioria das amostras apresentou pH variando de básico a neutro, sendo que apenas 5% das análises apresentaram pH fora da faixa entre 6,5 e 8,5 (Quadro 3.36).

QUADRO 3.36 – ANÁLISE DO PH DE AMOSTRAS DE ÁGUA ORIUNDAS DE POÇOS PERFURADOS NO SISTEMA AQUÍFERO FRATURADO CENTRO-SUL NA CIDADE DE CUIABÁ/ MT

<i>Parâmetro</i>	<i>No de Amostras Analisadas</i>	<i>No de Amostras na faixa 6,5 a 8,5</i>	<i>No de Amostras fora da faixa 6,5 a 8,5</i>	<i>Parâmetro</i>
pH	80	76	4	pH

Fonte: Apoitia et al., 2004.

Para o Estado de Mato Grosso do Sul como um todo, o relatório da SANESUL/TAHAL (1998) descreve as águas do aquífero como tendo baixa mineralização, conforme mostra o Quadro 3.37. O estudo também expõe a baixa concentração média de cloreto no Sistema Aquífero Fraturado Centro-Sul (2,58 mg/L).

QUADRO 3.37 – PARÂMETROS QUÍMICOS DAS ÁGUAS DO SISTEMA AQUÍFERO FRATURADO CENTRO-SUL EM MATO GROSSO DO SUL.

<i>Parâmetro</i>	<i>Sistema Aquífero Fraturado Centro-Sul</i>
pH	-
CaCO ₃ (mg/L)	200
Ca (mg/L)	50-200
Cl (mg/L)	< 170
Mg (mg/L)	14-43
Na (mg/L)	-
K (mg/L)	<4

Fonte: SANESUL/TAHAL, 1998.

4. LEVANTAMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS QUANTI-QUALITATIVAS DA RH-PARAGUAI

Neste capítulo, são abordadas as demandas hídricas quanti-qualitativas dos recursos hídricos da RH-Paraguai, com base no Diagnóstico Preliminar elaborado pela ANA em 2016, tendo sido inseridas pela ENGEORPS atualizações e complementações, segundo será exposto adiante, onde aplicável.

4.1 DEMANDAS HÍDRICAS QUANTITATIVAS

As demandas hídricas quantitativas dos recursos hídricos se dividem em duas categorias: os usos consuntivos e os usos não consuntivos

Os usos não consuntivos são aqueles em que não há o consumo do recurso hídrico, tendo sido abordados, no Capítulo 2 do presente Diagnóstico, os seguintes usos:

- ✓ Geração de Energia Hidrelétrica;
- ✓ Navegação;
- ✓ Aquicultura;
- ✓ Pesca;
- ✓ Turismo e Lazer.

Os usos consuntivos são caracterizados por haver o consumo de água, podendo ser supridos por mananciais de superfície ou mananciais subterrâneos, sendo eles:

- ✓ Abastecimento Humano (Urbano e Rural);
- ✓ Dessedentação Animal;
- ✓ Abastecimento Industrial;
- ✓ Mineração; e
- ✓ Irrigação.

Para a estimativa das demandas consuntivas dos usos dos recursos hídricos superficiais antes relacionados, foram utilizados dados censitários disponíveis e considerados como parâmetros de consumo e retorno os valores informados no Quadro 4.1.

**QUADRO 4.1 – TAXAS DE CONSUMO E RETORNOS DE ÁGUA
CONFORME O USO DOS RECURSOS HÍDRICOS**

	<i>Abastecimento Urbano</i>	<i>Abastecimento Rural</i>	<i>Indústria*</i>	<i>Mineração**</i>	<i>Dessedentação Animal***</i>	<i>Irrigação</i>
Consumo	20%	50%	32%	17% - 85%	60% - 80%	80%
Retorno	80%	50%	68%	15% - 83%	20% - 40%	20%

* Valor médio na RH, porém variável conforme tipologia industrial.

** Variável de acordo com o tipo de mineral.*** Variável de acordo com o tipo de rebanho.

Fonte: adaptado de ANA, 2016e.

Os itens seguintes descrevem sucintamente a metodologia utilizada para cálculo das demandas de usos consuntivos dos recursos hídricos da RH-Paraguai, bem como apresentam os principais resultados obtidos na forma de gráficos e mapas.

Vale destacar que foram consultados mapas globais contendo a distribuição espacial de algumas variáveis que influenciam as demandas associadas aos principais usos consuntivos identificados na bacia do Alto Paraguai: superfícies irrigadas (FAO, 2013), densidade de rebanhos (FAO, 2005) e densidade e populacional (SEDAC, 2015). Após análise destes dados, pôde-se constatar que as demandas da porção internacional da bacia são desprezíveis quando comparadas às demandas do lado nacional (RH-Paraguai). Deste modo, as vazões apresentadas a seguir consideram apenas as demandas nacionais (RH-Paraguai), admitindo-se que estas representem a parcela majoritária da demanda total da bacia do Alto Paraguai.

4.1.1 Abastecimento Humano Urbano

As demandas urbanas foram identificadas utilizando-se como base principal:

- ✓ População urbana, em 2014, dos municípios com sede urbana na RH, obtida pela relação entre a população total estimada pelo IBGE para 2014 e o percentual de urbanização verificado no Censo Demográfico de 2010 (IBGE);
- ✓ Dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, válidos para o ano-base 2013. Dessa forma, o coeficiente de retirada de água per capita para os municípios com sede urbana inserida na RH-Paraguai foi estimado considerando o uso médio per capita (volume de água que chega às residências dividido pela população atendida) e as perdas que ocorrem entre a produção de água nos sistemas de abastecimento e o uso efetivo.

Para os municípios que não possuem dados disponíveis no SNIS ou estes apresentaram inconsistências, foram adotados coeficientes médios de retirada, por faixa populacional, calculados com base nos dados disponíveis para cada unidade da federação (Quadro 4.2). Cabe destacar que os municípios com dados preenchidos correspondem a apenas 13% da população urbana da RH.

QUADRO 4.2 – RETIRADAS MÉDIAS PER CAPITA

População Urbana (hab)	MS		MT	
	Perdas (%)	Retirada (L/Hab.dia)	Perdas (%)	Retirada (L/Hab.dia)
< 5.000	26,0%	186	29,0%	217
5.000 a 35.000	29,0%	193	31,0%	216
35.000 a 75.000	33,0%	191	22,0%	163
>75.000	41,0%	241	52,0%	348

Fonte: ANA, 2016e.

Uma questão relevante é o elevado índice de perdas de água na distribuição: cerca de 50% da água produzida para abastecimento humano na RH é perdida e não chega aos usuários. Esta média é elevada pelos municípios mais populosos da RH, em especial Cuiabá e Várzea Grande, que apresentam perdas de 69% e 66%, respectivamente.

Na Região Hidrográfica do Paraguai, 24 sedes municipais (73% da população urbana) são abastecidas exclusivamente por mananciais superficiais, enquanto 40 sedes municipais utilizam apenas água subterrânea (16 % da população urbana da RH). Os 14 municípios restantes com sede urbana na bacia têm abastecimento misto, com 80% de água superficial complementada com 20 % de água subterrânea. Destaca-se que Cuiabá, a maior cidade na RH-Paraguai, tem 92% do seu abastecimento com água proveniente dos rios Cuiabá e Coxipó. Já Várzea Grande (a segunda cidade mais populosa da região) é integralmente abastecida com água do rio Cuiabá. Juntas, essas duas cidades abrigam 41% da população urbana da RH (ANA, 2016f).

Os resultados obtidos estão relacionados no Quadro 4.3, agregados por UPGs e unidades da federação. A Figura 4.1 apresenta as demandas hídricas totais de retirada para abastecimento urbano, especializadas nas microbacias em função da porcentagem da área da mancha urbana dos municípios consumidores. Destaca-se que para o balanço hídrico quantitativo, apresentado no item 5.1, foram consideradas apenas as demandas abastecidas por mananciais superficiais, concentradas nas microbacias em que ocorrem as captações.

QUADRO 4.3 – DEMANDAS URBANAS NA RH-PARAGUAI

UF	UPG	População Urbana (2014)	Demanda de Retirada (m³/s) – Abastecimento Urbano		
			Superficial	Subterrânea	Total
MT	P-1 Jauru	70.718	0,126	0,040	0,166
	P-2 Alto Paraguai Médio	192.119	0,534	0,045	0,578
	P-3 Alto Paraguai Superior	72.462	0,098	0,101	0,199
	P-4 Alto Rio Cuiabá	884.526	4,348	0,447	4,794
	P-5 São Lourenço	301.287	0,400	0,482	0,882
	P-6 Correntes-Taquari	13.263	0,000	0,024	0,024
	P-7 Paraguai-Pantanal	23.913	0,030	0,030	0,060
	Total Mato Grosso	1.558.290	5,534	1,168	6,702
MS	II.1 Correntes	21.434	0,000	0,045	0,045
	II.2 Taquari	200.557	0,409	0,179	0,589
	II.3 Miranda	191.746	0,207	0,226	0,433
	II.4 Negro	5.459	0,000	0,015	0,015
	II.5 Nabileque	0	0,000	0,000	0,000
	II.6 Apa	40.914	0,059	0,029	0,087
	Total Mato Grosso do Sul	460.110	0,676	0,494	1,169
Total RH-Paraguai		2.018.401	6,210	1,662	7,871

Elaboração ENGECORPS, 2017

Conforme pode ser observado no Quadro 4.3, estima-se que as demandas urbanas na RH-Paraguai totalizem 7,871 m³/s, sendo que o estado de Mato Grosso concentra 85% desse total. Essas demandas, conforme ilustrado na e, estão concentradas junto aos grandes centros urbanos, valendo destacar a UPG P-4 Alto Rio Cuiabá (4,794 m³/s), em que se localiza a região metropolitana de Cuiabá e Várzea Grande, a UPG P-5 São Lourenço (0,882 m³/s), que abrange a área urbana de Rondonópolis, e a UPG P-2 Alto Paraguai Médio (0,578 m³/s), na qual se insere o município de Cárceres.

Já em Mato Grosso do Sul observam-se menores demandas de abastecimento urbano, reflexo das menores densidades populacionais encontradas nessa parcela da bacia. As maiores demandas para abastecimento urbano são observadas nas UPGs II.2 Taquari (0,589 m³/s) e II.3 Miranda (0,433 m³/s), que abrangem os dois municípios mais populosos da porção sul-mato-grossense, respectivamente: Corumbá e Aquidauana. Vale também destacar a ausência de sedes urbanas na UPG II.5 Nabileque, resultando em demanda para abastecimento urbano nula.

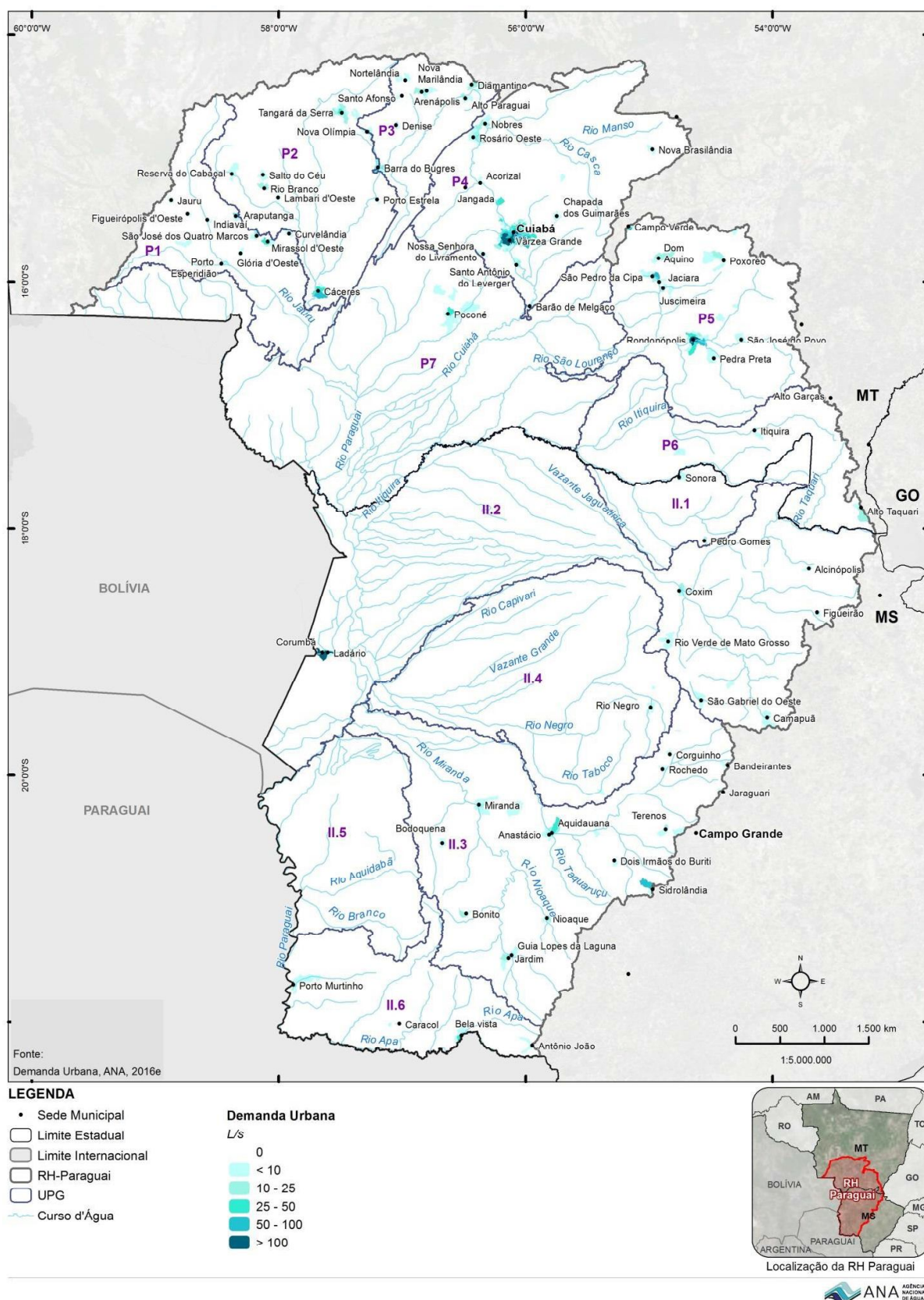


Figura 4.1 - Demandas Urbanas Totais Especializadas, por Microbacia, em Função das Manchas Urbanas da Região Hidrográfica do Paraguai

4.1.2 Abastecimento Humano Rural

Para estimativa das demandas para abastecimento da população rural, foi calculada a população rural dos municípios inseridos, ainda que parcialmente, na RH-Paraguai e utilizado um valor de retirada per capita de 100 L/hab/dia em ambas as unidades da federação, com base em estudo da FGV realizado em 1998 para a Secretaria de Recursos Hídricos do Governo Federal. A população rural foi obtida pela relação entre a população total do municípios estimada pelo IBGE para 2014 e o percentual de urbanização verificado no Censo Demográfico de 2010 (IBGE).

O Quadro 4.4 apresenta os resultados obtidos, por UPG, e a Figura 4.2 apresenta as demandas rurais totais especializadas por microbacia, em função da área dos setores censitários rurais. A distribuição das demandas de abastecimento humano rural entre mananciais subterrâneos e superficiais foi realizada considerando dados do Censo Demográfico do IBGE 2010: quantidade de domicílios abastecidos por poço.

QUADRO 4.4 – DEMANDAS RURAIS NA RH-PARAGUAI

UF	UPG	População Rural (2014)	Demanda de Retirada- Abastecimento Rural (m³/s)		
			Superficial	Subterrânea	Total
MT	P-1 Jauru	24 633	0,004	0,025	0,029
	P-2 Alto Paraguai Médio	29 326	0,007	0,027	0,034
	P-3 Alto Paraguai Superior	11 669	0,003	0,011	0,014
	P-4 Alto Rio Cuiabá	52 485	0,019	0,042	0,061
	P-5 São Lourenço	28 623	0,008	0,025	0,033
	P-6 Correntes-Taquari	9 563	0,005	0,006	0,011
	P-7 Paraguai-Pantanal	26 264	0,008	0,022	0,030
	Total Mato Grosso	182 563	0,055	0,156	0,211
MS	II.1 Correntes	3 246	0,001	0,003	0,004
	II.2 Taquari	23 099	0,007	0,020	0,027
	II.3 Miranda	68 889	0,032	0,048	0,080
	II.4 Negro	8 584	0,004	0,006	0,010
	II.5 Nabileque	3 841	0,002	0,002	0,004
	II.6 Apa	11 118	0,005	0,008	0,013
	Total Mato Grosso do Sul	118 777	0,050	0,087	0,137
Total RH-Paraguai		301 340	0,105	0,243	0,348

Elaboração ENGECORPS, 2017

Conforme apresentado no Quadro 4.4, a demanda total de abastecimento rural estimada para a RH-Paraguai é de 0,348 m³/s. O estado de Mato Grosso concentra 61% dessa demanda, evidenciando a maior presença de população rural nesta porção da bacia. Das UPGs mato-grossenses, as que apresentam maiores demandas de abastecimento rural são as mesmas que possuem maiores demandas urbanas, P-4 Alto Rio Cuiabá, P-2 Alto Paraguai Médio e a P-5 São Lourenço, com demandas rurais de, respectivamente, 0,061 m³/s, 0,034 m³/s e 0,033 m³/s.

Da mesma forma, em Mato Grosso do Sul, as UPGs com maiores demandas rurais também coincidem com as com maiores demandas urbanas, destacando-se as UPGs II.2 Taquari e II.3 Miranda, com, respectivamente, valores de 0,027 m³/s e 0,080 m³/s.

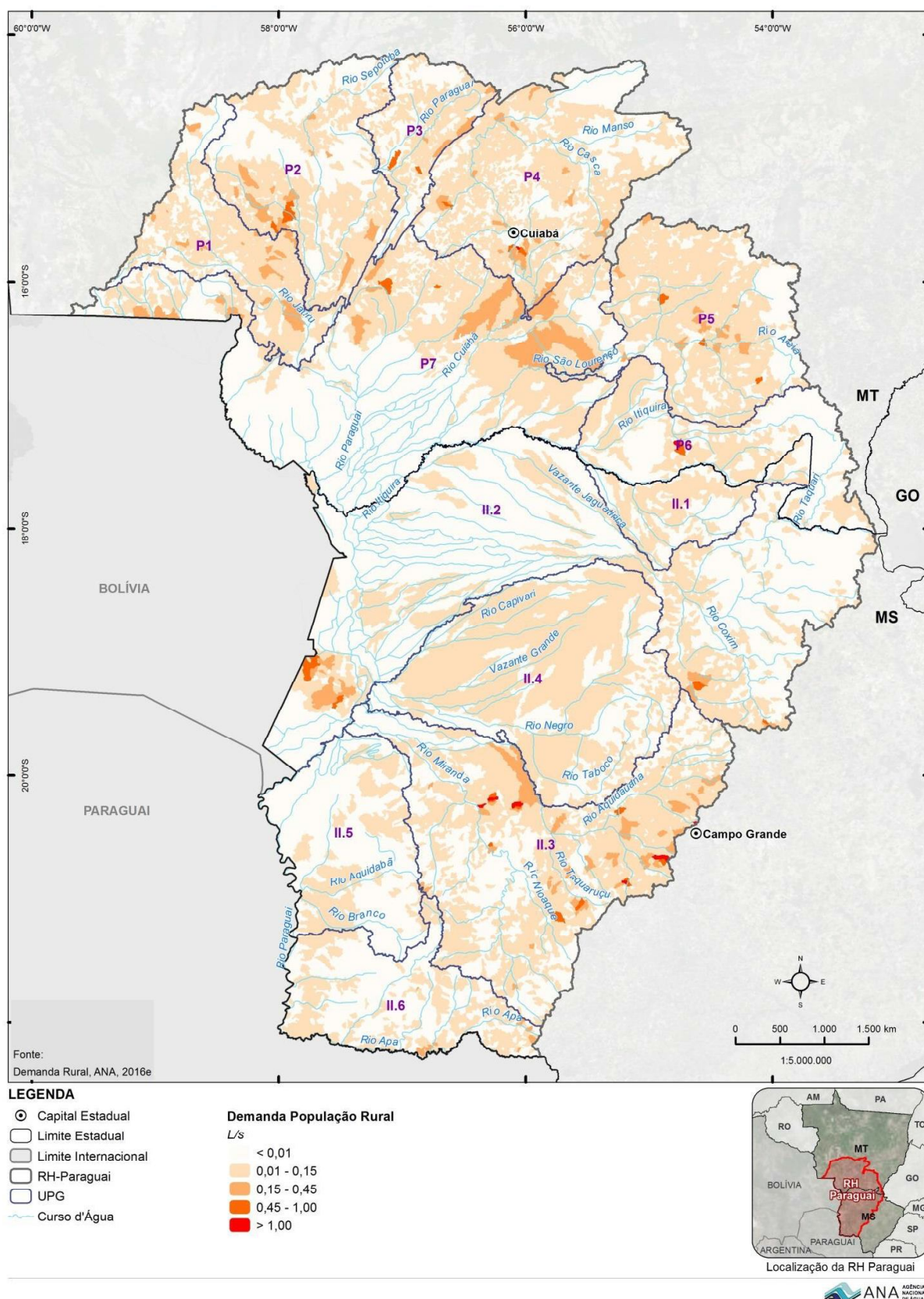


Figura 4.2 - Demandas Totais da População Rural Especializadas na RH-Paraguai, por Microbacia

4.1.3 Dessedentação Animal

As demandas para dessedentação animal na RH-Paraguai foram determinadas utilizando-se como base de dados o levantamento da Pesquisa Pecuária Municipal (IBGE, 2015), para quantificação dos rebanhos, e os coeficientes técnicos recentemente revistos pela ANA (Quadro 4.5). As demandas foram distribuídas nas áreas de pastagem de cada município, conforme estudo de monitoramento das alterações da cobertura vegetal e uso do solo na Bacia do Alto Paraguai (Instituto SOS PANTANAL et al., 2014).

QUADRO 4.5 – COEFICIENTES TÉCNICOS DE USO DA ÁGUA – DEMANDA ANIMAL

<i>Espécies</i>	<i>Retirada</i>	<i>Consumo</i>
	<i>(Litros/cabeça. dia)</i>	<i>(%)</i>
Bovino	50,0	80,0
Vacas Ordenhadas	127,5	60,0
Suínos	18,7	60,0
Bubalino	50,0	80,0
Equino	40,0	80,0
Ovino	10,0	80,0
Caprino	10,0	80,0
Galináceos – Galinhas	0,27	60,0
Galináceos – Outros	0,22	69,0
Codornas	0,18	80,0

Fonte: ANA, 2016e.

O Quadro 4.6 apresenta os resultados obtidos, agregados por UPG, e a Figura 4.3 apresenta as demandas totais para dessedentação animal espacializadas na RH-Paraguai, por microbacia. As demandas de dessedentação animal foram atribuídas exclusivamente aos mananciais superficiais.

QUADRO 4.6 – DEMANDAS PARA DESSEDENTAÇÃO ANIMAL NA RH-PARAGUAI

<i>UF</i>	<i>UPG</i>	<i>Demanda de Retirada - Dessedentação Animal (m³/s)</i>
MT	P-1 Jauru	1,016
	P-2 Alto Paraguai Médio	1,000
	P-3 Alto Paraguai Superior	0,232
	P-4 Alto Rio Cuiabá	0,624
	P-5 São Lourenço	0,985
	P-6 Correntes-Taquari	0,424
	P-7 Paraguai-Pantanal	0,940
	Total Mato Grosso	5,221
MS	II.1 Correntes	0,314
	II.2 Taquari	1,677
	II.3 Miranda	2,035
	II.4 Negro	0,850
	II.5 Nabileque	0,504
	II.6 Apa	0,729
	Total Mato Grosso do Sul	6,110
Total RH-Paraguai		11,331

Elaboração ENGEORPS, 2017

Conforme apresentado no Quadro 4.6, a demanda total estimada para dessedentação animal na RH-Paraguai é de 11,331m³/s, sendo 54% desse total refere-se aos rebanhos localizados na porção sul-mato-grossense. As maiores demandas de dessedentação animal estão concentradas nas UPGs II.3 Miranda, II.2 Taquari e P-1 Jauru e , respectivamente, com 2,035 m³/s, 1,677m³/s e 1,016 m³/s.

A análise da Figura 4.3 evidencia que a atividade pecuária é bastante dispersa na RH, em razão das características extensivas do manejo. Ainda assim, nota-se que há uma certa concentração deste tipo de demanda em regiões do município de Corumbá, abrangendo as UPGs II.2 Taquari e II.5 Nabileque.

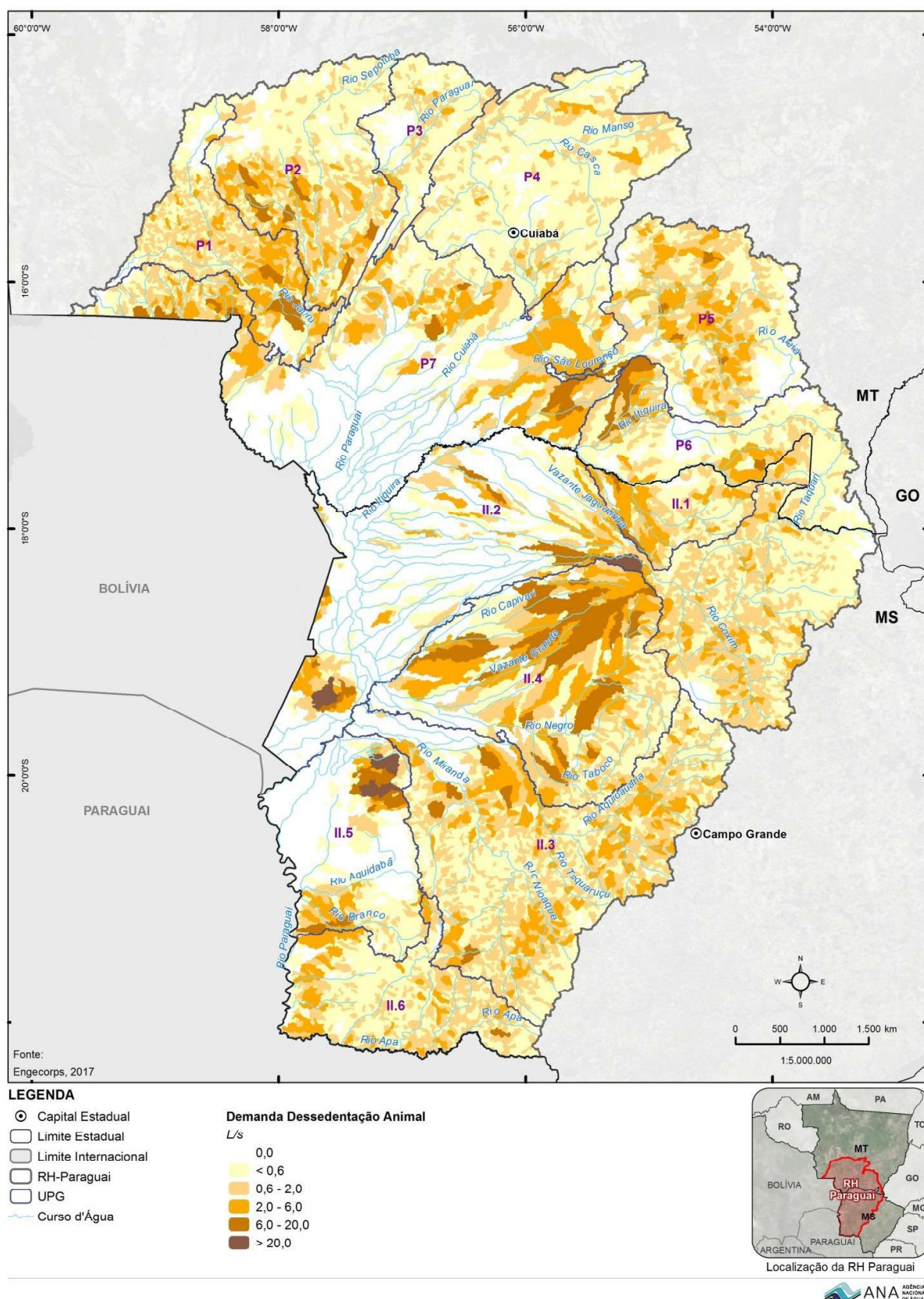


Figura 4.3 - Demandas Totais de Dessedentação Animal Especializadas na RH-Paraguai, por Microbacia

4.1.4 Abastecimento Industrial

As demandas industriais apresentam uma grande dificuldade quanto a sua estimativa, uma vez que há uma infinidade de variedades de processos e tipos de indústrias, tornando impossível a sua determinação com uma precisão adequada. As outorgas emitidas pelos órgãos gestores de recursos hídricos têm sido uma importante fonte para estimativa das demandas industriais, uma vez que além de fornecer dados mais precisos do uso na bacia, as outorgas estão diferenciadas entre superficiais e subterrâneas e representam o local exato das captações nas respectivas microbacias.

Desta forma, foram consideradas para o estado de Mato Grosso as outorgas vigentes e consistentes emitidas pelos órgãos gestores (ANA e SEMARH-MT). Como este instrumento ainda é incipiente em Mato Grosso do Sul, foi adotada uma metodologia alternativa para cálculo da demanda industrial baseada no número de trabalhadores na indústria de transformação, por município, por divisão da Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE 2.0. O número de trabalhadores foi obtido do banco de dados da Relação Anual de Informações Sociais – RAIS 2014, sendo então correlacionado com os coeficientes técnicos elaborados pela ANA com base na análise do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos – CNARH (Quadro 4.7). A aplicação desta metodologia na RH Paraguai resulta em coeficiente de retorno médio de 68%. Este percentual médio foi adotado nas outorgas para estimativa do consumo em relação à retirada.

Em Mato Grosso do Sul, em razão da ausência de informação sobre os corpos hídricos que abastecem cada indústria, todas as demandas foram atribuídas aos mananciais superficiais.

QUADRO 4.7 – MATRIZ DE COEFICIENTES TÉCNICOS PARA O USO INDUSTRIAL

CNAE 2.0	Tipologia industrial	Coeficientes Técnicos (litros/empregado.dia)	
		Retirada	Consumo
10	Fabricação de produtos alimentícios	3.775	1.473
11	Fabricação de bebidas	12.419	2.387
12	Fabricação de produtos do fumo	847	169
13	Fabricação de produtos têxteis	1.560	317
14	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	350	65
15	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	806	1
16	Fabricação de produtos de madeira	482	126
17	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	20.473	3.994
18	Impressão e reprodução de gravações	173	35
19	Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	32.608	10.131
20	Fabricação de produtos químicos	2.340	909
21	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	1.876	375
22	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	373	75
23	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	923	77
24	Metalurgia	4.352	960
25	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	473	221
26	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	247	49

CNAE 2.0	Tipologia industrial	Coeficientes Técnicos (litros/empregado.dia)	
		Retirada	Consumo
27	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	156	31
28	Fabricação de máquinas e equipamentos	249	50
29	Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	376	74
30	Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	215	27
31	Fabricação de móveis	271	54
32	Fabricação de produtos diversos	842	168
33	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	3.447	689

Fonte: ANA, 2016e.

O Quadro 4.8 apresenta os resultados obtidos, agregados por UPG, e a Figura 4.4 apresenta as demandas totais para abastecimento industrial, espacializadas por microbacia.

QUADRO 4.8 – DEMANDAS PARA ABASTECIMENTO INDUSTRIAL NA RH-PARAGUAI

UF	UPG	Demanda de Retirada (m³/s) – Abastecimento Industrial		
		Superficial	Subterrânea	Total
MT	P-1 Jauru	0,156	0,031	0,187
	P-2 Alto Paraguai Médio	0,526	0,018	0,544
	P-3 Alto Paraguai Superior	0,373	0,004	0,377
	P-4 Alto Rio Cuiabá	1,351	0,036	1,387
	P-5 São Lourenço	0,000	0,164	0,164
	P-6 Correntes-Taquari	0,016	0,003	0,019
	P-7 Paraguai-Pantanal	0,000	0,003	0,003
	Total Mato Grosso	2,422	0,259	2,681
MS	II.1 Correntes	0,148	0,000	0,148
	II.2 Taquari	0,118	0,000	0,118
	II.3 Miranda	0,160	0,000	0,160
	II.4 Negro	0,001	0,000	0,001
	II.5 Nabileque	0,000	0,000	0,000
	II.6 Apa	0,009	0,000	0,009
	Total Mato Grosso do Sul	0,436	0,000	0,436
Total RH-Paraguai		2,858	0,259	3,117

Elaboração ENGEORPS, 2017.

Conforme apresentado no Quadro 4.8, estima-se que as demandas industriais na Região Hidrográfica totalizem 3,117 m³/s, a maior parte referente à porção mato-grossense da bacia, com 86% da vazão demandada. Destaca-se que a maior concentração deste tipo de demanda em Mato Grosso também pode ser decorrente das diferentes metodologias de cálculo empregadas em cada unidade federativa, em função dos dados disponíveis.

Conforme ilustrado na Figura 4.4, diferentemente de usos como abastecimento rural e dessedentação animal, as demandas industriais são menos dispersas e estão concentradas próximo de importantes polos urbanos, como região metropolitana de Cuiabá em Várzea Grande, na UPG P-4 Alto Rio Cuiabá (1,387 m³/s). Também se destacam as UPGs P-2 Alto Paraguai Médio (0,544 m³/s) e P-3 Alto Paraguai Superior (0,377m³/s). Novamente salienta-se a ausência de áreas urbanas na UPG II.5 Nabileque, locais em que normalmente se concentram as indústrias, resultando em demanda nula.

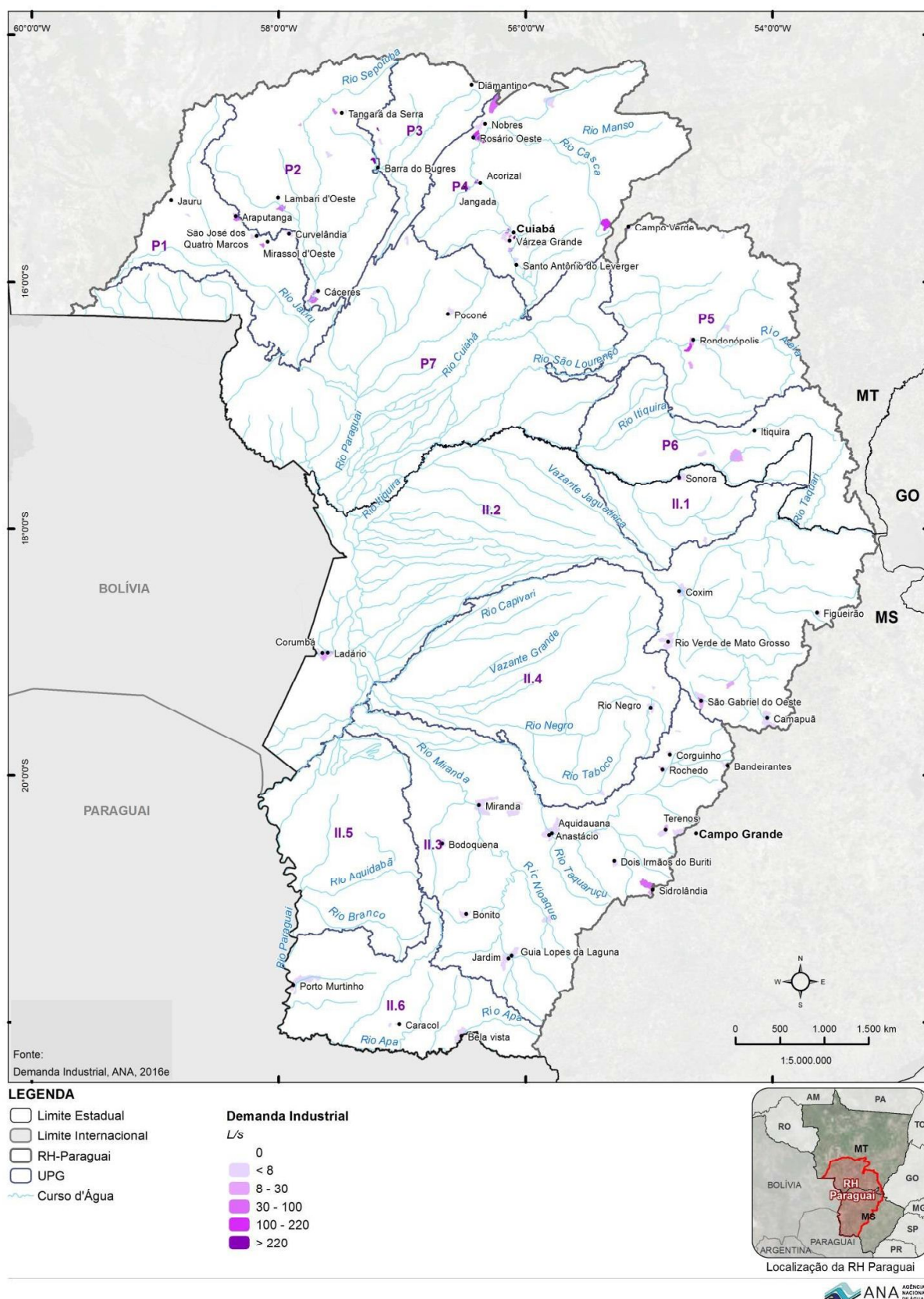


Figura 4.4 - Demandas Industriais Totais Especializadas na RH-Paraguai, por Microbacia

4.1.5 Mineração

Para a cálculo das demandas para mineração na RH-Paraguai, estimou-se inicialmente a demanda nacional, a partir dos dados de produção bruta por substância, disponibilizados pelo Prodlist/IBGE, e considerando os coeficientes listados no Quadro 4.9. Na sequência, a demanda nacional foi desagregada na base municipal considerando o percentual da arrecadação CFEM/DNPM (Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais) nos quatro grupos: Carvão mineral, Minério de ferro, Minerais metálicos não-ferrosos e Minerais Não-metálicos.

QUADRO 4.9 – COEFICIENTES TÉCNICOS DE USO DA ÁGUA – MINERAÇÃO

<i>Substância</i>	<i>Retirada (m³/t)</i>	<i>Consumo (%)</i>
Carvão mineral	6,25	20
Minério de ferro	1,05	17
Minerais metálicos não-ferrosos		
Minério de alumínio	3,42	85
Minério de estanho	6,25	20
Minério de manganês	6,25	20
Minérios de metais preciosos	1,64	8,6
Minérios metálicos não ferrosos não especificados anteriormente	1,86	85
Minerais Não-metálicos		
Extração de pedra, areia e argila	0,04	25
Extração de minerais para fabricação de adubos, fertilizantes e outros produtos químicos	15,55	23
Extração e refino de sal marinho e sal gema	6,25	20
Extração de minerais não-metálicos não especificados anteriormente	6,25	20

Fonte: Coeficientes adaptados FUNARBE, 2011.

Paralelamente foram analisados os dados disponíveis no Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos - CEURH/MS para os municípios de Corumbá/MS e Ladário/MS, importante polo-minerário da RH. Com base nas vazões cadastradas e nos mananciais informados, estimou-se que cerca de 35% da demanda de mineração nestes municípios é abastecida por mananciais superficiais e 65% por mananciais subterrâneos. Nos demais municípios da Região Hidrográfica, em razão da escassez de dados, a demanda para mineração foi integralmente atribuída às águas superficiais.

O Quadro 4.10 apresenta os resultados obtidos, e a Figura 4.5 apresenta as demandas totais para mineração, espacializadas por microbacia.

QUADRO 4.10 – DEMANDAS PARA MINERAÇÃO NA RH - PARAGUAI

UF	UPG	Demanda de Retirada (m³/s) – Mineração		
		Superficial	Subterrânea	Total
MT	P-1 Jauru	0,001	0,000	0,001
	P-2 Alto Paraguai Médio	0,006	0,000	0,006
	P-3 Alto Paraguai Superior	< 0,001	0,000	< 0,001
	P-4 Alto Rio Cuiabá	0,023	0,000	0,023
	P-5 São Lourenço	0,004	0,000	0,004
	P-6 Correntes-Taquari	< 0,001	0,000	< 0,001
	P-7 Paraguai-Pantanal	0,002	0,000	0,002
	Total Mato Grosso	0,036	0,000	0,036
MS	II.1 Correntes	0,000	0,000	0,000
	II.2 Taquari	0,132	0,244	0,375
	II.3 Miranda	0,009	0,000	0,009
	II.4 Negro	0,000	0,000	0,000
	II.5 Nabileque	0,000	0,000	0,000
	II.6 Apa	0,007	0,000	0,007
	Total Mato Grosso do Sul	0,148	0,244	0,391
Total RH-Paraguai		0,184	0,244	0,428

Elaboração ENGECORPS, 2017

Conforme pode ser observado no Quadro 4.10, estima-se que as demandas para mineração na RH-Paraguai totalizem 0,428 m³/s, sendo 91% dessa vazão correspondente à porção sul-mato-grossense da bacia. Observa-se também que 88% demandas para mineração estão concentradas na UPG II.2 Taquari (0,375 m³/s), em que se localiza o polo minero-siderúrgico de Corumbá e Ladário. Em segundo lugar, destaca-se a demanda para mineração no município de Nobres, inserido na UPG P-4 Alto Rio Cuiabá (0,023 m³/s).

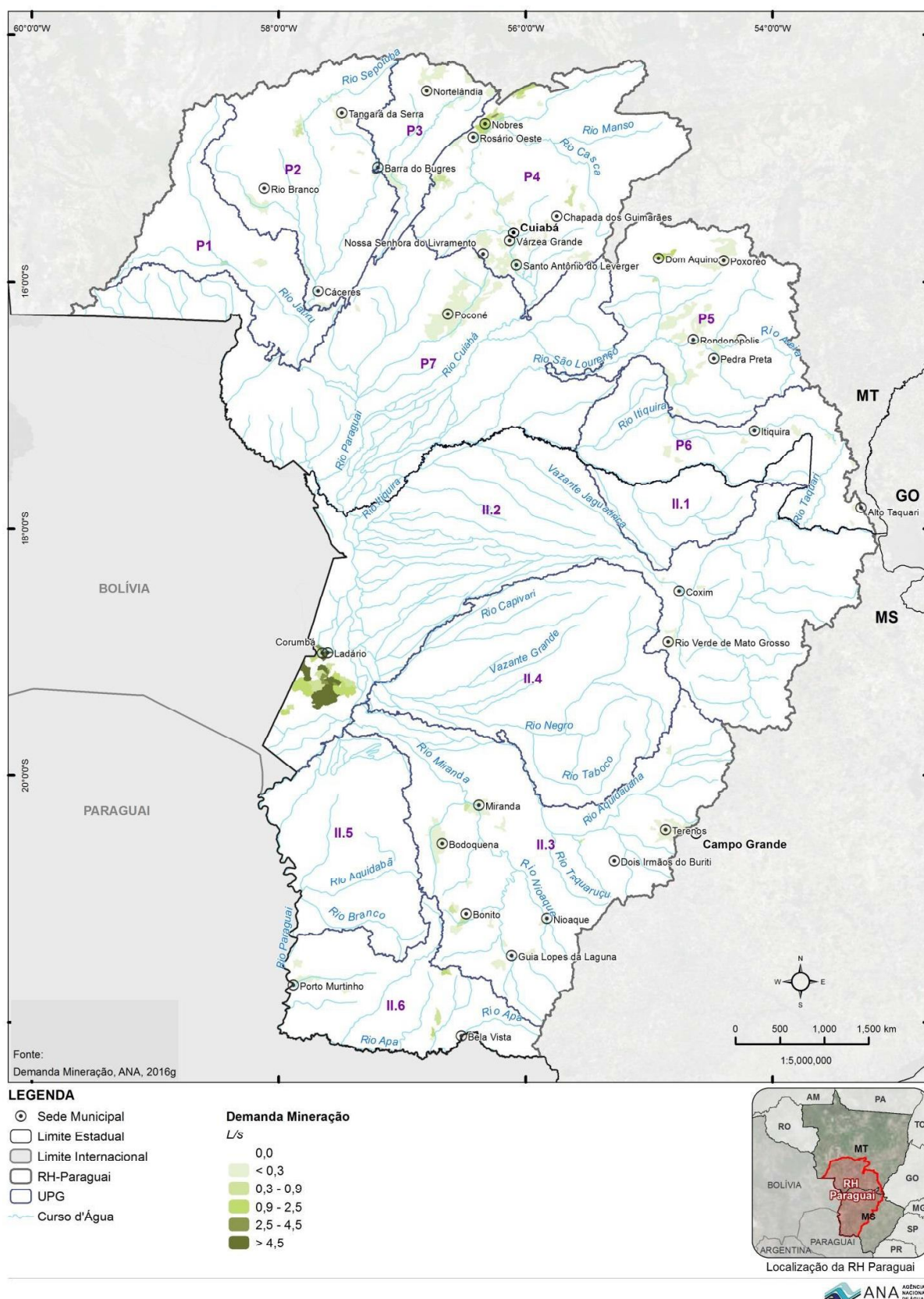


Figura 4.5 - Demandas Totais de Mineração Especializadas na RH-Paraguai, por Microbacia

4.1.6 Irrigação

A demanda para irrigação foi estimada com o levantamento de dois dados principais: áreas irrigadas em 2014 (ha) e lâminas médias de aplicação ($L/s.ha^{-1}$). A demanda corresponde à multiplicação entre estas duas variáveis.

As áreas de irrigação foram obtidas com base nas seguintes metodologias:

- ❖ Áreas irrigadas por Pivôs Centrais, quantificados mediante mapeamento georreferenciado em imagens de satélite, realizado pela ANA em parceria com a Embrapa (ANA/EMPRAPA, 2014);
- ❖ Áreas irrigadas por outros métodos de irrigação: projeções das áreas identificadas no Censo Agropecuário 2006, a partir das taxas anuais de crescimento da irrigação calculadas pela CSEI/Abimaq (2014).

O levantamento totalizou 75 mil hectares irrigados na RH, sendo 6,5 mil ha por pivôs centrais.

As lâminas específicas de aplicação de água foram extraídas do banco de dados do projeto realizado pela FUNARBE (2011), de forma a se obter uma lâmina média por mês por município. Esta lâmina representa a aplicação de água para atender à necessidade hídrica de uma “cultura média”, ou seja, reflete a necessidade de diferentes culturas presentes nos municípios, ponderada pela respectiva importância de cada cultura em termos de área plantada.

É importante considerar que o uso da água para irrigação se dá principalmente nos meses mais secos, ou seja, coincidindo com a menor disponibilidade hídrica e impactando de forma mais expressiva no balanço hídrico. Ou seja, as demandas de irrigação não são bem representadas por uma média anual, embora este valor seja referência para comparação com os demais usos.

O Quadro 4.11 apresenta os resultados obtidos, agregados por UPG, e a Figura 4.6 apresenta as demandas totais para irrigação, em período seco, espacializadas por microbacia. As demandas de irrigação foram atribuídas exclusivamente aos mananciais superficiais.

QUADRO 4.11 – DEMANDAS PARA IRRIGAÇÃO NA RH-PARAGUAI

UF	UPG	Demanda de Retirada (m³/s) – Irrigação	
		Média Anual	Período Seco
MT	P-1 Jauru	0,113	0,229
	P-2 Alto Paraguai Médio	1,562	3,480
	P-3 Alto Paraguai Superior	0,371	0,871
	P-4 Alto Rio Cuiabá	0,197	0,445
	P-5 São Lourenço	2,215	5,020
	P-6 Correntes-Taquari	0,608	1,455
	P-7 Paraguai-Pantanal	0,120	0,232
	Total Mato Grosso	5,185	11,732
MS	II.1 Correntes	2,666	4,467
	II.2 Taquari	0,277	0,519
	II.3 Miranda	2,575	3,744
	II.4 Negro	0,016	0,028
	II.5 Nabileque	0,000	0,000
	II.6 Apa	0,083	0,138
	Total Mato Grosso do Sul	5,618	8,897
Total RH-Paraguai		10,803	20,629

Elaboração ENGECORPS, 2017

Conforme apresentado no Quadro 4.11 estima-se uma demanda total média de irrigação na RH-Paraguai de 10,803 m³/s, valor que se eleva para 20,629 m³/s nos meses secos. Os municípios com maiores demandas para irrigação são Sonora e Miranda, no Mato Grosso do Sul, e Lambari D'oste, Tangará da Serra, Guiratinga, Pedra Preta, Poxoréo e Alto Araguaia, em Mato Grosso. Consequentemente, o uso da água para irrigação destaca-se nas UPGs P-5 São Lourenço (5,020 m³/s), II.1 Correntes (4,467 m³/s), II.3 Miranda (3,744 m³/s) e P-2 Alto Paraguai Médio (3,480 m³/s).

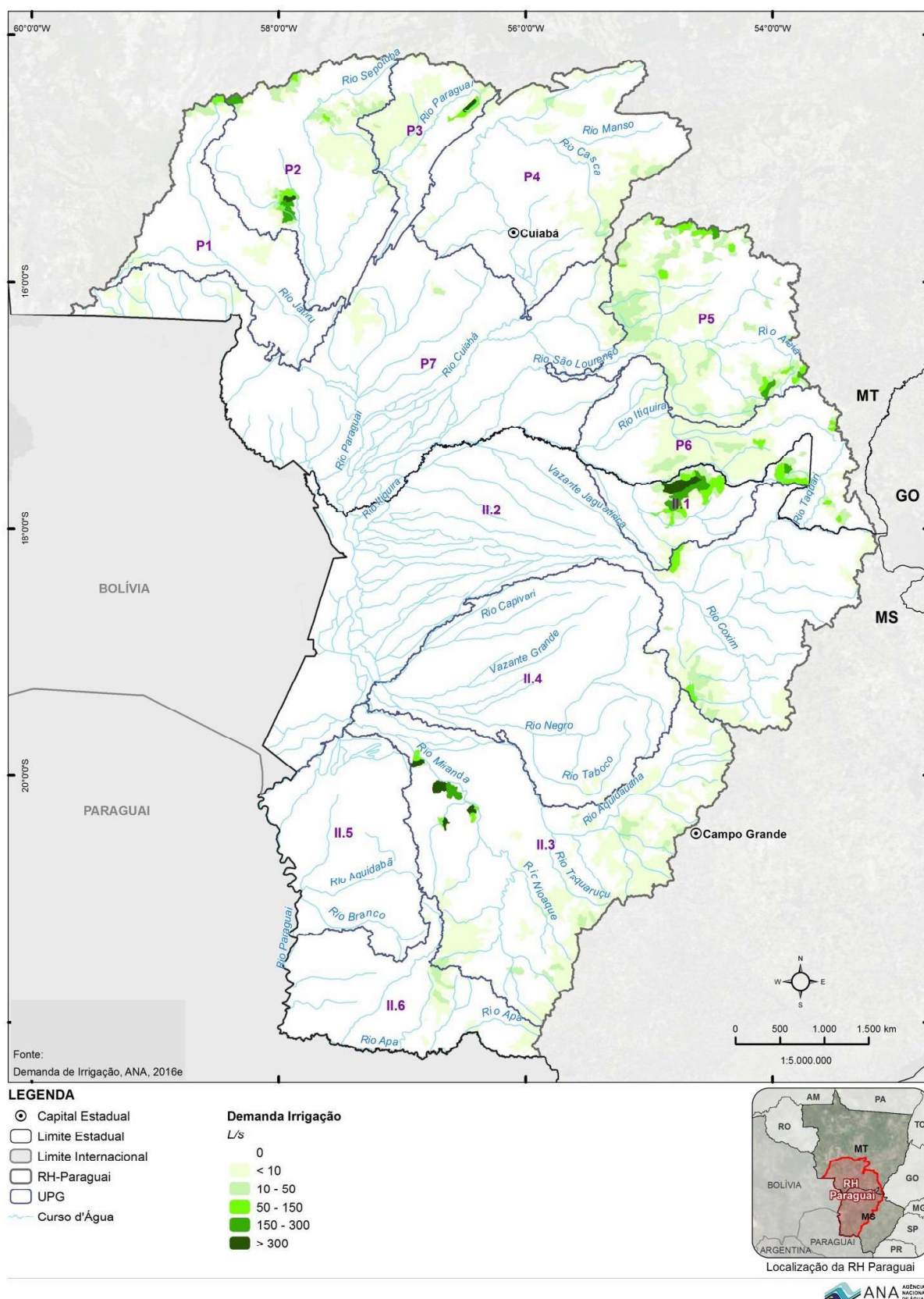


Figura 4.6 - Demandas Totais de Irrigação em Período Seco Espacializadas na RH-Paraguai, por Microbacia

4.1.7 Totalização das Demandas Hídricas

O Quadro 4.12 e o Quadro 4.13 apresentam as demandas hídricas totalizadas por uso dos recursos hídricos, por UPG, para retirada e consumo, respectivamente.

A Figura 4.7 e a Figura 4.8 apresentam, respectivamente, as demandas totais de retirada e de consumo, por microbacia na RH-Paraguai. Já a Figura 4.9 e a Figura 4.10 apresentam um resumo da proporção entre os diferentes setores usuários de recursos hídricos na demanda total da bacia, de retirada e de consumo.

QUADRO 4.12 - DEMANDA TOTAL DE RETIRADA, POR FINALIDADE DE USO E POR UPG

UF	UPG	Abastecimento Urbano	Abastecimento Rural	Dessedentação Animal	Indústria	Mineração	Irrigação		Total Média Anual	Total Período Seco
							Média Anual	Período Seco		
MT	P-1 Jauru	0,166	0,029	1,016	0,187	0,001	0,113	0,229	1,512	1,628
	P-2 Alto Paraguai Médio	0,578	0,034	1,000	0,544	0,006	1,562	3,480	3,724	5,642
	P-3 Alto Paraguai Superior	0,199	0,014	0,232	0,377	0,000	0,371	0,871	1,193	1,693
	P-4 Alto Rio Cuiabá	4,794	0,061	0,624	1,387	0,023	0,197	0,445	7,087	7,335
	P-5 São Lourenço	0,882	0,033	0,985	0,164	0,004	2,215	5,020	4,282	7,088
	P-6 Correntes-Taquari	0,024	0,011	0,424	0,019	0,000	0,608	1,455	1,086	1,933
	P-7 Paraguai-Pantanal	0,060	0,030	0,940	0,003	0,002	0,120	0,232	1,154	1,266
Total Mato Grosso		6,702	0,211	5,221	2,681	0,036	5,185	11,732	20,037	26,585
MS	II.1 Correntes	0,045	0,004	0,314	0,148	0,000	2,666	4,467	3,177	4,978
	II.2 Taquari	0,589	0,027	1,677	0,118	0,375	0,277	0,519	3,062	3,304
	II.3 Miranda	0,433	0,080	2,035	0,160	0,009	2,575	3,744	5,293	6,462
	II.4 Negro	0,015	0,010	0,850	0,001	0,000	0,016	0,028	0,892	0,904
	II.5 Nabileque	0,000	0,004	0,504	0,000	0,000	0,000	0,000	0,509	0,509
	II.6 Apa	0,087	0,013	0,729	0,009	0,007	0,083	0,138	0,928	0,984
Total Mato Grosso do Sul		1,169	0,137	6,110	0,436	0,391	5,618	8,897	13,861	17,141
Total RH-Paraguai		7,871	0,348	11,331	3,117	0,428	10,803	20,629	33,898	43,726

Elaboração ENGEORPS, 2017

QUADRO 4.13 - DEMANDA TOTAL DE CONSUMO, POR FINALIDADE DE USO E POR UPG

UF	UPG	Abastecimento Urbano	Abastecimento Rural	Dessecação Animal	Indústria	Mineração	Irrigação		Total Média Anual	Total Período Seco
							Média Anual	Período Seco		
MT	P-1 Jauru	0,033	0,014	0,796	0,060	0,001	0,091	0,184	0,995	1,088
	P-2 Alto Paraguai Médio	0,116	0,017	0,786	0,174	0,002	1,252	2,791	2,345	3,884
	P-3 Alto Paraguai Superior	0,040	0,007	0,182	0,121	0,000	0,298	0,701	0,647	1,050
	P-4 Alto Rio Cuiabá	0,959	0,030	0,493	0,444	0,009	0,158	0,358	2,089	2,288
	P-5 São Lourenço	0,176	0,017	0,764	0,052	0,001	1,784	4,045	2,795	5,055
	P-6 Correntes-Taquari	0,005	0,006	0,334	0,006	0,000	0,490	1,172	0,841	1,523
	P-7 Paraguai-Pantanal	0,012	0,015	0,746	0,001	0,001	0,096	0,187	0,871	0,962
Total Mato Grosso		1,340	0,106	4,101	0,858	0,014	4,170	9,438	10,583	15,851
MS	II.1 Correntes	0,009	0,002	0,249	0,046	0,000	2,149	3,600	2,455	3,906
	II.2 Taquari	0,118	0,013	1,319	0,041	0,101	0,223	0,418	1,790	1,985
	II.3 Miranda	0,087	0,040	1,603	0,062	0,003	2,075	3,016	3,867	4,809
	II.4 Negro	0,003	0,005	0,674	0,000	0,000	0,013	0,023	0,695	0,705
	II.5 Nabieleque	0,000	0,002	0,401	0,000	0,000	0,000	0,000	0,404	0,404
	II.6 Apa	0,017	0,006	0,579	0,003	0,003	0,067	0,111	0,674	0,719
Total Mato Grosso do Sul		0,234	0,069	4,825	0,153	0,107	4,526	7,168	9,886	12,528
Total RH-Paraguai		1,574	0,175	8,926	1,011	0,121	8,696	16,606	20,469	

Elaboração ENGEORPS, 2017

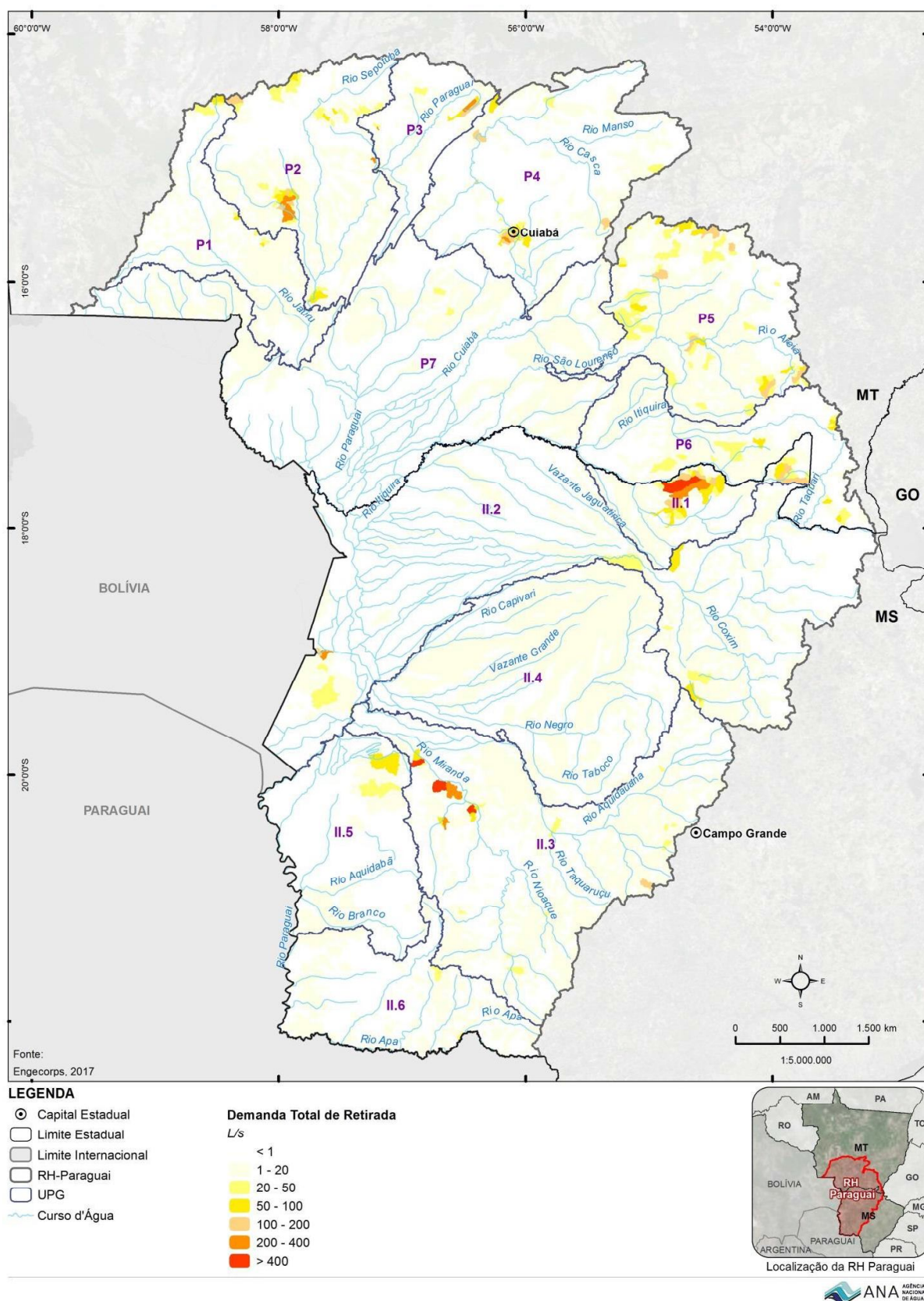


Figura 4.7 - Demanda Total de Retirada na RH-Paraguai, por Microbacia

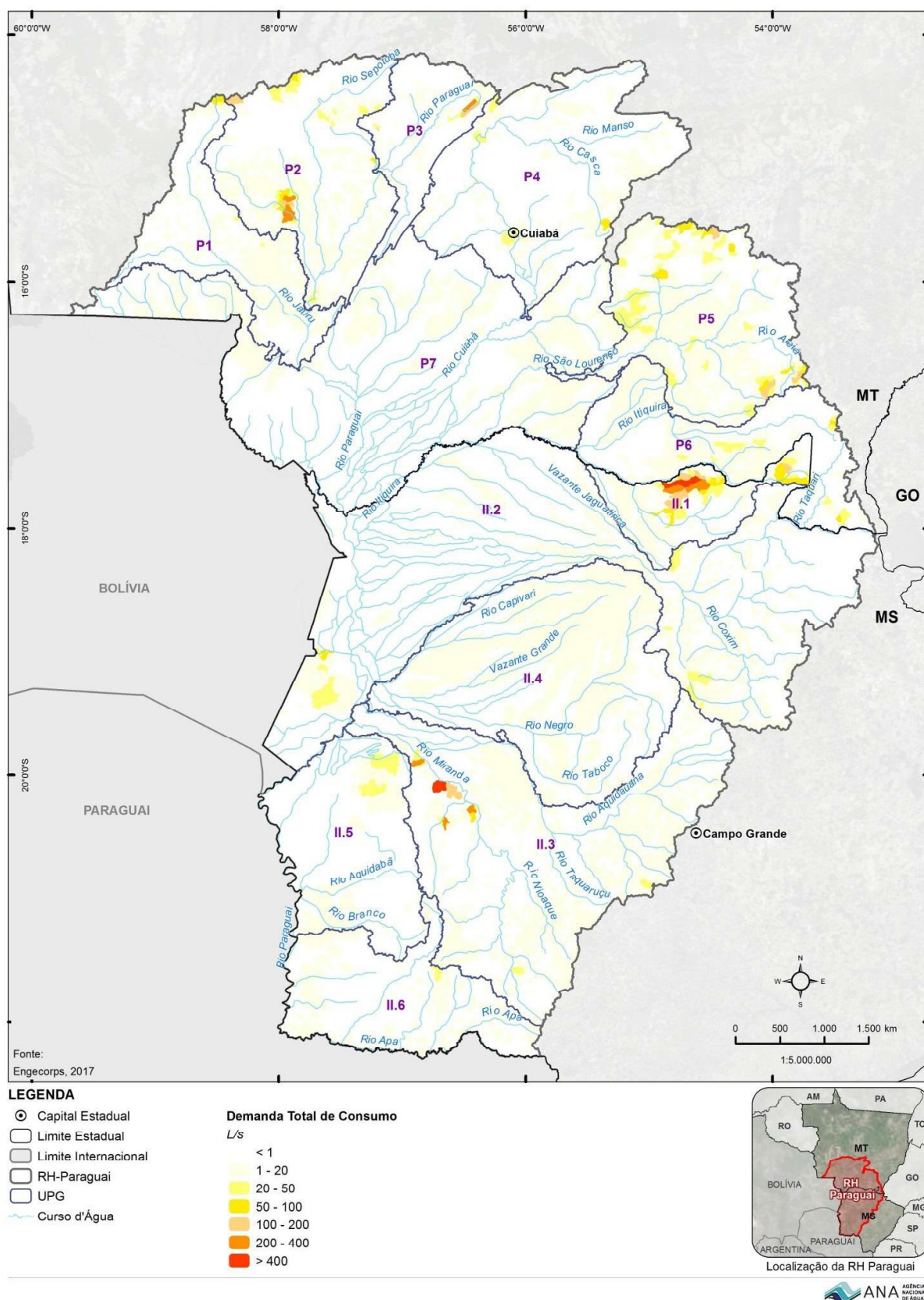


Figura 4.8 – Demanda Total de Consumo na RH-Paraguai, por Microbacia

Conforme apresentado no Quadro 4.12, estima-se uma demanda total de retirada em meses secos, de aproximadamente 43,7 m³/s, dos quais 61% são referentes à porção mato-grossense. As maiores demandas no estado de Mato Grosso estão, de maneira geral, nas UPGs P-2 Alto Paraguai Médio, P-4 Alto Rio Cuiabá e P-5 São Lourenço. Já no estado de Mato Grosso do Sul, as UPGs com maiores demandas totais de retirada em período seco são II.1 Correntes, II.2 Taquari e as II.3 Miranda.

Já a análise da Figura 4.9 e da Figura 4.10 permite observar que, em meses secos, a irrigação é a atividade responsável pela maior parte do volume demandado na bacia (47,2% da vazão de retirada e 58,5% da vazão de consumo). Já quando considerada a média anual, o principal uso da bacia é a dessedentação animal (33,4% da vazão de retirada e 43,6% da vazão de consumo).

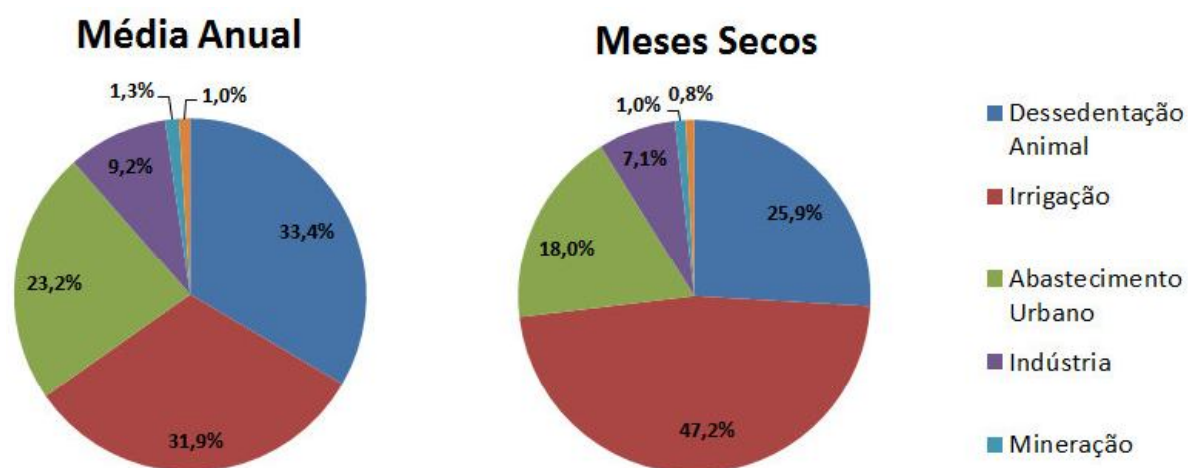


Figura 4.9 – Proporções de Retirada para a RH-Paraguai

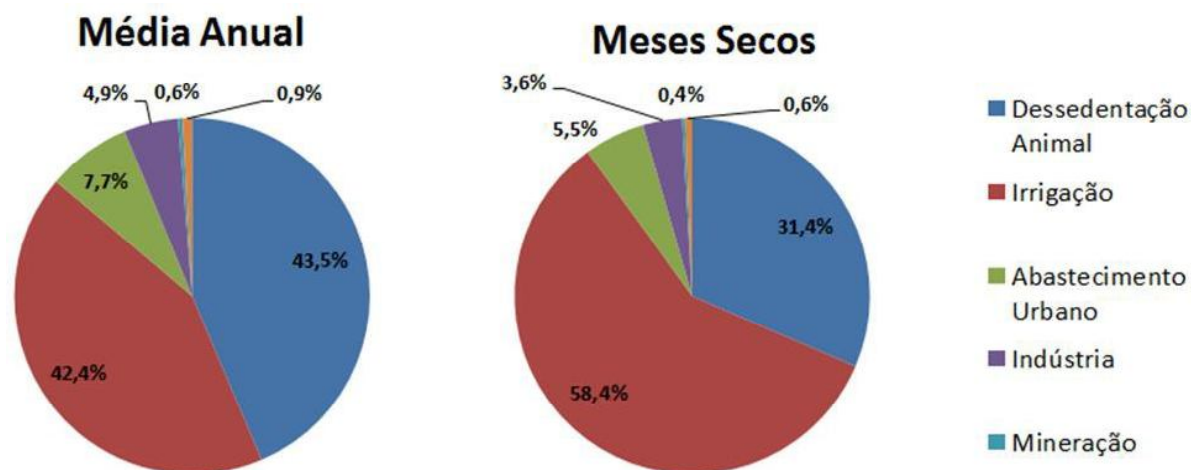


Figura 4.10 - Proporções de Consumo para a RH-Paraguai

4.2 DEMANDAS HÍDRICAS QUALITATIVAS

Neste item, apresentam-se as demandas hídricas qualitativas da RH-Paraguai, representadas pelas cargas orgânicas geradas e remanescentes na bacia, originadas de diversas fontes.

Na presente consolidação do diagnóstico, as estimativas de cargas poluentes originadas na Região Hidrográfica foram computadas pela ENGEORPS considerando outras fontes pontuais e difusas, uma vez que no Diagnóstico Preliminar desenvolvido pela ANA foram abordadas apenas as cargas de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) geradas pela população urbana.

Com base em dados de literatura, que definem cargas unitárias dos poluentes por tipo de fonte geradora, em informações censitárias e dos sistemas de saneamento, nos banco de outorgas dos órgãos estaduais e federais de gestão de recursos hídricos e, contando com apoio do mapa de uso e ocupação do solo na RH, foram calculadas as cargas totais e remanescentes de DBO, tendo como recorte espacial as áreas das microbacias. O Quadro 4.14 apresenta as cargas unitárias potenciais adotadas.

QUADRO 4.14 – CARGAS UNITÁRIAS POTENCIAIS DE DBO

Fonte Geradora		Valores Adotados
População Urbana e Rural (g DBO/hab.dia)		54,0 ⁽¹⁾
Rebanhos Animais (kg/cabeça.ano) ⁽²⁾	Bovinos	200,0 ⁽²⁾
	Bubalinos	200,0 ⁽³⁾
	Equinos	200,0 ⁽²⁾
	Suínos	32,9 ⁽²⁾
	Ovinos	25,0 ⁽²⁾
	Caprinos	25,0 ⁽⁴⁾
	Aves	1,6 ⁽²⁾
Atividades Industriais		Cargas, em kg DBO/dia, constantes nas outorgas de lançamentos industriais do Banco da ANA

Fontes: ⁽¹⁾VON SPERLING, 2005 ⁽²⁾ SEMATEC/MS & IMASUL, 2010 ⁽³⁾Adotado como equivalente aos bovinos ⁽⁴⁾Adotado como equivalente aos caprinos.

4.2.1 População Urbana

As cargas de DBO provenientes dos esgotos domésticos urbanos foram estimadas pela ANA no Diagnóstico Preliminar, por município, com base em:

- ✧ População urbana estimada para 2014;
- ✧ Índices de atendimento do sistema de esgotamento sanitário. Em um primeiro momento, estes índices foram estimados a partir de dados secundários, tomando como base a metodologia utilizada no Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB. A adoção dessa metodologia se deve à ausência de informações oriundas de uma única fonte. Foram utilizados dados das seguintes instituições/publicações: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), incluindo o Censo Demográfico de 2010, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) de 2000 e 2008, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2001 a 2011 e Sistema Nacional de

Informações sobre Saneamento (SNIS, ano-base 2013), da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades, sendo estes últimos considerados como dados prioritários quando existentes.

Na sequência, este primeiro diagnóstico simplificado do atendimento do sistema de esgotamento sanitário foi refinado, para alguns municípios, com base em dados fornecidos pelas empresas prestadoras de serviço de saneamento.

A espacialização das cargas pelas microbacias foi realizada em concordância com os seguintes critérios:

- ✓ A distribuição da carga gerada de esgotos sanitários nas microbacias foi definida pela multiplicação da carga municipal pela razão entre a população urbana do município inserida na microbacia e a população urbana total do município, obtida de acordo com a porcentagem da área da mancha urbana em cada microbacia;
- ✓ A parcela da carga remanescente referente ao esgoto não tratado (coletado ou não) foi espacializada nas microbacias seguindo a mesma metodologia do item anterior;
- ✓ A carga remanescente de esgoto tratado foi associada às microbacias onde estão efetivamente implantadas as ETEs. Quando não havia informação sobre a localização das ETEs, a carga foi vinculada à microbacia com maior percentual da população urbana total do município, também obtida a partir dos dados de uso do solo (Instituto SOS PANTANAL et al., 2014).

Os resultados obtidos estão relacionados no Quadro 4.15, agregados por UPGs e unidades da federação. A Figura 4.11 apresenta os resultados de cargas remanescentes de DBO relacionadas à população urbana por microbacia da RH-Paraguai.

QUADRO 4.15 – CARGAS GERADAS E REMANESCENTES DE DBO DOS ESGOTOS DOMÉSTICOS URBANOS, POR UPG NA RH-PARAGUAI

UPG		DBO Gerada – População Urbana (kg/dia)	DBO Remanescente – População Urbana (kg/dia)
MT	P-1 Jauru	3.819	3.456
	P-2 Alto Paraguai Médio	10.374	6.517
	P-3 Alto Paraguai Superior	3.913	3.381
	P-4 Alto Rio Cuiabá	47.764	29.697
	P-5 São Lourenço	16.270	8.849
	P-6 Correntes-Taquari	716	706
	P-7 Paraguai-Pantanal	1.291	1.246
	Total Mato Grosso	84.148	53.852
MS	II.1 Correntes	1.157	1.106
	II.2 Taquari	10.830	6.648
	II.3 Miranda	10.354	7.047
	II.4 Negro	295	257
	II.5 Nabileque	0	0
	II.6 Apa	2.209	1.506
	Total Mato Grosso do Sul	24.846	16.565
Total RH-Paraguai		108 994	70.417

Elaboração ENGEORPS, 2017

A análise do Quadro 4.15 permite constatar que a carga de DBO de origem urbana está concentrada na porção mato-grossense da RH, com destaque para as UPGs P-4 Alto Rio Cuiabá, P-5 São Lourenço e P-2 Alto Paraguai Médio, em que se localizam os maiores centros urbanos da bacia.

As demais UPGs de Mato Grosso apresentam contribuições de carga remanescente menos expressivas, sobretudo a UPG P-6 Correntes-Taquari, que por abranger grande área do Pantanal, apresenta baixa densidade populacional.

No estado de Mato Grosso do Sul, por sua vez, a condição mais crítica em termos de DBO foi identificada nas UPGs II.2 Taquari e II.3 Miranda, responsáveis por mais de 19% da carga remanescente de DBO com origem em esgotos domésticos urbanos na bacia. Conforme citado anteriormente, estas unidades abrangem os municípios de Corumbá e Aquidauana, com populações urbanas de cerca de, respectivamente 100 mil e 40 mil habitantes.

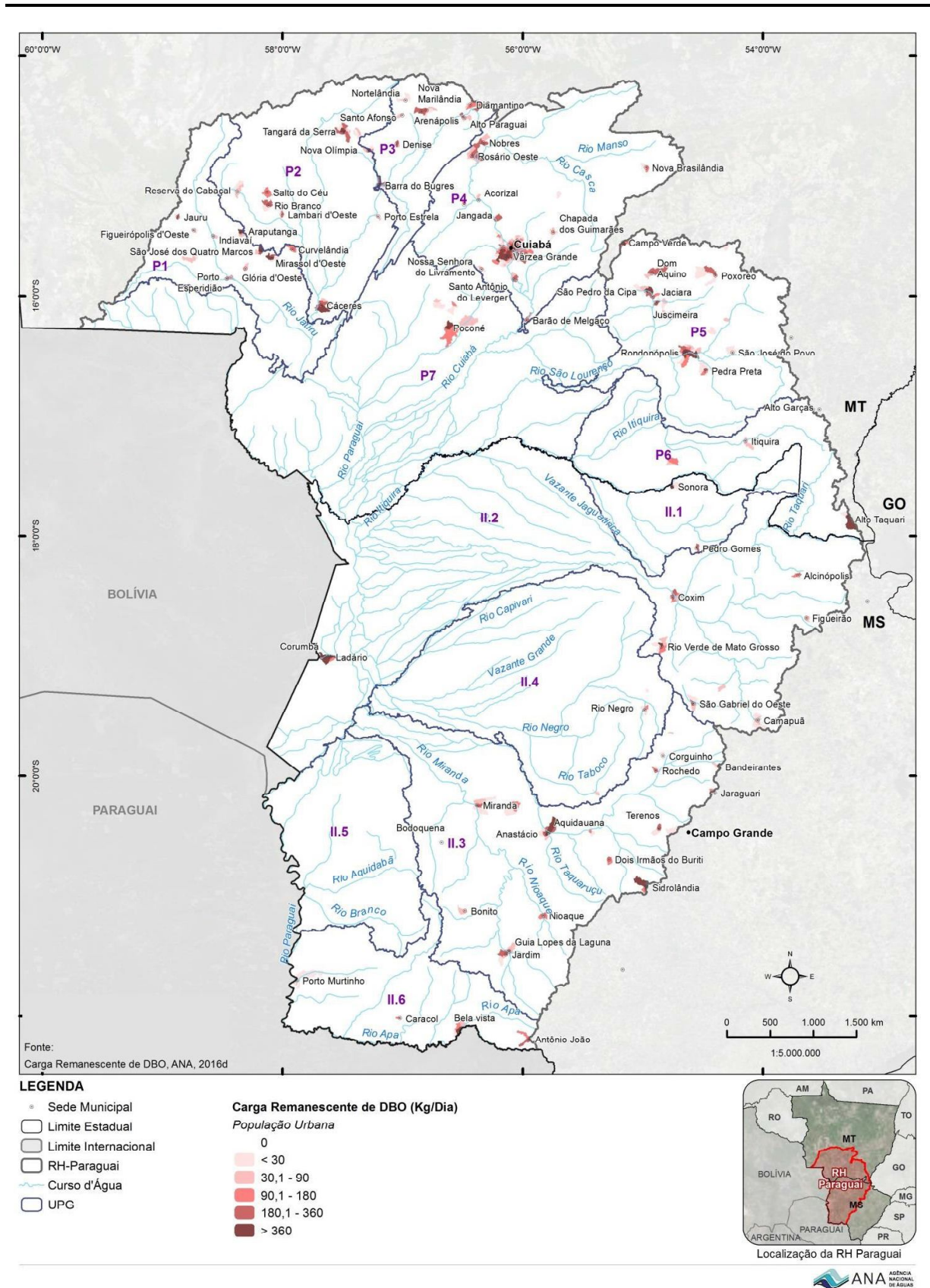


Figura 4.11 – Cargas Domésticas Remanescentes de DBO Associadas à População Urbana

4.2.2 População Rural

A população rural foi obtida pela relação entre a população total do município estimada pelo IBGE para 2014 e o percentual de urbanização verificado no Censo Demográfico de 2010 (IBGE).

As cargas unitárias adotadas de poluentes por habitante foram aquelas apresentadas no item 4.2.1. Adicionalmente, considerou-se um abatimento das cargas geradas de DBO, em função do tipo de esgotamento existente:

- ✧ Via rede geral: estimando em função dos índices de atendimento do sistema de esgotamento sanitário municipal, conforme detalhado no item 4.2.1 (coeficiente variável);
- ✧ Via fossa: considerou-se que a carga remanescente infiltra no solo, não atingindo os mananciais superficiais (coeficiente=0);
- ✧ Via vala, lançamento direto nos corpos hídricos ou outro tipo de esgotamento: considerou-se que para estes tipos de atendimento, toda a DBO gerada atinge os mananciais superficiais (coeficiente =1).

A porcentagem da população atendida por cada tipo de esgotamento foi obtida a partir dos dados do Censo Demográfico 2010, IBGE.

A espacialização das cargas foi realizada com base na premissa de que a distribuição percentual da população rural pela área do município se manteve igual àquela apresentada no levantamento de distritos censitários rurais do IBGE (2010).

Os resultados obtidos estão relacionados no Quadro 4.15, agregados por UPGs e unidades da federação. A Figura 4.12 apresenta os resultados de cargas remanescentes de DBO relacionadas à população rural, por microbacia da RH-Paraguai.

QUADRO 4.16 – CARGAS GERADAS E REMANESCENTES DE DBO DOS ESGOTOS DOMÉSTICOS RURAIS, POR UPG NA RH-PARAGUAI

UPG		DBO Gerada – População Rural (kg/dia)	DBO Remanescente – População Rural (kg/dia)
MT	P-1 Jauru	1.330	105
	P-2 Alto Paraguai Médio	1.584	161
	P-3 Alto Paraguai Superior	630	107
	P-4 Alto Rio Cuiabá	2.834	323
	P-5 São Lourenço	1.546	117
	P-6 Correntes-Taquari	516	14
	P-7 Paraguai-Pantanal	1.418	239
	Total Mato Grosso	9.858	1.064
MS	II.1 Correntes	175	3
	II.2 Taquari	1.247	135
	II.3 Miranda	3.720	234
	II.4 Negro	464	22
	II.5 Nabileque	207	17
	II.6 Apa	600	39
	Total Mato Grosso do Sul	6.414	451
Total RH-Paraguai		16 272	1.515

Elaboração ENGECORPS, 2017

Nota-se que as maiores contribuições são das UPGs P-4 Alto Rio Cuiabá, em Mato Grosso, e II.3 Miranda, em Mato Grosso do Sul, coincidindo com as regiões com maiores cargas remanescentes urbanas. Essas duas unidades foram responsáveis, respectivamente, por 21% e 15% de toda a carga remanescente de DBO de origem rural. Na vertente sul-mato-grossense, ressalta-se a existência de regiões com cargas geradas e remanescentes consideravelmente baixas, evidenciando a baixa densidade populacional nesta área.

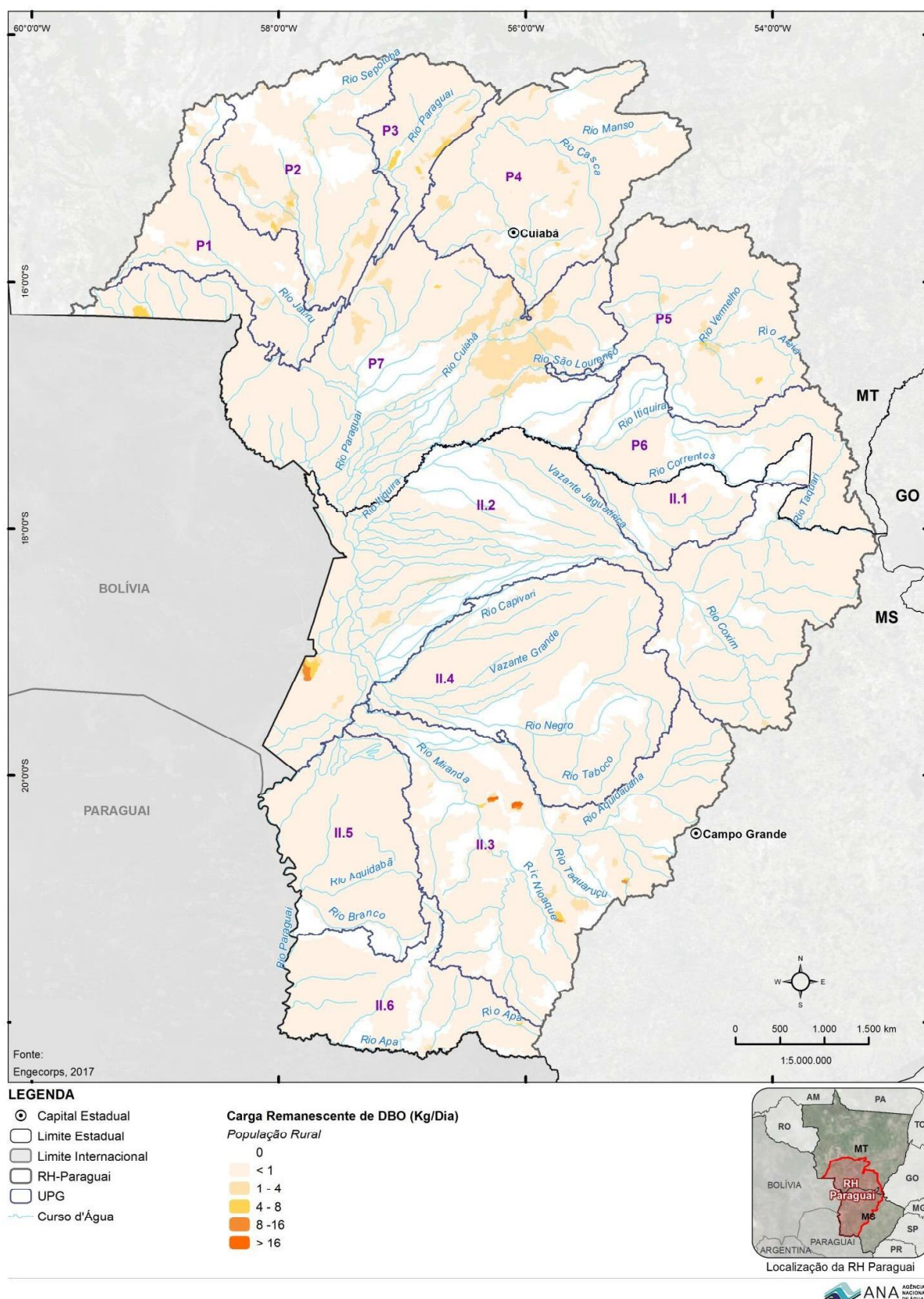


Figura 4.12 – Cargas Domésticas Remanescentes de DBO Associadas à População Rural

4.2.3 Rebanhos Animais

Para avaliação das cargas poluentes geradas pelos rebanhos, foi considerado o número de cabeças por município por tipo de animal, disponível nas tabelas de Produção da Pecuária Municipal do IBGE (2015), e aplicadas as cargas unitárias do Quadro 4.14. Para as estimativas das cargas remanescentes foi admitida um abatimento das cargas originais devido à necessidade de escoamento superficial para que esses poluentes alcancem os cursos d'água, utilizando-se um coeficiente de redução médio da ordem de 95%.

A espacialização dessas cargas foi feita em função da distribuição percentual das microbacias nas áreas de pastagem definidas no mapa de uso e ocupação do solo da RH- Paraguai (Instituto SOS PANTANAL et al., 2014), pressupondo que os rebanhos de cada município estejam uniformemente distribuídos ao longo das áreas de pastagens municipais.

Os resultados obtidos estão relacionados no Quadro 4.15, agregados por UPGs e unidades da federação. A Figura 4.13 apresenta os resultados de cargas remanescentes relacionadas aos rebanhos animais por microbacia da RH-Paraguai.

QUADRO 4.17 – CARGAS GERADAS E REMANESCENTES DE DBO ASSOCIADAS AOS REBANHOS ANIMAIS, POR UGP DA RH-PARAGUAI

UPG		DBO Gerada – Rebanhos Animais (kg/dia)	DBO Remanescente – Rebanhos Animais (kg/dia)
MT	P-1 Jauru	916.500	46.003
	P-2 Alto Paraguai Médio	914.959	46.423
	P-3 Alto Paraguai Superior	211.531	10.840
	P-4 Alto Rio Cuiabá	580.063	29.739
	P-5 São Lourenço	873.738	44.609
	P-6 Correntes-Taquari	389.895	19.722
	P-7 Paraguai-Pantanal	878.497	44.090
	Total Mato Grosso	4.765.183	241.425
MS	II.1 Correntes	292.990	14.688
	II.2 Taquari	1.530.123	77.554
	II.3 Miranda	1.870.053	94.940
	II.4 Negro	787.958	39.486
	II.5 Nabileque	472.406	23.655
	II.6 Apa	677.794	33.958
	Total Mato Grosso do Sul	5.631.323	284.282
Total RH-Paraguai		10.396.506	525.707

Elaboração ENGEORPS, 2017

Observa-se que, em função da grande parcela do solo da bacia ser ocupada por áreas de pastagens e dos altos coeficientes de geração de carga associadas aos rebanhos de grande porte, as cargas remanescentes da atividade pecuária são numericamente maiores que os aportes de DBO relacionados às demais fontes geradoras. As UPGs com maior geração de carga de origem animal estão localizadas em Mato Grosso do Sul, sendo as unidades II.2 Taquari e II.3 Miranda responsáveis, em conjunto, por 33% da DBO remanescente dos rebanhos animais da RH. Em Mato Grosso, as UPGs P-1 Jauru e P-2 Alto Paraguai Médio são as maiores geradoras, representando juntas 18% da DBO remanescente deste tipo de uso.

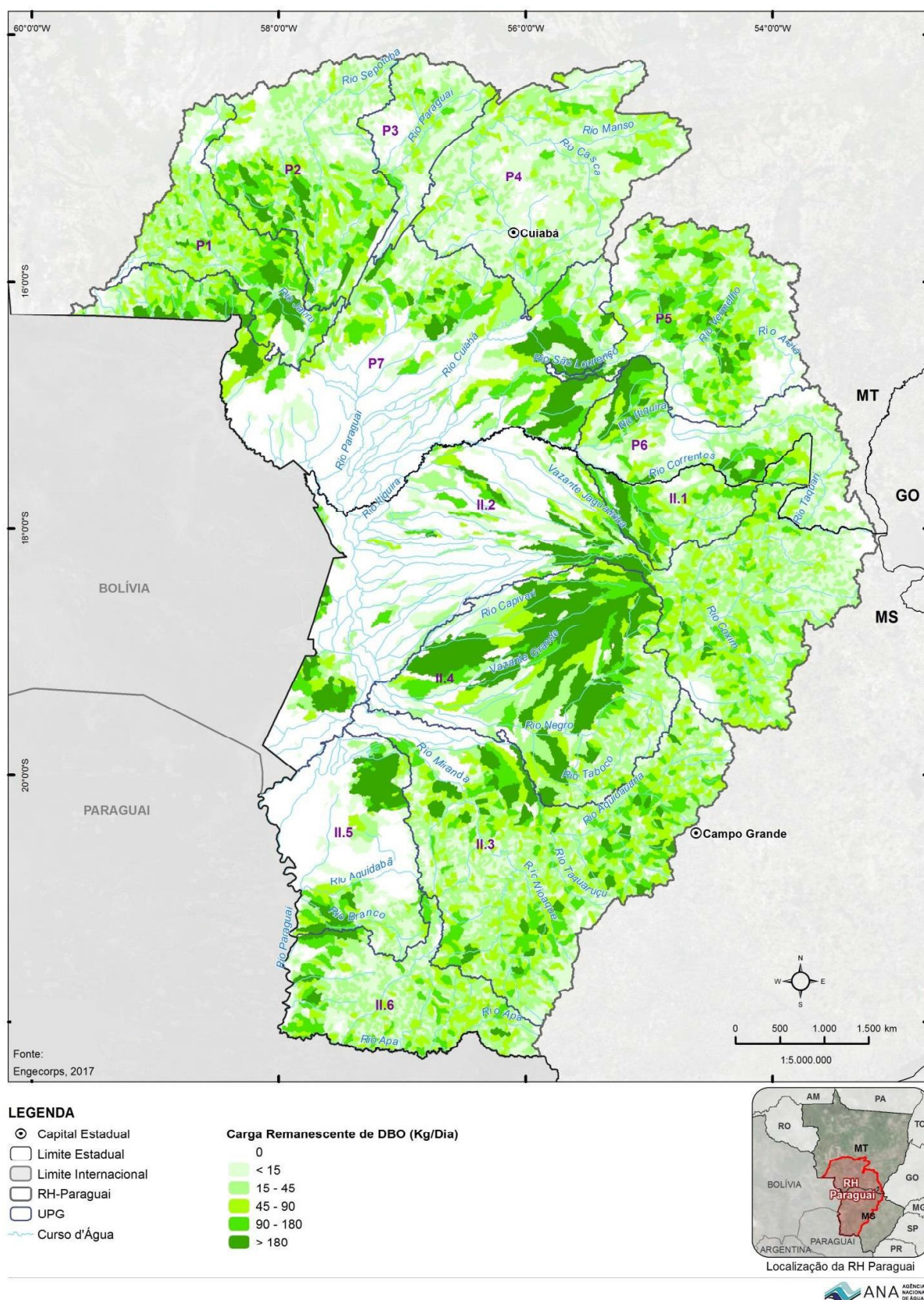


Figura 4.13 – Cargas Remanescentes de DBO Associadas aos Rebanhos Animais, por microbasin na RH-Paraguai

4.2.4 Atividades Industriais

Para a estimativa das cargas de DBO de origem industrial foram inicialmente consultados os bancos de dados de outorga de lançamento de efluentes da ANA (rios federais) e SEMA/MT (Mato Grosso). Verificou-se que o banco de outorgas estadual não possui a caracterização da qualidade do efluente, fornecendo apenas as vazões de lançamento, impossibilitando a quantificação das cargas de poluentes. No que diz respeito ao banco federal, foram identificadas poucas outorgas de lançamentos industriais, concentradas em apenas duas UPG em Mato Grosso (P-2 Alto Paraguai Médio e P-4 Alto Rio Cuiabá). Deste modo, a análise das cargas relacionadas às atividades industriais a partir das outorgas poderia gerar resultados subestimados, sobretudo para a porção sul mato-grossense da RH-Paraguai.

Deste modo, para estimativa da poluição industrial, optou-se pelo emprego da metodologia “Industrial Pollution Projection System – IPPS” do Banco Mundial (Hettige et al, 1995), em que o cálculo da intensidade de poluição é realizado, por tipologia industrial, a partir de coeficientes que relacionam a carga de DBO remanescente com o número de empregados de cada unidade industrial.

O número de trabalhadores, por tipologia industrial, foi obtido do banco de dados da Relação Anual de Informações Sociais – RAIS 2014, sendo então multiplicado pelos coeficientes de DBO remanescente. A correlação entre o código CNAE, constante na RAIS, e o código ISIC da metodologia IPPS, bem como os coeficientes adotados estão indicados no Quadro 4.18.

QUADRO 4.18 – MATRIZ DE COEFICIENTES TÉCNICOS IPPS - DBO REMANESCENTE

<i>Código ISIC</i>	<i>Tipologia industrial</i>	<i>Classes CNAE correspondentes</i>	<i>DBO remanescente (Kg/1.000 empregados/dia)</i>
3111	Produtos de carne	1511, 1512, 1513	8,9
3112	Laticínios	1541, 1542, 1543	3.176,9
3113	Conservas de frutas, legumes e outros vegetais	1521, 1522, 1523	67,6
3114	Pescados	1514	105,6
3115	Óleos e gorduras	1531, 1532, 1533	119,3
3116	Grãos e cereais	1551, 1552, 1553, 1554	0,0
3117	Produtos de confeitaria	1581, 1582, 1584	0,0
3118	Fabricação e refino de açúcar	1561, 1562	748,7
3119	Chocolates, balas e doces	1583	4,4
3121	Outros produtos da indústria alimentícia	1555, 1571, 1572, 1585, 1586, 1589	0,8
3122	Rações animais	1556, 1559	0,5
3131	Bebidas destiladas	1591	2.629,4
3132	Vinhos	1592	7,4
3133	Licores e malte	1593	15,4
3140	Produtos de fumo	1600	0,9
3211	Fiação, tecelagem e acabamento de tecidos	1711, 1719, 1721, 1722, 1723, 1724, 1731, 1732, 1733, 1750	11,4
3212	Confecção de têxteis exceto vestuário	1741, 1749, 1761	0,0
3213	Artigos de malhas	1771, 1772, 1779	0,2
3214	Artefatos de tapeçaria	1762	2,7

Código ISIC	Tipologia industrial	Classes CNAE correspondentes	DBO remanescente (Kg/1.000 empregados/dia)
3215	Artefatos de cordoaria	1763	0,0
3219	Tecidos especiais e outros artigos têxteis	1764, 1769	0,0
3220	Vestuário e acessórios	1811, 1812, 1813, 1821, 1822	0,0
3231	Curtimento e outras preparações de couro	1910	118,7
3233	Produtos do couro	1921, 1929	0,0
3240	Calçados	1931, 1932, 1933, 1939	7,2
3311	Serralheria, aplainamento e outros processos da madeira	2010, 2021, 2022	13,8
3312	Contêiner de bambu e madeira	2023	0,3
3319	Artefatos diversos de madeira e cortiça	2029	0,0
3320	Artigos do mobiliário	3611, 3613, 3614	0,0
3411	Papel e celulose	2110	4.103,6
3412	Embalagens de papel ou papelão	2131, 2132	14,2
3419	Outros artigos de papel e papelão	2121, 2122, 2141, 2142, 2149	52,2
3420	Edição e impressão	2211, 2212, 2213, 2214, 2219, 2221, 2222, 2229	0,5
3511	Produtos químicos, exceto fertilizantes	2411, 2414, 2419, 2421, 2429	1.560,2
3512	Fertilizantes e pesticidas	2412, 2413, 2461, 2462, 2463, 2469	19,5
3513	Resinas sintéticas, materiais plásticos e fibras artificiais	2422, 2431, 2432, 2433, 2441, 2442	69,4
3521	Tintas, vernizes e esmaltes	2481, 2483	0,1
3522	Produtos farmacêuticos	2451, 2452, 2453, 2454	17,6
3523	Sabões, detergentes, produtos de limpeza e artigos de perfumaria	2471, 2472, 2473	41,5
3529	Outros produtos químicos	2482, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2499	3,3
3530	Refinarias de petróleo	2320	311,6
3540	Produtos do petróleo e carvão	2310	8,1
3551	Pneus e tubos	2511, 2512	0,0
3559	Outros produtos de borracha	2519	0,1
3560	Outros produtos de plástico	2521, 2522, 2529	68,1
3610	Produtos cerâmicos	2649	3,6
3620	Vidro e produtos de vidro	2611, 2612, 2619	0,2
3691	Produtos de argila	2641, 2642	0,1
3692	Cimento, cal e gesso	2620, 2692	0,3
3699	Produtos minerais não-metálicos	2630, 2691, 2699	3,6
3710	Ferro e aço	2711, 2712, 2721, 2722, 2729, 2731, 2739, 2751	2,6
3720	Metais não ferrosos	2741, 2742, 2749, 2752	714,7
3811	Artigos de cutelaria, de serralheria e ferramentas manuais	2841, 2842, 2843	0,0
3812	Móveis com predominância de metal	3612	0,0
3813	Produtos estruturais de metálicos	2811, 2812, 2813, 2822	0,2
3819	Produtos metálicos (exceto máquinas)	2821, 2831, 2832, 2833, 2834, 2839, 2891, 2892, 2893, 2899	3,8
3821	Motores e turbinas	2911	0,3
3822	Máquinas e equipamentos agrícolas	2931, 2932	0,0
3823	Máquinas de metal e madeira	2940	0,0

Código ISIC	Tipologia industrial	Classes CNAE correspondentes	DBO remanescente (Kg/1.000 empregados/dia)
3824	Máquinas e equipamentos para indústria	2951, 2952, 2953, 2954, 2961, 2962, 2963, 2964, 2965, 2969	1,0
3825	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	3011, 3012, 3021, 3022	0,0
3829	Outras máquinas e equipamentos	2912, 2913, 2914, 2915, 2921, 2922, 2923, 2924, 2925, 2929, 2971, 2972	0,2
3831	Máquinas da indústria elétrica	3111, 3112, 3113	0,1
3832	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	3192, 3210, 3221, 3222, 3230	5,6
3833	Eletrodomésticos	2981, 2989	0,0
3839	Outros equipamentos e materiais elétricos	3121, 3122, 3130, 3141, 3142, 3151, 3152, 3160, 3191, 3199	0,0
3841	Construção e reparação de embarcações	3511, 3512	0,0
3842	Equipamentos ferroviários	3521, 3522, 3523	0,0
3843	Veículos automotores	3410, 3420, 3431, 3432, 3439, 3441, 3442, 3443, 3444, 3449, 3450	0,1
3844	Motocicletas e bicicletas	3591, 3592	0,8
3845	Aeronaves	3531, 3532	0,2
3851	Equipamentos científicos	3310, 3320, 3330	0,1
3852	Materiais ópticos e fotográficos	3340	0,1
3853	Relógios	3350	0,0
3901	Joalheria e artigos relacionados	3691	0,0
3902	Instrumentos musicais	3692	0,0
3903	Artigos esportivos	3693	0,0
3909	Produtos diversos	3694, 3695, 3696, 3697, 3699	0,0

Fonte: adaptado de Moreno, 2005

Ressalta-se que as cargas obtidas através deste método representam a DBO remanescente, ou seja, após a passagem pelo sistema de tratamento de efluentes do empreendimento, mas estima-se que a carga gerada seja no mínimo 2,5 vezes maior que a remanescente, tendo em vista que a Resolução CONAMA nº 430/2011 estabelece a remoção mínima de 60% da DBO, caso não seja apresentado estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor. Essa relação será utilizada no para viabilizar também a estimativa de totalização das cargas geradas de DBO.

As cargas calculadas na base municipal foram então especializadas nas microbacias que se inserem na mancha urbana de cada município. A Figura 4.14 apresenta os resultados de cargas remanescentes de DBO por microbacia da RH-Paraguai.

O Quadro 4.19 mostra as cargas industriais de DBO remanescentes por UPG, constatando-se que 85% da carga de DBO remanescente de origem industrial se encontram nas UPGs inseridas no estado de Mato Grosso, resultado este em consonância com a distribuição das demandas para abastecimento industrial, concentradas majoritariamente nesta unidade federativa.

**QUADRO 4.19 – CARGAS GERADAS E REMANESCENTES DE DBO ASSOCIADAS
À ATIVIDADE INDUSTRIAL, POR UGP DA RH-PARAGUAI**

<i>UGP</i>		<i>DBO Gerada – Indústria (kg/dia)</i>	<i>DBO Remanescente – Indústria (kg/dia)</i>
MT	P-1 Jauru	6.256,4	2.502,5
	P-2 Alto Paraguai Médio	4.595,9	1.838,4
	P-3 Alto Paraguai Superior	4.492,3	1.796,9
	P-4 Alto Rio Cuiabá	3.782,8	1.513,1
	P-5 São Lourenço	3.229,8	1.291,9
	P-6 Correntes-Taquari	4.988,8	1.995,5
	P-7 Paraguai-Pantanal	167,1	66,8
	Total Mato Grosso	27.513,0	11.005,2
MS	II.1 Correntes	1.529,4	611,8
	II.2 Taquari	886,5	354,6
	II.3 Miranda	2.432,3	972,9
	II.4 Negro	84,9	34,0
	II.5 Nabileque	0,0	0,0
	II.6 Apa	0,6	0,2
	Total Mato Grosso do Sul	4.933,7	1.973,5
Total RH-Paraguai		32.446,7	12.978,7

Elaboração ENGECORPS, 2017

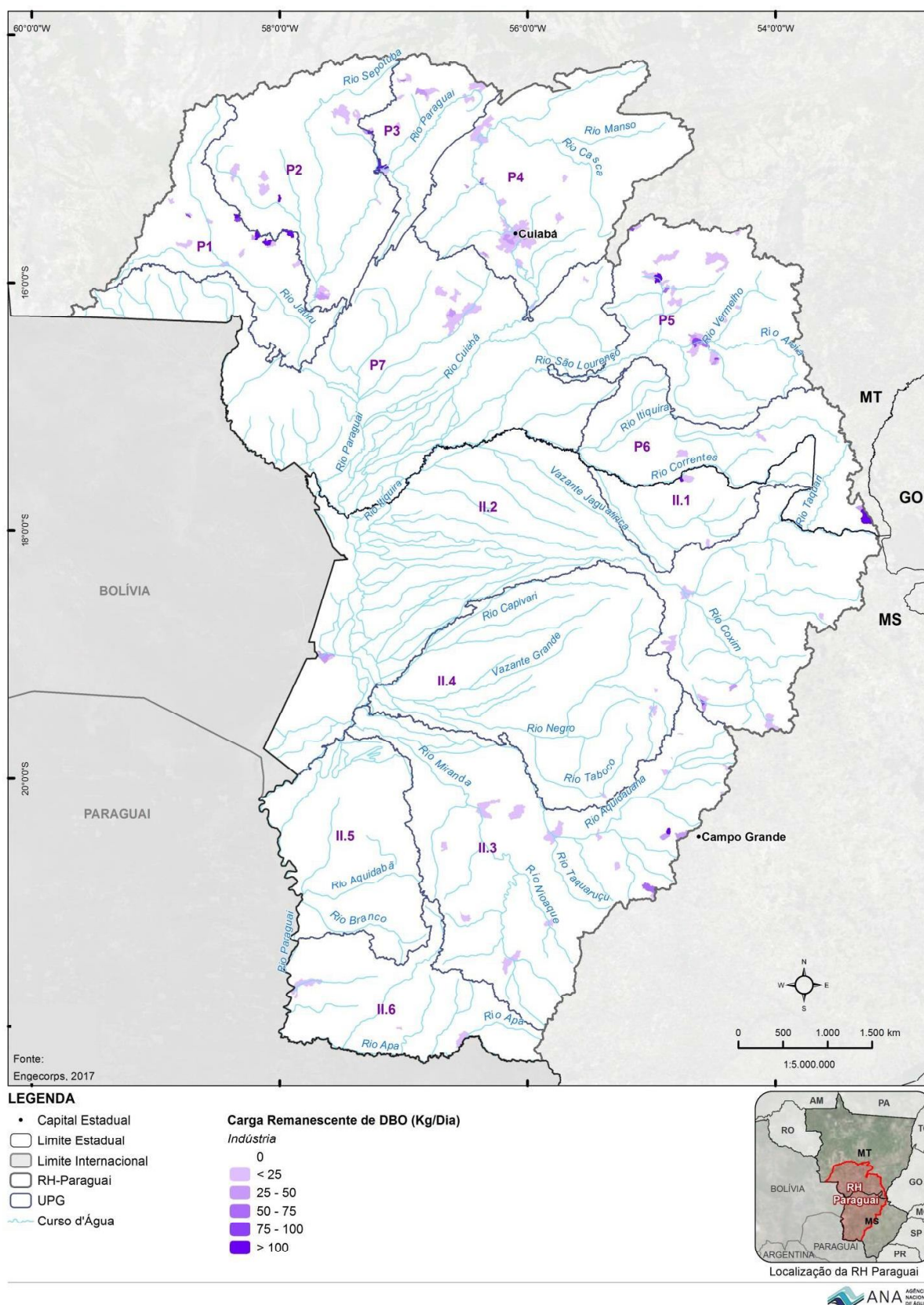


Figura 4.14 – Cargas Remanescentes de DBO Associadas à Atividade Industrial, por microbasin na RH-Paraguai

4.2.5 Totalização das Cargas Poluentes da Bacia

A Figura 4.15 ilustra as diferenças entre as cargas de DBO, geradas e remanescentes, considerando as diversas fontes desse poluente. Conforme citado anteriormente, apenas para efeito de comparação, considerou-se a eficiência de tratamento mínima de remoção de DBO de 60% (Resolução CONAMA nº 430/2011) para estimativa da carga industrial gerada, tendo em vista que os dados das outorgas representam apenas a carga remanescente lançada nos cursos d'água.

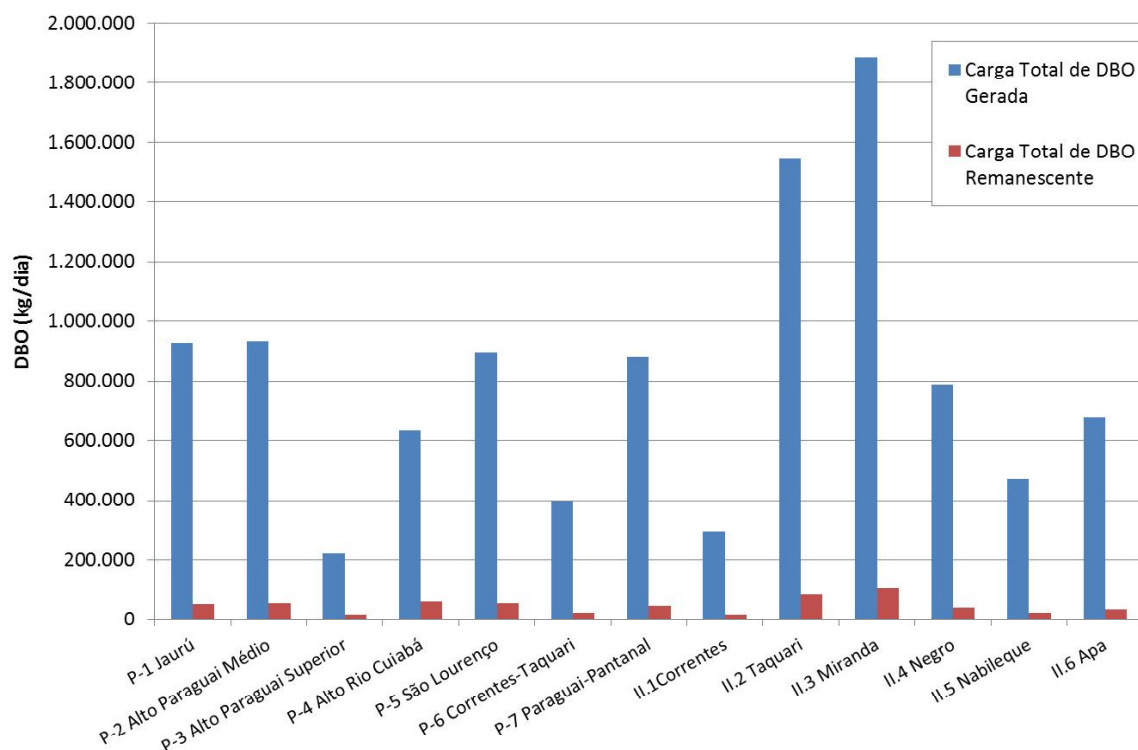


Figura 4.15 – Estimativa de Cargas de DBO por UPG na RH-Paraguai

A seguir, são apresentados os resumos de totalização das cargas geradas e remanescentes de DBO estimadas por UPG (Quadro 4.20) e a espacialização da carga remanescente total por microbacia (Figura 4.16).

O abatimento médio da carga total de DBO nas UPGs é de cerca de 94%. Este valor está relacionado à redução das cargas associadas à atividade pecuária, a fonte mais significativa na geração total de DBO. Observa-se que as cargas de DBO remanescentes oriundas das fontes domésticas urbanas possuem uma redução média de pouco mais de 35% em relação às cargas geradas, apresentando valores inferiores a 15% na UPGs P-1 Jauru, P-3 Alto Paraguai Superior, P-6 Correntes-Taquari, P-7 Paraguai-Pantanal, II.1 Correntes e II.4 Negro, o que ressalta a importância de se ampliar a abrangência do serviço de coleta e tratamento de esgoto sanitário nesta região.

QUADRO 4.20 – ESTIMATIVA DE CARGAS DE DBO TOTAIS E REMANESCENTES POR UPG DA RH-PARAGUAI

UPG		Carga Gerada de DBO (kg/dia)					Carga Remanescente de DBO (kg/dia)				
		Pop. Urbana	Pop. Rural	Rebanhos Animais	Indústria	Total	Pop. Urbana	Pop. Rural	Rebanhos Animais	Indústria	Total
MT	P-1 Jauru	3.819	1.330	916.500	6.256	927.905	3.456	105	46.003	2.503	52.066
	P-2 Alto Paraguai Médio	10.374	1.584	914.959	4.596	931.513	6.517	161	46.423	1.838	54.939
	P-3 Alto Paraguai Superior	3.913	630	211.531	4.492	220.567	3.381	107	10.840	1.797	16.126
	P-4 Alto Rio Cuiabá	47.764	2.834	580.063	3.783	634.444	29.697	323	29.739	1.513	61.271
	P-5 São Lourenço	16.270	1.546	873.738	3.230	894.783	8.849	117	44.609	1.292	54.866
	P-6 Correntes-Taquari	716	516	389.895	4.989	396.116	706	14	19.722	1.996	22.437
	P-7 Paraguai-Pantanal	1.291	1.418	878.497	167	881.374	1.246	239	44.090	67	45.642
Total Mato Grosso		84.148	9.858	4.765.183	27.513	4.886.702	53.852	1.064	241.425	11.005	307.347
MS	II.1 Correntes	1.157	175	292.990	1.529	295.852	1.106	3	14.688	612	16.409
	II.2 Taquari	10.830	1.247	1.530.123	886	1.543.087	6.648	135	77.554	355	84.693
	II.3 Miranda	10.354	3.720	1.870.053	2.432	1.886.560	7.047	234	94.940	973	103.194
	II.4 Negro	295	464	787.958	85	788.801	257	22	39.486	34	39.800
	II.5 Nabileque	0	207	472.406	0	472.613	0	17	23.655	0	23.672
	II.6 Apa	2.209	600	677.794	1	680.604	1.506	39	33.958	0	35.503
Total Mato Grosso do Sul		24.846	6.414	5.631.323	4.934	5.667.517	16.565	451	284.282	1.973	303.271
Total RH-Paraguai		108.994	16.272	10.396.506	32.447	10.554.218	70.417	1.515	525.707	12.979	610.618

Elaboração ENGECORPS, 2017.

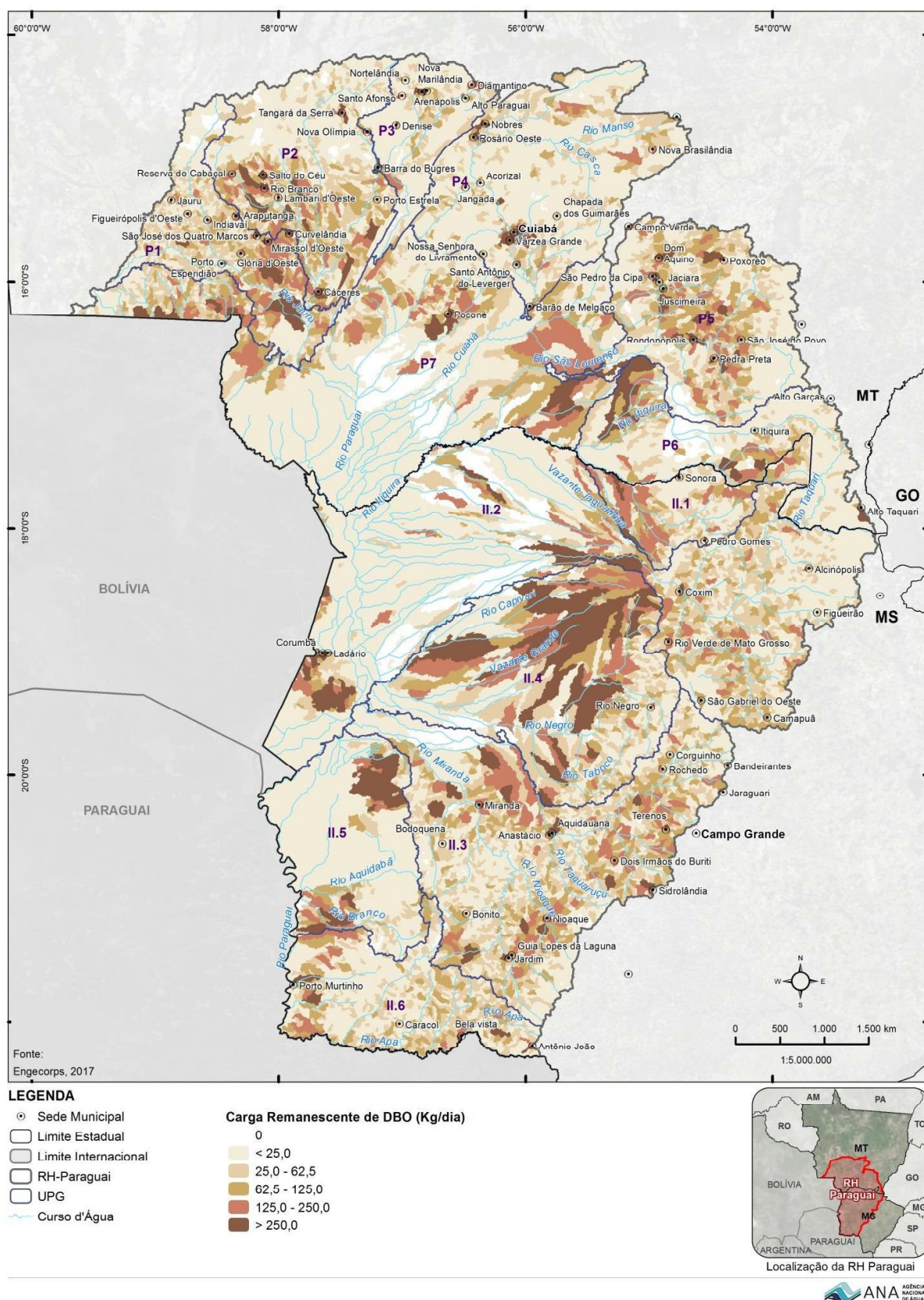


Figura 4.16 – Cargas Remanescentes Totais de DBO, por Microbacia na RH-Paraguai

5. ELABORAÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO NA CENA ATUAL

Este capítulo apresenta o balanço hídrico quantitativo de águas superficiais e o balanço hídrico integrado de águas superficiais subterrâneas, ambos na cena atual, considerando as disponibilidades hídricas definidas no Capítulo 3 e as demandas hídricas definidas no Capítulo 4 deste relatório.

No caso das águas superficiais, os resultados foram gerados por microbacias e agregados por UPG, para efeitos da sua discussão, permitindo identificar e mapear regiões/ situações em termos de quantidade da água por meio do confronto entre demandas e disponibilidade hídrica. Assim, os resultados dos balanços hídricos de águas superficiais apresentados por UPG representam a condição dos exutórios dos cursos d'água principais de cada Unidade, em termos do confronto entre oferta e demandas hídricas totais naquele ponto, permitindo comparar as UPGs entre si em termos da sua situação global, enquanto os resultados apresentados por microbacias indicam esse mesmo confronto em pontos localizados de cada UPG.

Para o balanço hídrico integrado, foram consideradas as disponibilidades hídricas dos aquíferos ocorrentes na RH-Paraguai (conforme detalhado no item 3.2.2), agregadas por UPG, confrontadas com as retiradas de água superficial e subterrânea, também agregadas por UPG.

5.1 BALANÇO HÍDRICO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

Para fins de balanço hídrico, as demandas hídricas totais de retirada e de consumo referentes ao quadrimestre mais seco (junho a setembro), apresentadas no Capítulo 4, foram confrontadas com a vazão de referência Q_{95} , que representa a vazão de estiagem com 95% de permanência na curva de permanência de vazões, sendo o parâmetro adotado como vazão de referência para emissão de outorgas superficiais pela ANA e pelos órgãos gestores de recursos hídricos de Mato Grosso e de Mato Grosso do Sul¹⁹.

No cálculo do balanço hídrico superficial, foram identificadas e separadas as parcelas de demandas relevantes que é abastecida por águas subterrâneas, notadamente o abastecimento humano urbano, o abastecimento industrial e a mineração, estimadas tal como descrito no Capítulo 4.

Os resultados do balanço hídrico espacializados por microbacias são ilustrados na Figura 5.1 (demanda total de retirada) e na Figura 5.2 (demanda total de consumo), onde se podem observar as regiões com piores relações entre demanda e disponibilidade, demonstrando uma necessidade de gestão. Quando analisado o balanço quantitativo realizado através da demanda de consumo, nota-se uma melhora nos valores obtidos, que se deve principalmente a usos que consomem mais água, como a irrigação, que apresenta elevado fator de consumo, da ordem de 80% das retiradas.

¹⁹ Tanto a ANA quanto os estados de Mato Grosso (com base na Resolução CEHIDRO nº 27/2009) e de Mato Grosso do Sul (com base na Resolução CERH/MS nº 25/2015) adotam o valor de 70% da vazão Q_{95} como vazão máxima outorgável para usos consuntivos.

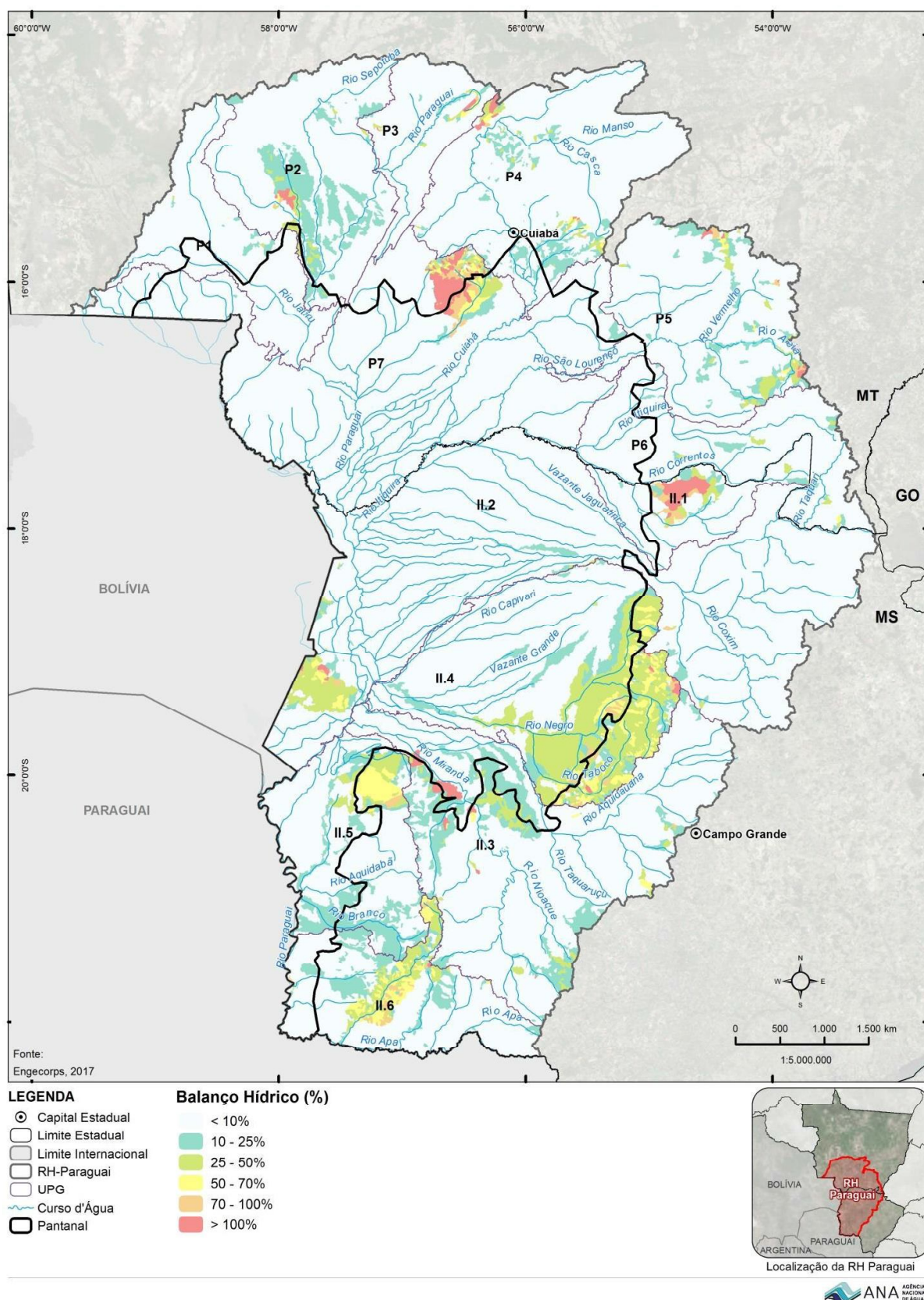


Figura 5.1 – Balanço Hídrico – Demanda Total de Retirada

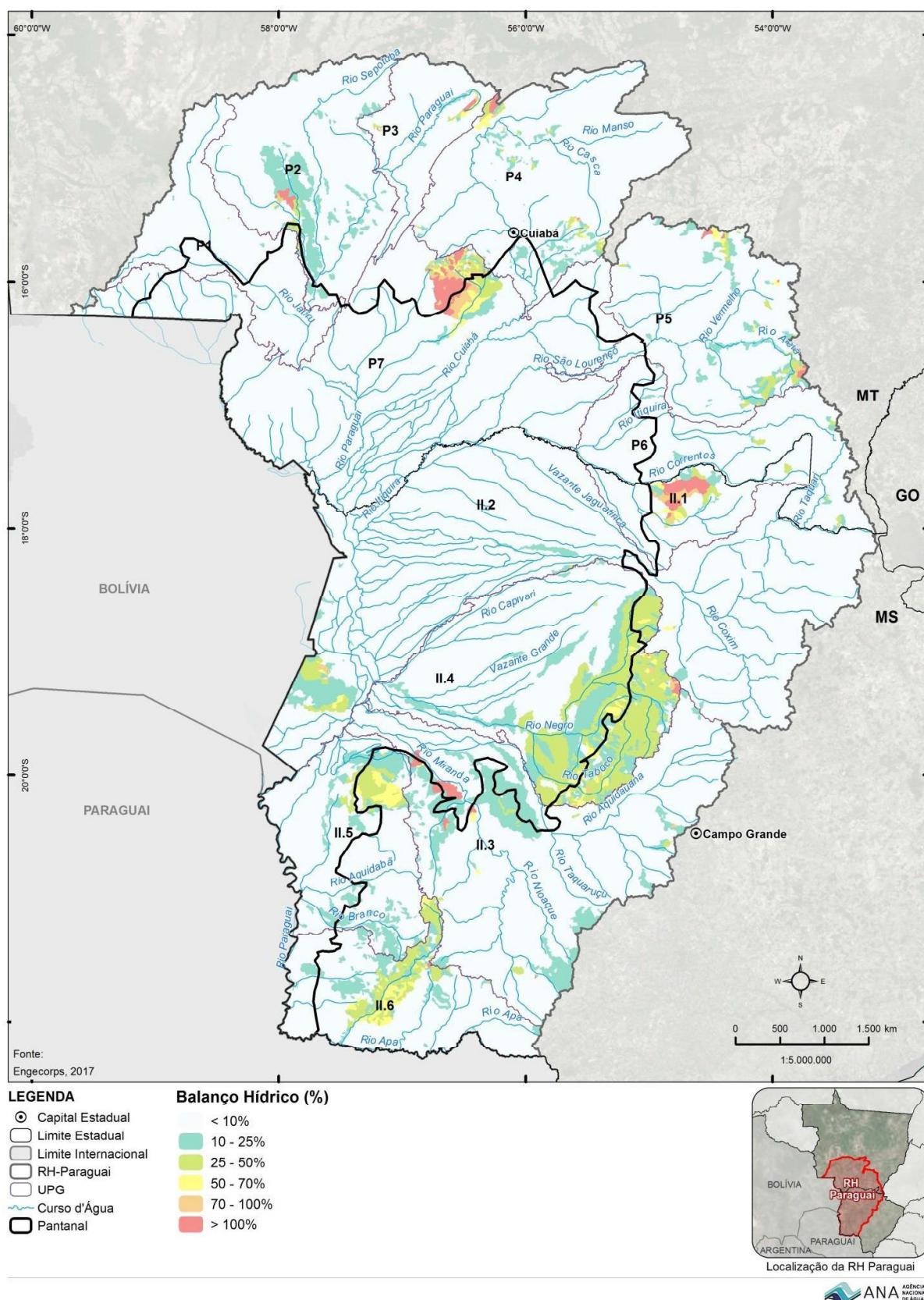


Figura 5.2 - Balanço Hídrico – Demanda Total de Consumo

Visando a uma avaliação da contribuição das demandas consuntivas mais expressivas dos recursos hídricos superficiais para o conjunto do balanço hídrico das microbacias e UPGs, foi realizado um balanço adicional, confrontando, individualmente, as disponibilidades hídricas com as demandas para abastecimento urbano, dessedentação animal e irrigação. Tal balanço foi realizado para a situação mais crítica, ou seja, considerando as demandas de retirada. Os resultados obtidos estão expostos na Figura 5.3, Figura 5.4 e Figura 5.5. Quando se comparam os usos dos recursos hídricos na RH-Paraguai, verifica-se que o setor agropecuário (abastecimento animal e irrigação) é o que concentra as maiores demandas.

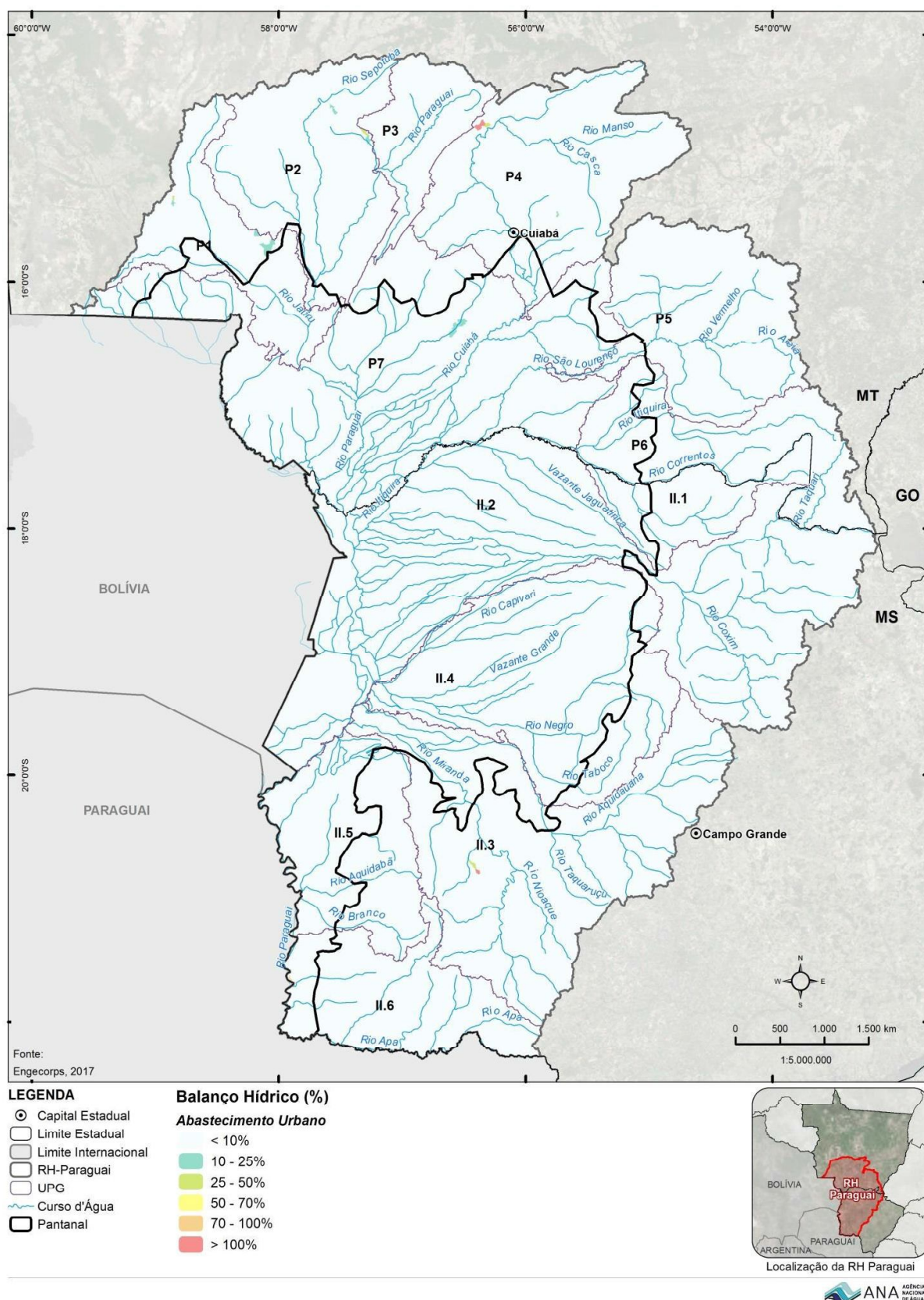


Figura 5.3 - Balanco Hídrico – Demanda Total de Retirada para Abastecimento Urbano

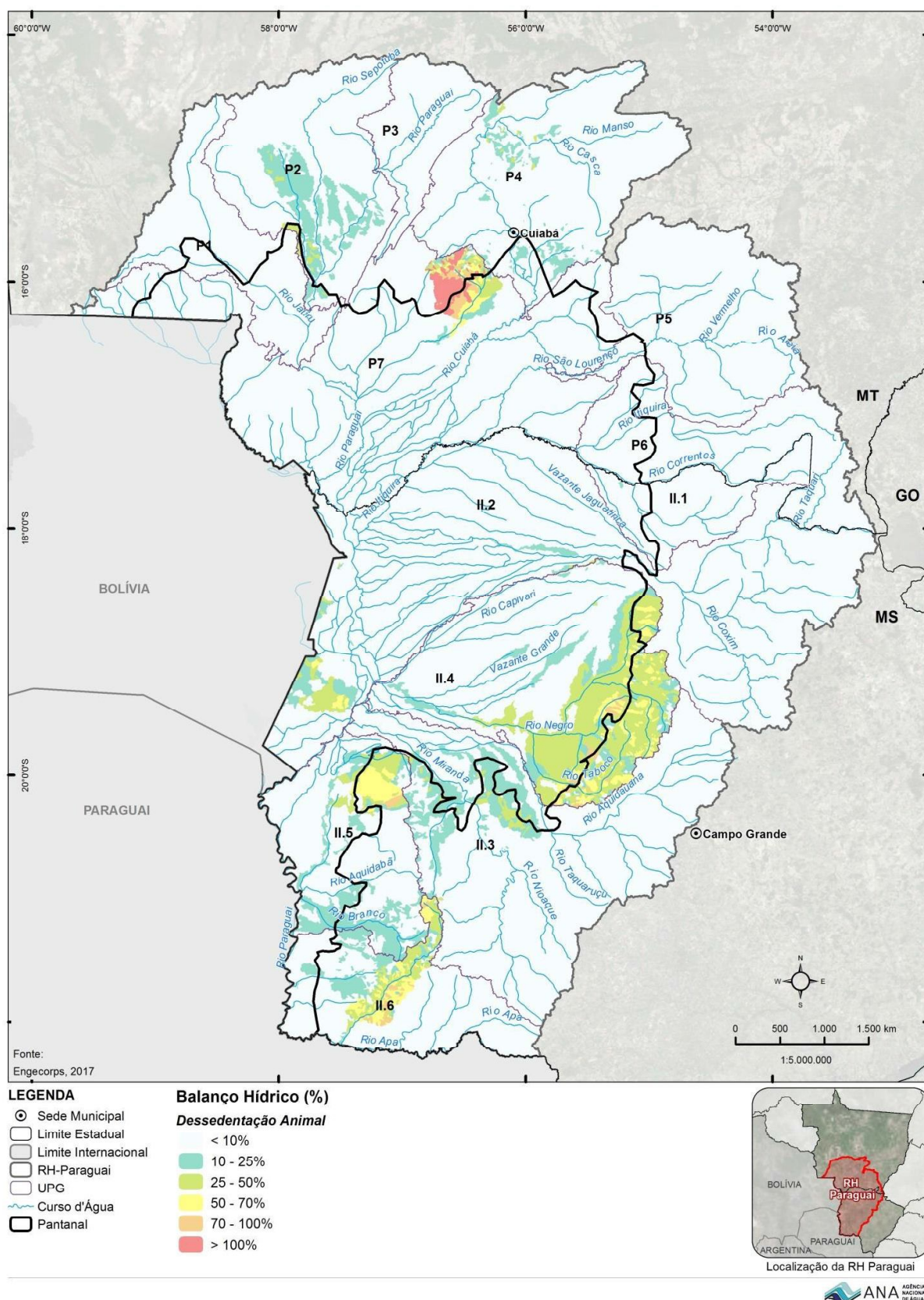


Figura 5.4 - Balanco Hídrico – Demanda Total de Retirada para Dessedentação Animal

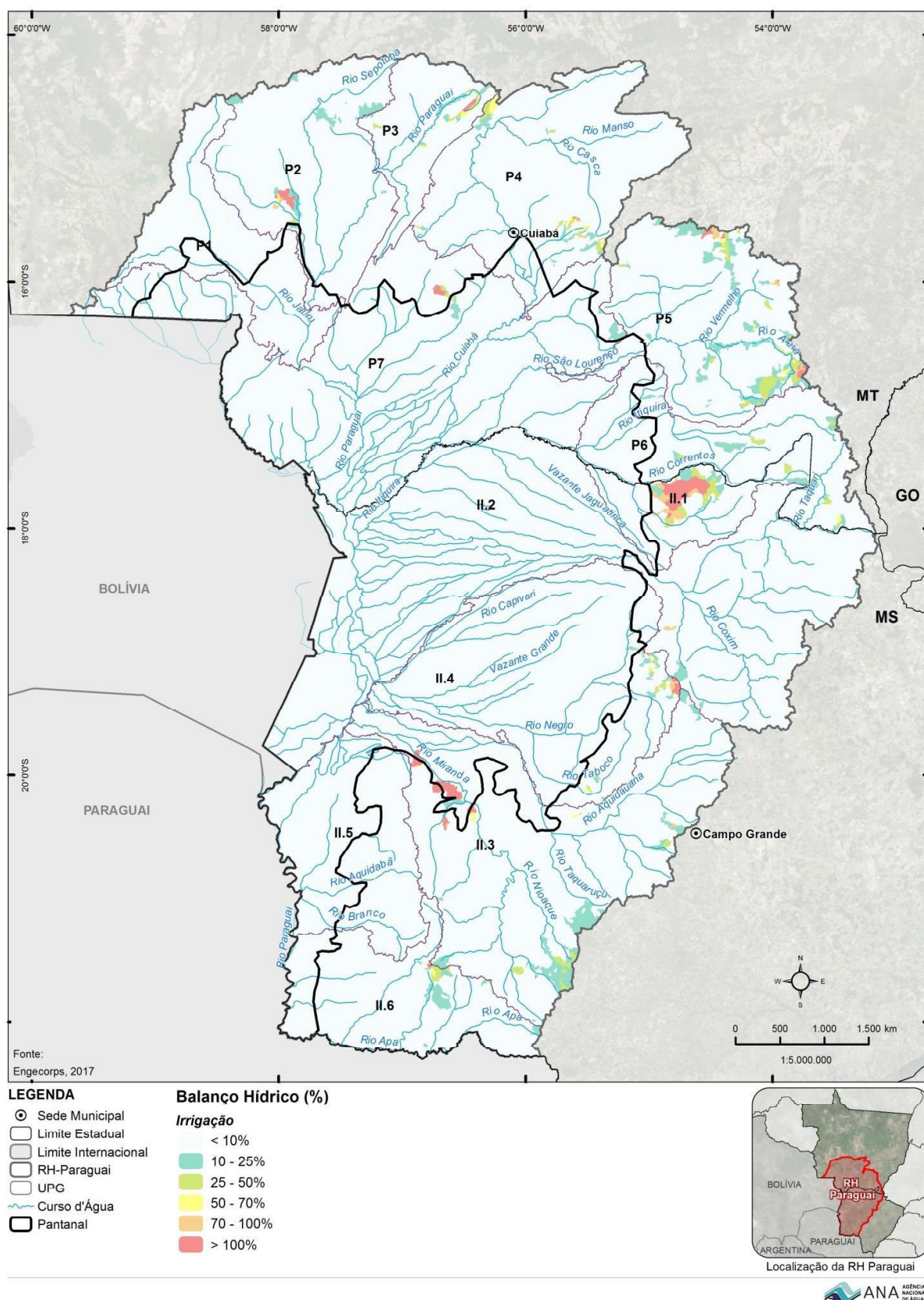


Figura 5.5 - Balanço Hídrico – Demanda Total de Retirada para Irrigação

5.2 BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO – RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEOS

O balanço hídrico integrado dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos foi estimado tomando por base as disponibilidades hídricas dos aquíferos ocorrentes na RH-Paraguai, conforme exposto no item 3.2.2 deste relatório. Com relação às retiradas de água, foram consideradas as demandas totais de retirada referentes ao quadrimestre mais seco (junho a setembro), calculadas tal como exposto no item 4.1.

O objetivo da estimativa da contribuição de águas subterrânea ao escoamento superficial dos rios da RH-Paraguai é possibilitar a elaboração de balanço hídrico integrado, no qual seja possível segregar as parcelas superficiais e subterrâneas no escoamento superficial total, tendo em conta que, ao efetuar uma dada retirada (seja superficial ou subterrânea), estar-se-á interferindo em um mesmo “volume comum”.

Uma vez que estados e União adotam vazões de referência para as outorgas superficiais lastreadas no fluxo de base²⁰, e que o volume de água subterrânea explorado compreende essencialmente uma parcela das reservas renováveis, ambos os volumes são parcelas da mesma vazão basal.

Assim, é essencial que o balanço hídrico seja contabilizado conjuntamente, de forma que as parcelas alocadas das reservas subterrâneas exploráveis sejam abatidas do montante disponível no fluxo de base, refletindo, por sua vez, nas vazões mínimas referenciais para outorgas superficiais.

A Figura 5.6 ilustra modelo esquemático adotado nos trabalhos, mostrando as interdependências entre recarga, fluxo de base, reserva potencial explorável, potencialidade superficial, os volumes comprometidos e os volumes superficiais e subterrâneos, ainda disponíveis.

Cabe destacar que, por exigirem avaliações hidrogeológicas específicas fora do alcance do presente Diagnóstico, os volumes correspondentes à recarga profunda e circulação lateral não foram estimados neste trabalho, mas estão compreendidos na diferença entre a recarga potencial direta e o fluxo de base.

²⁰ Conforme já citado, tanto a ANA quanto os estados de Mato Grosso e de Mato Grosso do Sul adotam o valor de 70% da vazão Q_{95} como vazão máxima outorgável para usos consuntivos.

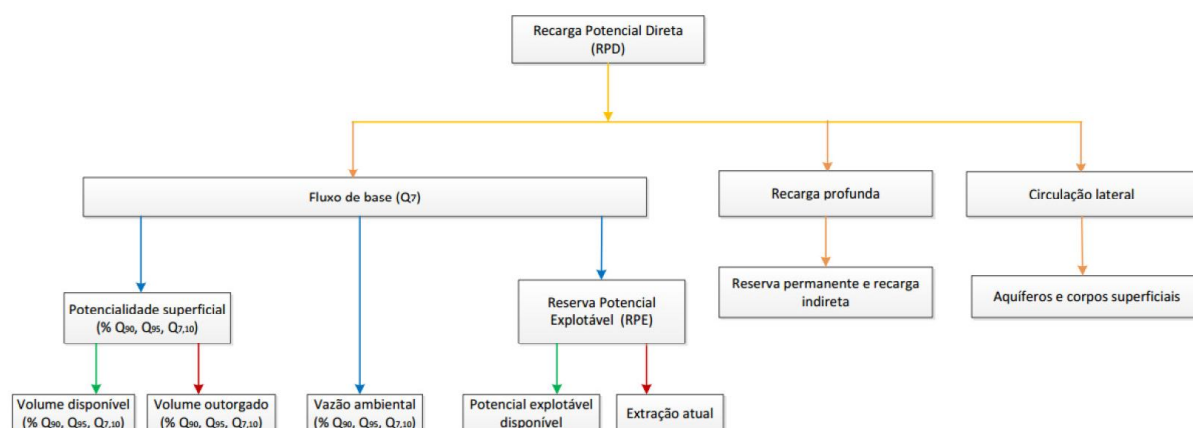


Figura 5.6 – Diagrama ilustrando as interdependências entre Recarga, Fluxo de Base, Reserva Potencial Explotável Subterrânea e Potencialidade Superficial (ANA, 2016b).

Das estimativas realizadas para a determinação da contribuição de águas subterrâneas ao escoamento superficial total (descritas anteriormente no item 3.2.2), a vazão mínima Q_7 foi escolhida pela ANA como referencial inicial para a integração da gestão entre os componentes subterrâneo e superficial do ciclo hidrológico.

A vazão mínima Q_7 representa o valor médio da série histórica das vazões mínimas das médias móveis de sete dias, ao longo do período de dados das estações fluviométricas. Em sendo a vazão mínima das médias móveis de sete dias, considerada ano a ano, representa a contribuição subterrânea, uma vez que é medida em época de baixas vazões, ou seja, durante a estiagem, quando a vazão superficial é mantida pelo fluxo de base. Ou seja, essa vazão materializa a contribuição do fluxo de base ao escoamento superficial total.

O volume “comum” entre os meios subterrâneo e superficial é a porção da reserva renovável expressa pelo fluxo de base, portanto, é o volume alvo para gestão integrada de águas subterrâneas e superficiais. As condições de contorno para essa assertiva é de que as extrações de águas subterrâneas ocorram na reserva renovável, por conseguinte, válido somente para aquíferos livres, e não há extrações nas reservas permanentes.

No Quadro 5.1, são sumarizados os resultados do balanço hídrico integrado por componente e distribuídos de forma segmentada nas UPGs da RH-Paraguai.

QUADRO 5.1 - BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO GLOBAL DA RH-PARAGUAI

UPG	Unidades hidrogeológicas	Área aflorante (km²)	CS	CI (%)	RPD (m³/s)	RPD esp. (l/s/km²)	RPE (m³/s)	RPE esp. (l/s/km²)	Q ₇ (m³/s)	Q ₇ esp. (l/s/km²)	Q ₉₅ (m³/s)	Q ₉₅ esp. (l/s/km²)	Vol.A** (1) (m³/s)	Vol.B (2) (m³/s)	Vol.C** (3) (m³/s)	Vol.D (4) (m³/s)	Vol.E** (5) (m³/s)
P1 - Jauru	Alto Paraguai	357,02	0,40	0,07	0,99	2,78	0,40	1,11	1,10	3,07	0,84	2,35					
	Araras	1.893,50	0,30	0,10	7,73	4,08	2,32	1,23	ND	ND	ND	ND					
	Pantanal	3.516,17	0,20	0,15	21,33	6,07	4,27	1,21	NA*	NA*	NA*	NA*					
	Fraturado Centro - Sul	6.282,07	0,40	0,03	8,29	1,32	3,32	0,53	7,22	1,15	7,09	1,13					
	Parecis	3.366,46	0,20	0,24	38,45	11,42	7,69	2,28	41,10	12,21	41,10	12,21					
	TOTAIS	15.415,22	NA	NA	76,80	NA	17,99	NA	49,42	NA	49,03	NA	38,01	0,10	1,53	17,89	36,48
P2 - Alto Paraguai Médio	Alto Paraguai	1.953,80	0,40	0,07	6,55	3,35	2,62	1,34	6,00	3,07	4,59	2,35					
	Araras	1.045,47	0,30	0,10	4,64	4,44	1,39	1,33	ND	ND	ND	ND					
	Pantanal	8.633,13	0,20	0,15	60,87	7,05	12,17	1,41	NA*	NA*	NA*	NA*					
	Fraturado Centro - Sul	4.910,98	0,40	0,03	7,43	1,51	2,97	0,60	5,65	1,15	5,54	1,13					
	Parecis	6.863,49	0,20	0,24	88,50	12,89	17,70	2,58	83,80	12,21	83,80	12,21					
	TOTAIS	23.406,87	NA	NA	167,98	NA	36,85	NA	95,45	NA	93,94	NA	72,16	0,09	5,55	36,76	66,61
P3 - Alto Paraguai Superior	Alto Paraguai	3.569,04	0,40	0,07	12,64	3,54	5,06	1,42	10,96	3,07	8,39	2,35					
	Araras	297,00	0,30	0,10	1,37	4,61	0,41	1,38	ND	ND	ND	ND					
	Pantanal	3.281,39	0,20	0,15	25,98	7,92	5,20	1,58	NA*	NA*	NA*	NA*					
	Fraturado Centro - Sul	819,49	0,40	0,03	1,37	1,67	0,55	0,67	0,94	1,15	0,92	1,13					
	Parecis	1.320,98	0,20	0,24	17,90	13,55	3,58	2,71	16,13	12,21	16,13	12,21					
	TOTAIS	9.287,89	NA	NA	59,25	NA	14,79	NA	28,03	NA	25,44	NA	18,84	0,12	1,58	14,67	17,26
P4 - Alto Rio Cuiabá	Alto Paraguai	3.037,16	0,40	0,07	11,21	3,69	4,48	1,48	9,32	3,07	7,14	2,35					
	Araras	1.551,60	0,30	0,10	7,93	5,11	2,38	1,53	ND	ND	ND	ND					
	Bauru-Caiuá	2.974,34	0,20	0,20	32,18	10,82	6,44	2,16	25,82	8,68	21,00	7,06					
	Cachoeirinha	822,81	0,20	0,30	13,75	16,71	2,75	3,34	10,49	12,75	9,94	12,08					
	Furnas-Rio Ivaí	310,36	0,20	0,20	3,42	11,02	0,68	2,20	1,95	6,29	1,95	6,28					
	Guarani	1.698,97	0,20	0,22	20,11	11,83	4,02	2,37	15,72	9,25	15,24	8,97					
	Pantanal	2.795,77	0,20	0,15	20,03	7,16	4,01	1,43	NA*	NA*	NA*	NA*					
	Ponta Grossa	520,51	0,40	0,06	1,76	3,37	0,70	1,35	1,42	2,72	0,91	1,74					
	Serra Geral	4,42	0,40	0,14	0,03	7,60	0,01	3,04	ND	ND	ND	ND					
	Fraturado Centro - Sul	15.337,26	0,40	0,03	22,78	1,49	9,11	0,59	17,64	1,15	17,31	1,13					
P5 - São Lourenço	TOTAIS	29.053,20	NA	NA	133,20	NA	34,59	NA	82,36	NA	73,47	NA	54,18	0,52	6,81	34,07	47,37
	Aquidauana	6.935,49	0,30	0,23	81,07	11,69	24,32	3,51	55,14	7,95	45,50	6,56					
	Bauru-Caiuá	1.564,97	0,20	0,20	16,52	10,56	3,30	2,11	13,58	8,68	14,04	8,97					
	Cachoeirinha	2.907,12	0,20	0,30	43,27	14,88	8,65	2,98	37,08	12,75	35,10	12,08					

UPG	Unidades hidrogeológicas	Área aflorante (km²)	CS	CI (%)	RPD (m³/s)	RPD esp. (l/s/km²)	RPE (m³/s)	RPE esp. (l/s/km²)	Q ₇ (m³/s)	Q ₇ esp. (l/s/km²)	Q ₉₅ (m³/s)	Q ₉₅ esp. (l/s/km²)	Vol.A** (1) (m³/s)	Vol.B (2) (m³/s)	Vol.C** (3) (m³/s)	Vol.D (4) (m³/s)	Vol.E** (5) (m³/s)
P6 - Correntes-Taquari	Fumas-Rio Ivaí	3.122,38	0,20	0,20	32,57	10,43	6,51	2,09	19,64	6,29	19,61	6,28					
	Guarani	1.016,30	0,20	0,22	11,98	11,79	2,40	2,36	9,40	9,25	9,12	8,97					
	Palermo	244,74	0,40	0,04	0,51	2,07	0,20	0,83	ND	ND	ND	ND					
	Pantanal	1.864,34	0,20	0,15	11,47	6,15	2,29	1,23	NA*	NA*	NA*	NA*					
	Ponta Grossa	6.858,63	0,40	0,06	20,28	2,96	8,11	1,18	18,66	2,72	11,93	1,74					
	Serra Geral	42	0,40	0,14	0,32	7,62	0,13	3,05	ND	ND	ND	ND					
	Fraturado Centro - Sul	72,62	0,40	0,03	0,10	1,38	0,04	0,55	0,08	1,15	0,08	1,13					
	TOTAIS	24.628,60	NA	NA	218,09	NA	55,97	NA	153,58	NA	135,38	NA	100,25	0,67	6,42	55,3	93,83
	Aquidauana	60,84	0,30	0,23	0,71	11,62	0,21	3,48	0,48	7,95	0,40	6,56					
	Bauru-Caiuá	2.962,44	0,20	0,20	29,38	9,92	5,88	1,98	25,71	8,68	20,91	7,06					
P7 - Paraguai-Pantanal	Cachoeirinha	2.108,95	0,20	0,30	30,45	14,44	6,09	2,89	26,90	12,75	25,47	12,08					
	Fumas-Rio Ivaí	1.300,62	0,20	0,20	11,61	8,93	2,32	1,79	8,18	6,29	8,17	6,28					
	Guarani	5.429,27	0,20	0,22	60,81	11,20	12,16	2,24	50,22	9,25	48,70	8,97					
	Palermo	25,7	0,40	0,04	0,05	2,01	0,02	0,80	ND	ND	ND	ND					
	Pantanal	5.498,15	0,20	0,15	34,89	6,35	6,98	1,27	NA*	NA*	NA*	NA*					
	Passa Dois	398,78	0,40	0,04	0,81	2,03	0,32	0,81	ND	ND	ND	ND					
	Serra Geral	128,30	0,40	0,14	0,92	7,17	0,37	2,87	ND	ND	ND	ND					
	Fraturado Centro - Sul	213,72	0,40	0,03	0,29	1,35	0,12	0,54	0,25	1,15	0,24	1,13					
	TOTAIS	18.126,77	NA	NA	169,92	NA	34,47	NA	111,74	NA	103,89	NA	84,96	0,03	1,90	34,44	83,06
	Alto Paraguai	1.183,37	0,40	0,07	3,33	2,81	1,33	1,12	3,63	3,07	2,78	2,35					
MI	Araras	940,10	0,30	0,10	3,74	3,98	1,12	1,19	ND	ND	ND	ND					
	Cachoeirinha	139,94	0,20	0,30	2,13	15,20	0,43	3,04	1,78	12,75	1,69	12,08					
	Fumas-Rio Ivaí	862,80	0,20	0,20	13,33	15,44	2,67	3,09	5,43	6,29	5,42	6,28					
	Pantanal	42.161,08	0,20	0,15	244,28	5,79	48,86	1,16	NA*	NA*	NA*	NA*					
	Fraturado Centro - Sul	8.086,36	0,40	0,03	10,20	1,26	4,08	0,50	9,30	1,15	9,13	1,13					
	Parecis	807,40	0,20	0,24	7,84	9,71	1,57	1,94	9,86	12,21	9,86	12,21					
	TOTAIS	54.181,06	NA	NA	284,84	NA	60,05	NA	30,00	NA	28,87	NA	19,92	0,05	1,21	60,00	18,71
	TOTAIS GERAIS	174.099,59			1.110,07		254,70		550,58		510,03		388,32	1,58	25,00	253,13	363,32
	Aquidauana	753,62	0,30	0,23	8,39	11,14	2,52	3,34	5,99	7,95	4,94	6,56					
	Bauru-Caiuá	866,43	0,20	0,20	8,36	9,65	1,67	1,93	7,52	8,68	6,12	7,06					
II-1. Correntes	Cachoeirinha	539,27	0,20	0,30	7,58	14,06	1,52	2,81	6,88	12,75	6,51	12,08					
	Fumas-Rio Ivaí	314,53	0,20	0,20	9,99	31,75	2,00	6,35	1,98	6,29	1,98	6,28					
	Guarani	824,69	0,20	0,22	19,04	23,09	3,81	4,62	7,63	9,25	7,40	8,97					
	Palermo	1.720,25	0,40	0,04	0,10	0,06	0,04	0,02	ND	ND	ND	ND					

UPG	Unidades hidrogeológicas	Área aflorante (km²)	CS	CI (%)	RPD (m³/s)	RPD esp. (l/s/km²)	RPE (m³/s)	RPE esp. (l/s/km²)	Q ₇ (m³/s)	Q ₇ esp. (l/s/km²)	Q ₉₅ (m³/s)	Q ₉₅ esp. (l/s/km²)	Vol.A** (1) (m³/s)	Vol.B (2) (m³/s)	Vol.C** (3) (m³/s)	Vol.D (4) (m³/s)	Vol.E** (5) (m³/s)
	Pantanal	49,93	0,20	0,15	20,79	416,42	4,16	83,28	NA*	NA*	NA*	NA*					
	Ponta Grossa	3.201,69	0,40	0,06	1,53	0,48	0,61	0,19	8,71	2,72	5,57	1,74					
	Fraturado Centro - Sul	536,4	0,40	0,03	0,07	0,13	0,03	0,05	0,62	1,15	0,61	1,13					
	TOTAIS	8.806,80	NA	NA	75,85	NA	16,35	NA	39,32	NA	33,12	NA	27,17	0,05	4,93	16,3	22,24
II.2 - Taquari	Aquidauana	2.358,64	0,30	0,23	24,36	10,33	7,31	3,10	18,75	7,95	15,47	6,56					
	Bauru-Caiuá	6.197,36	0,20	0,20	58,13	9,38	11,63	1,88	53,79	8,68	43,75	7,06					
	Cachoeirinha	252,84	0,20	0,30	3,88	15,33	0,78	3,07	3,22	12,75	3,05	12,08					
	Coimbra	31,29	NA	NA	NA	NA	NA	NA	ND	ND	ND	ND					
	Corumbá	900,68	0,20	0,10	3,03	3,37	0,61	0,67	ND	ND	ND	ND					
	Furnas-Rio Ivai	1.733,52	0,20	0,20	15,11	8,72	3,02	1,74	10,90	6,29	10,89	6,28					
	Guarani	12.561,00	0,20	0,22	129,45	10,31	25,89	2,06	116,19	9,25	112,67	8,97					
	Palermo	58,37	0,40	0,04	0,11	1,88	0,04	0,75	ND	ND	ND	ND					
	Pantanal	38.150,90	0,20	0,15	212,09	5,56	42,42	1,11	NA*	NA*	NA*	NA*					
	Ponta Grossa	863,46	0,40	0,06	2,32	2,69	0,93	1,07	2,35	2,72	1,50	1,74					
	Serra Geral	412,36	0,40	0,14	2,55	6,18	1,02	2,47	ND	ND	ND	ND					
	Fraturado Centro - Sul	1.115,92	0,40	0,03	1,25	1,12	0,50	0,45	1,28	1,15	1,26	1,13					
II.3 - Miranda	TOTAIS	64.636,34	NA	NA	452,29	NA	94,14	NA	206,49	NA	188,60	NA	156,42	0,44	2,86	93,70	153,56
	Aquidauana	7.892,38	0,30	0,23	73,58	9,32	22,07	2,80	62,74	7,95	51,77	6,56					
	Bauru-Caiuá	240,92	0,20	0,20	2,07	8,60	0,41	1,72	2,09	8,68	1,70	7,06					
	Corumbá	4.715,57	0,20	0,10	18,31	3,88	3,66	0,78	ND	ND	ND	ND					
	Furnas-Rio Ivai	98,08	0,20	0,20	0,80	8,16	0,16	1,63	0,62	6,29	0,62	6,28					
	Guarani	6.016,29	0,20	0,22	55,16	9,17	11,03	1,83	55,65	9,25	53,97	8,97					
	Pantanal	7.214,09	0,20	0,15	39,07	5,42	7,81	1,08	NA*	NA*	NA*	NA*					
	Ponta Grossa	14,58	0,40	0,06	0,04	2,74	0,02	1,10	0,04	2,72	0,03	1,74					
II.4 - Negro	Serra Geral	10.501,56	0,40	0,14	62,13	5,92	24,85	2,37	ND	ND	ND	ND					
	Fraturado Centro - Sul	6.449,50	0,40	0,03	7,48	1,16	2,99	0,46	7,42	1,15	7,28	1,13					
	TOTAIS	43.142,97	NA	NA	258,65	NA	73,02	NA	128,56	NA	115,36	NA	91,88	0,27	6,19	72,75	85,69
	Aquidauana	2.314,62	0,30	0,23	22,11	9,55	6,63	2,87	18,40	7,95	15,18	6,56					
	Furnas-Rio Ivai	2.070,33	0,20	0,20	20,44	9,87	4,09	1,97	13,02	6,29	13,00	6,28					
	Guarani	213,26	0,20	0,22	1,99	9,33	0,40	1,87	1,97	9,25	1,91	8,97					
	Pantanal	28.893,82	0,20	0,15	161,74	5,60	32,35	1,12	NA*	NA*	NA*	NA*					
	Ponta Grossa	448,82	0,40	0,06	1,12	2,50	0,45	1,00	1,22	2,72	0,78	1,74					
II.4 - Negro	Fraturado Centro - Sul	545,13	0,40	0,03	0,67	1,23	0,27	0,49	0,63	1,15	0,62	1,13					
	TOTAIS	34.485,98	NA	NA	208,07	NA	44,18	NA	35,24	NA	31,49	NA	23,40	0,02	0,88	44,16	22,52

UPG	Unidades hidrogeológicas	Área aflorante (km ²)	CS	CI (%)	RPD (m ³ /s)	RPD esp. (l/s/km ²)	RPE (m ³ /s)	RPE esp. (l/s/km ²)	Q ₇ (m ³ /s)	Q ₇ esp. (l/s/km ²)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q ₉₅ esp. (l/s/km ²)	Vol.A** (1) (m ³ /s)	Vol.B (2) (m ³ /s)	Vol.C** (3) (m ³ /s)	Vol.D (4) (m ³ /s)	Vol.E** (5) (m ³ /s)
II.5 - Nabileque	Corumbá	1.921,72	0,20	0,10	6,84	3,56	1,37	0,71	ND	ND	ND	ND					
	Coimbra	0,45	NA	NA	NA	NA	NA	NA	ND	ND	ND	ND					
	Pantanal	11.951,81	0,20	0,15	61,50	5,15	12,30	1,03	NA*	NA*	NA*	NA*					
	Fraturado Centro - Sul	4.886,98	0,40	0,03	5,53	1,13	2,21	0,45	5,62	1,15	5,51	1,13					
	TOTAIS	18.760,96	NA	NA	73,87	NA	15,88	NA	5,62	NA	5,51	NA	3,41	0,00	0,51	15,88	2,90
II.6 - Apa	Aquidauana	2.326,06	0,30	0,23	21,61	9,29	6,48	2,79	18,49	7,95	15,26	6,56					
	Bauri-Caiuá	35,16	0,20	0,20	0,29	8,25	0,06	1,65	0,31	8,68	0,25	7,06					
	Corumbá	2.073,70	0,20	0,10	8,28	3,99	1,66	0,80	ND	ND	ND	ND					
	Guarani	777,54	0,20	0,22	6,96	8,96	1,39	1,79	7,19	9,25	6,97	8,97					
	Pantanal	5.163,55	0,20	0,15	28,62	5,54	5,72	1,11	NA*	NA*	NA*	NA*					
	Serra Geral	720,09	0,40	0,14	4,14	5,75	1,66	2,30	ND	ND	ND	ND					
	Fraturado Centro - Sul	6.346,49	0,40	0,03	7,41	1,17	2,97	0,47	7,30	1,15	7,16	1,13					
TOTAIS		17.442,59	NA	NA	77,32	NA	19,94	NA	33,29	NA	29,64	NA	22,39	0,04	0,95	19,90	21,44
MS	TOTAIS GERAIS	187.275,64			1.146,05		263,51		448,53		403,73		324,67	0,82	16,32	262,69	308,35

Legenda:

Cs: coeficiente de sustentabilidade; Ci: coeficiente de infiltração; RPD: Recarga Potencial Direta; RPE: Recarga Potencial Explotável

Q₇: vazão mínima de 7 dias consecutivos

Q₉₅: vazão de permanência igualada ou superada em 95% do tempo

(1) Vol. A = Q₇ – RPE. Potencialidade superficial, referente somente os aquíferos com dados disponíveis de Q₇.

(2) Vol. B = demanda de água subterrânea.

(3) Vol. C = demanda de água superficial.

(4) Vol. D = RPE - demanda de água subterrânea. Volume disponível de águas subterrâneas.

(5) Vol. E = (A) - (C), volume disponível de água superficial, inclui os valores de vazão ecológica.

NA* = não avaliado por inconsistência de dados hidrometeorológicos.

NA=não avaliado

ND= não disponível

**Cálculo realizado apenas para os aquíferos com dados hidrogeológicos disponíveis. Não foram estimados os aportes para a potencialidade superficial gerados por sete unidades aquíferas (Palermo, Pantanal, Coimbra, Serra Geral, Corumbá, Araras e Passa Dois), em decorrência da não existência de estações fluviométricas com área de contribuição cobrindo preferencialmente essas unidades ou da existência estações com dados pouco representativos, conforme a metodologia adotada.

Fonte: Adaptado de ANA, 2016b.

De forma geral, observa-se que o balanço entre potencialidades e retiradas no estado de Mato Grosso do Sul é positivo em todas as UPGs, entretanto, com valores de disponibilidade hídrica superficial bastante baixos na UPG II.5 - Nabileque (2,9 m³/s, que representa menos de 1% do total das UPGs no estado).

No estado de Mato Grosso, o balanço entre potencialidade e retiradas em todas as UPGs é positivo, bem como os saldos disponíveis de águas superficiais e subterrâneas. Destacam-se duas unidades que apresentam valores substancialmente menores de volume disponível de águas superficiais: P3 - Alto Paraguai Superior, com 17,26 m³/s (5% do total das UPGs no estado); e P7 - Paraguai-Pantanal, com 18,71 m³/s (5% e do total das UPGs no estado).

Há de se destacar que, apesar da abundância de água observada quando se consideram os resultados do balanço agrupado por UPG, em muitas localidades a água não está disponível para o atendimento de todos os usos, havendo déficits localizados em diversas microbacias, conforme se evidencia na análise da Figura 5.1 à Figura 5.5, apresentadas no item anterior.

Os valores consolidados no Quadro 5.1 representam uma proposta metodológica para ser avaliada conjuntamente entre as instituições de gestão envolvidas na RH-Paraguai. Certamente, precisará ser desenvolvido maior detalhamento, em especial pela ausência de estações fluviométricas cobrindo vários aquíferos e a melhoria na representatividade das estações atuais, com melhor distribuição espacial na RH-Paraguai.

A acurácia do balanço hídrico também evoluirá à medida que os dados de extração de águas subterrâneas referenciem claramente qual o aquífero explotado (e não somente em qual unidade o poço está locado em superfície), o volume outorgado e o regime de bombeamento.

6. SÍNTESE DO DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO - AGENDAS TEMÁTICAS

Este capítulo apresenta a síntese do Diagnóstico Consolidado da Região Hidrográfica do Paraguai, elaborada com base no conteúdo dos capítulos anteriores deste relatório. Trata-se de uma síntese dos principais temas descritores da RH-Paraguai, tendo como objetivo principal fornecer um panorama geral da região hidrográfica, de forma integrada entre os diferentes temas que interferem em sua dinâmica, possibilitando uma análise comparativa destes resultados entre as microbacias e as UPGs e a identificação de áreas mais críticas em termos da necessidade de gestão dos recursos hídricos na cena atual.

6.1 METODOLOGIA ADOTADA

O Diagnóstico Consolidado parte do pressuposto de que a água deve ser entendida em um contexto de relações espaciais considerando os processos ambientais e as ações humanas, em seu conjunto, direcionando os resultados das análises setoriais anteriormente empreendidas, no sentido da gestão integrada dos recursos hídricos. Esta etapa permitirá obter uma visão estratégica da RH-Paraguai, de curto e longo prazo; servindo, portanto, como ponto de partida para as análises que comporão o Prognóstico desta região hidrográfica.

Com o objetivo de melhor sistematizar as análises e identificar as situações/ regiões críticas da RH-Paraguai na cena atual, optou-se pela utilização da metodologia das **Agendas Temáticas**. Cada agenda representa um tema que exerce pressão sobre os recursos hídricos ou o meio ambiente e agrega variáveis consideradas na caracterização da área de estudo. A correlação entre as diversas variáveis é realizada mediante cruzamentos de mapas em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), o que permite tratar simultaneamente muitas informações espaciais e sintetizá-las em novos mapas, de fácil visualização e entendimento.

A adoção de Agendas para o tratamento de questões ambientais é citada pelo IBAMA como base para criação da sua Diretoria de Qualidade Ambiental - DIQUA²¹: foi definida a Agenda Verde como aquela que se refere a assuntos como preservação de florestas e biodiversidade; a Agenda Azul como aquela que se refere à gestão de recursos hídricos; e a Agenda Marrom como aquela que se refere às questões ambientais relacionadas à urbanização, à industrialização, ao crescimento econômico e ao desenvolvimento social, tais como a poluição do ar, da água e do solo, resíduos sólidos, agrotóxicos, etc.

No presente estudo foram consideradas seis Agendas Temáticas, agregando variáveis correlatas que exercem pressão sobre os recursos hídricos, sob o ponto de vista da quantidade e da qualidade, bem como sobre o componente ambiental. Para isto, foram adotados alguns procedimentos metodológicos específicos, agrupados em cinco etapas principais.

Os diagramas da Figura 6.1 e da Figura 6.2 ilustram a metodologia adotada para a elaboração das Agendas Temáticas. Na sequência, são apresentados detalhadamente os procedimentos utilizados em cada etapa. Os mapas resultantes dessa metodologia estão expostos mais adiante, no item 6.2 deste capítulo.

²¹<http://www.ibama.gov.br>. Acesso em janeiro de 2017.

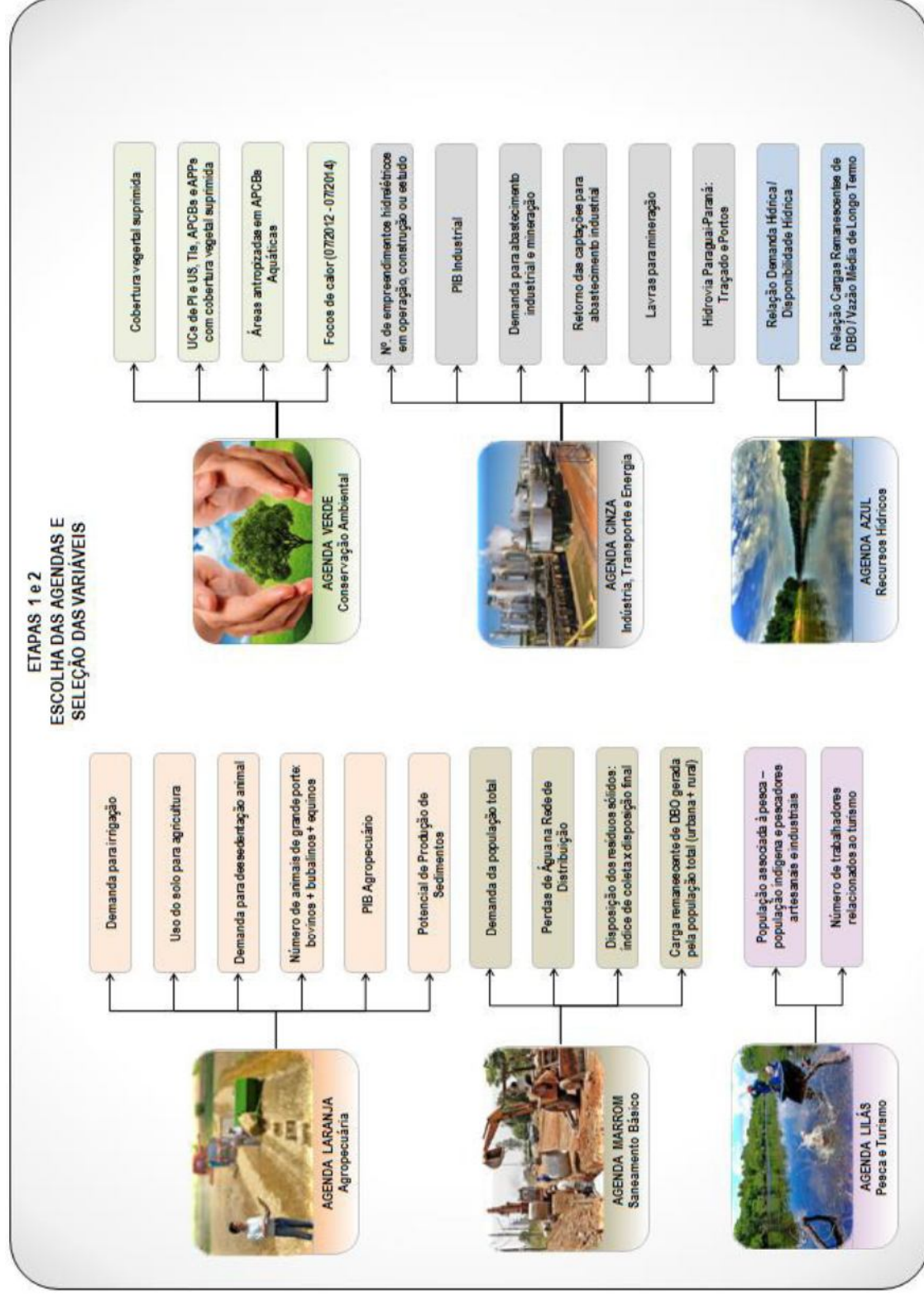


Figura 6.1 – Etapas Metodológicas da Análise Consolidada do Diagnóstico - Etapas 1 e 2.

Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai – PRH Paraguai
Produto Parcial PP-02 – Diagnóstico Consolidado da Região Hidrográfica do Rio Paraguai

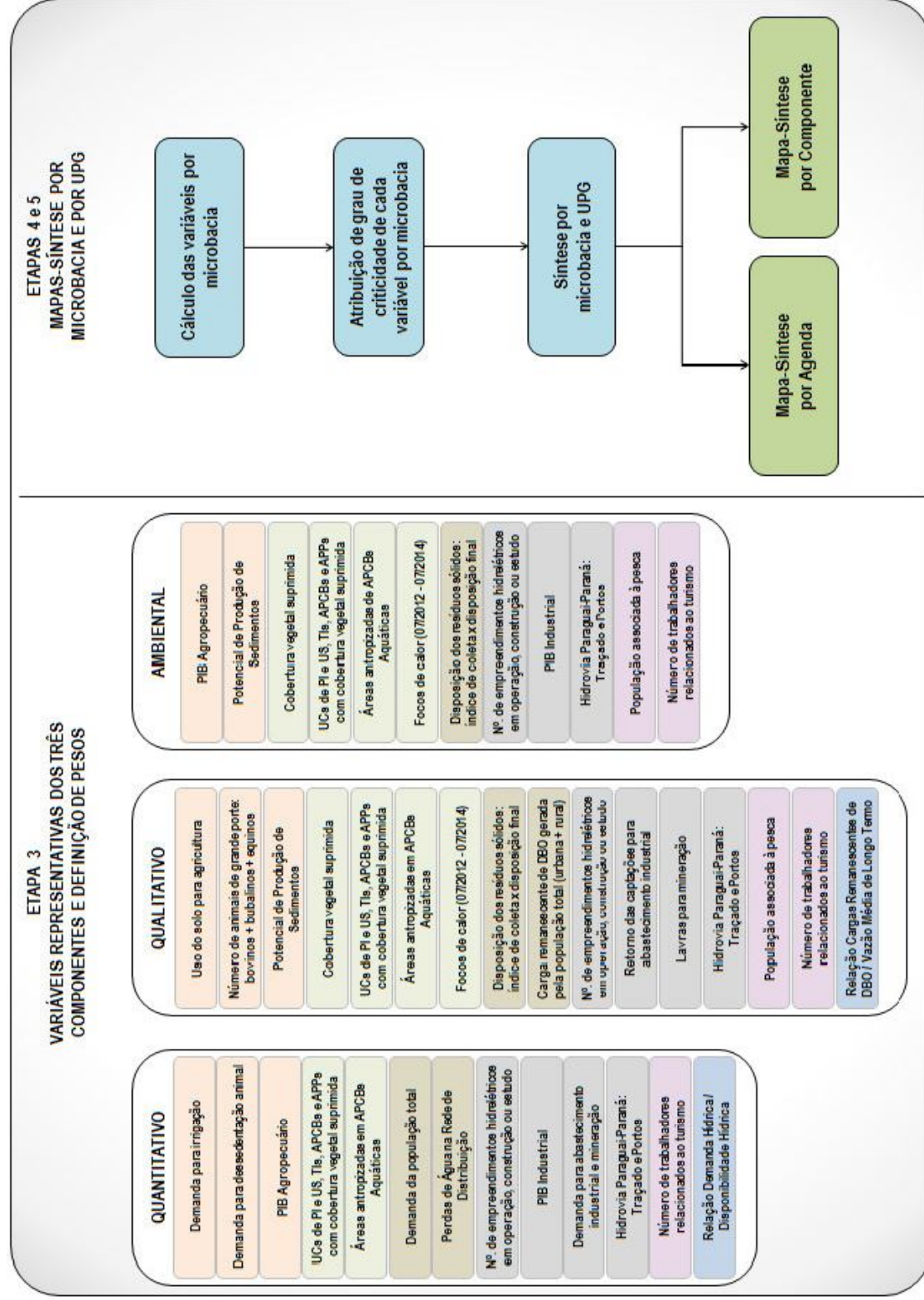


Figura 6.2 – Etapas Metodológicas da Análise Consolidada do Diagnóstico - Etapas 3, 4 e 5.

6.1.1 Etapa 1: Escolha das Agendas

Tendo como referencial teórico o tratamento da presente análise integrada mediante a elaboração das Agendas antes mencionadas, considerando a multiplicidade de temas envolvidos no Diagnóstico da RH-Paraguai – e, principalmente, as características da região hidrográfica – foram definidas seis Agendas Temáticas, de modo a melhor detalhar as pressões sobre os recursos hídricos e o meio ambiente e incorporar a maior quantidade possível das informações apresentadas nos capítulos precedentes deste relatório:

- ✓ **Agenda Laranja – Agropecuária:** trata das questões relacionadas com as atividades de agricultura e pecuária na RH-Paraguai;
- ✓ **Agenda Verde – Conservação Ambiental:** aborda temas relacionados com a conservação e a preservação dos ecossistemas terrestres e aquáticos;
- ✓ **Agenda Marrom – Saneamento Básico:** foca questões referentes ao abastecimento de água, à coleta e tratamento de esgotos e à disposição de resíduos sólidos;
- ✓ **Agenda Cinza – Indústria, Transporte e Energia:** trata da atividade industrial (incluindo a mineração), da navegação e da geração de energia hidrelétrica na RH-Paraguai;
- ✓ **Agenda Lilás – Pesca e Turismo:** aborda questões relativas às atividades de Pesca e Turismo na RH-Paraguai; e
- ✓ **Agenda Azul – Recursos Hídricos:** agrega temas relacionados com os recursos hídricos em quantidade e qualidade, incluindo as demandas hídricas e as cargas orgânicas remanescentes.

As Agendas Temáticas se referem a uma segmentação setorial, relacionada com temas e questões de interesse ao planejamento dos recursos hídricos, traduzindo condições específicas em que se encontram diferentes áreas. Este panorama setorial favorece a análise de questões estratégicas para o debate e o planejamento dos recursos hídricos, objetivos estes aderentes ao propósito de elaboração do Diagnóstico Consolidado da Região Hidrográfica do Paraguai.

6.1.2 Etapa 2: Seleção das Variáveis Constituintes das Agendas

Para elaboração das Agendas, priorizou-se a abordagem de uma análise integrada sistêmica, representativa de processos que se manifestam na RH-Paraguai, selecionando-se variáveis descritoras do meio natural e do meio socioeconômico, que sugerem dinâmicas que podem afetar diretamente a quantidade e a qualidade da água disponível, bem como os aspectos ambientais da região hidrográfica.

Deste modo, para cada Agenda Temática foram identificadas variáveis que pudessem ser quantificadas por microbacias, com unidades de medida obtidas em bases comparáveis, identificando-se para cada uma delas em qual/quais dos três componentes sua influência seria mais expressiva: quantidade dos recursos hídricos, qualidade dos recursos hídricos e/ou aspecto ambiental.

Cada variável serviu de base para um Plano de Informação, representado sempre numa resolução espacial por microbacias (quando a informação estava disponível apenas para os municípios ou setores censitários, os valores foram aplicados às microbacias utilizando-se proporção de áreas). Em cada Plano de Informação, as microbacias foram classificadas em três graus de pressão sobre os recursos hídricos - alto, médio e baixo -, no sentido da maior para a menor pressão, e considerando os componentes afetados.

Para melhor visualização dos mapas, foi adotado o procedimento de representar os diferentes graus de pressão em três gamas de cores – da mais escura (maior pressão) para a mais clara (menor pressão), obedecendo sempre à cor identificadora da Agenda em questão.

6.1.3 Etapa 3: Variáveis Representativas dos Três Componentes e Definição de Pesos

Considerando o estabelecimento das seis Agendas Temáticas, foram elaborados 24 Planos de Informação, combinados em três grupos, relacionados à pressão sobre a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos e sobre o meio ambiente, sendo que algumas variáveis fazem parte de mais de um componente:

- ✓ 13 variáveis relacionadas ao componente quantitativo;
- ✓ 16 variáveis relacionadas ao componente qualitativo;
- ✓ 12 variáveis relacionadas ao componente ambiental.

Após a construção desses três grupos, foram atribuídos pesos para aferir a importância relativa de cada variável no tipo de pressão correspondente (quantitativo, qualitativo ou ambiental) dentro do seu grupo.

Visando evitar ou reduzir a arbitrariedade e a subjetividade quando da atribuição dos pesos às variáveis, foi utilizada a metodologia proposta por Saaty (1990) para análise de decisões com múltiplos critérios, em que os pesos são calculados como os auto-valores de uma matriz construída com avaliações comparativas de todos os critérios, dois a dois.

Este procedimento foi realizado separadamente para os três grupos de variáveis. As sequências de comparações de variáveis foram realizadas em aplicativo de processos de escolha desenvolvido pela ENGECORPS, que capturou os critérios de avaliação adotados pela equipe técnica deste trabalho. Esta ferramenta, especialmente desenvolvida para o presente estudo e adaptada para o contexto das variáveis das Agendas Temáticas da RH-Paraguai, baseou-se no trabalho de Spörl (2007). A interface do aplicativo encontra-se ilustrada na Figura 6.3 e na Figura 6.4.

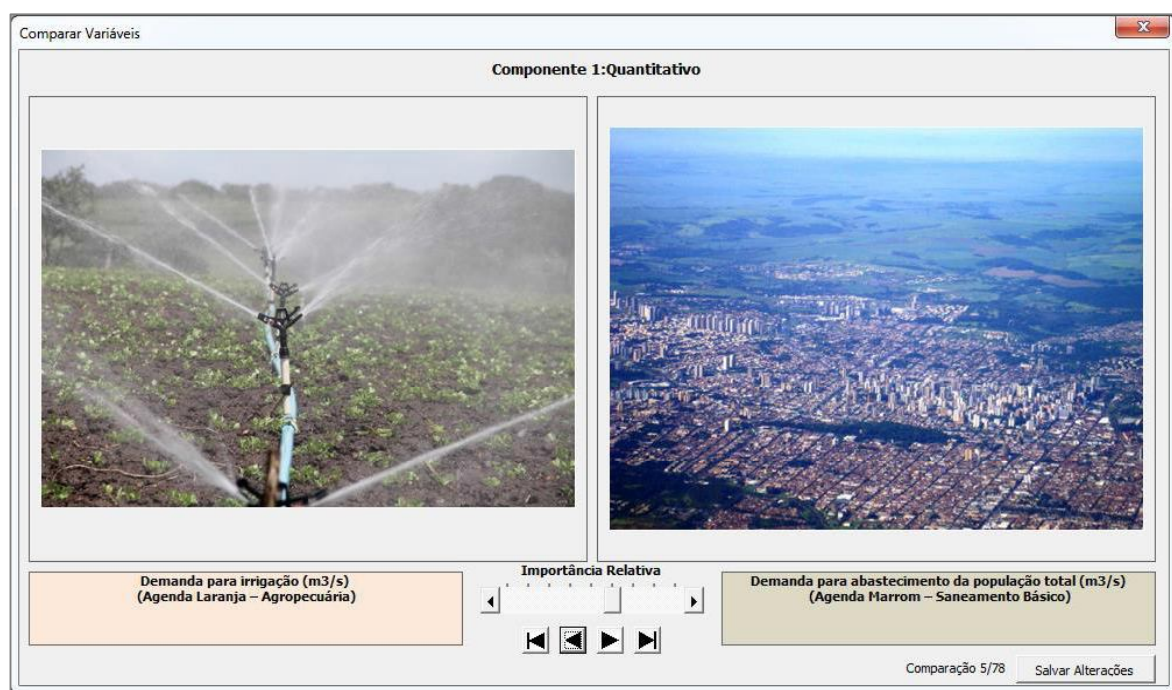


Figura 6.3 - Avaliação Comparativa de duas Variáveis com Pressão na Quantidade de Água

No exemplo apresentado na Figura 6.3, está sendo avaliada uma das 78 comparações possíveis entre as 13 variáveis do Componente Quantitativo. Durante estas avaliações, a regra consiste em posicionar o ponteiro sempre na direção da variável considerada mais crítica em termos de sua pressão sobre a quantidade dos recursos hídricos. Nesta figura estão sendo comparadas as variáveis “Demanda para irrigação” da Agenda Laranja e “Demanda para abastecimento da população total” da Agenda Marrom.

O ponteiro está posicionado mais a direita da barra, indicando que o avaliador julgou que a “Demanda para abastecimento da população total” exerce maior pressão sobre os recursos hídricos. Uma posição bastante polarizada do ponteiro (bem próximo ao extremo esquerdo da barra de avaliação) demonstraria que o avaliador considerou que esta pressão não é simplesmente maior, mas sim muito maior. Se a diferença entre as pressões for pequena, o ponteiro é posicionado mais próximo ao centro da barra de avaliação.



Figura 6.4 - Avaliação Comparativa de duas Variáveis com Pressão na Qualidade da Água

Na Figura 6.4, são comparadas duas variáveis dentre as 16 do Componente Qualitativo. Neste exemplo estão sendo comparadas as variáveis “Número de animais de grande porte” da Agenda Laranja e a “Cobertura vegetal suprimida” da Agenda Verde. O ponteiro está posicionado do lado esquerdo da barra, indicando que o avaliador julgou que a variável “Número de animais de grande porte” oferece maior pressão sobre os recursos hídricos (no que diz respeito à qualidade da água) do que a variável “Cobertura vegetal removida”.

Após receber todas as avaliações comparativas possíveis, o aplicativo calcula a “escala” indicada pelo avaliador. Ao final desta etapa, os pesos são normalizados (ou seja, a soma dos pesos dentro de cada grupo deve ser igual a 1).

Foi realizado um total de 264 comparações. Deste total, 78 correspondem às comparações entre as variáveis do Componente Quantitativo, 120 referem-se às comparações realizadas entre as variáveis do Componente Qualitativo e 66 são decorrentes das comparações conduzidas entre as variáveis do Componente Ambiental.

6.1.4 Etapa 4: Síntese das Agendas Temáticas e dos Componentes por Microbacia

Tomando como referencial o diagnóstico detalhado previamente elaborado, mediante a elaboração das Agendas, privilegia-se o registro sintético, hierarquizado e diferenciador da condição das microbacias no contexto da RH-Paraguai em relação a cada tema selecionado.

Conforme antes referido, para elaboração das Agendas Temáticas, foi adotado o procedimento de cruzamento dos mapas das variáveis constituintes de cada tema – ou Planos de Informação, com utilização de técnicas de geoprocessamento.

Do cruzamento desses Planos de Informação, utilizando-se dos pesos calculados na etapa anterior, mas renormalizados (soma dos pesos de cada Agenda igual a 1), emerge o mapa síntese da Agenda em tela por microbacias, reclassificado para indicar os graus de pressão sobre os recursos hídricos.

Para tanto, foi adotado um sistema de valoração que indica o grau de criticidade que assumem as microbacias com relação a cada tema tratado, mediante o estabelecimento de uma escala padronizada que possibilita classificá-las nos seguintes graus de pressão:

- ✓ Muito alto;
- ✓ Alto;
- ✓ Médio;
- ✓ Baixo; e
- ✓ Muito baixo.

Tais graus devem ser interpretados como diferentes intensidades de pressão sobre os recursos hídricos, quer em quantidade, quer em qualidade, e sobre o aspecto ambiental.

Deste modo, foram construídos mapas temáticos, na resolução das microbacias, com as sínteses de cada uma das seis Agendas no que diz respeito à pressão sobre as microbacias, nos três componentes: quantitativo, qualitativo e ambiental.

Finalmente, foi construído um mapa síntese para cada componente, também na resolução de microbacias, considerando as variáveis das seis Agendas que foram definidas como contribuintes para cada tipo de pressão.

Utilizou-se da estratégia visual de representar os cinco graus de pressão por variações de gamas das cores que identificam as Agendas: da maior pressão (cor mais escura) para a menor pressão (cor mais clara).

6.1.5 Etapa 5: Síntese das Agendas Temáticas e dos Componentes por UPG

Os mapas de cada Agenda, elaborados inicialmente por microbacias – possibilitando assim identificar pontos críticos localizados - foram então sintetizados por UPGs, de modo a permitir uma comparação global entre estas unidades. Com esse procedimento, mesmo que a análise global por UPG não seja sensível a problemas locais, eles estarão previamente mapeados por microbacia.

Assim, todos os mapas produzidos na etapa anterior foram reproduzidos para as UPGs. Cada UPG recebeu uma nota de criticidade (nível de pressão sobre os recursos hídricos ou sobre o aspecto ambiental) correspondente à média ponderada das notas das suas microbacias constituintes, sendo o peso de cada microbacia atribuído de acordo com a participação percentual de sua área no total da área da UPG.

A partir dessas médias, foi construído um *ranking* para cada tipo de pressão/componente (quantitativo, qualitativo e ambiental), sendo as UPGs ordenadas com valores decrescentes de nota de criticidade.

Esse nível de criticidade não deve ser interpretado como uma situação específica das UPGs em relação às Agendas Temáticas, mas sim, como uma comparação entre elas, visando à identificação daquelas que merecem maior atenção no que diz respeito à implementação de ações de gestão dos recursos hídricos no contexto dos temas analisados em cada Agenda.

6.2 DESCRIÇÃO DAS AGENDAS TEMÁTICAS E RESULTADOS ALCANÇADOS

6.2.1 Agenda Laranja - Agropecuária

A Agenda Laranja priorizou a agregação de dados e mapas dirigidos à avaliação da pressão das atividades agropecuárias sobre os recursos hídricos da RH-Paraguai e sobre o meio ambiente.

Para elaboração desta Agenda, foram consideradas as seguintes variáveis, representadas nos Planos de Informação utilizados para os cruzamentos iniciais em ambiente SIG, classificadas em alto, médio e baixo potencial de gerar pressões sobre os recursos hídricos e o aspecto ambiental:

- ✓ Demanda para irrigação (l/s): representa as microbacias que possuem maiores e menores valores de retirada de água para fins de irrigação;
- ✓ Uso do solo para agricultura (km²): representa as microbacias que possuem maiores e menores potenciais de geração de cargas poluentes difusas oriundas da agricultura, em especial fertilizantes e agrotóxicos e seus subprodutos, tratados no item 3.3.6.3;
- ✓ Demanda para dessedentação animal (l/s): representa as microbacias que possuem maiores e menores valores de retirada de água para fins de dessedentação animal;
- ✓ Número de animais de grande porte: bovinos + bubalinos + equinos (nº cabeças): representa as microbacias que possuem maiores e menores números de cabeças de animais de grande porte, e consequentemente, maiores/ menores pressões sobre o aspecto qualidade da água, em razão dos dejetos animais e da degradação/erosão de pastos;
- ✓ PIB Agropecuário (mil reais): representa a participação do setor agropecuário nas microbacias inseridas em um determinado município, refletindo indiretamente a pressão deste setor sobre os recursos hídricos e meio ambiente; e
- ✓ Potencial de Produção de Sedimentos (toneladas/Km².ano): representa o potencial de geração de sedimentos em cada microbacia.

O Quadro 6.1 apresenta a fonte de dados utilizada para cada variável da Agenda Laranja, o critério utilizado para sua espacialização nas microbacias da RH-Paraguai, bem como os critérios para classificação das microbacias. A correlação entre variáveis e componentes está igualmente indicada neste Quadro.

QUADRO 6.1 – AGENDA LARANJA - VARIÁVEIS E CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DAS MICROBACIAS

Variável	Componentes	Classificação das Microbacias			Fonte	Critério de Especialização
		Baixo	Médio	Alto		
Demanda para irrigação (l/s)	Quantitativo	0	0 - 0,1	≥ 0,1	Demanda para irrigação calculada no presente Diagnóstico (vide item 4.1.6).	Distribuição das demandas nas áreas destinadas à agricultura, conforme mapeamento de uso do solo (Instituto SOS PANTANAL et al., 2014), e Pivôs Centrais ANA/EMPRA, 2014)
Uso do solo para agricultura (km ²)	Qualitativo	0	0 - 2	≥ 2	Monitoramento das alterações da cobertura vegetal e uso do solo na Bacia do Alto Paraguai - Porção Brasileira (Instituto SOS PANTANAL et al., 2014)	Áreas destinadas à agricultura, conforme mapeamento de uso do solo (Instituto SOS PANTANAL et al., 2014).
Demanda para dessedentação animal (l/s)	Quantitativo	≤ 0,01	0,01- 0,3	≥ 0,3	Demanda para dessedentação animal calculada no presente Diagnóstico (vide item 4.1.3).	Distribuição das demandas nas áreas de pastagem, conforme mapeamento de uso do solo (Instituto SOS PANTANAL et al., 2014)
Número de animais de grande porte: bovinos + bubalinos + equinos (nº cabeças)	Qualitativo	≤ 10	10 - 500	≥ 500	Rebanhos municipais de grande porte constantes na Produção Pecuaría Municipal - IBGE, ano de referência 2015.	Distribuição dos rebanhos nas áreas de pastagem, conforme mapeamento de uso do solo (Instituto SOS PANTANAL et al., 2014)
PIB Agropecuário (mil reais)	Quantitativo Ambiental	≤ 2	2 - 2.000	≥ 2.000	PIBs Municipais publicados pelo IBGE - ano de referência 2014.	Distribuição do PIB nas áreas destinadas à agricultura e pastagem, conforme mapeamento de uso do solo (Instituto SOS PANTANAL et al., 2014)
Potencial de Produção de Sedimentos (ton/km ² .ano)	Qualitativo Ambiental	≤ 70	70 - 200	≥ 200	Potencial de Produção de Sedimentos no Brasil (ANEEL, 2006).	A cada microbacia foi atribuída a nota referente à classe predominante em termos de área: - Muito baixo - < 5 ton/km ² .ano; - Baixo - 5 a 70 ton/km ² .ano; - Moderado - 70 a 200 ton/km ² .ano; - Alto - 200 a 400 ton/km ² .ano; - Muito alto - >400 ton/km ² .ano.

Elaboração ENGECORPS, 2017

Nos mapas da Figura 6.5, Figura 6.6 e Figura 6.7, apresenta-se o resultado dos cruzamentos realizados para mapeamento dos níveis de pressão nas microbacias e UPGs, respectivamente, sobre a quantidade dos recursos hídricos, a qualidade das águas e meio ambiente, no âmbito da Agenda Laranja. São apresentadas as variáveis de entrada, o mapa por microbacia resultante do cruzamento dessas variáveis, e o mapa resumo por UPG, possibilitando comparar as unidades quanto aos seus níveis de pressão sobre os recursos hídricos, no contexto dos componentes quantitativo, qualitativo e ambiental.

Da observação dos mapas das figuras supracitadas, verifica-se que:

- ✓ A atividade agropecuária exerce significativa pressão sobre a quantidade dos recursos hídricos, sobretudo nas UPGs de planalto, com destaque para as UPGs P5 - São Lourenço, II.1 Correntes e II.3 Miranda. Nota-se, no mapeamento de uso do solo (Instituto SOS PANTANAL et al., 2014), que parcelas significativas dos territórios dessas UPGs são ocupadas por áreas de pastagem, concentrando também as demandas para irrigação. Cabe ainda destacar que as demandas associadas ao setor agropecuário (irrigação e dessedentação animal) representam mais de 70% da vazão de retirada na RH-Paraguai (vide Figura 4.9);
- ✓ O elevado potencial de produção de sedimentos na região de planalto, juntamente com a maior presença do setor agropecuário nesta região, contribui para geração de cargas poluentes e sedimentos que são lançados na rede hídrica, exercendo uma pressão relevante sobre a qualidade dos recursos hídricos e sobre o meio ambiente. Destaca-se a criticidade da porção centro-norte da região de planalto, sobretudo as UPGs II.1 Correntes, P4 – Alto Rio Cuiabá e P5 - São Lourenço;
- ✓ De modo geral, as pressões mais significativas no contexto da Agenda Laranja, nos três componentes analisados, encontram-se nas UPGs com maior parcela de sua área inserida na região de planalto, em que o setor agropecuário é mais expressivo.

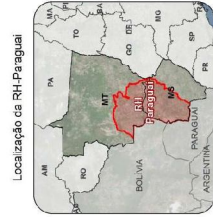
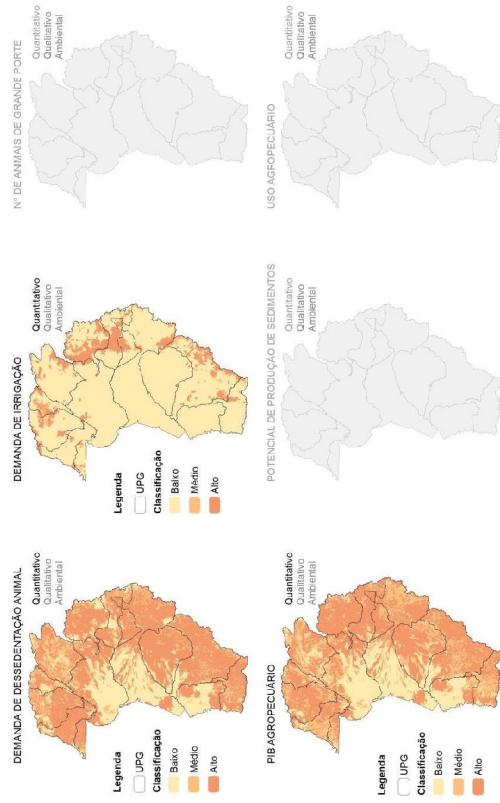
GRAUS DE PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS POR MICROBACIA



PESO NORMALIZADO - AGENDA LARANJA

Variáveis	Quantitativo	Qualitativo Ambiental
Agenda Laranja (Agricultura)	0,49	-
Demanda para Dessedimentação anual	0,37	-
Nº de animais de grande porte	-	0,38
Uso da Agricultura	0,14	0,37
Potencial de Produção de Sedimentos	-	0,39
Uso do Solo para Agricultura	-	0,23

VÁRIÁVEIS AGENDA LARANJA PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS



UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO (UPG)

- II.1 - Correntes
- II.2 - Tejuari
- II.3 - Miranda
- II.4 - Negro
- II.5 - Nabileque
- II.6 - APA
- P1 - Jeuru
- P2 - Alto Paraguai Médio
- P3 - Alto Paraguai Superior
- P4 - Alto Rio Cuatá
- P5 - São Lourenço
- P6 - Correntes - Tejuari
- P7 - Paraguai Pantanal

CRITICIDADE DO COMPONENTE QUANTITATIVO - COMPARAÇÃO ENTRE UPGs

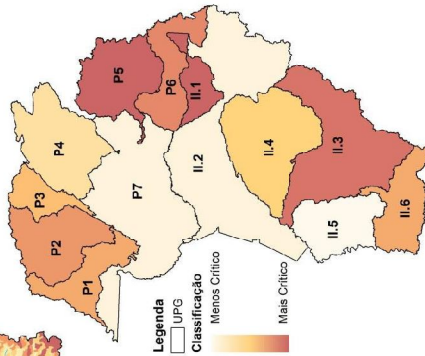
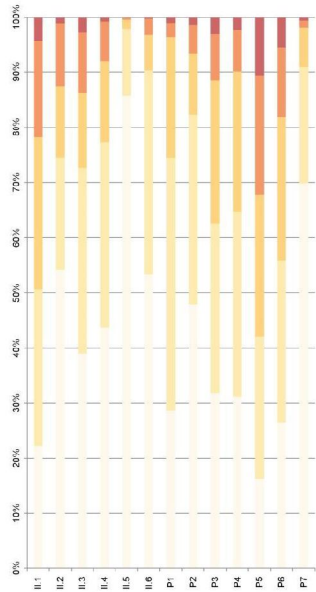


Figura 6.5 – Agenda Laranja – Pressão sobre os Recursos Hídricos – Componente Quantitativo
Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai – PHH Paraguai
Produto Parcial PP-02 – Diagnóstico Consolidado da Região Hidrográfica do Rio Paraguai

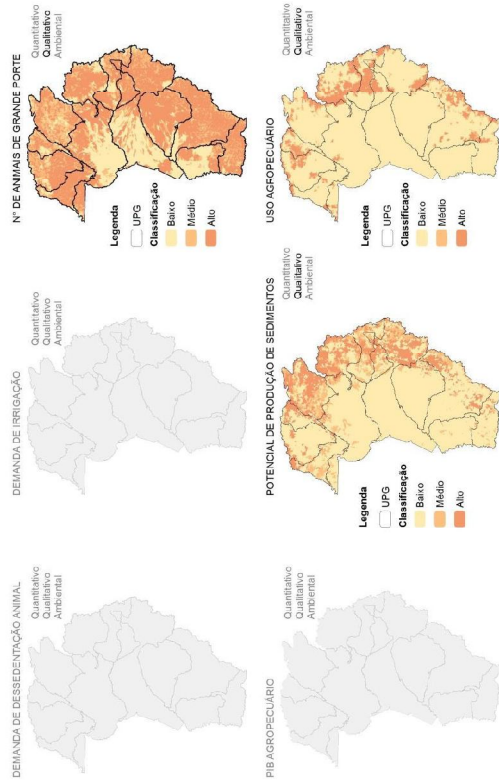
GRAUS DE PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS
POR MICROBACIA



PESO NORMALIZADO - AGENDA LARANJA

Variáveis	Quantitativo	Qualitativo Ambiental
Demanda para Dessedimentação anual	0,49	-
Demanda para Irrigação	0,37	-
Nº de animais de grande porte	-	0,38
Nº de animais de pequeno porte	-	0,37
Potencial de produção de sedimentos	0,14	0,39
Uso do Solo para Agricultura	-	0,63
Uso do Solo para Silvicultura	-	0,23

VARIÁVEIS AGENDA LARANJA
PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS



UNIDADE DE PLANEJAMENTO E
GERENCIAMENTO (UPG)

- II.1 - Correntes
- II.2 - Tejuari
- II.3 - Miranda
- II.4 - Negro
- II.5 - Nabileque
- II.6 - APA
- P1 - Jeuru
- P2 - Alto Paraguai Médio
- P3 - Alto Paraguai Superior
- P4 - Alto Rio Cuatá
- P5 - São Lourenço
- P6 - Correntes - Tejuari
- P7 - Paraguai Pantanal

CRITICIDADE DO COMPONENTE
QUALITATIVO - COMPARAÇÃO
ENTRE UPGs

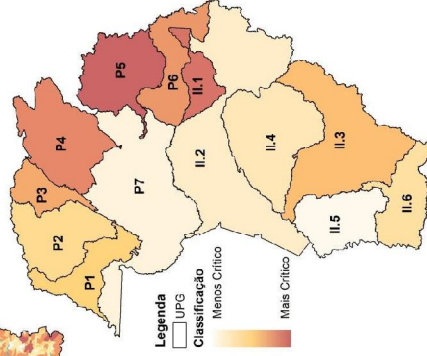
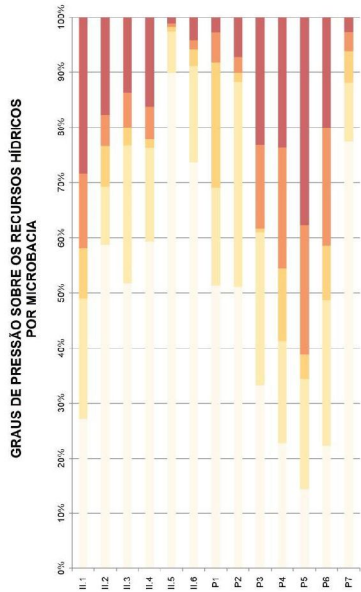


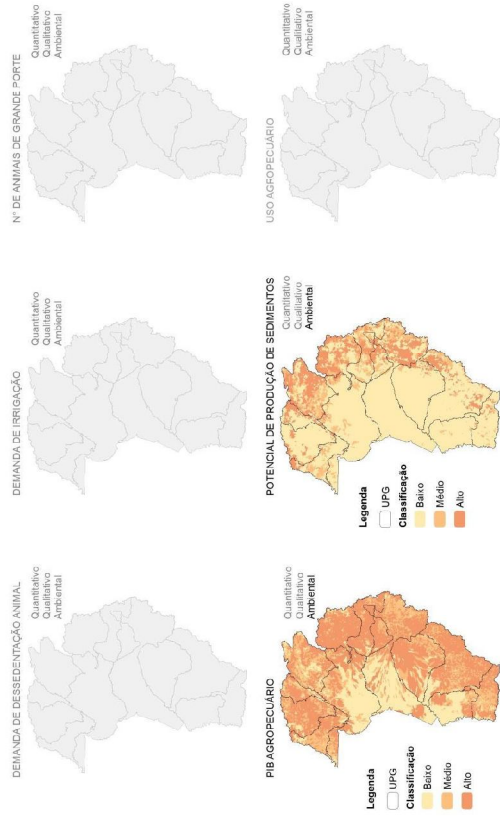
Figura 6.6 - Agência Laranja – Pressão sobre os Recursos Hídricos – Componente Qualitativo
Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai – PHH Paraguai
Produto Parcial PP-02 – Diagnóstico Consolidado da Região Hidrográfica do Rio Paraguai



PESO NORMALIZADO - AGENDA LARANJA

Variáveis	Quantitativo	Qualitativo Ambiental
Agenda Laranja (Agiropecuária)	0,49	-
Demanda para Dissedentação animal	0,37	-
Nº de animais de grande porte	-	0,38
Nº de Agropecuários	0,14	0,37
Potencial de Produção de Sedimentos	-	0,39
Uso do Solo para Agricultura	-	0,63

**VÁRIAS AGENDA LARANJA
PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS**



UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO (UPG)

- II.1 - Correntes
- II.2 - Tejuari
- II.3 - Miranda
- II.4 - Negro
- II.5 - Nabileque
- II.6 - APA
- P1 - Jeuru
- P2 - Alto Paraguai Médio
- P3 - Alto Paraguai Superior
- P4 - Alto Rio Cuatá
- P5 - São Lourenço
- P6 - Correntes - Tejuari
- P7 - Paraguai Pantanal

CRITICIDADE DO COMPONENTE AMBIENTAL - COMPARAÇÃO ENTRE UPGs

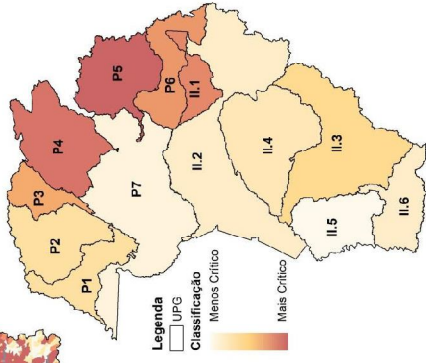


Figura 6.7 - Agenda Laranja - Pressão sobre os Recursos Hídricos - Componente Ambiental
Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai - PHH Paraguai
Produto Parcial PP-02 - Diagnóstico Consolidado da Região Hidrográfica do Rio Paraguai

6.2.2 Agenda Verde – Conservação Ambiental

A Agenda Verde trata de questões relacionadas com o meio ambiente *strictu sensu*, considerando a cobertura vegetal da RH-Paraguai, a relevância dos ecossistemas aquáticos e as queimadas, tendo em vista que:

- ✓ A cobertura vegetal opera como elemento de proteção da qualidade das águas superficiais e subterrâneas e também contribui para a disponibilidade hídrica desses mananciais;
- ✓ No que se refere aos ecossistemas aquáticos, a sua conservação implica, necessariamente, a disponibilidade de águas de melhor qualidade para diversos usos, com destaque ao abastecimento humano, além do valor ambiental intrínseco desses ambientes e sua contribuição para a biodiversidade da bacia e da manutenção dos estoques pesqueiros;
- ✓ A prática da queimada constitui recorrente ameaça ambiental na RH-Paraguai, dado que o fogo é frequentemente utilizado como ferramenta para manipulação das áreas de savanas e campos naturais.

Para elaboração da Agenda Verde, foram consideradas as seguintes variáveis, representadas nos Planos de Informação utilizados para os cruzamentos iniciais em ambiente SIG, classificadas em alto, médio e baixo potencial de gerar pressões sobre os recursos hídricos de o meio ambiente:

- ✓ Cobertura vegetal suprimida (dada em percentual sobre a área total da microbacia): representa o grau de degradação ambiental e consequente pressão sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos e sobre o aspecto ambiental em cada microbacia;
- ✓ Cobertura vegetal suprimida em áreas de proteção - Unidades de Conservação (Proteção Integral e Uso Sustentável), Terras Indígenas, Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade e Áreas de Preservação Permanente (dada em percentual da área de proteção na microbacia): representa as microbacias mais ou menos aptas à conservação dos recursos hídricos e do meio ambiente, devido à existência de áreas protegidas com maior ou menor percentual de vegetação suprimida;
- ✓ Áreas antropizadas em bacias críticas para conservação de ecossistemas aquáticos (dada em percentual de área antropizada dentro de APAC aquática na microbacia): representa o estado de conservação de bacias predefinidas como críticas para a conservação dos ecossistemas aquáticos (ver item 2.3.3 do presente relatório);
- ✓ Focos de calor - julho/2012 a julho/2014 (nº/Km²): representa a pressão das queimadas nas microbacias, decorrente da remoção da cobertura vegetal e da alteração dos atributos físicos, químicos e biológicos dos solos.

O Quadro 6.2 apresenta a fonte de dados utilizada para cada variável da Agenda Verde, o critério utilizado para sua espacialização, bem como os critérios para classificação das microbacias. A correlação entre variáveis e componentes está igualmente indicada neste Quadro.

QUADRO 6.2 – AGENDA VERDE - VARIÁVEIS E CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DAS MICROBACIAS

Variável	Componentes	Classificação das Microbacias			Fonte	Critério de Espacialização
		Baixo	Médio	Alto		
Agenda Verde	Quantitativo Qualitativo Ambiental	≤ 30	30 - 70	≥ 70	Monitoramento das alterações da cobertura vegetal e uso do solo na Bacia do Alto Paraguai - Porção Brasileira (Instituto SOS PANTANAL et al., 2014)	Áreas classificadas como "Antrópicas" no mapeamento de uso do solo (Instituto SOS PANTANAL et al., 2014).
	Quantitativo Qualitativo Ambiental	0	0 - 50	≥ 50	- Monitoramento das alterações da cobertura vegetal e uso do solo na Bacia do Alto Paraguai - Porção Brasileira (Instituto SOS PANTANAL et al., 2014) - Delimitações de Unidades de Conservação e Terras Indígenas (ANA, 2016a) - Delimitação de Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (MMA, 2016)	Áreas classificadas como "Antrópicas" no mapeamento de uso do solo, e inseridas nos limites das áreas de proteção (UCs, TIs, APCBs e APPs).
	Qualitativo Ambiental	0	0 - 50	≥ 50	- Monitoramento das alterações da cobertura vegetal e uso do solo na Bacia do Alto Paraguai - Porção Brasileira (Instituto SOS PANTANAL et al., 2014) - Delimitação de bacias críticas para conservação de ecossistemas aquáticos (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004)	Áreas classificadas como "Antrópicas" no mapeamento de uso do solo, e inseridas nos limites das APCBs aquáticas.
	Qualitativo Ambiental	0	0 - 0,2	≥ 0,2	Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios (INPE, 2016)	Cruzamento da camada de microbacias com os pontos em que foram registrados focos de incêndios no período indicado.

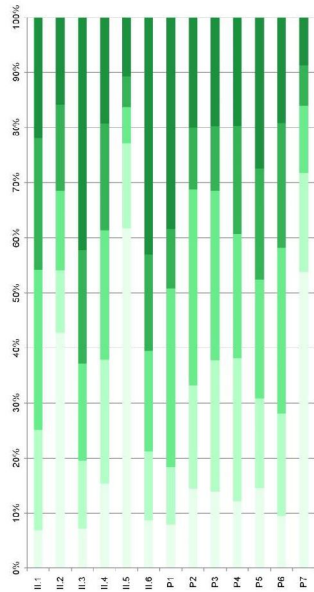
Elaboração ENGECORPS, 2017

Nos mapas da Figura 6.8, Figura 6.9 e Figura 6.10, apresenta-se o resultado dos cruzamentos realizados para mapeamento dos níveis de pressão nas microbacias e UPGs, respectivamente, sobre a quantidade dos recursos hídricos, a qualidade das águas e meio ambiente, no âmbito da Agenda Verde. São apresentadas as variáveis de entrada, o mapa por microbacia resultante do cruzamento dessas variáveis, e o mapa resumo por UPG, possibilitando comparar as unidades quanto aos seus níveis de pressão sobre os recursos hídricos, no contexto dos componentes quantitativo, qualitativo e ambiental.

Da observação dos mapas das referidas figuras, verifica-se que:

- ✓ Declarado como Patrimônio Nacional pela Constituição Brasileira, além abrigar sítios designados como área de relevante importância internacional pela Convenção de Áreas Úmidas RAMSAR, o Pantanal ainda apresenta maior preservação da cobertura vegetal natural, tanto dentro quanto fora de áreas de proteção, quando comparado à região de planalto. Deste modo, nos três componentes considerados, a maior parte das microbacias inseridas no bioma Pantanal apresenta maior potencial para proteção das águas superficiais, subterrâneas e do meio ambiente. Como exceção pode-se citar trechos na transição para o planalto e na região sul em Corumbá e Porto Murtinho.
- ✓ Outros pontos de destaque são:
 - Maior concentração de focos de calor na região pantaneira, sobretudo nas UPGs II.2 Taquari e II.5 Nabileque;
 - Elevada quantidade de APCBs aquáticas em bom estado de conservação no Pantanal, o que pode ser explicado pelo fato das áreas úmidas constituírem ecossistemas extremamente frágeis, que demandam esforços para sua preservação e manutenção da biodiversidade a longo prazo.
- ✓ Deste modo, na Agenda Verde, verifica-se que as pressões nos componentes quantitativo, qualitativo e ambiental são mais significativas na zona de planalto. Não obstante, vale destacar novamente a existência de uma forte relação de interdependência entre planalto e planície, já que os processos ecológicos e o equilíbrio ambiental do Pantanal são influenciados pelos eventos que ocorrem nas partes altas da bacia.

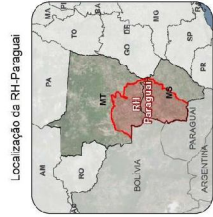
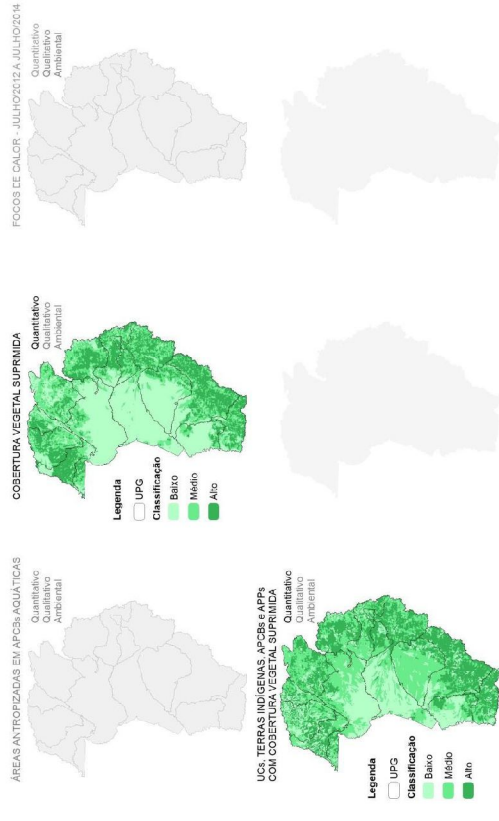
GRAUS DE PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS
POR MICROBACIA



PESO NORMALIZADO - AGENDA VERDE

Verde (Conservação Ambiental)	Variáveis	Quantitativo	Qualitativo Ambiental
	Áreas Antropizadas em APCs	-	0,21
	Áreas Antropizadas em APCs	0,43	0,26
	Cobertura vegetal suprimida em APCs em 2014	0,19	0,05
	Índice de qualidade ambiental em APCs e APPs	0,57	0,31
	com cobertura vegetal suprimida		0,15

VARIÁVEIS AGENDA VERDE
PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS



UNIDADE DE PLANEJAMENTO E
GERENCIAMENTO (UPG)

- II.1 - Correntes
- II.2 - Tejuari
- II.3 - Miranda
- II.4 - Negro
- II.5 - Nabileque
- II.6 - APA
- P1 - Jeuru
- P2 - Alto Paraguai Médio
- P3 - Alto Paraguai Superior
- P4 - Alto Rio Cubatã
- P5 - São Lourenço
- P6 - Correntes - Tejuari
- P7 - Paraguai Pantanal

CRITICIDADE DO COMPONENTE
QUANTITATIVO - COMPARAÇÃO
ENTRE UPGs

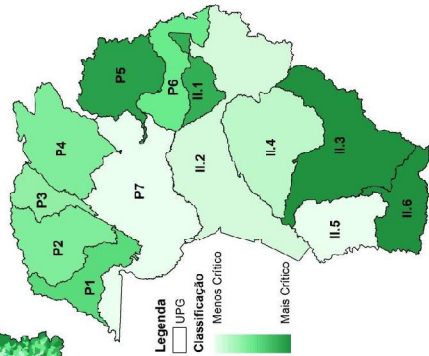
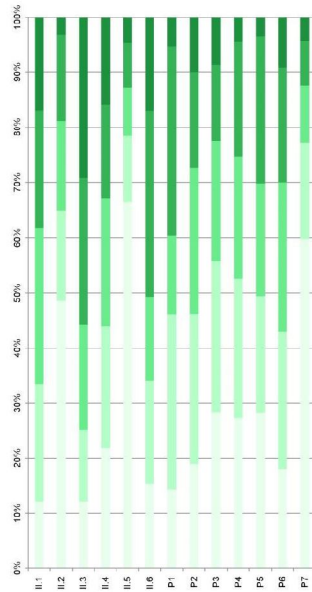


Figura 6.8 – Agenda Verde-Pressão sobre os Recursos Hídricos – Componente Quantitativo
Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai – PHH Paraguai
Produto Parcial PP-02 – Diagnóstico Consolidado da Região Hidrográfica do Rio Paraguai

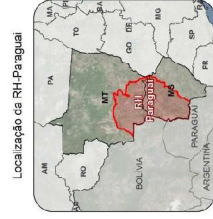
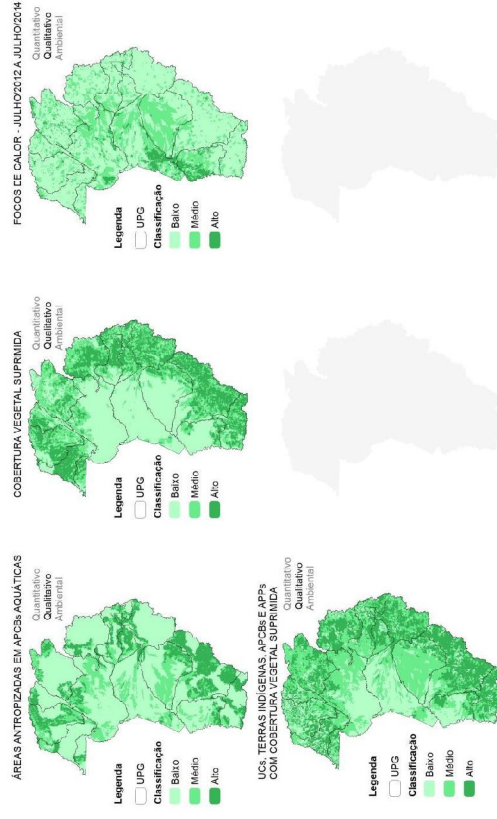
GRAUS DE PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS POR MICROBACIA



PESO NORMALIZADO - AGENDA VERDE

Variáveis	Quantitativo	Qualitativo Ambiental
Verde (Conservação Ambiental)	-	0,21
Áreas Antropizadas em APCEs	-	0,23
Aquáticas	0,43	0,29
Cobertura vegetal suprimida	0,19	0,30
Cobertura vegetal suprimida em julho 2014	0,19	0,30
UCI, Terras Indígenas, APCEs e APPs	0,57	0,31
com cobertura vegetal suprimida	-	0,15

VARIÁVEIS AGENDA VERDE PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS



UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO (UPG)

- II.1 - Correntes
- II.2 - Tejuari
- II.3 - Miranda
- II.4 - Negro
- II.5 - Nabileque
- II.6 - APA
- P1 - Jeuru
- P2 - Alto Paraguai Médio
- P3 - Alto Paraguai Superior
- P4 - Alto Rio Cuatá
- P5 - São Lourenço
- P6 - Correntes - Tejuari
- P7 - Paraguai Pantanal

CRITICIDADE DO COMPONENTE QUALITATIVO - COMPARAÇÃO ENTRE UPGs

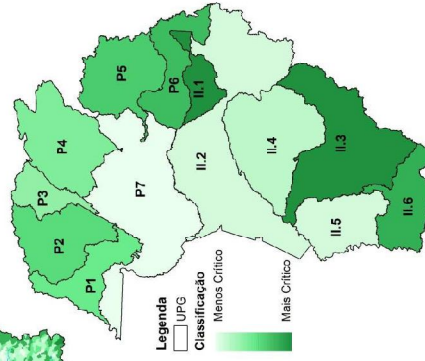


Figura 6.9 - Agenda Verde – Pressão sobre os Recursos Hídricos – Componente Qualitativo
Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai – PHH Paraguai
Produto Parcial PP-02 – Diagnóstico Consolidado da Região Hidrográfica do Rio Paraguai

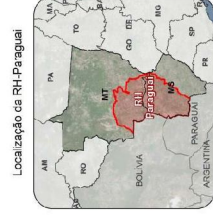
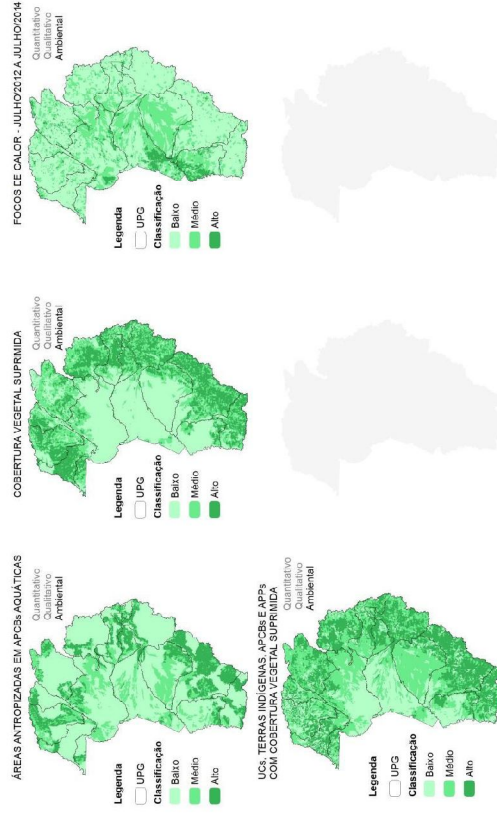
GRAUS DE PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS POR MICROBACIA



PESO NORMALIZADO - AGENDA VERDE

Variáveis	Quantitativo	Qualitativo Ambiental
Verde (Conservação Ambiental)	-	0,23
Áreas Antropizadas em APCEs Aquáticas	-	0,21
Cobertura vegetal suprimida em junho de 2014	0,43	0,26
UCI, Terras Indígenas, APCEs e APPs com cobertura vegetal suprimida	0,19	0,05
UCI, Terras Indígenas, APCEs e APPs com cobertura vegetal suprimida	0,57	0,31

VARIÁVEIS AGENDA VERDE PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS



UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO (UPG)

- II.1 - Correntes
- II.2 - Taquari
- II.3 - Miranda
- II.4 - Negro
- II.5 - Nabileque
- II.6 - APA
- P1 - Jeuru
- P2 - Alto Paraguai Médio
- P3 - Alto Paraguai Superior
- P4 - Alto Rio Cuatá
- P5 - São Lourenço
- P6 - Correntes - Taquari
- P7 - Paraguai Pantanal

CRITICIDADE DO COMPONENTE AMBIENTAL - COMPARAÇÃO ENTRE UPGs

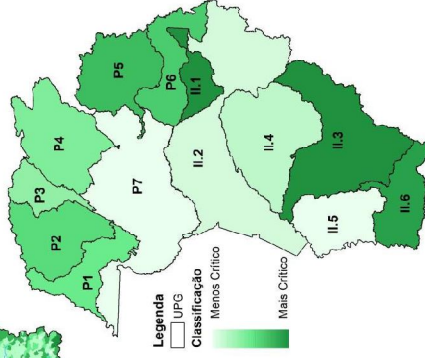


Figura 6.10 - Agenda Verde-Pressão sobre os Recursos Hídricos - Componente Ambiental
Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai - PHH Paraguai
Produto Parcial PP-02 - Diagnóstico Consolidado da Região Hidrográfica do Rio Paraguai

6.2.3 Agenda Marrom – Saneamento Básico

A Agenda Marrom aborda variáveis relacionadas com o saneamento básico na RH-Paraguai, com foco nos serviços de água e esgoto, bem como na disposição dos resíduos sólidos; visa, portanto, mapear as microbacias com maiores e menores deficiências desses serviços, representando pressões sobre os recursos hídricos, em quantidade e qualidade, e sobre o meio ambiente.

Para elaboração da Agenda Marrom, foram consideradas as seguintes variáveis, representadas nos Planos de Informação utilizados para os cruzamentos iniciais em ambiente SIG, classificadas em alto, médio e baixo potencial de gerar pressões sobre os recursos hídricos e sobre o componente ambiental:

- ✓ Demanda de retirada da população total, calculada no presente Diagnóstico (l/s): representa as microbacias que possuem maiores e menores valores de retirada de água para fins de abastecimento humano urbano e rural;
- ✓ Perdas de Água na Rede de Distribuição (m^3/s): representa, por um lado, as microbacias que possuem uso menos sustentável da água para abastecimento urbano, e, por outro, demonstra as microbacias que carecem de investimentos para adequação do serviço de abastecimento de água;
- ✓ Disposição dos resíduos sólidos – número de domicílios com coleta de lixo x número de domicílios sem coleta de lixo x disposição final (classe): representa os riscos potenciais de contaminação do meio ambiente e à saúde pública, considerando não somente a porcentagem dos resíduos coletados, mas também a adequabilidade ambiental do tipo de disposição final;
- ✓ Carga orgânica remanescente associada à população total na microbacia (kg DBO/dia): representa a carga de esgoto doméstico remanescente associada às populações urbana e rural da microbacia, considerando os índices de coleta e tratamento do sistema de esgotamento de cada município, a porcentagem de população atendida por solução individual, bem como a eficiência de remoção de DBO de cada tipo de tratamento (vide itens 4.2.1 e 4.2.2 do presente relatório).

O Quadro 6.3 apresenta a fonte de dados utilizada para cada variável da Agenda Marrom, o critério utilizado para sua espacialização, bem como os critérios para classificação das microbacias. A correlação entre variáveis e componentes está igualmente indicada neste Quadro.

QUADRO 6.3 – AGENDA MARROM - VARIÁVEIS E CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DAS MICROBACIAS

Variável	Componentes	Classificação das Microbacias			Fonte	Critério de Espacialização
		Baixo	Médio	Alto		
Agenda Marrom	Demanda da população total (l/s)	$\leq 0,002$	0,002 - 0,01	$\geq 0,01$	Demanda para abastecimento urbano e rural calculadas no presente Diagnóstico (vide itens 4.1.1 e 4.1.2)	<ul style="list-style-type: none"> - Demanda urbana: manchas urbanas, conforme mapeamento de uso do solo (Instituto SOS PANTANAL et al., 2014), em função da porcentagem da área urbana municipal em cada microbacia; - Demanda rural: setores censitários rurais (IBGE, 2010), em função da porcentagem da área urbana rural em cada microbacia.
	Perdas de Água na Rede de Distribuição (m³/s)	0	0 - 0,1	$\geq 0,1$	<ul style="list-style-type: none"> - Demanda para abastecimento urbano, calculada no presente Diagnóstico (vide item 4.1.1); - Índice de Perdas (%) consideradas no presente Diagnóstico, calculadas com base no SNIS ano-base 2013 (vide item 4.1.1). 	<ul style="list-style-type: none"> - As perdas, em m³/s, foram calculadas multiplicando-se a demanda urbana calculada para cada microbacia com o índice de perdas correspondente; - Os índices de perdas municipais foram atribuídos às microbacias inseridas na mancha urbana de cada município.
	Disposição dos resíduos sólidos: número de domicílios com coleta de lixo x número de domicílios sem coleta de lixo x disposição final (classe)	(Vide Quadro 6.4)			<ul style="list-style-type: none"> - Índice de domicílios com coleta de resíduos sólidos, indicados no Censo Demográfico 2010 (IBGE); - Tipo de disposição final dos resíduos sólido, levantado pelo MMA (2015). 	<ul style="list-style-type: none"> - Índice de coleta: para cada microbacia foi calculado o número de domicílios com coleta de lixo, associando-se o índice de coleta do setor censitário com maior área dentro da microbacia; - Tipo de disposição final: a cada microbacia foi associado o tipo de disposição final do município com maior área dentro da microbacia.
	Carga remanescente de DBO gerada pela população total (Kg DBO/Dia)	$\leq 0,001$	0,001 - 0,02	$\geq 0,02$	Cargas orgânicas remanescentes calculadas para a população urbana e rural no presente Diagnóstico (vide itens 4.2.1 e 4.2.2).	<ul style="list-style-type: none"> - Carga remanescente urbana (ETEs): atribuídas às microbacias em que ocorrem os lançamentos das ETEs; - Carga remanescente urbana - população sem tratamento: espacializadas nas microbacias urbanas, em função da porcentagem da área urbana municipal em cada microbacia; - Carga remanescente rural: espacializadas nas microbacias rurais, em função da porcentagem da área rural municipal em cada microbacia.

Elaboração ENGECORPS, 2017

**QUADRO 6.4 – AGENDA MARROM - CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DAS MICROBACIAS -
DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

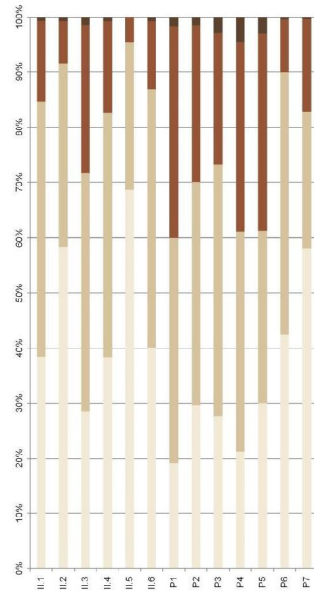
Disposição final	Nº de Domicílios com Lixo Coletado	Nº de Domicílios sem Lixo Coletado		
		≥ 50	5 - 50	≤ 5
Lixão	> 5	Alto	Alto	Alto
	≤ 5	Alto	Alto	Baixo
Aterro Controlado	> 5	Alto	Alto	Médio
	≤ 5	Alto	Alto	Baixo
Aterro Sanitário	-	Alto	Médio	Baixo

Elaboração ENGEORPS, 2017

Nos mapas da Figura 6.11, Figura 6.12 e Figura 6.13, apresenta-se o resultado dos cruzamentos realizados para mapeamento dos níveis de pressão nas microbacias e UPGs, respectivamente, sobre a quantidade dos recursos hídricos, a qualidade das águas e o meio ambiente, no âmbito da Agenda Marrom. São apresentadas as variáveis de entrada, o mapa por microbacia resultante do cruzamento dessas variáveis, e o mapa resumo por UPG, possibilitando comparar as unidades quanto aos seus níveis de pressão sobre os recursos hídricos, no contexto dos componentes quantitativo, qualitativo e ambiental. Da observação dos mapas das figuras acima citadas, verifica-se que:

- ✓ Por apresentar as maiores concentrações populacionais, ou seja, maiores consumos de água para a finalidade de abastecimento humano, as áreas urbanas surgem como regiões críticas no quesito quantitativo relacionado ao saneamento básico, com destaque para a área metropolitana de Cuiabá e Várzea Grande. Quando consideradas os valores médios de cada UPG, sobressaem-se como regiões mais críticas as UPGs P1 - Jauru, P4 – Alto Rio Cuiabá, P5 - São Lourenço e Il.4 Negro;
- ✓ No que diz respeito ao componente qualitativo, as maiores pressões sobre os recursos hídricos encontram-se na porção norte da RH-Paraguai, com destaque para as UPGs de P3 – Alto Paraguai Superior, P4- Alto Rio Cuiabá e P5 – São Lourenço. A variável que tem maior peso neste resultado é a carga remanescente gerada pela população rural e urbana, cabendo destacar que cerca de 75% da população da RH encontra-se no estado de Mato Grosso. Apesar de a carga remanescente gerada pela população rural constituir, de modo geral, uma poluição difusa, pode-se verificar a pressão exercida pelos numerosos assentamentos rurais existentes na região de Corumbá/MS e Ladário/MS;
- ✓ No componente ambiental, verifica-se a existência de áreas críticas nas proximidades dos centros urbanos, na região de planalto e em Corumbá/Ladário, sobretudo em razão do grande número de domicílios que destinam seus resíduos sólidos a lixões - fato que, aliado aos baixos índices de coleta em determinadas regiões, constitui ameaça à conservação ambiental da região.
- ✓ Desta forma, as maiores pressões identificadas no âmbito da Agenda Marrom ocorrem, em sua maioria, nas proximidades dos centros urbanos com maior densidade populacional e elevada deficiência nos sistemas de saneamento (água, esgoto e resíduos sólidos).

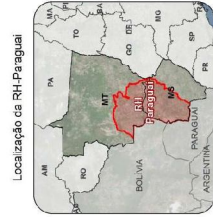
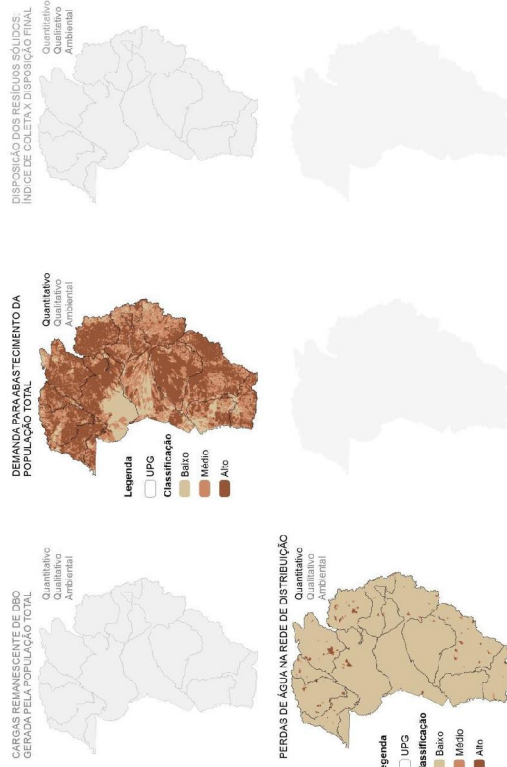
GRAUS DE PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS POR MICROBACIA



PESO NORMALIZADO - AGENDA MARROM

Variáveis	Quantitativo	Qualitativo Ambiental
Carga remanescente de DBO gerada pela população total	-	0,63
Índice de abastecimento da população total	0,71	-
Disposição dos resíduos sólidos: índice de coleta x disposição final	-	0,37
Perdas de Água na Rede de Distribuição	0,29	-

VARIÁVEIS AGENDA MARROM PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS



UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO (UPG)

- II.1 - Correntes
- II.2 - Tejuari
- II.3 - Miranda
- II.4 - Negro
- II.5 - Nabileque
- II.6 - APA
- P1 - Jeuru
- P2 - Alto Paraguai Médio
- P3 - Alto Paraguai Superior
- P4 - Alto Rio Cubatã
- P5 - São Lourenço
- P6 - Correntes - Tejuari
- P7 - Paraguai Pantanal

CRITICIDADE DO COMPONENTE QUANTITATIVO - COMPARAÇÃO ENTRE UPGs

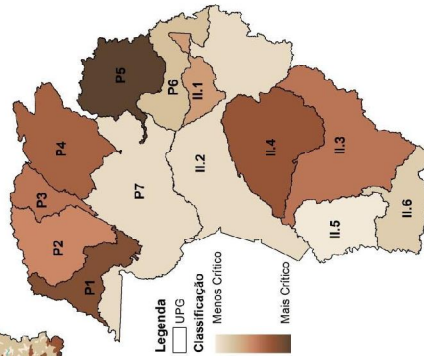
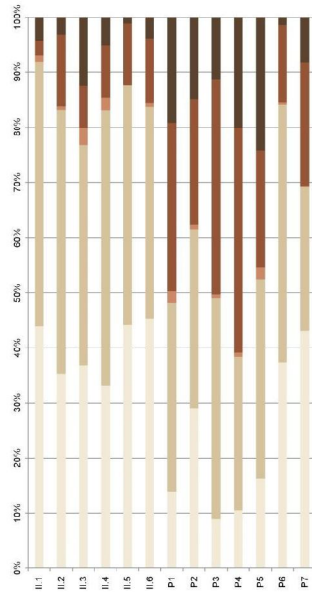


Figura 6.11 – Agenda Marrom – Pressão sobre os Recursos Hídricos – Componente Quantitativo
 Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai – PHH Paraguai
 Produto Parcial PP-02 – Diagnóstico Consolidado da Região Hidrográfica do Rio Paraguai

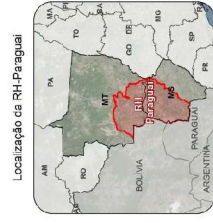
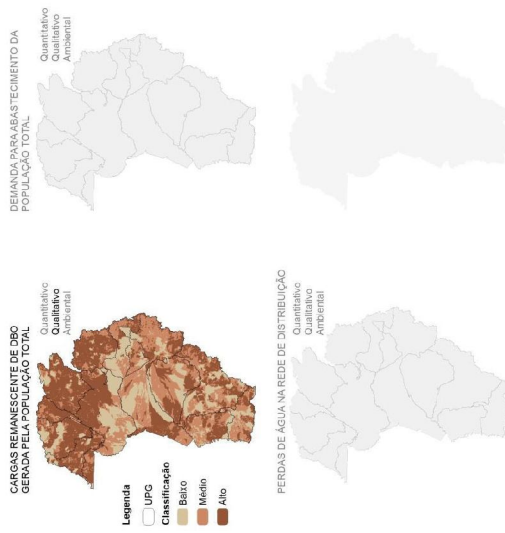
GRAUS DE PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS POR MICROBACIA



PESO NORMALIZADO - AGENDA MARROM

Variáveis	Quantitativo	Qualitativo Ambiental
Carga remanescente de DBO gerada pela população total	-	0,63
Índice de abastecimento da população total	0,71	-
Disposição dos resíduos sólidos: índice de coleta x disposição final	-	0,37
Perdas de água na rede de distribuição	0,29	-

VARIÁVEIS AGENDA MARROM PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS



UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO (UPG)

- II.1 - Correntes
- II.2 - Tejuari
- II.3 - Miranda
- II.4 - Negro
- II.5 - Nabilique
- II.6 - APA
- P1 - Jeuru
- P2 - Alto Paraguai Médio
- P3 - Alto Paraguai Superior
- P4 - Alto Rio Cuatá
- P5 - São Lourenço
- P6 - Correntes - Tejuari
- P7 - Paraguai Pantanal

CRITICIDADE DO COMPONENTE QUALITATIVO - COMPARAÇÃO ENTRE UPGs

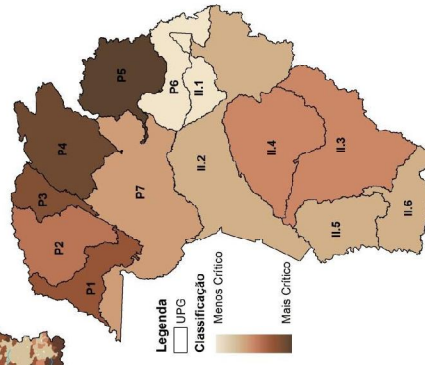


Figura 6.12 - Agenda Marrom – Pressão sobre os Recursos Hídricos – Componente Qualitativo
Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai – PHH Paraguai
Produto Parcial PP-02 – Diagnóstico Consolidado da Região Hidrográfica do Rio Paraguai

GRAUS DE PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS
POR MICROBACIA



PESO NORMALIZADO - AGENDA MARROM

Variáveis	Quantitativo	Qualitativo Ambiental
Carga remanescente de DBO gerada pela população total	-	0,63
Índice de abastecimento da população total	0,71	-
Disposição dos resíduos sólidos: índice de coleta x disposição final	-	0,37
Perdas de água na Rede de Distribuição	0,29	-

VÁRIÁVEIS AGENDA MARROM
PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS



UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO (UPG)

- II.1 - Correntes
- II.2 - Tejuari
- II.3 - Miranda
- II.4 - Negro
- II.5 - Nabileque
- II.6 - APA
- P1 - Jeuru
- P2 - Alto Paraguai Médio
- P3 - Alto Paraguai Superior
- P4 - Alto Rio Cuatá
- P5 - São Lourenço
- P6 - Correntes - Tejuari
- P7 - Paraguai Pantanal

CRITICIDADE DO COMPONENTE AMBIENTAL - COMPARAÇÃO ENTRE UPGs

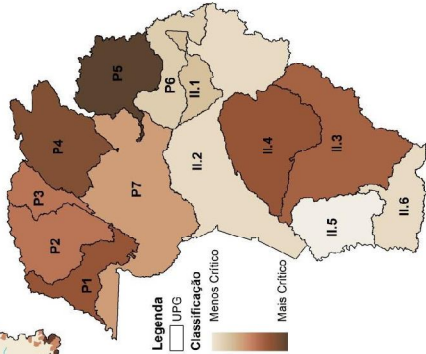


Figura 6.13 - Agenda Marrom – Pressão sobre os Recursos Hídricos – Componente Ambiental

6.2.4 Agenda Cinza – Transporte, Indústria e Geração de Energia

A Agenda Cinza visa avaliar a pressão das atividades industriais (incluindo a mineração), da Hidrovia Paraguai - Paraná e da geração de energia hidrelétrica sobre os recursos hídricos da RH-Paraguai.

Segundo exposto no item 2.4.3.4 do presente Diagnóstico, a RH-Paraguai possui importante polo siderúrgico-mineral, a Morraria do Urucum, região em que se encontra o terceiro maior depósito de minério de ferro do Brasil. Prevê-se significativo crescimento da exploração do potencial mineral desta área, com produção projetada em mais de 34 milhões de ton/ano para 2020.

A geração de energia hidrelétrica também merece destaque na RH-Paraguai, conforme descrito no item 2.4.3.5 deste relatório, possuindo, atualmente, 7 UHEs, 29 PCHs e 11 CGHs em operação. Além disso, há 11 empreendimentos em estágio de construção e estão previstos outros 120 empreendimentos hidrelétricos na RH-Paraguai, dos quais 52 se encontram em estágio de projeto e 68 em estudo.

Outro ponto de destaque na área de estudo é a existência da Hidrovia Paraguai-Paraná, a importância deste eixo na integração política e econômica dos países do Mercosul e seus associados. Conforme item 2.4.3.6 do presente Diagnóstico, os principais grupos de mercadoria atualmente transportados na hidrovia são minérios, mas também são registradas exportação de açúcar e importações de trigo, malte e cevada.

Para elaboração da Agenda Cinza, foram consideradas as seguintes variáveis, representadas nos Planos de Informação utilizados para os cruzamentos iniciais em ambiente SIG, classificadas em alto, médio e baixo potencial de gerar pressões sobre os recursos hídricos e o meio ambiente:

- ✓ Número de empreendimentos hidrelétricos em operação, construção ou estudo (aferido pelo número de empreendimentos hidrelétricos existentes em cada microbacia): representa as pressões decorrentes da presença das hidrelétricas nos recursos hídricos e no meio ambiente;
- ✓ PIB Industrial (mil reais): representa a participação do setor industrial nas microbacias inseridas em um determinado município, refletindo indiretamente a pressão deste setor sobre os recursos hídricos e o meio ambiente;
- ✓ Demanda para abastecimento industrial e mineração (l/s): representa as microbacias que possuem maiores e menores valores de retirada de água para fins de abastecimento industrial e mineração;
- ✓ Retorno das captações para abastecimento industrial (l/s): representa o potencial de produção de cargas poluentes pontuais originadas da atividade industrial;
- ✓ Lavras para mineração em cada microbacia (Km²): representa o potencial de produção de cargas poluentes pontuais originadas da atividade mineradora;

- ✓ Hidrovia Paraguai-Paraná: traçado e portos (classe): representa a pressão que a hidrovia Paraguai-Paraná exerce sobre as microbacias da RH-Paraguai.

O Quadro 6.5 apresenta a fonte de dados utilizada para cada variável da Agenda Cinza, o critério utilizado para sua espacialização, bem como os critérios para classificação das microbacias. A correlação entre variáveis e componentes está igualmente indicada neste Quadro.

QUADRO 6.5 – AGENDA CINZA - VARIÁVEIS E CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DAS MICROBACIAS

Variável	Componentes	Classificação das Microbacias			Fonte	Critério de Especialização
		Baixo	Médio	Alto		
Agenda Cinza	Número de empreendimentos hidrelétricos em operação, construção ou estudo (nº)	0	1	≥ 2	Sistema de Informações Georreferenciais do Setor Elétrico - ANEEL (consulta em janeiro/2017)	Cruzamento da camada de microbacias com a localização dos empreendimentos hidrelétricos.
	PIB Industrial (mil reais)	0	0 - 5.000	≥ 5.000	PIBs Municipais publicados pelo IBGE - ano de referência 2014.	Distribuição do PIB na mancha urbana de cada município, conforme mapeamento de uso do solo (Instituto SOS PANTANAL et al., 2014)
	Demanda para abastecimento industrial e mineração (l/s)	0	0 - 0,1	≥ 0,1	Demanda para abastecimento industrial (outorgas e dados da RAIS 2014) e mineração calculadas no presente Diagnóstico (vide itens 4.1.4 e 4.1.5)	<ul style="list-style-type: none"> - Outorgas Industriais: demanda associada à microbacia em que está localizado o ponto de captação conforme informações da outorga; - Demanda industrial estimada a partir de dados da RAIS 2014: espacialização na mancha urbana de cada município, conforme mapeamento de uso do solo (Instituto SOS PANTANAL et al., 2014); - Demandas de mineração: espacializadas nas áreas de lavra para mineração (SIGMINE).
	Retorno das captações para abastecimento industrial (l/s)	0	0 - 1	≥ 1	Retorno da demanda para abastecimento industrial, considerando a diferença entre retirada e consumo, conforme apresentado no Quadro 4.7.	Retorno considerado nas mesmas microbacias em que ocorrem as respectivas captações.
	Lavras para mineração (km²)	0	0 - 0,5	≥ 0,5	Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE) - Departamento Nacional de Produção Mineral.	Cruzamento da camada de lavras para mineração com a camada de microbacias.
	Hidrovia Paraguai-Paraná: traçado e portos (km)	(Vide Quadro 6.6)			Plano Nacional de Integração Hidroviária – Bacia do Paraguai (ANTAQ, 2013).	Cruzamento da camada de microbacias com as camadas de traçado da hidrovia e de localização dos portos.

Elaboração ENGECORPS, 2017

**QUADRO 6.6 – AGENDA CINZA - CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DAS MICROBACIAS -
HIDROVIA PARAGUAI - PARANÁ**

<i>Hidrovia</i>	<i>Portos</i>	
	<i>Ausência de Portos</i>	<i>Presença de Portos</i>
Inexistência de Hidrovia	Baixo	Baixo
Hidrovia com Navegação Inexpressiva	Baixo	Médio
Hidrovia com Trecho Navegável	Médio	Alto

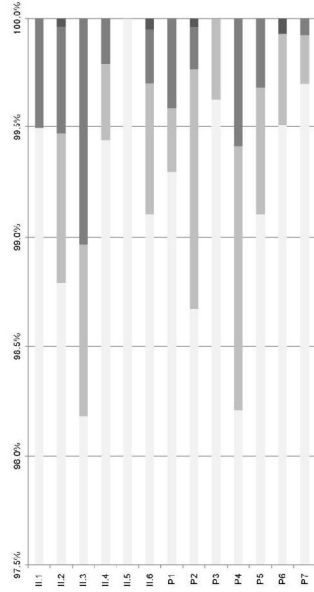
Elaboração ENGEORPS, 2017

Nos mapas da Figura 6.14, Figura 6.15 e Figura 6.16, apresenta-se o resultado dos cruzamentos realizados para mapeamento dos níveis de pressão nas microbacias e UPGs, respectivamente, sobre a quantidade dos recursos hídricos, a qualidade das águas e meio ambiente, no âmbito da Agenda Cinza. São apresentadas as variáveis de entrada, o mapa por microbacia resultante do cruzamento dessas variáveis, e o mapa resumo por UPG, possibilitando comparar as unidades quanto aos seus níveis de pressão sobre os recursos hídricos, no contexto dos componentes quantitativo, qualitativo e ambiental.

Da observação dos mapas das referidas Figuras, verifica-se que:

- ✓ As variáveis relacionadas à atividade industrial e à mineração geram importantes pressões em relação aos aspectos quantitativos dos recursos hídricos nas áreas urbanas e na região de Corumbá/MS e Ladário/MS, na UPG II.2 - Taquari. Ademais, verificam-se diversas áreas com elevada pressão espalhadas na RH-Paraguai, sobretudo nas UPGs II.3 - Miranda e P4 - Alto Rio Cuiabá;
- ✓ A variável que gera a maior pressão sobre o aspecto qualitativo é a presença de lavras de mineração, com destaque para a Morraria do Urucum - no polo minero-siderúrgico de Corumbá e Ladário, para o município de Poconé/MT e pequenas, porém abundantes, áreas na região do planalto mato-grossense (vide Figura 2.21);
- ✓ No aspecto ambiental, sobressai-se a pressão exercida pelas hidrelétricas existentes, em construção ou em estudo/projeto, concentradas nas regiões de cabeceira da RH-Paraguai. Já a hidrovia Paraguai-Paraná apresenta maior pressão na planície pantaneira, região que apresenta maior número de trechos navegáveis, em razão do relevo mais plano e da maior disponibilidade hídrica acumulada;
- ✓ No contexto da Agenda Cinza, as maiores pressões sobre os recursos hídricos e o meio ambiente encontram-se dispersas ao longo do território da região hidrográfica, porém ocorrem de maneira pontual em um número limitado de microbacias.

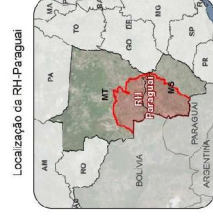
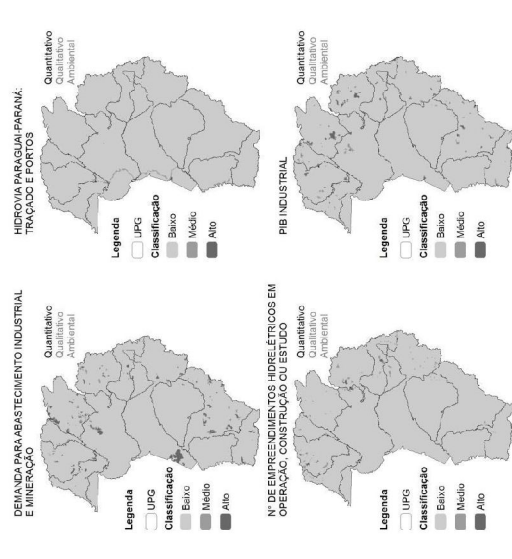
GRAUS DE PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS POR MICROBACIA



PESO NORMALIZADO - AGENDA CINZA

Variáveis	Quantitativo	Qualitativo Ambiental
Cinza (Transporte, Indústria & Energia)	0.35	-
Demanda para abastecimento industrial e mineração	0.21	0.06
Hidrovia Paraguai-Paraná: traçado e portos	0.21	0.24
Nº de empreendimentos hidrelétricos em operação, construção ou estudo	0.28	0.09
PIE Industrial	0.16	0.63
Retorno das captações para abastecimento industrial	0.28	0.13

VARIÁVEIS AGENDA CINZA PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS



UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO (UPG)

- II.1 - Correntes
- II.2 - Tejuari
- II.3 - Miranda
- II.4 - Negro
- II.5 - Nabileque
- II.6 - APA
- P1 - Jeuru
- P2 - Alto Paraguai Médio
- P3 - Alto Paraguai Superior
- P4 - Alto Rio Cuatá
- P5 - São Lourenço
- P6 - Correntes - Tejuari
- P7 - Paraguai Pantanal

CRITICIDADE DO COMPONENTE QUANTITATIVO - COMPARAÇÃO ENTRE UPGs

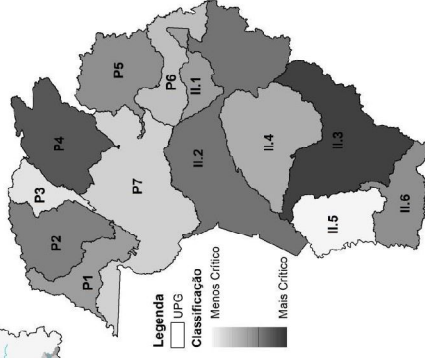
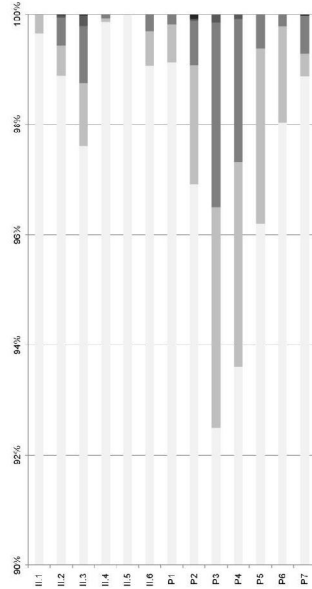


Figura 6.14 – Agenda Cinza–Pressão sobre os Recursos Hídricos – Componente Quantitativo
Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai – PHH Paraguai
Produto Parcial PP-02 – Diagnóstico Consolidado da Região Hidrográfica do Rio Paraguai

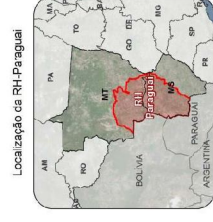
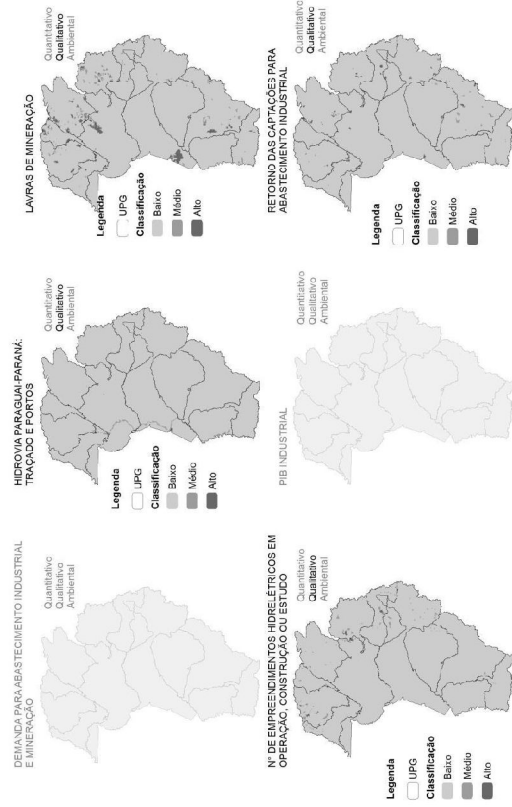
GRAUS DE PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS POR MICROBACIA



PESO NORMALIZADO - AGENDA CINZA

Variáveis	Quantitativo	Qualitativo Ambiental
Demanda para abastecimento industrial e mineração	0,35	-
Hidrovia Paraguai-Paraná: tráfego e portos	0,21	0,08
Nº de empreendimentos hidrelétricos em operação, construção ou estudo	0,28	0,09
PIB Industrial	0,16	0,13
Retorno das captações para abastecimento industrial	-	0,28

VARIÁVEIS AGENDA CINZA PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS



UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO (UPG)

- II.1 - Correntes
- II.2 - Tejuari
- II.3 - Miranda
- II.4 - Negro
- II.5 - Nabileque
- II.6 - APA
- P1 - Jeuru
- P2 - Alto Paraguai Médio
- P3 - Alto Paraguai Superior
- P4 - Alto Rio Cuatá
- P5 - São Lourenço
- P6 - Correntes - Tejuari
- P7 - Paraguai Pantanal

CRITICIDADE DO COMPONENTE QUALITATIVO- COMPARAÇÃO ENTRE UPGs

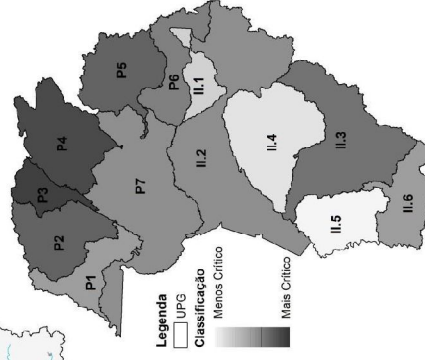
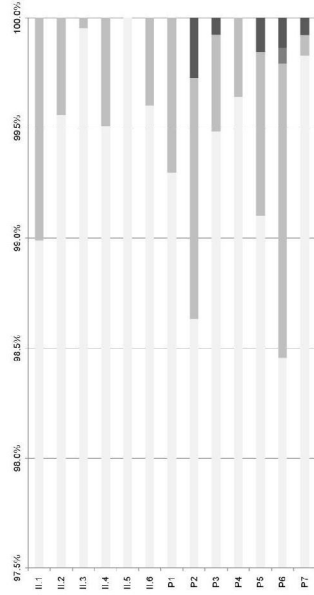


Figura 6.15 – Agenda Cinza-Pressão sobre os Recursos Hídricos – Componente Qualitativo
Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai – PHH Paraguai
Produto Parcial PP-02 – Diagnóstico Consolidado da Região Hidrográfica do Rio Paraguai

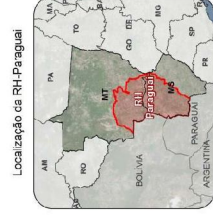
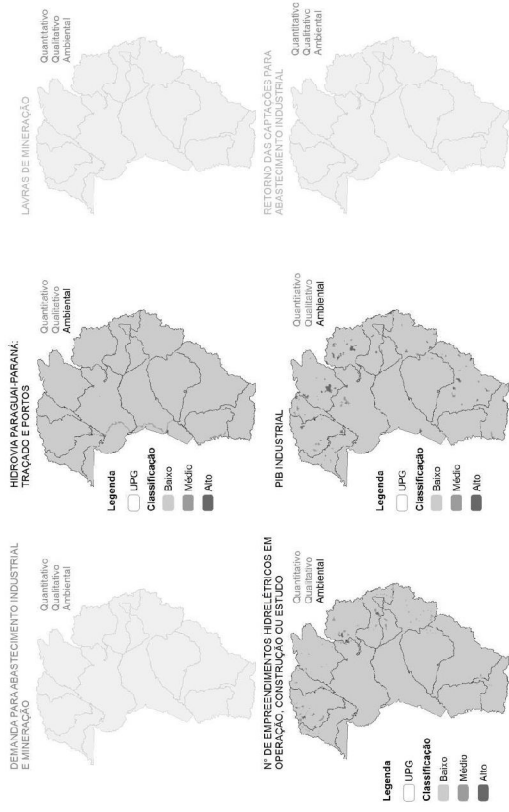
GRAUS DE PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS POR MICROBACIA



PESO NORMALIZADO - AGENDA CINZA

Variáveis	Quantitativo	Qualitativo Ambiental
Cinza (Transporte, Indústria & Energia)	0,35	-
Demanda para abastecimento industrial e mineração	0,21	0,06
Hidrovia Paraguai-Paraná: tráfego e portos	0,21	0,06
Nº de empreendimentos hidrelétricos em operação, construção ou estudo	0,28	0,09
PIB Industrial	0,16	0,13
Retorno das captações para abastecimento industrial	-	0,28

VARIÁVEIS AGENDA CINZA PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS



UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO (UPG)

- II.1 - Correntes
- II.2 - Tejuari
- II.3 - Miranda
- II.4 - Negro
- II.5 - Nabileque
- II.6 - APA
- P1 - Jeuru
- P2 - Alto Paraguai Médio
- P3 - Alto Paraguai Superior
- P4 - Alto Rio Cuatá
- P5 - São Lourenço
- P6 - Correntes - Tejuari
- P7 - Paraguai Pantanal

CRITICIDADE DO COMPONENTE AMBIENTAL - COMPARAÇÃO ENTRE UPGs

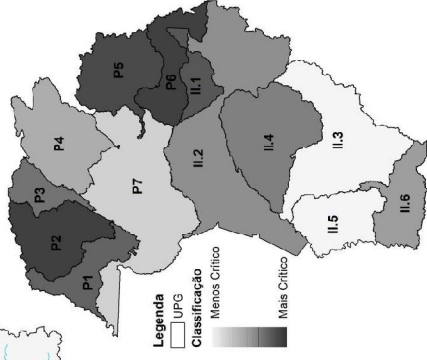


Figura 6.16 – Agenda Cinza-Pressão sobre os Recursos Hídricos – Componente Ambiental
Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai – PHH Paraguai
Produto Parcial PP-02 – Diagnóstico Consolidado da Região Hidrográfica do Rio Paraguai

6.2.5 Agenda Lilás - Pesca e Turismo

A Agenda Lilás priorizou a agregação de dados e mapas dirigidos à avaliação da pressão das atividades de pesca e turismo sobre os recursos hídricos da RH-Paraguai, dada sua importância para a dinâmica econômica local e para sobrevivência dos povos e comunidades tradicionais ligados à pesca.

Para a elaboração desta Agenda, foram consideradas as seguintes variáveis, representadas nos Planos de Informação utilizados para os cruzamentos iniciais em ambiente SIG, classificadas em alto, médio e baixo potencial de gerar pressões sobre os recursos hídricos e o meio ambiente:

- ✓ População associada à pesca – população indígena e pescadores artesanais e industriais (nº): representa a pressão da pesca sobre os recursos hídricos e o meio ambiente;
- ✓ Número de trabalhadores relacionados ao turismo (nº): representa a pressão das atividades turísticas sobre os recursos hídricos e o meio ambiente.

O Quadro 6.7 apresenta a fonte de dados utilizada para cada variável da Agenda Lilás, o critério utilizado para sua espacialização, bem como os critérios para classificação das microbacias. A correlação entre variáveis e componentes está igualmente indicada neste Quadro.

QUADRO 6.7 – AGENDA LILÁS - VARIÁVEIS E CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DAS MICROBACIAS

Variável	Componentes	Classificação das Microbacias			Fonte	Critério de Especialização
		Baixo	Médio	Alto		
Agenda Lilás	População associada à pesca – população indígena e pescadores artesanais e industriais (nº)	0	0 - 5	≥ 5	- População Indígena por Terra Indígena: IBCE, 2010; - Pescadores artesanais e industriais: Sistema Informatizado do RGP – SisRGP, módulo integrante do SINPESQ.	- Distribuição da população indígena nas microbacias, em função da área da microbacia inserida em cada Terra Indígena; - Distribuição do número de pescadores por município nas microbacias associadas aos rios principais, exceto trechos de rios inseridos em terras indígenas.
	Número de trabalhadores relacionados ao turismo (nº)	0	1	≥ 2	Trabalhadores inscritos na RAIS 2015, considerando as seguintes classes do CNAE 2.0: - 79 Agências de Viagens, Operadores Turísticos e Serviços de Reservas; - 55.1 Hotéis e similares; - 559 Outros tipos de alojamento não especificados anteriormente; - 910 Atividades ligadas ao patrimônio cultural e ambiental.	Distribuição do número de trabalhadores relacionado ao turismo na área municipal, excetuando-se as terras indígenas.

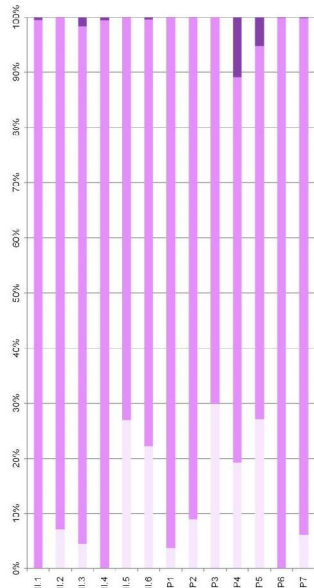
Elaboração ENGECORPS, 2017

Nos mapas da Figura 6.17, Figura 6.18 e Figura 6.19, apresenta-se o resultado dos cruzamentos realizados para mapeamento dos níveis de pressão nas microbacias e UPGs, respectivamente, sobre a quantidade dos recursos hídricos, a qualidade das águas e o meio ambiente, no âmbito da Agenda Lilás. São apresentadas as variáveis de entrada, o mapa por microbacia resultante do cruzamento dessas variáveis, e o mapa resumo por UPG, possibilitando comparar as unidades quanto aos seus níveis de pressão sobre os recursos hídricos, no contexto dos componentes quantitativo, qualitativo e ambiental.

Da observação dos mapas das figuras supracitadas, verifica-se que:

- ✓ Na RH-Paraguai, destacam-se como municípios de maior expressividade turística Cuiabá/MT e Várzea Grande/MT, Bonito/MS, Rondonópolis/MT, entre outros, onde se verificam as maiores pressões sobre o componente quantitativo. Há de se considerar, ainda, que o consumo de água para abastecimento humano pode variar expressivamente ao longo dos meses em função do afluxo de turistas à região, atingindo valores mais elevados na alta temporada;
- ✓ Juntamente com o turismo, a pesca - exercida nas modalidades de subsistência (populações ribeirinhas e população indígena), profissional-artesanal (colônias, associações e federações estaduais), profissional-industrial e amadora/esportiva (turismo) - constitui importante atividade realizada na RH-Paraguai, sobretudo na planície do Pantanal, estando intrinsecamente relacionada à conservação ambiental e à qualidade da água. Deste modo, destacam-se como regiões mais críticas, nos aspectos qualitativo e ambiental, as microbacias próximas aos principais rios da região, localizadas principalmente no bioma Pantanal. Quando considerados os valores médios de cada UPG, sobressaem-se como regiões mais críticas as UPGs II.1 Correntes, II.4 Negro e II.5 Nabileque;
- ✓ No contexto da Agenda Lilás, verifica-se que as UPGs II.1 Correntes e II.4 Negro aparecem como as mais críticas nos três componentes analisados.

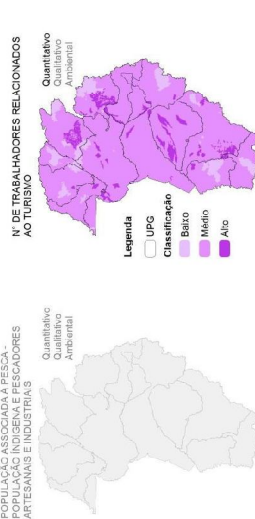
GRAUS DE PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS POR MICROBACIA



PESO NORMALIZADO - AGENDA LILÁS

Lilás (Pescaria e Turismo)	Variáveis			
	Quantitativo	Qualitativo	Ambiental	
	População associada à pesca - população indígena e pescadores artesanais e industriais	-	0,55	0,52
	Nº de trabalhadores relacionados ao turismo	1	0,45	0,48

VARIÁVEIS AGENDA LILÁS
PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS



UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO (UPG)

- II.1 - Correntes
- II.2 - Tejuari
- II.3 - Miranda
- II.4 - Negro
- II.5 - Nabileque
- II.6 - APA
- P1 - Jeuru
- P2 - Alto Paraguai Médio
- P3 - Alto Paraguai Superior
- P4 - Alto Rio Cuatá
- P5 - São Lourenço
- P6 - Correntes - Tejuari
- P7 - Paraguai Pantanal

CRITICIDADE DO COMPONENTE QUANTITATIVO - COMPARAÇÃO ENTRE UPGs

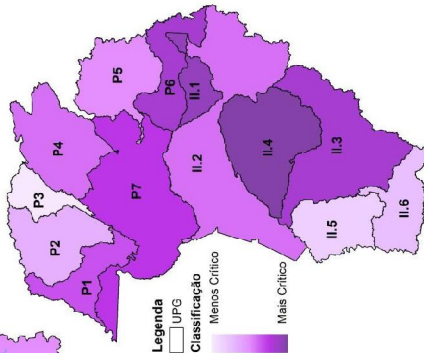
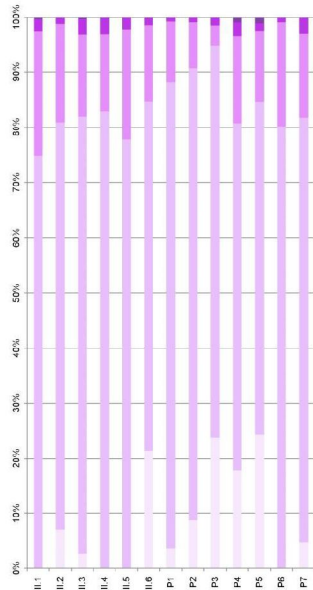


Figura 6.17 – Agenda Lilás – Pressão sobre os Recursos Hídricos – Componente Quantitativo
Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai – PHH Paraguai
Produto Parcial PP-02 – Diagnóstico Consolidado da Região Hidrográfica do Rio Paraguai

GRAUS DE PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS
POR MICROBACIA

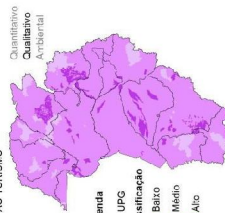


PESO NORMALIZADO - AGENDA LILÁS

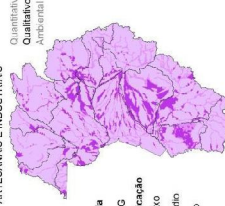
Lilás (Pescaria e Turismo)	Variáveis		Qualitativo	Ambiental
	Quantitativo	Qualitativo		
Lilás (Pescaria e Turismo)	População associada à pesca - população indígena e pescadores artesanais e industriais	-	0,55	0,52
	Nº de trabalhadores relacionados ao turismo	1	0,45	0,48

VARIÁVEIS AGENDA LILÁS
PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS

Nº DE TRABALHADORES RELACIONADOS AO TURISMO



POPULAÇÃO ASSOCIADA À PESCA - POPULAÇÃO INDÍGENA E PESCADORES ARTESANAS E INDUSTRIAIS



UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO (UPG)

- II.1 - Correntes
- II.2 - Tejuari
- II.3 - Miranda
- II.4 - Negro
- II.5 - Nabileque
- II.6 - APA
- P1 - Jeuru
- P2 - Alto Paraguai Médio
- P3 - Alto Paraguai Superior
- P4 - Alto Rio Cuatá
- P5 - São Lourenço
- P6 - Correntes - Tejuari
- P7 - Paraguai Pantanal

CRITICIDADE DO COMPONENTE QUALITATIVO - COMPARAÇÃO ENTRE UPGs

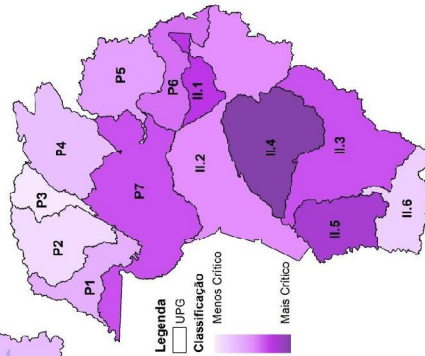
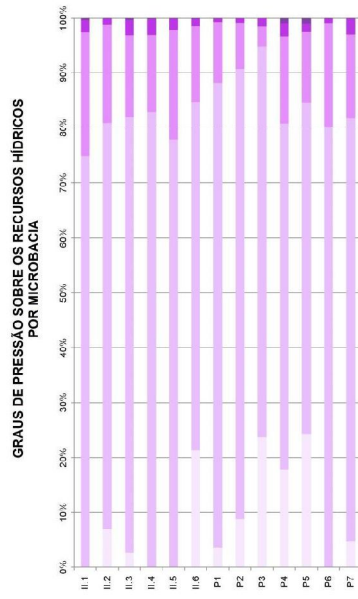


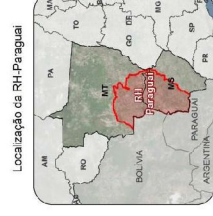
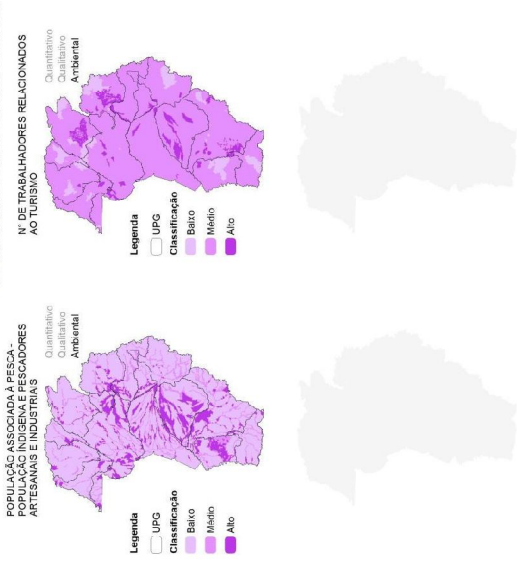
Figura 6.18 – Agenda Lilás – Pressão sobre os Recursos Hídricos – Componente Qualitativo
Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai – PHH Paraguai
Produto Parcial PP-02 – Diagnóstico Consolidado da Região Hidrográfica do Rio Paraguai



PESO NORMALIZADO - AGENDA LILÁS

Variáveis	Quantitativo	Qualitativo	Ambiental
Lilás (Pescaria e Turismo)			
População associada à pesca - população indígena e pescadores artesanais e industriais	-	0,55	0,52
Nº de trabalhadores relacionados ao turismo	1	0,45	0,48

VARIÁVEIS AGENDA LILÁS
PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS



- UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO (UPG)**
- II.1 - Correntes
 - II.2 - Tejuari
 - II.3 - Miranda
 - II.4 - Negro
 - II.5 - Nabileque
 - II.6 - APA
 - P1 - Jeuru
 - P2 - Alto Paraguai Médio
 - P3 - Alto Paraguai Superior
 - P4 - Alto Rio Cuatá
 - P5 - São Lourenço
 - P6 - Correntes - Tejuari
 - P7 - Paraguai Pantanal

CRITICIDADE DO COMPONENTE AMBIENTAL - COMPARAÇÃO ENTRE UPGs

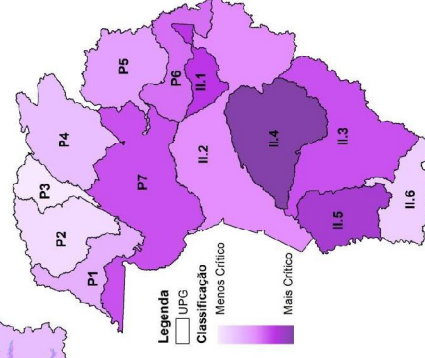


Figura 6.19 – Agenda Lilás – Pressão sobre os Recursos Hídricos – Componente Ambiental
Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai – PHH Paraguai
Produto Parcial PP-02 – Diagnóstico Consolidado da Região Hidrográfica do Rio Paraguai

6.2.6 Agenda Azul – Recursos Hídricos

A Agenda Azul, que aborda questões relacionadas diretamente com os recursos hídricos, assume papel relevante no contexto do presente Diagnóstico Consolidado, uma vez que se reporta de modo direto e específico aos estudos sobre disponibilidades e demandas hídricas quanti-qualitativas realizados no contexto do presente Diagnóstico.

Para elaboração da Agenda Azul, foram consideradas as seguintes variáveis, representadas nos Planos de Informação utilizados para os cruzamentos iniciais em ambiente SIG, classificadas em alto, médio e baixo potencial de gerar pressões sobre os recursos hídricos:

- ✓ Relação Demanda Hídrica/ Disponibilidade Hídrica (%): representa a pressão das demandas hídricas superficiais sobre as microbacias;
- ✓ Relação Cargas Remanescentes de DBO/ Vazão Média de Longo Termo (mg/L): quantifica a pressão das cargas remanescentes de DBO sobre as microbacias.

O Quadro 6.8 apresenta a fonte de dados utilizada para cada variável da Agenda Azul, o critério utilizado para sua espacialização, bem como os critérios para classificação das microbacias. A correlação entre variáveis e componentes está igualmente indicada neste Quadro.

QUADRO 6.8 – AGENDA AZUL - VARIÁVEIS E CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DAS MICROBACIAS

Agenda Azul	Variável	Componentes	Classificação das Microbacias			Fonte	Critério de Especialização
			Baixo	Médio	Alto		
	Relação Demanda Hídrica/ Disponibilidade Hídrica (%)	Quantitativo	≤ 5	5 - 50	≥ 50	Resultado do aplicativo de balanço hídrico quantitativo desenvolvido pela ANA, considerando como dados de entrada as demandas hídricas superficiais apresentadas no item 4.1 do presente Diagnóstico, e a disponibilidade hídrica indicada no item 3.2.1.	Resultados individualizados por microbacia.
	Relação Cargas Remanescentes de DBO/ Vazão Média de Longo Termo (mg/L)	Qualitativo	≤ 1	1- 10	≥ 10	- Cargas orgânicas remanescentes estimadas no item 4.2 do presente Diagnóstico; - Vazão média de longo termo indicada no item 3.2.1 do presente Diagnóstico.	Resultados individualizados por microbacia.

Elaboração ENGECORPS, 2017

Nos mapas da Figura 6.20 e da Figura 6.21, apresenta-se o resultado dos cruzamentos realizados para mapeamento dos níveis de pressão nas microbacias e UPGs, respectivamente, sobre a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos, no âmbito da Agenda Azul. São apresentadas as variáveis de entrada, o mapa por microbacia resultante do cruzamento dessas variáveis, e o mapa resumo por UPG, possibilitando comparar as unidades quanto aos seus níveis de pressão sobre os recursos hídricos, no contexto dos componentes quantitativo e qualitativo.

Da observação dos mapas das figuras acima citadas, verifica-se que:

- ✓ No que diz respeito ao componente quantitativo, observam-se importantes manchas de pressão sobre os recursos hídricos nas seguintes regiões:
 - Na porção norte das UPGs P7 - Paraguai - Pantanal e II.5 -Nabileque e nas cabeceiras da UPG II.4 Negro, em decorrência da baixa disponibilidade hídrica somada à elevada demanda para dessedentação animal;
 - Na UPG II.1 - Correntes, nas proximidades de Sonora, em razão da importante demanda para irrigação verificada na região;
 - No polo minero-siderúrgico de Corumbá e Ladário, na UPG II.2 - Taquari;
 - Na região central da UPG II.6 - Apa, sobretudo, em função da baixa disponibilidade hídrica.
- ✓ As pressões sobre o componente qualitativo ocorrem de maneira mais dispersa, com as maiores concentrações sendo verificadas nas regiões de cabeceira da bacia, em razão das baixas disponibilidades hídricas aliadas, sobretudo, a importantes cargas remanescentes oriundas dos rebanhos animais criados de forma extensiva na RH-Paraguai. Merece destaque também a carga urbana remanescente na região metropolitana de Cuiabá e Várzea Grande;
- ✓ Quando considerados os valores médios de cada UPG, de modo geral, pressões mais significativas decorrentes da Agenda Azul sobre os recursos hídricos são encontradas na vertente sul-matrogrossense, tanto no componente qualitativo como no quantitativo.

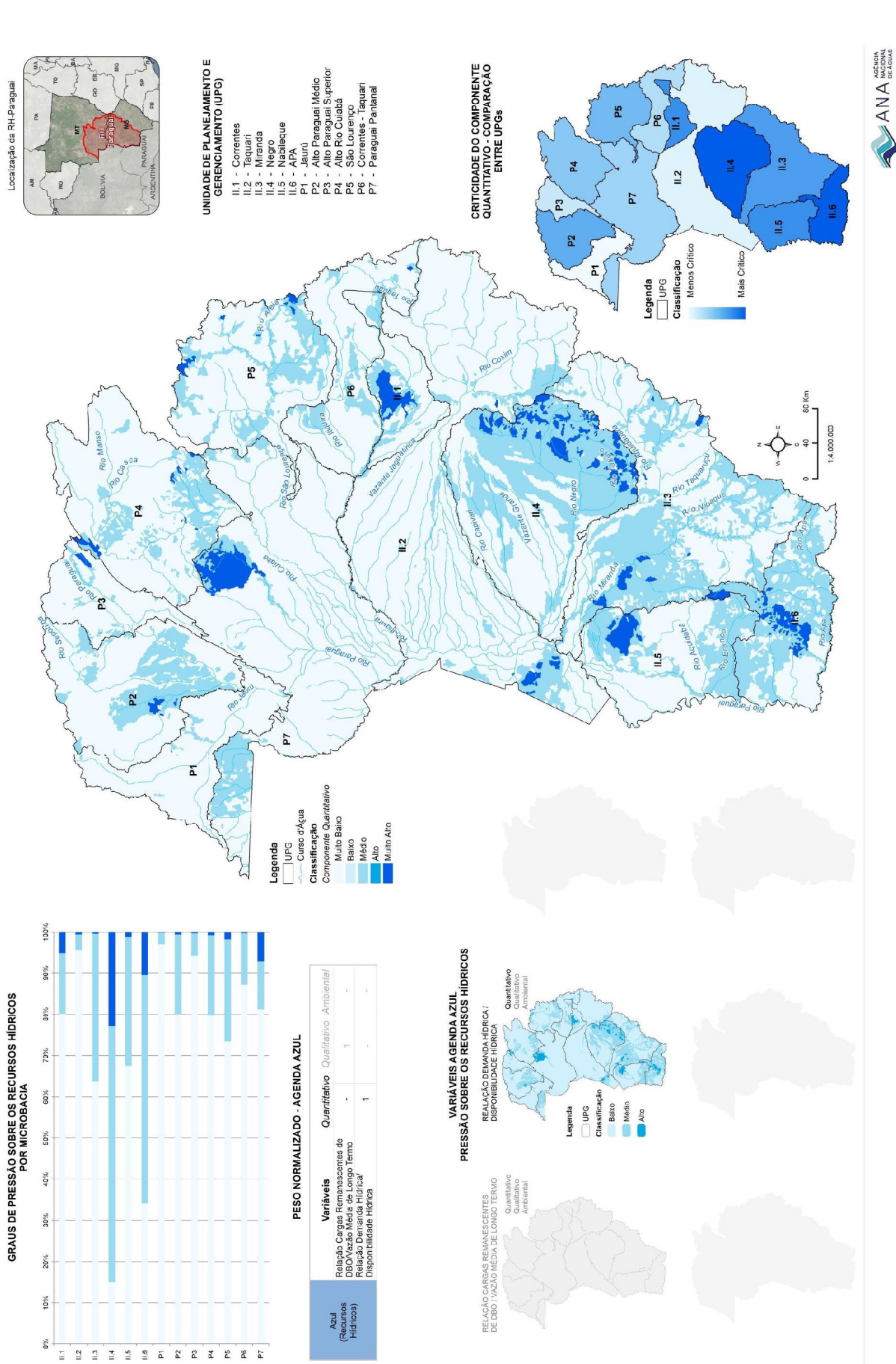
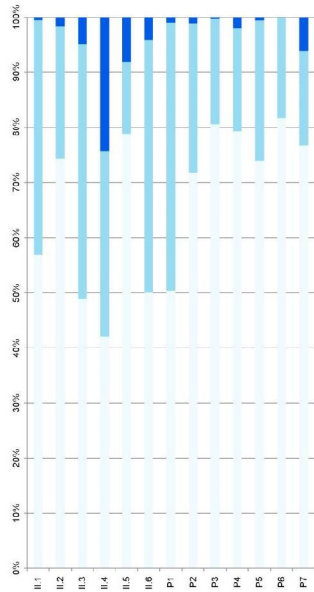


Figura 6.20 - Agenda Azul – Pressão sobre os Recursos Hídricos – Componente Quantitativo

Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai – PHH Paraguai

Produto Parcial PP-02 – Diagnóstico Consolidado da Região Hidrográfica do Rio Paraguai

GRAUS DE PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS POR MICROBACIA



PESO NORMALIZADO - AGENDA AZUL

Azul (Recursos Hídricos)	Variáveis		
	Relação Cargas Remanescentes da DBO/Vazão Média de Longo Tempo	Relação Demanda Hídrica/Disponibilidade Hídrica	Quantitativo
			Qualitativo Ambiental
			1
			1

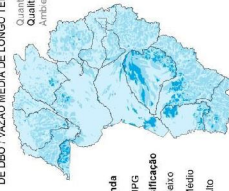
VARIÁVEIS AGENDA AZUL
PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS

RELAÇÃO CARGAS REMANESCENTES DE DBO/VAZÃO MÉDIA DE LONGO TERMO

Quantitativo Qualitativo Ambiental

RELAÇÃO DEMANDA HÍDRICA/ DISPONIBILIDADE HÍDRICA

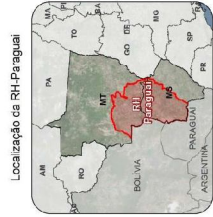
Quantitativo Qualitativo Ambiental



Legenda
UPG
Classificação
Baixo
Médio
Alto



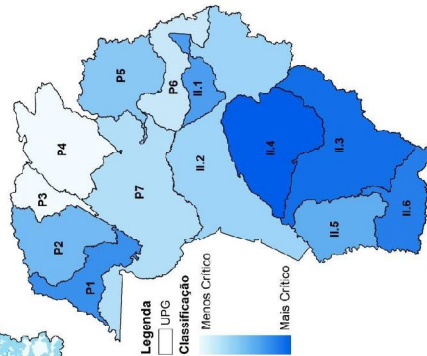
Legenda
UPG
Classificação
Baixo
Médio
Alto



UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO (UPG)

- II.1 - Correntes
- II.2 - Taquari
- II.3 - Miranda
- II.4 - Negro
- II.5 - Nablisque
- II.6 - APA
- P1 - Jeuru
- P2 - Alto Paraguaí Médio
- P3 - Alto Paraguaí Superior
- P4 - Alto Rio Cuatá
- P5 - São Lourenço
- P6 - Correntes - Taquari
- P7 - Paraguaí Pantanal

CRITICIDADE DO COMPONENTE QUALITATIVO - COMPARAÇÃO ENTRE UPGs



Legenda
UPG
Classificação
Menos Crítico
Mais Crítico



Figura 6.21 - Agenda Azul – Pressão sobre os Recursos Hídricos – Componente Qualitativo

6.2.7 Síntese das Agendas Temáticas por Microbacias e UPGs

Segundo referido nos itens 6.1.4 e 6.1.5, as etapas metodológicas 4 e 5 para construção das Agendas Temáticas consistiram na elaboração de mapas-síntese para as microbacias e UPGs, considerando a integração de todas as variáveis que foram utilizadas para tratar as pressões sobre os recursos hídricos, nos componentes quantitativo e qualitativo, e no aspecto ambiental.

Os critérios para classificação das microbacias de acordo com as variáveis atribuídas a cada componente estão descritos no Quadro 6.9, para os componentes quantitativo, qualitativo e ambiental. Os resultados obtidos estão apresentados na Figura 6.22, Figura 6.23 e Figura 6.24.

QUADRO 6.9 - SÍNTESE DAS AGENDAS - CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS QUANTO AO GRAU DA PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE – COMPONENTES QUANTITATIVO, QUALITATIVO E AMBIENTAL

Agendas	Variáveis	Peso		
		Quantitativo	Qualitativo	Ambiental
Agenda Laranja (Agropecuária)	Demanda para irrigação (l/s)	0,09	-	-
	Uso do solo para agricultura (km ²)	-	0,08	-
	Demanda para dessedentação animal (l/s)	0,12	-	-
	Número de animais de grande porte: bovinos + bubalinos + equinos (nº cabeças)	-	0,13	-
	PIB Agropecuário (mil reais)	0,03	-	0,02
	Potencial de Produção de Sedimentos (ton/Km ² .ano)	-	0,14	0,03
Agenda Verde (Conservação Ambiental)	Cobertura vegetal suprimida (% área)	0,05	0,04	0,16
	Cobertura vegetal suprimida em áreas de proteção: UCs, TIs, APCBs e APPs (% área)	0,06	0,04	0,22
	Áreas antropizadas em APCBs Aquáticas (% área):	-	0,03	0,12
	Focos de calor - julho/2012 a julho/2014 (nº/Km ²)	-	0,02	0,02
Agenda Marrom (Saneamento Básico)	Demanda da população total (l/s)	0,15	-	-
	Perdas de Água na Rede de Distribuição (m ³ /s)	0,06	-	-
	Disposição dos resíduos sólidos: índice de coleta x disposição final (classe)	-	0,05	0,04
	Carga remanescente de DBO gerada pela população total (Kg DBO/Dia)	-	0,08	-
Agenda Cinza (Transporte, Indústria e Energia)	Número de empreendimentos hidrelétricos em operação, construção ou estudo (Nº)	0,05	0,01	0,07
	PIB Industrial (mil reais)	0,03	-	0,02
	Demanda para abastecimento industrial e mineração (l/s)	0,07	-	-
	Retorno das captações para abastecimento industrial (l/s)	-	0,04	-
	Lavras para mineração (km ²)	-	0,09	-
Agenda Lilás (Pesca e Turismo)	Hidrovia Paraguai-Paraná: traçado e portos (km)	0,04	0,01	0,03
	População associada à pesca – população indígena e pescadores artesanais e industriais (Nº)	-	0,02	0,14
Agenda Azul (Recursos Hídricos)	Número de trabalhadores relacionados ao turismo (Nº)	0,05	0,02	0,13
	Relação Demanda Hídrica/ Disponibilidade Hídrica (%)	0,20	-	-
Agenda Azul (Recursos Hídricos)	Relação Cargas Remanescentes de DBO/ Vazão Média de Longo Termo (mg/L)	-	0,20	-

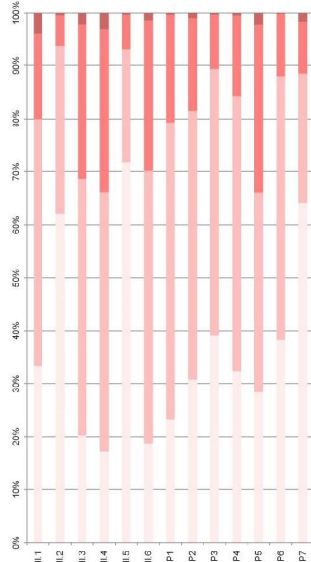
Elaboração ENGECORPS, 2017

Da análise da Figura 6.22 e da Figura 6.24 observa-se que, no que diz respeito ao três componentes de pressão - sobre os recursos hídricos e sobre o meio ambiente, as áreas críticas concentram-se: (i) na região de planalto, com destaque para as UPGs II.1 – Correntes, II.3 Miranda e P5 - São Lourenço, UPGs que abrangem a região das cabeceiras do rio Paraguai no estado de Mato Grosso; e (ii) na região do polo minero-siderúrgico de Corumbá/MS e Ladário/MS, situado na planície Pantaneira.

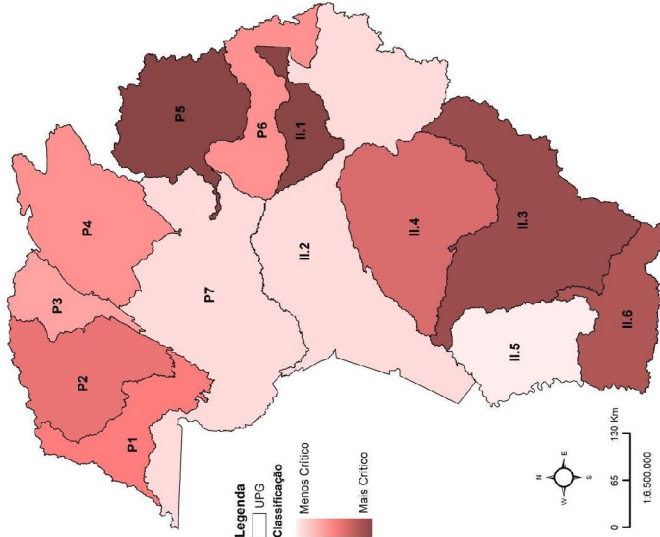
No que diz respeito aos recursos hídricos, as pressões são decorrentes sobretudo dos principais usos consuntivos e, ao mesmo tempo, geradores de cargas poluentes, representados pelas variáveis consideradas nas Agendas Laranja e Marrom (agroindústria e abastecimento humano, concentrados principalmente no planalto) e também na Agenda Cinza, em função do polo minero-siderúrgico de Corumbá/Ladário (onde também são relevantes as demandas agroindustriais e de abastecimento humano).

Quando considerado o aspecto ambiental, as pressões são decorrentes, principalmente, das variáveis consideradas nas Agendas Verde (Conservação Ambiental) e Lilás (Pesca e Turismo). Na região da planície, destacam-se a presença de áreas protegidas e bacias críticas para conservação dos ecossistemas aquáticos em melhor estado de conservação do que àquelas existentes no planalto. Ressalta-se também a importância socioeconômica da pesca para os povos e comunidades tradicionais na planície pantaneira.

GRAUS DE PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS POR MICROBACIA

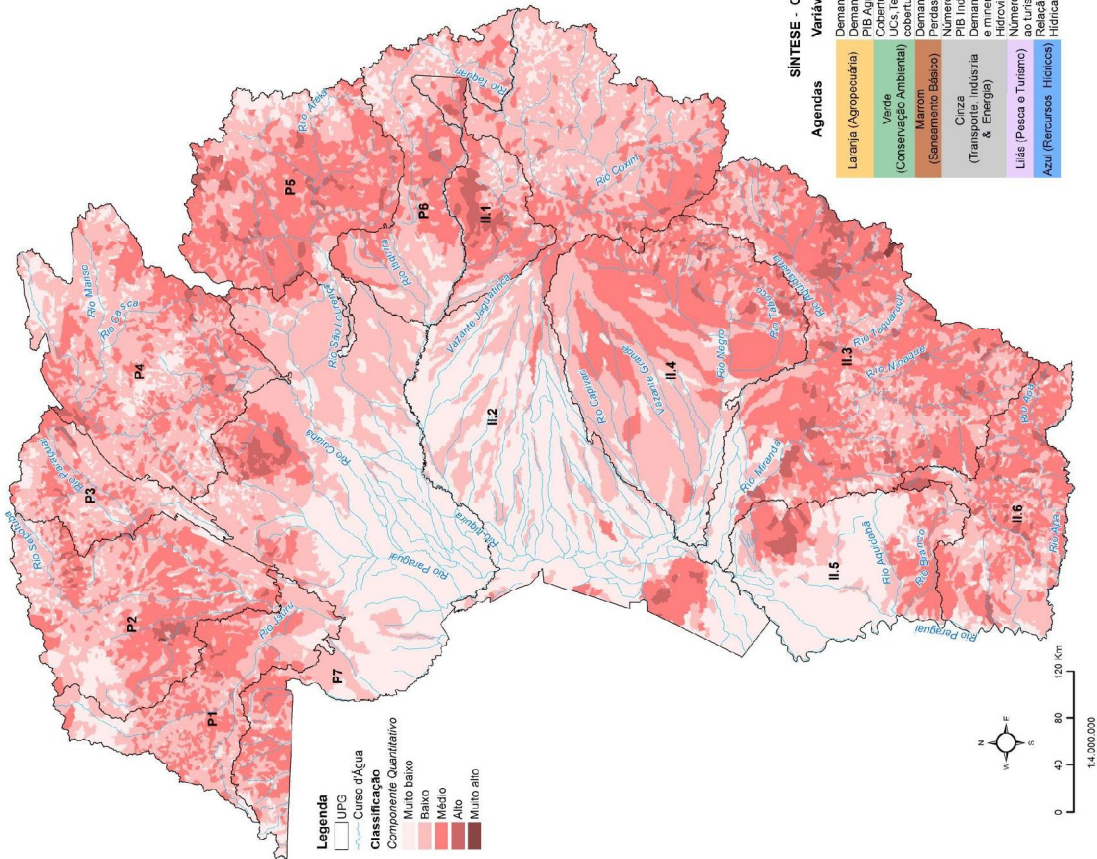


CRITICIDADE DO COMPONENTE QUANTITATIVO - COMPARAÇÃO ENTRE UPGs



UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO (UPG)

- II.1 - Correntes
- II.2 - Taquari
- II.3 - Miranda
- II.4 - Negro
- II.5 - Nabileque
- II.6 - APA
- P1 - Jeuru
- P2 - Alto Paraguri Médio
- P3 - Alto Paraguri Superior
- P4 - Alto Rio Cuaiabá
- P5 - São Lourenço
- P6 - Correntes - Taquari
- P7 - Paraguri Pantanal



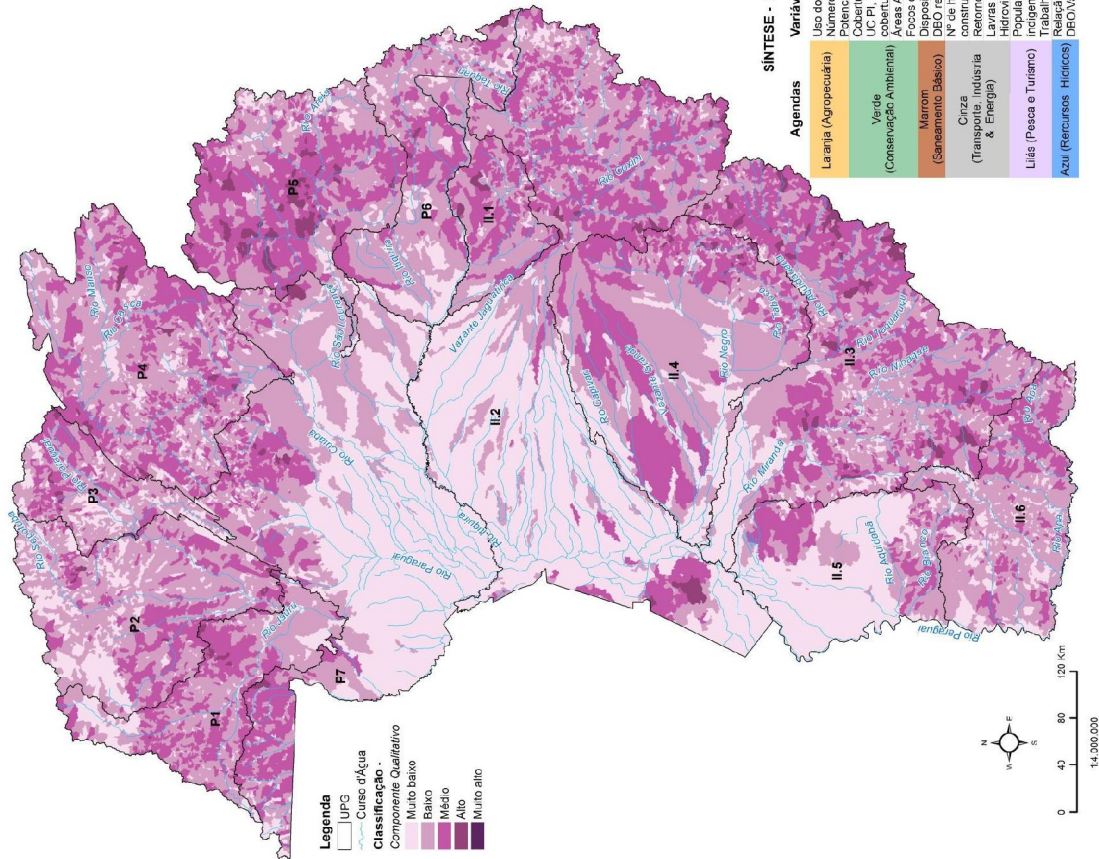
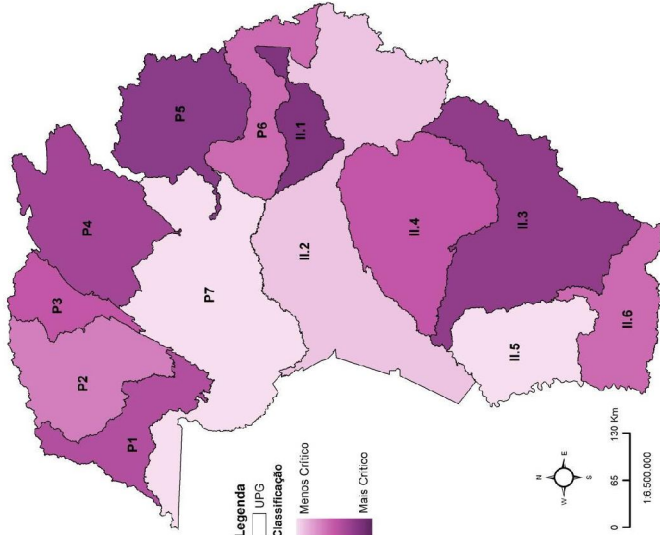
SÍNTESE - COMPONENTE QUANTITATIVO		
Agendas	Variáveis	Peso normalizado
Laranja (Agropecuária)	Demanda para irrigação	0,09
	Demanda para dessedentação animal	0,12
	Cobertura vegetal suprimida	0,03
	UCs, terra indígenas, APICs e APPs com cobertura vegetal suprimida	0,08
Verde (Conservação Ambiental)	Demanda para abastecimento da população total	0,15
	Perdas de Água na Rede de Distribuição	0,06
	Número de empreendimentos hidrelétricos	0,05
	Demanda para abastecimento industrial e mineração	0,07
Marrom (Saneamento Básico)	Hidrovia Paraguri-Paraná, tração e portos	0,04
	ao Turismo	0,06
Cinza (Transporte, Indústria & Energia)	Demanda para abastecimento industrial e mineração	0,07
	Demanda para abastecimento industrial e mineração	0,07
Lilás (Pescaria e Turismo)	Demanda para abastecimento industrial e mineração	0,07
	Demanda para abastecimento industrial e mineração	0,07
Azul (Recursos Hídricos)	Demanda para abastecimento industrial e mineração	0,07
	Demanda para abastecimento industrial e mineração	0,07

Figura 6.22 - Síntese das Agendas Temáticas por Microbacias e UPs – Componente Quantitativo
Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguri – PHH Paraguri
Produto Parcial PP-02 – Diagnóstico Consolidado da Região Hidrográfica do Rio Paraguri

GRAUS DE PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS
POR MICROBACIA



CRITICIDADE DO COMPONENTE QUALITATIVO - COMPARAÇÃO ENTRE UPGs



UNIDADE DE PLANEJAMENTO E
GERENCIAMENTO (UPG)

- II.1 - Correntes
- II.2 - Taquari
- II.3 - Miranda
- II.4 - Negro
- II.5 - Nabileque
- II.6 - APA
- P1 - Jeuru
- P2 - Alto Paraguai Médio
- P3 - Alto Paraguai Superior
- P4 - Alto Rio Cuaiabá
- P5 - São Lourenço
- P6 - Correntes - Taquari
- P7 - Paraguai Pantanal

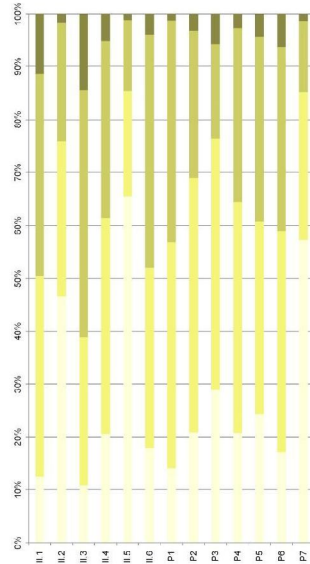
SÍNTESE - COMPONENTE QUALITATIVO

Agendas	Variáveis	Peso normalizado
Laranja (Agropecuária)	Uso do solo para agricultura	0,08
	Número Animais Grande Porte	0,13
	Potencial de Produção de Sedimentos	0,14
	Cobertura vegetal suprimida	0,04
Verde (Conservação Ambiental)	UC P1, UC US, TI, APDs e APDs com	0,04
	Áreas Antropizadas em APDs Aquáticas	0,03
	Focos de calor - 01/07/2012 a 30/06/2014	0,02
	Disposição dos resíduos sólidos	0,05
Marrom (Saneamento Básico)	DEO remanescente população total	0,08
	Nº de indústrias em operação	0,01
	Reatmo acasalamento industrial	0,04
	Lavras para mineração	0,09
Cinza (Transporte, Indústria & Energia)	Hidrovia Paraguai-Paraná	0,01
	População associada à pesca (população	0,02
	inculgentes e pescadores artesanais e industriais)	0,02
	Relatório Cargas Remanescentes	0,02
Azul (Pescaria e Turismo)	Relatório Cargas Remanescentes	0,02
	DEO/Vazão Média de Longo Termo	0,20

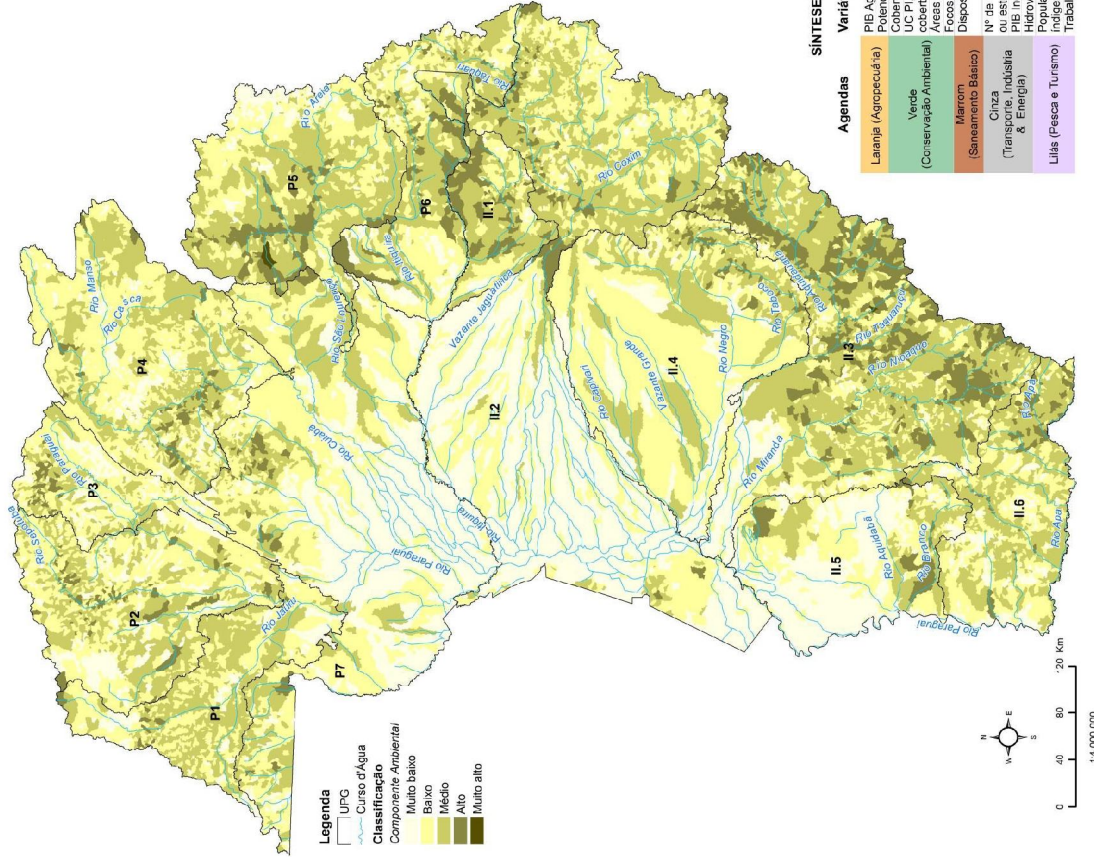
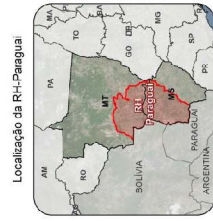
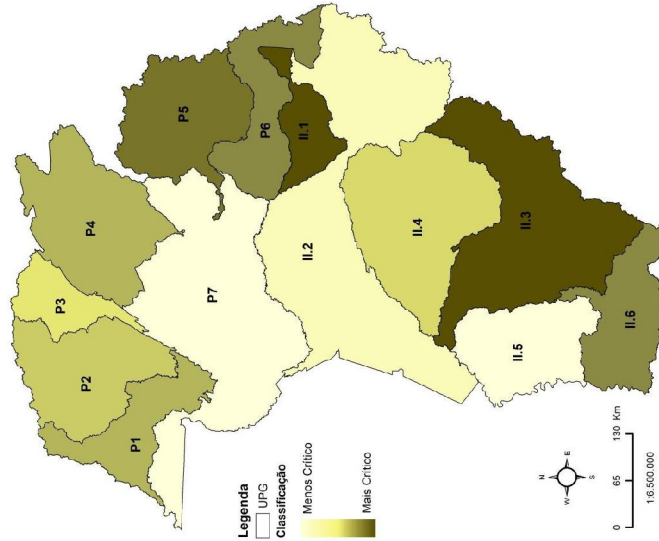


Figura 6.23 - Síntese das Agendas Temáticas por Microbacias e UPGs - Componente Qualitativo
Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai - PHH Paraguri
Produto Parcial PP-02 - Diagnóstico Consolidado da Região Hidrográfica do Rio Paraguai

GRAUS DE PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS POR MICROBACIA



CRITICIDADE DO COMPONENTE AMBIENTAL - COMPARAÇÃO ENTRE UPGs



UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO (UPG)

- II.1 - Correntes
- II.2 - Tatuari
- II.3 - Miranda
- II.4 - Negro
- II.5 - Nabileque
- II.6 - APA
- P1 - Jaurú
- P2 - Alto Paranaíba
- P3 - Alto Paranaíba Superior
- P4 - Alto Rio Cuiabá
- P5 - São Lourenço
- P6 - Correntes - Tatuari
- P7 - Paranaíba Pantanal

SÍNTESE - COMPONENTE AMBIENTAL

Agendas	Variáveis	Peso normalizado
Laranja (Agricultura)	PIC Agropecuário	0,02
	Potencial de Produção de Sedimentos	0,03
	Cobertura vegetal suprimida	0,16
	UC PI, UC US, TI, APPs e APCEs com	0,22
Verde (Conservação Ambiental)	Cobertura vegetal suprimida	0,12
	Áreas Antropizadas em APCEs Aquáticas	0,12
	Áreas Antropizadas em APCEs Terrestres	0,12
	Disposição dos resíduos sólidos	0,04
Marrom (Saneamento Básico)	Nº de hidrelétricas em operação, construção ou estudo	0,07
	PIB Industrial	0,02
	PIB Industrial Paranaíba	0,02
	População associada à pesca (população indígena e pescadores artesanais e industriais)	0,14
Lilas (Pesca e Turismo)	Trabalhadores turismo	0,13



Figura 6.24 - Síntese das Agendas Temáticas por Microbacias e UPGs - Componente Ambiental
Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paranaíba - PHH Paranaíba
Produto Parcial PP-02 - Diagnóstico Consolidado da Região Hidrográfica do Rio Paranaíba

7. *CONSIDERAÇÕES FINAIS*

Este relatório dedicou-se à construção do Diagnóstico Consolidado da RH-Paraguai, que teve como ponto de partida o conjunto completo de informações e a base de conhecimento produzida pela ANA e o GAP ao longo de dois anos de trabalho no Diagnóstico Preliminar. Tais informações foram complementadas e/ou atualizadas pela ENGECORPS, no que pertinente, com dados referentes a temas específicos e relevantes para a RH-Paraguai, tais como a qualidade das águas da RH e a conservação ambiental, sobretudo no que diz respeito ao bioma Pantanal e seus ecossistemas. Essas informações foram analisadas de forma integrada, através da utilização da metodologia de Agendas Temáticas para a construção do Diagnóstico Consolidado.

Na consolidação do Diagnóstico, foi dada atenção especial às questões que devem embasar os estudos das próximas etapas do PRH Paraguai – Prognóstico, Plano de Ações e Manual Operativo do Plano - e que têm rebatimentos nas ações de gestão de recursos hídricos que serão oportunamente definidas e recomendadas, com foco nos aspectos quali-quantitativo dos recursos hídricos.

A base espacial adotada para análise dos dados e discussão dos resultados do Diagnóstico Consolidado foi constituída de três recortes:

- ✓ Microbacias, num total de 32.937, delimitadas pela ANA em cartografia na escala de 1:250.000;
- ✓ 13 UPGs – Unidades de Planejamento e Gestão, sendo sete em Mato Grosso e seis em Mato Grosso do Sul;
- ✓ A Região Hidrográfica do Paraguai como um todo.

A adoção desses recortes orientou as análises empreendidas no sentido de identificar, dentro da RH-Paraguai, as UPGs que merecem atenção especial quanto à gestão dos recursos hídricos e, em cada UPG, as microbacias mais críticas, possibilitando assim a identificação de conflitos e usos competitivos locais ou microrregionais pelo uso da água que, embora muitas vezes ligados a questões regionais mais amplas, manifestam-se de forma mais localizada na RH-Paraguai.

O Capítulo 2 foi dedicado à caracterização temática da Região Hidrográfica do Paraguai, envolvendo aspectos físicos, bióticos, socioeconômicos, ambientais, legais e institucionais. Os mapas e os textos analíticos produzidos possibilitam uma compreensão ampla e adequada da RH-Paraguai, e serviram de base para a elaboração do Diagnóstico Consolidado, objeto do Capítulo 6.

No Capítulo 3, foram definidas e mapeadas as disponibilidades hídricas da RH-Paraguai, considerando os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, estando constituída uma base indispensável para o prosseguimento dos estudos do Plano, no que se refere à oferta hídrica da RH-Paraguai em quantidade e qualidade.

O estabelecimento da disponibilidade hídrica superficial e subterrânea da RH-Paraguai baseou-se nos estudos previamente elaborados no Diagnóstico Preliminar pelo Núcleo de Estudos Hidrológicos da Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos e pela Coordenação de Águas Subterrâneas da Superintendência de Implementação de Programas e Projetos da ANA. No que diz respeito aos aspectos qualitativos, foi realizada uma análise da qualidade da água superficial da RH com base em dados disponíveis da rede de monitoramento. Já para as águas subterrâneas, em razão da inexistência de rede de monitoramento qualitativo, a avaliação baseou-se em dados colhidos em trabalhos técnicos existentes. Adicionalmente, foram levantadas as principais atividades potencialmente poluidoras, que contribuem para a degradação da qualidade da água da RH-Paraguai.

O Capítulo 4 abordou as demandas hídricas quanti-qualitativas da RH-Paraguai. Para o diagnóstico das demandas hídricas quantitativas, foram considerados os seguintes usos consuntivos dos recursos hídricos: abastecimento humano (urbano e rural), dessedentação animal, abastecimento industrial, irrigação e mineração. Quanto às demandas qualitativas, o Diagnóstico Preliminar, que havia tratado apenas das cargas de DBO associadas à população urbana, foi complementado com uma abordagem de cargas orgânicas de DBO geradas e remanescentes originadas de outras fontes poluidoras, tanto pontuais como difusas.

De posse do diagnóstico das disponibilidades e das demandas hídricas, foi elaborado o balanço hídrico quantitativo entre oferta e demanda de água, apresentado no Capítulo 5. Os resultados desse balanço são de grande importância para a identificação de regiões/ situações críticas na RH-Paraguai, no tocante aos conflitos e usos competitivos pelo uso da água.

O balanço hídrico de águas superficiais considerou a vazão de estiagem de 95% de permanência (Q_{95}) como valor representativo da disponibilidade hídrica superficial - haja vista ser esta a vazão de referência para concessão de outorgas utilizada tanto pela ANA como pelos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul - empregando-se ainda o conceito que tem sido implementado pela ANA para a base de Disponibilidade Hídrica Nacional.

Os resultados do balanço hídrico foram apresentados para as demandas de retirada e de consumo, compondo assim uma base de dados abrangente sobre o panorama do uso das águas na RH-Paraguai *versus* a sua disponibilidade hídrica. Quanto ao balanço hídrico integrado (recursos hídricos superficiais e subterrâneos), este foi realizado a partir dos dados apresentados pela ANA no Diagnóstico Preliminar no que se refere às disponibilidades, e com base nos usos de águas subterrâneas cadastrados, autorizados e/ou outorgados.

Finalmente, o Capítulo 6 foi dedicado à Síntese do Diagnóstico Consolidado, elaborada sob o conceito de análise integrada e sistêmica dos diversos elementos intervenientes na quantidade e na qualidade dos recursos hídricos, bem como na conservação ambiental da RH-Paraguai, traduzidos em seis Agendas Temáticas. As Agendas Temáticas, elaboradas a partir da seleção de variáveis descritoras do meio natural e do meio socioeconômico, agrupadas em temas relevantes na RH-Paraguai, são:

- ✓ **Agenda Laranja – Agropecuária:** trata das questões relacionadas às atividades de agricultura e pecuária na RH-Paraguai;
- ✓ **Agenda Verde – Conservação Ambiental:** aborda temas relacionados à conservação e à preservação dos ecossistemas terrestres e aquáticos;
- ✓ **Agenda Marrom – Saneamento Básico:** foca questões referentes ao abastecimento de água, à coleta e tratamento de esgotos e à disposição de resíduos sólidos;
- ✓ **Agenda Cinza – Indústria, Transporte e Energia:** trata da atividade industrial (incluindo a mineração), da navegação e da geração de energia hidrelétrica na RH-Paraguai;
- ✓ **Agenda Lilás – Pesca e Turismo:** aborda questões relativas às atividades de Pesca e Turismo na RH-Paraguai; e
- ✓ **Agenda Azul – Recursos Hídricos:** agrega temas relacionados com os recursos hídricos em quantidade e qualidade, incluindo as demandas hídricas e as cargas remanescentes.

Os resultados finais da análise consolidada do Diagnóstico foram representados em mapas-síntese para as microbacias e para as UPGs, elaborados a partir de técnicas de geoprocessamento, considerando a integração de todas as variáveis que foram utilizadas para tratar as pressões potenciais sobre os recursos hídricos nos componentes quantitativo, qualitativo e ambiental.

Considerando essas três óticas de análise e as diversas variáveis abrangidas pelas Agendas Temáticas, bem como o conjunto completo de informações levantadas ao longo da etapa de Diagnóstico, sobressaem-se temas relevantes e regiões/ situações críticas que caracterizam a cena atual da RH-Paraguai, resumidos nos parágrafos seguintes. Nesse sentido, visando subsidiar a ANA e os órgãos gestores estaduais de recursos hídricos, a presente etapa de Diagnóstico visa não só apontar as regiões críticas e os principais problemas e conflitos pelos usos da água que ocorrem na RH-Paraguai, mas também identificar as lacunas de conhecimento existentes, cujo preenchimento deverá ser objeto de programas específicos do PRH-Paraguai, a serem desenvolvidos na sua implementação.

Nos municípios de Corumbá e Ladário/MS, a Morraria do Urucum e adjacências abrigam importante polo minero-industrial, em razão das abundantes reservas de ferro e manganês existentes na região. A extração e o beneficiamento de minérios demandam altas quantidades de água e afetam sua dinâmica. Do ponto de vista quantitativo, essa região caracteriza-se por elevado déficit hídrico ao longo de todo o ano, gerando diversos conflitos pelo uso dos recursos hídricos, opondo os interesses de diversos setores: abastecimento humano de áreas rurais e agropecuário, mineração, turismo e lazer. A atividade também provoca alterações na qualidade da água, incluindo riscos de contaminação de mananciais utilizados para abastecimento humano e a erosão e assoreamento dos cursos d'água, além de efeitos da poeira sobre a flora. Destaca-se, ainda, que a produção de ferro gusa impacta os corpos hídricos em função do desmatamento resultante da demanda por carvão na atividade siderúrgica.

É notável a relação entre a mineração e a exploração comercial da Hidrovia do Paraguai, utilizada para escoamento da produção, sobretudo no trecho a partir de Corumbá/MS em

direção aos portos argentinos. Apesar de considerada subutilizada em face à sua localização estratégica, a hidrovia responde por cerca de 20% das cargas transportadas em vias interiores no Brasil. Além da intensificação deste trecho, há previsão de exploração comercial no trecho entre Cáceres e Corumbá, onde a navegação hoje está mais relacionada ao turismo e à pesca.

Neste contexto, vale destacar que o turismo e a pesca constituem importantes atividades socioeconômicas realizadas na RH-Paraguai, estando intrinsecamente relacionados à conservação ambiental e à qualidade da água.

A pesca na RH-Paraguai é uma atividade relevante, não apenas na planície do Pantanal, mas também nas áreas de planalto, onde os peixes chegam sazonalmente em grande quantidade em decorrência da piracema. A atividade gera emprego e renda e exerce um efeito multiplicador expressivo na economia das cidades ribeirinhas da região. Há de se destacar também a pesca exercida na modalidade de subsistência, essencial para a população indígena e as populações ribeirinhas na RH-Paraguai.

No que diz respeito ao turismo, a atividade é a base de diversas economias locais, especialmente no Pantanal, onde a abundância e diversidade de peixes, vida selvagem e flora impulsionam a realização de atividades ao ar livre em uma paisagem de rara beleza cênica. Soma-se aos aspectos naturais uma singular expressão cultural regional. No planalto, a região de Bonito-Jardim (MS) e algumas áreas protegidas – a exemplo do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães (MT) – também se destacam pelo ecoturismo, além da região de Cuiabá pelo turismo urbano e de negócios.

A sustentabilidade da pesca e do turismo frente à expansão da geração de energia hidrelétrica é outro tema relevante na RH-Paraguai. O principal debate em torno de empreendimentos hidrelétricos refere-se a potenciais alterações do regime hidrológico, com eventual perda do pulso de inundação típico da planície pantaneira, alterações do fluxo de nutrientes e da qualidade da água, influenciando os usos múltiplos e os ecossistemas aquáticos. Cita-se, por exemplo, as consequências da implantação da UHE Manso na Chapada dos Guimarães/MT, alagando áreas habitadas por comunidades tradicionais. Por outro lado, a produção de energia pode ser sustentável em determinados locais da RH-Paraguai, mediante adequada incorporação de especificidades construtivas e operativas.

Nesse contexto, merece mais uma vez destaque o estudo específico que vem sendo conduzido pela ANA em parceria com a Fundação Eliseu Alves, já antecipando uma das principais ações que deverão integrar o PRH-Paraguai e que se destina à avaliação, a partir de extensa coleta de dados primários e secundários, dos possíveis efeitos da implantação de empreendimentos hidrelétricos na região.

Ademais, aspectos relacionados ao saneamento básico e às áreas de preservação ambiental demandam especial atenção na RH-Paraguai, dada a intrínseca correlação dos principais polos turísticos e do estoque pesqueiro com a qualidade dos recursos hídricos. Conforme exposto previamente, grande parte dos municípios com sede urbana inserida na RH-Paraguai possui sistemas de saneamento básico deficientes, com baixos índices de coleta e tratamento de

esgoto, bem como elevada porcentagem de resíduos sólidos destinados a lixões. Nesse contexto, merecem destaque os baixos índices de coleta e tratamento na região Metropolitana de Várzea Grande e Cuiabá, que concentra mais de 40% da população urbana da região hidrográfica, resultando em elevada carga orgânica afluente aos corpos hídricos. Também constituem áreas críticas neste tema, as nascentes do Paraguai e a bacia do rio São Lourenço.

Quanto às políticas e planos municipais de saneamento, cabe lembrar que a existência destes instrumentos é fundamental para acesso aos recursos para melhoria do saneamento básico. Assim, cabe destacar a ausência de tal instrumento em quase todos os municípios da RH. Por outro lado, ações recentes vêm ocorrendo, a exemplo do Pacto em Defesa das Cabeceiras do Pantanal, com ações para realização destes planos municipais e dos respectivos projetos executivos, visando melhorar as condições de saneamento na região. O Pacto engloba 25 municípios de Mato Grosso situados nas nascentes do rio Paraguai e de seus afluentes, como os rios Sepotuba, Cabaçal e Jauru.

Outro ponto de grande relevância na RH-Paraguai é a expansão do setor agropecuário que, atualmente, já exerce pressões significativas sobre os recursos hídricos nos aspectos quantitativo e qualitativo, principalmente na região de planalto, onde se concentra a maioria das áreas destinadas à pastagem e à agricultura. O desmatamento, a ocupação de áreas naturalmente sensíveis, com elevado potencial de produção de sedimentos, e o manejo inadequado do solo no planalto provocam erosões e assoreamento dos corpos hídricos. Neste quesito, a bacia do rio Taquari e as nascentes do Paraguai emanam como áreas críticas que sofrem o impacto direto de assoreamento e consequentes inundações. Nesta região, conflitos diretos ocorrem, por exemplo, com a prática de fechamento dos arrombados (locais onde ocorre o rompimento das margens dos rios na margem do rio Taquari), realizada por fazendeiros, que traz prejuízo aos pescadores (influenciando mortalidade de peixes e ciclo reprodutivo). Estes processos, assim como as queimadas, fazem parte da dinâmica natural do sistema ambiental da RH-Paraguai, entretanto, é notável a influência humana na sua expressiva intensificação.

Ainda no que concerne à agropecuária, destaca-se que a agricultura na RH-Paraguai é desenvolvida com alto consumo de fertilizantes e agrotóxicos. A aplicação de elevadas cargas destes químicos constitui uma das principais preocupações da sociedade, dado que os agrotóxicos e os subprodutos de sua degradação possuem elevado potencial de bioacumulação na cadeia alimentar, afetando a sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos do Pantanal, além de representarem risco à saúde humana. As pressões exercidas pelo avanço da agricultura na planície pantaneira evidenciam a necessidade uma integração entre a conservação ambiental e a gestão dos recursos hídricos.

A essa complexa conjuntura ambiental e socioeconômica, soma-se a questão relativa à gestão de rios fronteiriços e transfronteiriços, demandando uma ação conjunta com os países vizinhos.

No aspecto legal-institucional, a Região Hidrográfica do Paraguai não conta com um Comitê para assegurar a gestão integrada de seus recursos hídricos. Sob essa perspectiva, é clara a necessidade de fortalecimento político-institucional e de articulação dos instrumentos de gestão a fim de sanar os problemas regionais e locais na RH-Paraguai.

8. CONTEÚDO DO ANEXO DIGITAL

Apresenta-se a seguir a estruturação detalhada do Anexo Digital, parte integrante do presente relatório, identificando-se o conteúdo de cada diretório que o compõe.

<i>Diretório</i>	<i>Conteúdo</i>
Arquivos_Formato_Original	Arquivos auxiliares em formato original, para consulta dos mapas do Diagnostico Consolidado em ArcGIS. Tais mapas estão associados à versão preliminar do Banco de Dados do Projeto entregue no Produto Parcial PP-03 - Prognóstico da Região Hidrográfica do Rio Paraguai e Versão Preliminar do Banco de Dados

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABURAYA, F.H.; CALLIL, C.T. Variação temporal de larvas de Chironomidae (Diptera) no Alto Rio Paraguai (Cáceres, Mato Grosso, Brasil. In: Revista Brasileira de Zoologia, vol.24, n.3, 2007.
- ALHO, C. J. R; VIEIRA, L. M. Fish and wildlife resources in the Pantanal wetlands of Brazil and potential disturbances from release of environmental contaminants. Annual Review. Environmental Toxicology and Chemistry, v. 16, n. 1, p. 71–74, 1997.
- AMARO, C. A. Proposta de um índice para avaliação de conformidade da qualidade dos corpos hídricos ao enquadramento. Diss. Universidade de São Paulo, 2009.
- AMBIENTE BRASIL. Qualidade de Águas e Bioindicadores. Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos_agua_doce/qualidade_da_agua_e_os_bioindicadores.html>. Acesso em janeiro/2017.
- ANA/GEF/PNUMA/OEA – Agência Nacional de Águas/Global Environment Facility/Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente/Organização dos Estados Americanos. Implementação de Práticas de Gerenciamento Integrado de Bacia Hidrográfica para o Pantanal e Bacia do Alto Paraguai: Relatório Final. Brasília: ANA, 2004, 316 p.
- ANA/EMBRAPA – Agência Nacional de Águas/Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil: ano-base 2014. Acordo de Cooperação Técnica 012/2013. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/metadados>. Acesso em março/2016.
- ANA – Agência Nacional de Águas. Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil, 264p. 2002.
- _____. A Navegação Interior e sua Interface com o Setor de Recursos Hídricos no Brasil e Aproveitamento do Potencial Hidráulico para Geração de Energia no Brasil. Cadernos de Recursos Hídricos 3, 170p. Brasília: ANA, 2007.
- _____. Atlas Brasil: abastecimento urbano de água. Brasília: ANA, 2010.
- _____. Qualificação de dados hidrológicos e reconstituição de vazões naturais no País. Brasília: ANA, 2011.
- _____. Mapa das Áreas Aflorantes dos Aquíferos e Sistemas Aquíferos do Brasil, Escala 1:1.000.000 e Estimativas das Reservas Potenciais Explotáveis dos Principais Aquíferos Aflorantes. Nota Técnica nº 19/2013/GESUB/SIP. Brasília: ANA, 2013a.
- _____. Atlas de vulnerabilidade a inundações [recurso eletrônico]. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual>. Brasília: ANA, 2013b.
- _____. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013. Brasília: ANA, 432p. 2013c.

- _____. Estudos hidrológicos na região hidrográfica Paraguai. Nota Técnica nº 026/2014/SPR-ANA. Documento nº 00000.033673/2014, de 29 de setembro de 2014. Brasília: ANA, 2014a.
- _____. Caderno de Capacitação em Gestão de Recursos Hídricos: Volume 7 - Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos. Brasília: ANA, 2014b.
- _____. Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai. Diagnóstico Preliminar – Nota Técnica 1. Julho de 2016. Brasília: ANA, 2016a.
- _____. Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai. Diagnóstico Preliminar – Diagnóstico de Hidrogeologia e Avaliação da Disponibilidade Hídrica Subterrânea da Bacia do Paraguai. Nota Técnica nº 9/2016/COSUB/SIP. Documento nº 00000.026599/2016-87, de 10 de maio de 2016. Brasília: ANA, 2016b.
- _____. Diagnóstico Preliminar da Região Hidrográfica do Paraguai – Nota Técnica de Caracterização Legal e Institucional. Brasília: ANA, 2016c.
- _____. Diagnóstico Preliminar da Região Hidrográfica do Paraguai – Nota Técnica de Qualidade da Água. Brasília: ANA, 2016d.
- _____. Diagnóstico Preliminar da Região Hidrográfica do Paraguai – Nota Técnica de Demanda Estimada e Balanço Hídrico Quantitativo. Brasília: ANA, 2016e.
- _____. Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai. Diagnóstico Preliminar - Diagnóstico do Abastecimento Urbano de Água das Sedes Municipais Localizadas na Região Hidrográfica do Paraguai. Maio de 2016. Brasília: ANA, 2016f.
- _____. Estimativa das demandas de mineração. Brasília: ANA, 2016g. _____. Portal da Qualidade das Águas. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/ENQUADRAMENTO-BASES-CONCEITUAIS.ASPX>. Acesso em janeiro/2017.
- ANDRADE, M.S.; PEREIRA, L.P.; CALÇAS, M.F. Avaliação da Qualidade de Água em Diferentes Sistemas de Produção Pecuária - Áreas de Cerrado e Pantanal. In: IV Seminário Internacional América Platina. Campo Grande, MS, 2016.
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. A Compensação Financeira e o seu Município. Brasília, 2007.
- _____. Totais Distribuídos de Compensação Financeira e Royalties [MUNICÍPIOS]. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/cmpf/gerencial/CMPF_Totais/CMPF_ROY_TotaisBrasilMunicipios.cfm?TxtNumeroAleatorio=41115&TxtLink=CMF_ROY_TotaisBrasilMunicipiosGeral.cfm%3FIdMun%3D5103007. Acesso em junho/2016.

- _____. Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico – SIGEL: shapefile com dados dos empreendimentos de geração hidrelétrica e termelétrica no Brasil. Disponível em: <http://sigel.aneel.gov.br/>. Acesso em janeiro de 2017. 2017a.
- _____. Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico – SIGEL: shapefile com Potencial de Produção de Sedimentos no Brasil. Disponível em: <http://sigel.aneel.gov.br/>. Acesso em janeiro de 2017. 2017b.
- ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários. Plano Nacional de Integração Hidroviária – Bacia do Paraguai: Relatório Técnico. Brasília: ANTAQ, 2013.
- APOITIA, L.F.M. Caracterização Preliminar da Qualidade das Águas Subterrâneas na Cidade de Cuiabá-MT. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 130 p. 2003.
- APOITIA, L.F.M.; ROSA FILHO, E.F.; BITTENCOURT, A.V.L.; HINDY, E. Caracterização Preliminar do Quimismo das Águas Subterrâneas em Cuiabá-MT. Boletim Paranaense de Geociências, n. 54, p. 7-17. 2004.
- BARSOTTI, A.; SOBRAL, R.B. Águas Minerais em Mato Grosso do Sul. I Simpósio de Águas Subterrâneas de Mato Grosso do Sul. UFMS, Campo Grande, apresentação em powerpoint, 2015.
- BASTOS, D. N.; LA ROVERE, E. L.; OBERLING, D. F.; VILELA, H. Avaliação Ambiental Estratégica do Polo Minero-industrial de Corumbá e Influências sobre a Planície Pantaneira: Análise da Logística de Transportes. In: 1ª Conferência da REDE de Língua Portuguesa de Avaliação de Impactos. Lisboa, 2010.
- BEIRIGO, R.M. et al. Solos da Bacia do Alto Paraguai: Atualização da Classificação dos Solos. XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo (resumo expandido). Uberlândia, 2011.
- BERGIER, I.: Effects of highland land-use over lowlands of the Brazilian Pantanal. Science of The Total Environment, v. 463-464, n. 1, p. 1060-1066, 2013. 7 p.
- BRITSKI, H. A., SILIMON, K. Z. S. e LOPES, B. S. Peixes do Pantanal – Manual de identificação. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Corumbá, 1999.
- CHAVES, H.M.L. Avaliação econômica e socioambiental do retorno do investimento da implantação do Projeto Produtor de Água na Bacia do Ribeirão Pipiripau (DF/GO). Universidade Nacional de Brasília - UNB, 2012.
- CALDER, I.R. Land use impacts on water resources. Land Use and Water Resources Research, UK 2.1-2.14, 2000.
- CAPPI, N.; CARVALHO, E.M.; PINTO, A.L. Influência do Uso e Ocupação do Solo nas Características Químicas e Biológicas das Águas de Poços na Bacia do Córrego Fundo,

- Aquidauana, MS. I Simpósio de Geotecnologias no Pantanal. EMBRAPA Informática Agropecuária/INPE, Campo Grande, p. 38-46, 2006.
- CAVAZZANA, G.H. Análise da Corrosividade e Incrustação das Águas Subterrâneas na Região Urbana de Campo Grande/MS. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 55 p, 2011.
- CCME. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: CCME Water Quality Index 1.0, Technical Report. In: Canadian Environmental Quality Guidelines, 1999. Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg, Canadá. 2001.
- COMELLI, C. – Estudos Preliminares sobre a Hidrogeologia e Hidroquímica da Zona Urbana de Sinop-MT. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 66 p. 2011.
- COSTA, I.C; OLIVEIRA, S.L.; SANTOS, J.M.C. Avaliação da Qualidade da Água do Reservatório de Manso Através do Sensoriamento Remoto Orbital (LANDSAT-5/TM). In: Revista Biodiversidade, V11, N1, pg. 31-42. 2012.
- COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBERK, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; SHAHID NAEEM, I.; O'NEILL, R.; PARUELO, J.; RASKIN, R.; SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature nº 387: 253–260, 1998.
- CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Mato Grosso. Escala 1:1.000.000 / Joffre Valmório de Lacerda Filho, Waldemar Abreu Filho, Sidney Rodrigues Valente, Cipriano Cavalcante de Oliveira, Mário Cavalcanti Albuquerque, Coords. Goiânia: CPRM, 2004, 200 p.
- _____. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Mato Grosso do Sul. Escala 1:1.000.000. Joffre Valmório de Lacerda Filho, Reinaldo Santana Correia de Brito, Maria da Glória da Silva, Cipriano Cavalcante de Oliveira, Luiz Carlos Moreton, Edson Gaspar Martins, Ricardo da Cunha Lopes, Thiers Muniz Lima, João Henrique Larizzatti, Sidney Rodrigues Valente, Coords. Goiânia: CPRM, 2006, 121 p.
- _____. Programa de Integração Mineral no Município de Rondonópolis – Hidrologia. Goiânia: CPRM, 1998, 21 p.
- CUNHA, M. L. F. Determinação de resíduos de pesticidas dos principais rios do Pantanal Mato-grossense por CG/EM. 89 p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso. Instituto de Saúde Coletiva e Ambiente. Cuiabá, MT. 2003.
- CURVO, H. R. M.; PIGNATI, W. A.; PIGNATTI, M.G. Morbimortalidade por câncer infanto-juvenil associada ao uso agrícola de agrotóxicos no Estado de Mato Grosso, Brasil. In: Cadernos Saúde Coletiva, volume 21, n. 1. Rio de Janeiro, 2013.

- DAVIS, R.; HIRJI, R. Environmental Flows in Water Resources Policies, Plans, and Projects - Findings and Recommendations. Banco Mundial, Washington, 2009.
- DE PAULA, T.L.F. Comportamento Hidráulico de Aquíferos Sedimentares e Metassedimentares de Dupla Porosidade da Região do Alto Paraguai, MT. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 117 p. 2015.
- DIAS, C.A.; OLIVEIRA, D.M.; LOPES, B.G.; ALVES SOBRINHO, T. Perfil de Poços Perfurados na Região de Bonito/MS. XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, ABAS, Bonito, 4 p. 2012.
- DORES, E.F.C.; CALHEIROS, D. F. Contaminação por agrotóxicos na bacia do rio Miranda, Pantanal (MS). In: Revista Brasileira de Agroecologia, Vol. 3, Suplemento 202 especial. 2008.
- ECOLOGIA E AÇÃO – ECOA. Rios Vivos. Disponível em: <http://www.riosvivos.org.br/arquivos/32125416.jpg>. Acesso em janeiro/2017.
- EMBRAPA PANTANAL– Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal. Queima controlada no Pantanal (série Documentos – 35). Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002, 24p.
- _____. Erosão na Bacia do Alto Taquari (série Documentos – 52). Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003, 46p.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2ª ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.
- EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Plano Nacional de Energia 2030. EPE/MME, 2007.
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Cattle Density Map. 2005. Disponível em < http://www.fao.org/ag/AGInfo/resources/en/glw/GLW_dens.html >. Acesso em janeiro/2017.
- _____. Global Map of Irrigation Areas. 2013. Disponível em < <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/irrigationmap/index10.stm> >. Acesso em janeiro/2017.
- FUNARBE – Fundação de Apoio à Universidade Federal de Viçosa, 2011. Convênio de Cooperação Financeira nº 8.553. Desenvolvimento de Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos no Brasil. 2011.
- GARCIA, L.A.V.; ANDREAZZA, A.M.P. Estabelecimento de Vazões Ambientais Efluentes de Barragens - Sugestão Metodológica. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos Vol. 9 N. 2, 5-18, 2004.

- GASTMANS, D. Hidrogeologia e Hidroquímica do Sistema Aquífero Guarani na Porção Ocidental da Bacia Sedimentar do Paraná. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 194 p, 2007.
- GASTMANS, D.; CHANG, H.K. Avaliação da Hidrogeologia e Hidroquímica do Sistema Aquífero Guarani (SAG) no Estado de Mato Grosso do Sul. Revista Águas Subterrâneas, v. 19, n. 1, p. 35-48, 2005.
- GODOY, L.P. Potencial “Geoparque” do Polo Turístico das Águas de São Lourenço - Mato Grosso. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 191 p. 2014.
- HETTIGE, H.; MARTIN, P.; SINGH, M. and WHEELER, D. The Industrial Pollution Projection System. Policy Research Department, Policy Research Working Paper, 1431, The World Bank. 1995.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Base cartográfica integrada digital do Brasil ao milionésimo: versão 1.0 para ArcGis Desktop/ArcView. 2003.
- _____. Censo Demográfico 2010.
- _____. Produção Agrícola Municipal – PAM: culturas temporárias e permanentes. Disponível em: <http://sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/>. Série Histórica.
- _____. Pesquisa Pecuária Municipal – PPM: efetivo de rebanhos. Disponível em: <http://sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ppm/>. Série Histórica.
- _____. Estimativas populacionais para os municípios e para as Unidades da Federação brasileiros em 01.07.2016. Disponível em http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2016/estimativa_dou.shtm. Acesso em janeiro de 2017.
- _____. Produto interno bruto dos municípios : 2010-2014. Rio de Janeiro: IBGE, 2016b. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2014/default.shtm>. Acesso em março de 2017.
- IMASUL – Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul/ Diretoria de Desenvolvimento. Relatório de Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Mato Grosso do Sul, MS, 2009/2010. Campo Grande, MS, 2012.
- _____. Relatório de Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Mato Grosso do Sul – 2012 (Série Relatórios). Campo Grande/MS: IMASUL, 114p. 2013.
- _____. Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Miranda – Diagnóstico. Campo Grande/MS: IMASUL, 2014, 363p.

- _____. Site IMASUL. Disponível em < <http://www.imasul.ms.gov.br/>>. Acesso em janeiro/2017.
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2016. Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios. Disponível em <http://www.inpe.br/queimadas>.
- Instituto SOS PANTANAL et al. Monitoramento das alterações da cobertura vegetal e uso do solo na Bacia do Alto Paraguai – Porção Brasileira: Período de Análise: 2002 a 2008 (1ª edição). Brasília, 2009.
- _____. Monitoramento das alterações da cobertura vegetal e uso do solo na Bacia do Alto Paraguai – Porção Brasileira: Período de Análise: 2008 a 2010 (2ª edição). Brasília, 2011.
- _____. Monitoramento das alterações da cobertura vegetal e uso do solo na Bacia do Alto Paraguai – Porção Brasileira: Período de Análise: 2010 a 2012 (3ª edição). Brasília, 2014.
- Instituto SOS PANTANAL, WWF-BRASIL e Embrapa Pantanal (apoio). Monitoramento das alterações da cobertura vegetal e uso do solo na Bacia do Alto Paraguai – Porção Brasileira: Período de Análise: 2012 a 2014 (4ª edição). Brasília, 2015.
- IHP – Instituto do Homem Pantaneiro. Relatório de Atividades 2012. Disponível em <http://www.institutohomempantaneiro.org.br/pdf/Relatorio_IHP_2012.pdf>. Acesso em abril/2017.
- JORDÃO, A.M. Estudos Hidrogeológicos do MS – SANESUL/TAHAL. 2. Qualidade de Água. X Encontro Nacional de Perfuradores de Poços. ABAS, Campo Grande, p. 125-132, 1997b.
- LAMOUROUX, N.; OLIVIER, J.M.; PERSAT, H.; POUILLY, M.; SOUCHON, Y.; STATZNER, B. Predicting community characteristics from habitat conditions: fluvial fish and hydraulics. *Freshwater Biology*, 42(2): 275-299, 1999.
- LASTORIA, G. Hidrogeologia da Formação Serra Geral no Estado de Mato Grosso do Sul. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 133 p, 2002.
- LIMA/COPPE/UFRJ – Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente/ Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia/Universidade Federal do Rio de Janeiro. Avaliação Ambiental Estratégica do Programa de desenvolvimento do setor produtivo de Corumbá/Ladário e influências sobre a região pantaneira. Rio de Janeiro, 2008.
- LONGHI, E.H.; FORMIGA, K.T.M. Metodologias para determinar vazão ecológica em rios. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, nº 20, 2011.
- MAGALHÃES, A. Estudo Hidroquímico das Águas Subterrâneas do Aquífero Furnas na Região Sudeste do Estado de Mato Grosso. VI Mostra da Pós Graduação da Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT, Cuiabá 1 p, 2014.

- MAPA – Ministério Agricultura, Pecuária e Abastecimento. SisRGP - Sistema Informatizado de Registro Geral da Atividade Pesqueira. Disponível em <http://sistemas.agricultura.gov.br/sisrgp/>. Acesso em janeiro/2017.
- MARASCHIN, L. Avaliação do grau de contaminação por pesticidas na água dos principais rios formadores do Pantanal Mato-Grossense. 90 p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso. Instituto de Saúde Coletiva e Ambiente. Cuiabá, MT. 2003.
- MARQUES, D. da M.; CYBIS, L. F. Qualidade das águas e dos sedimentos. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (Pantanal) – PCBAP. Diagnóstico dos Meios Físicos e Bióticos. Hidrossedimentologia do Alto Paraguai. Brasília, v. 2, t. 2-b, p. 387–462. 1997.
- MATO GROSSO DO SUL. Macrozoneamento de Mato Grosso do Sul quanto ao uso de agrotóxicos. Campo Grande: SEMA/MINTER, 1989.
- MEDEIROS, R.; YOUNG, C.E.F. Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional: Relatório Final. Brasília: UNEP-WCMC, 120p, 2011.
- MI/DNOS – Ministério do Interior / Departamento Nacional de Obras e Saneamento. Estudos Hidrológicos da Bacia do Alto Paraguai: Relatório Técnico. Rio de Janeiro, v.1. 1974.
- MIGLIORINI, R.B. Hidrogeologia em Meio Urbano. Região de Cuiabá e Várzea Grande - MT. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 145 p. 1999.
- MIGLIORINI, R.B.; BARROS, M.S.; APOITIA, L.F.M.; SILVA, J.J.F. Diagnóstico Preliminar das Principais Províncias Hidrogeológicas do Estado de Mato Grosso: Uma Proposta de Mapa Hidrogeológico de Reconhecimento. In: Fernandes, C.J.; Viana, R.R. (Eds.). Recursos Hídricos de Mato Grosso, Cuiabá, v. 3, p. 37-50. 2006.
- MIGLIORINI, R.B.; SILVA, A.A.K. Hidrogeologia em Rochas Fraturadas. Estudo do Grupo Cuiabá. 1st Joint World Congress on Groundwater, Fortaleza, 20 p. 2000.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. Panorama dos Planos Municipais de Saneamento Básico no Brasil. Brasília: 2017.
- MMA; FEMA/MT; SEMADES/MS. Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai – PCBAP. Programa Nacional do Meio Ambiente. 3 volumes. Brasília: MMA, 1997.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 09/2007. Institui e atualiza as áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira. 2007.
- _____. Portaria nº 223/2016. Reconhece as áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do Cerrado, do Pantanal e da

- Caatinga, resultantes da 2ª atualização, para efeito da formulação e implementação de políticas públicas, programas, projetos e atividades, sob a responsabilidade do Governo Federal. 2016.
- MMA/SRH – Ministério do Meio Ambiente / Secretaria de Recursos Hídricos. Plano Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, 2006.
- _____. Diagnóstico Hidrogeológico do Estado de Mato Grosso. Relatório Parcial 1 - Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso. Programa de Estruturação Institucional para a Consolidação da Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, 2007, 63 p.
- _____. Diagnóstico Hidrogeológico do Estado de Mato Grosso do Sul. Relatório Parcial 1 - Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul. Programa de Estruturação Institucional para a Consolidação da Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, 2008, 66 p.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA / EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - MME/EPE. Plano Decenal de Expansão de Energia - PDE 2024. Brasília, 2015.
- MORENO, R.A.M. Estimativa do Potencial Poluidor nas Indústrias: o Caso do Estado do Rio de Janeiro. Tese de Mestrado em Ciências e Planejamento Energético pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005.
- MPOG/PAC – Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão/ Programa de Aceleração do Crescimento. Disponível em <http://www.pac.gov.br/obra/90035>. Acesso em janeiro/2017.
- OLIVEIRA, M.D.; CALHEIROS, D. F.; PADOVANI, C. Mapeamento e descrição das áreas de ocorrência dos eventos de decoada no Pantanal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento nº 121. Embrapa Pantanal, 2013. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/BP121.pdf>>. Acesso em janeiro/2017.
- ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico. Estudos de consistência e reconstituição de séries de vazões naturais nas regiões hidrográficas do Atlântico Leste, do Atlântico Sudeste e do Paraguai. Relatório Final. 2011.
- _____. Inventário das restrições operativas hidráulicas dos aproveitamentos hidrelétricos. 2014.
- PIGNATI, W. et al. Vigilância aos agrotóxicos: quantificação do uso e previsão de impactos na saúde-trabalho-ambiente para os municípios brasileiro. In: Ciência e Saúde Coletiva, volume 19, núm. 12. 2014.
- PINTO, V.G; RIBEIRO, C.B.M.; SILVA, D.D. Vazão ecológica e o arcabouço legal brasileiro. Revista Brasileira de Geografia Física, Vol. 09 nº 01: 091-109, 2016.
- PRATES, J. Degrau Climático nas Séries de Vazões das Bacias Brasileiras. XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Foz de Iguaçu-PR, 2002.

- REIS, L.V.S. A existência de cobertura vegetal natural em níveis expressivos nas bacias hidrográficas. Tese de doutorado em Recursos Florestais apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2004.
- RODRIGUES, C. A. G.; CRISPIM S. M. A.; COMASTRI FILHO, J. A. Queima controlada no Pantanal. Embrapa Pantanal, Corumbá, 2002, 23 pp.
- SAE – Secretaria de Assuntos Estratégicos. Água e Desenvolvimento Sustentável: Recursos Hídricos Fronteiriços e Transfronteiriços do Brasil. 2013.
- SARMENTO, R. Estado da arte acerca da vazão ecológica, no Brasil e no Mundo. Publicação do Projeto 704BRA2041 da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO, 2006.
- SANESUL/TAHAL. Estudos Hidrogeológicos de Mato Grosso do Sul. Relatório Final. Campo Grande, 736 p. 1998.
- SAATY, T. L. How to make a decision: the Analytic Hierarchy Process. 1990. European Journal of Operational Research 48 (1990) 9-26 North Holland. 1990.
- SALATI E., LOVEJOY, T.E., VOSE, P.B. Precipitation and water recycling in tropical forests. Environmentalist, nº3, 67-72, 1983.
- SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE DE MATO GROSSO – SEMA/MT. Portal SEMA/MT. Disponível em <<http://www.sema.mt.gov.br/>>. Acesso em janeiro/2017.
- SEDAC – SOCIOECONOMIC DATA AND APPLICATION CENTER. Population Density Grid - Gridded Population of the World. 2015 Disponível em: <<http://sedac.ciesin.columbia.edu/data/set/gpw-v4-population-density-adjusted-to-2015-unwpp-country-totals>>. Acesso em janeiro/2017.
- SEMA/MT – Secretaria de Estado do Meio Ambiente de Mato Grosso. Plano Estadual de Recursos Hídricos. Cuiabá: KCM Editora, 184p. 2009.
- SEMA/MT – Secretaria de Estado do Meio Ambiente de Mato Grosso. Relatório de Monitoramento da Qualidade da Água da Região Hidrográfica do Paraguai – 2010 e 2011. Cuiabá: SEMA/MT; SGMA, 129p. 2014.
- SEMATEC/MS & IMASUL – Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia & Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul (PERH-MS). Campo Grande/MS: Editora UEMS, 194p. 2010.
- SCHILLING, K.E.; LIBRA, R.D. Increased base flow in Iowa over the second half of the 20th century. Journal of the American Water Resources Association, 39(4), 851–860, 2003.

- SILVA, F.H.; FAVERO, S.; SABINO, J.; GARNÉS; S.A. Índices bióticos para avaliação da qualidade ambiental em trechos do rio Correntoso, Pantanal do Negro, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. In: Revista Acta Scientiarum. Biological Sciences, v.33, n.3, p. 289-299, 2011.
- SILVA, J.J.F. Caracterização Hidroquímica do Aquífero Furnas na Região Sul do Estado de Mato Grosso. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura, Engenharias e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 119 p, 2009.
- SILVA, J.J.F.; MIGLIORINI, R.B. Caracterização Hidroquímica do Aquífero Furnas na Região Sul do Estado de Mato Grosso. Geociências, v. 33, n. 2, p. 261-277, 2014.
- SPÖRL, C. Metodologia para a elaboração de modelos de fragilidade ambiental utilizando Redes Neurais Artificiais. Tese de doutorado apresentada a Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH) – USP. São Paulo, 2007.
- STRASSBURG, B. B. N. et al. Moment of truth for the Cerrado hotspot. Nature Ecology & Evolution 1, nº 99. 2017.
- THA, D.; SEAGER, D. Análise Estendida de Custo-Benefício para Adoção de Vazão Ecológica em Moçambique. Planejamento e Políticas Públicas - PPP, nº 40: 9-43, 2013.
- THE NATURE CONSERVANCY. ICMS Ecológico. Disponível em <<http://www.icmsecologico.org.br/>>. Acesso em junho/2016.
- TUCCI, C. E. M., Recursos Hídricos e Conservação do Alto Paraguai. Disponível em www.semharh.se.gov.br/modules/wfdownloads/visit.php?cid=1&lid=195. Acesso em janeiro/2017.
- VALENTE, O.F.; GOMES, M.A. Conservação de nascentes: Produção de água em pequenas bacias hidrográficas. 2 ° Ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2011.
- VALÉRIO, A. M.; SILVA, G. B. S.; KAMPEL, M.; STECH, J. L.; ASSIREU, A. T. Mapa do uso do solo da bacia do reservatório de Manso para o ano de 2007, In: Simpósio Nacional do Cerrado, 09, Brasília-DF, 2008.
- VIEIRA, L.M.; GALDINO, S.; PADOVANI. C.R. Contaminação potencial do Pantanal por pesticidas utilizados na Bacia do Alto Taquari (MS). 1998.
- VIEIRA, L.M; NUNES, V.S.; CAMPOS, R.C. Níveis de Mercúrio Total na Carne de Peixes como Indicadores de Contaminação em Sistemas Aquáticos do Pantanal. In: IV Simpósio sobre Recursos Naturais e Socioeconômicos do Pantanal, Corumbá/MS, 2004.
- VIEIRA, L.M.; GALDINO, S. Agrotóxicos na Bacia do Alto Taquari e Potenciais Impactos no Pantanal. Comunicado Técnico nº 50 / Embrapa Pantanal. 2005.

- VON SPERLING. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. In: Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte. Minas Gerais vol. 3 ed. 2005.
- ZIMMER, J.R. Caracterização Hidrogeológica do Sistema Aquífero Bauru na Área Urbana de Primavera do Leste/MT. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura, Engenharias e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 83 p, 2014.
- WWF-BRASIL. Análise de Risco Ecológico da Bacia do Rio Paraguai: Argentina, Bolívia, Brasil e Paraguai. 2011.