

Diagnóstico

FOLHA EM BRANCO

INSERIR CAPA

Diagnóstico

1	REDE DE MONITORAMENTO DE VAZÃO	5
1.1	Dados de estações telemétricas fornecidos pela ANA e de empreendimentos hidroelétricos da ONS	14
1.2	Consequências da disponibilidade limitada de dados hidrológicos sobre o desenvolvimento do prognóstico e melhorias na gestão	17
2	DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL	19
2.1	Sub-bacia do Alto Rio Cuiabá	21
2.2	Sub-bacia do rio Manso	21
2.3	Sub-bacia do Médio Rio Cuiabá.....	23
2.4	Sub-bacia do rio Coxipó.....	25
2.5	Sub-bacia do Baixo Rio Cuiabá.....	26
2.6	Monitoramento hidrológico na UPG P4.....	27
3	DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRÂNEA	29
4	USOS DA ÁGUA	34
4.1	Usos consuntivos	34
4.2	Usos não consuntivos	34
4.2.1	Geração de energia	34
4.2.2	Navegação.....	42
4.2.3	Pesca.....	42
4.2.4	Turismo	45
5	DEMANDA HÍDRICA SUBTERRÂNEO	48
5.1	Estimativa de vazões de procedência subterrânea não outorgadas.....	51
5.2	Materiais, métodos e resultados	51
6	LEVANTAMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS QUANTITATIVAS E QUALITATIVAS DA UPG P4	54
6.1	Demandas hídricas quantitativas	54

Diagnóstico

6.1.1	Usos Consuntivos.....	55
6.1.1.1	Abastecimento Urbano.....	55
6.1.1.2	Abastecimento Rural	62
6.1.1.3	Dessedentação Animal	65
6.1.1.4	Abastecimento Industrial.....	69
6.1.1.5	Mineração.....	74
6.1.1.6	Irrigação	78
6.1.1.7	Evaporação líquida de reservatórios artificiais.....	82
6.1.1.8	Termoeletricidade.....	86
6.1.1.9	Piscicultura	87
6.1.1.10	Totalização das demandas hídricas consuntivas.....	96
6.2	Demandas hídricas qualitativas	108
6.2.1	População urbana	113
6.2.2	População rural.....	118
6.2.3	Rebanhos animais.....	119
6.2.4	Atividades industriais.....	124
6.2.5	Agricultura	128
6.2.6	Piscicultura.....	131
6.2.7	Totalização das cargas poluente da bacia	138
7	BALANÇO HÍDRICO SUBTERRÂNEO	150
8	BALANÇO HÍDRICO SUPERFICIAL	151
9	QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO CUIABÁ.....	159
9.1	Temperatura da água	161
9.2	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	162
9.3	Oxigênio Dissolvido (OD).....	163
9.4	Potencial Hidrogeniônico (pH)	165
9.5	Turbidez (NTU).....	166

Diagnóstico

9.6	Sólidos Totais (ST)	167
9.7	Nitrogênio Total (NT)	168
9.8	Fósforo Total (PT).....	169
9.9	Escherichia coli (E. coli)	170

10 ESTIMATIVA DAS CONCENTRAÇÕES DE DBO EM FUNÇÃO DOS USOS MÚLTIPLO E RESULTADOS DE MONITORAMENTO173

10.1	Contextualização.....	173
10.2	Resultado e discussão	174

11 SIMULAÇÃO DO BALANÇO QUALI-QUANTITATIVO NA BACIA.....177

11.1	Contextualização.....	177
11.2	Resultado e discussão	177

12 AGROTÓXICOS E FÁRMACOS NA BACIA DO RIO CUIABÁ.....181

12.1	Introdução.....	181
12.2	Entrada de agrotóxicos no ambiente aquático superficial	181
12.3	Entrada de fármacos no ambiente aquático superficial	184
12.4	AGROTÓXICOS NA BACIA DO RIO CUIABÁ.....	187
12.4.1	Ocorrência de agrotóxicos com uso não autorizados na Bacia do rio Cuiabá.....	187
12.5	Ocorrência de agrotóxicos em uso corrente detectados na Bacia do rio Cuiabá.....	190

13 FÁRMACOS NA BACIA DO RIO CUIABÁ.....192

14 REFERÊNCIAS.....195

Diagnóstico

Por:

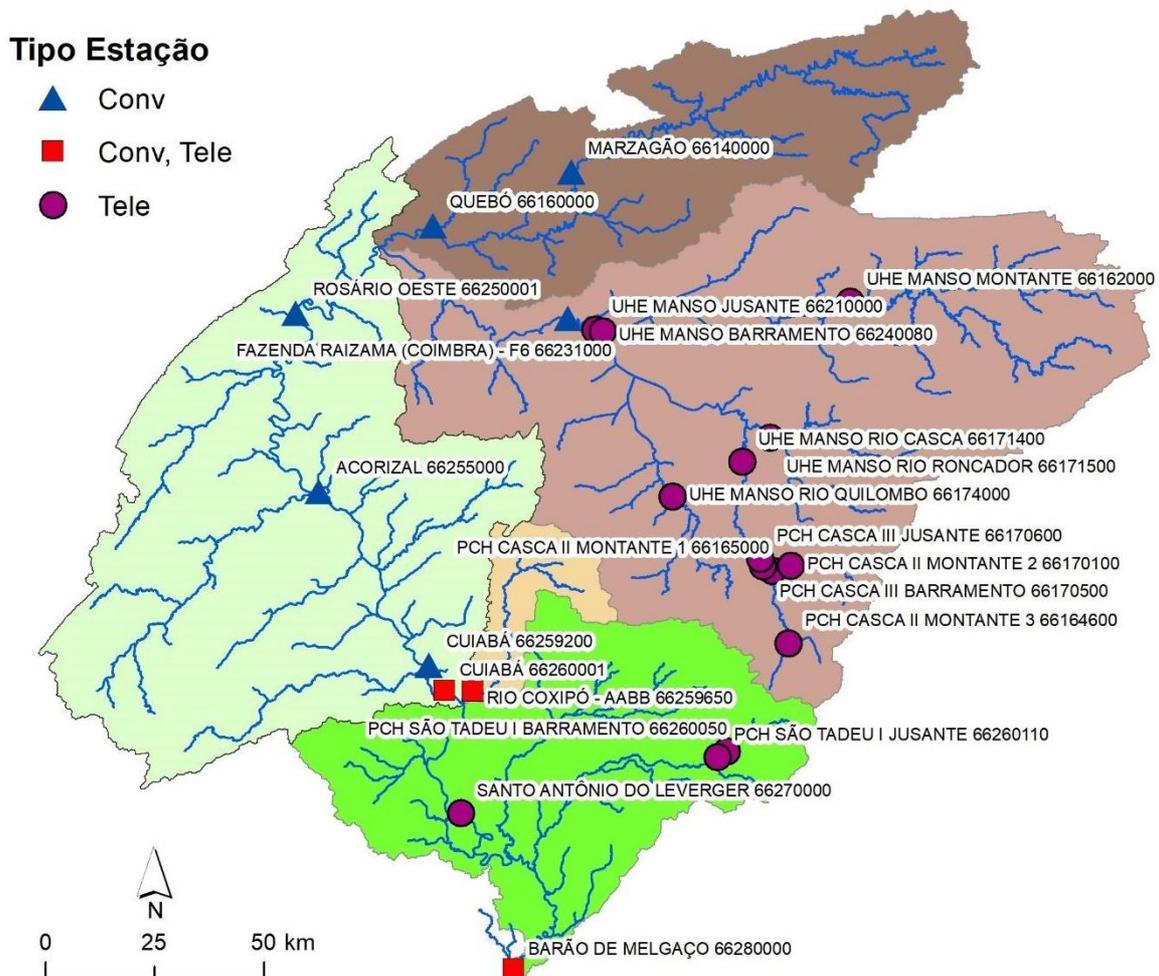
Peter Zeilhofer

1 Rede de monitoramento de vazão

O Banco de Dados HIDROWEB da ANA registra no seu inventário atualizado em 02/09/2022 (<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/download/Inventario.zip>) para bacia do rio Cuiabá (UPG P4), 23 estações fluviométricas, sendo designadas 06 de convencionais e 17 de telemétricas (Figura 1, Tabela 1).

Salienta-se que este conjunto do inventário inclui estações de monitoramento de qualidade de água e de sedimentos, sem medição ou sem medições operacionais e regulares de vazões.

Figura 1. Estações fluviométricas registradas no inventário da ANA pelo portal Hidroweb (<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/download>).



Conv: Estação convencional; Tele: Estação telemétrica

Diagnóstico

As series temporais das estações telemétricas são atualmente distribuídas via um próprio portal (<http://www.snirh.gov.br/hidrotelemetria/>).

As últimas datas de atualização informadas na Tabela 1 se referem aos dados disponibilizados pelo portal HIDROWEB (<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>). A resolução temporal destas estações convencionais é diária.

As estações telemétricas (T) que substituíram os equipamentos de monitoramento convencional (C) começaram operar em geral antes do encerramento das medições convencionais, sendo disponível um período de operação paralela com sobreposição temporal das series convencional o telemétrico. Os registros das estações convencional disponibilizados pelo portal HIDROWEB se encerram em geral no dia 31 de dezembro de 2015. Se o monitoramento em uma estação convencional foi mantido por técnica de Telemetria, esses dados são disponíveis em resolução de 15 min a partir de um próprio Portal (<http://www.snirh.gov.br/hidrotelemetria/Mapa.aspx>).

Tabela 1. Estações fluviométricas registradas no inventário da ANA.

Código	Nome	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Área drenagem (km ²)	Parâmetros	Tipo Estação	Última Atualização
66255000	ACORIZAL	-15.20390	-56.36690	163	19700	V, Q, S	C	06/05/13
66280000	BARÃO DE MELGAÇO	-16.19280	-55.96690	125	28900	V, Q	C, T	07/07/21
66259200	CUIABÁ	-15.56390	-56.14110	141	22700	V, Q, S	C	01/25/17
66260001	CUIABÁ	-15.61560	-56.10860	140	23500	V, Q, S	C, T	05/28/15
66231000	FAZENDA RAIZAMA (COIMBRA) - F6	-14.84500	-55.85560	228	9580	V, Q	C	09/28/10
66140000	MARZAGÃO	-14.54170	-55.84890	282	2320	V, Q	C	11/04/21
66165000	PCH CASCA II MONTANTE 1	-15.36690	-55.43670	488	432	V, S	T	07/31/17
66170100	PCH CASCA II MONTANTE 2	-15.35690	-55.39860	490	279	V, S	T	07/31/17
66164600	PCH CASCA II MONTANTE 3	-15.51750	-55.40280	626	194	V	T	06/24/15
66170500	PCH CASCA III BARRAMENTO	-15.35750	-55.45530	422	810	V	T	06/16/15
66170600	PCH CASCA III JUSANTE	-15.34220	-55.46110	355	860	V, S	T	06/16/15
66260050	PCH SÃO TADEU I BARRAMENTO	-15.74170	-55.53000	425	256	V	T	07/16/15

Diagnóstico

66260110	PCH SÃO TADEU I JUSANTE	-15.75360	-55.54830	223	316	V, S	T	07/16/15
66160000	QUEBÓ	-14.65360	-56.13220	193	4260	V, Q	C	02/28/14
66259650	RIO COXIPÓ – AABB	-15.61750	-56.05110	158	608	V, Q	C, T	08/24/22
66250001	ROSÁRIO OESTE	-14.83420	-56.41390	179	16000	V, Q, S	C	09/01/14
66270000	SANTO ANTÔNIO DO LEVERGER	-15.86970	-56.07610	130	25300	Q	T	07/07/21
66240080	UHE MANSO BARRAMENTO	-14.87140	-55.78470	276	3350	V	T	01/30/20
66210000	UHE MANSO JUSANTE	-14.86750	-55.80030	233	9370	V, S	T	06/30/15
66162000	UHE MANSO MONTANTE	-14.81000	-55.27610	320	2580	V, S	T	06/30/15
66171400	UHE MANSO RIO CASCA	-15.14110	-55.49810	311	1210	V	T	06/30/15
66174000	UHE MANSO RIO QUILOMBO	-15.21360	-55.64110	297	693	V	T	06/30/15
66171500	UHE MANSO RIO RONCADOR	-15.09190	-55.44170	304	1360	V	T	06/30/15

V: Vazão; S: Sedimentos; Q: Qualidade de água.

C: Estação convencional; T: Estação telemétrica

Estações com fundo cinza possuem séries com uma consistência satisfatória para uso em análises de regionalização e/ou calibragem de modelos hidrológicos

Estações telemétricas em itálico possuem de fato conjuntos de dados de vazão

Somente duas (02) destas estações com séries consistentes de vazão (66280000-BARÃO DE MELGAÇO, 66260001-CUIABÁ) inicialmente operadas de forma convencional, foram substituídas por estações telemétricas, garantindo a continuidade das observações. Já a estação combinada do Rio Coxipó (66259650 - RIO COXIPÓ - AABB) não dispõe de uma série consistente de vazões de longo prazo.

O inventário como apresentado pelo portal HIDROWEB em combinação com as formas de sistematização e armazenamento escolhidas pela ANA (disponibilização das series temporais telemétricas a partir de um novo portal que possui estruturação do seu Banco de Dados distinta e cujos conjuntos possuem resolução temporal maior de 15 min versus da resolução diária utilizada no HidroWEB), geram uma serie de desdobramentos para o usuário. De forma geral, dificulta a composição de series compostas, oriundas do monitoramento convencional inicial, seguida de uma aquisição por telemetria.

Diagnóstico

Alguns dos aspectos mais importantes, que oneram o seu uso em estudos hidrológicos, sem uma prévia avaliação interativa criteriosa, são listados em seguida:

1. O período de operação entre estas estações variam expressivamente, entre alguns anos e quase 90 anos (66260001 - Cuiabá)
2. Durante esse período, o número de falhas, a confiabilidade e a consistências dos dados possuem características muito distintas
3. Estações, inicialmente operadas de forma convencional, passaram a ser telemétricas, isso conservando a localização idêntica (66280000 - Barão de Melgaço, 66260001 - Cuiabá). Essa transição se deu principalmente de 2015 e 2016. Para a geração de series consistentes devem ser compilados consequentemente dados em resolução diária durante a operação convencional com dados de resolução de 15 min na operação telemétrica. No tempo de sobreposição devia ainda testada a correspondência entre as medições convencionais e telemétricas.
4. As estações convencionais 66140000 – Marzagão, 66160000 – Quebó, 66255000 - Acorizal e que possuíam um longo tempo de funcionamento foram desativadas (e/ou não foram substituídas por uma estação telemétrica)
5. As estações da ANA com consistências adequadas para análises hidrológicas de médio e longo prazo possuem uma área de contribuição de no mínimo 2.320 km² (66140000 - Marzagão). Isso fragiliza ao extremo, por meras questões estatísticas, a regionalização de vazões mínimas (p. ex. a vazão Q₉₅, base da concessão de Outorga no Estado) e/ou a calibração adequada de modelos hidrológicos para gerar as series necessárias para um eventual cálculo de vazões estatísticas. Nos trabalhos para confecção do Plano Estadual de Recursos Hídricos foram discretizadas 5054 microbacias dentro da UPG-04, das quais 42,6%, por exemplo, possuem área de contribuição inferior a 10 km² e 77,7% inferior a 100 km².

Existem diversas técnicas para formular recomendações sobre a densidade espacial mínima recomendada para a instalação e operação de uma rede fluviométrica. Comumente utilizada como referência, a OMM (1994) recomenda um número mínimo de estações fluviométricas em função do relevo predominante em uma respectiva bacia hidrográfica, que deve totalizar no mínimo uma estação a cada 2.750 km² (desconsiderando as recomendações para as regiões árticas). Apesar de ser a região com uma das mais densas redes de monitoramento

Diagnóstico

fluviométrico no estado de MT, a UPG P4 possui assim densidade inferior (cerca de 01 estação convencional por 4.800 km²) com series consistentes que sustentam estudos hidrológicos de longo prazo, como p. ex. a regionalização de vazões mínimas (Q₉₅).

As quatro estações convencionais (66140000 – Marzagão, 66160000 - Quebó, 66250001 - Rosário Oeste e 66255000 - Acorizal) e as duas convencionais que tiveram continuidade na sua serie por medições telemétricas (66260001 - Cuiabá e 66280000 - Barão de Melgaço, 66259650 - Rio Coxipó) e que possuem uma série temporal de vazão diária considerada consistente o suficiente para subsidiar análises estatísticas e/ou calibrar modelos hidrológicos são marcadas com fundo cinza (vide também Collischonn et al., 2019) na Tabela 1. Os seus hidrogramas são expostas nas figuras Figura 2 até Figura 7.

Figura 2. Hidrograma do rio Cuiabazinho na estação Marzagão.

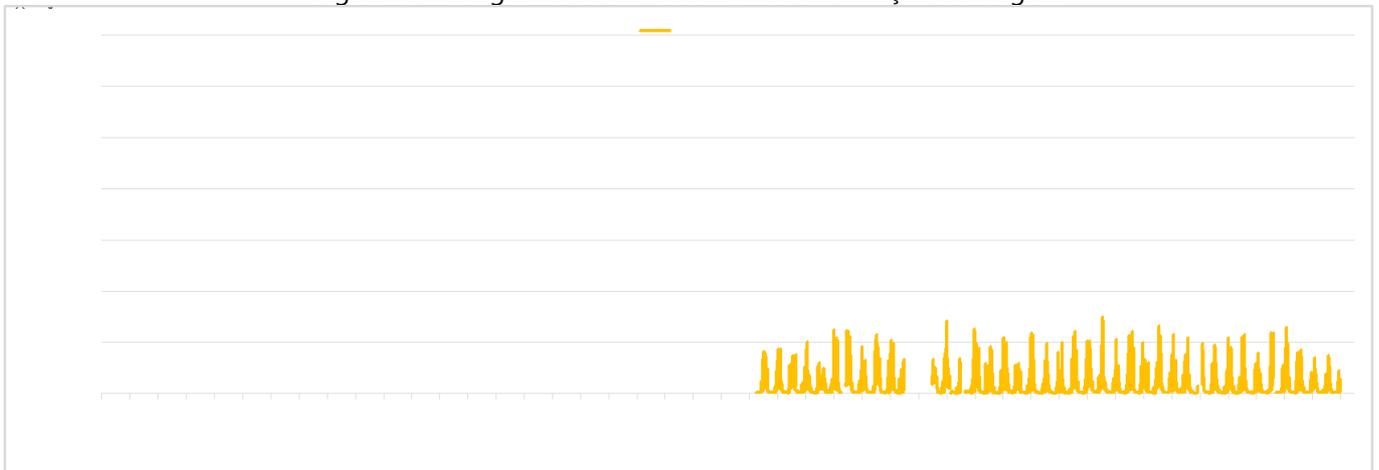
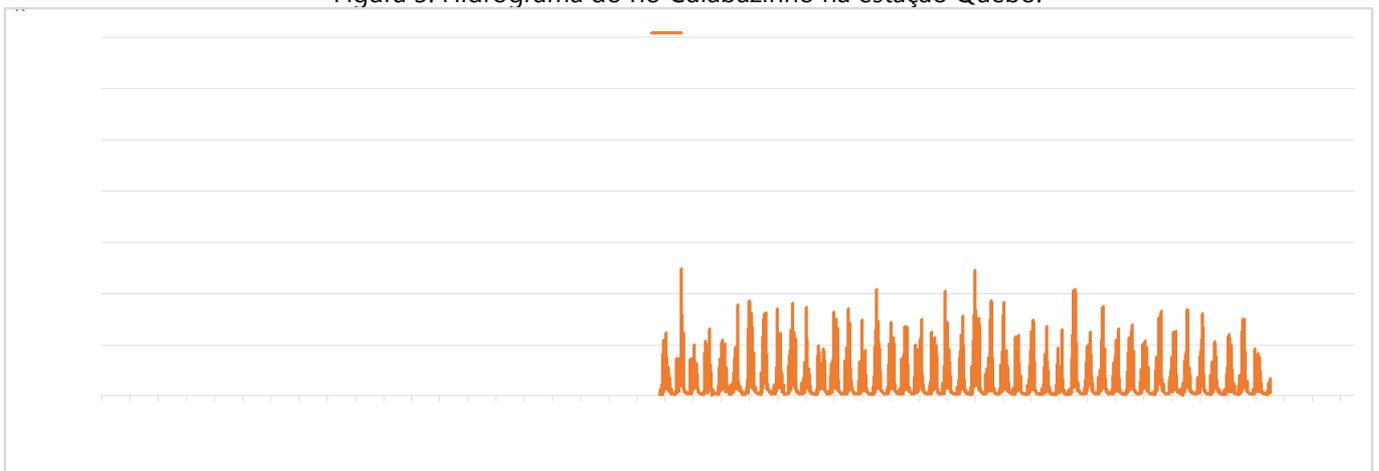


Figura 3. Hidrograma do rio Cuiabazinho na estação Quebô.



Diagnóstico

Figura 4. Hidrograma do rio Cuiabá na estação Rosário Oeste, após confluência com o rio Manso. A linha vermelha mostra a elevação do patamar das vazões mínimas em função da operação da UHE Manso.

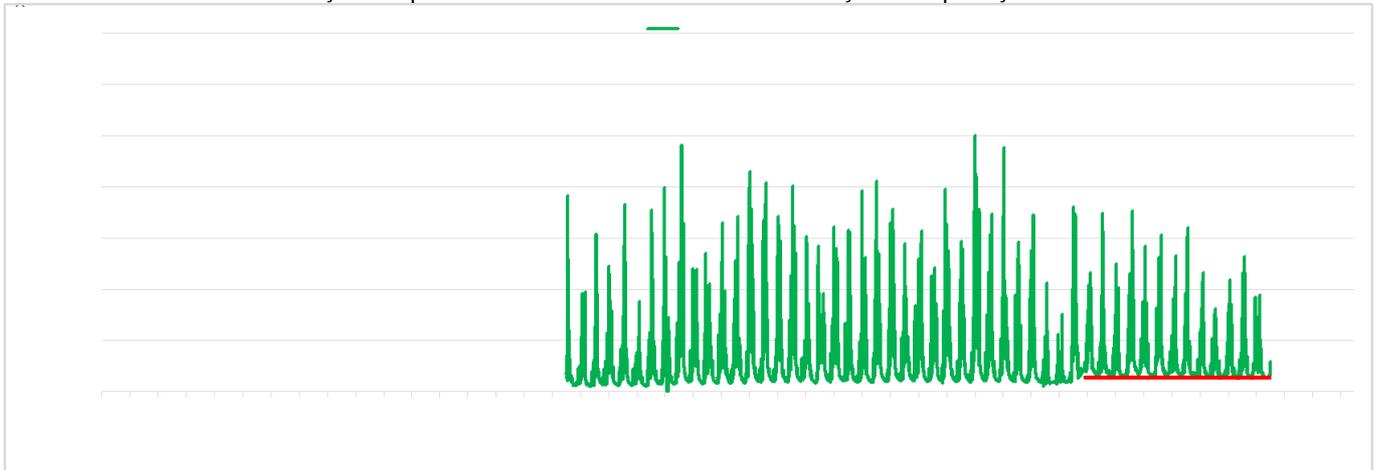


Figura 5. Hidrograma do rio Cuiabá na estação Acorizal. A linha vermelha mostra a elevação do patamar das vazões mínimas em função da operação da UHE Manso.

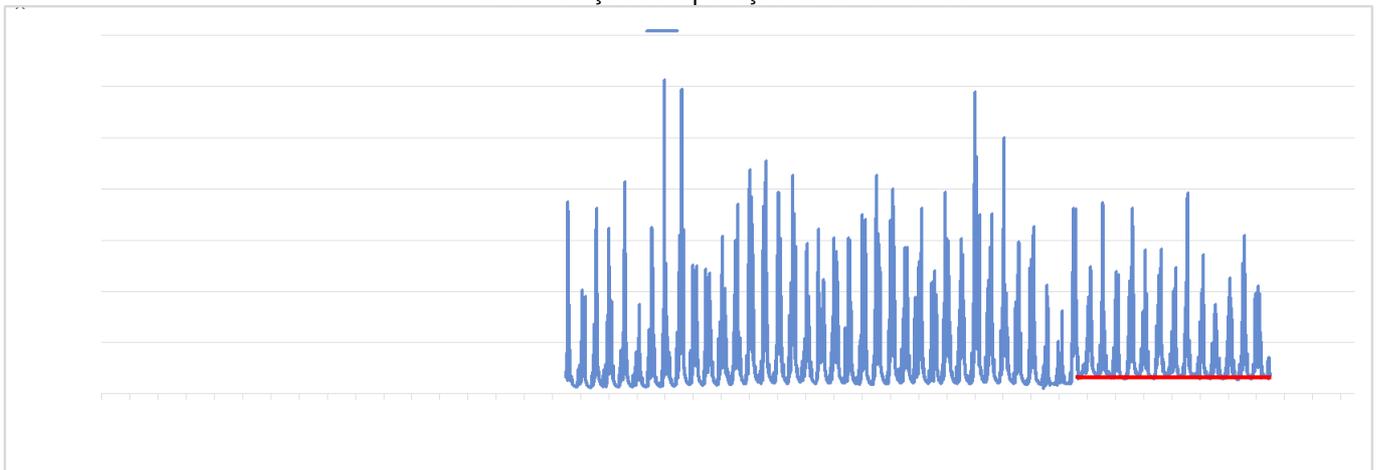
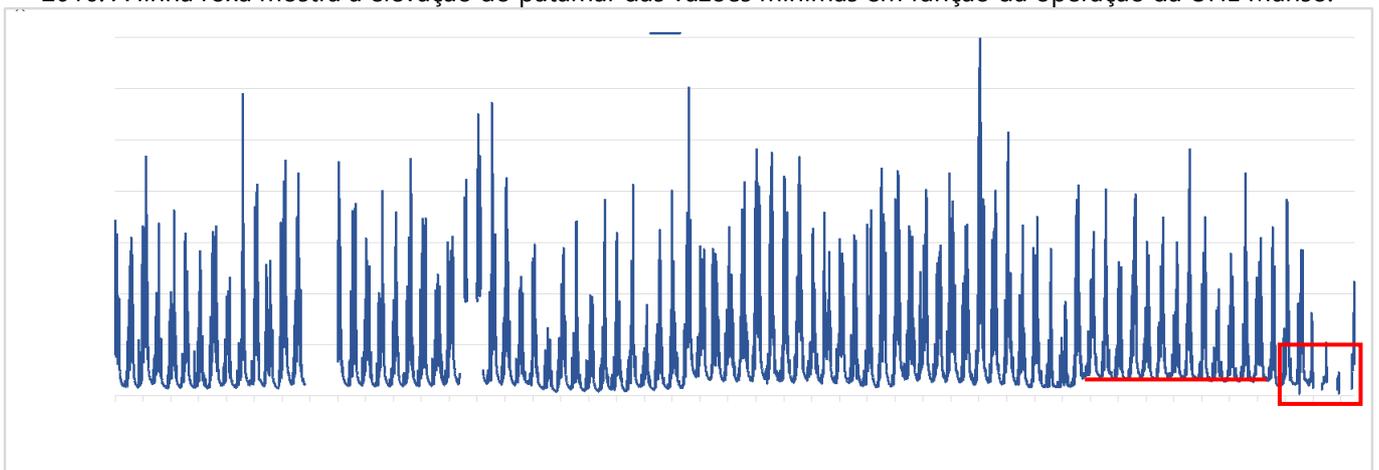
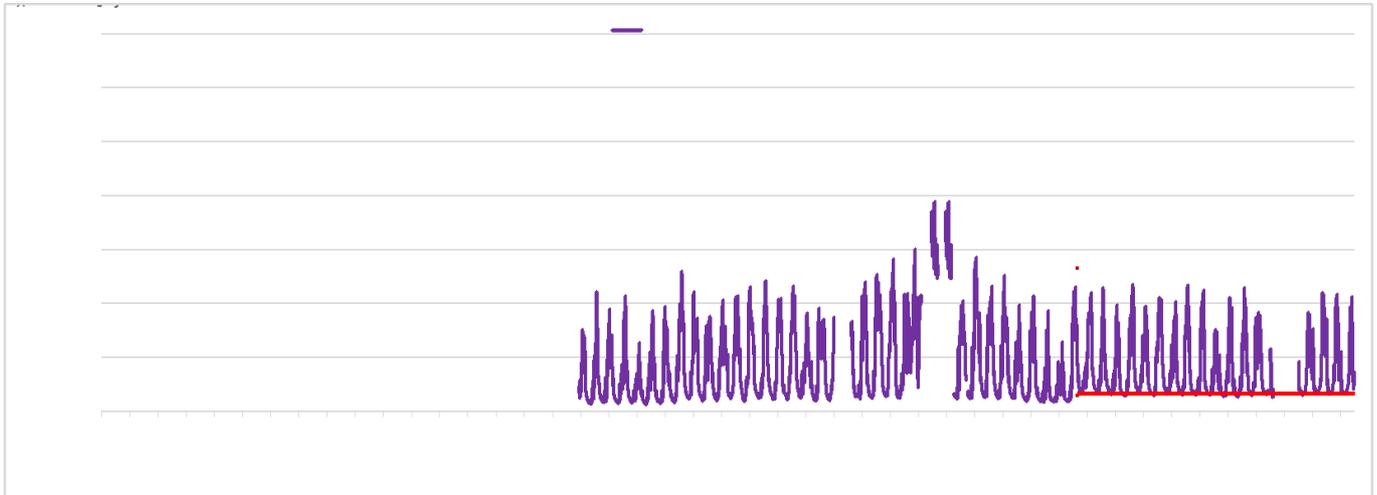


Figura 6. Hidrograma do rio Cuiabá na estação Cuiabá, com inclusão dos dados telemétricos a partir de Janeiro de 2016. A linha roxa mostra a elevação do patamar das vazões mínimas em função da operação da UHE Manso.



Diagnóstico

Figura 7. Hidrograma do rio Cuiabá na estação Barão de Melgaço, com inclusão dos dados telemétricos a partir de Janeiro de 2016. A linha roxa mostra a elevação do patamar das vazões mínimas em função da operação da UHE Manso.



Os hidrogramas mostram, até a estação 66260001 na cidade de Cuiabá o esperado aumento da vazão líquida em função do crescimento da sua área de contribuição. Na série telemétrica, a partir de 01/01/2016 parece ser visível uma ligeira diminuição das vazões mínimas (caixa amarela), que pode ser, em tese, real. Já que a estação a jusante 66280000 na cidade de Barão de Melgaço não possui tal característica, existe um forte indício que essa tendência pode ter razões sistemáticas (alteração da estação, técnica de medida). Em Barão de Melgaço, após o Rio Cuiabá já percorrer mais do que 50 km dentro da planície alagável do Pantanal, observa-se uma redução expressiva nas vazões máximas em decorrência do transbordamento do Rio durante o período chuvoso. Os picos diários de vazão observada em Cuiabá variam tipicamente entre 1500 e 2000 m³/s e se reduzem para valores entre 900 e 1300 m³/s em Barão de Melgaço (ANA 2019).

Todas as séries mostram uma expressiva sazonalidade da vazão em função do clima Koeppen do tipo Aw da região, no qual cerca de 80% da precipitação pluviométrica cai entre os meses Dezembro até Abril.

Os hidrogramas após a confluência entre os Rios Cuiabá (“Cuiabazinho”) e Manso demonstram uma alteração expressiva nas variações interanuais em função da operação da UHE Manso, com aumentos nas vazões mínimas nos meses entre agosto e novembro e diminuição

Diagnóstico

das vazões máximas durante o período chuvoso, efeitos que se propagam até o norte da planície pantaneira (Paz et al. 2014, Zeilhofer & Moura 2009).

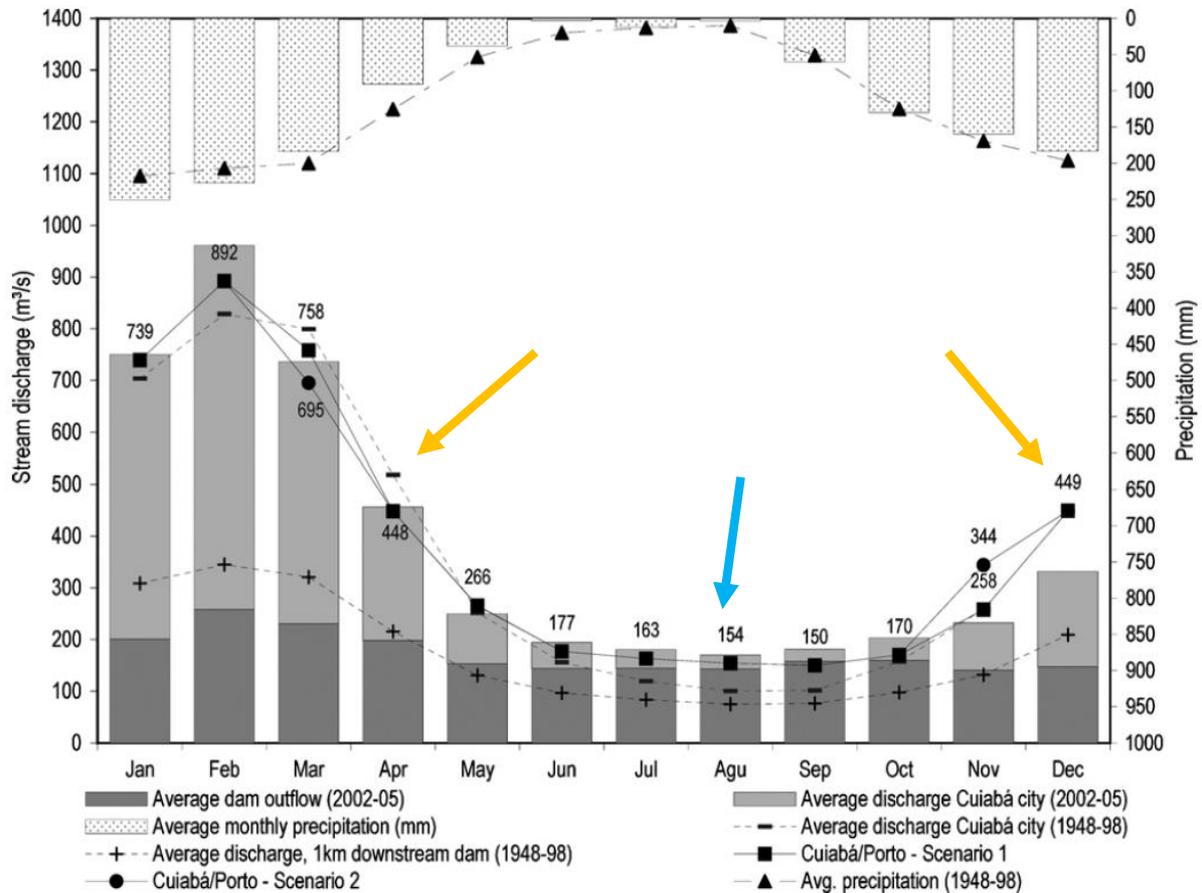
Analisando dados de vazão antes (1948-1998) e após implantação UHE Manso (em fase de operação, 2002-2005) a vazão nos as médias mensais de junho até outubro aumentaram, entre um mínimo de 24% em junho e um máximo 79% em setembro (*Average discharge*). Para reestabelecer os níveis do reservatório no fim do período de estiagem, ocorreu uma redução em novembro e dezembro de cerca de 10% em média e de 24%, respectivamente, fenômeno que pode ter retardado a inundação da planície por mais do que um mês.

Salienta-se que essas avaliações ocorrem frente de uma situação de precipitação pluviométrica (*Average monthly precipitations*) dentro dos normais de longo prazo, afastando a hipótese que esses resultados tinham ocorridos em função de anomalias climatológicas. As flechas amarelas mostram a diminuição das vazões no fim e início do período chuvoso, o que causa uma retração antecipada e um início atrasado das inundações no norte da planície pantaneira com impacto sobre a fauna ictiológica (alimentação na planície, migração para reprodução).

Já o aumento das vazões no período seco (flecha azul) pode supostamente causar uma diminuição dos bancos de areia, utilizados por espécies de aves para reprodução.

Diagnóstico

Figura 8. Médias mensais da vazão efluente na barragem da UHE, na cidade de Cuiabá (1948-98; 2002-05), da precipitação Hidrograma do rio Cuiabá na estação Barão de Melgaço. A figura inclui também dois cenários de operação da UHE, que pudessem limitar as alterações sobre o regime hídrico.



Fonte: Zeilhofer & Moura (2009)

O estudo de Jardim et al. (2020), que consideram período de operação da UHE Manso mais prolongados, observaram padrões similares, porém menos acentuados. A jusante do barramento da UHE Manso, as vazões baixas aumentaram de cerca de 60 m³/s para 130 m³/s, enquanto as vazões máximas foram reduzidas de 2.100 m³/s para valores abaixo de 900 m³/s. Adicionalmente ocorreu um atraso nos fluxos máximos de entre 3 a 17 dias.

Esses padrões seguem claramente até a cidade de Cuiabá, cerca 300 km a jusante da represa. Os fluxos baixos tiveram incremento de cerca de 93 para 170 m³/s, enquanto os fluxos máximos foram reduzidos de uma faixa de 1.390–2.617 m³/s para no máximo 1.723 m³/s e podem alcançar níveis tão baixos como 650 m³/s. Os fluxos diários máximos são atrasados em 2 a 5 dias com operação do cenário. Em Barão de Melgaço, cerca de 420 km a jusante da barragem, as

Diagnóstico

alterações nos hidrogramas continuam visíveis com um incremento de cerca de 90 m³/s para 165 m³/s com operação da barragem (Jardim et al., 2020). As alterações dos fluxos máximos são pouco, isso em função do transbordamento, efeito que porém tem efeitos expressivos sobre o alagamento da planície e a conectividade com essas áreas de importância ecológica crucial para o Pantanal.

1.1 Dados de estações telemétricas fornecidos pela ANA e de empreendimentos hidroelétricos da ONS

De acordo com a Resolução Conjunta ANEEL/ANA nº 3 de 10 de agosto de 2010 é proposto que em áreas de drenagem entre 501 km² e 5.000 km² devem existir no mínimo 03 estações de monitoramento. Assim, com a instalação da UHE Manso e os PCHs na UPG-04 (Casca 1-3, São Tadeu), obras para os quais são exigidas a disponibilização pública de dados fluviométricos a montante e jusante dos empreendimentos, tem perspectiva de se aproximar às exigências mínimas em termos de densidade de estações fluviométricas na UPG P4. Como mencionado, dados por medição são fornecidos pelo portal das estações telemétricas da ANA.

Apesar de ainda possuir series curtas de no máximo 21 anos (UHE Manso), como fornecida pela ONS, as estações telemétricas instaladas nos afluentes e a jusante de hidroelétricas, existem (desconsiderando as estações de Cuiabá e Barão de Melgaço) 10 estações na área de influência da UHE Manso e nas PCHs Casca II e III e São Tadeu com dados disponíveis. Estas estações, em tese podem fornecer informações importantes sobre o escoamento em bacias com áreas de contribuição menores.

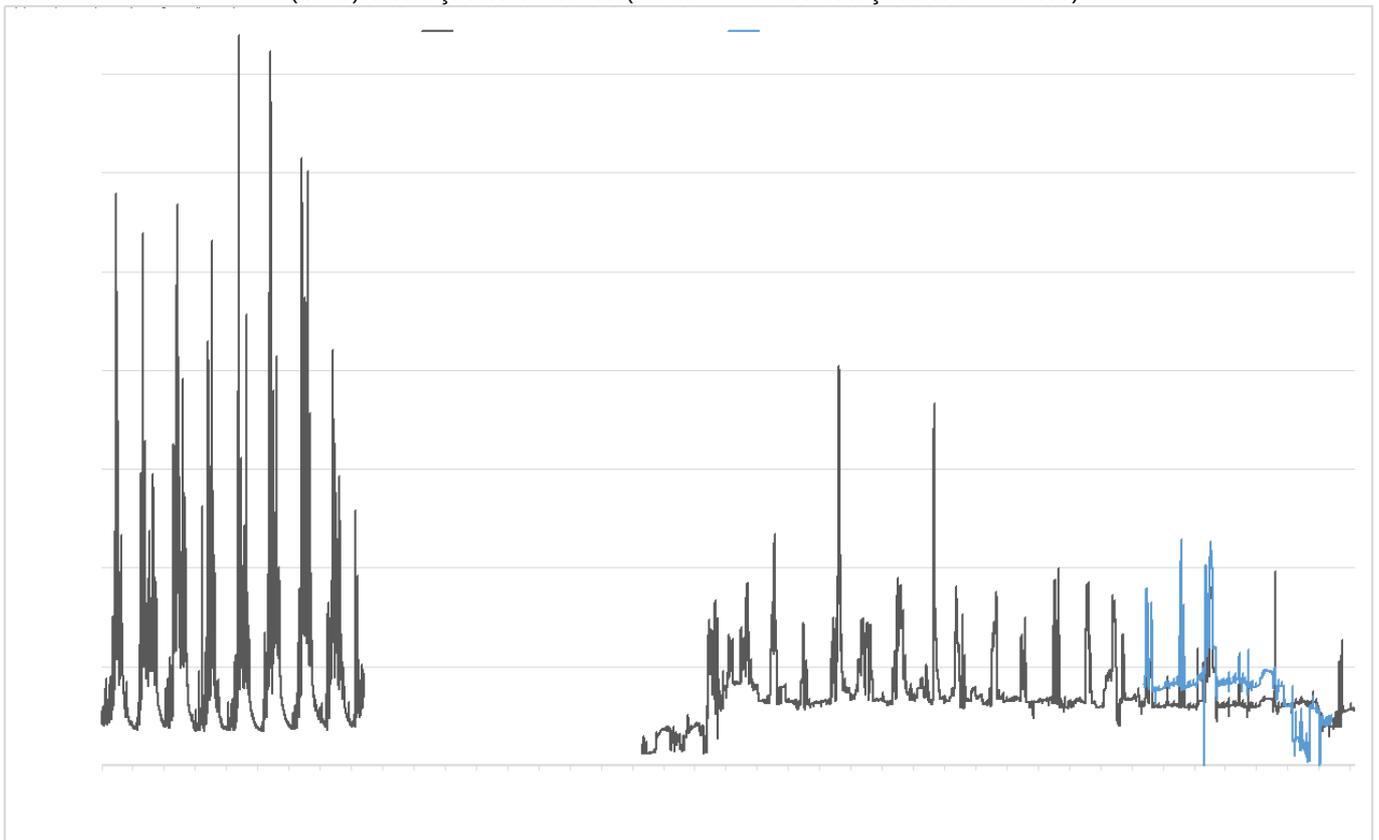
Saliente-se, entretanto, que apesar de um expressivo esforço da equipe de apoio dedicada ao pré-processamento destes dados telemétricos, os valores registrados demandam uma avaliação criteriosa e continua, por apresentarem parcialmente registros errôneos ou altamente duvidosos. Um exemplo se dá em um comparativo entre os dados do Rio Manso no exutório da represa como fornecidos por FURNAS (ONS) e os dados disponíveis pelo portal das estações telemétricas da ANA (Figura 9).

Diagnóstico

Observa-se, no primeiro plano, a forte regulação das vazões com a implantação da barragem, operada no Sistema Interligado Nacional – SIN, onde por cerca 02 anos 1999-2001, a maior parte da vazão líquida foi retida para o enchimento inicial da represa.

Há discrepâncias entre os dados fornecidos pela ONS (que parecem em uma primeira avaliação mais plausíveis) e o conjunto disponibilizado pelo Portal da ANA (curva azul na Figura 9). Essa observação é principalmente importante, porque a ONS somente fornece dados na saída dos UHEs. No caso da UHE Manso, mais 4 (quatro) estações telemétricas (dos principais afluentes do reservatório) estariam disponíveis, com áreas de contribuição menores, que possuem, em tese, importante potencial para melhorar estimativas de vazões mínimas em bacias hidrográficas menores, grande demanda da SEMA-MT para subsidiar a Outorga de RH na bacia, distante dos principais mananciais da bacia. Entretanto, como também já observado em posto telemétrico na bacia do São Lourenço (Córrego Ponte de Pedras) (ANA 2020), as estações telemétricas parecem ter incertezas e inconsistências na confiabilidade dos seus conjuntos gerados.

Figura 9. Vazões do Rio Manso a jusante do eixo da barragem, antes da instalação (Hidroweb), após barramento (ONS) e estação telemétrica (Portal ANA das estações telemétricas).



Diagnóstico

Uma plotagem dos conjuntos de dados de 10 estações telemétricas a montante e jusante da UHE Manso e as PCHs de Casca II e III e São Tadeu enfatizam a precariedade e inconsistência destes conjuntos de dados (Figura 10).

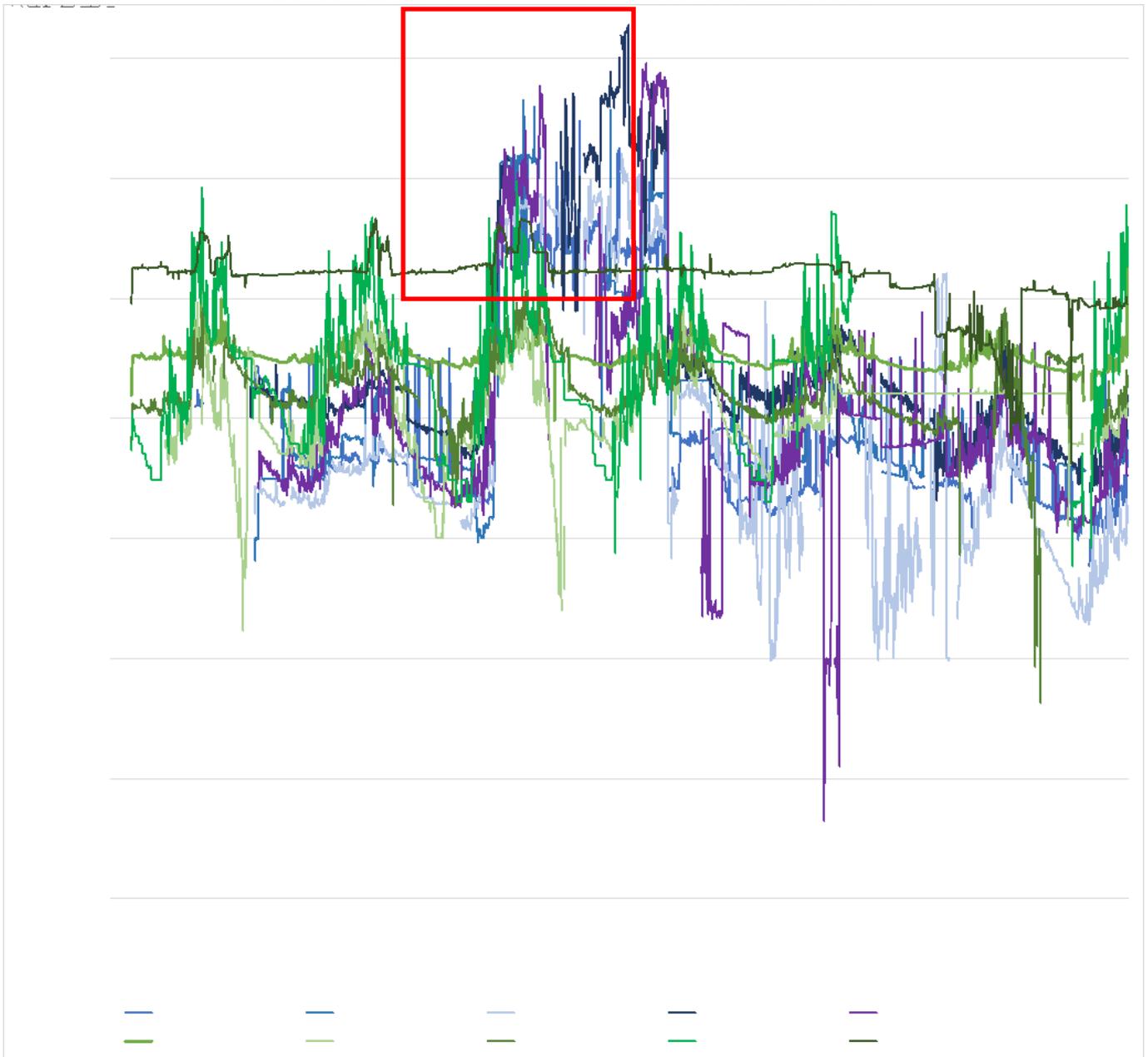
Nas quatro estações das duas hidroelétricas no rio Casca (linhas em tons de azul) são registradas, no período entre os anos de 2017 e 2019, vazões máximas de até 20,000 m³/s, ou no mínimo 100 vezes maiores do que as esperadas de acordo com a área das suas sub-bacias de contribuição (caixa vermelha).

Neste mesmo contexto, observou-se também, em primeira análise, que os metadados das estações telemétricas como fornecidos pela ANA, parecem, no mínimo pontualmente, não representar a consistência real dos registros.

Assim, o eventual uso destes dados para qualquer tipo de estudo hidrológico somente será possível após conferência manual de cada conjunto por especialista, comparação com dados de precipitação e estimativa das vazões específicas possíveis em sub-bacias com características geoambientais similares. Os conjuntos devem em seguida passar por procedimentos computacionais de filtragem e preenchimento de falhas por técnicas da análise de séries temporais (ex. Análise de espectro singular, Wavelets, Análise de Fourier etc.) ou por métodos regressivos, utilizando estações com séries de alta correlação. Só desta forma pode ser eventualmente possível de alcançar consistências nas séries que permitiriam o seu uso em análises hidrológicas sistemáticas.

Diagnóstico

Figura 10. Conjunto de dados de 10 estações telemétricas a montante e jusante da UHE Manso e as PCHs de Casca II e III e São Tadeu. Fonte: Portal de dados telemétricos-ANA.



1.2 Consequências da disponibilidade limitada de dados hidrológicos sobre o desenvolvimento do prognóstico e melhorias na gestão

De acordo com a rede de monitoramento em funcionamento e com os resultados obtidos em prévios estudos de modelagem hidrológica que englobaram a UPG P4 (Jardim et al., 2020, Collischonn et al., 2001, Paz et al., 2014, Paes & Brandão, 2013, Kayser, 2017), uma estimativa da disponibilidade hídrica quantitativa e a determinação de vazões estatísticas nas grandes mananciais da bacia podem ser consideradas confiáveis.

Diagnóstico

Existe, entretanto, uma demanda por estimativas em escala altamente detalhada (microbacias geradas no contexto do Plano Estadual de Recursos Hídricos) para subsidiar a concessão de Outorga.

Nesse sentido, foi desenhada para subsidiar a execução do PB da UPG P4, uma rede de monitoramento mensal de vazão (e qualidade de água) que considera somente mananciais com áreas de drenagem geralmente abaixo de 100 km². Isso houve como o intuito obter no mínimo primeiros estimativas sobre as vazões disponíveis em pequenas sub-bacias da UPG P4 que pudessem subsidiar uma regionalização das vazões mínimas e modelagens hidrológicas mais robustas para esta escala de detalhamento espacial.

Com o mesmo intuito foi ainda iniciado, como atividade complementar nas campanhas mensais de coleta, um monitoramento da intermitência (screening) de pequenos mananciais ao longo das trajetórias percorridos durante as campanhas de coleta mensal. Esta abordagem de screening consiste em uma documentação fotográfica da situação nas diversos mananciais atravessadas durante os percursos, classificando-as em três categorias: i) presença água com fluxo perceptível, ii) água residual empossada ou iii) cursos completamente secos.

Em concordância com o corpo técnico da SEMA, é consenso na equipe executora do PB, que não existe base de dados robusta o suficiente, para obter estimativas confiáveis nesta escala de detalhamento espacial. Principalmente devido a baixíssima confiabilidade das séries de vazão das estações telemétricas disponibilizadas pela ANA a montante e jusante de empreendimentos hidroelétricos, julgamos inviável e sem base conceitual-científico realizar uma atualização e consolidação das estimativas de vazões mínimas (Q95), utilizadas atualmente pela SEMA em escala de microbacias. Entendemos que as estimativas só podem ser razoavelmente realistas em uma discretização da UPG P4 em microbacias com tamanho mínimo maior do que 20 km².

Diagnóstico

Por:

Gabriel Figueiredo de Moraes

2 Disponibilidade hídrica superficial

A vazão dos cursos d'água é formada pela contribuição de água do escoamento superficial e de uma parcela do escoamento subterrâneo (o escoamento de base). A vazão média é frequentemente utilizada para informar a disponibilidade de água em uma bacia devido à sua fácil aquisição da informação. Entretanto, esta vazão representa um limite superior, não se encontrando disponível para uso em todos os períodos do ano em função, principalmente, da sazonalidade e da variação interanual.

A disponibilidade hídrica superficial é caracterizada como uma vazão mínima de referência para fins de gestão e representa a oferta de água a ser considerada no balanço hídrico, o qual, por sua vez, consiste unicamente na relação entre a oferta e a demanda de água, nas diversas atividades humanas, sendo este o principal dispositivo de orientação das atividades de gestão dos recursos hídricos (IBGE, 2021).

Conejo *et al.* (2009) destacam que é prudente utilizar as vazões que ocorrem em épocas de estiagem como estimativas da disponibilidade hídrica. Estas vazões são os menores valores na série histórica sendo utilizadas no dimensionamento de diversos projetos como abastecimento de água, irrigação, navegação, diluição de efluentes, geração de energia elétrica, manutenção de ecossistemas, entre outros.

Este capítulo apresenta o diagnóstico da disponibilidade hídrica superficial, elaborado com base nos dados do Sistema Integrado de Monitoramento e Licenciamento Ambiental (SIMLAM) da Secretaria de Estado do Meio Ambiente (Sema-MT), considerando a vazão Q_{95} , vazão de referência para outorga, do trecho final de cada corpo hídrico.

Desse modo, a Figura 11 apresenta a disponibilidade na UPG P-4 (Alto Rio Cuiabá), categorizadas em cinco faixas de vazão, sendo elas: 0 a 0,2 m³/s, 0,2 a 1,0 m³/s, 1,0 a 10 m³/s, 10 a 50 m³/s e de 50 a 127,80 m³/s.

Diagnóstico

2.1 Sub-bacia do Alto Rio Cuiabá

A bacia compreende uma área de 4.376,01 km², desde as nascentes dos rios Cuiabá do Bonito e Cuiabá da Larga, formadores do rio Cuiabazinho, até a confluência deste com o rio Manso.

O Quadro 1 apresenta os corpos hídricos da bacia do Alto Rio Cuiabá, a sub-bacia onde contribuem (rio principal), vazão média (Q_{méd}), vazão de referência para outorga (Q₉₅).

Quadro 1. Disponibilidade hídrica na sub-bacia do Alto Rio Cuiabá.

Corpo hídrico	Rio principal	Q _{méd} (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)
Rio Cuiabá da Larga	Rio Cuiabazinho	10,49	1,05
Rio Cuiabá do Bonito	Rio Cuiabazinho	11,80	1,18
Ribeirão Água Fina	Rio Cuiabazinho	10,82	1,08
Córrego Cuiabazinho	Rio Cuiabazinho	6,88	0,69
Ribeirão São José	Rio Cuiabazinho	2,42	0,24
Córrego Buriti	Rio Cuiabazinho	3,25	0,32
Ribeirão Marzagão	Rio Cuiabazinho	10,73	1,07
Ribeirão da Porteira	Rio Cuiabazinho	3,67	0,36
Ribeirão do Cocal	Rio Cuiabazinho	3,13	0,36
Ribeirão Quebozinho	Rio Cuiabazinho	6,41	0,64
Rio Quebó Grande	Rio Cuiabazinho	13,70	1,43
Rio Cuiabazinho	Rio Cuiabá	93,45	9,59

Fonte: Adaptado de SEMA, 2008.

2.2 Sub-bacia do rio Manso

A bacia compreende uma área de 10.834,21 km², desde as nascentes dos rios Roncador, Casca, Quilombo e Manso (principal rio da sub-bacia), até a confluência deste com o rio Cuiabazinho.

Diagnóstico

O Quadro 2 apresenta os corpos hídricos da sub-bacia do rio Manso, a sub-bacia onde contribuem (rio principal), vazão média (Q_{méd}), vazão de referência para outorga (Q₉₅).

Quadro 2. Disponibilidade hídrica na sub-bacia do rio Manso

Corpo hídrico	Rio principal	Q _{méd} (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)
Córrego da Mata Grande	Rio dos Cavalos	3,74	0,37
Córrego Piraputanga	Rio dos Cavalos	2,25	0,22
Rio dos Cavalos	Rio Manso	19,42	1,95
Córrego Fundo	Rio Finca-Faca	3,03	0,30
Córrego Bonito	Rio Finca-Faca	1,68	0,27
Córrego Sobretudo	Rio Finca-Faca	2,01	0,20
Córrego Piçarrão	Rio Finca-Faca	4,07	0,41
Rio Finca-Faca	Rio Manso	18,37	1,95
Ribeirão Caiana	Rio Manso	6,94	0,79
Córrego Boa Vista	Córrego das Cobras	3,15	0,31
Córrego das Cobras	Rio Manso	5,90	0,59
Córrego Monjolinho	Rio Manso	3,93	0,39
Córrego Furnas	Rio Manso	3,85	0,38
Córrego Salobra	Rio Manso	4,85	0,48
Ribeirão São Roque	Rio Manso	0,94	0,20
Rio Palmeiras	Rio Manso	12,71	1,27
Córrego Saltinho	Rio Manso	1,02	0,20
Ribeirão Lagoinha	Rio Quilombo	7,15	3,11
Rio Cachoeirinha	Rio Quilombo	6,99	3,04
Rio Acorá	Rio Quilombo	1,94	0,84
Córrego da Estiva	Rio Quilombo	3,83	1,67
Córrego Água Fria	Rio Quilombo	4,38	1,90

Diagnóstico

Ribeirão Bom Jardim	Rio Quilombo	5,27	2,29
Rio Quilombo	Rio Quilombo	34,81	15,16
Córrego Ponte Alta	Rio da Casca	7,18	3,13
Córrego Reinó	Rio da Casca	1,41	0,61
Rio da Casca	Rio Roncador	31,24	13,32
Córrego Sumidouro	Rio Jangada	2,18	0,95
Rio Jangada	Rio Roncador	10,96	4,77
Córrego Pedra Grande	Rio Roncador	3,10	1,29
Córrego da Laje	Rio Roncador	1,51	0,56
Córrego Água Branca	Rio Roncador	2,35	1,02
Rio Roncador	Rio Manso	104,69	45,02
Ribeirão Arraia	Rio Manso	2,97	0,29
Ribeirão Bravo	Ribeirão Mutum	3,14	0,62
Ribeirão Mutum	Rio Manso	7,00	1,39
Ribeirão Banguê	Rio Arruda	1,49	0,29
Ribeirão da Praia	Rio Arruda	1,31	0,26
Rio Arruda	Rio Manso	5,87	1,16
Córrego do Cozinheiro	Rio Manso	1,23	0,24
Rio Manso	Rio Cuiabá	222,27	59,46

Fonte: Adaptado de SEMA, 2008.

2.3 Sub-bacia do Médio Rio Cuiabá

A bacia compreende uma área de 8.366,06 km², desde a confluência do Rio Manso e Cuiabazinho, onde ocorre a formação do rio Cuiabá (principal rio da sub-bacia), abrangendo os seus afluentes de margem esquerda e direita, até o ponto de confluência do rio Coxipó, na área urbana do município de Cuiabá.

Diagnóstico

O Quadro 3 apresenta os corpos hídricos da sub-bacia do Médio Rio Cuiabá, a sub-bacia onde contribuem (rio principal), vazão média ($Q_{méd}$), vazão de referência para outorga (Q_{95}).

Quadro 3. Disponibilidade hídrica na sub-bacia do Médio Rio Cuiabá

Corpo hídrico	Rio principal	$Q_{méd}$ (m^3/s)	Q_{95} (m^3/s)
Rio Serragem	Ribeirão Nobres	4,85	0,48
Ribeirão Nobres	Rio Cuiabá	9,20	1,03
Ribeirão Grande	Rio Cuiabá	4,10	0,81
Ribeirão da Cutia	Rio Cuiabá	2,48	0,47
Ribeirão Pai Caetano	Rio Cuiabá	1,18	0,23
Ribeirão Forquilha	Rio Cuiabá	2,62	0,52
Córrego Agulha	Rio Cuiabá	1,14	0,22
Córrego Engenho	Ribeirão Chiqueirão	3,53	0,68
Córrego Chiqueirinho	Ribeirão Chiqueirão	5,61	1,11
Ribeirão Chiqueirão	Rio Cuiabá	16,50	3,20
Ribeirão do Engenho	Rio Cuiabá	2,05	0,40
Córrego Cocal	Ribeirão Grande	1,14	0,22
Ribeirão Grande	Rio Cuiabá	5,02	0,99
Ribeirão Forquilha	Ribeirão Acorizal	1,65	0,32
Ribeirão Acorizal	Rio Cuiabá	5,32	1,05
Córrego Brumado	Rio Jangada	2,75	0,54
Ribeirão Retiro	Rio Jangada	3,30	0,65
Ribeirão das Pedras	Rio Jangada	2,81	0,55
Rio Jangada	Rio Cuiabá	28,09	5,85
Ribeirão Baús	Rio Cuiabá	3,56	0,70
Rio Buriti Escuro	Ribeirão Espinheiro	1,02	0,20
Ribeirão Espinheiro	Rio Cuiabá	9,60	1,90

Diagnóstico

Ribeirão Taquara	Rio Cuiabá	2,54	0,50
Rio Coxipó-Açu	Rio Cuiabá	11,20	2,30
Rio Machado	Rio Cuiabá	2,22	0,44
Ribeirão Esmeril	Rio Cuiabá	5,79	1,15
Ribeirão Dois Córregos	Rio Bandeira	1,88	0,37
Rio Bandeira	Rio Cuiabá	6,18	1,22
Ribeirão do Lipa	Rio Cuiabá	1,18	0,23
Córrego Tarumã	Rio Pari	2,10	0,41
Rio Pari	Rio Cuiabá	15,66	2,94
Rio Cuiabá	Rio Cuiabá	463,50	97,72

Fonte: Adaptado de SEMA, 2008.

2.4 Sub-bacia do rio Coxipó

A bacia do rio Coxipó compreende uma área de 680,60 km², desde a nascente até o seu ponto de confluência com o rio Cuiabá. Entre os contribuintes estão o córrego Salgadeira, ribeirão Claro, rios Mutuca e dos Peixe.

O Quadro 4 apresenta os corpos hídricos da sub-bacia do rio Coxipó, a sub-bacia onde contribuem (rio principal), vazão média (Q_{méd}), vazão de referência para outorga (Q₉₅).

Diagnóstico

Quadro 4. Disponibilidade hídrica na sub-bacia do rio Coxipó

Corpo hídrico	Rio principal	Q _{méd} (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)
Ribeirão Claro	Córrego Salgadeira	3,25	0,64
Córrego Salgadeira	Rio Coxipó	6,96	1,38
Rio Mutuca	Rio Coxipó	3,49	0,69
Rio dos Peixes	Rio Coxipó	1,02	0,20
Córrego Moinho	Rio Coxipó	2,01	0,40
Rio Coxipó	Rio Cuiabá	23,79	4,75

Fonte: Adaptado de SEMA, 2008.

2.5 Sub-bacia do Baixo Rio Cuiabá

A bacia compreende uma área de 4.717,33 km², desde a confluência do rio Coxipó com o rio Cuiabá (principal rio da sub-bacia), abrangendo os seus afluentes de margem esquerda e direita, até o trecho localizado na área urbana do município de Barão de Melgaço.

O Quadro 5 apresenta os corpos hídricos da sub-bacia do Baixo Rio Cuiabá, a sub-bacia onde contribuem (rio principal), vazão média (Q_{méd}), vazão de referência para outorga (Q₉₅).

Quadro 5. Disponibilidade hídrica na sub-bacia do Baixo Rio Cuiabá

Corpo hídrico	Rio principal	Q _{méd} (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)
Córrego Traíra	Rio Cuiabá	1,93	0,38
Córrego Bandarra	Ribeirão dos Cocais	3,18	0,62
Córrego Aguaçu	Ribeirão dos Cocais	3,80	0,75
Córrego Formigueiro	Ribeirão dos Cocais	3,56	0,70
Ribeirão dos Cocais	Rio Cuiabá	11,88	2,36
Córrego Santa Bárbara	Rio Cuiabá	2,33	0,46
Ribeirão Formosa	Rio Aricá-Açu	17,61	3,57
Ribeirão do Couro	Rio Aricá-Açu	19,46	3,86
Rio Aricazinho	Rio Aricá-Açu	12,29	2,44
Rio Aricá-Açu	Rio Cuiabá	67,56	13,49

Diagnóstico

Córrego do Ouro	Rio Aricá-Mirim	5,40	1,07
Córrego Bigorna	Rio Aricá-Mirim	8,45	1,67
Córrego da Areia	Rio Aricá-Mirim	10,13	2,01
Rio Aricá-Mirim	Rio Cuiabá	45,41	9,23
Rio Cuiabá	Rio Cuiabá	613,32	127,79

Fonte: Adaptado de SEMA, 2008.

Nota-se que há uma limitação nos dados, em função do nível de precisão do processo de regionalização hidrológica para definição da Q_{95} das microbacias, e do efeito de regularização de vazão (máximas e mínimas) provocado pela instalação da Usina Hidrelétrica de Manso (APM-Manso). Contudo, esses são os dados utilizados como base para tomada de decisão no processo de outorga pelo órgão ambiental (SEMA-MT).

2.6 Monitoramento hidrológico na UPG P4

Para obter dados primários para servir de base para as etapas de Diagnóstico e Enquadramento deste Plano, foram realizadas campanhas de monitoramento de quantidade e qualidade da água na UPG P4, em 28 corpos hídricos da bacia hidrográfica, durante os meses de julho a julho de 2023.

A partir do monitoramento quantitativo, notou-se a existência de divergências entre os dados medidos *in loco* e os do banco de dados do SIMLAM (SEMA, 2008), no que se refere à vazão de referência para outorga (Q_{95}), observando vazões menores do que as informadas, e quanto ao regime do corpo hídrico, constatando intermitência.

Essa limitação pode gerar conflitos entre os usuários do recurso hídrico e prejuízos ao meio ambiente, em decorrência da concessão de outorga de uso baseada em dados incompatíveis com a realidade local. Nesse sentido, destaca-se a necessidade de atualização e/ou revisão do banco de dados do sistema SIMLAM.

A Figura 12 apresenta alguns pontos onde foi verificada intermitência dos corpos hídricos e inconsistência com a Q_{95} atribuída no sistema SIMLAM.

Diagnóstico

Figura 12. Observação de rios intermitentes na bacia do Alto Rio Cuiabá

(a) Afluente do córrego Cocal



Q95 da microbacia: $\cong 0,22 \text{ m}^3/\text{s}$

(b) Ribeirão do Couro



Q95 da microbacia: $\cong 2,43 \text{ m}^3/\text{s}$

(c) Córrego Santa Bárbara



Q95 da microbacia: $\cong 0,53 \text{ m}^3/\text{s}$

(d) Afluente do rio Coxipó



Q95 da microbacia: $\cong 0,46 \text{ m}^3/\text{s}$

Fonte: PRH Alto Rio Cuiabá, 2023.

Diagnóstico

Por:

Renato Blat Migliorini

Gabriel Figueiredo de Moraes

3 DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRÂNEA

A Nota Técnica nº 9/2016/COSUB/SIP da Agência Nacional de Águas (ANA, 2016) foi utilizada como referencial para o diagnóstico da disponibilidade hídrica subterrânea na área de estudo. A referida nota trata do Diagnóstico de Hidrogeologia e Avaliação da Disponibilidade Hídrica Subterrânea da Bacia do Paraguai, embasada no “Mapa de Aquíferos Aflorantes do Brasil” (ANA, 2013), no “Diagnóstico Hidrogeológico do Estado de Mato Grosso do Sul” (MMA/SRH, 2008) e no trabalho “Diagnóstico Hidrogeológico do Estado de Mato Grosso” (MMA/SRH, 2007).

De acordo com ANA (2016), a produtividade dos sistemas aquíferos da BH do Rio Paraguai é bastante variável. Os sistemas aquíferos de natureza granular ou porosos apresentam produtividade que variam de alta (Parecis e Furnas-Rio Ivaí), moderada a alta (Guarani), moderada (Aquidauana), baixa a moderada (Bauru- Caiuá), baixa (Cachoeirinha, Alto Paraguai e Coimbra), muito baixa a baixa (Ponta Grossa), muito baixa (aquitardes Passa Dois e Palermo) e de produtividade variável (Pantanal). Naqueles de natureza fissural ou fraturados, a produtividade é moderada a alta (Serra Geral), muito baixa a baixa (Fraturado Centro-Sul) e variável devido a ocorrência de processos de carstificação (Corumbá e Araras).

O Quadro 6 apresenta a área de correspondente de casa sistema aquífero, sua natureza e produtividade na área da bacia do Alto Rio Cuiabá (UPG P-4).

Quadro 6. Área dos sistemas aquíferos na UPG P-4

Nome do aquífero	Área na UPG (km ²)	Percentual da UPG (%)	Natureza	Produtividade
Araras	1.539,06	5,34	Cárstico	Variável
Fraturado Centro-Sul	15.338,17	53,19	Fraturado	Muito Baixa a Baixa
Serra Geral	4,41	0,02	Fraturado	Moderada a Alta
Alto Paraguai	2.998,18	10,40	Poroso	Baixa
Bauru-Caiuá	2.963,56	10,28	Poroso	Baixa a Moderada
Pantanal	2.684,02	9,31	Poroso	Variável
Guarani	1.698,49	5,89	Poroso	Moderada a Alta
Cachoeirinha	783,38	2,72	Poroso	Baixa

Diagnóstico

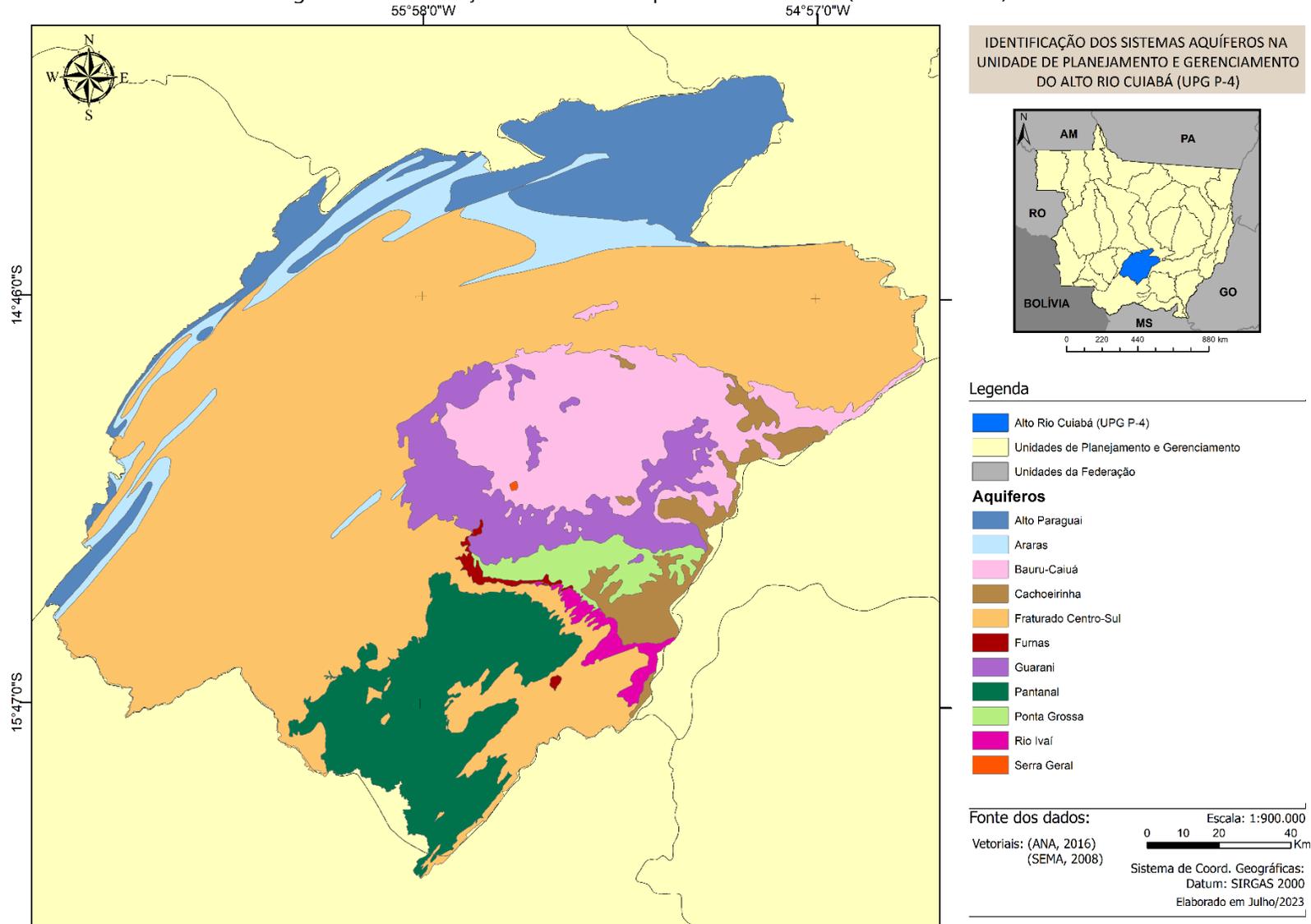
Ponta Grossa	520,42	1,80	Poroso	Muito Baixa a Baixa
Rio Ivaí	223,63	0,78	Poroso	Alta
Furnas	84,37	0,29	Poroso	Alta

Fonte: Adaptado de ANA, 2016.

Nota-se que o aquífero Fraturado Centro-Sul abrange a maior parte do território da UPG P-4, representando 53,19% da área total, seguido dos sistemas Alto Paraguai (10,4%), Bauru-Caiuá (10,28%) e Pantanal (9,31%).

A Figura 13 apresenta os sistemas aquíferos aflorantes na região da UPG P-4.

Figura 13. Identificação dos sistemas aquíferos na UPG P-4 (Alto Rio Cuiabá)



Diagnóstico

Para a estimativa da disponibilidade hídrica subterrânea, foram considerados os seguintes conceitos: Reserva Potencial Direta (RPD), Reserva Potencial Explotável (RPE) e Coeficiente de Sustentabilidade (Cs). ANA (2016) os define como:

- RPD: Corresponde à parcela da precipitação pluviométrica média anual que infiltra e efetivamente chega aos aquíferos livres. Essa recarga inclui em seu cômputo o fluxo de base - parcela do escoamento superficial alimentada por água subterrânea (Q_b), a extração atual de águas subterrâneas por poços tubulares (Q_p), a recarga profunda (R_p), além da parcela correspondente à circulação lateral (Cl).
- CS: o coeficiente de sustentabilidade é um percentual máximo recomendado para se explorar da Recarga Potencial Direta (RPD), com vistas a evitar efeitos adversos nos aquíferos e redução significativa das vazões de base dos rios a eles interconectados. A indicação desse percentual é não comprometer a disponibilidade hídrica superficial desses corpos d'água nos períodos de estiagem.
- RPE: equivale à parcela da RPD que pode ser explorada de forma sustentável, de forma a não interferir nas vazões superficiais mínimas referenciais para outorga, como a $Q_{7,10}$ e a Q_{95} . Para a obtenção da RPE sugere-se um coeficiente de sustentabilidade (Cs) para cada aquífero.

A partir dessa definição, o Quadro 7 apresenta a RPD, RPE e CS dos sistemas aquíferos presentes na UPG P-4.

Quadro 7. Reserva potencial direta (RPD) e explotável (RPE) dos aquíferos da UPG P-4

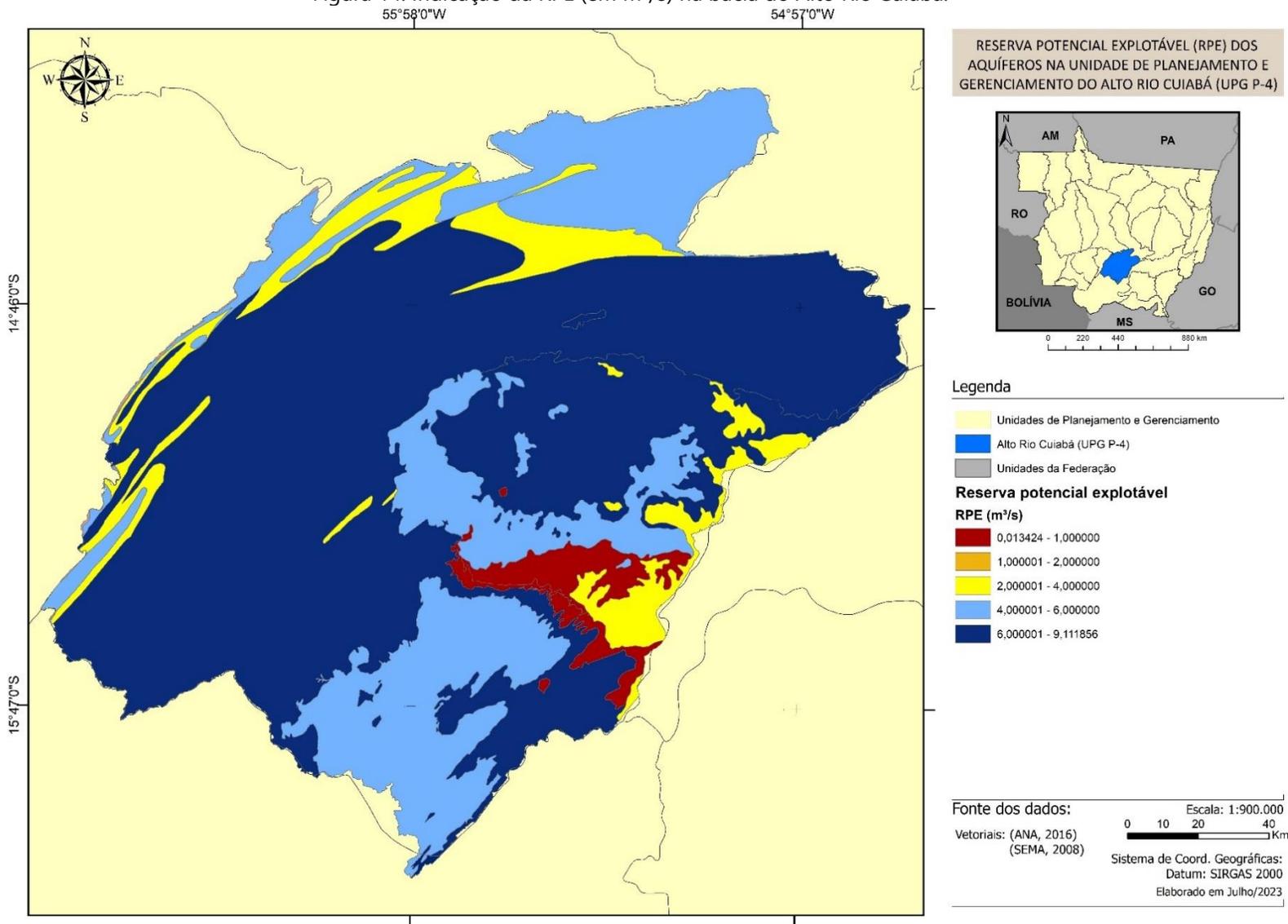
AQUÍFERO	RPD (m ³ /s)	RPD (m ³ /h)	CS	RPE (m ³ /s)	RPE (m ³ /h)
Alto Paraguai	11,21	40.359,53	0,40	4,48	16.143,81
Araras	7,93	28.555,49	0,30	2,38	8.566,65
Bauru-Caiuá	32,18	115.853,98	0,20	6,44	23.170,80
Cachoeirinha	13,75	49.491,11	0,20	2,75	9.898,22
Faturado Centro-Sul	22,78	82.006,70	0,40	9,11	32.802,68
Furnas	0,92	3.313,12	0,20	0,18	662,62
Guarani	20,11	72.384,73	0,20	4,02	14.476,95
Pantanal	20,03	72.118,84	0,20	4,01	14.423,77
Ponta Grossa	1,76	6.318,22	0,40	0,70	2.527,29
Rio Ivaí	2,50	9.001,55	0,20	0,50	1.800,31
Serra Geral	0,03	120,82	0,40	0,01	48,33

Fonte: Adaptado de ANA, 2016.

A Figura 14 apresenta o mapa com indicação da RPE (m³/s) na área de estudo.

Diagnóstico

Figura 14. Indicação da RPE (em m³/s) na bacia do Alto Rio Cuiabá.



Diagnóstico

Por:

Viktor Antal Stringhini

Gabriel Bonfim Palermo

Rafhael de Sene Faria Amorim

4 Usos da água

As atividades realizadas na UPG P4 resultam em demandas crescentes de uso das águas. Os usos múltiplos da água podem ser classificados em consuntivos e não consuntivos.

4.1 Usos consuntivos

Os usos consuntivos ocorrem quando é retirado um determinado volume de água dos mananciais superficiais ou subterrâneos e, após utilizada, essa água é devolvida em volume menor e/ou com qualidade alterada, ou seja, parte da água retirada é consumida durante seu uso.

A quantificação dos usos consuntivos e respectivas metodologias serão abordadas no item 6.

4.2 Usos não consuntivos

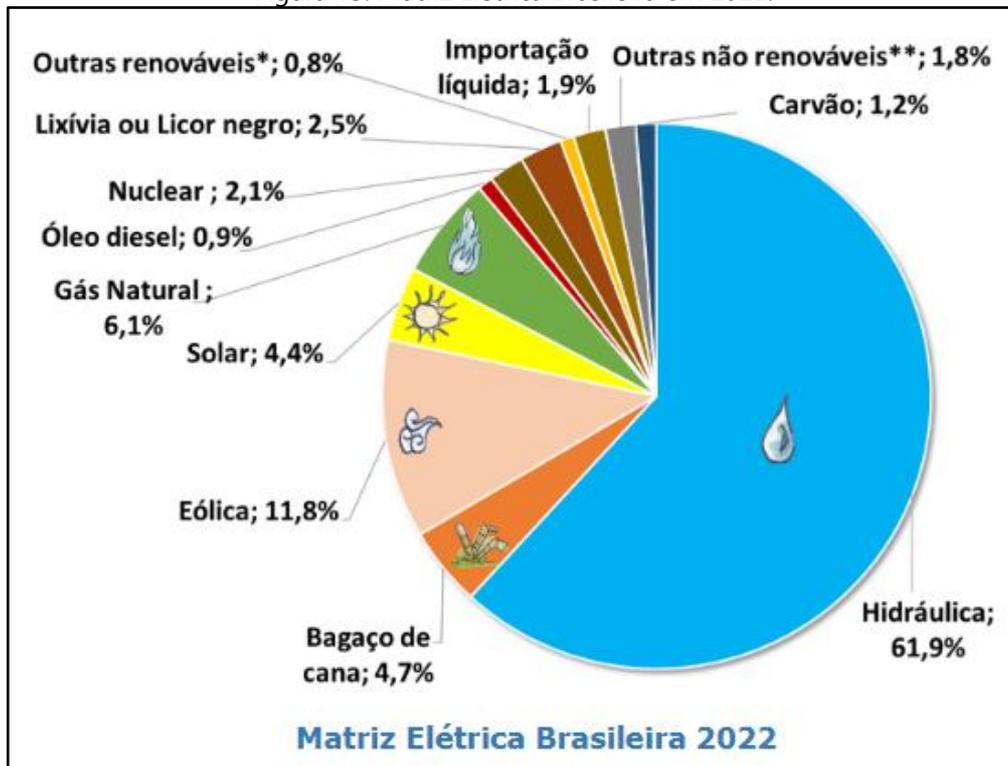
Os usos não consuntivos ocorrem quando há utilização da água sem a alteração do volume, porém com a possibilidade de alterações de qualidade, tendo como alguns exemplos a pesca, navegação e algum tipo de geração de energia.

4.2.1 Geração de energia

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2022), no Brasil, utiliza-se principalmente a energia hidráulica no processo de geração de energia elétrica, correspondendo a cerca de 62% (setenta por cento) da energia elétrica gerada no país, seguido de energia eólica de 11,8%, gás natural 6,1%, bagaço de cana 4,7% e solar 4,4%.

Diagnóstico

Figura 15. Matriz Elétrica Brasileira em 2022.



Fonte: BEN, 2023; total em 2022: 677 TWh - terawatt-hora, apud epe.

(*incluindo lenha, biodiesel e outras renováveis; **incluindo óleo combustível, gás de coqueria, outras secundárias e outras não renováveis)

De acordo com a Resolução Normativa Nº 875, de 10 de março de 2020, que teve a última alteração em 29 de agosto de 2023 pela RN Nº 1.070, os aproveitamentos hidrelétricos são classificados em três tipos, dependendo da potência instalada:

Centrais Geradoras Hidrelétricas com Capacidade Instalada Reduzida (CGH) são os aproveitamentos hidrelétricos com potência igual ou inferior a 5.000 kW.

Pequena Central Hidrelétrica (PCH) são aqueles empreendimentos cuja potência seja superior a 5.000 kW e igual ou inferior a 30.000 kW será considerado como PCH.

Usina Hidrelétrica de Energia (UHE) são aqueles empreendimentos com potencial hidráulico superior a 30.000 kW.

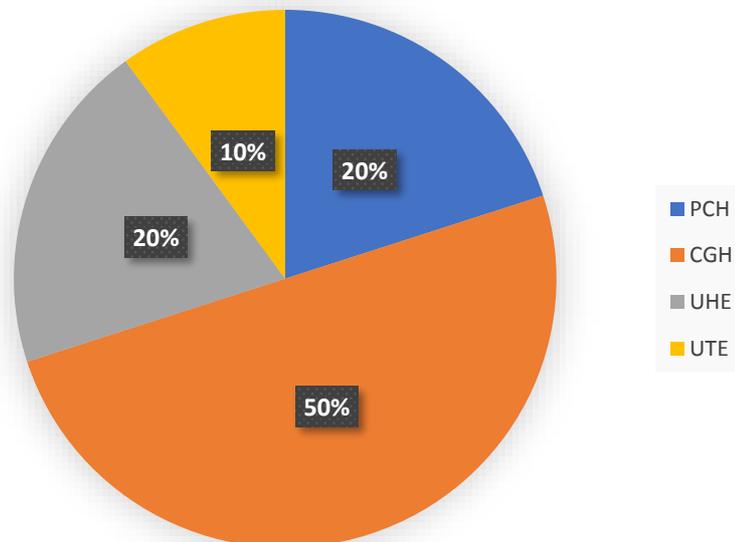
O Brasil, atualmente, tem 83% de sua matriz elétrica originada de fontes renováveis, de acordo com o secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético do Ministério de Minas

Diagnóstico

e Energia (REIVE BARROS). A participação é liderada pela hidrelétrica (63,8%), seguida de eólica (9,3%), biomassa e biogás (8,9%) e solar centralizada (1,4%). Segundo o Portal Agência Estadual de Regulação dos Serviços Públicos Delegados (AGER) (2018), o Estado de Mato Grosso possui 215 (duzentos e quinze) empreendimentos de geração de energia elétrica em operação, gerando 3.090.648 kW de potência. Está prevista para os próximos anos uma adição de 808.180 kW na capacidade de geração do Estado, proveniente dos 8 (oito) empreendimentos atualmente em construção e mais 22 (vinte e duas) em construção não iniciada.

Os resultados obtidos mostraram que a geração de energia elétrica na UPG P4 provém de hidrelétricas. Do total global, 20% são gerados pelas PCHs, seguido das UHEs (20%), CGHs (50%) e 10% das Usinas Termoelétricas - UTE (Figura 16).

Figura 16. Fração de geração energética, na UPG P4, por categoria.



Fonte: PRH UPG P4 (2023).

Diagnóstico

Quadro 8. Empreendimentos Hidrelétricos em operação na UPG P4.

Rio	Nome do Empreendimento (Em Operação)	Município
Casca	PCH - Casca II	Chapada dos Guimarães
Casca	UHE - Casca III	Chapada dos Guimarães
Ribeirão Triste	CGH - Fazenda São José	Rosário Oeste
Manso	UHE - Manso	Chapada dos Guimarães/Rosário Oeste
Arica-Mirim	PCH - São Tadeu I	Santo Antônio do Leverger
Ribeirão Caiana	CGH - Glicério Rocha	Nova Brasilândia
-	UTE - Cuiabá	Cuiabá
Roncador	CGH - Portal do Vale	Campo verde/Chapada dos Guimarães
Rio Roncador	CGH - Oeiras	Campo verde/Chapada dos Guimarães
Rio Roncador	CGH - Vale do Roncador	Chapada dos Guimarães

Fonte: PRH UPG P4 (2023).

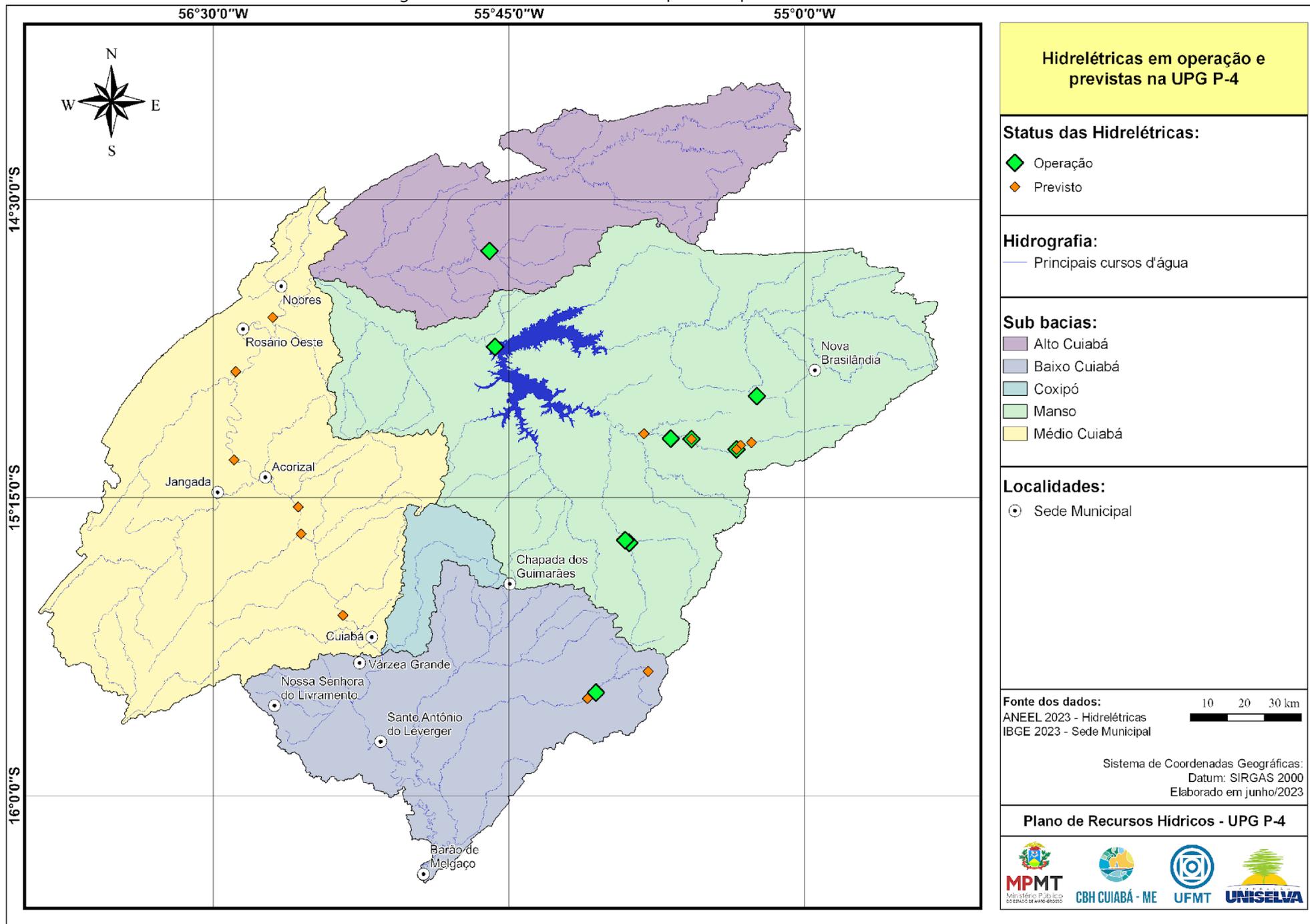
Quanto aos empreendimentos hidrelétricos a serem instalados na UPG P4, considerando dados disponíveis no Sistema de Informações Geográficas do Setor Elétrico (SIGEL) da ANEEL, são previstos 13 (treze) Aproveitamentos Hidrelétricos (AH), incluindo somente PCH's.

Quadro 9. Empreendimentos Hidrelétricos em estudo na UPG P4.

Rio	Nome do Empreendimento (Em Estudo)	Município
Rio Cuiabá	PCH - Guapira II	Cuiabá
Rio Cuiabá	PCH - Iratambé I	Várzea Grande
Rio Cuiabá	PCH - Iratambé II	Acorizal
Rio Cuiabá	PCH - Angatu I	Jangada
Rio Cuiabá	PCH - Angatu II	Rosário Oeste
Rio Cuiabá	PCH - Perudá	Rosário Oeste
Rio Roncador	PCH - Colhereiro	Chapada dos Guimarães
Rio Roncador	PCH - Rio Roncador	Chapada dos Guimarães
Rio Roncador	PCH - Bem te vi	Chapada dos Guimarães
Rio Roncador	PCH - Quero - Quero	Chapada dos Guimarães
Arica-Mirim	PCH - Arica-Mirim	Santo Antônio do Leverger
Arica-Mirim	PCH - São Tadeu II	Santo Antônio do Leverger
Rio Roncador	PCH - Tucano	Chapada dos Guimarães

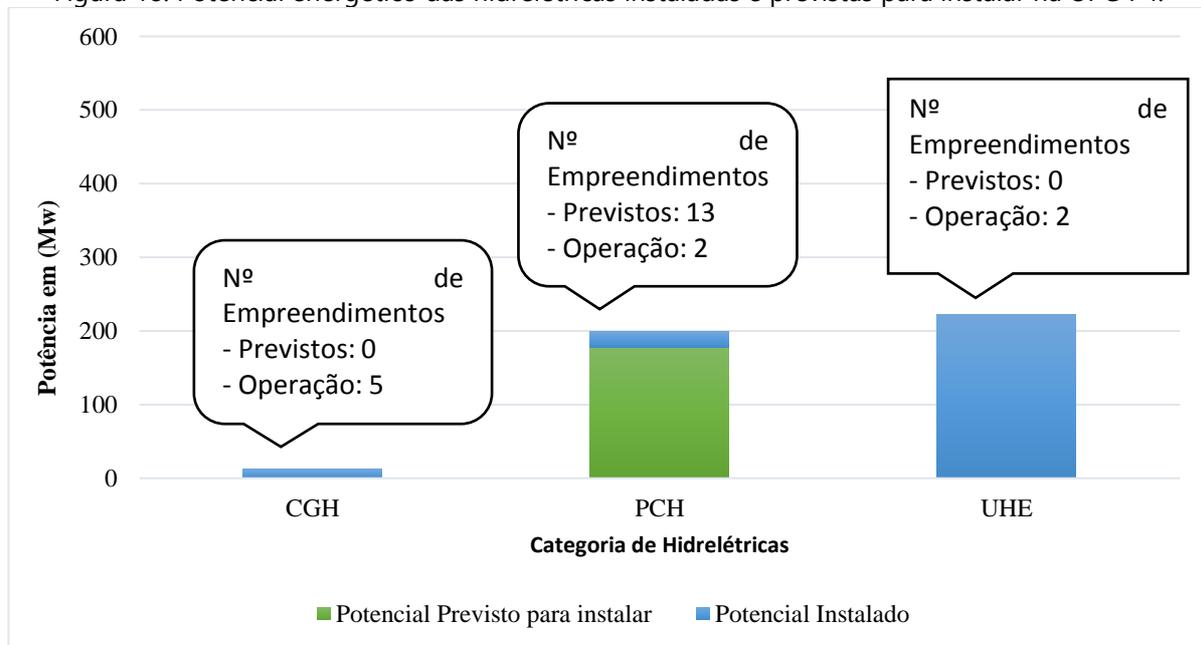
Fonte: PRH UPG P4 (2023).

Figura 17. Hidrelétricas instaladas e previstas para instalar na UPG P4.



Diagnóstico

Figura 18. Potencial energético das hidrelétricas instaladas e previstas para instalar na UPG P4.



Fonte: PRH UPG P4 (2023).

O indicador de área alagada, que é a relação entre a área atingida pelo reservatório, expressa em km², e a potência instalada, em MW, classifica (Quadro 10) o benefício da geração de energia face ao impacto do alagamento de áreas, tendo em conta o valor médio das áreas alagadas por reservatórios de usinas hidrelétricas em operação no país (EPE, 2010).

Assim definido, o cálculo desse indicador se dá pela divisão da área alagada no N.A. máximo normal pela potência instalada. Analiticamente, tem-se:

$$I = \frac{\text{área alagada (km}^2\text{)}}{\text{potência instalada (MW)}}$$

Tabela 2. Sub-bacias nas UPG P4 com hidrelétricas instaladas e/ou previstas para instalar.

Sub Bacias	Operação			Previsto			Somatório		
	Qtd	A (km ²)	P (Mw)	Qtd	A (km ²)	P (Mw)	Qtd	A (km ²)	P (Mw)
Alto Cuiabá	1	0	0,12	0	0	0	1	0	0,12
Médio Cuiabá	0	0	0	6	47,31	146,62	6	47,31	146,62
Baixo Cuiabá	1	0,46	18	2	0,37	6,95	3	0,83	24,95
Manso	7	427,27	237,94	5	3,65	24,25	12	430,92	262,19
Coxipó	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Geral	9		256,06	13		177,82	22		

Qtd – Quantidade; P – Potência em Mw; A – Área inundada em Km² (cota máxima do nível do reservatório).

Fonte: SIGEL (2023).

Diagnóstico

Quadro 10. Classe do indicador de área alagada.

Classes	Valores em Km ² /Mw
	Intervalo das Classes
Muito alta	$I \leq 0,25$
Alta	$0,25 \leq I \leq 0,5$
Média	$0,5 \leq I \leq 0,75$
Baixa	$0,75 \leq I \leq 1,0$
Muito Baixa	$I > 1,0$

Fonte: EPE (2010).

A classificação cita que “Muito Alta” apresenta maior sustentabilidade ambiental e que “Muito Baixa” expressa menor sustentabilidade ambiental. Dessa forma, a maior parcela das hidrelétricas instaladas na UPG P4 é classificada em “Muito Alta”, sendo somente uma hidrelétrica (UHE – Manso) com classificação “Muito Baixa”. Já dos empreendimentos previstos, 7 são classificados em Muito Alta, 5 em Alta e 1 em “Médio” (Quadro 11).

É possível notar também que a área a ser alagada será proveniente de 7 (sete) empreendimentos classificados como Muito Alta, visto que o indicador de sustentabilidade considera a área alagada e sua potência instalada, logo quanto menor a área alagada e maior a potência instalada, mais altos serão os índices de sustentabilidade.

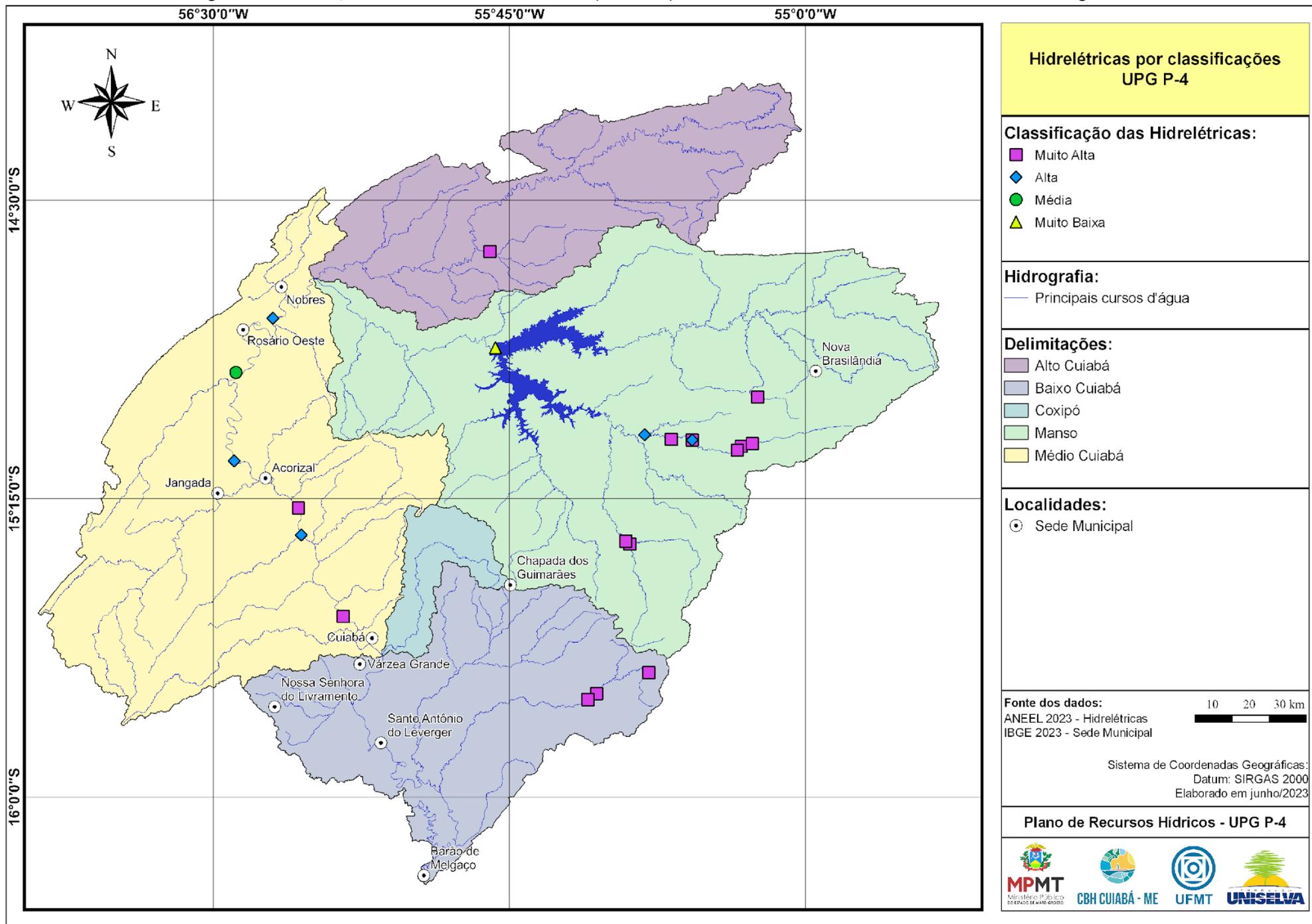
Quadro 11. Quantidade de hidrelétricas instaladas e com instalação prevista em cada classe do indicador de área alagada.

Classificação	Operação		Previsto para instalar	
	Qtd	A (km ²)	Qtd	A (km ²)
Muito Alta	8	0,732	7	10,824
Alta	0	0	5	25,93
Médio	0	0	1	14,58
Baixa	0	0	0	0
Muito Baixa	1	427	0	0

A – Área alagada em km² (valor cumulativo).

A espacialização das hidrelétricas, bem como a classificação quanto a sua sustentabilidade, pode ser observada na Figura 19.

Figura 19. Localização das hidrelétricas instaladas e previstas para instalar em cada classe do indicador de área alagada.



Diagnóstico

4.2.2 Navegação

De acordo com a UFPR/ITTI em 2015, ao analisar o rio Cuiabá, foi observado que as variações dos níveis de água são fortemente influenciadas pela Usina Hidrelétrica de Manso, instalada em 2000. Essa influência tem um papel importante na determinação dos níveis de redução do rio e afeta a navegabilidade durante aproximadamente 90% do ano. O padrão de variação dos níveis em cada régua limnimétrica mudou desde a instalação da usina. A falta de um período de amostragem mais longo contribui para a falta de confiabilidade estatística no cálculo dos níveis de redução.

Segundo UFPR/ITTI, 2015 caso seja necessário aumentar a capacidade de transporte de cargas na hidrovia no futuro, serão necessários estudos mais detalhados para calcular os níveis de redução nas régua limnimétricas existentes ao longo do rio Cuiabá. Além disso, será necessário viabilizar uma gestão integrada desse afluente por meio de procedimentos de operação conjunta para a navegação e a geração de energia elétrica pela Usina Hidrelétrica de Manso, localizada em Cuiabá, Mato Grosso. Nesse contexto, é importante ressaltar que as análises técnicas para a navegação priorizaram o Rio Paraguai.

4.2.3 Pesca

A Lei Federal nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998, em seu Art.36 considera-se a pesca como todo ato de retirar, extrair, coletar, apanhar, apreender ou capturar espécimes dos grupos dos peixes, crustáceos, moluscos e vegetais hidróbios, suscetíveis ou não de aproveitamento econômico, ressalvadas as espécies ameaçadas de extinção, constantes nas listas oficiais da fauna e da flora. Segundo Catella (2007), a pesca é realizada em três modalidades: de subsistência, profissional artesanal e amadora (desportiva).

Catella (2008), traz três modalidades de pesca definidas como:

A **pesca de subsistência** destina-se ao consumo próprio e cumpre um importante papel social de garantir o acesso das populações ribeirinhas de baixa renda, ou localizadas em regiões isoladas, a uma fonte proteica.

Diagnóstico

A **pesca profissional** é exercida artesanalmente por estar baseada em um pescador independente e proprietário dos meios de produção do pescado, sendo comercializado e destinado ao consumo humano.

Na **pesca amadora**, o peixe é o atrativo e não o produto da pesca, pois ele se destina ao consumo próprio e não pode ser comercializado. O produto dessa atividade é o turismo pesqueiro, que inclui serviços tais como transporte, alimentação e hospedagem adquiridos pelos pescadores amadores.

A pesca no Estado de Mato Grosso é regulamentada pela Política de Pesca, Lei nº 9.096, de 2009, que visa, entre outros aspectos, disciplinar as formas e os métodos de exploração dos organismos aquáticos, bem como o controle dos procedimentos das atividades de pesca, resguardando-se aspectos culturais da pesca artesanal.

Entre os itens que constam na referida lei está a instituição do Serviço Estadual de Controle de Pesca e Aquicultura (SECPESCA), para fiscalizar a pesca na região. Na seção II, Art.13, a mesma lei regulamenta a criação do Sistema de Controle e Monitoramento da Pesca (SISCOMP/MT), com a finalidade de coletar e analisar dados relativos à produção pesqueira profissional e à captura da pesca esportiva e amadora. Contudo, não foi encontrado, nas pesquisas realizadas, site ou documento relativo a esse sistema.

É importante lembrar a necessidade dos dados coletados no SISCOMP/MT para entender a realidade dos pescadores e ter uma base consolidada que servirá para gestão e planejamento do setor pesqueiro.

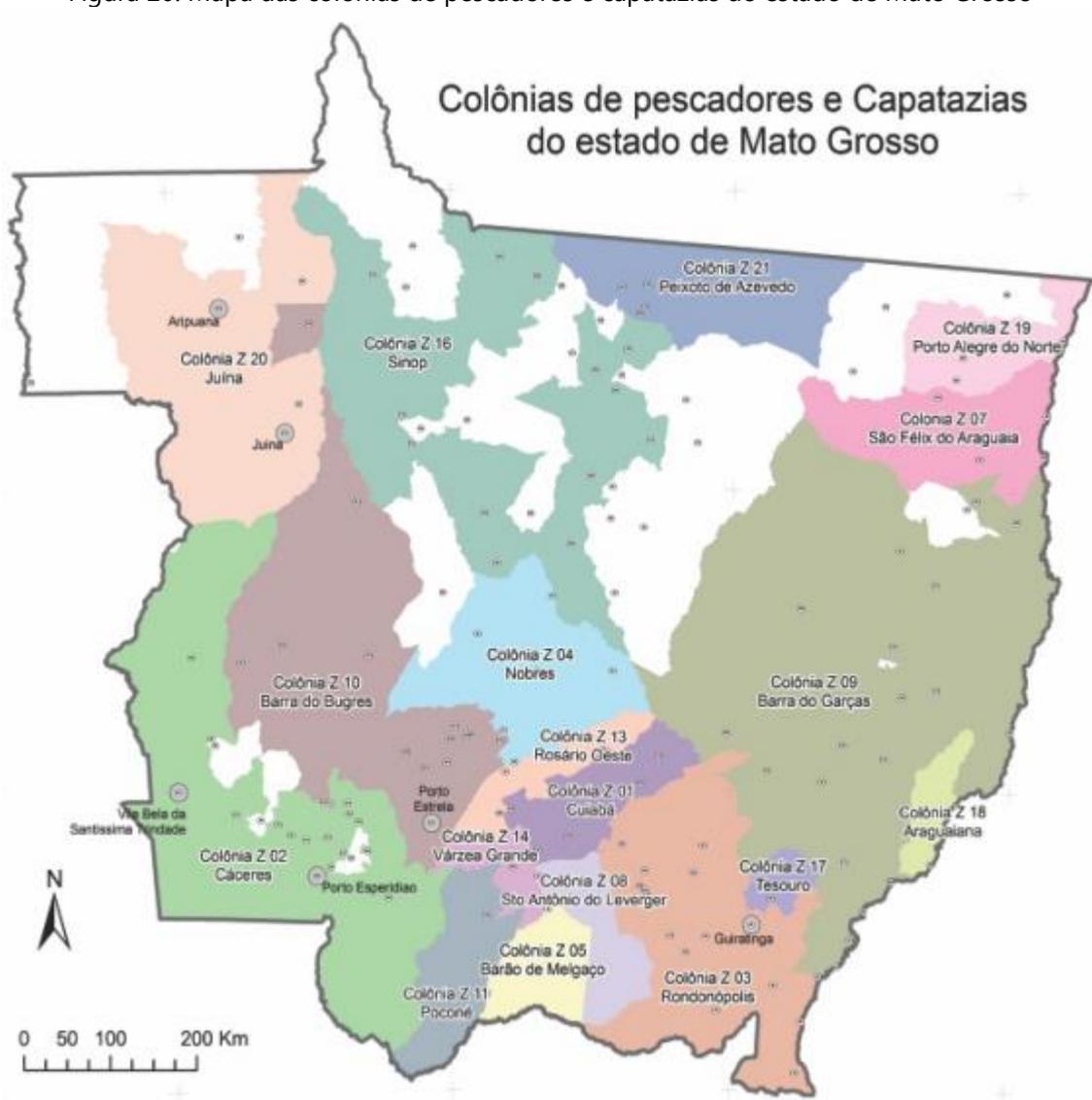
Segundo Tocantins (2013), os pescadores são organizados socialmente principalmente em Colônias, que constituem a forma de associativismo predominando a pesca artesanal.

As colônias são organizadas pelos pescadores, em forma de associativismo, constituídas legalmente e tendo área de atuação delimitada, respeitados os espaços comuns (RESENDE, 2010, apud Tocantins Et. al.).

Diagnóstico

De acordo com a federação dos pescadores do estado do Mato Grosso, apud Tocantins (2013), na época havia vinte e uma colônias cadastradas no Estado de Mato Grosso. Dessas, seis estão inseridas nas UPG P4, sendo as seguintes: colônias Z01 no município de Cuiabá, Z05 no município de Barão de Melgaço, Z04 no município de Nobres, Z13 no município de Rosário Oeste, Z08 no município de Santo Antônio do Leveger e a colônia Z14 no município de Várzea Grande.

Figura 20. Mapa das colônias de pescadores e capatazias do estado de Mato Grosso



Fonte: Adaptado de Tocantins, 2013.

Quanto a quantidade de pescadores na região da UPG P-4, a informação mais atualizada encontrada é de 2010, Tocantins (2013), traz informações retiradas do Relatório Final do Censo Estrutural da Pesca da Bacia do Alto Paraguai, com essas informações é possível estimar que 3.148

Diagnóstico

pescadores, sendo 3.085 cadastrados em associações ou colônias, estão situados na UPG P-4, importante destacar que esses números são referentes a um material publicado em 2010.

4.2.4 Turismo

Quanto ao turismo, na UPG P-4 há muitas belezas naturais, tais como serras, rios, lagoas, dolinas e cachoeiras, visitados com frequência pela população local e/ou turistas, as informações foram retiradas dos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) dos respectivos municípios, se contendo no turismo relacionado aos recursos hídricos e infraestrutura de hotelaria, restaurantes e transporte.

Em Acorizal localiza-se uma cachoeira denominada Cachoeira do Macaco (Figura 21) a 22 km da sede do município. A cidade conta com 4 (quatro) hotéis e 7 (sete) restaurantes.

Figura 21. Cachoeira do Macaco - Acorizal.



Fonte: Portal eletrônico da prefeitura de Acorizal.

Figura 22. Baía de Chacororé – Barão de Melgaço.



Fonte: NIESA (2022).

Em Barão de Melgaço há um Memorial da Guerra do Paraguai/Trincheiras. O município dispõe de um sítio arqueológico distante 12 (doze) km da sede do município e as baías de Siá Mariana e Chacororé para turismo contemplativo por meio do rio Cuiabá (Figura 22).

Há na estrutura do município uma Secretaria de Turismo e Meio Ambiente. Existem 20 (vinte) estabelecimentos para hospedagem, entre hotéis e pousadas, nove restaurantes e uma empresa de transporte rodoviário. O município participa do Projeto Turismo Rural do Governo do Estado, que envolve a população rural, em especial a população das margens do rio Cuiabá e

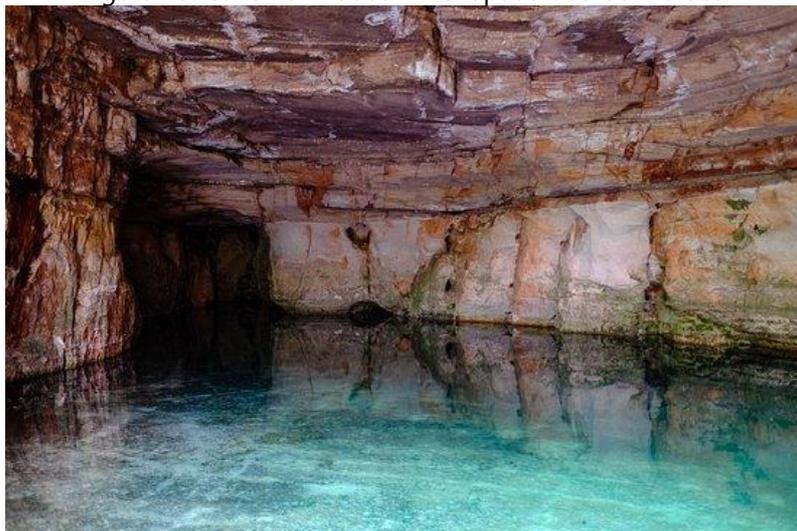
Diagnóstico

baías Siá Mariana e Chacororé. O turismo da pesca é a principal atração local, mas é afetada pela pouca procura atualmente.

Em Chapada dos Guimarães destaca-se como atrativo turístico os seguintes pontos: Caverna Aroe Jari (Figura 23), situada a 46 km da sede pela rodovia MT-251 (sentido Campo Verde), sendo acessível apenas com acompanhamento de guia. A 1.400 metros caverna adentro se encontra o lago denominado Lagoa Azul. A infraestrutura de atendimento ao turismo conta com a Secretaria Municipal de Turismo. No setor de hospedagem há 20 (vinte) hotéis/pousadas, além de casas de aluguel para temporada. No setor de alimentação são oito restaurantes com certificado de excelência, além de dezenas de bares/lanchonetes e pizzarias à disposição dos visitantes.

Além disso, Chapada dos Guimarães é conhecida na região pelo grande número de cachoeiras próximas da sede urbana.

Figura 23. Caverna Aroe Jari – Chapada dos Guimarães.



Fonte: Tripadvisor.

Em Nobres os pontos de atração turística são de atrativos naturais: Gruta da Lagoa Azul, com águas de um azul intenso e cristalino, atualmente fechada para visitação; Gruta São José, formada por diversos salões com imagens de São José, destacando-se o Salão dos Namorados e os "bolos de noiva", formados por gigantescas rochas de estalagmites; Ribeirão Estivado, com águas cristalinas habitadas por diversas espécies de peixes; as lagoas Saloba e das Araras; Aquário

Diagnóstico

Encantado e a APA Cabeceiras do Rio Cuiabá, Unidade de Conservação Estadual. Constam ainda outros atrativos como o Complexo da Cerquinha, onde são encontradas cavernas, grutas e o famoso Duto do Quebó. A cidade também dispõe de trilhas ecológicas, rapel e tirolesas.

Na organização administrativa do município consta a Secretaria de Turismo, Meio Ambiente e Mineração. Na infraestrutura de turismo constam: 9 (nove) hotéis/pousadas, 8 (oito) restaurantes/lanchonetes, o Centro de Atendimento ao Turista, o Centro Cultural e a feira de artesanato.

Em Nossa Senhora do Livramento conta como atração turística a Cachoeira Das Araras o Complexo Bacainha, localizada na Serra das Araras, na região médio Pantanal do município, é formada pelas cachoeiras de Borbô, do Tembê, do Boni e do Estrelá. Outro atrativo deste complexo é a Caverna do Bem, além disso, há também a Baía do Coqueiro, localizada a 82 (oitenta e dois) km de Nossa Senhora do Livramento, uma das maiores baias da região, com aproximadamente 800 m, sendo o principal atrativo natural da região do Pantanal Baixo, localizada no distrito de Pirizal. Além da Baía do Coqueiro, há outras como: a do Pacu, a do Dourado e a do Piraim, formadas pelo Rio Piraim e Landi Formosa.

Em Santo Antônio de Leverger tem diversas atrações turísticas, destacando os passeios culturais: o Caminho das Águas, percurso feito de barco entre Santo Antônio e Barão de Melgaço, favorece a admiração tanto da paisagem pantaneira quanto de uma parte da História do Estado, ao passar por antigas usinas de açúcar e álcool, que movimentaram a economia da região tempos atrás, tais como as usinas de Itaiçi, Tamandaré, Aricá e das Flechas, Praia Bar. Como atração turística natural, o município conta, além do Pantanal, com o Monumento Natural Morro de Santo Antônio a 17 (dezessete) km da sede e com o Hotel Fazenda Águas Quentes (estância de águas termais) a 85 (oitenta e cinco) km da sede.

Em Planalto da Serra conta com alguns pontos de atração turística, representados principalmente por cachoeiras, como a Cachoeira do Bananal, do São Manoel e Salto do Pacu. O município conta ainda com o Centro Cultural Matinha.

Diagnóstico

Por:

Renato Blat Migliorini

Gabriel Figueiredo de

Moraes

Peter Zeilhofer

5 DEMANDA HÍDRICA SUBTERRÂNEO

Para o diagnóstico de demanda hídrica subterrânea, foram utilizados os dados de vazão de captação dos poços outorgados, disponibilizados pela SEMA-MT, os quais, posteriormente, foram separados por sistema aquífero. O Quadro 12 e Quadro 13 apresentam o número de outorgas e demanda total de água por finalidade.

Quadro 12. Demanda de água e número de outorgas por finalidade de uso

Finalidade	Vazão outorgada (m ³ /h)	Nº de outorgas
Abastecimento Público	22,44	3
Consumo Humano	3.182,36	391
Criação Animal	227,23	38
Indústria	637,16	75
Irrigação	3,00	1
Mineração	45,51	5
Outras	4.447,87	845
Total	8.565,57	1.358

Fonte: Adaptado de SEMA-MT, 2023.

Quadro 13. Demanda de água por finalidade de uso em cada sistema aquífero

Aquífero	Finalidade	Vazão outorgada por finalidade (m ³ /h)	Vazão outorgada total (m ³ /h)	Nº de outorgas
Alto Paraguai	Outras	7	11,09	3
	Mineração	4,09		
Araras	Consumo Humano	35,69	209,32	27
	Indústria	4,1		
	Mineração	34,22		
	Outras	135,31		
Bauru-Caiuá	Consumo Humano	33,46	53,71	5
	Criação Animal	10,71		
	Outras	9,54		
Cachoeirinha	Consumo Humano	5	205,12	28
	Criação Animal	127,84		
	Outras	72,28		
Fraturnado Centro-Sul	Abastecimento Público	22,44	5.422,74	959
	Consumo Humano	2.422,99		
	Criação Animal	27,01		
	Indústria	253,2		
	Irrigação	3		
	Mineração	7,2		
	Outras	2.686,9		
Furnas	Consumo Humano	1,67	1,67	1
Guarani	Consumo Humano	43,36	65,16	7
	Criação Animal	5,6		
	Outras	16,2		

Diagnóstico

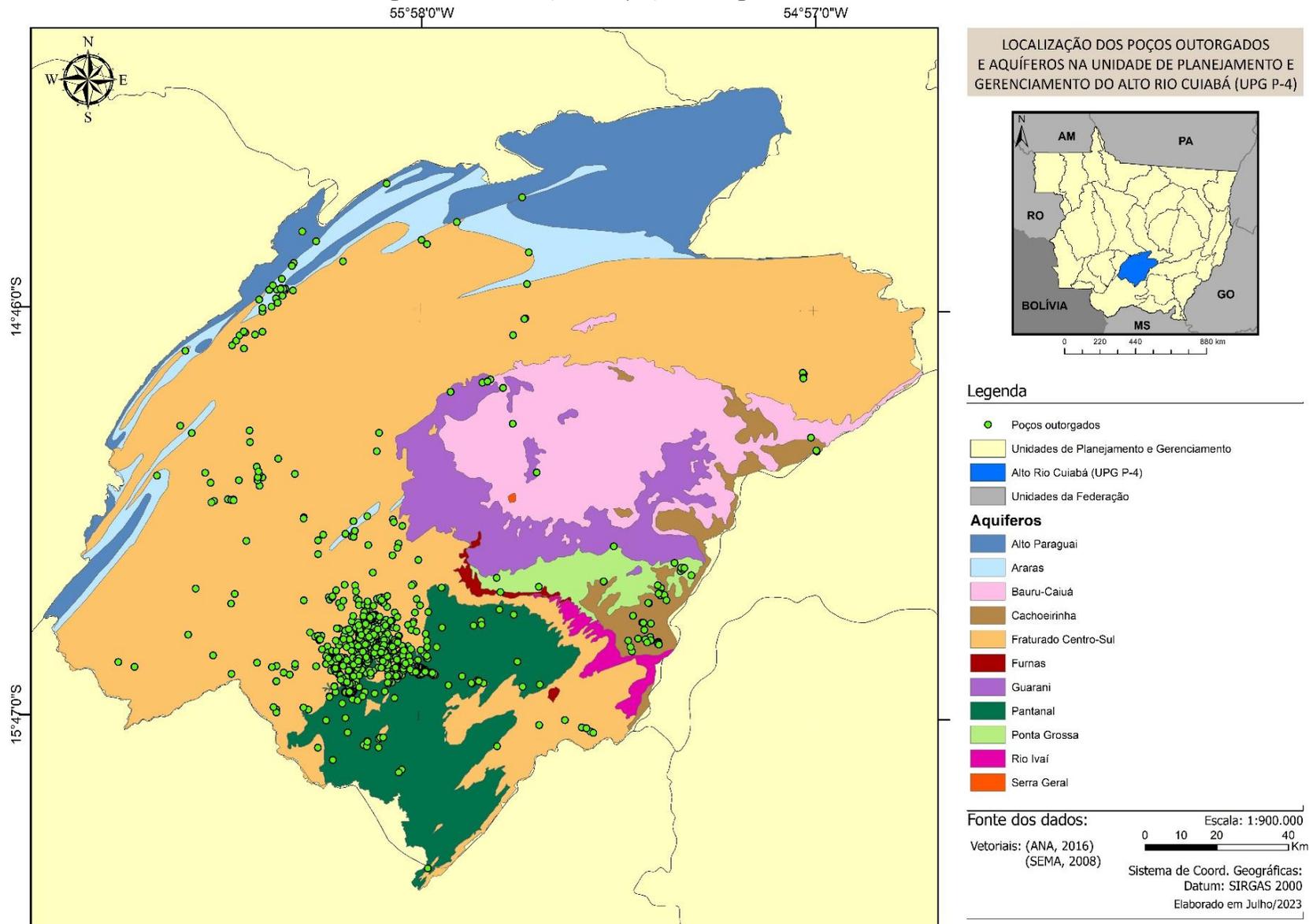
Pantanal	Consumo Humano	634,65	2.545,62	318
	Criação Animal	21,26		
	Indústria	379,86		
	Outras	1.509,85		
Ponta Grossa	Consumo Humano	5,54	51,14	10
	Criação Animal	34,81		
	Outras	10,79		
Total			8.565,57	1.358

Fonte: Adaptado de SEMA-MT, 2023.

A Figura 24 apresenta a distribuição dos poços outorgados na bacia do Alto Rio Cuiabá.

Diagnóstico

Figura 24. Distribuição dos poços outorgados na UPG P-4.



Diagnóstico

5.1 Estimativa de vazões de procedência subterrânea não outorgadas

Estima-se que, em nível nacional, cerca de 70% dos poços tubulares perfurados são irregulares e somente 1% possui Outorga (Pinhatti, 2023). Assim, quase a totalidade dos poços tubulares não possui a Outorga de Licença de Execução da captação ou operam sem a Outorga de Direito de Uso de recursos hídricos (Hirata *et al.*, 2015). No estado de MT, a perfuração de poços em áreas urbanas para uso domiciliar de água subterrânea é proibida (SEMA-MT, 2021). Sua regularização posterior não é possível.

Apesar dessa situação problemática e expressiva, o órgão gestor de recursos hídricos não possui registros dessas irregularidades. A identificação direta das perfurações irregulares exigiria um trabalho de fiscalização / levantamento *in situ* em toda bacia. Devido as suas características construtivas de mínimo porte, os poços não são identificáveis por técnicas de Sensoriamento Remoto orbital.

Entende-se, portanto, que um levantamento da situação seria somente possível a partir de visita *in loco*, eventualmente com subsidio de uso de drones multi-rotores. Isso deve ocorrer em localidades, onde surgem evidências de irregularidades. Entende-se que nas áreas de atendimento de concessionárias de abastecimento de água, estas podem subsidiar tais trabalhos, considerando que é de interesse delas identificar tais irregularidades. Um condomínio p.ex. que é abastecido de uma forma irregular (poço não-licenciado e sem Outorga) gera ônus, por não demandar água de consumo da rede e por lançar esgoto, cuja infraestrutura é dimensionada e financiada pelas concessionárias, respectivamente por seus clientes regulares.

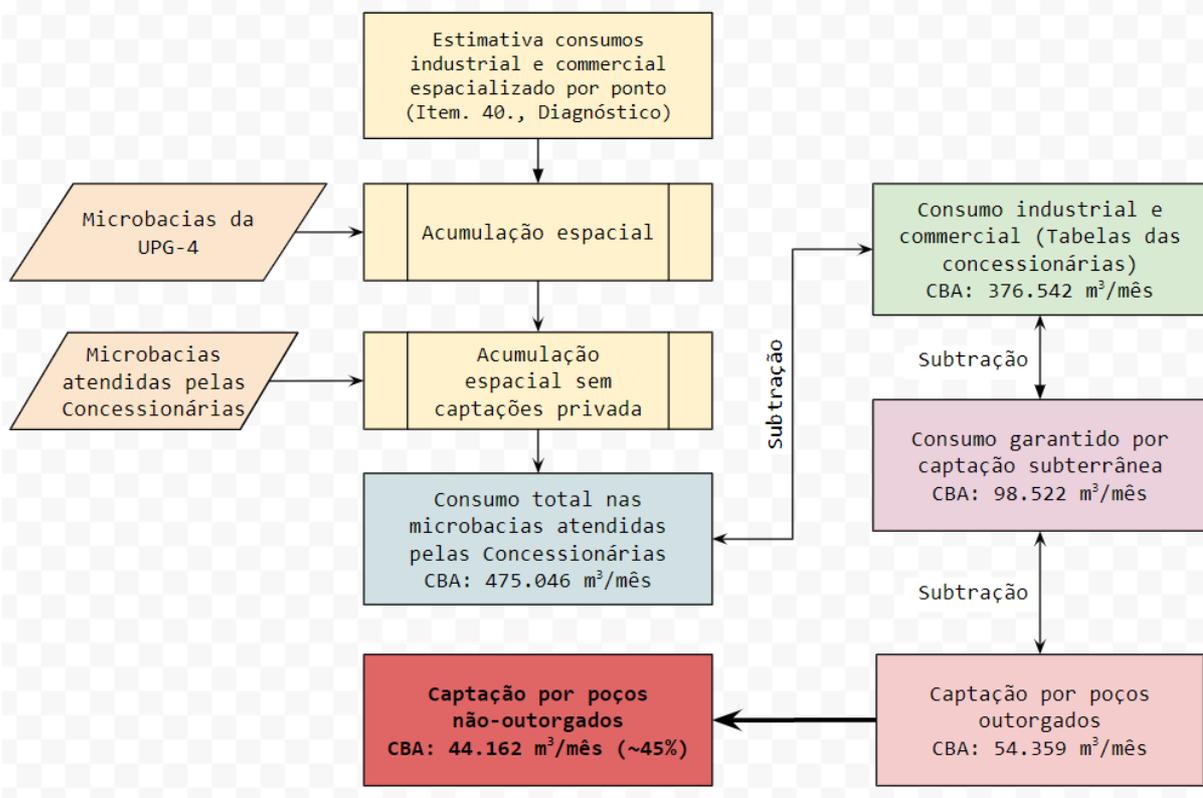
5.2 Materiais, métodos e resultados

O primeiro conjunto de dados utilizado para estimativa das vazões de captações subterrâneas (poços tubulares) irregulares é referente a estimativa dos usos quantitativos consuntivos. Este conjunto foi elaborado como parte do diagnóstico do PB descrito no item 40, que versa sobre o Levantamento das demandas hídricas quantitativas e qualitativas na UPG P4. Os procedimentos metodológicos para estimativa dos consumos quantitativos estão expostos no subitem 40 (Figura 25).

Diagnóstico

A estimativa das vazões supostamente obtidas por poços sem Outorga foi conduzida em um estudo de caso do município de Cuiabá, nas microbacias da UPG-4 que, em princípio possuem abastecimento pela concessionária Águas Cuiabá. Foram totalizadas, em um primeiro passo de processamento, os usos consuntivos para atividades industriais e de comércio levantados para cada microbacia. Em um segundo passo, foram somente escolhidas as microbacias que abrangem a área de atuação da concessionária (Águas Cuiabá), que totalizam em média cerca de 573.000 m³/mês. Para isso foram ainda descontados empreendimentos que possuem captações superficiais próprias. Desse total foram subtraídas as vazões disponibilizadas pela concessionária (376.000 m³/mês). Resulta em consumo de cerca de 98.500 m³/mês, fornecidos por captação subterrânea. Desse total são descontadas cerca de 54.300 m³/mês, garantidas por captação subterrânea outorgada.

Figura 25. Procedimento metodológico adotado para estimativa das vazões subterrâneas não-outorgadas dos usos industriais e comerciais nas microbacias do município de Cuiabá, atendidas pela concessionária "Águas Cuiabá".



A diferença é de cerca de 44.200 m³/mês. Significa assim que cerca de 45% de todas as captações subterrâneas na área de fornecimento da concessionária são provenientes de poços

Diagnóstico

irregulares. Importante salientar novamente que esse balanço não inclui os inúmeras prédios que possuem captações irregulares efetuadas em grandes condomínios da capital.

Independente do grande volume captado por poços irregulares, o mesmo parece ser muito inferior, às estimativas apresentadas pela tese de Pinhatti (2023) para todo o país. É uma possível hipótese que existe, no perímetro urbano da capital, uma fiscalização social dessa prática comum, de tal forma que grandes empreendimentos ficam com receio de arriscar multas e/ou interdições dos seus usos por perfurações ilegais. Salienta-se que o balanço aqui apresentado deve ser entendido como um primeiro dimensionamento do problema. A metodologia adotada também não permite estipular o Número de Poços não outorgados nessa área de estudo.

Os resultados apresentados não podem ser extrapolados, em hipótese alguma, para outras sedes de municípios ou regiões rurais da UPG e demonstram, entretanto, um dimensionamento das práticas ilegais de perfurações / captações subterrâneas no principal centro de consumo urbano de água, não só da bacia, mas de todo o Estado.

Diagnóstico

Por:

Jhonatan Barbosa da

Silva

Paulo José Alves de

Oliveira

Ana Paula Carvalho

Bispo

Viktor Antal Stringhini

6 Levantamento das demandas hídricas quantitativas e qualitativas da UPG P4

Este capítulo aborda as demandas dos recursos hídricos da UPG P4. Apresenta, como diretriz metodológica, o Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2019). São inseridas também atualizações e complementações propostas pela equipe de execução da UPG P4.

6.1 Demandas hídricas quantitativas

Os principais usos consuntivos verificados na UPG P4 foram o abastecimento humano (urbano e rural), dessedentação de animais, irrigação, piscicultura, termoelectricidade, evaporação de reservatórios artificiais, indústria e mineração.

Assim, para balizar os usos consuntivos, foram utilizadas as outorgas, aliadas aos dados censitários populacionais municipais cadastrados na base de dados do IBGE (IBGE, 2019) relativas à região da UPG P4, para distribuir em magnitude e localização as demandas superficiais e subterrâneas. Assinala-se que também foram consultados mapas globais, com a distribuição espacial de algumas variáveis diretamente relacionadas às demandas ligadas aos principais usos dos setores consuntivos analisados: superfícies irrigadas (FAO, 2013), densidade de rebanhos (FAO, 2006) e densidade populacional (SEDAC, 2018).

No contexto de análise, a localização dos usos múltiplos consuntivos das águas na UPG P4 baseou-se nos cadastros de outorgas concedidas (superficial, subterrâneas e cadastros de captação insignificante) disponibilizados pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Estado de Mato Grosso (SEMA/MT, 2019) e pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2019), captações do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS, 2019), nas vazões de abastecimento público (rural e urbano) relacionadas nos Planos de Saneamento dos Municípios pertencentes a UPG (PMSB, 2014; PMSB, 2017), cadastro do Instituto de Defesa

Diagnóstico

Agropecuário do Estado de Mato Grosso e dados de outorgas disponibilizados por meio de portarias.

As análises das demandas de usos de águas foram realizadas por áreas de abrangências e por sub-bacias. Dessa maneira, neste capítulo será realizada a avaliação das demandas de retiradas para ampliar as discussões acerca do tema e demonstrar a diferença nos totais demandados resultantes dos diferentes setores nas áreas da UPG P4.

6.1.1 Usos Consuntivos

Os tópicos seguintes constituem de maneira resumida a metodologia utilizada para o cálculo das demandas de usos consuntivos dos recursos hídricos da UPG P4 e ainda apresentam os principais resultados alcançados na forma de tabelas e mapas.

6.1.1.1 Abastecimento Urbano

A metodologia de cálculo utilizada para determinação dos usos de água correspondentes ao setor do Abastecimento Humano foi baseada nos conceitos apresentados pelo Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil produzido por ANA (2019). Referido manual propõe o detalhamento das componentes de usos de água (retirada, consumo e retorno) através da determinação de coeficientes técnicos obtidos a partir da base de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Os três coeficientes técnicos obtidos são: o consumo per capita, coeficiente de perdas de água e relação consumo/retorno os quais serão também utilizados na etapa de Prognóstico de Recursos Hídricos do plano.

Devido à grande relevância do setor consuntivo de abastecimento humano, a equipe do Plano de Bacia da UPG P4 propôs um refinamento dos procedimentos propostos pela ANA (2019) para as regiões urbanas. Além da base de dados SNIS, foram incluídas as informações presentes nos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB), do Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB) de cada município avaliado e o conhecimento dos engenheiros especialistas da equipe da UPG P4, sobre a região de estudo. Também foram adicionadas novas etapas de verificação da consistência dos dados por meio da análise temporal e correlação cruzada de

Diagnóstico

parâmetros. Dessa forma, através do refinamento exaustivo de cada parâmetro avaliado, uma maior confiança sobre as estimativas realizadas pode ser obtida.

O fichamento de informações dos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) constituiu uma etapa fundamental para o enriquecimento da confiança na estimativa de parâmetros. Foi realizada uma revisão ampla do PMSB de cada município da região de estudo, buscando-se desde dados gerais e descrições sobre o sistema de abastecimento, informações desagregadas sobre os volumes micromedidos e macromedidos ou até mesmo condições consideradas interferentes nas possíveis estimativas. Este conjunto de informações permitiu uma sólida validação e/ou consolidação das informações registradas no SNIS para o ano de referência do PMSB. Além disso, foi coletada a descrição detalhada das vazões e coordenadas das captações, estações de tratamento e poços, o que permitiu a espacialização das retiradas de água.

Abaixo, são listadas as informações coletadas nos Planos de Saneamento Básico (PMSB):

1. Ano de referência do PMSB
2. População urbana e rural
3. Percentual de economias micromedidas
4. Número de economias ativas com abastecimento de água
5. Número de economias com micromedição
6. Volume micromedido e período correspondente
7. Presença de macromedição na região urbana e rural
8. Volume macromedido e período correspondente
9. Vazão das adutoras e elevatórias e período médio diário de funcionamento (caso não exista macromedição)
10. Descrição simplificada dos componentes principais do SAA
11. Evolução da infraestrutura de abastecimento de água no tempo
12. Histórico das concessões de água e esgoto no município
13. Estrutura de tarifação e parcela da população com cobrança de tarifa mínima
14. Percentual de economias com abastecimento de água
15. Presença de intermitência ou rodízio de abastecimento
16. Presença de abastecimento significativo pela mesma empresa nos distritos
17. Possível situação de escassez dos mananciais ou insuficiente infraestrutura
18. Presença de população flutuante (turismo ou outros)
19. Outras deficiências do sistema de abastecimento de água
20. Existência de rede de esgoto
21. Perdas totais de água na distribuição

Diagnóstico

22. Consumo per capita urbano

Após a etapa de validação dos dados do SNIS para o ano de referência do PMSB, foi realizada uma série de verificações de consistência temporal e correlação cruzada entre os dados históricos da base SNIS buscando-se validar e consolidar o período de dados até o ano de interesse do plano da bacia UPG P4. Assim, a confiança obtida para o ano de referência do PMSB pode ser extrapolada para o ano de referência do plano de bacia UPG P4. O foco principal das verificações foi validar a série histórica de população total, população com abastecimento de água, volume micromedido e volume macromedido. Uma vez que estas informações desagregadas foram validadas foi possível obter estimativas confiáveis do volume de retirada, volume de consumo, porcentagem de perdas e uso médio per capita.

A seguir elencam-se os itens das etapas de avaliação de consistência sobre a evolução temporal e correlação cruzada para a população total e população com abastecimento de água, avaliação de consistência sobre a evolução temporal e correlação cruzada para o volume micromedido e avaliação de consistência sobre a evolução temporal e correlação cruzada para o volume macromedido.

A avaliação de consistência sobre evolução temporal e correlação cruzada para a população total e população com abastecimento de água, consistiu nas seguintes etapas:

1. Verificação da consistência temporal da evolução da população em POP_TOT e POP_URB (SNIS) e checagem dessas informações com censo e estimativas do IBGE.
2. Verificação da consistência temporal da evolução da população com abastecimento de água AG001 e AG026 (SNIS).
3. Verificação cruzada da compatibilidade entre a evolução temporal da população com abastecimento de água e do número de ligações ativas AG002 e economias ativas AG003 (SNIS).

As avaliações de consistência sobre a evolução temporal e correlação cruzada para o volume micromedido, foram:

Diagnóstico

1. Verificação da consistência temporal da evolução do volume micromedido AG008 e volume consumido AG010 (SNIS).
2. Verificação cruzada da compatibilidade entre a evolução temporal do volume micromedido e volume consumido com o número de ligações ativas micromedidas AG004 e número de economias ativas micromedidas AG014 (SNIS).
3. Verificação cruzada da compatibilidade entre a evolução temporal do volume micromedido e volume consumido com o volume faturado AG011, volume produzido AG006 e volume macromedido AG012 (uma correlação mais fraca pode ocorrer nesses casos).

As avaliações de consistência sobre a evolução temporal e correlação cruzada para o volume macromedido, ocorreram de acordo com as etapas:

1. Verificação da consistência temporal da evolução do volume produzido AG006 e volume macromedido AG012 (SNIS).
2. Verificação cruzada da compatibilidade entre a evolução temporal do volume produzido e volume macromedido com o número de ligações ativas AG002, número de economias ativas AG003 e população com abastecimento de água AG001 (SNIS).
3. Verificação cruzada da compatibilidade entre a evolução temporal do volume produzido e volume macromedido com o volume tratado em ETAs AG007, volume tratado por simples desinfecção AG015, extensão da rede de água AG005 e consumo de energia elétrica nos sistemas de água AG028 (uma correlação mais fraca pode ocorrer nesses casos).

A metodologia de estimação de usos definida acima foi aplicada para as sedes urbanas municipais as quais apresentam relativa abundância de informações disponíveis. Por outro lado, as regiões rurais e demais distritos não possuem dados da base SNIS disponíveis individualmente. Portanto, para estes adensamentos populacionais, a estimação dos usos de água foi feita segundo valores de referência para o consumo per capita e perdas de água obtidos no Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil produzido por ANA (2019). Por fim, os valores de retiradas e consumos de água puderam ser obtidos de maneira inversa pela aplicação dos valores referência sobre a contagem populacional nessas regiões segundo o censo demográfico.

Diagnóstico

Os volumes de retorno de água também foram obtidos segundo metodologia sugerida pelo Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil produzido por ANA (2019). Dessa forma, foi adotado um coeficiente de retorno $C = 0,8$ tanto para as regiões urbanas quanto rurais de sedes municipais e distritos. Este coeficiente foi aplicado ao consumo de água correspondente à todas as economias com acesso à rede coletora de esgotos ou com lançamento de esgotos à céu aberto. Por sua vez, as parcelas referentes à rede de esgotos, lançamento a céu aberto ou fossa foram obtidas em consulta à base de dados do Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB, 2019).

Destaca-se que é elevado o índice de perdas de água na distribuição: cerca de 41% da água produzida para o abastecimento humano na UPG P4 é perdida e não chega aos usuários. Essa média é elevada para municípios como Cuiabá, Santo Antônio do Leverger, Barão de Melgaço, Várzea Grande, Rosário Oeste e Acorizal, que apresentaram perdas de 61%, 60%, 55%, 49%, 45% e 43%, respectivamente.

Juntas, as 11 (onze) sedes municipais pertencentes à UPG P4 possuem 931.636 habitantes na área urbana, demandando uma vazão de retirada de $4,163 \text{ m}^3/\text{s}$. A forma predominante de retirada é por mananciais superficiais, totalizando $3,865 \text{ m}^3/\text{s}$ (93%). As demandas subterrâneas para atender a população correspondem a $0,298 \text{ m}^3/\text{s}$ (7%).

Em termos de demandas de retirada superficiais, que representam a forma predominante para esse setor usuário, a sub-bacia do Médio Cuiabá totalizou $2,864 \text{ m}^3/\text{s}$ (74%), a sub-bacia do Coxipó $0,843 \text{ m}^3/\text{s}$ (22%), a sub-bacia do Baixo Cuiabá $0,414 \text{ m}^3/\text{s}$ (3%) e a sub-bacia do Manso, $0,042 \text{ m}^3/\text{s}$ (1%). Em relação ao total de demanda subterrânea, as demandas do setor para a UPG P4 se concentram na sub-bacia do Baixo Cuiabá, totalizando $0,297 \text{ m}^3/\text{s}$, cerca de 100% da demanda nessa região.

No Quadro 14 é possível visualizar as estimativas de demandas urbanas superficiais e subterrâneas na UPG P4, que totalizam $4,163 \text{ m}^3/\text{s}$, sendo que a sub-bacia do Médio Cuiabá concentra 69% desse total, apresentando $2,864 \text{ m}^3/\text{s}$. Em contrapartida, a sub-bacia do Coxipó demanda uma vazão de $0,843 \text{ m}^3/\text{s}$, totalizando 20% das demandas. As parcelas das sub-bacias do Baixo Cuiabá e Manso, foram de $0,414 \text{ m}^3/\text{s}$ (10%) e $0,042 \text{ m}^3/\text{s}$ (1%), respectivamente.

Diagnóstico

Quadro 14. Demandas de retiradas de abastecimento urbano da UPG P4, por sub-bacias.

Bacia Hidrográfica Regional	UPG	Sub-bacias	Demanda de Retirada (m ³ /s)		
			Superficial	Subterrânea	Total
Paraguai	P4	Alto Cuiabá	0	0	0,000
		Médio Cuiabá	2,863	< 0,001	2,864
		Baixo Cuiabá	0,117	0,297	0,414
		Manso	0,042	0	0,042
		Coxipó	0,843	0	0,843
Total UPG P4			3,865	0,298	4,163

Fonte: PRH UPG P4 (2023).

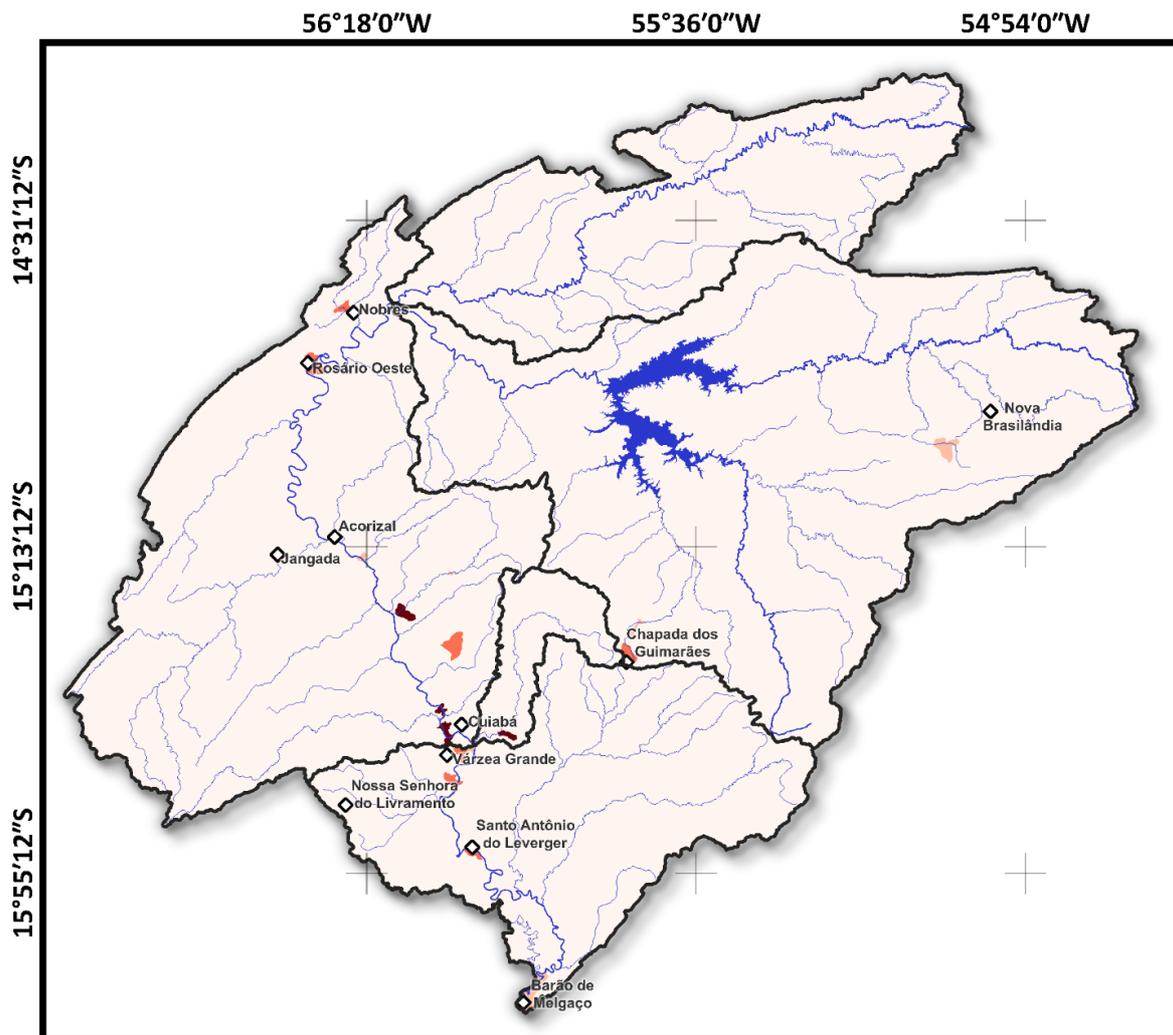
Dos municípios que se destacaram com as maiores concentrações de retiradas para esse setor, têm-se os municípios de Cuiabá apresentando 2,892 m³/s e Várzea Grande com 1,080 m³/s, localizados nas sub-bacias do Médio Cuiabá, Baixo Cuiabá e Coxipó. O município de Rosário Oeste, na sub-bacia do Médio Cuiabá, apresentou demanda de 0,041 m³/s, seguido de Nobres 0,030 m³/s, ainda nesta sub-bacia. O Município de Santo Antônio do Leverger, na sub-bacia do Baixo Cuiabá apresentou demanda de 0,033 m³/s e Chapada dos Guimarães na sub-bacia do Manso 0,035 m³/s. Ressalta-se que a sub-bacia do Alto Cuiabá não apresenta demanda para o abastecimento urbano, devido nenhum município apresentar área urbana nessa região.

Na Figura 26 são apresentadas as demandas hídricas totais de retirada para o abastecimento urbano, especializadas na UPG P4 por sub-bacias.

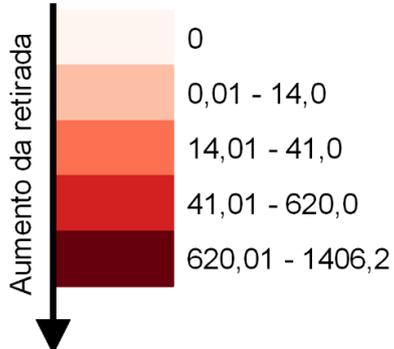
Figura 26. Demandas de abastecimento urbano da UPG P4, por microbacia.

Plano de Recursos Hídricos - UPG P-4

**Retirada superficial
Abastecimento Urbano
UPG P-4**



Vazão média de retirada L/s:



Convenções:

- Sub Bacias
- Sedes urbanas
- Hidrografia simplificada



Fonte dos dados:

- Hidrografia - Adaptado SEMA
- Sub Bacias - Adaptado SEMA
- Sedes urbanas - IBGE

10 20 30 km

Sistema de Coordenadas Geográficas:
Datum: SIRGAS 2000
Elaborado em maio/2023

Diagnóstico

6.1.1.2 Abastecimento Rural

Visando determinar as estimativas das demandas para a população rural, inicialmente foi necessário calcular a população rural dos municípios inseridos, ainda que parcialmente, na UPG P4, e utilizar um valor de retirada per capita de 100 L/hab/dia, com base no Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil de 2019 (ANA, 2019). A população rural, para a região de estudo, foi obtida pela relação entre a população total dos municípios estimada pelo IBGE para 2019 e o percentual de urbanização verificado no Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010 e 2019).

Na UPG P4, a população rural é de aproximadamente 55.648 habitantes, registrando que 18% das demandas de retirada são captadas em mananciais superficiais (0,012 m³/s), com predomínio de retiradas de mananciais subterrâneos, que corresponde a 0,053 m³/s (82%).

De acordo com o Quadro 15, a demanda total do abastecimento rural estimada para a UPG P4 é de 0,065 m³/s, sendo que as sub-bacias do Baixo e Médio Cuiabá, concentram 0,025 m³/s (38%) e 0,020 m³/s (31%), respectivamente, totalizando 0,045 m³/s (69%) das demandas, evidenciando a maior presença de população rural nesta porção da bacia. A sub-bacia do Manso apresenta uma demanda de 0,011 m³/s (17%), seguida das sub-bacias do Alto Cuiabá 0,005 m³/s (8%) e Coxipó 0,004 m³/s (6%), totalizando o restante das demandas rurais.

Quadro 15. Demandas de retiradas de abastecimento rural da UPG P4, por sub-bacias.

Bacia Hidrográfica Regional	UPG	Sub-bacias	Demanda de Retirada (m ³ /s)		
			Superficial	Subterrânea	Total
Paraguai	P4	Alto Cuiabá	0,002	0,003	0,005
		Médio Cuiabá	0,001	0,019	0,020
		Baixo Cuiabá	0,003	0,022	0,025
		Manso	0,005	0,006	0,011
		Coxipó	0,001	0,003	0,004
Total UPG P4			0,012	0,053	0,065

Fonte: PRH UPG P4 (2023).

Em relação às demandas superficiais, as sub-bacias do Manso e Baixo Cuiabá totalizam 0,005 m³/s (42%) e 0,003 m³/s (25%), seguidos do Alto Cuiabá 0,002 m³/s (17%), Médio Cuiabá 0,001 m³/s (8%) e Coxipó 0,001 m³/s (8%). As demandas subterrâneas, predominantes para esse setor usuário, apresentou na sub-bacia do Baixo Cuiabá, demanda de 0,022 m³/s (42%), sub-bacia

Diagnóstico

do Médio Cuiabá 0,019 m³/s (36%), sub-bacia do Manso 0,006 m³/s (11%) e por fim as sub-bacias do Alto Cuiabá e Coxipó, cada uma com demanda de retirada de 0,003 m³/s (6%).

Quanto aos municípios, sobressaem o município de Cuiabá com 0,013 m³/s, abrangendo a área das sub-bacias do Médio Cuiabá, Baixo Cuiabá e Coxipó, Chapada dos Guimarães na sub-bacia do Manso com uma demanda de 0,008 m³/s, Rosário Oeste 0,007 m³/s, nas sub-bacias do Alto Cuiabá, Médio Cuiabá e Manso, Santo Antônio do Leverger 0,007 m³/s, na sub-bacia do Baixo Cuiabá e Campo Verde 0,003 m³/s presente nas sub-bacias do Manso e do Baixo Cuiabá, havendo nestes municípios captações superficiais e subterrâneas.

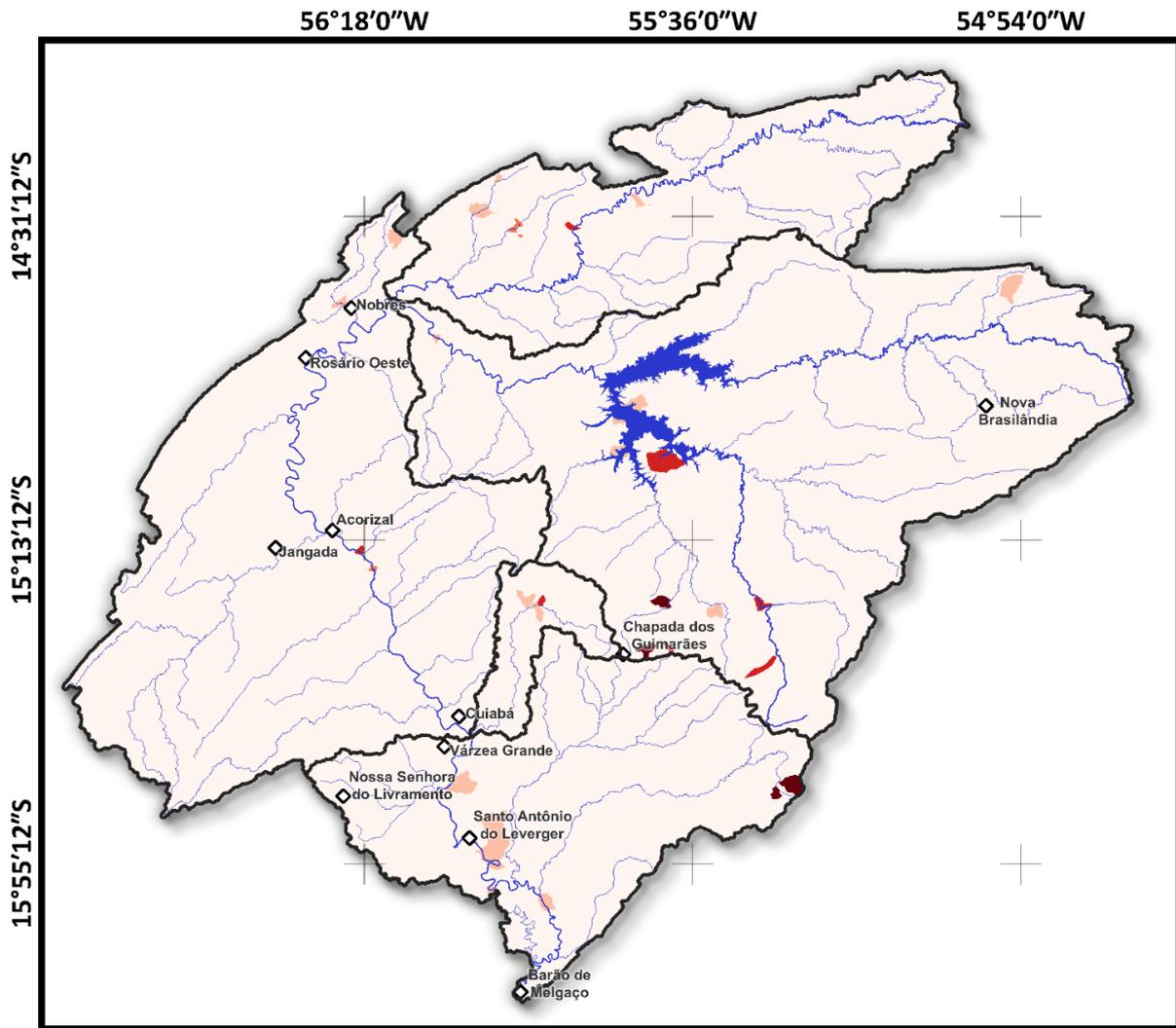
A Figura 27 apresenta as demandas rurais de retirada para o setor do abastecimento rural, para as sub-bacias da UPG P4. A distribuição das demandas de abastecimento humano rural entre mananciais subterrâneos e superficiais foi realizada considerando as vazões outorgadas pela SEMA/MT e ANA, os assentamentos/aglomerados rurais descritos nos PMSBs e setorização do IBGE.

Diagnóstico

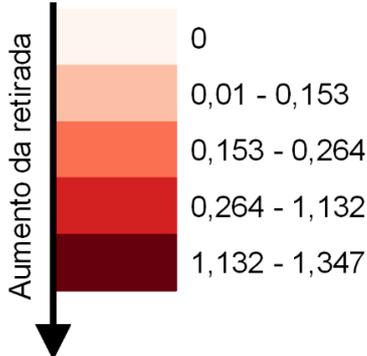
Figura 27. Demandas de abastecimento rural da UPG P4, por microbacia.

Plano de Recursos Hídricos - UPG P-4

Retirada superficial
Abastecimento rural
UPG P-4



Vazão média de retirada L/s:

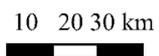


Convenções:

- Sub Bacias
- Sedes urbanas
- Hidrografia simplificada

Fonte dos dados:

- Hidrografia - Adaptado SEMA
- Sub Bacias - Adaptado SEMA
- Sedes urbanas - IBGE



Sistema de Coordenadas Geográficas:
Datum: SIRGAS 2000
Elaborado em maio/2023

6.1.1.3 Dessedentação Animal

As demandas de dessedentação animal variam consideravelmente em função da espécie animal, uma vez que está relacionada às demandas fisiológicas dos animais. Na avaliação das demandas de água para dessedentação de animais, deve-se considerar as características físicas dos sistemas de criação, a quantidade de animais de cada espécie, a previsão de crescimento dos rebanhos e os consumos usualmente indicados em literatura específica. A demanda de água para tratamento dos rebanhos dependerá ainda do número de matrizes, estágios de crescimentos dos espécimes, a tecnologia adotada no manuseio, condições climáticas locais e da alimentação, tipo de raça, porte físico, dentre outros aspectos (ANA, 2013, ANA 2019).

O estudo das demandas de águas para uso de criação animal constituiu em levantamento dos rebanhos por municípios pertencentes a UPG P4 no ano de 2019 (IBGE, 2019); análise das demandas de retiradas provenientes dos cadastros e outorgas concedidas para criação animal (SEMA/MT, 2019, ANA, 2019) e os coeficientes técnicos do Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2019) (Tabela 3).

Tabela 3. Coeficientes técnicos de uso da água – demanda animal.

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

Fonte: ANA (2019).

A distribuição das demandas de dessedentação animal entre mananciais subterrâneos e superficiais foi realizada considerando as outorgas emitidas pela SEMA/MT e ANA e o mapa de uso do solo das unidades de planejamento, considerando as áreas de pastagem de cada município, conforme MapBiomass (2019), que revisam os mapas anuais de cobertura e uso da terra do Brasil em escala de 30 metros, na escala temporal de 1985 a 2019.

Diagnóstico

De acordo com a Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) (IBGE, 2019), considerou-se para o cálculo da demanda para abastecimento animal o efetivo dos rebanhos nos municípios, conforme Tabela 4. Na estimativa para o setor pecuário consideram-se todos os rebanhos, mesmo aqueles menos expressivos. Entretanto, ressalta-se que, embora o número de cabeças de outros rebanhos seja significativo na bacia, os galináceos apresentam números mais expressivos, com cerca de 15,9 milhões de cabeças, seguido dos bovinos, com aproximadamente 2,8 milhões.

Tabela 4. Rebanhos nos municípios pertencentes à UPG P4 no ano de 2019.

Município	Tipo de rebanho								
	Bovino	Bubalino	Equino	Suíno	Caprino	Ovino	Galináceos - total	Galináceos - galinhas	Codornas
Acorizal	51867	8	1376	2508	93	840	26160	8932	12
Alto Paraguai	79598	17	1238	3272	98	948	26621	8152	8
Barão de Melgaço	198177	181	4642	3750	113	768	31080	15474	-
Campo Verde	122054	75	2115	63811	273	4876	3050000	1500000	155000
Chapada dos Guimarães	139227	1	4491	7407	391	2938	173734	11096	40
Cuiabá	94912	97	5028	8300	850	4810	45023	10205	-
Diamantino	112034	2	2533	186055	144	3095	681818	14072	54
Jangada	90823	107	1883	2989	7	1420	26536	8095	-
Nobres	111730	126	2435	4866	271	2007	46070	7928	-
Nossa Senhora do Livramento	188840	480	5308	6589	563	2661	75168	15730	5
Nova Brasilândia	138962	1009	3262	4258	810	1782	37316	8200	-
Planalto da Serra	92567	140	1749	2263	47	866	9553	1344	300
Poconé	518687	460	14181	4224	249	2315	23187	6500	3
Primavera do Leste	79308	7	1078	8977	234	4123	5335682	4150511	-
Rosário Oeste	213886	101	5314	8511	331	4383	69104	18500	-
Santa Rita do Trivelato	35607	-	904	31533	96	7920	7953	1552	-
Santo Antônio do Leverger	524842	917	8739	12040	3581	21691	414212	10000	-
Várzea Grande	27439	11	1491	9187	331	1326	26813	6073	-
Total UPG P4	2820560	3739	67767	370540	8482	68769	10106030	5802364	155422

Fonte: IBGE (2019).

Segundo o IBGE (2019), os municípios com maior criação de galináceos, em 2019, foram Primavera do Leste (9.486.193 cabeças), Campo Verde (4.550.000 cabeças) e Diamantino (695.890 cabeças). É possível perceber que a população de bovinos predomina, sendo na maior parte dos municípios maior que 97% dos animais de grande porte. Em número absoluto, a criação de animais de grande porte sobressai no município de Santo Antônio do Leverger, com o maior

Diagnóstico

rebanho, totalizando cerca de 534.498 cabeças, seguido de Poconé e Barão de Melgaço com 533.328 e 203.000 cabeças, respectivamente. Para a determinação da variável primária de interesse, sendo o quantitativo do número de animais para o ano de 2019, considerou-se a densidade dos rebanhos (lotação animal por área) e o histórico das populações em cada município, de modo a obter sua projeção e, assim, poder fazer seu rebatimento para cada uma das sub-bacias avaliadas.

Conforme apresentado no Quadro 16, a demanda total estimada para a criação animal na UPG P4 é de 0,622 m³/s. Desse total, 100% das retiradas são realizadas em mananciais superficiais, totalizando 0,622 m³/s.

Ressalta-se que as maiores demandas estão localizadas na sub-bacia do Médio Cuiabá 0,217 m³/s (35%), seguido das sub-bacias do Manso 0,194 m³/s (31%), Baixo Cuiabá 0,125 m³/s (20%), Alto Cuiabá 0,077 m³/s (12%) e Coxipó com uma demanda de retirada de 0,009 m³/s (1%).

Os municípios que mais se destacaram em relação às retiradas na UPG P4, foram Santo Antônio do Leverger 0,23 m³/s, na sub-bacia do Baixo Cuiabá, Rosário Oeste 0,09 m³/s, nas sub-bacias do Alto Cuiabá, Médio Cuiabá e Manso, Chapada dos Guimarães 0,06 m³/s, na sub-bacia do Manso, Nobres 0,05 m³/s, nas sub-bacias do Alto Cuiabá e Médio Cuiabá, Nova Brasilândia 0,06 m³/s e Campo Verde 0,07 m³/s, na sub-bacia do Manso. Os municípios com menores demandas são Acorizal 0,02 m³/s, na sub-bacia do Médio Cuiabá e Várzea Grande 0,01 m³/s, nas sub-bacias do Médio Cuiabá e Baixo Cuiabá.

Quadro 16. Demandas de retiradas para dessedentação animal da UPG P4, por sub-bacias.

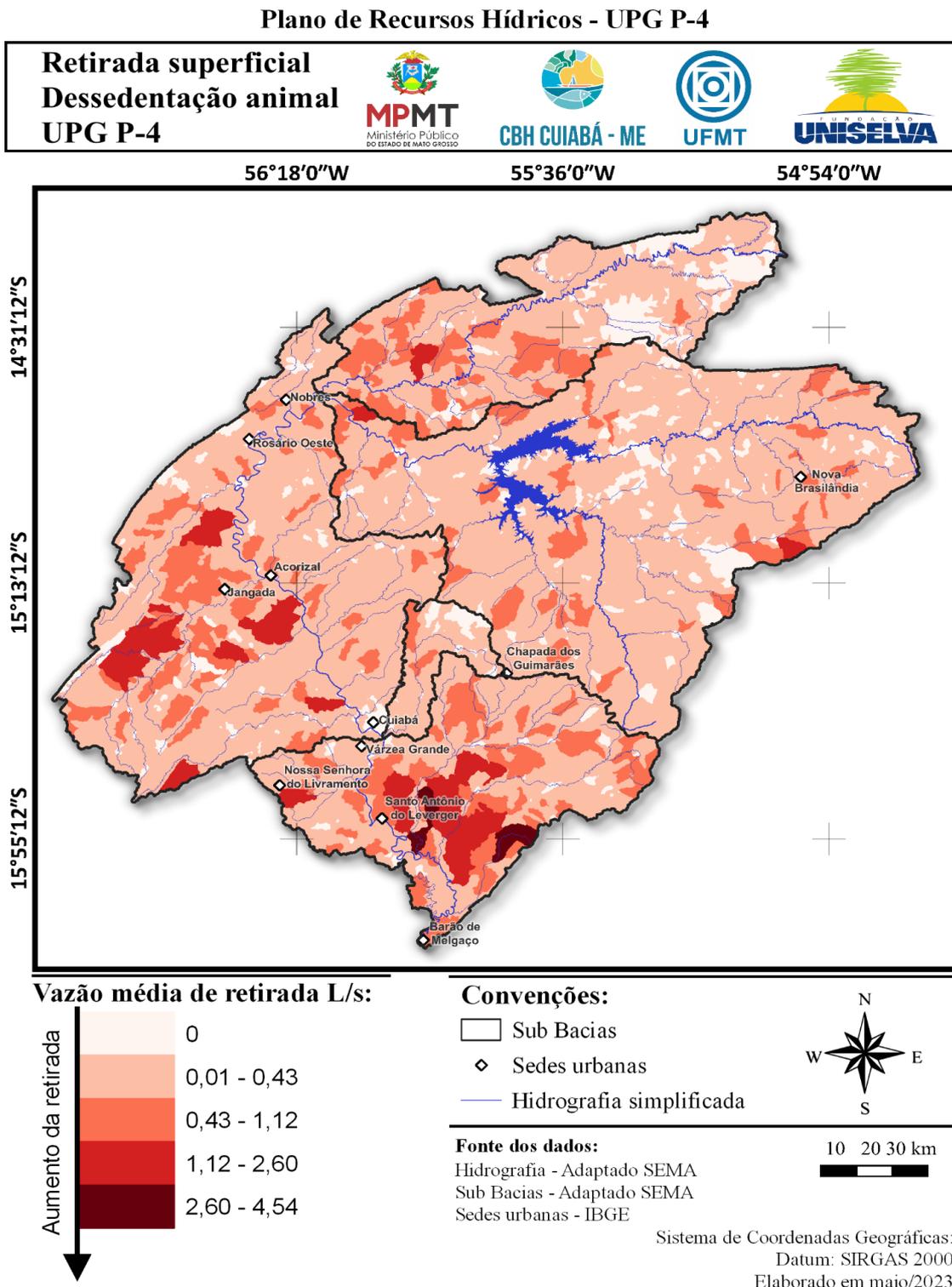
Bacia Hidrográfica Regional	UPG	Sub-bacias	Demanda de Retirada		
			Superficial	Subterrânea	Total
Paraguai	P4	Alto Cuiabá	0,077	-	0,077
		Médio Cuiabá	0,217	-	0,217
		Baixo Cuiabá	0,125	-	0,125
		Manso	0,194	-	0,194
		Coxipó	0,009	-	0,009
Total UPG P4 (m3/s)			0,622	-	0,622

Fonte: PRH UPG P4 (2023).

Diagnóstico

A Figura 28 apresenta a espacialização das demandas totais para a dessedentação animal, realizada por sub-bacias na UPG P4. No estudo ficou evidenciado que a atividade pecuária é bastante dispersa na região em razão das características extensivas do manejo.

Figura 28. Demandas de dessedentação animal da UPG P4, por microbacia.



Fonte: PRH UPG P4 (2023)

6.1.1.4 Abastecimento Industrial

A indústria é o setor que transforma matéria-prima em produtos que serão consumidos por pessoas ou por indústrias e podem ser classificadas em extrativas e de transformação. A água possui uma grande diversidade de aplicações no setor industrial, podendo apresentar uma amplitude grande de consumo, conforme o tipo do produto ou processos associados, sendo um setor que apresenta dificuldades quanto às determinações de estimativas de demanda.

As indústrias extrativas retiram a matéria-prima da natureza para ser utilizada em outras indústrias. As indústrias de transformação realizam a primeira transformação da matéria-prima para ser empregada em outras indústrias (indústrias de bens de produção), bem como produzem todos os produtos consumidos diariamente (indústrias de bens de consumo) (ANA, 2017).

Quanto à avaliação das demandas para fins de abastecimento industrial na UPG P4, a metodologia foi composta por levantamento das demandas de retirada de abastecimento industrial; estimativa das vazões médias consumidas em relação às retiradas na UPG e análise das demandas de retiradas utilizando as delimitações da UPG da SEMA/MT.

A metodologia de cálculo utilizada para determinação dos usos de água correspondentes ao setor da Indústria foi baseada em duas etapas principais:

Etapa 1 - Determinação dos usos totais de água por município baseada no Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil produzido por ANA (2019).

Etapa 2 – Desagregação espacial dos usos de água utilizando-se a localização aproximada e proporção de uso esperada para cada unidade industrial.

Na Etapa 1, os coeficientes técnicos de retirada e consumo de água definidos em ANA (2019) foram utilizados para calcular as parcelas do uso de água para cada tipologia industrial em cada município da UPG P4 proporcionalmente à quantidade de funcionários de cada indústria. Por sua vez, o número de funcionários para cada município, de acordo com cada classe CNAE industrial, foi obtido diretamente pela totalização dos registros presentes na base de dados de

Diagnóstico

funcionários da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS 2019) para todos os municípios com área urbana ou rural na UPG P4. As estimativas se restringiram às divisões 10 à 33 da CNAE referentes à indústria da transformação pois são as classes industriais retratadas em ANA (2019).

A Etapa 2 consistiu em obter uma localização aproximada e proporção de uso esperada para cada unidade industrial correspondente às CNAE e municípios identificados no passo anterior. Dessa forma, foi possível identificar quais usos de água se localizam dentro da UPG P4 e desagregar, posteriormente, os usos de água totais por sub-bacias.

Primeiramente, foram obtidos os endereços para as indústrias da transformação (CNAE divisão 10-33) a partir da base de dados de Estabelecimentos gerada pela Receita Federal e disponibilizada pelo Ministério da Economia (2021). Em seguida, as coordenadas latitude e longitudes correspondentes à esses endereços foram obtidas utilizando-se uma séries de ferramentas disponíveis incluindo: localização automática por Google Maps API, localização manual e Cadastro Ambiental Rural (CAR-MT).

Paralelamente à localização dos estabelecimentos, também foi realizada uma estimativa da proporção de consumo esperado para cada estabelecimento industrial de acordo com o porte de cada indústria. Assim, um maior uso de água esperado foi atribuído às indústrias com maior porte. O porte foi definido em função do capital social de cada indústria, por sua vez obtido na base de dados de Empresas gerada pela Receita Federal e disponibilizada pelo Ministério da Economia (2021). Tanto a localização das indústrias quanto à atribuição proporcional do uso pelo porte possuem altas margens de incerteza associadas. Portanto, estas estimativas não são confiáveis para estimar os consumos espacialmente para cada estabelecimento industrial. Porém, uma maior confiabilidade é atingida quando tais resultados são novamente agregados em nível de sub-bacia conforme os resultados apresentados em seguida.

Conforme apresentado no Quadro 17, estima-se que as demandas industriais na UPG P4 totalizem 0,479 m³/s. A forma predominante de retirada é por mananciais superficiais, totalizando 0,479 m³/s, totalizando 100% das demandas.

Diagnóstico

Em relação às demandas de retirada superficiais, que representam a forma predominante para esse setor usuário, a sub-bacia do Médio Cuiabá totalizou 0,367 m³/s (76,6%), Coxipó 0,061 m³/s (12,7%), Baixo Cuiabá 0,037 m³/s (7,7%) e Manso 0,014 m³/s (2,9%) (Figura 29).

Quadro 17. Demandas de retiradas de abastecimento industrial da UPG P4, por sub-bacias.

Bacia Hidrográfica Regional	UPG	Sub-bacias	Demanda de Retirada		
			Superficial	Subterrânea	Total
Paraguai	P4	Alto Cuiabá	0,000	-	0,000
		Médio Cuiabá	0,367	-	0,367
		Baixo Cuiabá	0,037	-	0,037
		Manso	0,014	-	0,014
		Coxipó	0,061	-	0,061
Total UPG P4 (m3/s)			0,479	-	0,479

Fonte: PRH UPG P4 (2023).

A Figura 29 ilustra a espacialização do número de funcionários na UPG P4, por município. O Município de Cuiabá totaliza um total de 10.599 trabalhadores (49%), seguido de Várzea Grande com 9.597 trabalhadores (45%), somando 94% dos trabalhadores, de um total de 21.559 trabalhadores. O município de Cuiabá possui 1074 estabelecimentos de indústria (61%), seguido de Várzea Grande com 554 estabelecimentos (32%), somando 93% dos estabelecimentos, em um total de 1752 estabelecimentos na UPG P4.

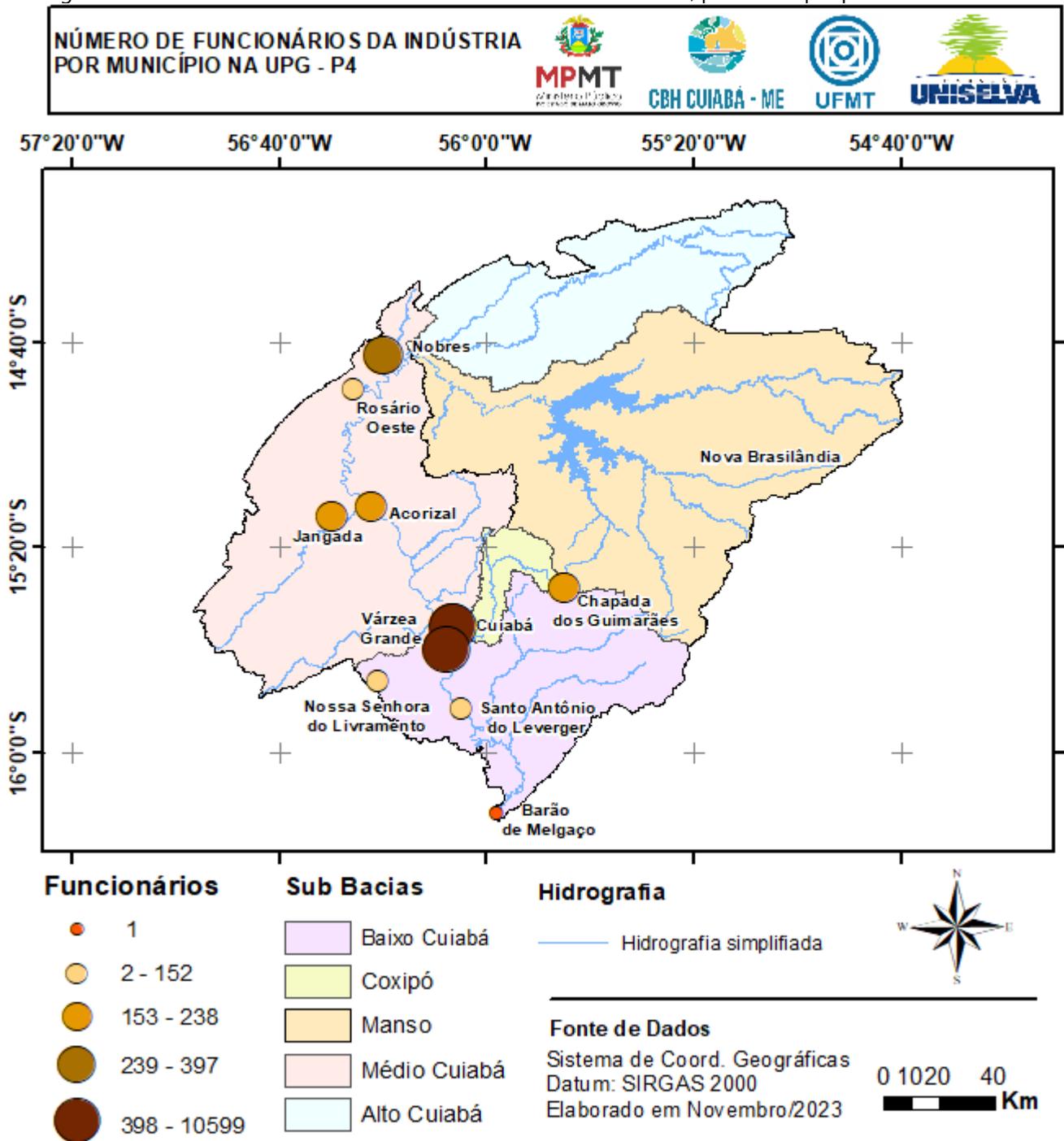
A espacialização das demandas de abastecimento industrial na UPG P4, realizadas por microbacia, são apresentadas na Figura 30. O município de Cuiabá apresenta a maior demanda de retirada com 0,222 m³/s (46,2%), seguido de Várzea Grande com 0,204 m³/s (42,7%), totalizando 88,9% das demandas, do total de 0,479 m³/s retirados. Os municípios de Chapada dos Guimarães, Acorizal, Nobres e Jangada apresentaram 0,015 m³/s (3%), 0,013 m³/s (2,8%), 0,008 m³/s (1,7%) e 0,007 m³/s (1,5%), respectivamente. Os municípios de Santo Antônio do Leverger, Nossa Senhora do Livramento, Rosário Oestes, Nova Brasilândia e Barão de Melgaço, somam juntos 2,1% do total de retirada da UPG P4.

A Figura 31 exibe o percentual de demandas de consumo e retorno do abastecimento industrial da UPG P4, por municípios. Alguns municípios devido as características das industriais instaladas, apresentam proporção de retorno maior que o consumo. Esta situação ocorre, por exemplo, para o município de Cuiabá com uma demanda de retorno de 68,6% e de consumo de

Diagnóstico

31,4%. Em Várzea Grande essa proporção é de 75,8% de retorno e consumo de 24,2%, Chapada dos Guimarães 76% de retorno e 24% de consumo, Jangada retorno de 94,9% e consumo de 5,1%, Rosário Oeste com 66,5% de retorno e consumo de 33,5%, Santo Antônio do Leverger com 60% de retorno e 40% de consumo. O município de Nobres foi o único que apresentou um percentual de retorno de 89% e consumo de 11%.

Figura 29. Número de funcionários do setor da indústria da UPG P4, por município para o ano de 2019.

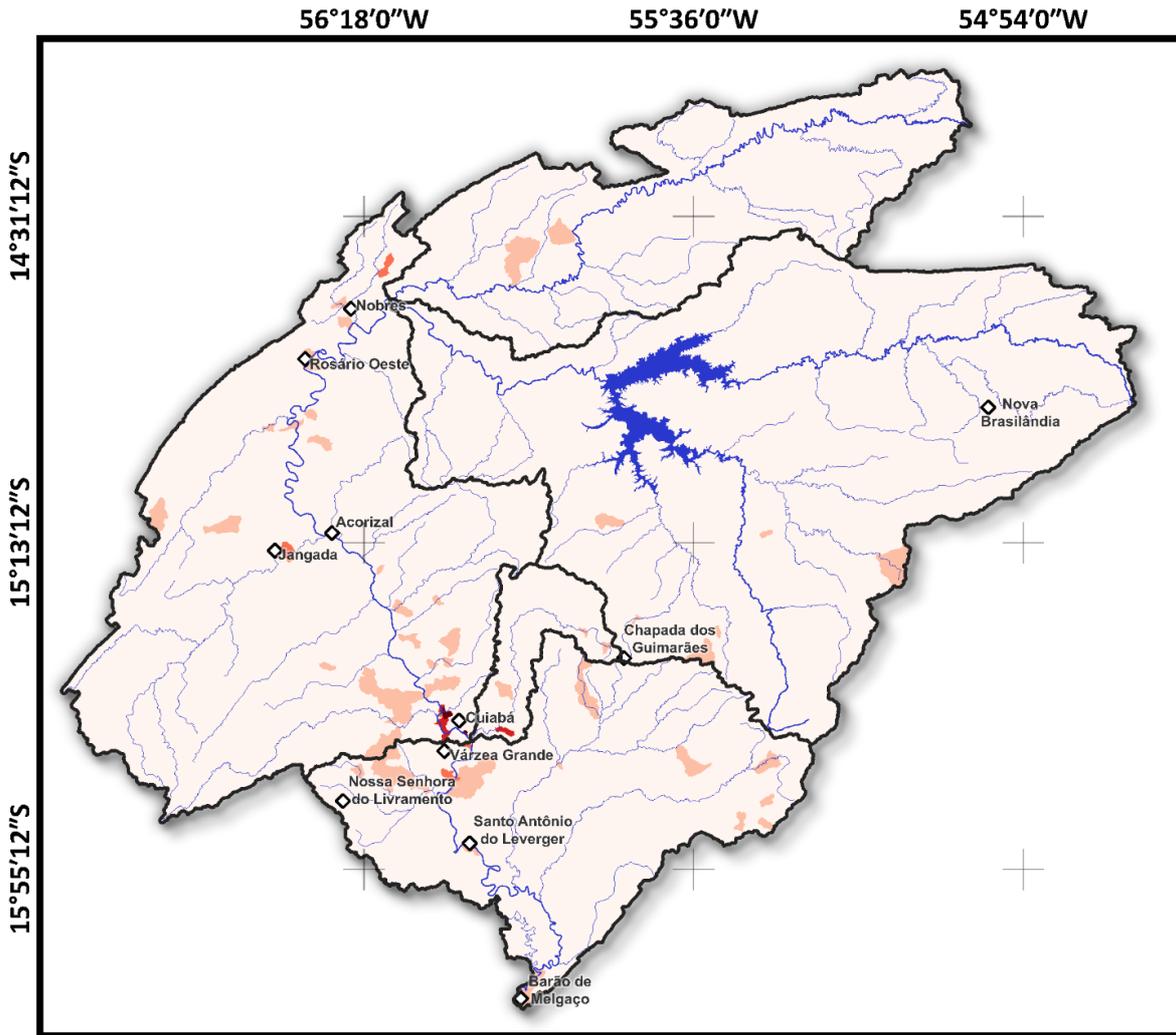


Diagnóstico

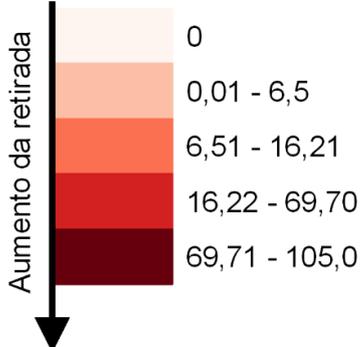
Figura 30. Demandas de retirada do abastecimento industrial da UPG P4, por microbacia.

Plano de Recursos Hídricos - UPG P-4

Retirada superficial
Industria
UPG P-4



Vazão média de retirada L/s:



Convenções:

- Sub Bacias
- Sedes urbanas
- Hidrografia simplificada



Fonte dos dados:

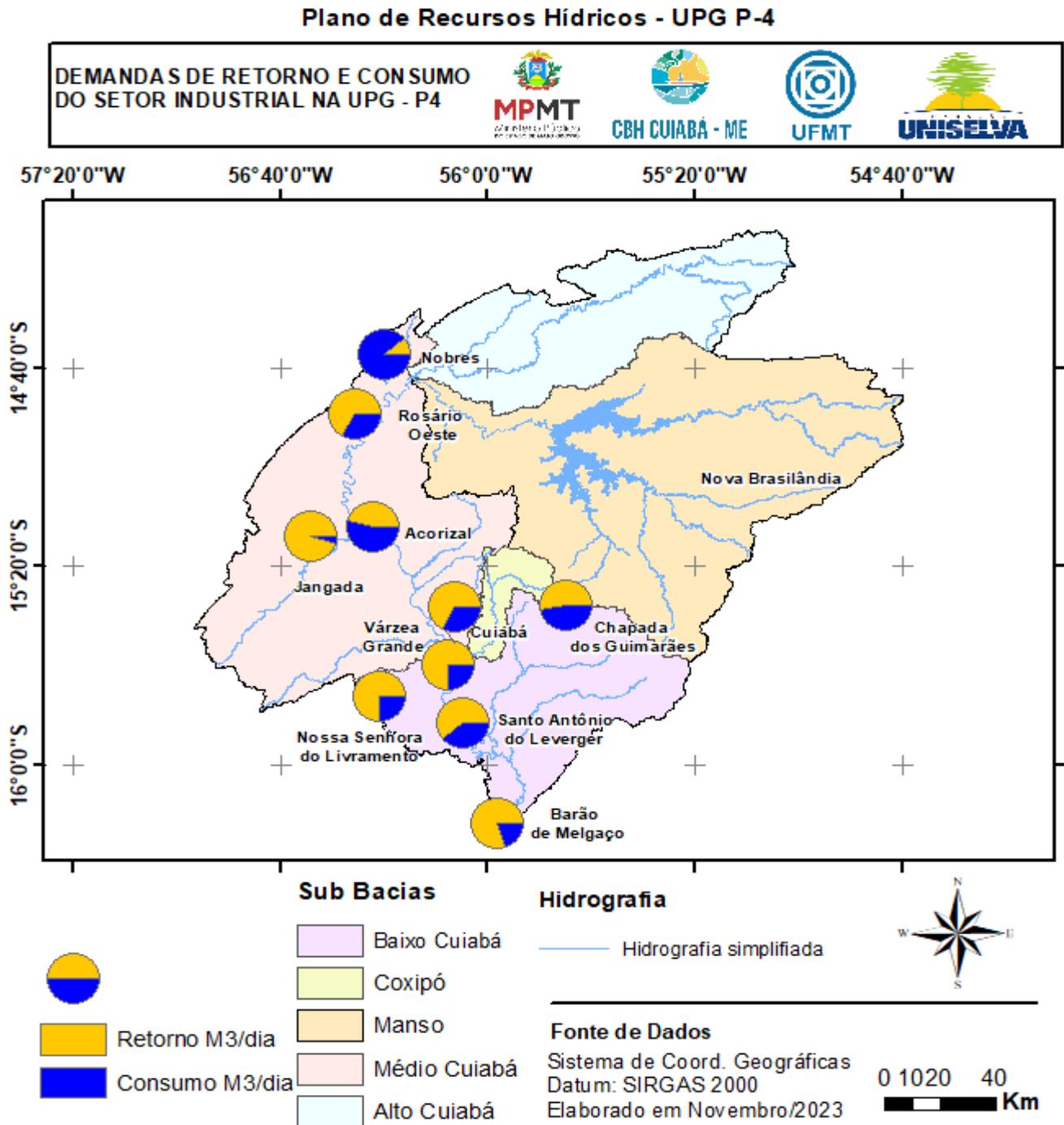
- Hidrografia - Adaptado SEMA
- Sub Bacias - Adaptado SEMA
- Sedes urbanas - IBGE

10 20 30 km

Sistema de Coordenadas Geográficas:
Datum: SIRGAS 2000
Elaborado em setembro/2023

Diagnóstico

Figura 31. Percentual de demandas de consumo e retorno do abastecimento industrial da UPG P4, por municípios.



6.1.1.5 Mineração

A mineração é uma tipologia industrial que retira matéria prima da natureza e fornece para a indústria de transformação produzir bens essenciais para a sociedade (ANA, 2017).

O Brasil possui um território com expressiva diversidade geológica, apresentando jazidas de vários minerais, alcançando posição de destaque no cenário global, tanto em reservas quanto

Diagnóstico

em produção mineral, atingindo no ano de 2020 o valor de US\$ 32,5 bilhões, o que representou cerca de 64% do saldo da balança comercial brasileira (IBRAM, 2020).

De acordo com a Companhia Mato-Grossense de Mineração, Mato Grosso é responsável por 87,2% da produção nacional de diamantes ao ano, com 49 mil quilates, sendo que a produção nacional é de 56 mil quilates (METAMAT, 2017).

No ano de 2017, Mato Grosso apresentou uma produção de ouro de cerca de 10 toneladas por ano, enquanto o total produzido no Brasil foi de 81 toneladas no mesmo período. Além do diamante e ouro, o Estado ostenta o título de campeão na produção de calcário agrícola e de reservas de granito (METAMAT, 2017).

O extrativismo mineral se dá de forma diversificada, na região hidrográfica do Paraguai, com a presença de indústrias de calcário, garimpos de ouro e diamante, mais comuns em Mato Grosso (ANA, 2018).

No processo produtivo da mineração, a água está presente em quase todas as etapas, desde a etapa de pesquisa mineral, seguida pelas etapas de lavra, tratamento do minério até a metalurgia extrativa (CIMINELLI et al., 2006). Segundo a ANA (2017), o setor é um dos tipos de indústria extrativista que mais utiliza água no Brasil.

Para a determinação das vazões de retiradas para o setor de mineração foi realizado o levantamento da série histórica dos tipos de minérios produzidos nos municípios pertencentes à UPG, na base de dados abertos de Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), bem como empregado o coeficiente médio de retirada e consumo para fins de mineração na RH Paraguai (ANA, 2018), que varia de 17% a 85%, de acordo com o tipo de mineral (Quadro 18).

Diagnóstico

Quadro 18. Coeficientes técnicos para estimativas das demandas hídricas do setor mineral.

Substância Mineral	Retirada (m ³ /t)	Consumo (%)
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	8,60%
Minério metálicos não ferrosos - outros	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 - outros	6,25	20%
Diamantes	6,25	20%
Água	6,25	20%

Fonte: ANA (2019).

De acordo com o Quadro 19, estima-se que as demandas para a mineração na UPG P4 totalizem 0,027 m³/s. A forma predominante de retirada é por mananciais superficiais, totalizando 0,027 m³/s, ou seja, 100% das demandas.

Em relação às demandas de retirada superficiais, que representam a forma predominante para esse setor usuário, a sub-bacia do Baixo Cuiabá totalizou 0,013 m³/s (48,1%), sub-bacia do Médio Cuiabá 0,011 m³/s (40,7%), e cada uma das sub-bacias do Alto Cuiabá, Manso e Coxipó, 0,001 m³/s (3,7%).

O município de Chapada dos Guimarães, na sub-bacia do Manso, se destaca com uma demanda de 0,010 m³/s, seguido de Nobres 0,0086 m³/s nas sub-bacias do Alto Cuiabá e Baixo Cuiabá, Rosário Oeste, 0,0028 m³/s nas sub-bacias do Alto Cuiabá, Médio Cuiabá e Manso, Nossa Senhora do Livramento 0,0012 m³/s nas sub-bacias do Médio e Baixo Cuiabá e Santo Antônio do Leverger 0,0011 m³/s na sub-bacia do Baixo Cuiabá.

Diagnóstico

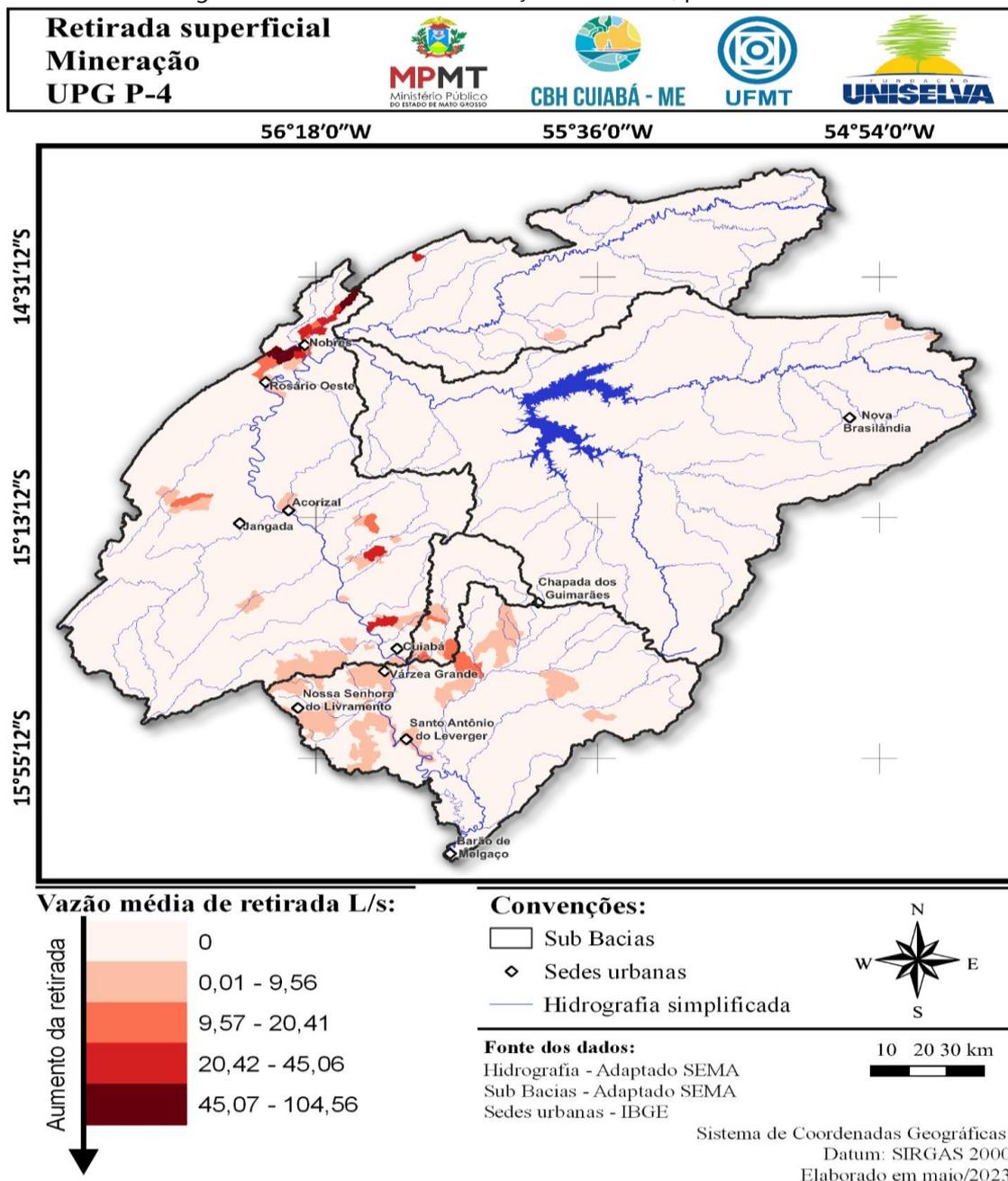
Quadro 19. Demandas de retiradas de mineração da UPG P4, por sub-bacias.

Bacia Hidrográfica Regional	UPG	Sub-bacias	Demanda de Retirada		
			Superficial	Subterrânea	Total
Paraguai	P4	Alto Cuiabá	0,001	-	0,001
		Médio Cuiabá	0,011	-	0,011
		Baixo Cuiabá	0,013	-	0,013
		Manso	0,001	-	0,001
		Coxipó	0,001	-	0,001
Total UPG P4 (m³/s)			0,027	-	0,027

Fonte: PRH UPG P4 (2023).

A Figura 32 apresenta a espacialização das demandas de retirada para a mineração.

Figura 32. Demandas de mineração da UPG P4, por sub-bacias.



Diagnóstico

6.1.1.6 Irrigação

A agricultura irrigada é o setor que apresenta o maior uso da água no Brasil e no mundo.

A irrigação é uma atividade que utiliza técnicas e equipamentos para compensar a deficiência total ou parcial de água para as plantas. É essencial em regiões áridas e semiáridas, sendo que escassez contínua de água, afeta a segurança produtiva, minimizada nos períodos mais úmidos. Em regiões afetadas pela escassez de água em alguns períodos do ano, como na região Centro-Oeste, as culturas e safras necessitam de aplicação suplementar de água nestes períodos (ANA, 2019).

De acordo com a forma de aplicação da água, os métodos de irrigação podem ser classificados como irrigação por superfície, subterrânea, por aspersão e localizada. No sistema de irrigação por superfície a água é aplicada na superfície do solo, controlando o nível, para aproveitamento das plantas, seguindo o padrão do sistema de inundação. No método subterrâneo a água é disposta abaixo da superfície do solo, estabelecendo ou controlando o lençol freático para a absorção pelas raízes das plantas. O método de irrigação por aspersão aplica a água sob pressão acima do solo, utilizando aspersores ou orifícios, visando a produção de chuva artificial, a exemplo do sistema de pivô central. O método localizado corresponde a utilização de pequenos volumes de água, disposto em uma área limitada, sob pressão, com alta frequência, como o sistema de gotejamento (ANA, 2017).

A agricultura irrigada brasileira é bastante dinâmica e diversificada. De acordo com as outorgas vigentes da ANA, no Brasil ocorrem 70 (setenta) diferentes culturas associadas a diversos métodos de irrigação, podendo correlacionar, na região Centro-Oeste, os sistemas com as culturas produzidas, tais como sistema de aspersão convencional com carretéis enroladores (*hidro roll*) com a cultura de cana-de-açúcar e os sistemas de pivôs centrais com a produção de outros grãos, como o algodão, feijão, milho e soja (ANA, 2017).

O mapeamento das tipologias da UPG P4 baseou-se no estudo da ANA (2019), com uso de *shapefile* da área irrigada de cana-de-açúcar e de pivôs centrais.

Diagnóstico

Para o levantamento das culturas plantadas na área de estudo foram utilizados os dados de produção agrícola municipal do ano de 2019, publicado pelo IBGE no ano de 2019, em que se relacionou a produção anual de culturas produzidas nos municípios da UPG P4.

A área plantada total da tipologia de cultura de lavouras temporárias nos municípios da UPG P4 totaliza 2.048.424 hectares no ano de 2019, sendo notado que a cultura da soja totaliza 57,9% da área plantada, apresentando predomínio de plantio, seguida do milho (31%), algodão (8,7%) e feijão (1,2%). Os municípios que possuem maiores áreas plantadas são Campo Verde (393.140 ha), Primavera do Leste (437.363 ha), Santa Rita do Trivelado (278.727 ha), Nobres (64.871 ha), Chapada dos Guimarães (51.788 ha), Santo Antônio do Leverger (39.560 ha) e Rosário Oeste (34.918 ha).

Com relação a área plantada total e a distribuição da tipologia de culturas de lavouras permanentes a UPG P4 totaliza 1688 ha, sendo observado que a banana é a cultura predominante, com 54% da área plantada, seguida da borracha (19%), limão (6%), coco da baía (5%), mamão (3%) e laranja (2%). Os municípios que possuem maiores áreas plantadas são Nossa Senhora do Livramento (330 ha), Campo Verde (235 ha), Alto Paraguai (222 ha), Rosário Oeste (89 ha), Cuiabá (84 ha), Santo Antônio do Leverger (73 ha).

Para a estimativa das demandas de irrigação na UPG P4 foi necessário estimar as lâminas de aplicação de água obtidas do banco de dados do Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2019), de maneira a se obter uma lâmina média a ser aplicada na área plantada, por mês e por município. Essa lâmina representa a aplicação de água para atender à necessidade hídrica de uma "cultura média", ou seja, traduz a necessidade de diferentes culturas presentes nos municípios, ponderada pela respectiva importância de cada cultura em termos de área plantada. Destaca-se que, para as culturas de arroz e cana-de-açúcar, foram seguidas as metodologias adaptadas propostas no Atlas de Irrigação (ANA, 2017, 2019), permitindo uma melhor caracterização as demandas das duas culturas.

Em relação às demandas de retirada superficiais, que representam a forma predominante para esse setor usuário, a UPG P4 totalizou 4,459 m³/s (100%), sendo estimado para a sub-bacia

Diagnóstico

do Manso 3,392 m³/s (76,1%), Baixo Cuiabá 0,872 m³/s (19,6%), Médio Cuiabá 0,155 m³/s (3,5%), Coxipó 0,021 m³/s (0,5%) e Alto Cuiabá 0,019 m³/s (0,4%) (Quadro 20).

Quadro 20. Demandas de retiradas de irrigação da UPG P4 por sub-bacias.

Bacia Hidrográfica Regional	UPG	Sub-bacias	Demanda de Retirada		
			Superficial	Subterrânea	Total
Paraguai	P4	Alto Cuiabá	0,019	-	0,019
		Médio Cuiabá	0,155	-	0,155
		Baixo Cuiabá	0,872	-	0,872
		Manso	3,392	-	3,392
		Coxipó	0,021	-	0,021
Total UPG P4 (m³/s)			4,459	-	4,459

Fonte: PRH UPG P4 (2023).

Entre os setores usuários, a irrigação na sub-bacia do Manso com 3,392 m³/s, representa 89,9% da demanda, sendo o setor predominante nesta sub-bacia, abrangendo os municípios de Chapada dos Guimarães, Nova Brasilândia, Campo Verde e Rosário Oeste.

Na sub-bacia do Baixo Cuiabá a irrigação é o segundo setor usuário que mais demanda água dos recursos hídricos superficiais, retirando 0,872 m³/s (22,1%), compreendendo os municípios de Nossa Senhora do Livramento, Santo Antônio do Leverger, Cuiabá e Várzea Grande.

Na sub-bacia do Alto Cuiabá, este setor aparece como o quarto setor usuário na demanda de água superficial, retirando 0,019 m³/s, representando 6,2% da demanda total desta região, que abrange os municípios de Nobres e Rosário Oeste. Também ocupando o quarto setor usuário na demanda, a irrigação na sub-bacia do Coxipó apresentou uma demanda de 0,021 m³/s, abrangendo os municípios de Cuiabá e Chapada dos Guimarães.

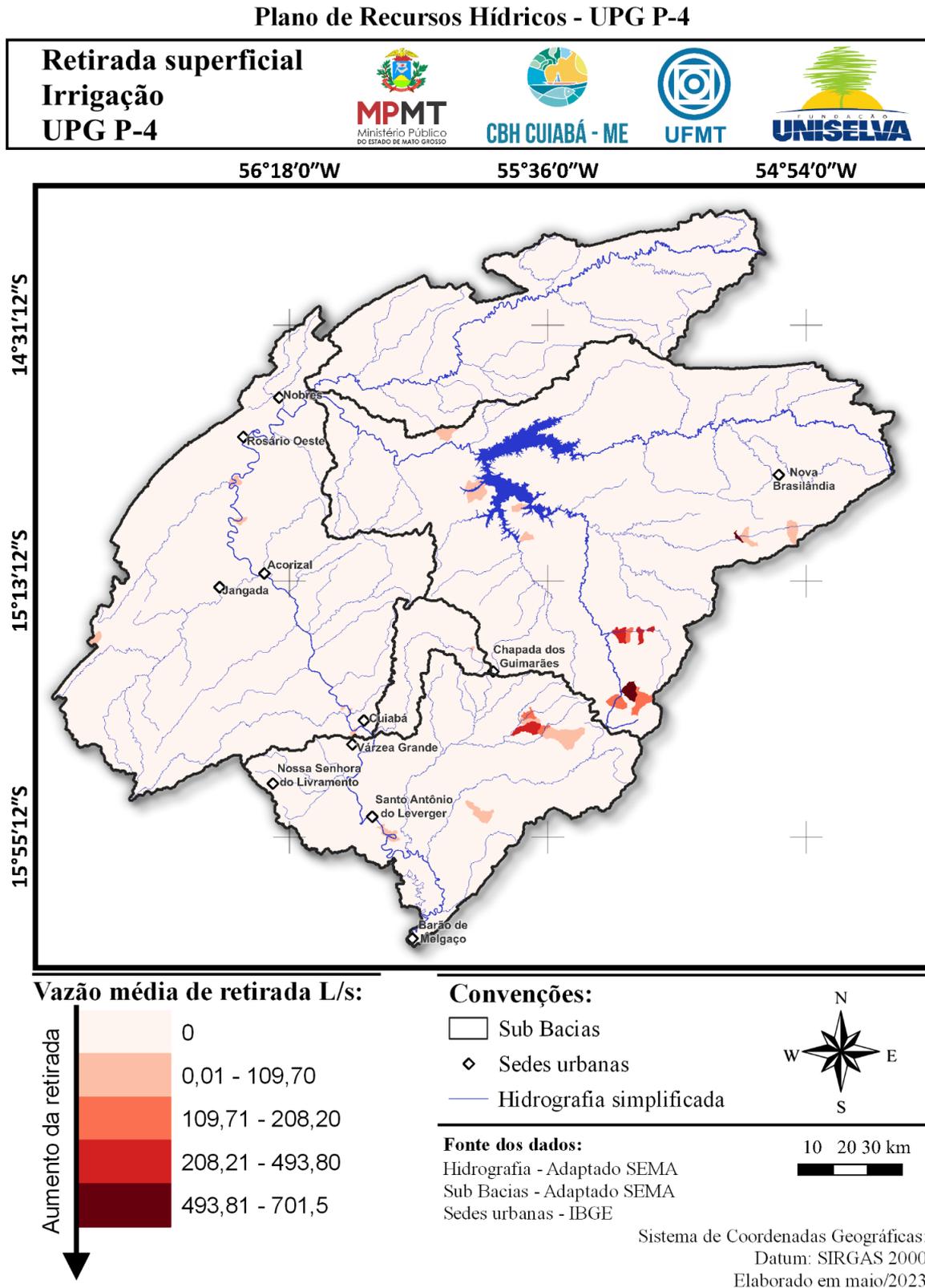
Por fim, na sub-bacia do Médio Cuiabá, a irrigação apresenta retirada de 0,155 m³/s, sendo o quinto setor usuário na demanda de água superficial, correspondendo 2,2% da demanda, compreendendo os municípios de Nobres, Rosário Oeste, Jangada, Acorizal, Cuiabá e Várzea Grande.

A distribuição das demandas em magnitude e localização do uso para irrigação entre os mananciais superficiais foi balizada considerando as outorgas emitidas pela SEMA/MT, ANA e o

Diagnóstico

Mapbioma do ano de 2019, abrangendo as áreas das sub-bacias. A Figura 33 apresenta a espacialização das demandas totais para a irrigação, por sub-bacias na UPG P4.

Figura 33. Demandas de irrigação na UPG P4 por sub-bacias.



6.1.1.7 Evaporação líquida de reservatórios artificiais

A evaporação líquida de reservatórios artificiais é definida como sendo a diferença entre a evaporação real de um espelho d'água (evaporação bruta) e a evapotranspiração real esperada para o local específico, caso ele não estivesse sido implantado (ANA, 2019).

A evapotranspiração real representa a água transportada da superfície terrestre para a atmosfera por evaporação do solo e pela transpiração das plantas, em condições reais. A evaporação de uma superfície é afetada por diversos fatores, porém é dependente essencialmente pela energia proveniente da radiação solar. Ainda, tem-se influência da temperatura do ar, o vento e a pressão de vapor, como interferentes com mais intensidade no fenômeno de evaporação.

A evaporação da água consiste em um importante uso consuntivo múltiplo da água e é muitas vezes um dado necessário, por exemplo, para reconstituição das séries de vazões naturais nas bacias que possuem esses reservatórios, sendo mais relevante em situações de escassez hídrica e crise energética.

Assim, foi analisado um conjunto de imagens de satélite, na busca de visualização e cadastro dos principais reservatórios de água da região. A partir das coordenadas de cada reservatório, foram delimitadas suas áreas.

A evaporação de superfícies líquidas foi obtida pelo modelo empírico de Penman (1948), descrito por Guo; Westra; Maier (2016), conforme Equação 1.

$$E = \left(\frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \right) \times \frac{R_n}{\lambda} + \left(\frac{\gamma}{\Delta + \gamma} \right) \times E_a$$

em que:

R_n é radiação solar incidente líquida na superfície evaporativa ($\text{MJm}^{-2}\text{dia}^{-1}$);

Δ é a declividade da curva de pressão de vapor ($\text{kPa}^\circ\text{C}^{-1}$);

Diagnóstico

γ é a constante psicrométrica ($\text{kPa}^\circ\text{C}^{-1}$);

λ é o calor latente de evaporação (MJ.kg^{-1});

$E\alpha$ é um componente relacionado ao poder evaporante do ar sobrejacente ao lago (mm.dia^{-1}).

Os dados de entrada foram: temperatura do ar mínima (T_{min}) e máxima (T_{max}) em $^\circ\text{C}$, temperatura no ponto de orvalho (T_{dew}) em $^\circ\text{C}$, velocidade do vento (u_z) em m.s^{-1} , umidade relativa do ar mínima (RH_{min}) e máxima (RH_{max}) em % e radiação global (R_s) em MJ.m^{-2} , obtidos das estações climatológicas automáticas pertencentes ao INMET.

Guo; Westra; Maier (2016), desenvolveram um pacote para determinação da evapotranspiração (Evapotranspiration), que foi simulado por Bispo (2023), no software R (R Core Team, 2021), para determinação da evaporação de superfícies líquidas no estado de Mato Grosso. Portanto, maiores detalhes sobre a metodologia podem ser verificados nos referidos estudos.

Cabe ressaltar que, apesar do pacote ter sido elaborado para determinação da evapotranspiração, autores como Althoff, Rodrigues e Silva (2019) e Rosenberry et al. (2007), afirmam ser possível sua utilização na obtenção da evaporação de reservatórios e lagos, por apresentarem superfície de água livre.

Para determinação do volume evaporado nos reservatórios, foi utilizada a Equação 2

$$Q_{evap} = \frac{1}{86.4} \times E \times A$$

em que:

Q_{evap} = vazão evaporada (m^3/s);

E = evaporação média mensal (mm d^{-1});

A = área máxima estimada para a superfície líquida livre (km^2).

Diagnóstico

Como pode ser verificado no Quadro 21, estima-se que as demandas de evaporação líquida de reservatórios artificiais na UPG P4 totalizam 1,854 m³/s. A forma predominante de retirada é por mananciais superficiais, totalizando 1,854 m³/s, representando 100% das demandas superficiais do setor.

Em relação às demandas de retirada superficiais, a sub-bacia do Médio Cuiabá 1,014 m³/s (54,2%), Baixo Cuiabá 0,676 m³/s (36,8%), Manso 0,105 m³/s (5,6%), Alto Cuiabá 0,052 m³/s (3,0%) e Coxipó 0,007 m³/s (0,4%).

Quadro 21. Demandas de retiradas da evaporação líquida de reservatórios artificiais da UPG P4, por sub-bacias.

Bacia Hidrográfica Regional	UPG	Sub-bacias	Demanda de Retirada		
			Superficial	Subterrânea	Total
Paraguai	P4	Alto Cuiabá	0,052	-	0,052
		Médio Cuiabá	1,014	-	1,014
		Baixo Cuiabá	0,676	-	0,676
		Manso	0,105	-	0,105
		Coxipó	0,007	-	0,007
Total UPG P4 (m3/s)			1,854	-	1,854

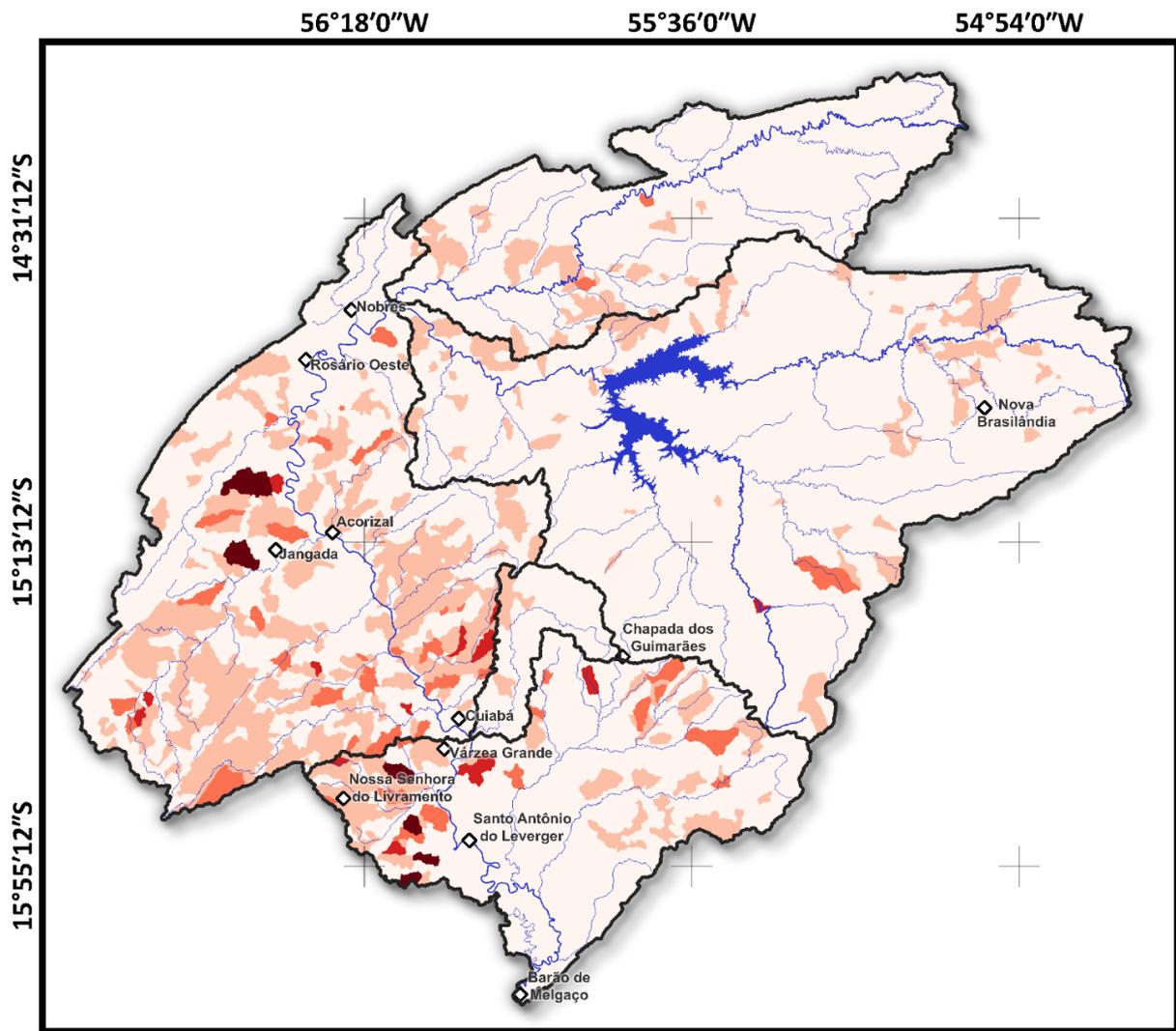
Fonte: PRH UPG P4 (2023).

Diagnóstico

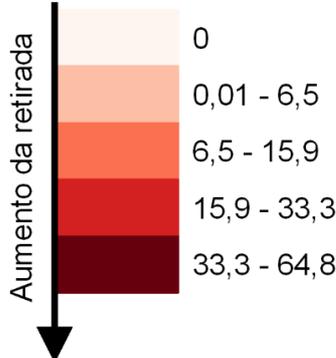
Figura 34. Demandas de evaporação líquida de reservatórios artificiais na UPG P4, por microbacia.

Plano de Recursos Hídricos - UPG P-4

Retirada superficial
Evaporação
UPG P-4



Vazão média de retirada L/s:



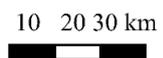
Convenções:

- Sub Bacias
- Sedes urbanas
- Hidrografia simplificada



Fonte dos dados:

- Hidrografia - Adaptado SEMA
- Sub Bacias - Adaptado SEMA
- Sedes urbanas - IBGE



Sistema de Coordenadas Geográficas:
Datum: SIRGAS 2000
Elaborado em maio/2023

6.1.1.8 Termoeletricidade

A geração de energia termoelétrica ocorre através de uma usina que utiliza o calor resultante da queima de combustíveis sólidos, líquidos ou gasosos, podendo ser combustíveis fósseis, como carvão, gás natural ou óleo combustível. A energia térmica resultante da queima é usada para aquecer a água e gerar vapor, que então aciona uma turbina conectada a um gerador elétrico para produzir eletricidade. Porém, uma parcela significativa desse calor não é convertida em eletricidade e é liberada principalmente através dos sistemas de resfriamento das turbinas a vapor. Esses sistemas de resfriamento, requerem grandes volumes de água.

As térmicas vêm ganhando relevância na capacidade instalada de geração de energia brasileira, particularmente a partir dos anos 2000, chegando a 27% de participação na matriz elétrica em 2016, ficando atrás apenas da hidroeletricidade com 64,5% (ANA, 2019). Estas, além de conferir flexibilidade e segurança ao sistema energético nacional, oferecem segurança, principalmente devido às dificuldades da geração hidrelétrica, devido à alterações interanuais no regime hidrológico, custos e longo tempo necessário para estudo, projeto, licenciamento e construção.

A usina termelétrica de Cuiabá é a primeira usina termelétrica em operação em Mato Grosso, sendo iniciada suas obras em 1997. Na primeira fase, a usina começou a operar com uma turbina movida a óleo diesel com capacidade de produção de 150 megawatts (MW) de energia. No fim de 1999, a unidade ampliou sua capacidade de produção para 300 MW, quando o diesel foi substituído pelo gás natural na alimentação das turbinas. Atualmente, a usina tem capacidade de produção nominal de 480 MW e potência instalada de 529 MW, atendendo 47% da demanda de energia em Mato Grosso.

O gás natural que atende a usina é proveniente do gasoduto San Miguel com extensão de 642 km, sendo 60% em solo boliviano e 40% em solo brasileiro. Construído com diâmetro de 18", tem capacidade de transporte de 7,5 milhões de m³/dia, sendo a demanda da usina 2,5 milhões de m³/dia.

Diagnóstico

Para a estimativa da demanda de retirada da usina termoeletrica, foram utilizadas as características da usina termoeletrica, com informações do tipo de combustível (gás natural), ciclo termodinâmico (combinado), sistema de resfriamento (torres úmidas) e potência outorgada ou energia elétrica gerada, para a obtenção dos coeficientes técnicos de determinação. Aliada a essa estimativa, foram utilizadas informações do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) da usina termoeletrica de Cuiabá, onde após análise, foram selecionadas as informações de demandas de água, constantes nesse estudo, devido a maior representatividade e confiabilidade de determinação, uma vez que este estudo foi realizado com maior grau de detalhes de levantamentos.

A usina termoeletrica de Cuiabá, tem sua captação no rio Cuiabá, apresentando uma demanda de retirada superficial de 0,145 m³/s, da sub-bacia do Baixo Cuiabá.

Quadro 22. Demandas de retiradas do setor termelétrico da UPG P4, por sub-bacias.

Bacia Hidrográfica Regional	UPG	Sub-bacias	Demanda de Retirada		
			Superficial	Subterrânea	Total
Paraguai	P4	Alto Cuiabá	0,000	-	0,000
		Médio Cuiabá	0,000	-	0,000
		Baixo Cuiabá	0,145	-	0,145
		Manso	0,000	-	0,000
		Coxipó	0,000	-	0,000
Total UPG P4 (m3/s)			0,145	-	0,145

Fonte: PRH UPG P4 (2023).

6.1.1.9 Piscicultura

A piscicultura é a atividade de cultivo de organismos cujo ciclo de vida em condições naturais se dá em meio aquático. É uma atividade que utiliza de maneira intensiva os recursos hídricos, sendo uma competidora importante na disputa pela água disponível para a população e para as outras atividades produtivas.

Como esse setor de uso é considerado um uso consuntivo no Estado de Mato Grosso, foram determinadas as demandas de retirada, consumo e retorno.

A metodologia de cálculo utilizada para determinação dos usos de água correspondentes à piscicultura, diferente dos demais setores consuntivos, não possui uma diretriz metodológica

Diagnóstico

definida pelo Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil elaborado pela ANA em 2019. Portanto, segue descrita abaixo uma metodologia personalizada que foi definida pela equipe do plano através da consulta de diversos documentos técnicos, como a circular técnica de dimensionamento da demanda hídrica em projetos de piscicultura (EMBRAPA, 2018) e pela planilha formulário de aquicultura, para determinação da demanda de água de tanques escavados, para o cadastro de empreendimentos no CNARH (ANA, 2014), sendo analisadas também as características da atividade da piscicultura na região da UPG P4.

As componentes de uso da água (retirada, consumo e retorno) para a atividade de piscicultura dependerão de uma série de fatores incluindo aspectos hidrológicos, a pedologia do local e principalmente o manejo utilizado nos tanques ou represas de piscicultura.

Em primeiro lugar, a condição hidrológica dos tanques foi definida, com relativa confiança, através de séries mensais médias típicas de precipitação e evaporação para cada município da bacia. Dessa forma, os volumes precipitados e evaporados foram definidos de maneira ponderada pela área de cada tanque ou represa.

Além disso, a componente de infiltração foi definida considerando-se o mapa pedológico da região permitindo-se classificar os solos em: arenoso, argiloso, franco, argiloso franco, franco arenoso e franco argiloso. Para cada tipo de solo foi associada uma taxa de infiltração característica e posteriormente foi possível calcular os volumes de infiltração de maneira ponderada pela área de cada tanque ou represa.

O impacto do manejo dos tanques ou represas de piscicultura, o qual inclui a dinâmica de enchimento e esvaziamento destes durante o ano seja deliberada ou sazonal, também foi considerado no cálculo.

Neste sentido, foi analisado um conjunto de imagens de satélite com duração total de 2 (dois) anos e periodicidade mensal, com o qual foi feito o recorte para mais de 50 (cinquenta) das principais pisciculturas da região.

Diagnóstico

Nesta análise, foi observada a presença de dois tipos principais de manejo da piscicultura, sendo:

Tipo I – Represas construídas utilizando-se a condição natural dos cursos de água, onde a característica principal da manutenção do nível de água é por meio de escoamento de água da chuva ou afloramento de água de nascentes no terreno, assim, o manejo é condicionado diretamente ao ciclo hidrológico. Neste caso, o piscicultor não possui a possibilidade de esvaziamento ou enchimento das represas com facilidade, conforme a necessidade.

Tipo II – Tanques escavados que são principalmente construídos ao redor de grandes cursos d'água. Sua característica principal é o manejo controlado de acordo com a necessidade de operação do tanque, o que não necessariamente obedece ao ciclo hidrológico. Em geral, são tanques menores, permitindo o completo esvaziamento e enchimento de cada tanque individualmente, conforme a necessidade do piscicultor.

A totalidade das pisciculturas presentes na UPG P4 foi identificada utilizando-se o cadastro do INDEA, o qual possui várias informações relevantes sobre cada piscicultura incluindo: nome do estabelecimento, latitude e longitude, sistema de criação e saldo de peixes.

A partir das coordenadas de cada estabelecimento de piscicultura, foram delimitadas as áreas de cada tanque ou represa bem como o tipo de manejo de cada estabelecimento (Tipo I ou Tipo II).

Para as pisciculturas classificadas como Tipo I, foi considerada uma variação da área das represas de acordo com um padrão médio identificado nas imagens de satélite, redução de volume de agosto a outubro e recuperação em janeiro e fevereiro.

Para esta tipologia, foi possível obter apenas a componente de consumo considerada igual à soma de infiltração e evaporação. O cálculo das demais componentes de uso (retirada e retorno) dependeriam de informações mais detalhadas sobre a operação de cada piscicultura, as quais não são disponíveis.

Diagnóstico

Por outro lado, para as pisciculturas de Tipo II foi adotada a metodologia da Embrapa (2018) que considera uma operação de piscicultura mais intensiva e que conta com constante recirculação. Dessa forma foi possível obter as componentes de retirada, consumo e retorno.

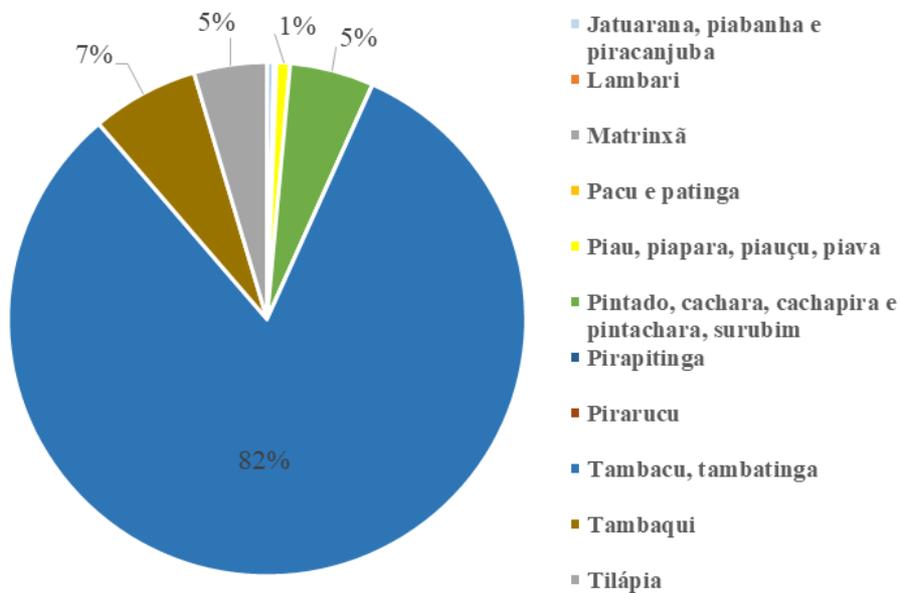
O saldo de peixes obtido na base de dados do INDEA foi convertido para o peso estimado de peixe (em kg) através do produto entre o peso médio de cada peixe e alevinos em criação pela quantidade de peixes e alevinos em cada piscicultura. Tendo em vista que a base de dados do INDEA não possui separação entre a quantidade de peixes e alevinos, foi realizada uma estimativa provável de acordo com a densidade de peixe calculada para cada piscicultura. Caso a densidade de peixes seja menor do que 3 (três) peixes por m^2 , a produção foi considerada como sendo composta integralmente pela engorda de peixes. Caso esta densidade fosse ultrapassada, a quantidade excedente de peixes foi considerada como alevinos. A proporção entre peixes e alevinos foi também validada conforme dados registrados pelo IBGE. Por fim, o peso médio de cada peixe (0,8 kg) e o peso médio de cada alevino (30 g) foram adotados de acordo com as características das espécies de cultivo da região.

Por fim, foram relacionadas as outorgas emitidas pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA/MT).

É possível observar na Figura 35, em 2019, a predominância de criação em atividades de aquicultura na UPG P4 foi de "Tambacu" e "Tambatinga", com cerca de 82% da massa em quilogramas da criação anual. A espécie "Tambaqui" corresponde a 7% da massa anual em quilogramas. As espécies "Matrinxã" e "Pintado, Cachara, Cachapira, Pintachara e Surubim" apresentaram cada uma, aproximadamente 5% da massa anual em quilogramas, respectivamente.

Diagnóstico

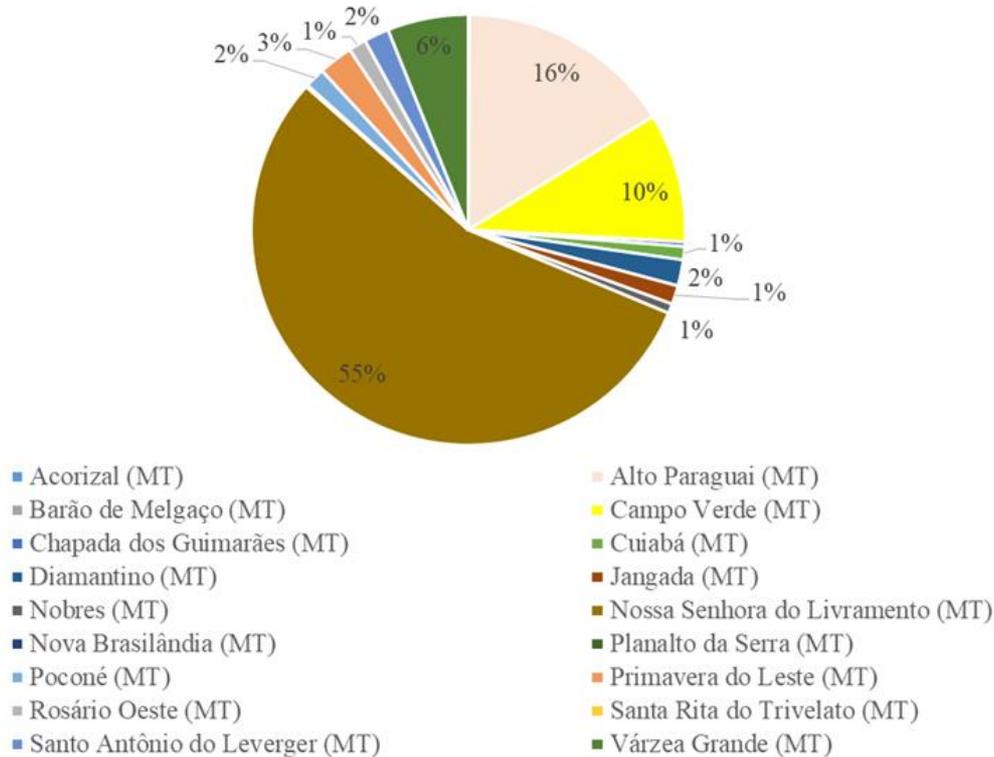
Figura 35 – Percentual de massa das espécies de peixes na UPG P4.



O município de Nossa Senhora do Livramento é o maior produtor, com 55% do total da produção anual, seguido de Alto Paraguai, Campo Verde, Várzea Grande e Primavera do Leste, que correspondem a 16%, 10%, 6% e 3%, respectivamente, da produção total na UPG P4 (Figura 36).

Diagnóstico

Figura 36 - Percentual dos municípios produtores da aquicultura na UPG P4.



O Quadro 23 exhibe as demandas de consumo para a piscicultura, determinados para tanques tipo I da UPG P4, por sub-bacias, totalizando 2,130 m³/s. As demandas de consumo com as maiores vazões estão localizadas na sub-bacia do Médio Cuiabá, totalizando 1,556 m³/s (69,6%), seguida das sub-bacias do Baixo Cuiabá 0,500 m³/s (27,2%), Manso 0,047 m³/s (1,3%), Alto Cuiabá 0,011 m³/s (1,2%) e Coxipó 0,005 m³/s (1,2%), sendo realizadas exclusivamente em mananciais superficiais.

Quadro 23. Demandas de consumo para piscicultura de tanques tipo I da UPG P4, por sub-bacia.

Bacia Hidrográfica Regional	UPG	Sub-bacias	Demanda de Consumo		
			Superficial	Subterrânea	Total
Paraguai	P4	Alto Cuiabá	0,010	-	0,010
		Médio Cuiabá	1,556	-	1,556
		Baixo Cuiabá	0,500	-	0,500
		Manso	0,047	-	0,047
		Coxipó	0,017	-	0,017
Total UPG P4 (m3/s)			2,13	-	2,13

Fonte: PRH UPG P4 (2023).

Conforme apresentado no Quadro 24, estima-se uma demanda total de retirada na UPG P4 de 4,272 m³/s. A forma predominante das retiradas determinadas para os tanques tipo II são

Diagnóstico

mananciais superficiais, onde a sub-bacia do Médio Cuiabá totalizou uma demanda de 2,367 m³/s (55,4%), a sub-bacia do Baixo Cuiabá apresentou retirada de 1,630 m³/s (38,2%), Alto Cuiabá 0,146 m³/s (3,4%), Coxipó 0,116 m³/s (2,7%) e Manso 0,013 m³/s (0,3%).

Quadro 24. Demandas de retiradas para piscicultura de tanques tipo II da UPG P4, por sub-bacia.

Bacia Hidrográfica Regional	UPG	Sub-bacias	Demanda de Retirada		
			Superficial	Subterrânea	Total
Paraguai	P4	Alto Cuiabá	0,146	-	0,146
		Médio Cuiabá	2,367	-	2,367
		Baixo Cuiabá	1,630	-	1,630
		Manso	0,013	-	0,013
		Coxipó	0,116	-	0,116
Total UPG P4 (m3/s)			4,272	-	4,272

Fonte: PRH UPG P4 (2023).

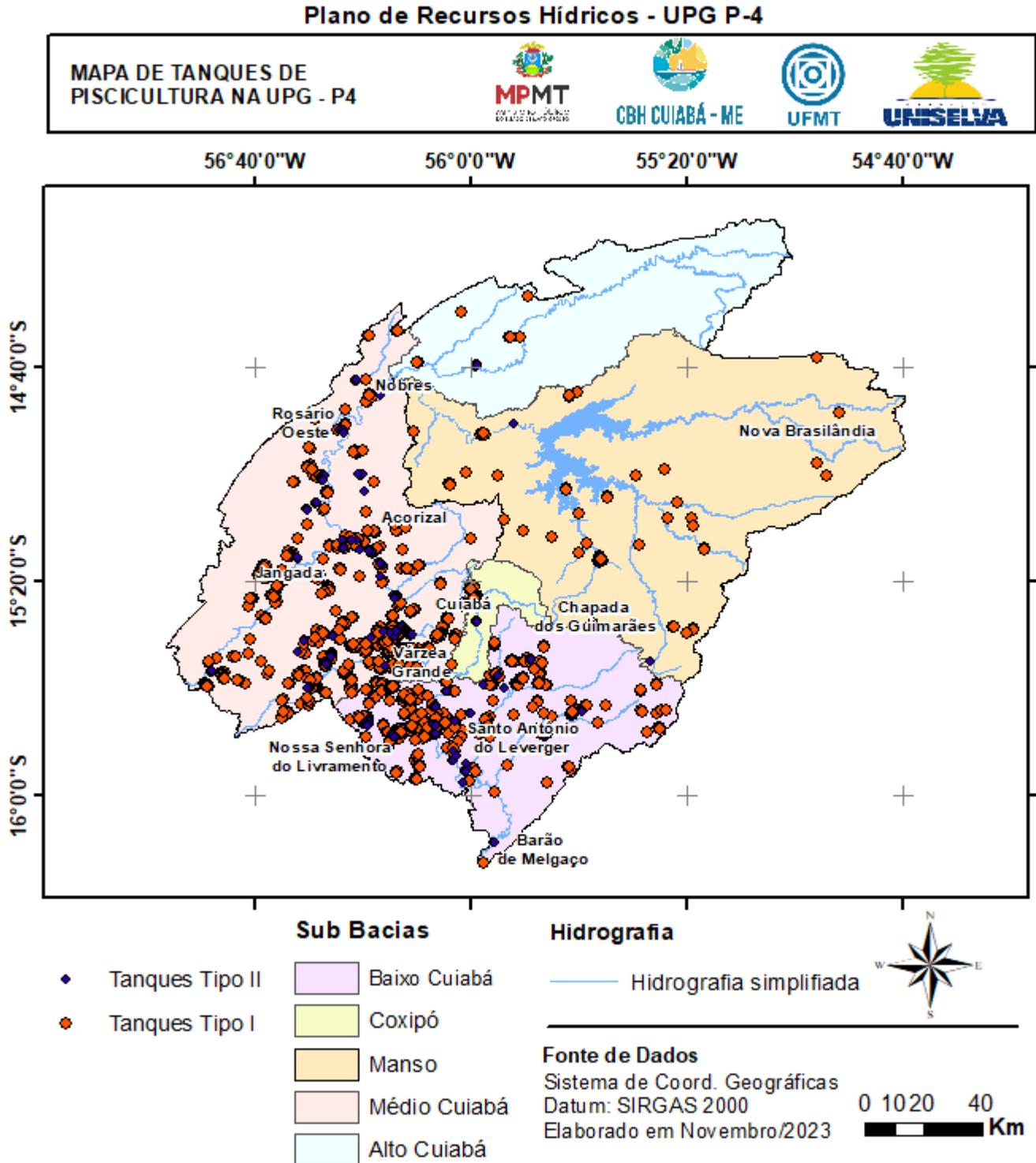
A Figura 37 ilustra a distribuição dos tanques de piscicultura na UPG P4. Nota-se que a maioria dos tanques tipo I e tipo II está localizada na sub-bacia do Médio Cuiabá, seguida da sub-bacia do Baixo Cuiabá. Nas sub-bacias do Alto Cuiabá, Coxipó e Manso, o predomínio é dos tanques tipo I.

A Figura 38 exhibe a demanda de consumo do setor da piscicultura, para tanques tipo I, na UPG P4, por municípios. Pode-se perceber que os municípios que apresentam maiores consumos de água para atender essa tipologia de tanques, são os municípios de Várzea Grande e Nossa Senhora do Livramento.

Por fim, a Figura 39 ilustra as demandas de retirada, consumo e retorno para tanques tipo II na UPG P4, por municípios. Nota-se que para essa tipologia de tanques, os municípios de Cuiabá, Várzea Grande, Nossa Senhora do Livramento e Santo Antônio do Leverger, abrangendo as sub-bacias do Médio Cuiabá e Baixo Cuiabá.

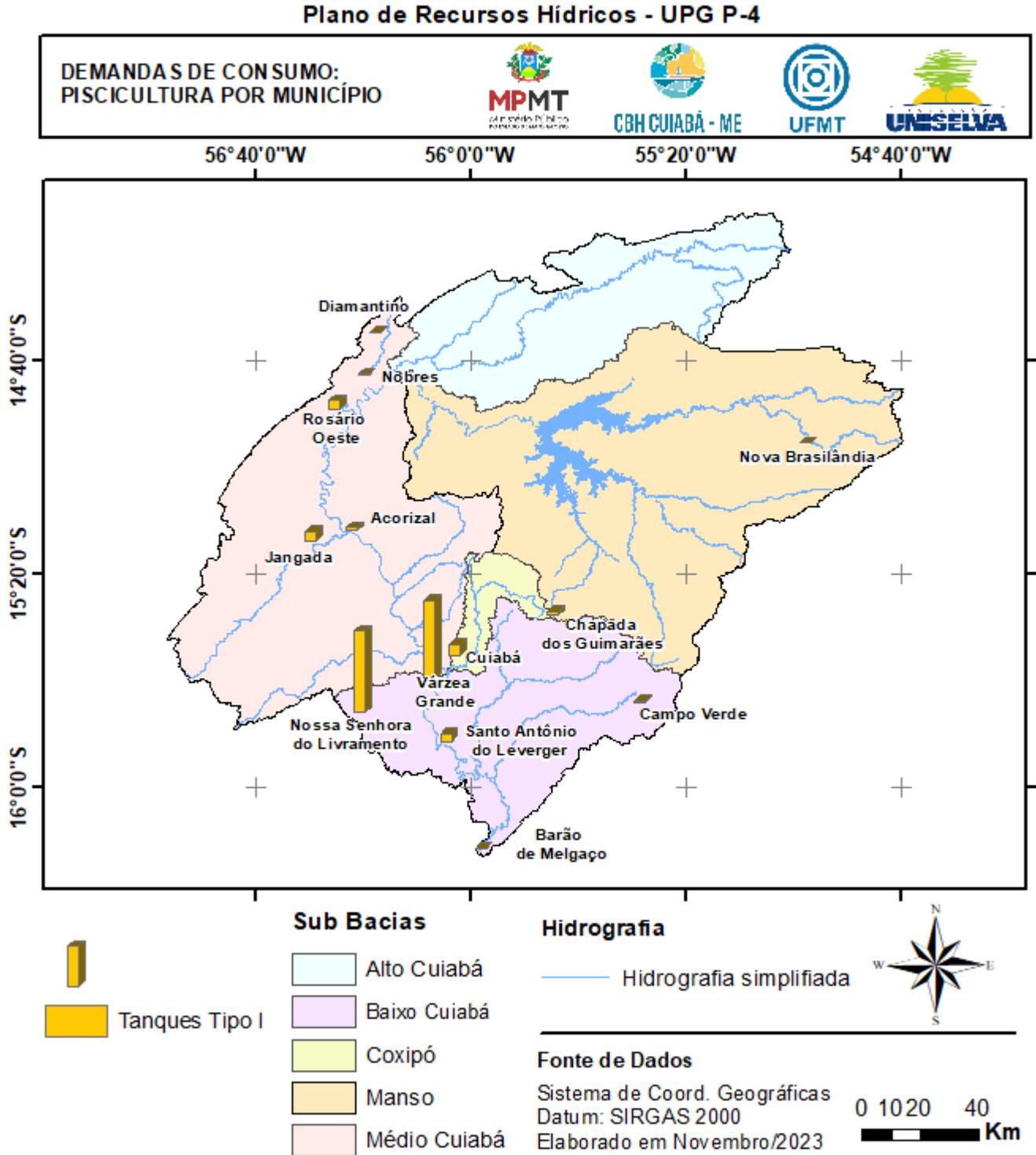
Diagnóstico

Figura 37. Tanques de piscicultura localizados na UPG P4.



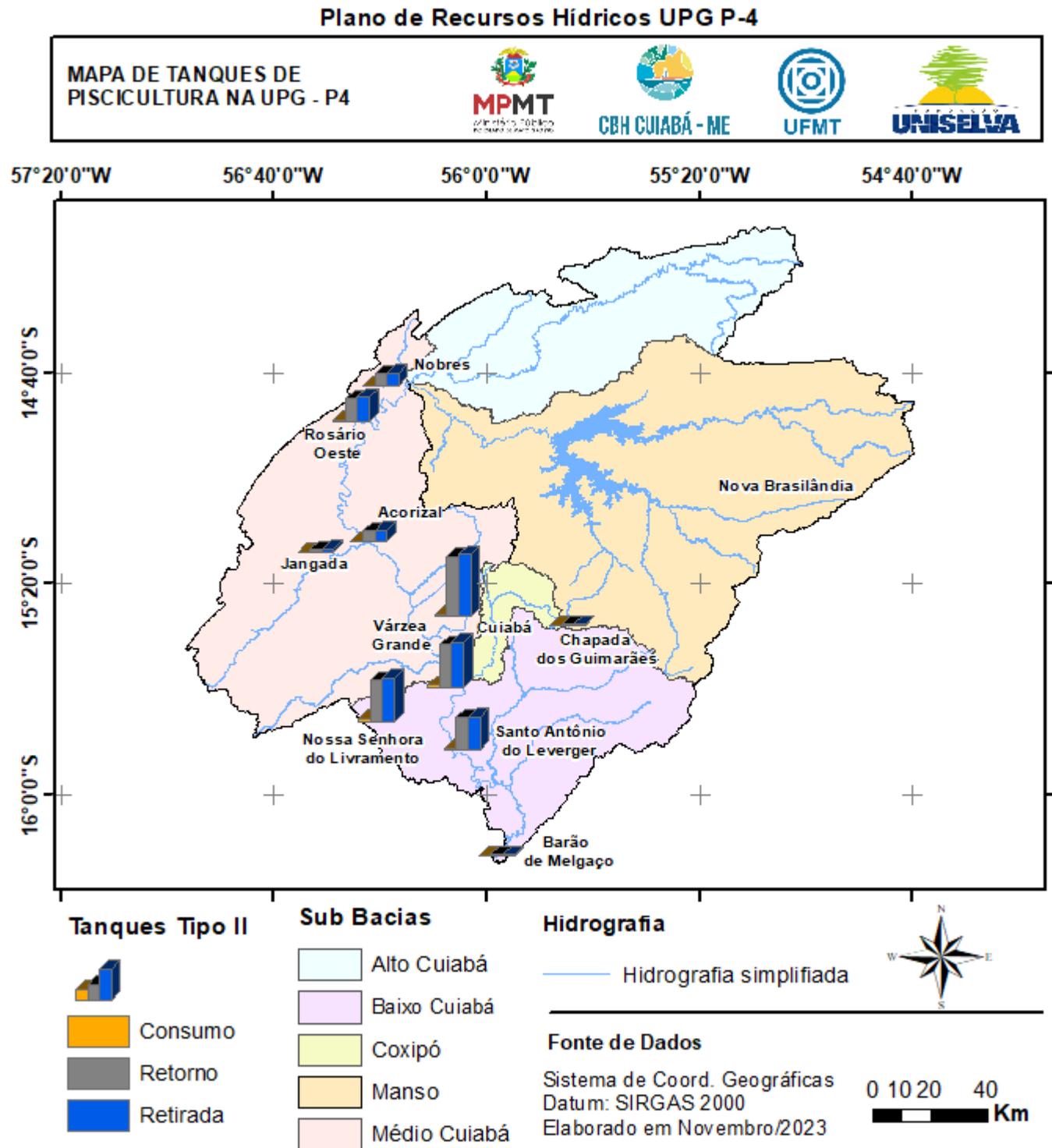
Diagnóstico

Figura 38. Demanda de consumo de piscicultura para tanques tipo I da UPG P4, por municípios.



Diagnóstico

Figura 39. Demanda de retirada, consumo e retorno para tanques tipo II na UPG P4, por municípios.



6.1.1.10 Totalização das demandas hídricas consuntivas

Nos itens 6.1.1.1 a 6.1.1.9 foram apresentadas as demandas hídricas consuntivas dos setores de abastecimento público urbano e rural, dessedentação animal, indústria, mineração,

Diagnóstico

irrigação e piscicultura, totalizadas por tipo de uso dos recursos hídricos, por sub-bacias na delimitação da UPG P4, caracterizadas neste capítulo.

Com base nos usos discutidos anteriormente, foi possível determinar o Quadro 25, que exhibe as demandas totais de retirada nos mananciais superficiais e subterrâneos das sub-bacias da UPG P4. Anualmente, são retirados 15,735 m³/s (97,7%) dos mananciais superficiais e 0,373 m³/s (2,3%), totalizando 16,108 m³/s para atender os usos consuntivos, sendo consumidos 9,320 m³/s, representando 58% da demanda (Quadro 26 e Quadro 27).

Assim, a sub-bacia do Médio Cuiabá é a que demanda mais retirada de água, totalizando 7,017 m³/s (43,6%) das retiradas, seguida da sub-bacia do Baixo Cuiabá, que retira cerca de 3,952 m³/s (24,5%), da sub-bacia do Manso que totaliza 3,772 m³/s (23,4%), da sub-bacia do Coxipó com 1,062 m³/s (6,6%) e da sub-bacia do Alto Cuiabá, que soma 0,305 m³/s (1,9%) das retiradas.

Conforme indicam os resultados, a sub-bacia do Médio Cuiabá, que apresenta maior demanda, ao total retirado, exibiu como maior demanda o setor do abastecimento urbano, com 2,864 m³/s (40,8%), principalmente devido os municípios de Cuiabá e Várzea Grande. Deve-se ressaltar que os municípios de Nobres, Rosário Oeste, Jangada e Acorizal também possuem área urbana nessa região, contribuindo para a demanda. Nesta região, o setor da piscicultura apresenta uma demanda de 2,367 m³/s (33,7%) principalmente nos municípios de Várzea Grande, Nossa Senhora do Livramento, Jangada e Acorizal, seguido de evaporação de reservatórios artificiais com 1,016 m³/s (14,5%) em Nossa Senhora do Livramento, Acorizal e Jangada, da indústria com 0,367 m³/s (5,2%) nos municípios de Cuiabá e Várzea Grande, criação animal com 0,217 m³/s (3,1%), irrigação com 0,155 m³/s (2,2%) nos municípios de Nossa Senhora do Livramento, Rosário Oeste e Jangada, abastecimento rural com 0,02 m³/s (0,3%) nos municípios de Jangada, Acorizal e Rosário Oeste e mineração apresentando 0,011 m³/s (0,2%) nos municípios de Nobres, Nossa Senhora do Livramento e Rosário Oeste.

De acordo com os resultados, a sub-bacia do Baixo Cuiabá, exhibe uma retirada de 1,63 m³/s (41,2%) para o setor da piscicultura, principalmente nos municípios de Nossa Senhora do Livramento, Várzea Grande, Cuiabá e Santo Antônio do Leverger, 0,872 m³/s (22,1%) para a

Diagnóstico

agricultura irrigada nos municípios de Santo Antônio do Leverger e Campo Verde, 0,691 m³/s (17,5%) para a evaporação de reservatórios líquidos nos municípios de Nossa Senhora do Livramento, Santo Antônio do Leverger e Cuiabá, 0,414 m³/s (10,5%) para o setor do abastecimento urbano nos municípios de Nossa Senhora do Livramento, Santo Antônio do Leverger e parte do Município de Várzea Grande, 0,145 m³/s (3,7%) para a geração de energia da termoeletrica no município de Cuiabá, 0,125 m³/s (3,2%) para a criação animal nos municípios de Nossa Senhora do Livramento e Santo Antônio do Leverger, 0,037 m³/s (0,9 %) para o setor da indústria, principalmente nos municípios de Cuiabá e Várzea Grande, 0,025 m³/s (0,6%) para o abastecimento rural nos municípios de Cuiabá, Nossa Senhora do Livramento e Santo Antônio do Leverger e, 0,013 m³/s (0,3%) para a mineração nos municípios de Nossa Senhora do Livramento, Santo Antônio do Leverger e Cuiabá.

A sub-bacia do Manso, apresenta uma retirada de 3,392 m³/s (89,9%) para a agricultura irrigada nos municípios de Chapada dos Guimarães e Nova Brasilândia, 0,194 m³/s (5,1%) para a criação animal nos municípios de Chapada dos Guimarães e Rosário Oeste, 0,105 m³/s (2,8%) para a evaporação de reservatórios artificiais em Nova Brasilândia e Rosário Oeste, 0,042 m³/s (1,1%) para o abastecimento urbano, principalmente nos municípios de Chapada dos Guimarães e Nova Brasilândia, 0,014 m³/s (0,4%) para o setor da indústria no município de Chapada dos Guimarães e Nova Brasilândia, 0,013 m³/s (0,3%) para o setor da piscicultura nos municípios de Chapada dos Guimarães e Campo Verde, 0,011 m³/s (0,3%) para o abastecimento rural nos municípios de Chapada dos Guimarães, Rosário Oeste, Nova Brasilândia e Campo Verde e, 0,001 m³/s (0,03%) para a mineração em Chapada dos Guimarães e Rosário Oeste.

A sub-bacia do Coxipó, possui uma retirada de 0,843 m³/s (79,4%), voltada para o abastecimento urbano do município de Cuiabá, 0,116 m³/s (10,9%) para o setor da piscicultura, no município de Cuiabá, 0,061 m³/s (5,7%) para o setor da indústria, 0,021 m³/s (2,0%) para a agricultura irrigada, 0,004 m³/s (0,02%) para o abastecimento rural, 0,009 m³/s (0,4%) para a dessedentação animal, 0,007 m³/s (0,7%) para a evaporação de reservatórios líquidos e 0,001 m³/s (0,09%) para a mineração, nos municípios de Cuiabá e Chapada dos Guimarães.

Diagnóstico

Para a sub-bacia do Alto Cuiabá a retirada foi de 0,146 m³/s (47,9%) para o setor da piscicultura, no município de Nobres, 0,077 m³/s (25,2%) para a dessedentação animal, 0,057 m³/s (18,7%) para a evaporação de reservatórios artificiais, 0,019 m³/s (6,2%) para o setor da irrigação, 0,005 m³/s (1,6%) para o abastecimento rural e 0,001 m³/s (0,3%), para a mineração, nos municípios de Rosário Oeste e Nobres.

Por fim, tomando-se em relação a todas as sub-bacias avaliadas, o setor usuário que apresentou maior demanda foi o da irrigação, com 27,7% das retiradas, seguido de piscicultura com 26,5%, abastecimento urbano com 25,8%, evaporação de reservatórios 11,6%, criação animal 3,9%, indústria 3,0%, termoeletricidade 0,9%, abastecimento rural 0,4% e mineração totalizando cerca de 0,2% de demanda, em relação ao total de retirada.

Em relação ao total de demanda de consumo, a irrigação é o setor que apresenta a maior demanda (43%), seguido da evaporação de reservatórios (20,1%), abastecimento urbano e rural (18,7%), piscicultura (9,6%), criação animal (5,3%), indústria (1,5%), termoeletricidade (1,3%) dessedentação animal (23%), aquicultura (18%), indústria (17%) e, por fim, mineração somando cerca de 0,1% do total consumido.

No Quadro 25 estão ilustradas que as demandas totais de retirada do tipo captação superficial, que totalizaram 15,735 m³/s, revelando que este tipo de captação é majoritária na UPG P4, frente as captações do tipo subterrânea, que totalizaram 0,373 m³/s.

As sub-bacias do Médio Cuiabá e Coxipó, possuem majoritariamente demanda de retirada em mananciais superficiais, sendo responsáveis por 99,7% das captações, abrangendo os municípios de Nobres, Rosário Oeste, Jangada, Acorizal, Cuiabá e Várzea Grande, para atender principalmente os setores usuários do abastecimento urbano, piscicultura e indústria. Nessas sub-bacias, a captação subterrânea é pequena, representando 0,3% das captações da região. A sub-bacia do Manso possui demanda de retirada superficial na ordem de 99,8%, muito superior a 0,2% de demanda subterrânea, para atender principalmente os setores da irrigação e criação animal.

Diagnóstico

A sub-bacia do Alto Cuiabá também exibiu uma demanda predominantemente superficial, representando 97,4% das demandas, para atender principalmente os setores da piscicultura e criação animal. A sub-bacia do Baixo Cuiabá também se destacou com a maior demanda de retirada em mananciais superficiais, estes que foram responsáveis por 91,5% das demandas. Porém, é conveniente ressaltar que essa região apresenta 8,5% das demandas em mananciais subterrâneos, para atender os municípios de Várzea Grande, Nossa Senhora do Livramento e Santo Antônio do Leverger, principalmente para atender os usos de abastecimento urbano, abastecimento rural e indústria.

A Figura 40 e Figura 41 apresentam as demandas totais de retirada e consumo, respectivamente, para a UPG P4.

Os valores negativos de consumo significam que a somatória das vazões médias de retorno é maior que a somatória das vazões médias de retirada na microbacia.

Diagnóstico

Quadro 25. Demandas totais de retiradas da UPG P4 por sub-bacias.

Bacia Hidrográfica Regional	UPG	Sub-bacias	Abastecimento Urbano	Abastecimento Rural	Piscicultura	Dessedentação Animal	Indústria	Mineração	Irrigação	Evaporação de reservatórios artificiais	Termoelétrica	Total
Paraguai	P4	Alto Cuiabá	0,000	0,005	0,146	0,077	0,000	0,001	0,019	0,057	0,000	0,305
		Médio Cuiabá	2,864	0,020	2,367	0,217	0,367	0,011	0,155	1,016	0,000	7,017
		Baixo Cuiabá	0,414	0,025	1,630	0,125	0,037	0,013	0,872	0,691	0,145	3,952
		Manso	0,042	0,011	0,013	0,194	0,014	0,001	3,392	0,105	0,000	3,772
		Coxipó	0,843	0,004	0,116	0,009	0,061	0,001	0,021	0,007	0,000	1,062
Total UPG P4 (m³/s)			4,163	0,065	4,272	0,622	0,479	0,027	4,459	1,876	0,145	16,108

Fonte: PRH UPG P4 (2023).

Quadro 26. Demandas totais consumidas na UPG P4 por sub-bacias.

Bacia Hidrográfica Regional	UPG	Sub-bacias	Abastecimento urbano	Abastecimento rural	Piscicultura	Dessedentação animal	Indústria	Mineração	Irrigação	Evaporação de reservatórios artificiais	Termoelétrica	Total
Paraguai	P4	Alto Cuiabá	0,000	< 0,001	0,011	0,064	0,000	< 0,001	0,018	0,057	0,000	0,150
		Médio Cuiabá	1,194	< 0,001	0,621	0,175	0,075	0,003	0,139	1,016	0,000	3,223
		Baixo Cuiabá	0,173	0,001	0,243	0,099	0,043	0,003	0,795	0,691	0,120	2,168
		Manso	0,018	0,003	0,012	0,153	0,006	< 0,001	3,071	0,105	0,000	3,368
		Coxipó	0,352	< 0,001	0,005	0,007	0,019	< 0,001	0,019	0,007	0,000	0,409
Total UPG P4 (m³/s)			1,737	0,005	0,892	0,498	0,143	0,007	4,042	1,876	0,120	9,320

Fonte: PRH UPG P4 (2023).

Quadro 27. Demandas totais de retiradas por tipo de captação da UPG P4 por sub-bacias.

Bacia Hidrográfica Regional	UPG	Sub-bacias	Demanda superficial (m³/s)	Demanda subterrânea (m³/s)	Total (m³/s)
Paraguai	P4	Alto Cuiabá	0,297	0,008	0,305
		Médio Cuiabá	6,995	0,022	7,017
		Baixo Cuiabá	3,618	0,334	3,952
		Manso	3,766	0,006	3,772
		Cuiabá	1,059	0,003	1,062
Total UPG P4 (m³/s)			15,735	0,373	16,108

Fonte: PRH UPG P4 (2023).

Diagnóstico

Figura 40. Demandas totais de retiradas na UPG P4 por sub-bacias.

Plano de Recursos Hídricos - UPG P-4

**Retirada superficial
Total
UPG P-4**



56°18'0"W

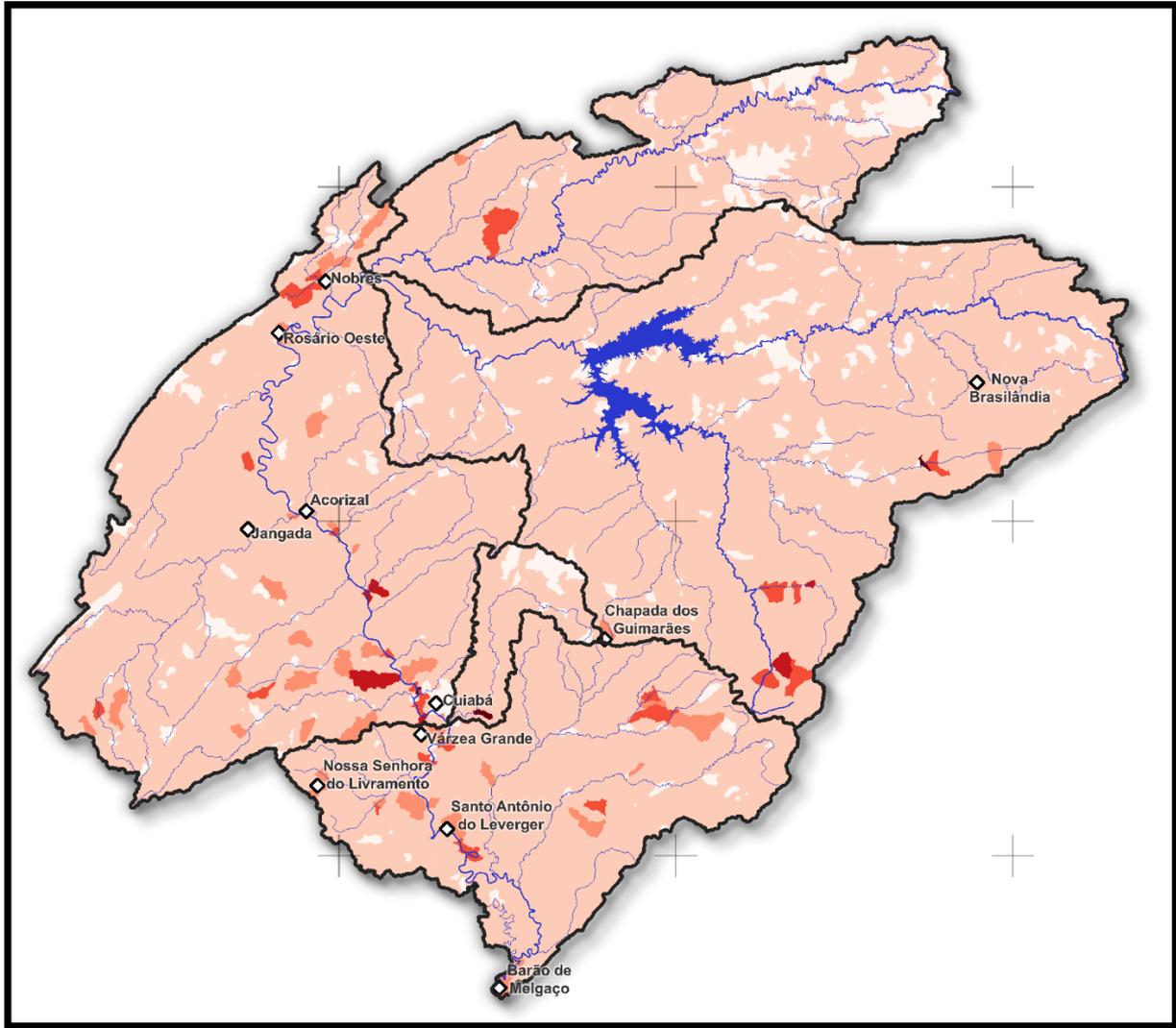
55°36'0"W

54°54'0"W

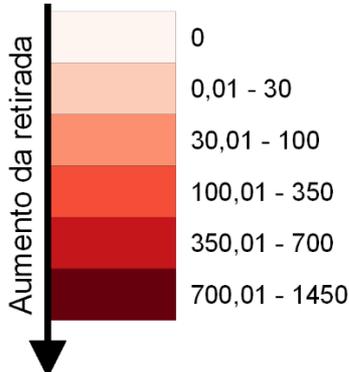
14°31'12"S

15°13'12"S

15°55'12"S



Vazão média de retirada L/s:



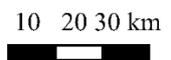
Convenções:

- Sub Bacias
- Sedes urbanas
- Hidrografia simplificada



Fonte dos dados:

- Hidrografia - Adaptado SEMA
- Sub Bacias - Adaptado SEMA
- Sedes urbanas - IBGE



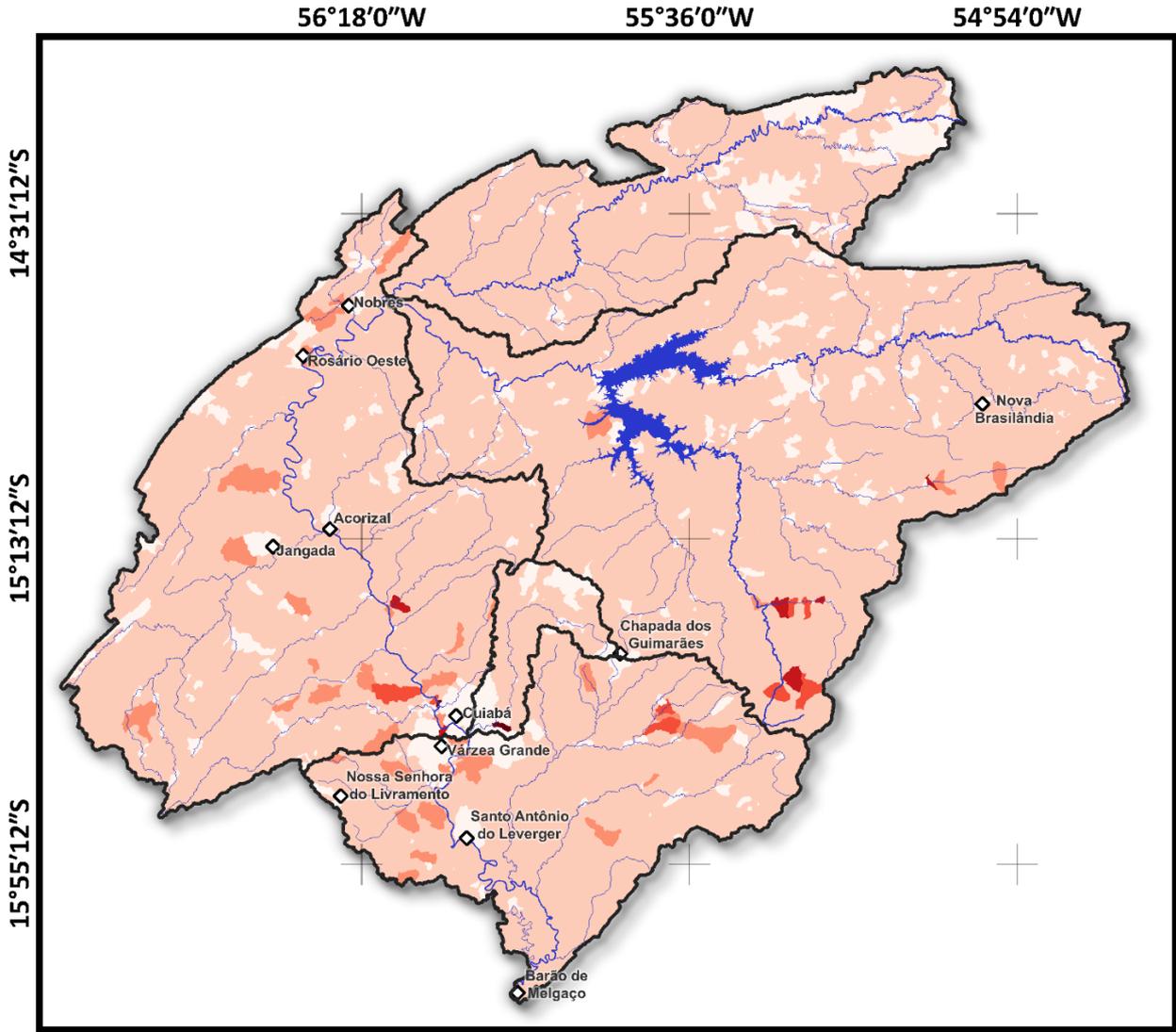
Sistema de Coordenadas Geográficas:
Datum: SIRGAS 2000
Elaborado em maio/2023

Diagnóstico

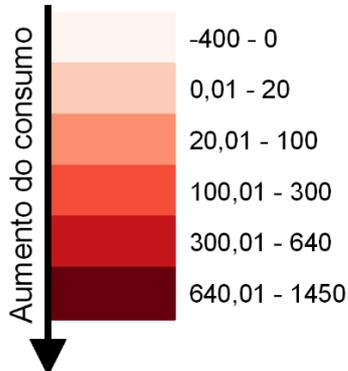
Figura 41. Mapa das demandas totais de consumo na UPG P4 por microbacia.

Plano de Recursos Hídricos - UPG P-4

Consumo superficial
Total
UPG P-4



Vazão média de consumo L/s:



Convenções:

- Sub Bacias
- Sedes urbanas
- Hidrografia simplificada



Fonte dos dados:

- Hidrografia - Adaptado SEMA
- Sub Bacias - Adaptado SEMA
- Sedes urbanas - IBGE

10 20 30 km



Sistema de Coordenadas Geográficas:
Datum: SIRGAS 2000
Elaborado em maio/2023

Diagnóstico

A Figura 42 e Figura 43 apresentam um resumo da proporção entre os diferentes setores na demanda total de retirada e consumo, na UPG P4. O setor agropecuário (irrigação e criação animal) concentra 31,5% das demandas de retirada e 48,7% do consumo, nas sub-bacias da UPG P4. Cabe ressaltar, que desse valor, a irrigação é a atividade que apresenta o maior percentual, com 27,7% de retirada e 43,4% de consumo, se concentrando principalmente nas sub-bacias do Manso e Baixo Cuiabá.

O setor da piscicultura é o segundo maior usuário nas sub-bacias, sendo responsável por 26,5% das retiradas, apresentando consumo de 9,6%, sobretudo nas sub-bacias do Alto Cuiabá, Médio Cuiabá e Baixo Cuiabá.

O abastecimento urbano aparece como o terceiro maior usuário, com demandas de retirada de 25,8% e consumo de 18,6%, principalmente nas sub-bacias do Médio Cuiabá e Coxipó, se concentrando nos perímetros urbanos dos municípios de Cuiabá e Várzea Grande. A evaporação de reservatórios artificiais apresenta-se como o quarto setor usuário, com demandas de retirada de 11,6% e consumo de 20,1%, se localizando nas sub-bacias do Alto Cuiabá, Médio Cuiabá e Baixo Cuiabá, para usos múltiplos nas áreas rurais.

Analisando as proporções de retiradas por sub-bacias e por setor usuário, o setor do abastecimento urbano apresentou, na sub-bacia do Médio Cuiabá, 2,864 m³/s (68,8%) da demanda total do setor, principalmente, por conta do município de Cuiabá e Várzea Grande, seguido da sub-bacia do Coxipó com 0,843 m³/s (20,2%), o Baixo Cuiabá com 0,414 m³/s (9,9%) e Manso apresentando 0,042 m³/s (1,0%).

Já o abastecimento rural se destaca na sub-bacia do Baixo Cuiabá com uma demanda de retirada de 0,025 m³/s (38,5%), o Médio Cuiabá com 0,02 m³/s (30,8%), o Manso com 0,011 m³/s (16,9%), o Alto Cuiabá com 0,005 m³/s (7,7%) e a sub-bacia do Coxipó com 0,004 m³/s (6,2%).

Para a atividade de piscicultura foram determinadas demandas de 2,367 m³/s (55,4%) na sub-bacia do Médio Cuiabá, 1,630 m³/s (38,2%) na sub-bacia do Baixo Cuiabá, 0,146 m³/s (3,4%)

Diagnóstico

na sub-bacia do Alto Cuiabá, 0,116 m³/s (2,7%) na sub-bacia do Coxipó e 0,013 m³/s (0,3%) na região da sub-bacia do Manso.

A criação animal apresentou na sub-bacia do Médio Cuiabá uma demanda de 0,217 m³/s (34,9%), na sub-bacia do Manso com 0,194 m³/s (31,2%), Alto Cuiabá com 0,077 m³/s (12,4%), e o Coxipó com 0,009 m³/s (1,4%).

O setor da indústria se concentra na sub-bacia do Médio Cuiabá, apresentando nessa região 0,367 m³/s (76,6%), seguido da sub-bacia do Coxipó 0,061 m³/s (12,7%), Baixo Cuiabá com 0,037 m³/s (7,7%) e Manso com 0,014 m³/s (2,9%).

A mineração na UPG P4 apresentou na sub-bacia do Baixo Cuiabá uma demanda de 0,013 m³/s (48,1%), seguida do Médio Cuiabá com 0,011 m³/s (40,7%), Alto Cuiabá com 0,001 m³/s (3,7%), Manso com 0,001 m³/s (3,7%) e Coxipó com 0,001 m³/s (3,7%).

A irrigação se concentra na sub-bacia do Manso, com demanda de retirada de 3,392 m³/s (76,1%), Baixo Cuiabá com 0,872 m³/s (19,6%), Médio Cuiabá com 0,155 m³/s (3,5%), Coxipó com 0,021 m³/s (0,5%) e Alto Cuiabá com 0,019 m³/s (0,4%).

A evaporação de reservatórios artificiais predomina na sub-bacia do Médio Cuiabá que exibe demanda de 1,016 m³/s (54,2%), Baixo Cuiabá com 0,691 m³/s (36,8%), Manso com 0,105 m³/s (5,6%), Alto Cuiabá com 0,057 m³/s (3,0%) e Coxipó com 0,007 m³/s (0,4%).

A termoelectricidade apresenta uma demanda de 0,145 m³/s (100%), localizada no município de Cuiabá na sub-bacia do Manso.

Em relação às demandas de retirada e consumo por sub-bacias (Figura 42 e Figura 43), nas sub-bacias do Alto e Baixo Cuiabá, os setores que mais se destacaram foram a piscicultura, irrigação, criação animal e evaporação de reservatórios artificiais. Na sub-bacia do Médio Cuiabá e Coxipó os setores que se destacam são o abastecimento urbano, piscicultura e evaporação de reservatórios artificiais. Na sub-bacia do Manso o predomínio é da irrigação, seguido da criação animal.

Diagnóstico

Figura 42. Distribuição das demandas de retirada por Sub-bacias e na UPG P4

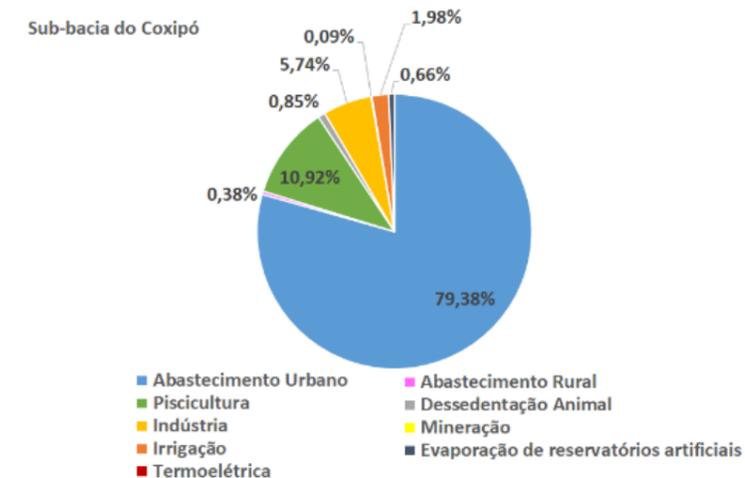
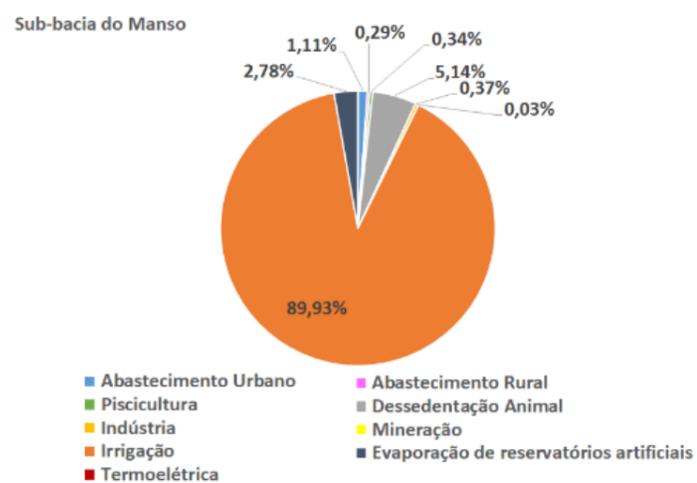
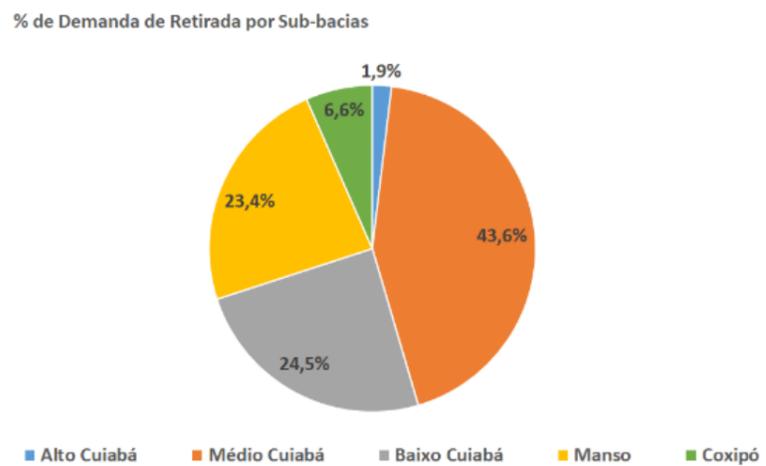
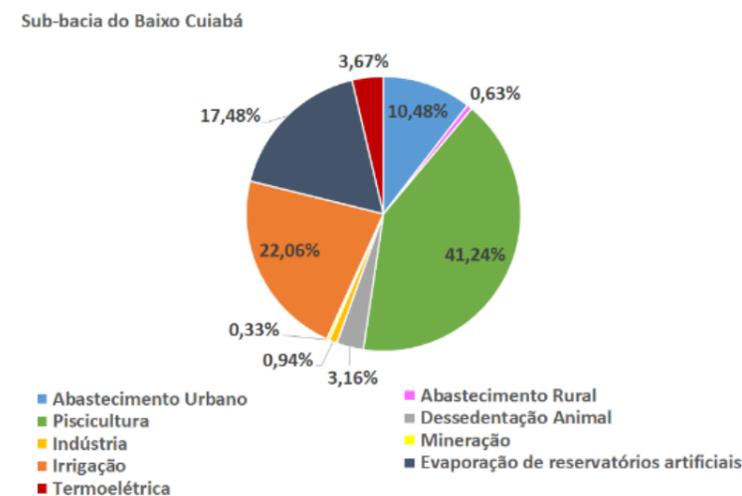
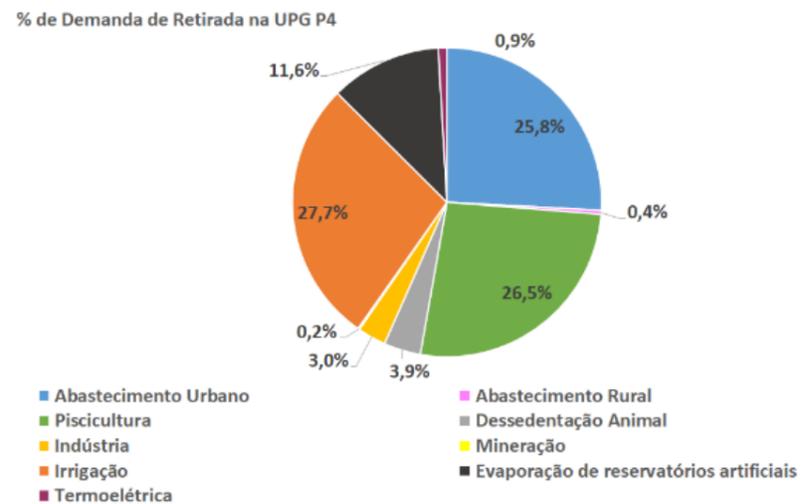
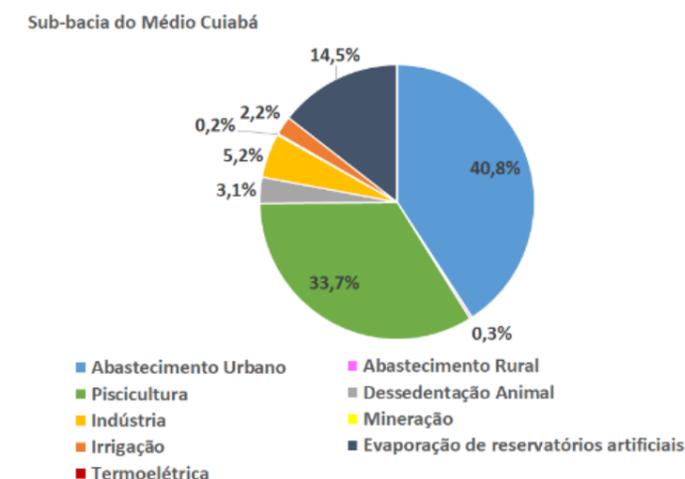
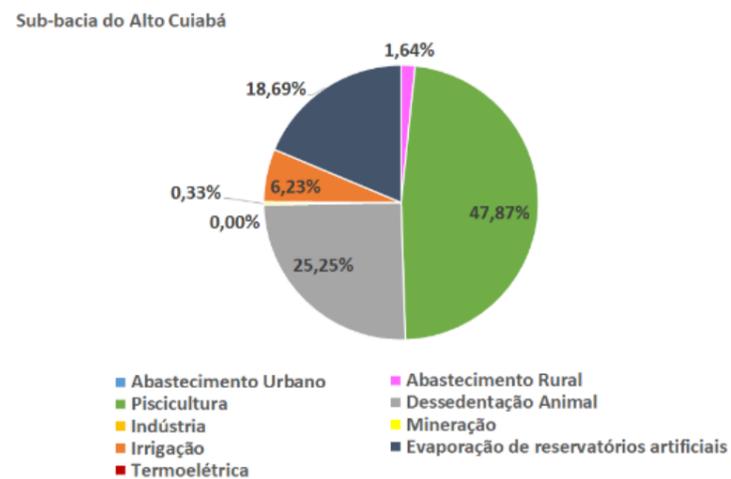
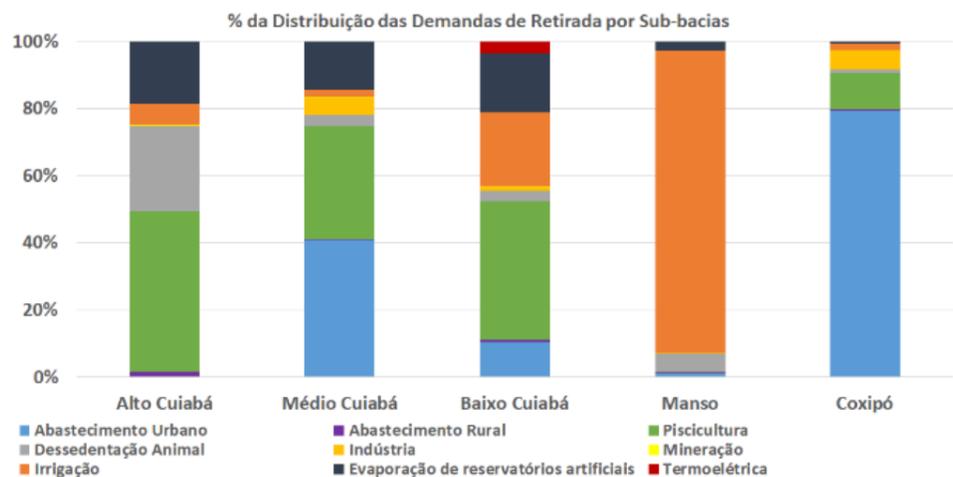
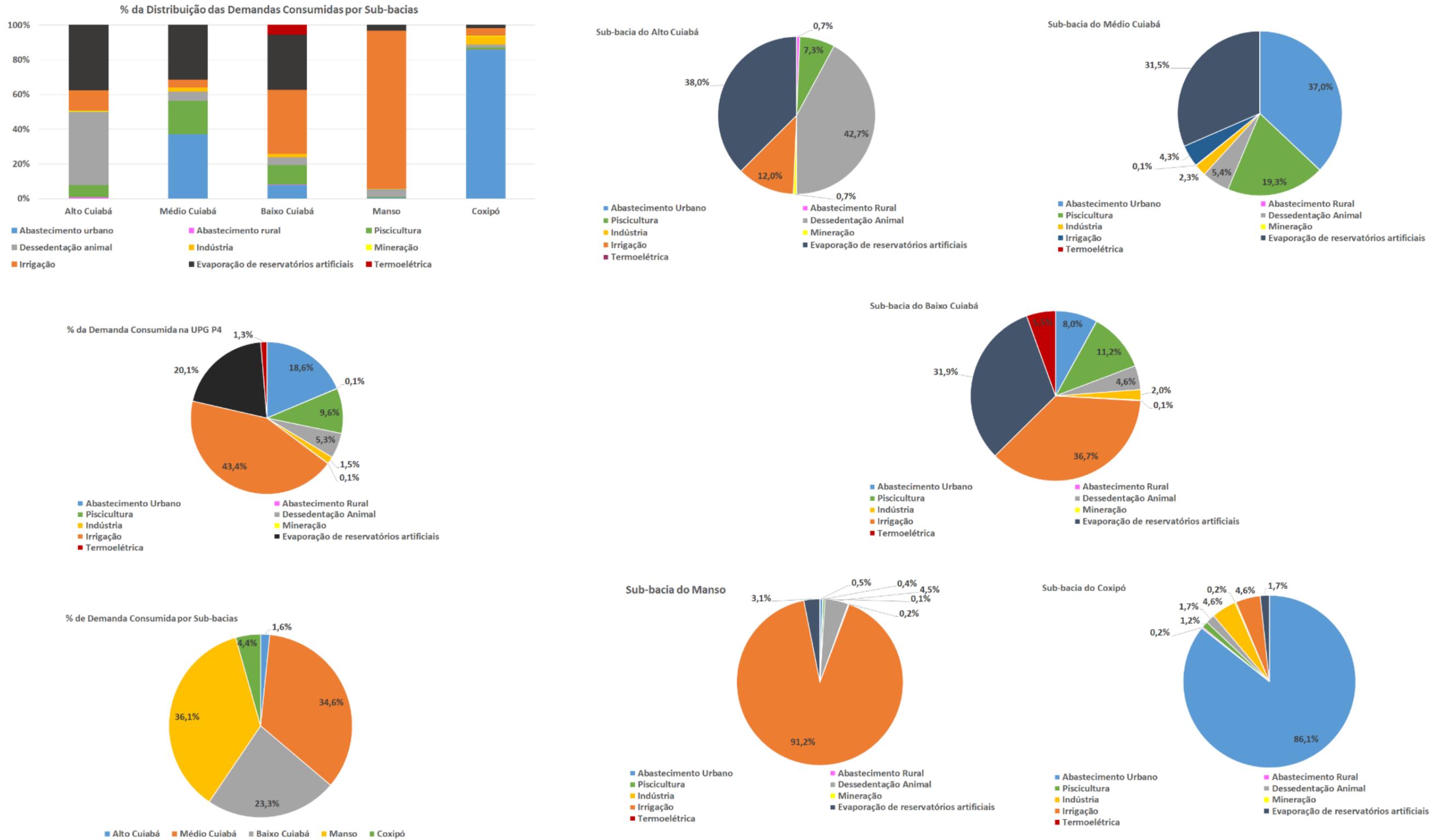


Figura 43. Distribuição das demandas de consumo por Sub-bacias e na UPG P4



6.2 Demandas hídricas qualitativas

Neste capítulo são apresentadas as demandas hídricas qualitativas da UPG P4, representadas pelas cargas de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e de Fósforo, totais e remanescentes nas áreas das bacias, provenientes de várias fontes de uso.

Em função das cargas unitárias de poluentes por categoria de fonte geradora, provenientes de dados de literatura, nos itens abaixo serão apresentadas as cargas totalizadas para cada setor consuntivos do estudo.

As demandas hídricas qualitativas da UPG P4 foram avaliadas por meio de dois indicadores: as cargas orgânicas (DBO_{5,20}) e as cargas de fósforo total originadas de diversas fontes, tanto pontuais como difusas. Com base em dados de literatura, que definem cargas unitárias dos poluentes por tipo de fonte geradora, informações censitárias e dos sistemas de saneamento, nos bancos de outorgas dos órgãos estaduais e federal de gestão de recursos hídricos, e também contando com apoio do mapa de uso e ocupação do solo da UPG P4 (MapBiomias, 2019), foram determinados os valores de cargas totais geradas e remanescentes dos dois poluentes. O Quadro 28 contém os valores unitários adotados por tipo de fonte geradora:

Quadro 28. Cargas unitárias potenciais de DBO_{5,20} e Fósforo Total.

Fonte Geradora	Parâmetro	
	DBO _{5,20}	Fósforo Total
População Urbana e Rural (g DBO/hab.dia) ⁽¹⁾	54	2,5
Rebanhos Animais (kg/cabeça.ano) ⁽²⁾	Bovinos	200
	Bubalinos	200 ⁽³⁾
	Equinos	200
	Suínos	32,9
	Ovinos	25
	Caprinos	25 ⁽⁴⁾
	Aves	1,6
Piscicultura	-	-
Atividades Industriais	Coeficiente variável em função da tipologia industrial	
Áreas Agrícolas (kg/ha.ano) ⁽⁵⁾	-	58 - 72,5
Áreas Vegetadas - Reflorestamento/ Vegetação Nativa (kg/ha.ano) ⁽⁶⁾	-	0,17

⁽¹⁾VON SPERLING,2005 ⁽²⁾SEMATEC/MS & IMASUL, 2010 ⁽³⁾Adotado como equivalente aos bovinos ⁽⁴⁾Adotado como equivalente aos caprinos ⁽⁵⁾ANA. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013. Brasília, 2013. ⁽⁶⁾OMERNIK, J. M.

Diagnóstico

Nonpoint source-stream nutrient level relationships: a nationwide study. U.S. EPA Report Nº. EPA-600/3-77-105.
U.S. Environmental Protection Agency. Corvallis. Oregon, 1977.

Fonte: Adaptado ANA (2018).

As informações necessárias para estimativa da carga de DBO e fósforo total na UPG, bem como os métodos e a forma de espacialização, são apresentadas no Quadro 29.

Diagnóstico

Quadro 29. Aspectos considerados na estimativa de carga remanescente.

Finalidade		Cálculo das cargas remanescentes		
		Métodos e dados	Critérios adotados para cargas unitárias	Critérios para espacialização
População Urbana e rural (efluentes domésticos)	Urbana	<ul style="list-style-type: none"> As cargas de DBO e Fósforo Total provenientes dos esgotos domésticos, urbano foi estimada por município, com base na população urbana do IBGE (IBGE, 2019). 	<ul style="list-style-type: none"> Estimando em função dos índices de atendimento do sistema de esgotamento sanitário municipal. 	<ul style="list-style-type: none"> 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.
	Rural	<ul style="list-style-type: none"> As cargas de DBO e Fósforo Total provenientes dos esgotos domésticos, rural foi estimada por município, com base na população rural e percentual de urbanização por município disponível na base de dados do IBGE (IBGE, 2019). 	<ul style="list-style-type: none"> Via rede geral: estimando em função dos índices de atendimento do sistema de esgotamento sanitário municipal; Via fossa: considerou-se que a carga remanescente infiltra no solo, não atingindo os mananciais; 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 ⁽¹⁾. 	<ul style="list-style-type: none"> A espacialização das cargas foi realizada com base na distribuição da população rural de comunidades, assentos e povoados dispersos pela área do município proveniente do levantamento de distritos censitários rurais do IBGE (IBGE, 2019).

Diagnóstico

Quadro 29. Aspectos considerados na estimativa de carga remanescente. (continuação).

Finalidade		Métodos e dados	Critérios adotados para cargas unitárias	Critérios para espacialização
Áreas Vegetadas	áreas agrícolas	<ul style="list-style-type: none"> Os coeficientes de geração de fósforo utilizados são apresentados no Quadro 28 e seguiram os valores dispostos no relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2013 (ANA, 2013), complementado pelo mapa de uso e ocupação do solo. 	<ul style="list-style-type: none"> Para efeito de totalização das cargas geradas foi considerado que a carga remanescente corresponde a 10% da carga gerada, devido à depuração após deposição no solo até a ocorrência de eventos pluviométricos que resultem em escoamento superficial, responsável pelo carreamento desses poluentes até os corpos d'água. 	<ul style="list-style-type: none"> Os critérios de espacialização para definição das cargas geradas por microbacia seguiram o mapeamento de áreas agrícolas e de pivôs elaborado pela ANA (2016), complementado pelo mapa de uso e ocupação do solo para delimitação das áreas de vegetação nativa.
	vegetação nativa	<ul style="list-style-type: none"> Adotou-se o valor proposto por OMERNIK (1977), complementado pelo mapa de uso e ocupação do solo. 		
Rebanhos Animais		<ul style="list-style-type: none"> 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 (IBGE, 2019) e as cargas unitárias apresentadas no Quadro 41. 	<ul style="list-style-type: none"> Para as estimativas das cargas remanescentes foi admitido um abatimento das cargas originais devido à necessidade de escoamento superficial para que os poluentes alcancem os cursos d'água, e adotou-se um coeficiente de redução médio de 95% (ANA, 2018). 	<ul style="list-style-type: none"> A espacialização das cargas foi feita em função da distribuição percentual das microbacias nas áreas de pastagem definidas no mapa de uso e ocupação do solo, adotando-se uma distribuição uniforme dos rebanhos de cada município dentre as áreas classificadas como pastagens.

Diagnóstico

Quadro 29. Aspectos considerados na estimativa de carga remanescente. (continuação).

Finalidade	Métodos e dados	Critérios adotados para cargas unitárias	Critérios para espacialização
Atividades Industriais	<ul style="list-style-type: none"> O número de trabalhadores, por tipologia industrial, foi obtido do banco de dados da Relação Anual de Informações Sociais - RAIS 2019, sendo então multiplicado pelos coeficientes (Quadro 49) de carga remanescente. 	<ul style="list-style-type: none"> Para a estimativa da poluição industrial foi empregado metodologia⁽²⁾ em que o cálculo da intensidade de poluição é realizado, por tipologia industrial, a partir de coeficientes que relacionam a carga remanescente de DBO⁽³⁾ com o número de empregados de cada unidade industrial. Segundo, (Hettige <i>et.al.</i>, 1995) o método baseado no emprego da metodologia "Industrial Pollution Projection System – IPPS" do Banco Mundial realiza o cálculo da magnitude de poluição, por tipologia industrial, a partir de coeficientes que relacionam a carga de DBO remanescente ao número de empregados da atividade industrial. 	<ul style="list-style-type: none"> As cargas calculadas na base municipal foram então espacializadas nas microbacias que se inserem na mancha urbana de cada município.
Piscicultura	<ul style="list-style-type: none"> Os tanques de pisciculturas foram identificados a partir da interpretação de imagens de satélite de alta resolução (Google Earth). Foram identificados 3636 tanques utilizados por pisciculturas, sendo 59,7 % do tipo "Tanques escavados". 22,4% das lâminas de água não puderam ser agrupados e os 19,9% restante se dividem entre barragens, viveiros, tanques com alevinos, tanques redes e barragens. 	<ul style="list-style-type: none"> As estimativas das cargas remanescentes foram baseadas no estudo experimental da dissertação de Silva (2002) na qual foram amostrados os afluentes e efluentes de três viveiros em dois empreendimentos de pequeno porte. Também foram incluídos dados de uma terceira piscicultura de maior porte (dois efluentes). Foram desenvolvidos modelos regressivos entre o estoque pesqueiro (kg) e as diferenças das cargas no afluente e efluente. Os modelos foram aplicados para todas as pisciculturas mapeadas. 	<ul style="list-style-type: none"> As cargas calculadas foram espacializadas por microbacias na qual se inserem os empreendimentos.

Diagnóstico

6.2.1 População urbana

As cargas de DBO provenientes do esgoto doméstico da população urbana das cidades com sede na UPG P4, foram determinadas por município, com base em:

- População urbana estimada para 2019;
- Índices de atendimento do sistema de esgotamento sanitário. Devido à inconsistência dos índices para alguns municípios, foram levantadas várias bases de dados. Assim, os mesmos foram determinados a partir de dados secundários, tendo como diretriz o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB). Foi necessário aplicar essa metodologia devido à falta de dados de uma única fonte. Dessa maneira, foram utilizados dados das seguintes publicações: Instituto Brasileiro de Geografia (IBGE), incluindo o Censo Demográfico de 2010, e Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, ano-base 2013), da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades, sendo este último considerado como o principal quando existentes.
- Posteriormente, após o refinamento da base de dados, de maneira complementar para alguns municípios foram utilizados os dados dos PMSBs de 2014 e 2017.

Com relação à espacialização das cargas desse setor nas sub-bacias foram adotados os seguintes critérios:

- A distribuição da carga gerada de esgoto nas áreas urbanas dos municípios foi determinada pelo produto da carga municipal pela razão entre a população urbana do município dentro da micro bacia e a população urbana total do município, obtido de acordo com a porcentagem da área urbana em cada sub-bacia.
- A parcela da carga remanescente relacionado ao esgoto não tratado (coletado ou não) foi espacializada nas sub-bacias de acordo com a mesma metodologia do item anterior;
- O remanescente de esgoto tratado foi relacionado próximo às ETEs efetivamente implantadas dentro das sub-bacias. Quando não havia informação sobre a localização das ETEs, a carga foi associada à microbacia com maior percentual da população urbana total do município, obtido a partir dos dados de uso do solo (MapBiomias, 2019).

O Quadro 30 ilustra os resultados das cargas total e remanescente de DBO dos esgotos domésticos urbanos, relacionados à população urbana, para as sub-bacias das UPG P4:

Diagnóstico

Quadro 30. Cargas geradas e remanescentes de DBO dos esgotos domésticos urbanos por sub-bacia na UPG P4.

Bacia Hidrográfica Regional	UPG	Sub-bacias	DBO Gerada – População Urbana (kg/dia)	DBO Remanescente – População Urbana (kg/dia)
Paraguai	P4	Alto Cuiabá	0	0
		Médio Cuiabá	25.672	9.122
		Baixo Cuiabá	15.066	8.017
		Manso	824	499
		Coxipó	9.282	2.966
Total UPG P4 (kg/dia)			50.844	20.604

Fonte: PRH UPG P4 (2023).

Observa-se, com os resultados, que a carga de DBO remanescente estimada de origem urbana nas UPG P4 é de 20.604 kg/dia. Desse total, a maior parcela está localizada na sub-bacia do Médio Cuiabá, totalizando 9.122 kg/dia (44%), 8.017 kg/dia (39%) na sub-bacia do Baixo Cuiabá, seguido da sub-bacia do Coxipó 2.966 kg/dia (14%) e Manso 824 kg/dia (2%). A sub-bacia do Alto Cuiabá não apresentou carga devido à ausência de área urbana nesta região.

Os municípios que mais se destacaram em relação às cargas remanescentes na sub-bacia do Médio Cuiabá foi o município de Cuiabá, com 8.405 kg/dia, e o município de Várzea Grande na sub-bacia do Baixo Cuiabá, com 8.937 kg/dia, representando 42% e 44,7% do total da carga remanescente gerada, respectivamente. Cabe destacar que a sub-bacia do Coxipó possui uma contribuição de 2.966 kg/dia, devido a contribuição de parte a área urbana do município de Cuiabá, que contribui para esta bacia.

Na sub-bacia do Manso, o município de Chapada dos Guarmães contribui com 438,9 kg/dia de carga, e na sub-bacia do Médio Cuiabá os municípios de Nobres e Rosário Oeste contribuem com uma carga de 550,6 Kg/dia e 575,5 kg/dia, respectivamente.

Por estar associado às cargas orgânicas do esgotamento sanitário urbano, o Fósforo remanescente apresenta a mesma distribuição espacial análoga ao da DBO remanescente, sendo expressas no Quadro 31.

Diagnóstico

Quadro 31. Cargas geradas e remanescentes de fósforo dos esgotos domésticos urbanos por sub-bacia na UPG P4.

Bacia Hidrográfica Regional	UPG	Sub-bacias	Fósforo Gerado – População Urbana (kg/dia)	Fósforo Remanescente – População Urbana (kg/dia)
Paraguai	P4	Alto Cuiabá	0	0
		Médio Cuiabá	1.189	625
		Baixo Cuiabá	698	529
		Manso	38	23
		Coxipó	429	175
Total UPG P4 (kg/dia)			2.354	1.352

Fonte: PRH UPG P4 (2023).

Em termos de magnitude, os resultados mostraram que a carga de Fósforo remanescente na UPG P4 é de 1.352 kg/dia. Desse total, a maior parcela está localizada também na sub-bacia do Médio Cuiabá, totalizando 625 kg/dia (46%), 529 kg/dia (39%) na sub-bacia do Baixo Cuiabá, seguido da sub-bacia do Coxipó 175 kg/dia (13%) e Manso 23 kg/dia (2%). A sub-bacia do Alto Cuiabá não apresentou carga remanescente de Fósforo por não apresentar área urbana.

A Figura 44 apresenta a distribuição das cargas domésticas remanescentes de DBO associadas à População Urbana nas sub-bacias da UPG P4. Já a Figura 45 ilustra a distribuição das cargas domésticas remanescentes de Fósforo relacionadas à População Urbana nas sub-bacias das UPG P4.

Diagnóstico

Figura 44. Cargas Domésticas Remanescentes (população urbana) de DBO_{5,20}.

Plano de Recursos Hídricos - UPG P-4

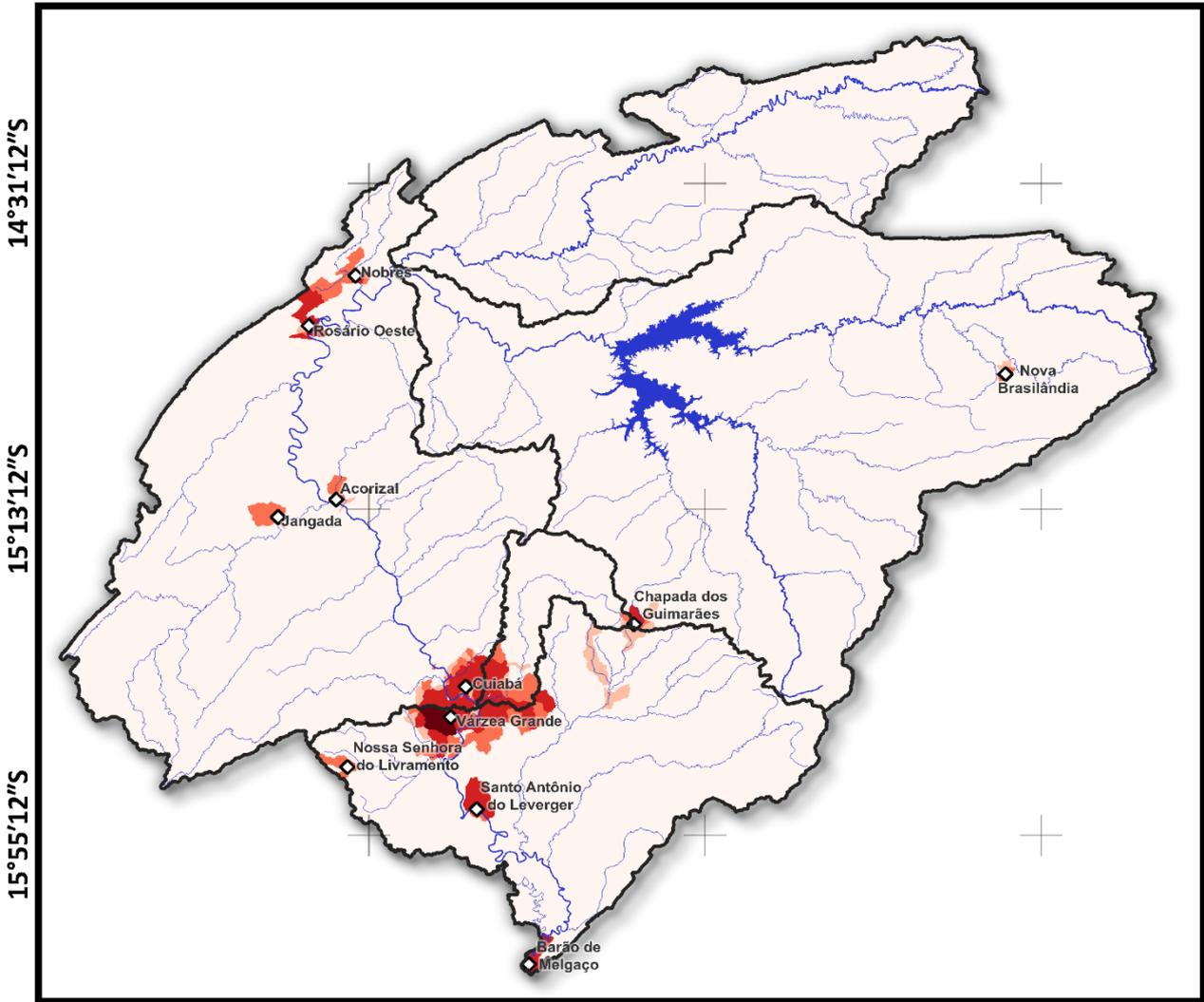
**DBO Remanescente
Esgotamento Sanitário
UPG P-4**



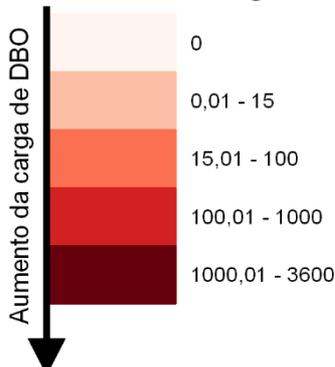
56°18'0"W

55°36'0"W

54°54'0"W



DBO remanescente Kg/d:



Convenções:

- ◆ Sedes urbanas
- Hidrografia simplificada
- Sub-bacias UPG P-4



Fonte dos dados:

- Hidrografia - Adaptado SEMA
- Sub Bacias - Adaptado SEMA
- Sedes urbanas - IBGE

10 20 30 km

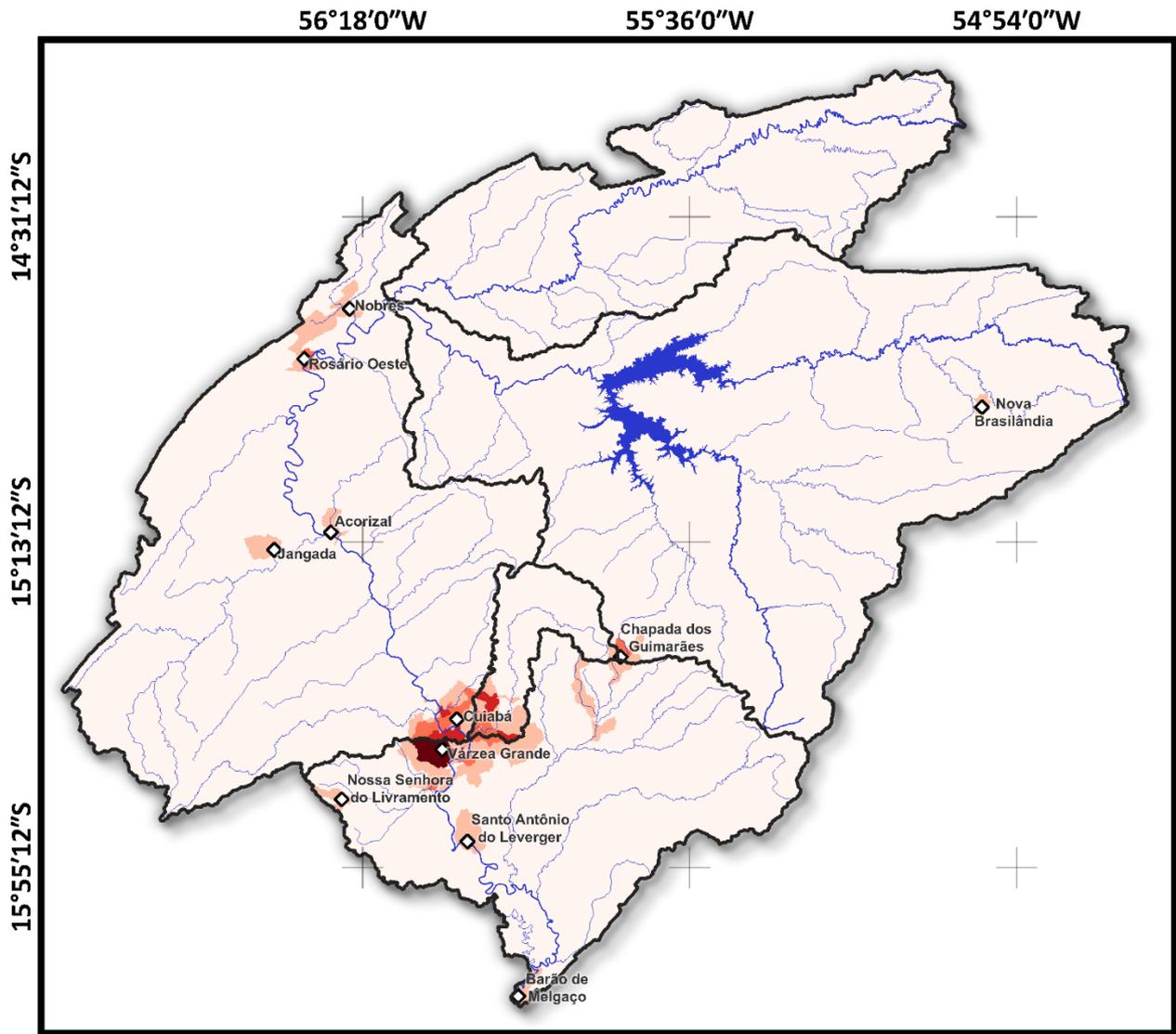
Sistema de Coordenadas Geográficas:
Datum: SIRGAS 2000
Elaborado em Outubro/2023

Diagnóstico

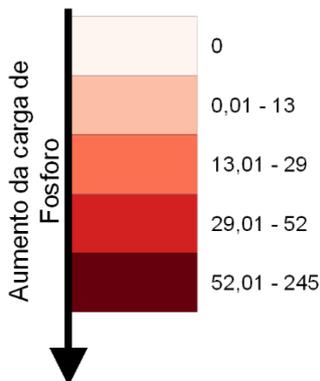
Figura 45. Cargas remanescentes domésticas (população urbana) de Fósforo por micro-bacia na UPG P4.

Plano de Recursos Hídricos - UPG P-4

**Fósforo Remanescente
Esgotamento Sanitário
UPG P-4**



Fósforo remanescente Kg/d:



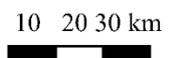
Convenções:

- ◇ Sedes urbanas
- Hidrografia simplificada
- Sub-bacias UPG P-4



Fonte dos dados:

- Hidrografia - Adaptado SEMA
- Sub Bacias - Adaptado SEMA
- Sedes urbanas - IBGE



Sistema de Coordenadas Geográficas:
Datum: SIRGAS 2000
Elaborado em Outubro/2023

Diagnóstico

6.2.2 População rural

A população rural foi obtida pela população total rural estimada pelo IBGE para o ano de 2019, sendo a espacialização com base na distribuição de comunidades, assentos e povoados dispersos pela área do município provenientes do levantamento de distritos censitários rurais do IBGE (IBGE, 2019).

Na metodologia, devido à região da UPG P4 não haver nenhum tipo de esgotamento existente via rede geral com tratamento, não foram considerados abatimentos das cargas geradas tanto para DBO quanto para Fósforo. Sendo a única forma de esgotamento rural por fossas sépticas e rudimentares (Quadro 32), não há lançamentos pontuais das cargas nos corpos d'água e o DBO Remanescente foi considerado nulo.

Quadro 32. Cargas geradas e remanescentes de DBO dos esgotos domésticos rurais por sub-bacia na UPG P4.

Bacia Hidrográfica Regional	UPG	Sub-bacias	DBO Gerada – População Rural (kg/dia)	DBO Remanescente – População Rural (kg/dia)
Paraguai	P4	Alto Cuiabá	209,48	-
		Médio Cuiabá	905,30	-
		Baixo Cuiabá	1.098,88	-
		Manso	477,19	-
		Coxipó	138,75	-
Total UPG P4 (kg/dia)			2.829,60	-

Fonte: PRH UPG P4 (2023).

Verifica-se que o total de DBO produzida pela UPG P4 é de 2.829,6 kg/dia. A sub-bacia do Baixo Cuiabá é a que produz maior carga, totalizando 1.098,88 kg/dia (39%), seguida sub-bacia do Médio Cuiabá com 905,30 kg/dia (32%), e a sub-bacia do Manso, com 477,19 kg/dia (17%). As menores cargas foram as das sub-bacia do Alto Cuiabá e Coxipó com 209,48 kg/dia e 138,75 kg/dia, representando 7% e 5% do total, respectivamente. Ressalta-se que a carga fica retida no solo, não atinge os corpos hídricos.

O Quadro 33, de maneira análoga, exhibe as cargas referente ao Fósforo. A carga total que fica retida nos solos na UPG P4 é de 131 kg/dia.

Diagnóstico

Quadro 33. Cargas geradas e remanescentes de fósforo dos esgotos domésticos rurais, por sub-bacia na UPG P4.

Bacia Hidrográfica Regional	UPG	Sub-bacias	Fósforo Gerado – População Rural (kg/dia)	Fósforo Remanescente – População Rural (kg/dia)
Paraguai	P4	Alto Cuiabá	9,70	-
		Médio Cuiabá	41,91	-
		Baixo Cuiabá	50,87	-
		Manso	22,09	-
		Coxipó	6,42	-
Total UPG P4 (kg/dia)			131,00	-

Fonte: PRH UPG P4 (2023).

6.2.3 Rebanhos animais

As cargas poluentes geradas pelos rebanhos de animais foram determinadas adotando-se o número de cabeças por município, por tipo de animal, disponível nas tabelas de Produção Pecuária Municipal do IBGE (2019) pelas cargas unitárias do Quadro 28. Para as estimativas das cargas remanescentes foi empregado um abatimento das cargas originais, adotando-se um coeficiente de redução médio de 95% devido as áreas de proteção ripárias que limitam o transporte desses poluentes para os cursos d'água.

O Quadro 34 apresenta as cargas total e remanescente de DBO associadas aos rebanhos animais, por sub-bacias na UPG P4.

Quadro 34. Cargas geradas e remanescentes de DBO associadas aos rebanhos animais, por sub-bacia na UPG P4.

Bacia Hidrográfica Regional	UPG	Sub-bacias	DBO Gerada – Rebanhos Animais (kg/dia)	DBO Remanescente – Rebanhos Animais (kg/dia)
Paraguai	P4	Alto Cuiabá	73.098	3.655
		Médio Cuiabá	206.529	10.326
		Baixo Cuiabá	118.477	5.924
		Manso	184.660	9.233
		Coxipó	8.201	410
Total UPG P4 (kg/dia)			590.966	29.548

Fonte: PRH UPG P4 (2023).

A espacialização das cargas dos rebanhos foi realizada em função da distribuição da pastagem nas sub-bacias definidas no mapa de uso e ocupação do solo da UPG P4 (MapBiomass, 2019), pressupondo que os rebanhos de cada município estejam distribuídos uniformemente ao longo das áreas de pastagens municipais.

Diagnóstico

Identifica-se que a UPG P4 produz uma carga de DBO remanescente de 29.548 kg/dia. Desse total, a maior parcela está localizada na sub-bacia do Médio Cuiabá, totalizando 10.326 kg/dia (35,0%), seguida da sub-bacia do Manso com 9.233 kg/dia (31,2%), e pela sub-bacia do Baixo Cuiabá, com 5.924 kg/dia (20%). A sub-bacia do Alto Cuiabá apresentou carga remanescente de 3.655 kg/dia (12,4%), sendo que a sub-bacia do Coxipó foi a que retornou a menor carga da região, com 410 kg/dia (1,4%).

Os municípios com totalidade do território na área da UPG P4, integrantes das sub-bacias do Médio Cuiabá e Manso, que são os municípios de Acorizal, Chapada dos Guimarães, Cuiabá, Jangada e Várzea Grande somaram 11.903 Kg/dia, representando 40,3% da carga total remanescente de DBO. Dentre esses, Chapada dos Guimarães se destaca com 4.080 kg/dia (13,8%), seguido de Cuiabá com 2.851,8 kg/dia (9,7%), Jangada com 2.606,9 Kg/dia (8,8%) e Acorizal com 1.502,7 kg/dia (5,1%). O município de Várzea Grande foi o município com menor geração de carga somando 861,6 kg/dia (2,1%).

Os municípios de Nobres, Nossa Senhora do Livramento, Nova Brasilândia, Rosário Oeste, Santo Antônio de Leverger e Campo Verde contabilizaram 17.645 kg/dia (59,9%), praticamente o restante da carga remanescente gerada pela criação animal. Deve-se ressaltar, que os municípios de Diamantino, Barão de Melgaço, Planalto da Serra, Alto Paraguai, Poconé, Primavera do Leste e Santa Rita do Trivelato apresentam uma pequena fração de suas áreas rurais dentro da UPG P4, sendo irrelevantes para geração de carga.

O Quadro 35 apresenta as cargas total e remanescente de Fósforo associadas aos rebanhos animais, por sub-bacias na UPG P4. Seguindo discussão análoga, as cargas de fósforo têm o mesmo comportamento para as unidades de planejamento, cabendo ressaltar que a carga total produzida de Fósforo remanescente é de 1806,71 kg/dia, sendo a sub-bacia do Médio Cuiabá a maior produtora, com 630,47 kg/dia, totalizando um percentual de 34,9% da carga, seguida da sub-bacia do Manso, com 562,29 kg/dia (31,1%), sub-bacia do Baixo Cuiabá com 365,97 kg/dia (20,3%), sub-bacia do Alto Cuiabá 222,48 kg/dia (12,3%) e sub-bacia do Coxipó 25,5 kg/dia (1,4%).

Diagnóstico

Observa-se que, pelo fato de grande área de 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 de DBO e Fósforo dessa atividade são maiores em termos de magnitude comparativamente às outras fontes geradoras.

A Figura 46 apresenta a distribuição das cargas remanescentes de DBO e a Figura 47 ilustra a distribuição das cargas de Fósforo remanescentes associadas às áreas de pastagens presentes nas sub-bacias da UPG P4.

Quadro 35. Cargas geradas e remanescentes de fósforo associadas aos rebanhos animais, por sub-bacia na UPG P4.

Bacia Hidrográfica Regional	UPG	Sub-bacias	Fósforo Gerado – Rebanhos Animais (kg/dia)	Fósforo Remanescente – Rebanhos Animais (kg/dia)
Paraguai	P4	Alto Cuiabá	4.450	222,48
		Médio Cuiabá	12.609	630,47
		Baixo Cuiabá	7.319	365,97
		Manso	11.246	562,29
		Coxipó	510	25,50
Total UPG P4 (kg/dia)			36.134	1.806,71

Fonte: PRH UPG P4 (2023)

Diagnóstico

Figura 46. Cargas Remanescentes de DBO Associadas aos Rebanhos Animais, por microbacia na UPG P4.

Plano de Recursos Hídricos - UPG P-4

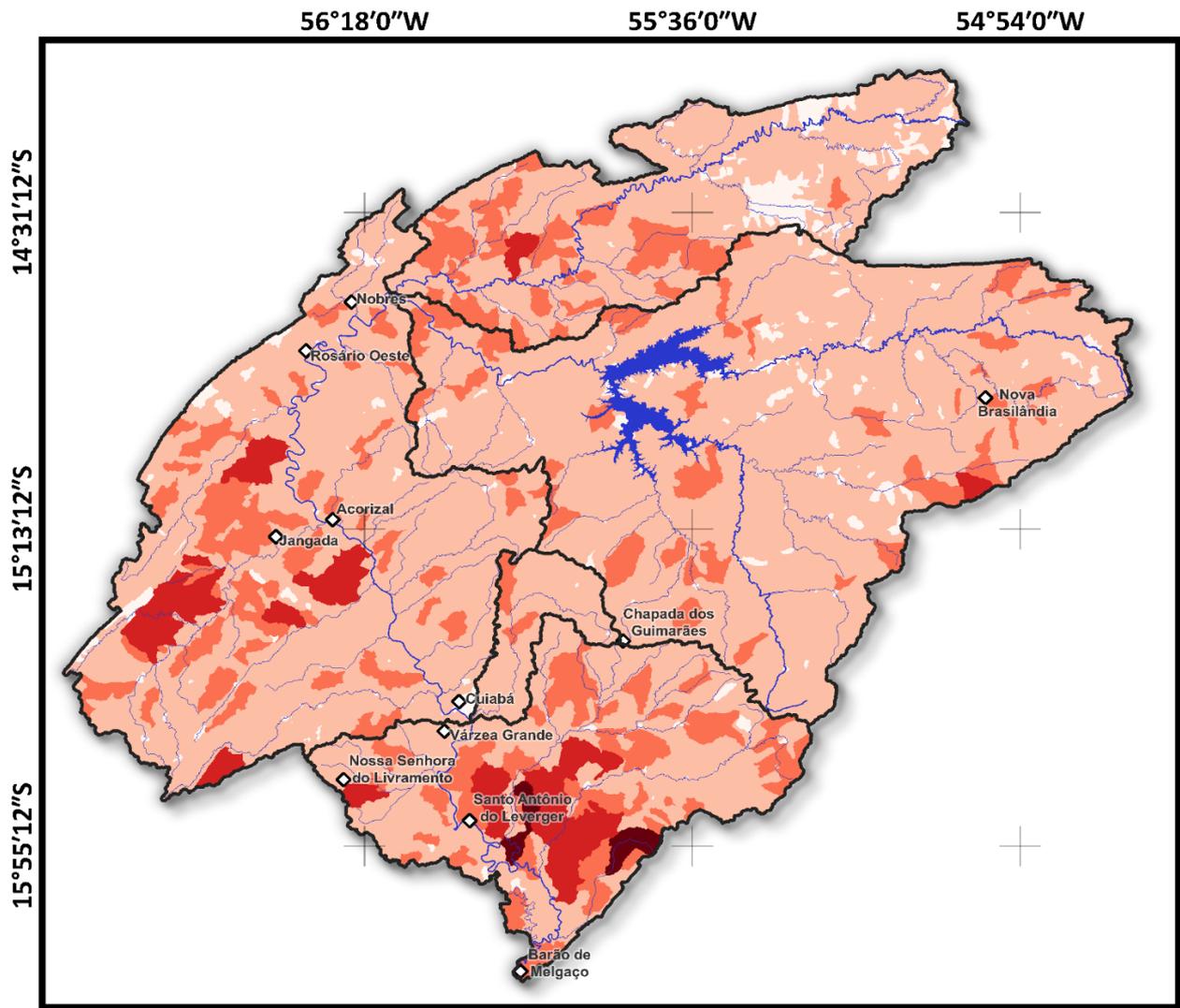
**DBO Remanescente
Dessedentação animal
UPG P-4**

MPMT
Ministério Público
DO ESTADO DE MATO GROSSO

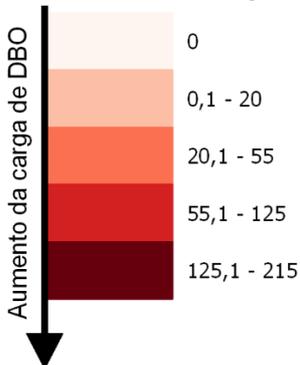
CBH CUIABÁ - ME

UFMT

UNISELVA



DBO remanescente Kg/d:



Convenções:

- ◇ Sedes urbanas
- Hidrografia simplificada
- Sub-bacias UPG P-4



Fonte dos dados:

- Hidrografia - Adaptado SEMA
- Sub Bacias - Adaptado SEMA
- Sedes urbanas - IBGE

10 20 30 km



Sistema de Coordenadas Geográficas:

Datum: SIRGAS 2000

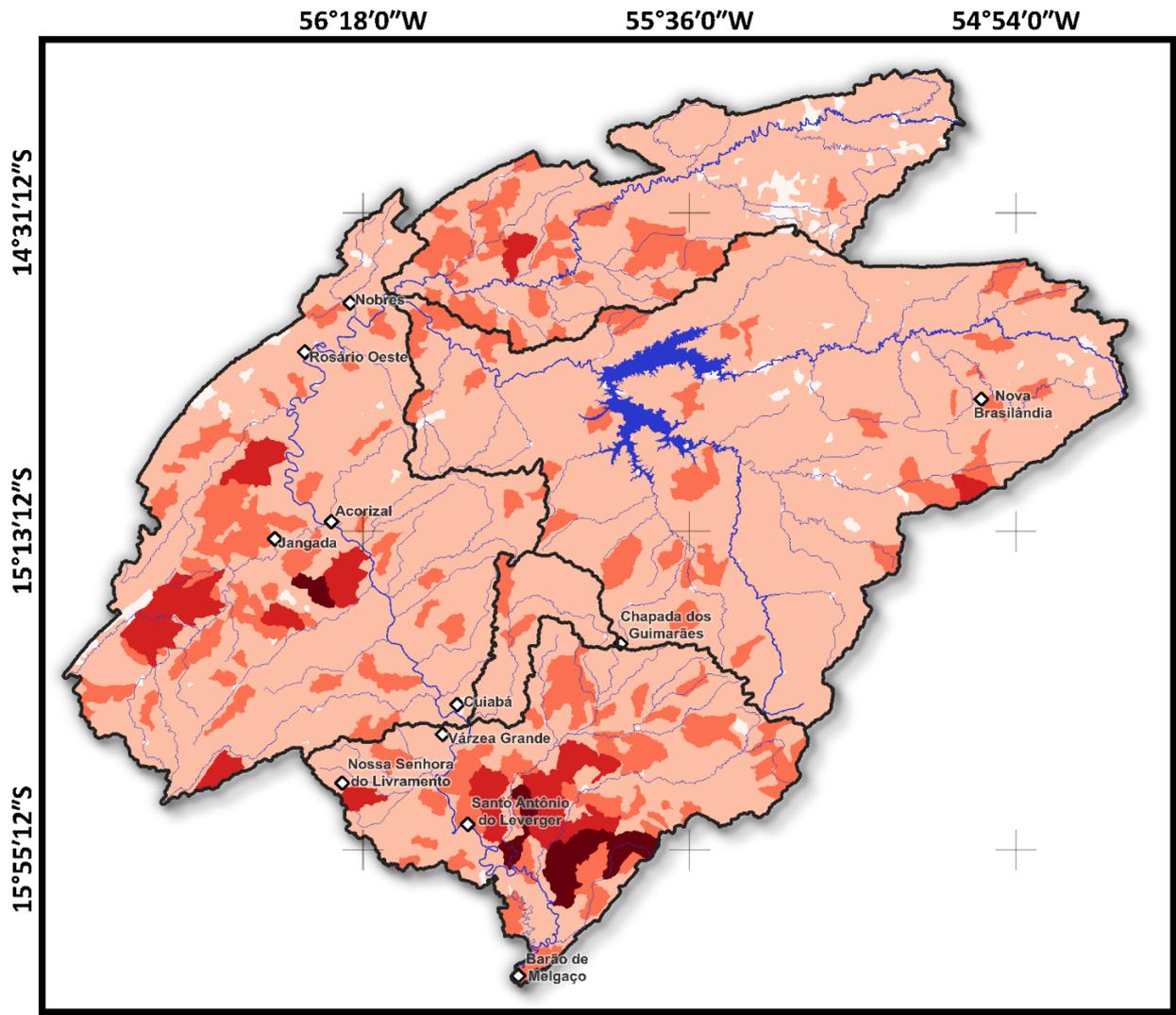
Elaborado em Outubro/2023

Diagnóstico

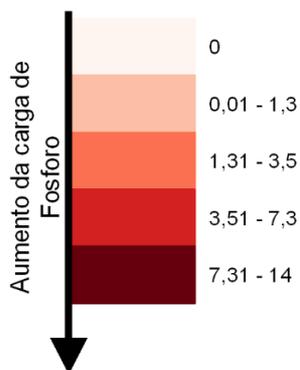
Figura 47. Cargas remanescentes de Fósforo associadas aos Rebanhos Animais por microbacia na UPG P4.

Plano de Recursos Hídricos - UPG P-4

**Fosforo Remanescente
Dessedentação Animal
UPG P-4**



Fosforo remanescente Kg/d:



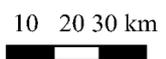
Convenções:

- ◇ Sedes urbanas
- Hidrografia simplificada
- Sub-bacias UPG P-4



Fonte dos dados:

- Hidrografia - Adaptado SEMA
- Sub Bacias - Adaptado SEMA
- Sedes urbanas - IBGE



Sistema de Coordenadas Geográficas:
Datum: SIRGAS 2000
Elaborado em Outubro/2023

6.2.4 Atividades industriais

Inicialmente, as cargas poluentes de origem industrial foram analisadas a partir do banco de dados de outorga de lançamento de efluentes da ANA e da SEMA/MT (Mato Grosso). Observou-se que os bancos de dados não possuem a caracterização da qualidade do efluente, fornecendo apenas as vazões de lançamento, impedindo a quantificação das cargas de poluentes. Dessa maneira, a análise das cargas relacionadas a essa atividade, a partir das outorgas, poderia resultar em valores incompatíveis com os valores reais.

Assim, para estimativa das cargas da poluição industrial, empregou-se uma metodologia que determina a magnitude da poluição, 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, dos municípios, foi obtido do banco de dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do ano de 2019, 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 36.

Os coeficientes de carga de DBO estimados pela metodologia IPPS foram gerados com base em análise de banco de dados de aproximadamente 200 mil empresas e 1.500 categorias de produtos nos Estados Unidos.

É apropriado ressaltar que as cargas obtidas por esse método foram apenas para o parâmetro DBO, uma vez que as cargas industriais são variáveis devido às tipologias industriais e, também às tipologias de tratamento apresentarem uma amplitude elevada de eficiência de remoção, não se encontrando uma diretriz para o parâmetro Fósforo.

Dessa maneira, as cargas obtidas por esse método representam a DBO remanescente. Ou seja, após a passagem pelo sistema de tratamento de efluentes do empreendimento, estima-se que a carga gerada seja no mínimo 2,5 vezes maior que a remanescente. Sabe-se que a Resolução

Diagnóstico

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. Esse critério é a chave para se realizar as estimativas de totalização das cargas geradas de DBO pelos empreendimentos.

Quadro 36. Matriz de coeficientes técnicos para o uso industrial.

Código ISIC	Tipologia industrial	Classes CNAE correspondentes	DBO remanescente (Kg/1.000 empregados/dia)
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
3215	Artefatos de cordoaria	1763	0,0
3219	Tecidos especiais e outros artigos têxteis	1 764, 1 769	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

Diagnóstico

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

Fonte: Adaptado ANA (2018).

O Quadro 37 exibe os resultados das cargas total e remanescente para a UPG P4, totalizando 891 kg/dia para a carga remanescente de DBO, sendo que a sub-bacia do Médio Cuiabá é a maior produtora, com 507 kg/dia (57%). A sub-bacia do Baixo Cuiabá produz uma carga de 336 kg/dia (37,7%), seguido da sub-bacia do Coxipó com 48 kg/dia (5,4%) e a sub-bacia do Manso 0,10 kg/dia, apresentando de 0,01% do total remanescente produzido.

Quadro 37. Cargas geradas e remanescentes de DBO associadas à atividade industrial, por sub-bacia na UPG P4.

Bacia Hidrográfica Regional	UPG	Sub-bacias	DBO Gerada – Indústria (kg/dia)	DBO Remanescente – Indústria (kg/dia)
Paraguai	P4	Alto Cuiabá	0	0
		Médio Cuiabá	1.269	507,445
		Baixo Cuiabá	840	335,936
		Manso	0,25605	0,104
		Coxipó	120	48
Total UPG P4 (kg/dia)			2.230	891

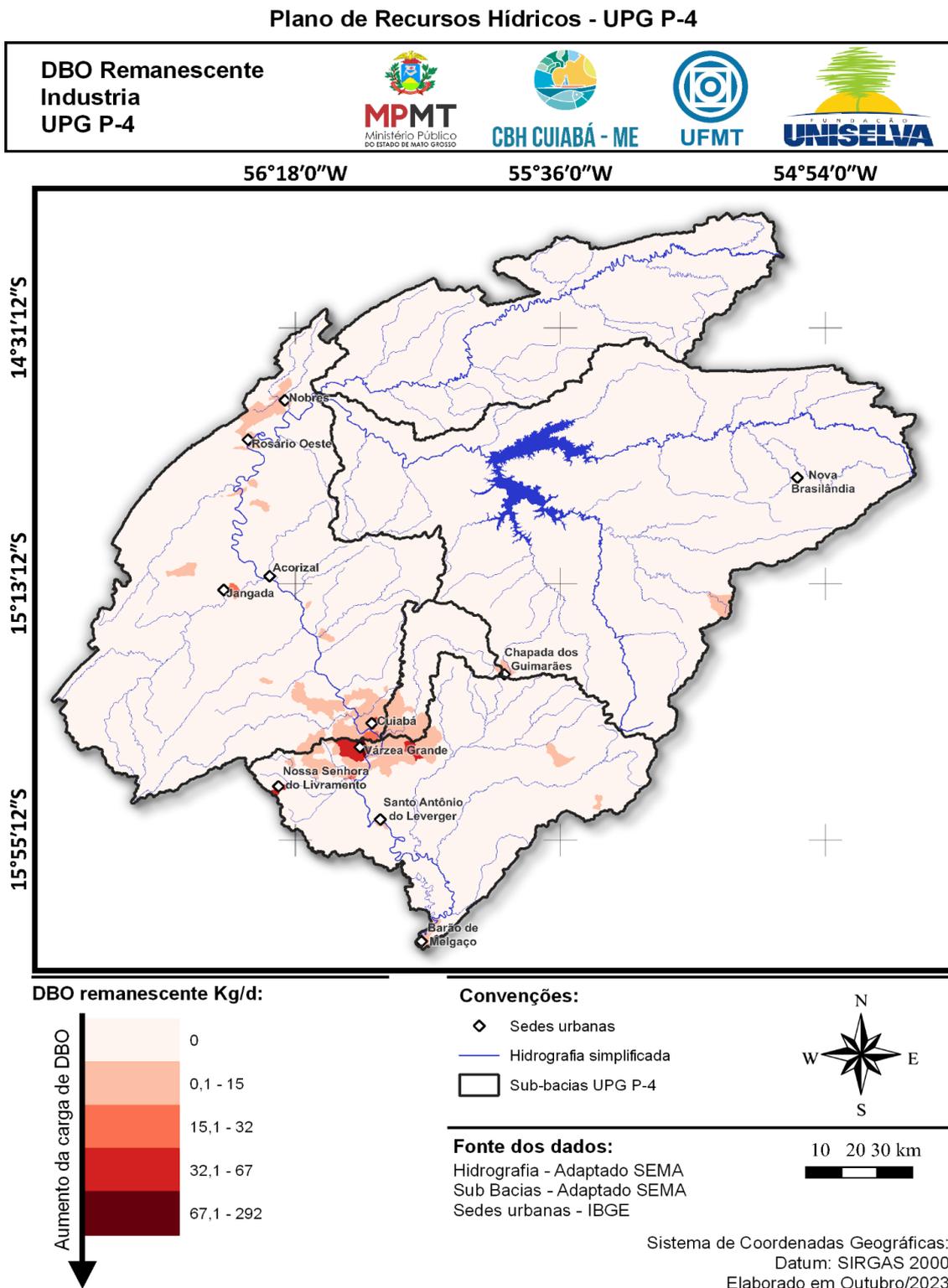
Fonte: PRH UPG P4 (2023).

O município de Várzea Grande gera uma carga remanescente de 276,6 kg/dia (28,3%) seguido do município de Cuiabá com 221,2 kg/dia (22,7%), contribuindo para as sub-bacias do Médio Cuiabá, Baixo Cuiabá e Coxipó. O município de Acorizal gera 291,1 kg/dia (29,8%), contribuindo para a região da sub-bacia do Médio Cuiabá. Outros municípios como Barão de Melgaço, Campo Verde, Diamantino, Jangada, Nobres, Nossa Senhora do Livramento, Rosário Oeste e Santo Antônio de Leverger são municípios com menor produção da indústria, totalizando um total de 187,2 kg/dia, representando 19,2% da carga remanescente gerada.

Diagnóstico

As cargas calculadas na base municipal foram espacializadas nas sub-bacias que estão inseridas na área da UPG P4. A Figura 48 mostra os resultados das cargas remanescentes de DBO para as cinco sub-bacias integrantes da UPG P4:

Figura 48. Cargas Remanescentes de DBO Associadas à atividades industriais, por microbacia na UPG P4.



Diagnóstico

6.2.5 Agricultura

As cargas do setor da agricultura foram determinadas utilizando-se as áreas de cobertura da agricultura obtidas a partir do MapBiomass (2019). Observa-se que, para as estimativas das cargas remanescentes, foi empregado um abatimento das cargas originais, adotando-se um coeficiente de redução médio da ordem de 90% devido ao escoamento superficial para que esses poluentes alcancem os cursos d'água.

Dessa maneira, o Quadro 38 apresenta as cargas totais e remanescentes para o parâmetro Fósforo, para sub-bacias da UPG P4:

Quadro 38. Cargas geradas e remanescentes de fósforo associadas à agricultura, por sub-bacia na UPG P4.

Bacia Hidrográfica Regional	UPG	Sub-bacias	Fósforo Gerado – Agricultura (kg/dia)	Fósforo Remanescente – Agricultura (kg/dia)
Paraguai	P4	Alto Cuiabá	5.580,40	279,02
		Médio Cuiabá	2.601,07	130,05
		Baixo Cuiabá	857,62	42,88
		Manso	15.295,34	764,77
		Coxipó	8,53	0,43
Total UPG P4 (kg/dia)			24.342,96	1.217,15

Fonte: PRH UPG P4 (2023).

A carga remanescente de Fósforo é de 1.217,15 kg/dia para a UPG P4, sendo que a sub-bacia do Manso a maior produtora, com 764,77 kg/dia (62,8%) do total remanescente. A sub-bacia do Alto Cuiabá apresentou uma produção de 279,02 kg/dia (22,9%), seguida da sub-bacia do Médio Cuiabá com 130,05 (10,7%). As sub-bacias do Baixo Cuiabá com 42,88 kg/dia (3,5%) e Coxipó com 0,43 kg/dia (0,04%) exibiram baixa produção na UPG P4.

O município com a totalidade da área inserida na UPG P4, que se destaca na contribuição de carga para a agricultura é Chapada dos Guimarães, contribuindo com 520,90 kg/dia (43%), situado em grande parte na sub-bacia do Manso. Os outros municípios de Acorizal, Cuiabá, Jangada e Várzea Grande, contribuem juntos com 41,85 kg/dia (3,4%), sendo municípios com menor vocação para a agricultura.

O restante dos municípios com área rural parcial dentro da UPG P4, totalizaram uma contribuição de 562,75 kg/dia (54%), destacando-se os municípios de Nobres, Rosário Oeste,

Diagnóstico

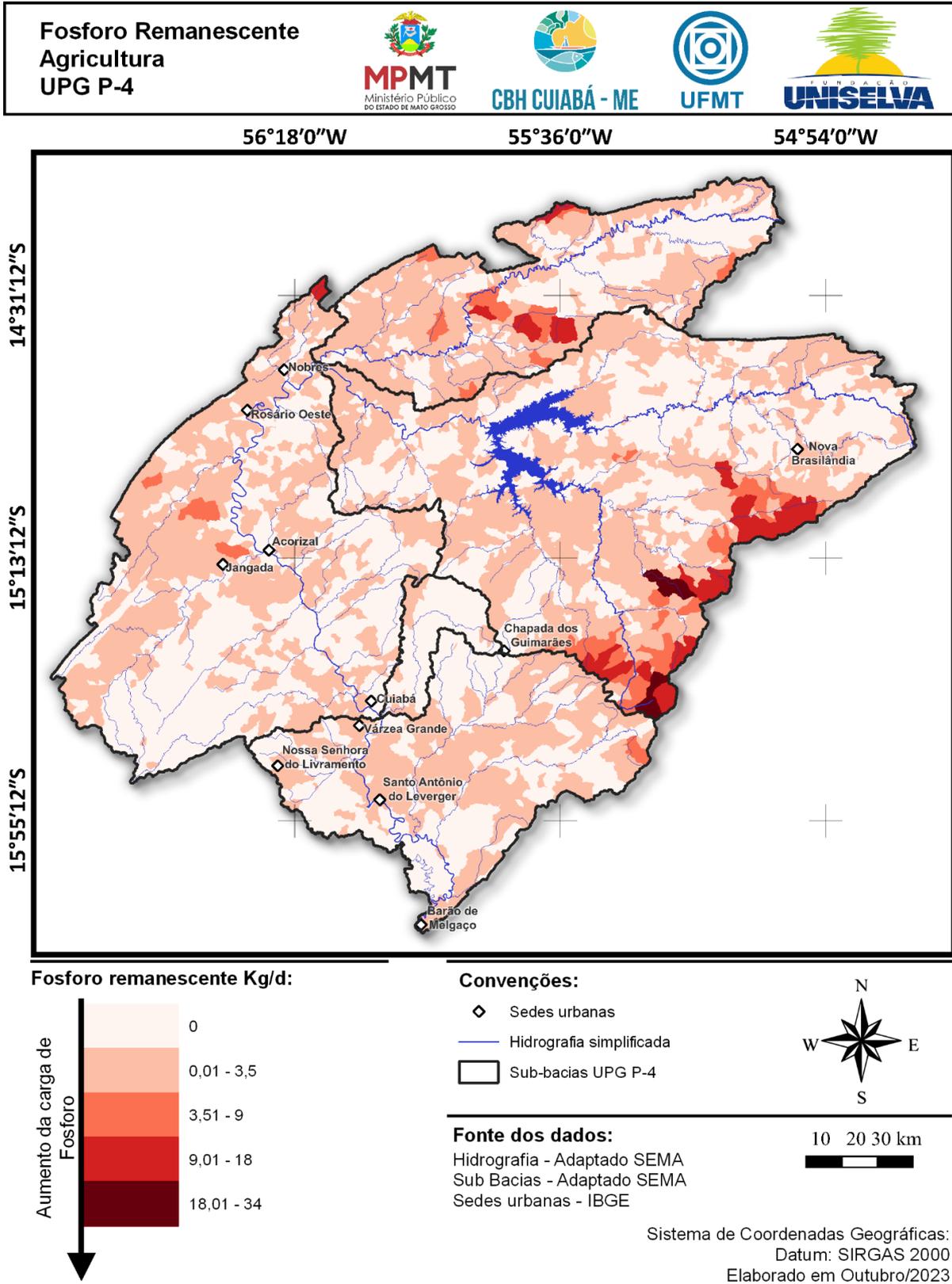
Santo Antônio de Leverger, Campo Verde e Nova Brasilândia. Os municípios de Alto Paraguai, Barão de Melgaço, Diamantino, Nossa Senhora do Livramento, Planalto da Serra, Poconé, Primavera do Leste e Santa Rita do Trivelato, não possuem área rural considerável nos limites das sub-bacias, apresentando pequena contribuição na geração de carga para a UPG P4.

A Figura 49 apresenta a distribuição das cargas remanescentes de Fósforo associadas às áreas de agricultura (MapBiomass, 2019) presentes nas sub-bacias da UPG P4.

Diagnóstico

Figura 49. Cargas Remanescentes de Fósforo Associadas à agricultura, por microbacia na UPG P4.

Plano de Recursos Hídricos - UPG P-4



6.2.6 Piscicultura

A piscicultura no Brasil é uma atividade do setor agronegócio que está adquirindo crescente relevância, embora a produção ainda seja pequena ao considerar o potencial que o país demonstra. Trata-se de uma atividade econômica que impulsiona a expansão para novas áreas de produção, o que pode resultar em pressão sobre os corpos d'água locais, uma vez que a água captada é o principal insumo para viabilizar a produção.

Ao instalar um projeto para produção de peixes, é fundamental levar em consideração a escolha de um local adequado, levando em conta não apenas a disponibilidade de área e água, mas também o impacto significativo dos nutrientes e matéria orgânica presentes nas rações, que podem afetar diretamente a qualidade da água nos viveiros, comprometendo a produção aquícola. Além disso, é importante destacar os problemas relacionados aos efluentes gerados pelos viveiros, que podem apresentar água de baixa qualidade, com baixas concentrações de oxigênio dissolvido e altas concentrações de nutrientes, matéria orgânica e sólidos em suspensão. Esses efluentes têm o potencial de causar poluição e prejudicar os corpos d'água naturais, reduzindo a qualidade da água disponível para outros usuários (SILAPAJARN & BOYD, 2005).

Uma das principais fontes bibliográficas sobre a piscicultura é proveniente da EMBRAPA Pesca e Aquicultura (2012, 2013, 2015, 2016, 2017). Consiste em publicações ou guias práticas com recomendações técnicas sobre a atividade. Não existe conhecimento até que ponto e com qual rigidez estas recomendações são acatadas pelos produtores.

A produção de cargas orgânicas e de nutrientes pelas pisciculturas nas condições climáticas semiúmidos do Cerrado é basicamente desconhecida. Isso, em primeiro plano, em função da indisponibilidade de estudos de caso sistemáticos, principalmente que possuem amostragens com representatividade estatística. Outros estudos foram realizadas em regiões hidro-climáticas distintas (Gentelini, 2007; MACEDO & SIPAUBA-TAVARES, 2010; MOURA et al., 2014; SILVA & CAMARGO, 2008, CORREA et al., 2020), utilizando espécies com outras demandas ao ambiente aquático e em termos de manejo. Seus resultados são por parte contraditórios e

Diagnóstico

assim entende-se que que não podem ser diretamente transportados para as condições climáticas e geoecológicas na UPG P4.

São listadas a seguir as principais, numerosas variáveis que influenciam e modulam as cargas produzidas pela atividade e introduzidas nos corpos hídricos receptores, entre elas:

1. Princípio construtivo dos tanques (escavação/represamento/rede)
2. Tipo de manejo / capacidade de investimento
3. Taxas de renovação da água (origem de captação disponível)
4. Espécies cultivados dos peixes
5. Taxas de crescimento das espécies cultivados
6. Densidade dos peixes que frequentemente diverge de recomendações técnicas
7. Problema do georreferenciamento (no estado é informado o local da propriedade e a produção geral e não os locais dos tanques)
8. Estado / uso atual dos tanques (em uso ou não, em estado degradado, macrófitas, algas etc.)
9. Rações e sua composição utilizadas
10. Tempo de maturação das espécies
11. Questões econômicas e mercantis
12. Sazonalidade da Precipitação, Evapotranspiração e Infiltração
13. Taxas de infiltração em função de características construtivas e pedológicas/litológicas

A ANA propõe um cálculo da concentração de Fósforo (mas não para DBO, atualmente único critério para Outorga de lançamentos de efluentes no Estado), que demanda como entradas as cargas do nutriente, como também a taxa de renovação nos tanques / barragens, sendo esses os dados de mais difícil determinação [Equação 1].

$$[P] = L (1-R) / (z \cdot \rho)$$

Onde:

[P] concentração de fósforo na água (mg/m³)

L: carga anual de fósforo (mg/m² ano)

z: profundidade média do reservatório (m)

ρ : taxa de renovação (calculada pela razão entre a vazão média e o volume máximo do reservatório)

Diagnóstico

R: coeficiente de retenção, calculado pela equação $R = 0,761 * (1 - e^{-10,293 \cdot 1/\rho})$ de acordo de Straskraba (1996).

Classificados a partir da interpretação de imagens de satélite de alta resolução (Google Earth) foram identificados 3.636 tanques utilizados por pisciculturas, sendo 59,7 % do tipo tanques escavados, construídos retirando-se a terra pela parte central ou uma encosta, elevando-se taludes (JUNIOR, 2018). 22,4% das lâminas de água não puderam ser agrupados e os 19,9% restante se dividem entre barragens, viveiros, tanques com alevinos, tanques redes e barragens. Também variam muito as taxas de renovação, isso em função das características construtivas, da origem da captação (rios perenes, intermitentes, precipitação local, poços), sua vazão, a intensidade de manejo e os investimentos disponíveis para o produtor, que novamente variam de forma expressiva na região. Cultivam-se na região principalmente o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), o pintado (*Pseudoplatystoma fasciatum*), a piraputanga (*Brycon microlepis*) e o híbrido tambacu (*Colossoma macropomum*).

Em função da heterogeneidade da atividade e suas diferenças expressivas para outras regiões no país, a metodologia aplicada para estimativa das cargas de DBO, NT e PT foi baseada na dissertação de mestrado de Silva (2002), o único trabalho de monitoramento quali- e quantitativo de afluentes e efluentes na bacia e seu entorno com características socioambientais similares.

Nesse estudo foram amostrados os afluentes e efluentes de três viveiros em dois empreendimentos de pequeno porte. Também foram incluídos dados de uma terceira piscicultura (dois efluentes) amostrada de maior porte, cujo resultados, porém, não foram incluídos nas análises da dissertação de Silva (2002).

Inicialmente, foram comparadas as concentrações de entrada e saída (cinco pontos). As suas diferenças foram transformadas, a partir das vazões dos efluentes, em cargas. Houve regressões significativas para estimativa das vazões efluentes com o espelho de água dos viveiros como variável independente. As cargas efluentes foram estimadas a partir do estoque de peixe

Diagnóstico

em kg nos viveiros para o DBO, NT e PT. Coeficientes e constantes dos modelos uni-variados foram em seguida aplicados para as pisciculturas da UPG P4.

O Quadro 39 apresenta a carga remanescente de Nitrogênio, Fósforo e DBO para o setor da piscicultura, para as sub-bacias na UPG P4. Assim, as cargas remanescentes de Nitrogênio, Fósforo e DBO são de 9.592,26 kg/dia, 2.387,4 kg/dia e 6.714,56 kg/dia, respectivamente, que atingem os corpos d'água, para a UPG P4.

A sub-bacia do Médio Cuiabá é a que produz maior contribuição, totalizando uma carga de Nitrogênio de 6.879,18 kg/dia, 1.712,15 kg/dia de Fósforo e 4.815,42 kg/dia de DBO, apresentando 71,7% do total remanescente produzido, para os três poluentes. A sub-bacia do Baixo Cuiabá é a que responde por 2.465,88 kg/dia para o Nitrogênio, 613,73 kg/dia para o Fósforo e 1.726,11 kg/dia para DBO, totalizando 25,7% do total produzido na UPG P4.

Para as sub-bacias do Alto Cuiabá e Manso, a produção de carga é considerada baixa, onde a sub-bacia do Alto Cuiabá contribui com 101,51 kg/dia de Nitrogênio, 25,26 kg/dia de Fósforo e 71,05 kg/dia de DBO. A região da sub-bacia do Manso contribui com cargas similares, totalizando 98,89 kg/dia de Nitrogênio, 24,61 kg/dia de Fósforo e 69,22 kg/dia de DBO, somando 1% da carga gerada.

A região da sub-bacia do Coxipó é a que apresenta a menor contribuição da piscicultura, com uma produção de 46,8 kg/dia de Nitrogênio, 11,65 kg/dia de Fósforo e 32,76 kg/dia de DBO, representando 0,5% do total gerado.

Quadro 39. Cargas remanescentes de nitrogênio, fósforo e DBO associadas à piscicultura, por sub-bacia nas UPG P4.

Bacia Hidrográfica Regional	UPG	Sub-bacias	Nitrogênio Remanescente – Piscicultura (kg/dia)	Fósforo Remanescente – Piscicultura (kg/dia)	DBO Remanescente – Piscicultura (kg/dia)
Paraguai	P4	Alto Cuiabá	101,51	25,26	71,05
		Médio Cuiabá	6.879,18	1712,15	4815,42
		Baixo Cuiabá	2.465,88	613,73	1726,11
		Manso	98,89	24,61	69,22
		Coxipó	46,80	11,65	32,76
Total UPG P4 (kg/dia)			9.592,26	2387,40	6.714,56

Fonte: PRH UPG P4 (2023).

Diagnóstico

As cargas calculadas na base municipal foram espacializadas nos corpos d'água próximos aos tanques de piscicultura, nas sub-bacias em que estão inseridas de cada município.

Ressalta-se que os municípios que mais contribuíram para a geração de carga de Fósforo, Nitrogênio e DBO foram os municípios de Várzea Grande e Nossa Senhora do Livramento. A piscicultura no município de Várzea Grande contribuiu com uma carga de 3.544,7 kg/dia de Nitrogênio, 882,2 kg/dia de Fósforo e 2.481,3 kg/dia DBO, sendo responsável por 37% do total das cargas de poluentes geradas na UPG P4. O Município de Nossa Senhora do Livramento contribuiu com 881,2 kg/dia Fósforo, 3541,9 kg/dia de Nitrogênio e 2479,3 kg/dia de DBO, representando 36,9% do total das cargas geradas de poluentes na região de estudo.

Em Cuiabá, a piscicultura é responsável pela geração de 201,7 kg/dia de Fósforo, 810,6 kg/dia de Nitrogênio e 567,4 kg/dia de DBO, contribuindo com 8,5% do total da carga gerada. Considera-se como um gerador relevante, o município de Santo Antônio do Leverger que contribuiu com 171,4 kg/dia de Fósforo, 688,84 kg/dia de Nitrogênio e 482,2 kg/dia de DBO, refletindo em 7,2% do total gerado para os poluentes na UPG P4. Os municípios de Diamantino, Nova Brasilândia, Rosário Oeste, Chapada dos Guimarães, Acorizal, Nobres, Campo Verde, Jangada e Barão de Melgaço contribuem com cerca de 10,5% do total gerado na UPG P4.

A Figura 50 ilustra os resultados das cargas remanescentes de Fósforo lançadas nos corpos d'água das 5 sub-bacias integrantes da UPG P4.

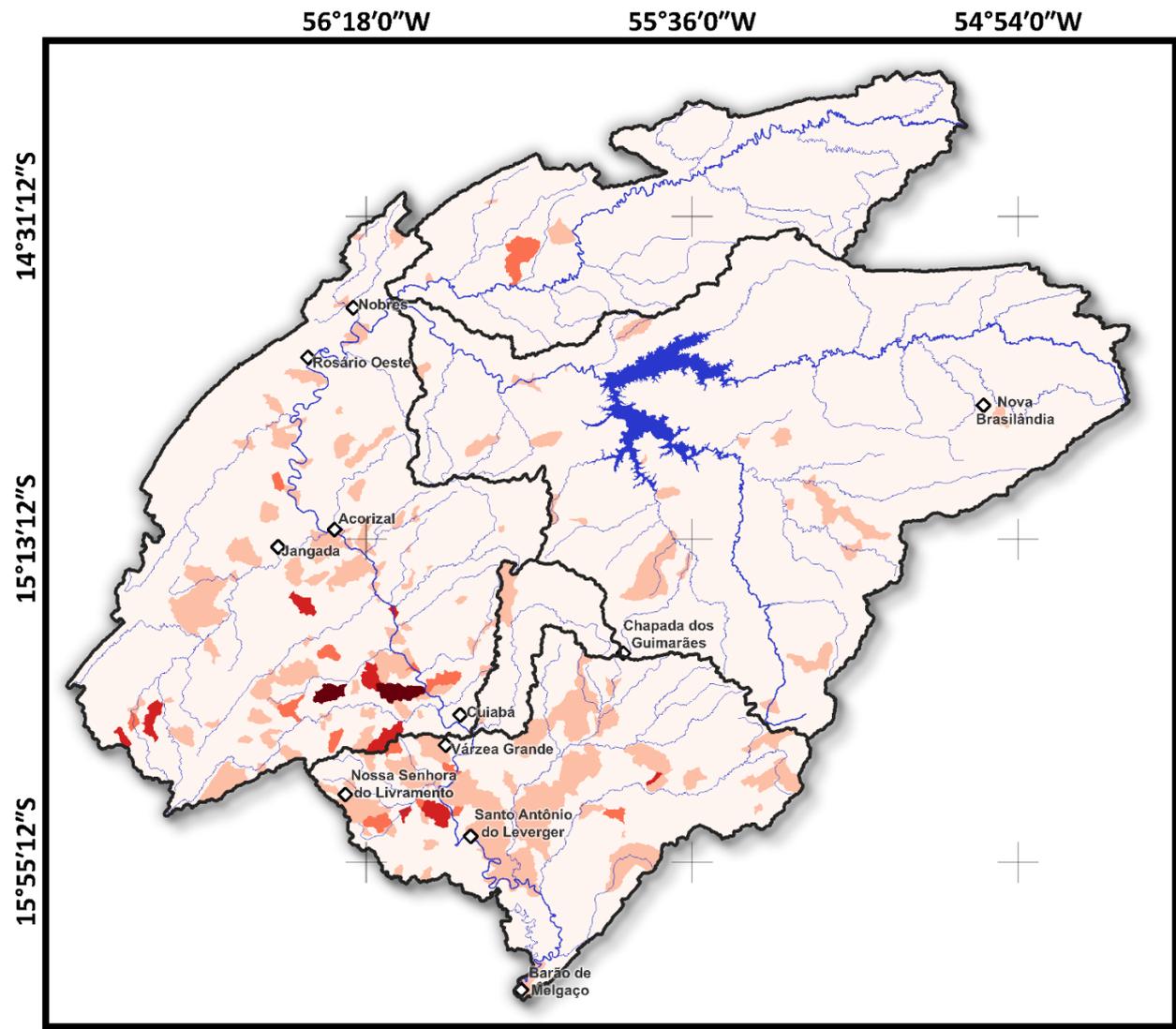
A Figura 51 ilustra os resultados das cargas remanescentes de DBO lançadas nos corpos d'água das 5 sub-bacias integrantes da UPG P4.

Diagnóstico

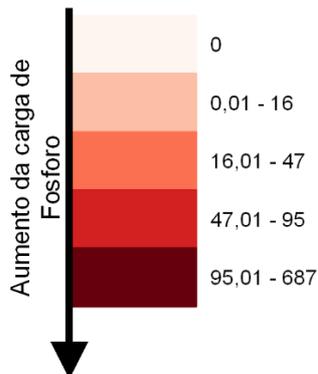
Figura 50. Cargas Remanescentes de Fósforo associadas à piscicultura, por microbacia na UPG P4.

Plano de Recursos Hídricos - UPG P-4

**Fosforo Remanescente
Piscicultura
UPG P-4**



Fosforo remanescente Kg/d:



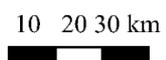
Convenções:

- ◇ Sedes urbanas
- Hidrografia simplificada
- Sub-bacias UPG P-4



Fonte dos dados:

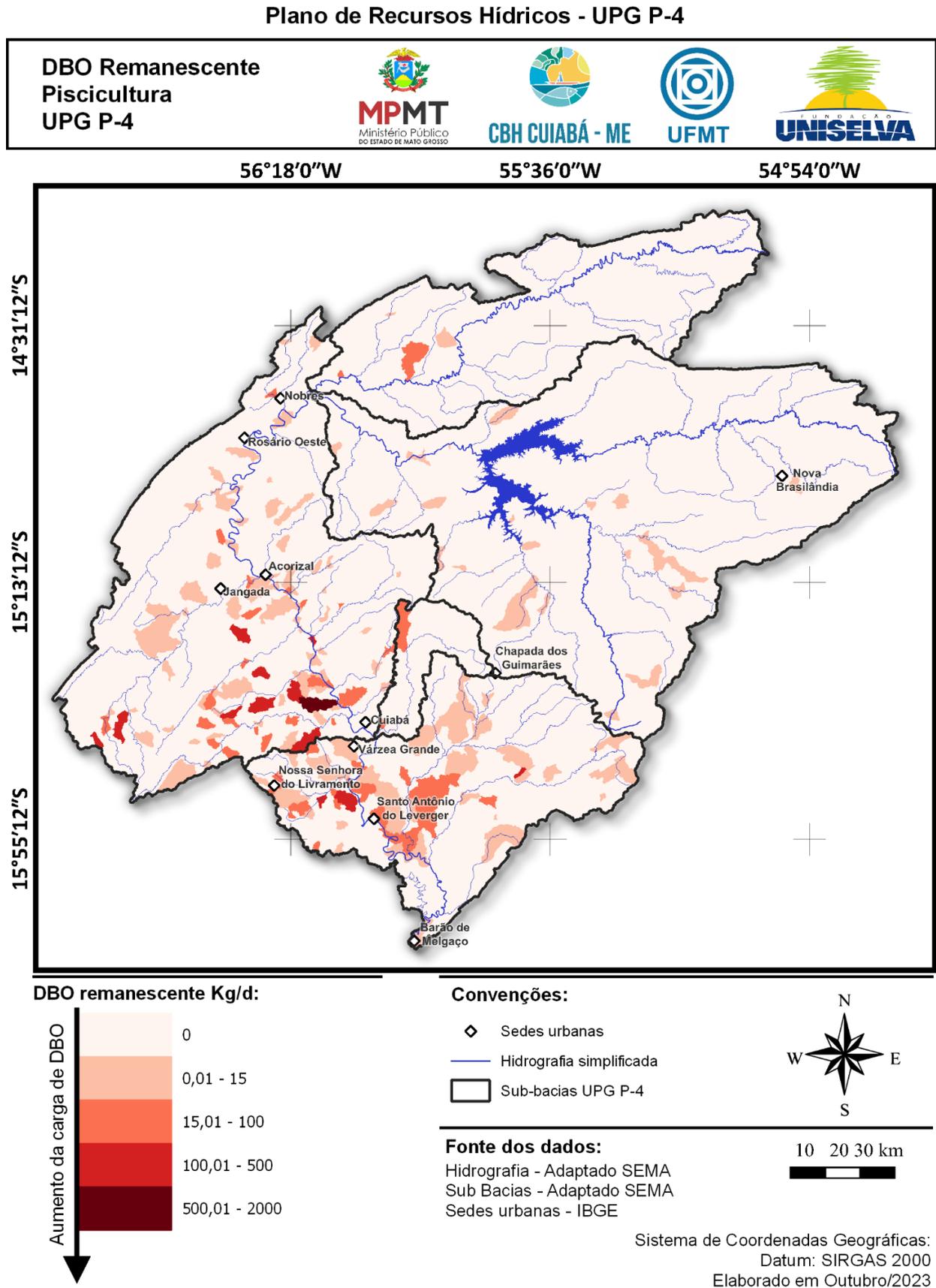
- Hidrografia - Adaptado SEMA
- Sub Bacias - Adaptado SEMA
- Sedes urbanas - IBGE



Sistema de Coordenadas Geográficas:
Datum: SIRGAS 2000
Elaborado em Outubro/2023

Diagnóstico

Figura 51. Cargas Remanescentes de DBO associadas à piscicultura, por microbacia na UPG P4.

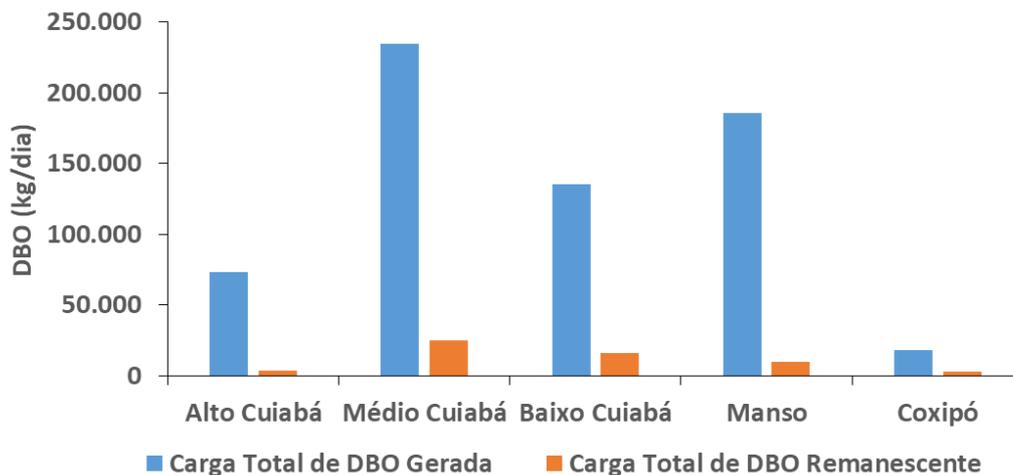


Diagnóstico

6.2.7 Totalização das cargas poluente da bacia

A Figura 52 exibe as estimativas de cargas de DBO geradas e remanescentes, considerando todos os setores de uso avaliados. Nota-se que há uma grande redução das cargas geradas em relação às cargas não pontuais e às pontuais de lançamento.

Figura 52. Estimativa de cargas de DBO gerada e remanescente, por sub-bacia na UPG P4.



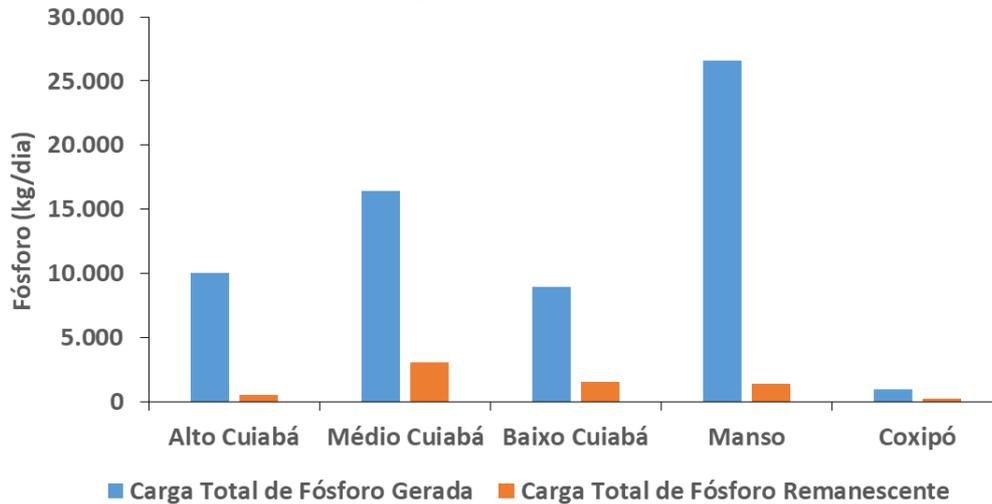
Fonte: PRH UPG P4 (2023).

Esse abatimento, a exemplo de carga pontual, é devido ao sistema de esgotamento sanitário que possui ETEs com eficiência de tratamento, para as indústrias que apresentam sistemas de tratamento com uma eficiência mínima de remoção e para a piscicultura que apresenta remoção variada de carga. Para as cargas não pontuais considerou-se um abatimento das cargas com um coeficiente de redução médio de 95%.

A Figura 53 ilustra as estimativas de Fósforo total e remanescente, por sub-bacia na UPG P4. De maneira similar ao poluente matéria orgânica, representado pela DBO, a contribuição de carga de Fósforo remanescente foi bastante reduzida para os rios das sub-bacias.

Diagnóstico

Figura 53. Estimativa de cargas de Fósforo, por sub-bacia na UPG P4.



Fonte: PRH UPG P4 (2023).

Na sequência são exibidos os resumos de totalização das cargas geradas e remanescentes de DBO estimadas na UPG e sub-bacias (Quadro 40).

A redução média da carga total de DBO na UPG P4 é de aproximadamente 60%. Esse valor está vinculado ao abatimento das cargas do esgotamento sanitário e das indústrias, que são as atividades mais relevantes na geração de carga de DBO na região, para o período seco. Verifica-se que as cargas de DBO remanescentes provenientes das áreas urbanas, para a sub-bacia do Médio Cuiabá apresentam uma redução de cerca de 64,5% em relação às cargas geradas, 46,8% para a sub-bacia do Baixo Cuiabá, 68% para a sub-bacia do Coxipó e 39,4% para a sub-bacia do Manso.

Faz-se relevante destacar a importância de se ampliar o esgotamento sanitário, por meio do serviço de coleta e tratamento de esgoto sanitário nessas regiões.

Para o período chuvoso o abatimento médio das cargas é de 91%, para a UPG P4. Devido ao tipo de atividade em cada sub-bacia, as reduções de carga foram de 82,7% para a sub-bacia do Coxipó, 88,2% para a sub-bacia do Baixo Cuiabá, 89,4% para o Médio Cuiabá, 94,7% para a sub-bacia do Manso e para o Alto Cuiabá 94,9%.

Diagnóstico

Destaca-se que a sub-bacia do Médio Cuiabá no período seco recebe cerca de 51,2% das cargas remanescentes totais, e no período chuvoso 43,2%, portanto, é a região em que os rios mais são afetados pelas cargas orgânicas de poluentes, incluindo o fato de ser a região com maior número de atividades e setores de usos consuntivos. Posteriormente, a sub-bacia do Baixo Cuiabá recebe 38,9% da carga remanescente no período seco e 27,9% no período chuvoso. A sub-bacia do Manso contribui com 2,3% e 17,1%, no período seco e chuvoso, respectivamente. A baixa contribuição no período seco é devido ao esgotamento sanitário e alta contribuição no período chuvoso é devido a atividade de criação animal. A sub-bacia do Alto Cuiabá a contribuição é devido a criação animal, totalizando 6,5% da carga produzida no período chuvoso. A sub-bacia do Coxipó contribui com 14% da carga remanescente gerada, no período seco, devido o esgotamento sanitário, sendo que no período chuvoso a contribuição é de 5,4%, devido ao incremento da carga da criação animal. A espacialização da carga remanescente total de DBO, por sub-bacias, é apresentada na Figura 54.

O abatimento médio da carga de Fósforo na UPG P4 é de aproximadamente 89,3% para o período chuvoso e 45,6% para o período seco. Esse alto valor, para o período chuvoso, está vinculado à redução das cargas da atividade de pecuária e agricultura, que são os setores mais relevantes na geração de carga de Fósforo na região. O baixo valor para o período seco, reflete a necessidade para o serviço de coleta e tratamento do esgotamento doméstico.

Identifica-se que a sub-bacia do Médio Cuiabá no período seco recebe cerca de 46,2% das cargas remanescentes totais, e no período chuvoso 45,8%, portanto, é a região em que os rios mais são afetados pelas cargas orgânicas de poluentes, incluindo o fato de ser a região com maior número de atividades e setores de usos consuntivos, principalmente o esgotamento sanitário. Posteriormente, a sub-bacia do Baixo Cuiabá recebe 39,1% da carga remanescente o período seco e 22,9% no período chuvoso. A sub-bacia do Manso contribui com 1,7% e 20,3%, no período seco e chuvoso, respectivamente. A baixa contribuição no período seco é devido ao esgotamento sanitário e alta contribuição no período chuvoso é devido a atividade de criação animal. Na sub-bacia do Alto Cuiabá, a contribuição é devido a criação animal, totalizando 7,8% da carga produzida no período chuvoso, não havendo contribuição no período seco. A sub-bacia

Diagnóstico

do Coxipó contribui com 12,9% da carga remanescente gerada, no período seco, devido o esgotamento sanitário, sendo que no período chuvoso a contribuição é de 3,1%, mostrando redução devido a carga da criação animal.

Destaca-se a importância de ser ampliado o esgotamento sanitário, com instalações que permitam à remoção de Fósforo por meio do serviço de coleta e tratamento de esgoto sanitário nessas regiões. A espacialização da carga remanescente total de Fósforo por sub-bacias é apresentada na Figura 55.

O Quadro 41 mostra as estimativas das cargas totais e remanescentes de Fósforo para as sub-bacias e UPG P4.

Diagnóstico

Quadro 40. Estimativa de cargas de DBO totais e remanescentes, por sub-bacia da UPG P4.

Bacia Hidrográfica Regional	UPG	Sub-bacias	Carga Gerada de DBO (kg/dia)						Carga Remanescente de DBO (kg/dia)						Área (km ²)	Taxa de carga (kg/100km ² /dia)
			População Urbana	População Rural	Rebanhos Animais	Indústria	Piscicultura	Total	População Urbana	População Rural	Rebanhos Animais	Indústria	Piscicultura	Total		
Paraguai	P4	Alto Cuiabá	0,00	209,48	73.098,00	0,00	-	73.307,48	0,00	-	3.655,00	0,00	71,05	3.726,05	4.377,08	85,13
		Médio Cuiabá	25.672,00	905,30	206.529,00	1.269,00	-	234.375,30	9.122,00	-	10.326,00	507,445	4.815,42	24.770,86	8.371,84	295,88
		Baixo Cuiabá	15.066,00	1.098,88	118.477,00	840,00	-	135.481,88	8.017,00	-	5.924,00	335,936	1.726,11	16.003,05	4.719,29	339,10
		Manso	824,00	477,19	184.660,00	0,25605	-	185.961,45	499,00	-	9.233,00	0,104	69,22	9.801,32	10.834,90	90,46
		Coxipó	9.282,00	138,75	8.201,00	120,00	-	17.741,75	2.966,00	-	26,00	48,00	32,76	3.072,76	680,92	451,27
Total UPG P4 (kg/dia)			50.844	2829,60	590.966,00	2.230,00	-	646.869,60	20.604,00	-	29.164,00	891,00	6.714,56	57.373,56	28.984,02	197,95

Fonte: PRH UPG P4 (2023).

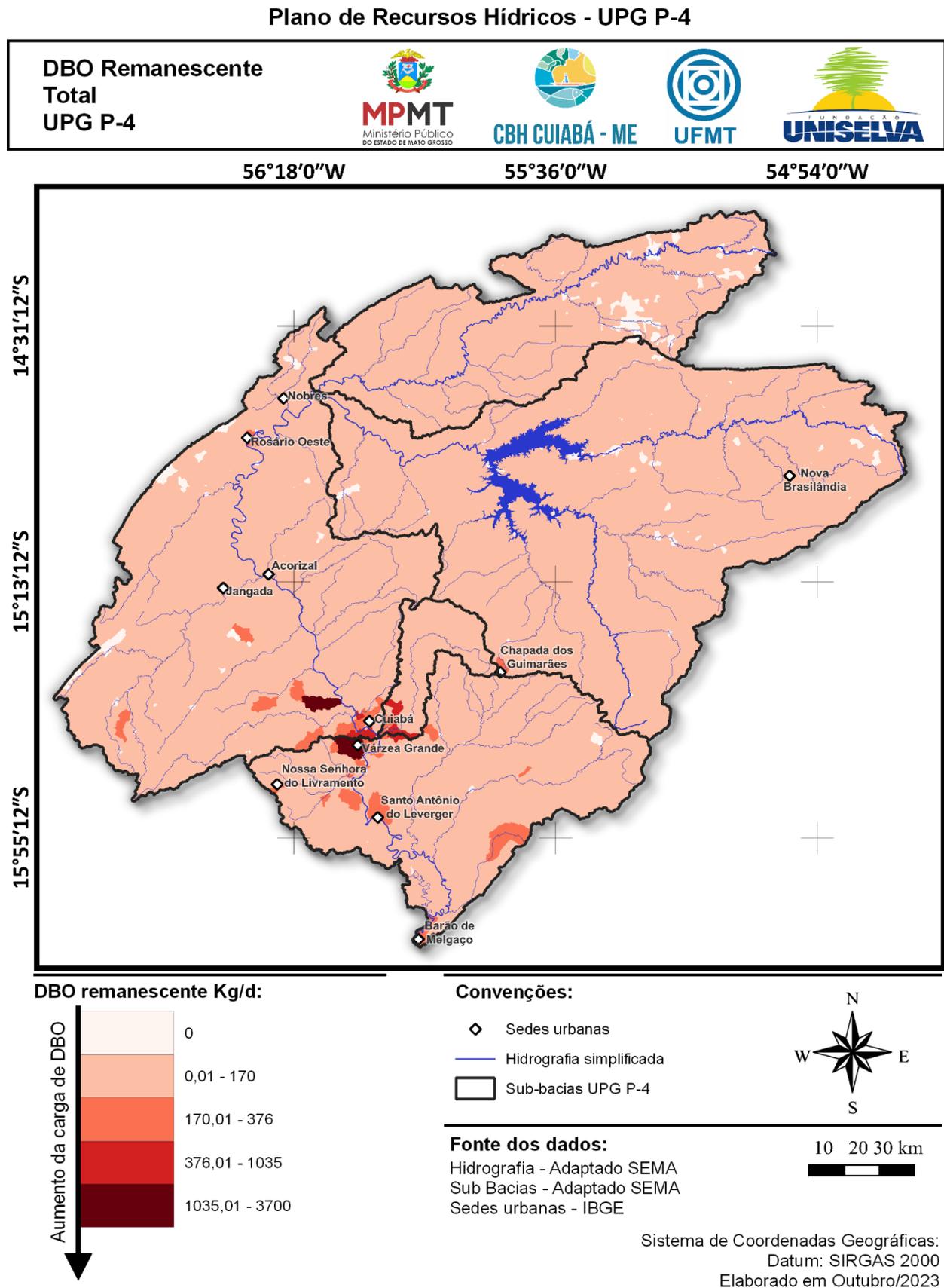
Quadro 41. Estimativa de cargas de Fósforo totais e remanescentes, por sub-bacia da UPG P4.

Bacia Hidrográfica Regional	UPG	Sub-bacias	Carga Gerada de Fósforo (kg/dia)						Carga Remanescente de Fósforo (kg/dia)						Área (km ²)	Taxa de carga (kg/100km ² /dia)
			População Urbana	População Rural	Rebanhos Animais	Agricultura	Piscicultura	Total	População Urbana	População Rural	Rebanhos Animais	Agricultura	Piscicultura	Total		
Paraguai	P4	Alto Cuiabá	0,00	9,70	4.449,53	5.580,40	-	10.039,63	0,00	-	222,48	279,02	25,26	526,76	4.377,08	12,04
		Médio Cuiabá	1.189,00	41,91	12.609,39	2.601,07	-	16.441,37	625,00	-	630,47	130,05	1.712,15	3.097,67	8.371,84	37,00
		Baixo Cuiabá	698,00	50,87	7.319,44	857,62	-	8.925,93	529,00	-	365,97	42,88	613,73	1.551,58	4.719,29	32,88
		Manso	38,00	22,09	11.245,75	15.295,34	-	2.6601,18	23,00	-	562,29	764,77	24,61	1.374,67	10.834,90	12,69
		Coxipó	429,00	6,42	510,08	8,53	-	954,03	175,00	-	25,50	0,43	11,65	2.12,58	680,92	31,22
Total UPG P4 (kg/dia)			2.354,00	131,00	36.134,18	24.342,96	-	62.962,14	1.352,00	-	1.806,71	1.217,15	2.387,40	6.763,26	28.984,02	23,33

Fonte: PRH UPG P4 (2023).

Diagnóstico

Figura 54. Carga Remanescente totais de DBO, por microbacia na UPG P4.

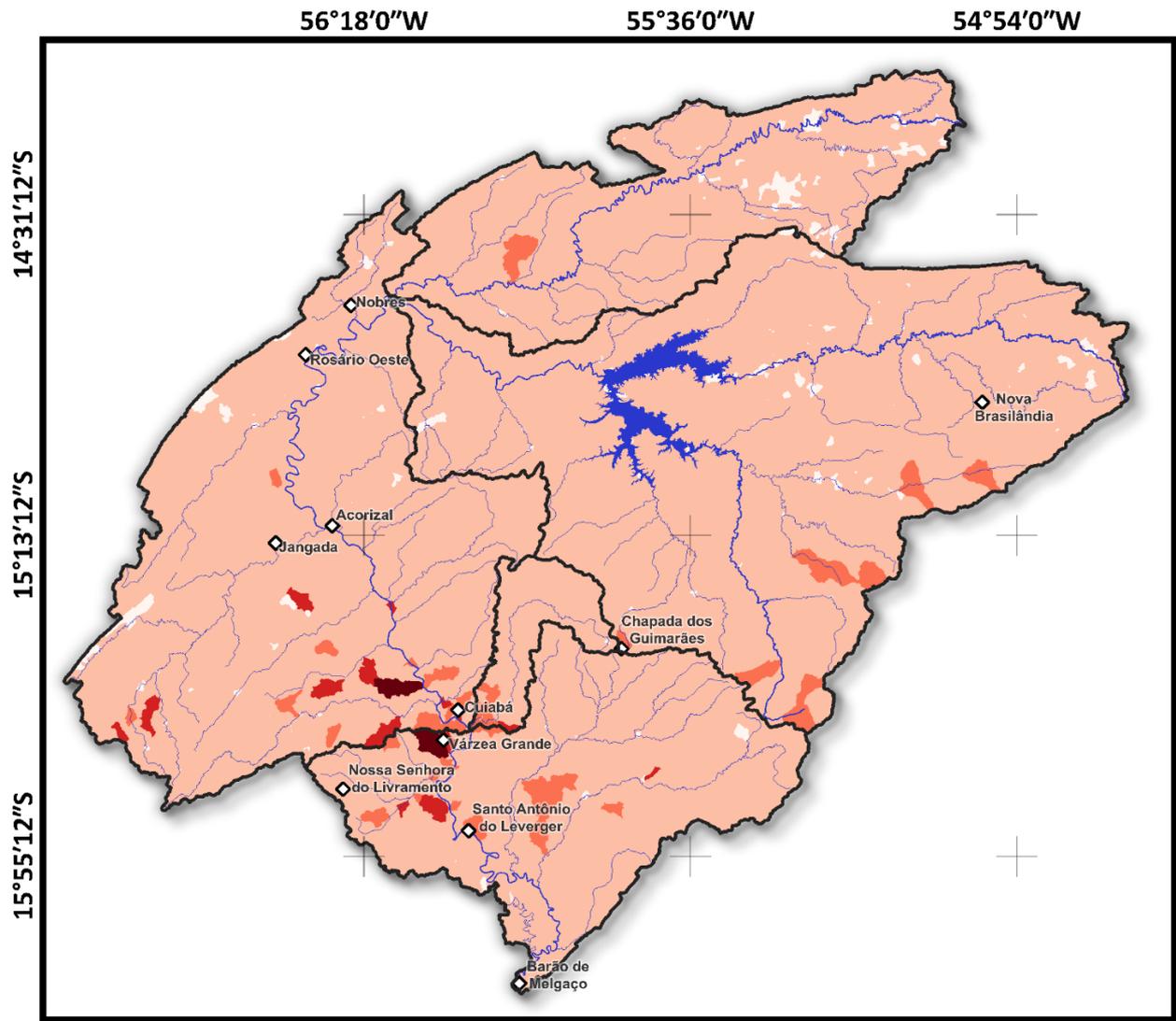


Diagnóstico

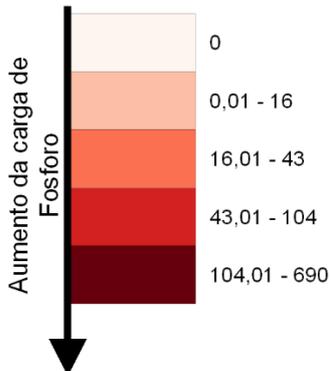
Figura 55. Carga Remanescente totais de Fósforo, por microbacia na UPG P4.

Plano de Recursos Hídricos - UPG P-4

Fosforo Remanescente Total UPG P-4



Fosforo remanescente Kg/d:



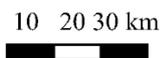
Convenções:

- ◇ Sedes urbanas
- Hidrografia simplificada
- Sub-bacias UPG P-4



Fonte dos dados:

- Hidrografia - Adaptado SEMA
- Sub Bacias - Adaptado SEMA
- Sedes urbanas - IBGE



Sistema de Coordenadas Geográficas:
Datum: SIRGAS 2000
Elaborado em Outubro/2023

Diagnóstico

As Figura 56 e Figura 57 ilustram um resumo da distribuição das cargas remanescentes entre os diferentes setores geradores para DBO e Fósforo total.

Totaliza-se uma carga remanescente de DBO em torno de 57.373,56 Kg/dia (Quadro 40), correspondendo a uma média de 197,95 kg/100km²/dia, no período chuvoso. A carga remanescente na UPG P4 é predominante em atividades ligadas à pecuária e ao esgotamento sanitário. O rebanho de animais é responsável por cerca de 29.164,00 kg/dia (50,8%) da carga de DBO (Figura 56), seguidos de efluentes domésticos, com 20.604,00 kg/dia (35,9%), da piscicultura com 6.714,56 kg/dia (11,7%) e das atividades industriais, com 891 kg/dia (1,6%), no período chuvoso. Para o período seco, ocorre redução da geração de carga, totalizando 21.495 kg/dia, sendo que a carga de 20.604,00 kg/dia do esgotamento urbano representa 95,9% do total gerado, seguidos da indústria que representa 4,1% da carga remanescente total.

Na sub-bacia do Médio Cuiabá são gerados cerca de 24.770,86 kg/dia (43,2%), o que corresponde a 295,88 kg/100km²/dia. Nessa unidade, a carga proveniente de atividades ligadas à pecuária é em torno de 10.326 kg de DBO/dia (41,7%), os efluentes domésticos, com 9.122 kg/dia (36,8%), atividades industriais, 507,44 kg/dia, correspondendo a 2,0 % da carga total, e a piscicultura gera em torno de 4.815,42 kg/dia, representando 19,4%, consideradas no período chuvoso. Para o período seco, há uma redução da geração de carga, totalizando 14.444,86 kg/dia, sendo proveniente das cargas remanescentes do esgotamento sanitário com 9.122 kg/dia, representando 94,7% da carga total gerada, seguida da indústria 507,44 kg/dia (5,3%).

A sub-bacia do Baixo Cuiabá produz uma carga de 16.003,05 kg/dia (27,9%), o que corresponde a 339,10 kg/100km²/dia. Essa região, apresenta carga proveniente de esgotamento sanitário de 8.017 kg/dia (50,1%), criação animal de 5.924 kg/dia (37,0%), piscicultura com 1.726,11 kg/dia (10,8%) e indústria gerando 336 kg/dia (2,1%), para o período chuvoso. O período seco, essas cargas representaram 96,0% para o esgotamento sanitário com 8.017 kg/dia, e para a indústria 4,0%, gerando 335,9 kg/dia.

A carga gerada na sub-bacia do Manso representa 9.801,32 kg/dia, representando 17,1% do total, respondendo por 90,46 kg/100km²/dia. A carga oriunda do setor da pecuária representa

Diagnóstico

9.233 kg/dia (94,2%) nessa sub-bacia, seguido do setor de esgotamento sanitário, com 499 kg/dia (5,1%), indústria, com 0,10 kg/dia (0,001%), e a piscicultura, gerando cerca de 69,22 kg/dia (0,7%), no período chuvoso. No período de seca, o setor do esgotamento sanitário com 499 kg/dia, representa 100% da geração de carga.

A sub-bacia do Alto Cuiabá é responsável pela geração de 3.726 kg/dia (6,5%), gerando 85,13 kg/100km²/dia. Nesta região é predominante o setor da pecuária, sendo estimado 3.655 kg/dia de carga (98,1%), seguido pela piscicultura apresentando carga de 71,05 kg/dia (1,9%), no período chuvoso. No período de seca nenhum setor contribui com geração de carga nesta sub-bacia.

Para a sub-bacia do Coxipó são gerados 3.072,76 kg/dia, representando 5,4% do total de carga gerada, com produção de 451,27 kg/100km²/dia. Nesta sub-bacia, são gerados pelo esgotamento sanitário 2.966 kg/dia (96,5%), seguido do setor da indústria 48 kg/dia (1,6%), piscicultura 32,76 kg/dia (1,1%) e criação animal 26 kg/dia (0,8%), no período chuvoso. Para o período de seca são gerados 3.046,76 kg/dia, sendo o esgotamento sanitário o principal gerador, com 2966 kg/dia (98,4%), seguido pelo setor da indústria 48 kg/dia (1,6%).

As cargas das sub-bacias seguem o padrão de maior proporção para cargas provenientes de atividades da pecuária, esgotamento sanitário e piscicultura. As sub-bacias do Médio e Baixo Cuiabá são as que apresentam maior produção, para estes setores. Isso ocorre, principalmente, pelos altos coeficientes de geração e carga associadas aos rebanhos de grande porte, pela grande proporção de área ligada à atividade de pecuária nessa região e pela grande população urbana nestas regiões.

A carga remanescente de Fósforo total é de aproximadamente 6.763,26 kg/dia na UPG P4 (Quadro 41), correspondendo a 23,33 kg/100km²/dia, no período chuvoso. A carga remanescente na UPG P4 é maior para atividades ligadas à agricultura e à pecuária. A pecuária é responsável por cerca de 1.806,71 kg de Fósforo remanescente/dia (26,7%) da carga gerada na UPG P4 (Figura 179), seguido do setor da agricultura, com 1.217,15 kg/dia (18,0%), da piscicultura apresentando 2.387,4 kg/dia (35,3%) e do esgotamento sanitário da população urbana, com 1.352

Diagnóstico

kg/dia (20,0%), no período chuvoso. No período seco, há uma redução de carga, que totaliza 1.352 kg/dia, devido ao esgotamento sanitário, que representa 100% da carga gerada.

Na sub-bacia do Médio Cuiabá são gerados cerca de 3.097,67 kg/dia (45,8%), correspondendo a 37,00 kg/100km²/dia. Nessa unidade, a carga proveniente de atividades ligadas à piscicultura é de 1.712,15 kg de Fósforo/dia (55,3%), criação animal com 630,47 kg/dia (20,4%), esgotamento sanitário com 625 kg/dia (20,2%) e agricultura 130,05 kg/dia (4,2%), consideradas no período chuvoso. Para o período seco, há uma redução das cargas, totalizando 625 kg/dia, sendo proveniente de cargas remanescentes do esgotamento sanitário, representando 46,2% da carga total gerada.

A sub-bacia do Baixo Cuiabá produz uma carga de 1.551,58 kg/dia (22,9%), o que corresponde a 32,88 kg/100km²/dia. Essa região, apresenta carga proveniente da piscicultura de 613,73 kg de Fósforo/dia (39,6%), esgotamento sanitário 529 kg/dia (34,1%), criação animal com 365,97 kg/dia (23,6%) e agricultura 130,05 kg/dia (2,8%), consideradas no período chuvoso. O período seco, essas cargas representaram 39,1% para o esgotamento sanitário com 529 kg/dia.

A carga gerada na sub-bacia do Manso representa 1.374,67 kg/dia, representando 20,3% do total, respondendo à 12,69 kg/100km²/dia. A carga oriunda do setor da agricultura representa 764,77 kg/dia (55,6%) nessa sub-bacia, seguido do setor de criação animal, com 562,29 kg/dia (40,9%), piscicultura, com 24,61 kg/dia (1,8%), e o esgotamento sanitário, gerando cerca de 23 kg/dia (1,7%), no período chuvoso. No período de seca, o setor do esgotamento sanitário contribui com 23,00 kg/dia (1,7%).

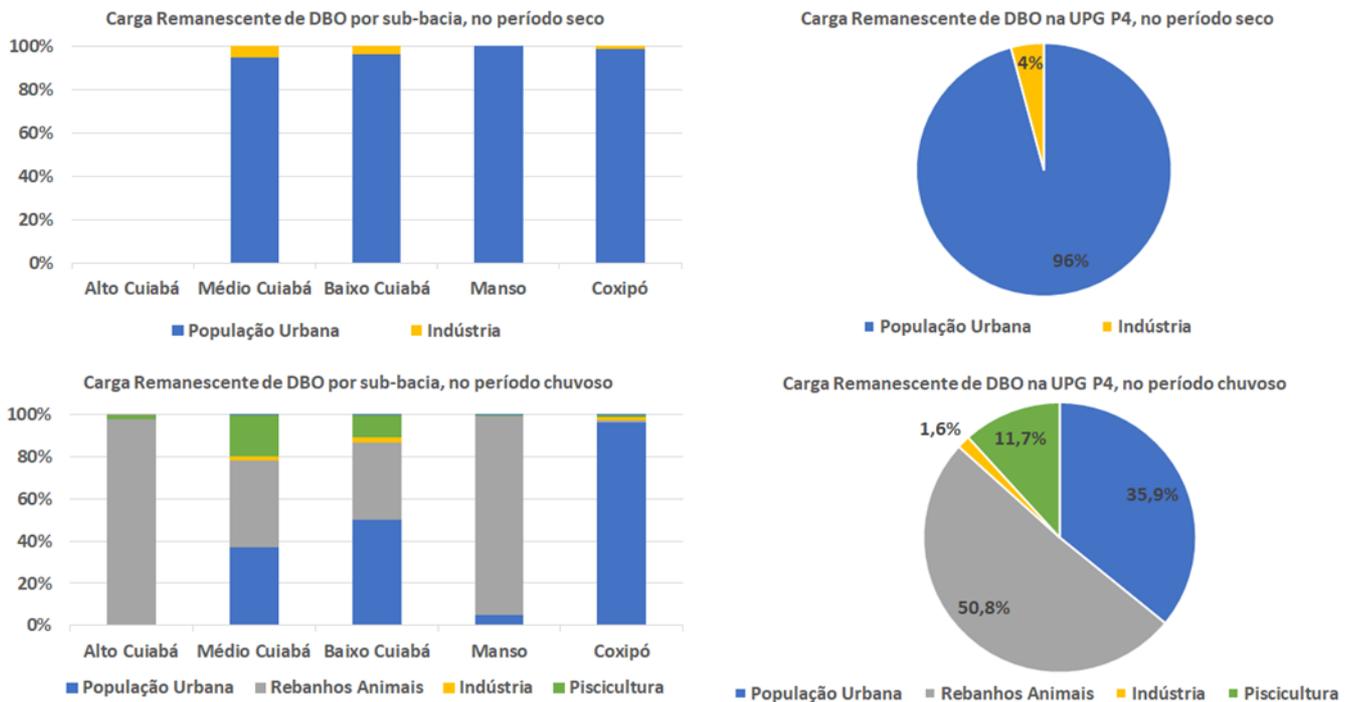
A sub-bacia do Alto Cuiabá é responsável pela geração de 526,76 kg/dia (7,8%), gerando 12,04 kg/100km²/dia. Nesta região é predominante o setor da agricultura, sendo estimada uma produção de 279,02 kg/dia de carga (53,0%), seguido pela pecuária apresentando carga de 222,48 kg/dia (42,2%) e da piscicultura com 25,26 kg/dia (4,8%), no período chuvoso. Nesta região hidrográfica os setores consuntivos não contribuem com cargas.

Diagnóstico

Para a sub-bacia do Coxipó são gerados 212,58 kg/dia, representando 3,1% do total de carga gerada, com produção de 31,22 kg/100km²/dia. Nesta sub-bacia, são gerados pelo esgotamento sanitário com 175 kg/dia (82,3%), seguido do setor de criação animal com 25,5 kg/dia (12,0%), piscicultura com 11,65 kg/dia (5,5%) e agricultura com 0,43 kg/dia (0,2%), no período chuvoso. Para o período de seca são gerados 175,00 kg/dia, devido ao esgotamento sanitário, representando 12,9% da carga.

Nas sub-bacias inseridas na UPG P4, as cargas de fósforo seguem o padrão de maior proporção pelo esgotamento sanitário, seguido da piscicultura, pecuária e agricultura. Observa-se esse padrão para as sub-bacias do Médio Cuiabá e Baixo Cuiabá. Para a sub-bacia do Manso se destacam às atividades da agropecuária, nessa região.

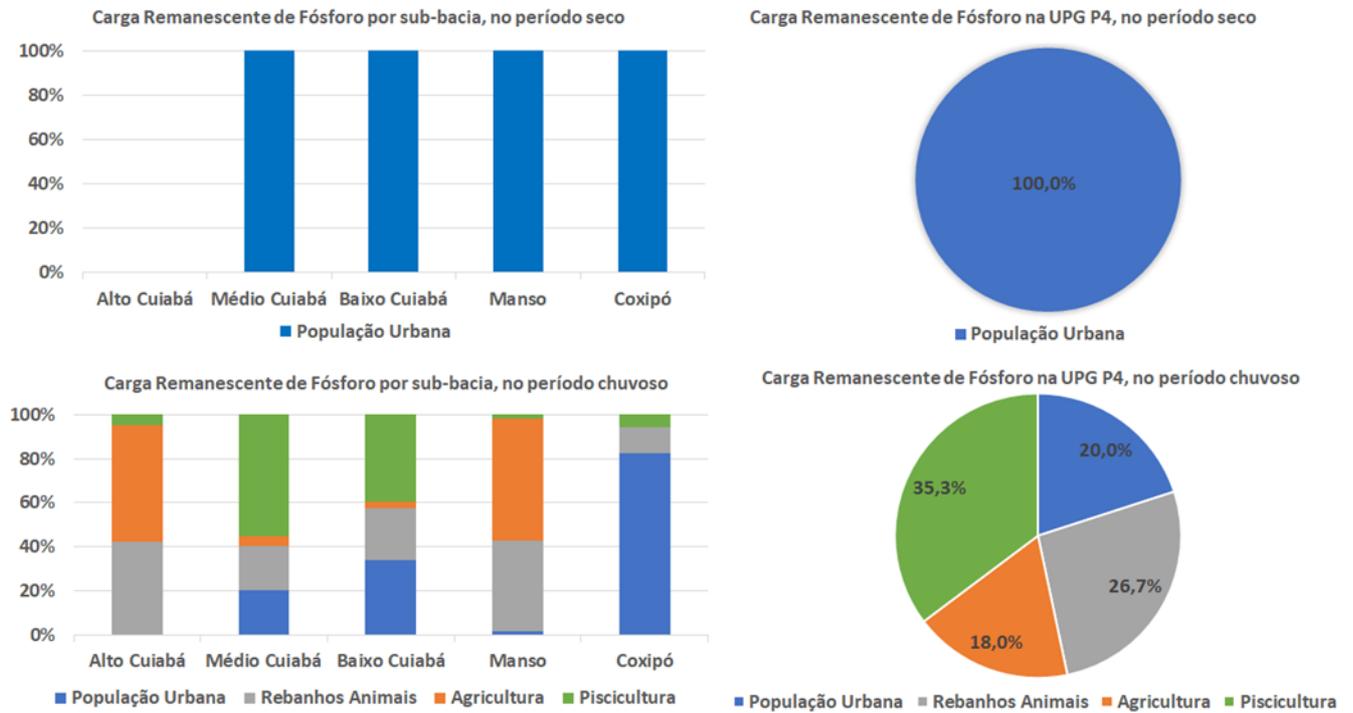
Figura 56. Distribuição das Cargas Remanescentes de DBO por Sub-bacias na UPG P4.



Fonte: PRH UPG P4 (2023).

Diagnóstico

Figura 57. Distribuição das Cargas Remanescentes de Fósforo por Sub-bacias na UPG P4.



Fonte: PRH UPG P4 (2023).

Diagnóstico

Por
Renato Blat Migliorini
Gabriel Figueiredo de
Moraes
Peter Zeilhofer

7 Balanço Hídrico Subterrâneo

Para a estimativa do balanço hídrico subterrâneo, foram utilizados os dados de vazão de captação dos poços, disponibilizados pela SEMA-MT, que foram separados por sistema aquífero, e a respectiva reserva potencial explorável (RPE), conforme estudo da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2016). A partir da diferença entre a reserva potencial explorável e a vazão captada é possível obter a reserva subterrânea remanescente.

O Quadro 42 apresenta o balanço hídrico das águas subterrâneas na UPG P-4.

Quadro 42. Balanço Hídrico Subterrâneo na bacia do Alto Rio Cuiabá

Sistema aquífero	Reserva Potencial Explorável (m ³ /h)	Vazão de Captação (m ³ /h)	Reserva remanescente (m ³ /h)	Percentual utilizado (%)
Alto Paraguai	16.143,81	11,09	16.132,72	0,07
Araras	8.566,65	209,32	8.357,33	2,44
Bauru-Caiuá	23.170,80	53,71	23.117,09	0,23
Cachoeirinha	9.898,22	205,12	9.693,10	2,07
Fraturado Centro-Sul	32.802,68	5.422,74	27.379,94	16,53
Furnas	662,62	1,67	660,95	0,25
Guarani	14.476,95	65,16	14.411,79	0,45
Pantanal	14.423,77	2.545,62	11.878,15	17,65
Ponta Grossa	2.527,29	51,14	2.476,15	2,02
Rio Ivaí	1.800,31	0	1.800,31	0,00
Serra Geral	48,33	0	48,33	0,00

Fonte: Adaptado de SEMA (2023) e ANA (2016).

Observando a comparação entre os valores de demanda e disponibilidade hídrica, constatamos que não há conflito por uso de água, haja visto que o volume retirado não ultrapassa a reserva explorável.

Nota-se que essa análise se limita aos poços devidamente outorgados pelo órgão ambiental, os quais não representam a retirada total de água, haja vista que existem poços irregulares, conforme discutido no item "Demanda de Água".

Diagnóstico

Por
Viktor Antal Stringhini

8 Balanço Hídrico Superficial

A água é um recurso vital para a sobrevivência e desenvolvimento das sociedades, desempenhando um papel fundamental em diversas atividades humanas e ecossistemas. No entanto, a disponibilidade e a distribuição desse recurso são naturalmente variáveis, podendo ser influenciadas por fatores climáticos, geográficos e antropogênicos.

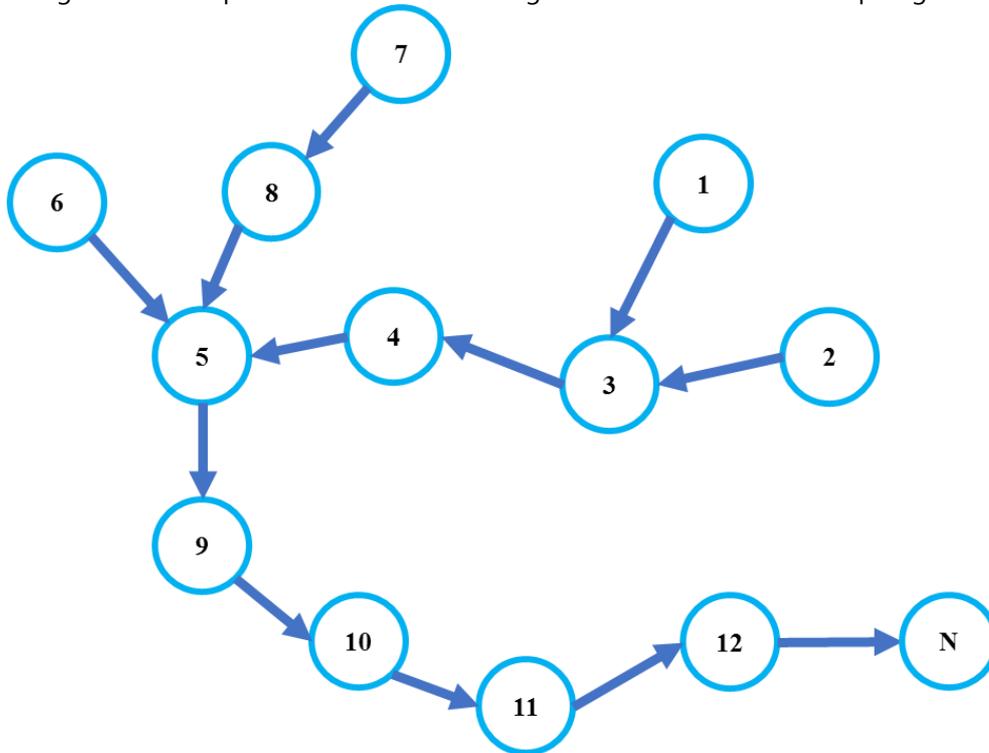
Neste contexto, o balanço hídrico surge como uma ferramenta essencial para compreender e gerenciar a dinâmica dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica.

O balanço hídrico consiste na análise dos fluxos de entrada e saída de água em uma determinada área, considerando as precipitações, evaporações, escoamentos superficiais, infiltrações, retornos, captações e demais usos consuntivos. Desta forma, ele desempenha papel estratégico na tomada de decisões relacionada à gestão dos recursos hídricos ao fornecer uma visão abrangente do fluxo da água.

O balanço hídrico da bacia foi desenvolvido tendo como base as estimativas de retirada, taxas de retorno, descritas e detalhadas no item 6, o sistema de tomada de decisão da outorga, atualmente adotado pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso (SEMA-MT).

Para facilitar a integração entre o plano e a gestão da SEMA-MT, optou-se por empregar os mesmos valores de Q95 no cálculo do balanço hídrico utilizados no sistema de microbacias incrementais para orientar as decisões de outorga concedidas pela SEMA-MT. Adicionalmente, desenvolvemos um algoritmo de ordenamento topológico (Figura 58) na linguagem Python, com base nos valores de Q95 e QINC. Esse algoritmo possibilitou determinar o fluxo de escoamento de água, tomando como referência as microbacias. Isso, por sua vez, permite propagar os valores associados aos pontos de captação e retorno rio abaixo, viabilizando a análise dinâmica de uma variedade de cenários relacionados à disponibilidade hídrica e à autodepuração de cargas orgânicas.

Figura 58. Exemplo de resultado de um algoritmo de ordenamento topológico.



Para a espacialização das retiradas e retornos, foram analisadas principalmente as características de captação e retorno de água dos diferentes setores, dados secundários.

Essa etapa revelou uma realidade de informações difusas e limitações que afetam a espacialização das retiradas e retornos, para fornecer uma visão mais clara da realidade de disponibilidades de dados encontrados, o Quadro 43 apresenta uma síntese das principais limitações dos dados e cruzamento de dados realizados, para complementar as informações, possibilitando uma melhor alocação das retiradas e retornos. Nos setores da Piscicultura e Evaporação de tanques, necessitou-se efetuar um levantamento visual com uso de imagens de satélite devido à ausência de dados.

Diagnóstico

Quadro 43. Classificação adotada para os setores.

Setores	Principais limitações encontradas	Cruzamento de dados
Dessedentação animal	Número de cabeças agregadas por município	Mapbiomas - Pastagem
Agricultura	Dados agregados por município (SIDRA e PAM)	Mapbiomas - Agricultura
Termoelétrica	Não houve dificuldades	Não houve necessidade de cruzamento de dados
Piscicultura	Fonte de dados difusas Ausência de informações relevantes para estimativas de evaporação e infiltração	BDiA - Pedologia
Abastecimento urbano	Dificuldade de acesso das informações	SNIS, PMSB, Outorgas SEMA, Outorgas ANA, Estimativa das localidades com rede de esgoto
Abastecimento rural	Dificuldade de acesso das informações	PMSB, Outorgas SEMA
Industria	Localização exata do empreendimento	Tabela Rais, Receita Federal, Outorgas SEMA, Outorgas ANA
Mineração	Dificuldade de acesso das informações Dificuldade em identificar o mineral extraído	LO SEMA, LOP SEMA, ANM.
Irrigação	Não houve dificuldades	Não houve necessidade de cruzamento de dados
Evaporação da água dos reservatórios	Fonte de dados difusas Ausência de informações relevantes para estimativas de evaporação e infiltração	-

Fonte: PRH UPG P4 (2023).

Após essa análise, foi necessário estabelecer algumas convenções para os seguintes setores: dessedentação animal, agricultura, piscicultura, mineração e irrigação. Presume-se que o retorno da água ocorre na mesma microbacia de onde foi retirada. Durante a análise, também se observa uma peculiaridade no setor da irrigação, onde a retirada de água é relativamente intensa por curtos períodos, geralmente de 2(duas) a 8(oito) horas por dia, durante a época da seca. Diante dessas informações, foi convencionado, para fins de cálculos, considerar a situação mais crítica, que ocorre durante o período da seca e no momento da retirada.

No caso do abastecimento humano, analisam-se as condições do saneamento básico da região, especificamente no que diz respeito ao esgotamento sanitário. As regiões que não possuem rede de esgoto foram classificadas como retorno difuso, enquanto aquelas com rede de

Diagnóstico

esgoto foram classificadas como retorno pontual, alocando o retorno na localização de lançamento do efluente tratado.

Quanto ao retorno difuso, os valores foram distribuídos na área do município onde não há rede de esgoto, alocando-os nas microbacias. Isso permitiu estimar, principalmente nos córregos urbanos, o aumento do valor Q95 e identificar quais bacias seriam impactadas pelo esgoto bruto. É importante destacar que esse processo resultou em um aumento significativo do valor Q95 em várias microbacias, especialmente aquelas relacionadas aos córregos urbanos de Cuiabá e Várzea Grande, conforme previsto. Além disso, vale ressaltar que o retorno difuso se refere ao esgoto não tratado.

A Figura 59 ilustra o balanço hídrico na bacia, demonstrando que a maioria das microbacias registra níveis de consumo de água variando de 0 a 5% da Q95 (representado pela cor verde). Esse padrão é especialmente comum em áreas com predominância da atividade pecuária.

Por outro lado, há diversas microbacias situadas na área rural onde foram estimados elevados valores de consumo da Q95, representado pelas cores de conflito, muito crítico e crítico. Essas microbacias, na grande maioria, apresentam pequenos afluentes dos principais corpos hídricos com características de cabeceiras e uma intensa presença da piscicultura. Nessas bacias, ressalta-se a preocupação comum a equipe de técnicos responsáveis pela elaboração desse plano, no que se refere à representação da realidade diante da ausência de dados cruciais para a elaboração fidedigna das estimativas desse setor, especificamente. As microbacias que apresentaram uma piscicultura com menor intensidade, se concentraram, por sua vez, principalmente, nas categorias de confortável e preocupante.

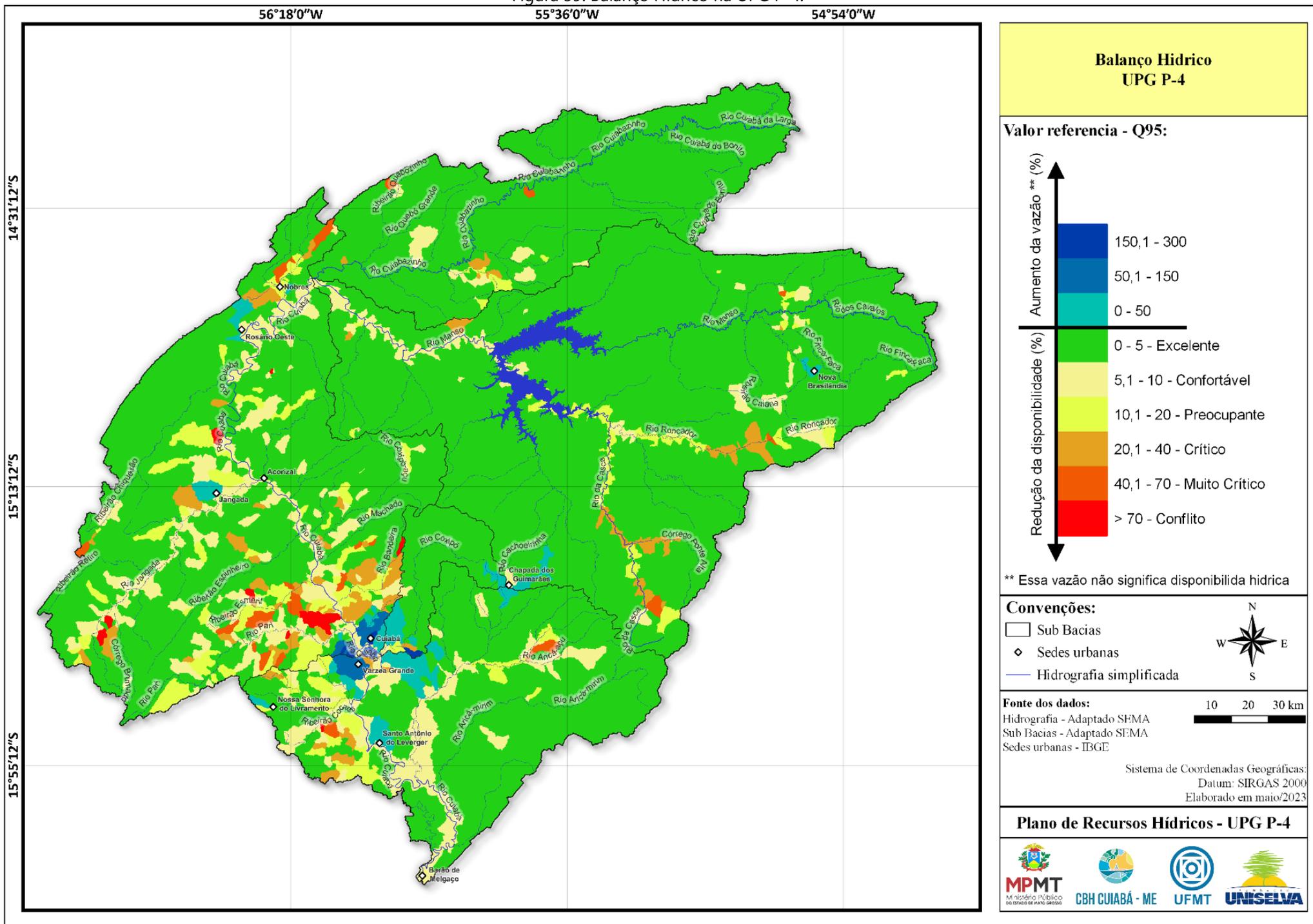
Na região leste da bacia na Sub bacia Manso, mais especificamente em um dos afluentes do Rio Casca, no Rio Casca e no Rio Roncador, se destaca a presença de pivôs de irrigação, que possuem outorga para utilização de água. No entanto, caso esses pivôs sejam utilizados simultaneamente, existe a possibilidade de comprometer momentaneamente a disponibilidade

Diagnóstico

hídrica Para essa situação, em particular, devido à ausência de dados, é importante uma análise mais aprofundada e acompanhamento.

A Figura 59 apresenta o mapa da espacialização das estimativas do balanço hídrico.

Figura 59. Balanço Hídrico na UPG P-4.



Diagnóstico

A Tabela 5 apresenta os valores estimados de consumo acumulado até o exutório da sub bacia.

Tabela 5. Estimativa de consumo até o exutório das sub bacias da UPG P-4.

Sub Bacia	Corpo Hídrico	Consumo acumulado [m ³ /s]	Consumo Percentual da Q95 [%]	Q95 da localidade [m ³ /s]
Alto Cuiabá	Rio Cuiabazinho	0,15	1,57	9,59
Médio Cuiabá	Rio Cuiabá	7,62	7,80	97,72
Baixo Cuiabá	Rio Cuiabá	9,32	7,29	127,79
Manso	Rio Manso	3,36	5,65	59,46
Coxipó	Rio Coxipó	0,43	9,14	4,75

Fonte: PRH UPG P4 (2023).

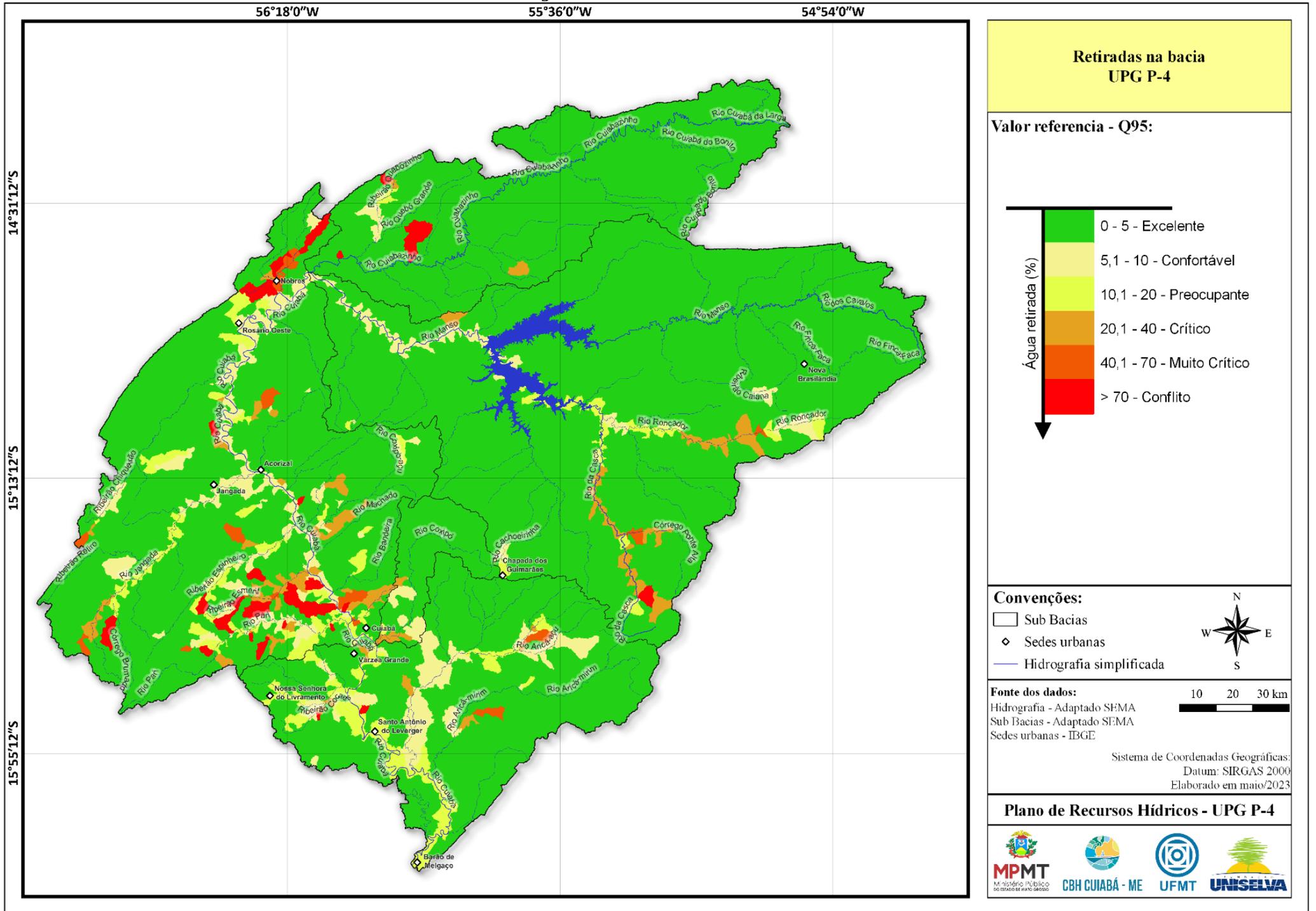
A Figura 70 apresenta o mapa das retiradas estimadas utilizadas no balanço hídrico, possibilitando identificar visualmente os pontos com elevado índice de retorno ao comparar com a Tabela 6 os valores estimados de retirada acumulada até o limite da sub bacia. Importante destacar que não foram consideradas as retiradas de água subterrâneas na UPG P4.

Tabela 6. Estimativa de retirada até o exutório das sub bacias da UPG P4.

Sub Bacia	Corpo Hídrico	Retirada acumulada [m ³ /s]	Q95 da localidade [m ³ /s]
Alto Cuiabá	Rio Cuiabazinho	0,30	9,59
Médio Cuiabá	Rio Cuiabá	11,73	97,72
Baixo Cuiabá	Rio Cuiabá	15,654	127,79
Manso	Rio Manso	3,70	59,46
Coxipó	Rio Coxipó	1,04	4,75

Fonte: PRH UPG P4 (2023).

Figura 60. Retiradas na UPG P-4.



Diagnóstico

Por
Eliana Beatriz Nunes
Rondon Lima
Peter Zeilhofer

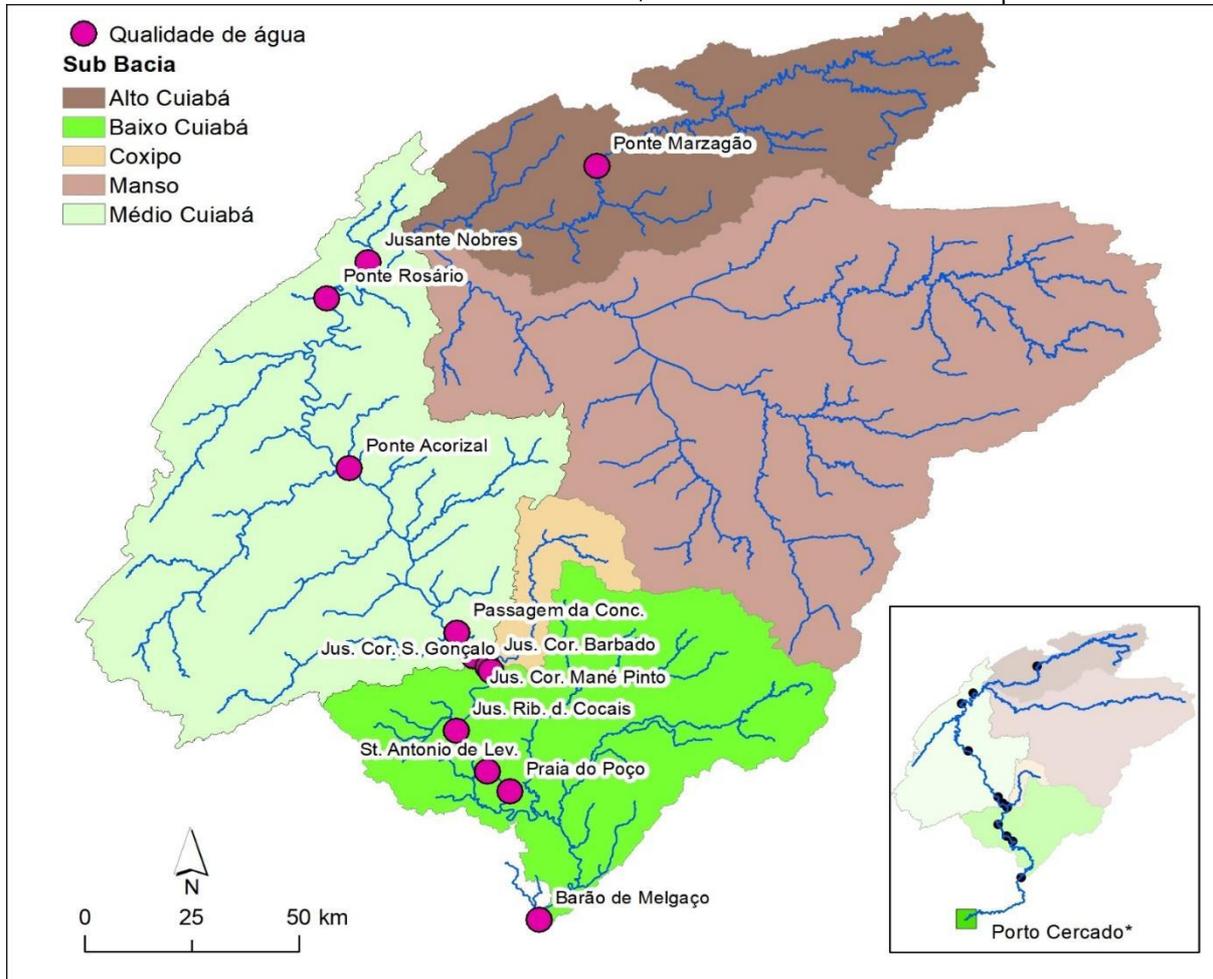
9 Qualidade da Água do Rio Cuiabá

Neste item será apresentada a qualidade da água observada ao longo do rio Cuiabá em 12 (doze) pontos, conforme Figura 61, disponíveis na base de dados do monitoramento da SEMA nos anos de 2003 – 2019, que possui geralmente frequência trimestral. É verificado o comportamento de 9 (nove) variáveis físicas, químicas e microbiológicas, nos períodos de seca e cheia, frente aos processos de uso e ocupação da bacia e da variabilidade climática da região.

Destaca-se que a série temporal refere-se ao período pós barramento do rio Manso e a APM – Manso já se encontrar em funcionamento. Com o empreendimento ocorreu a alteração do regime hídrico do rio Cuiabá. Passa a ter um regime de vazão regularizada influenciada pela vazão de despacho do reservatório do APM Manso, principalmente diminuindo os picos no período chuvoso e aumentando as vazões no período seco.

Diagnóstico

Figura 61. Pontos de Monitoramento nos trechos do Alto, Médio e Baixo Rio Cuiabá no período de 2003-2019



Fonte: Relatório de Monitoramento da SEMA – MT

O Quadro 44 apresenta a listagem das estações analisadas de montante a jusante, seus respectivos códigos de identificação utilizados pela SEMA-MT e suas coordenadas geográficas.

Quadro 44. Estações do monitoramento de qualidade de água da SEMA-MT analisadas (2003-2019). *A estação de Porto Cercado já se encontra fora da UPG P-4, porém representa interferências da mesma sobre o Rio Cuiabá na planície Pantaneira.

Nome Estação	Código Estação	Coordenadas
Ponte Marzagão	CBA134	S 14°32'31,33" W 55°50'50,5"
Jusante Nobres	CBA224	S 14°45'11,10" W 56°19'38,8"
Ponte Rosário	CBA269	S 14°49'58,19" W 56°24'51,0"
Ponte Acorizal	CBA342	S 15°12'16,22" W 56°22'0,60"
Passagem da Conc.	CBA406	S 15°33'53,52" W 56°08'29,83"
Jus. Cor. Mané Pinto	CBA408	S 15°36'58,1" W 56°06'22,53"
Jus. Cor. Barbado	CBA415	S 15°38'25,66" W 56°04'35,18"
Jus. Cor. S. Gonçalo	CBA417	S 15°39'0,21" W 56°04'11,61"
Jus. Rib. d. Cocais	CBA437	S 15°46'51,03" W 56°08'34,59"
St. Antonio de Lev.	CBA453	S 15°52'13,40" W 56°04'36,3"

Diagnóstico

Praia do Poço	CBA464	S 15°54'48,22" W 56°01'47,27"
Barão de Melgaço	CBA561	S 16°11'43,19" W 55°58'7,27"
Porto Cercado*	CBA671	S 16°31'13,17" W 56°22'31,91"

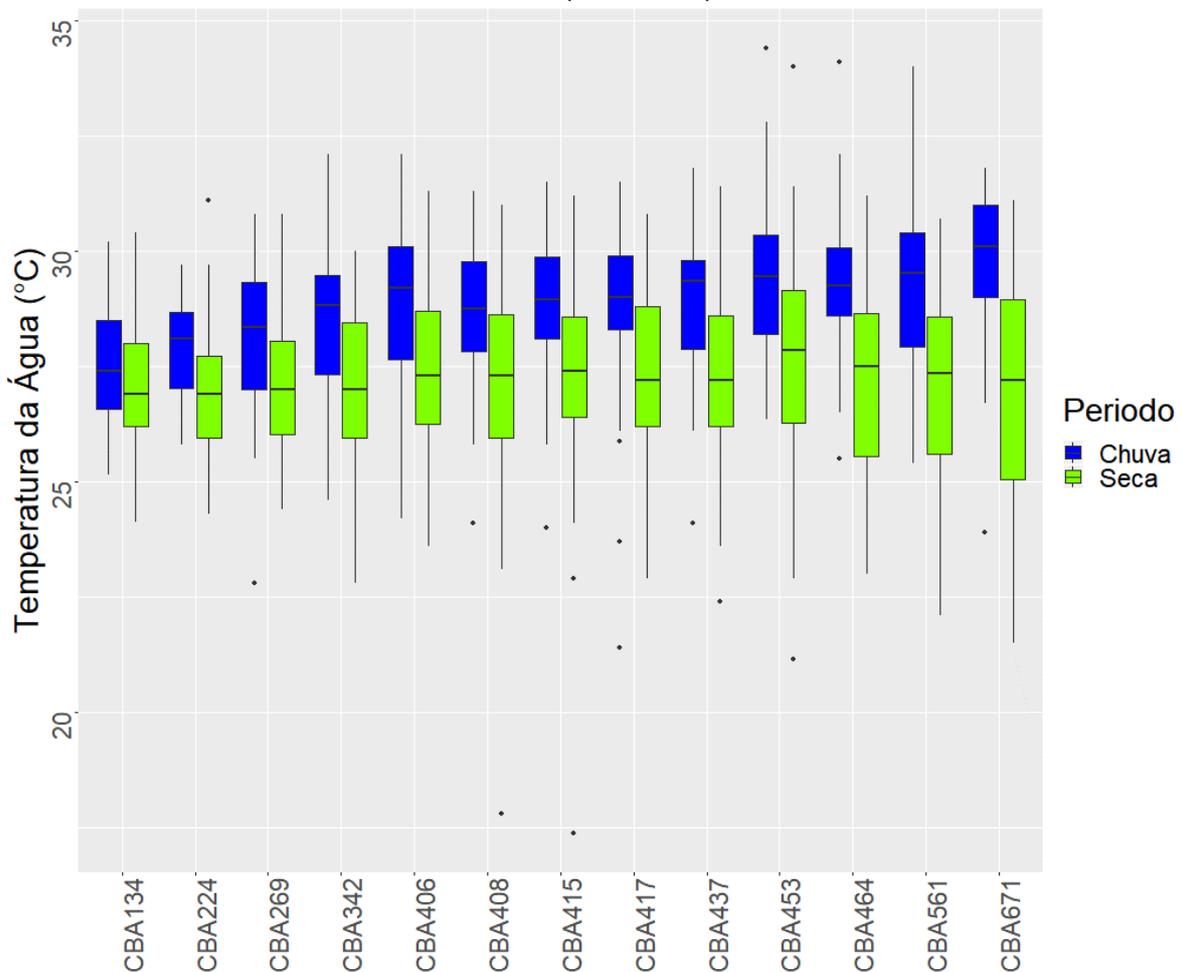
9.1 Temperatura da água

A variação da temperatura da água apresenta sazonalidade bem definida com valores médios superiores no período da chuva (Novembro - Abril) do que no período da seca (Maio-Outubro). Os valores no período chuvoso apresentam valores medianos oscilando de 27° a 30° C. Demonstram, em função da diminuição da altitude Nulo Normal do leito uma tendência de acréscimo, no sentido montante – jusante, conforme Figura 62.

Já no período de seca, os pontos apresentam valores medianos relativamente estáveis ao longo do perfil longitudinal, com uma mediana em torno de 26° C. Supõe-se, que esta relativa estabilidade ocorre em função da entrada de frentes frias com maior frequência e intensidade na parte sul da bacia nesse período. Ocorreram valores trimestrais com valores inferiores a 20° C. Valores similares com variações entre 20° C a 26° C foram verificados por Alencar et al. (2019).

Diagnóstico

Figura 62. Variação da Temperatura da Água nos períodos da Chuva e Seca ao longo do perfil longitudinal do rio Cuiabá (2003 -2019).



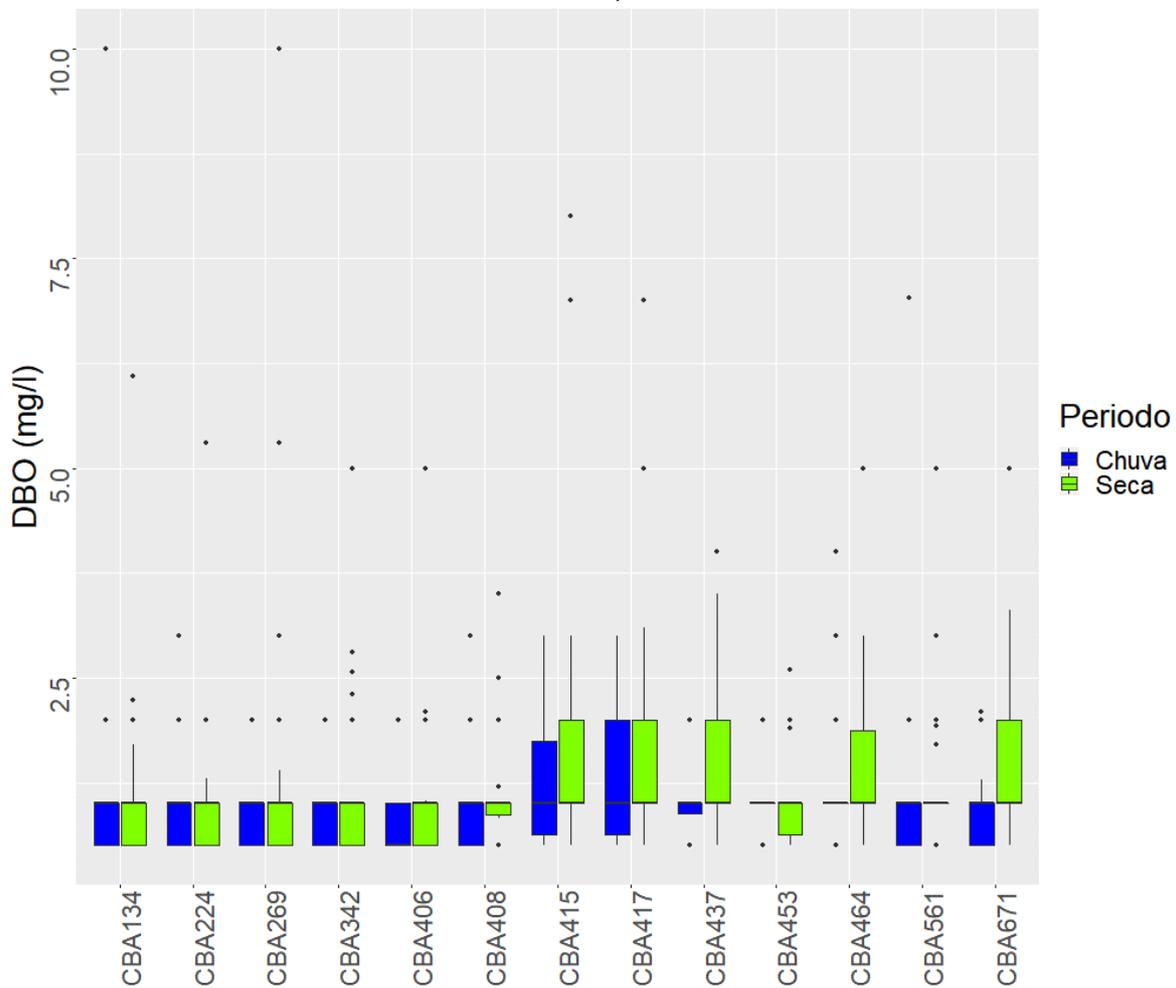
Fonte: Relatório de Monitoramento da SEMA – MT

9.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A análise da variação da DBO nos 12 (doze) pontos, (Figura 63) localizados nas trechos do Alto, Médio e Baixo da Bacia do rio Cuiabá, demonstra que 50% dos valores apresentam concentrações de até 1 mg/l e 75% até 2 mg/l. O restante desse percentual também permanece nos limites da Resolução CONAMA 357/2005 para rios classificados como classe 2, de até 5 mg/l. Percebe-se também, que os pontos localizados próximos aos córregos urbanos das cidades de Cuiabá e Várzea Grande apresentam mais registros próximos a esse limite. Observou-se quatro registros com concentrações acima de 6 mg/l, sendo que o valor acima de 10 mg/l foi verificado nos pontos localizados na cabeceira do rio Cuiabá e na ponte do município de Rosário Oeste, provavelmente decorrente de chuvas.

Diagnóstico

Figura 63. Variação da DBO nos períodos da Chuva e Seca ao longo do perfil longitudinal do rio Cuiabá (2003 - 2019).



Fonte: Relatório de Monitoramento da SEMA – MT

Observa-se também que a variação entre os períodos de seca e cheia não se mostram relevantes e pode-se verificar que há um aumento nas concentrações no sentido montante-jusante, apesar de 90% dos valores apresentarem concentrações abaixo de 3,0 mg/l. Esses valores demonstram que o rio apresenta uma boa qualidade.

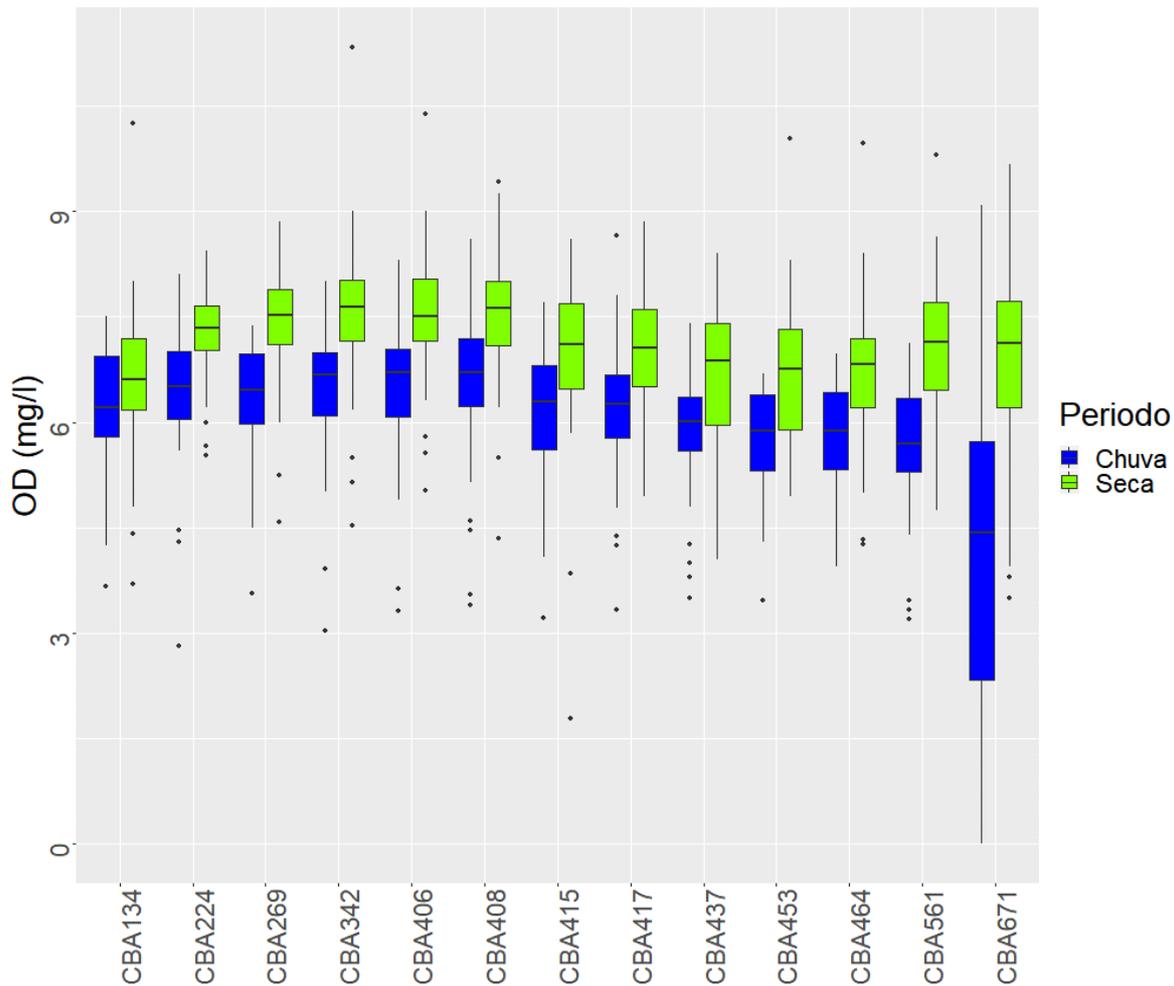
9.3 Oxigênio Dissolvido (OD)

Analisando os teores de OD ao longo dos pontos percebe-se que 25% dos dados apresentam valores inferiores a 5 mg/l. Já 50% dos dados mostram valores acima de 6 mg/l. Pode-se verificar que ocorrem variações entre os períodos de seca e chuva. As maiores concentrações são observadas na seca, em função do acréscimo de oxigênio advindo das corredeiras existentes em trechos do alto e médio do rio. Após uma diminuição do OD na passagem dos perímetros

Diagnóstico

urbanos de Cuiabá/Várzea Grande, o rio apresenta certa recuperação nas concentrações médias. Nesse período 100% das medianas apresentam concentrações superiores a 7,0 mg/l.

Figura 64. Variação do OD nos períodos da Chuva e Seca ao longo do perfil longitudinal do rio Cuiabá (2003 - 2019).



Fonte: Relatório de Monitoramento da SEMA - MT

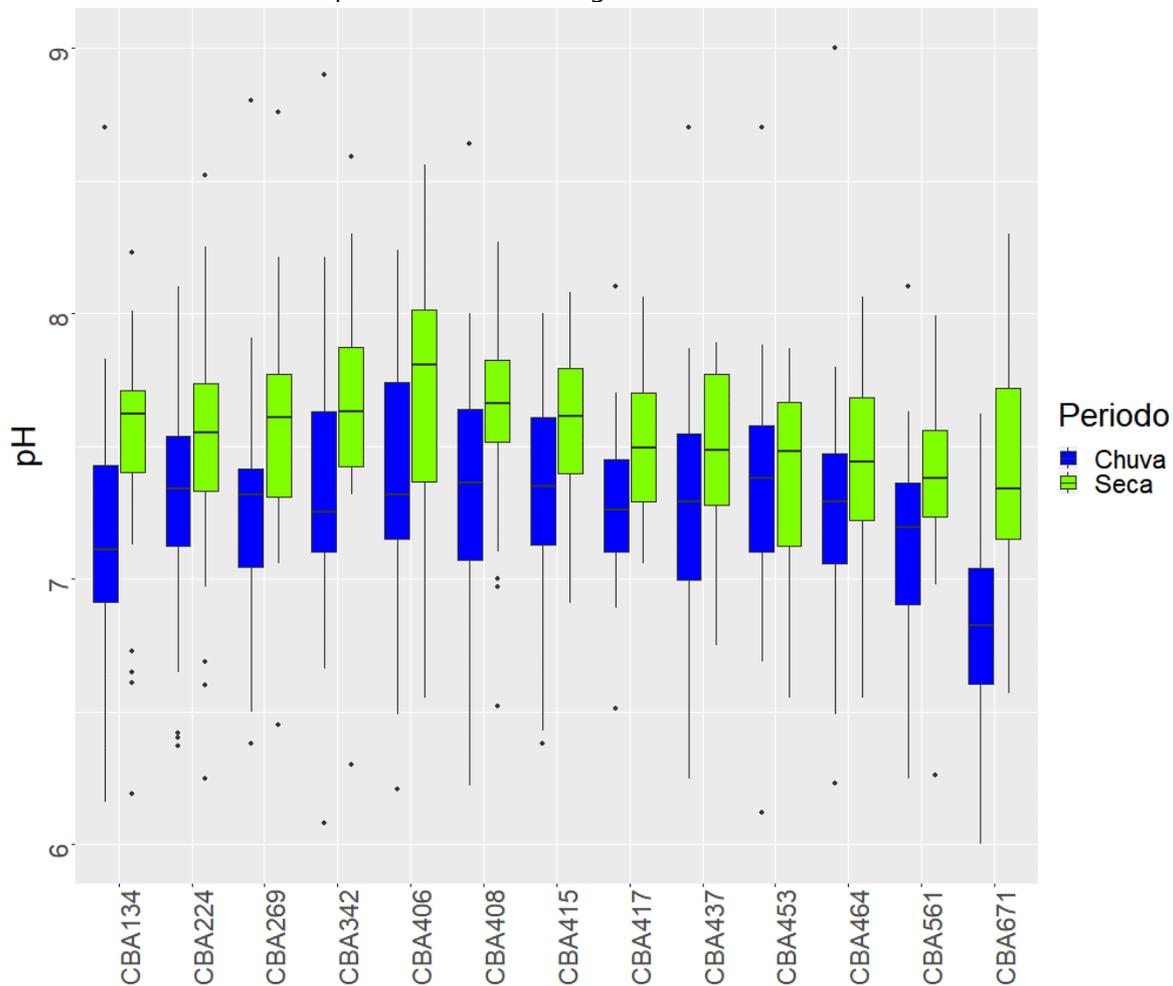
Por outro lado, pode-se observar que no período chuvoso há tendência de decréscimo a partir do ponto "Jus. Cor. Mané Pinto" (CBA408) ainda no início da passagem do rio Cuiabá pelos perímetros urbanos das cidades de Cuiabá e Várzea Grande com valores inferiores a 4 mg/l, principalmente nos pontos que recebem as contribuições dos efluentes domésticos, advindos de lançamento de esgoto in natura ou parcialmente tratado. Ocorrem ainda concentrações inferiores a 3 mg/l em pontos abaixo de Barão de Melgaço, que podem ser relacionados com o processo da "Decoada", fenômeno natural que causa depleção de oxigênio na planície pantaneira (HAMILTON et al. 1995).

Diagnóstico

9.4 Potencial Hidrogeniônico (pH)

No período da seca, as medianas do pH em 90% dos pontos encontram-se acima de 7,5. A Resolução CONAMA 357/2005 define para rio classe 2, valores entre 6,0 a 9,0. Em todos os pontos, as medianas são maiores neste período do que as medianas do período chuvoso que se concentram próximo a 7.

Figura 65. Gráficos Box - Plot da pH dos Pontos ao longo da bacia do rio Cuiabá – Mato Grosso – 2003 -2019



Fonte: Relatório de Monitoramento da SEMA - MT

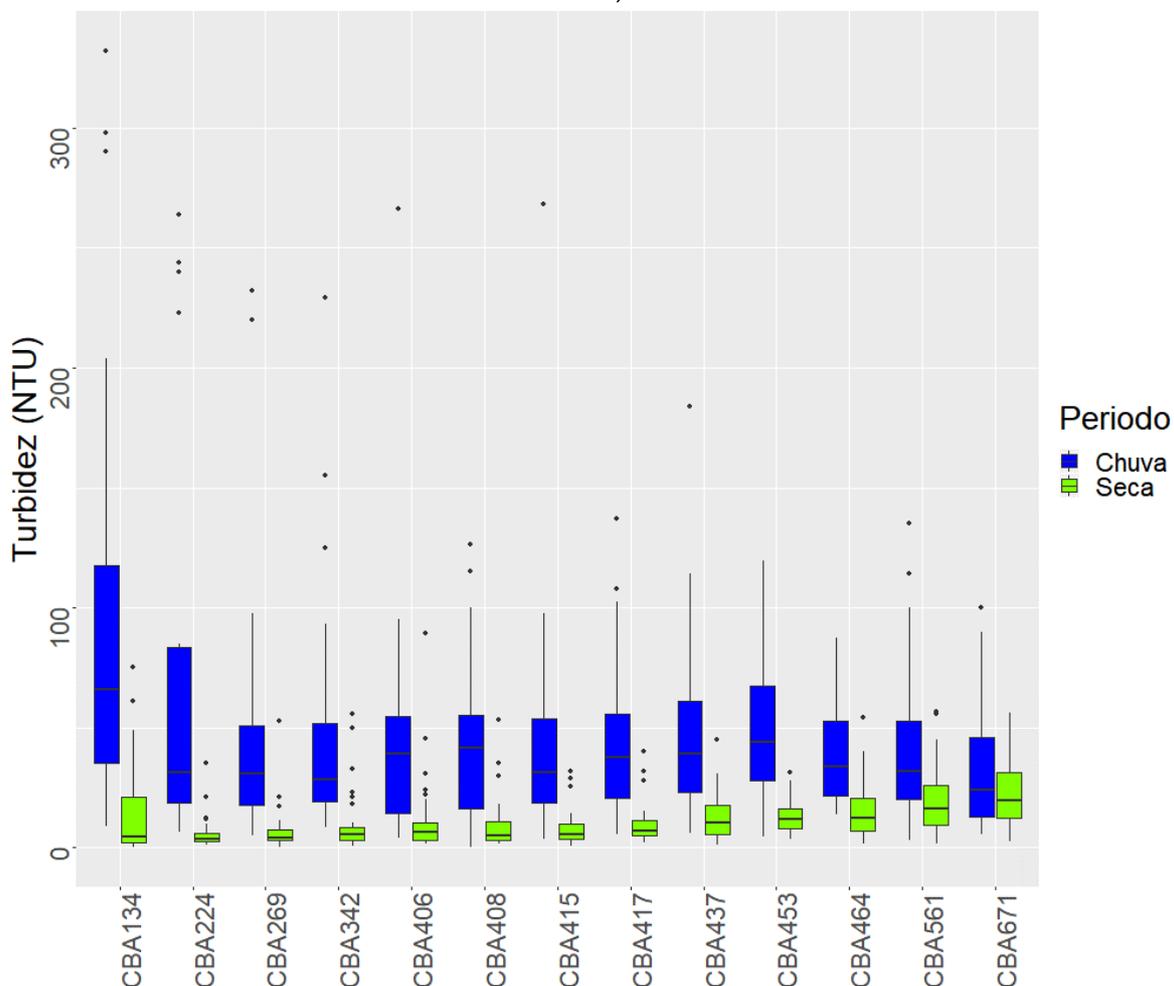
Também se observa que ocorrem alterações no sentido montante – jusante nos dois períodos sazonais. Registros de valores de próximos a 6 (seis) são observados em praticamente todos os pontos do rio Cuiabá. Quando se analisa a variação no sentido montante – jusante percebe-se tendência de queda mais nítida no período da cheia. Em geral, o pH está na faixa entre 6 – 9 sendo considerado, assim, bom para um rio de Classe 2.

Diagnóstico

9.5 Turbidez (NTU)

A turbidez apresenta uma variação marcante em função da sazonalidade, em que medianas abaixo de 10 UT são verificados, quase na totalidade dos pontos, no período de seca. Já no período de chuva, as medianas de turbidez se elevam para uma faixa entre 30 e 50 UT. No ponto mais próximo da cabeceira do rio (CBA 134), a mediana é em torno de 70 UT e registros de turbidez de até 300 UT são verificados. Valores similares foram obtidos por Marchetto et al. (2019), resultados de uma investigação entre os anos de 2011 a 2016, em que a turbidez apresentou concentrações elevadas nos períodos chuvosos. Não se observa tendência clara ao longo do gradiente longitudinal do rio (Figura 66) em nenhuma dos dois períodos climáticos.

Figura 66. Variação da Turbidez nos períodos da Chuva e Seca ao longo do perfil longitudinal do rio Cuiabá (2003 - 2019).



Fonte: Relatório de Monitoramento da SEMA - MT

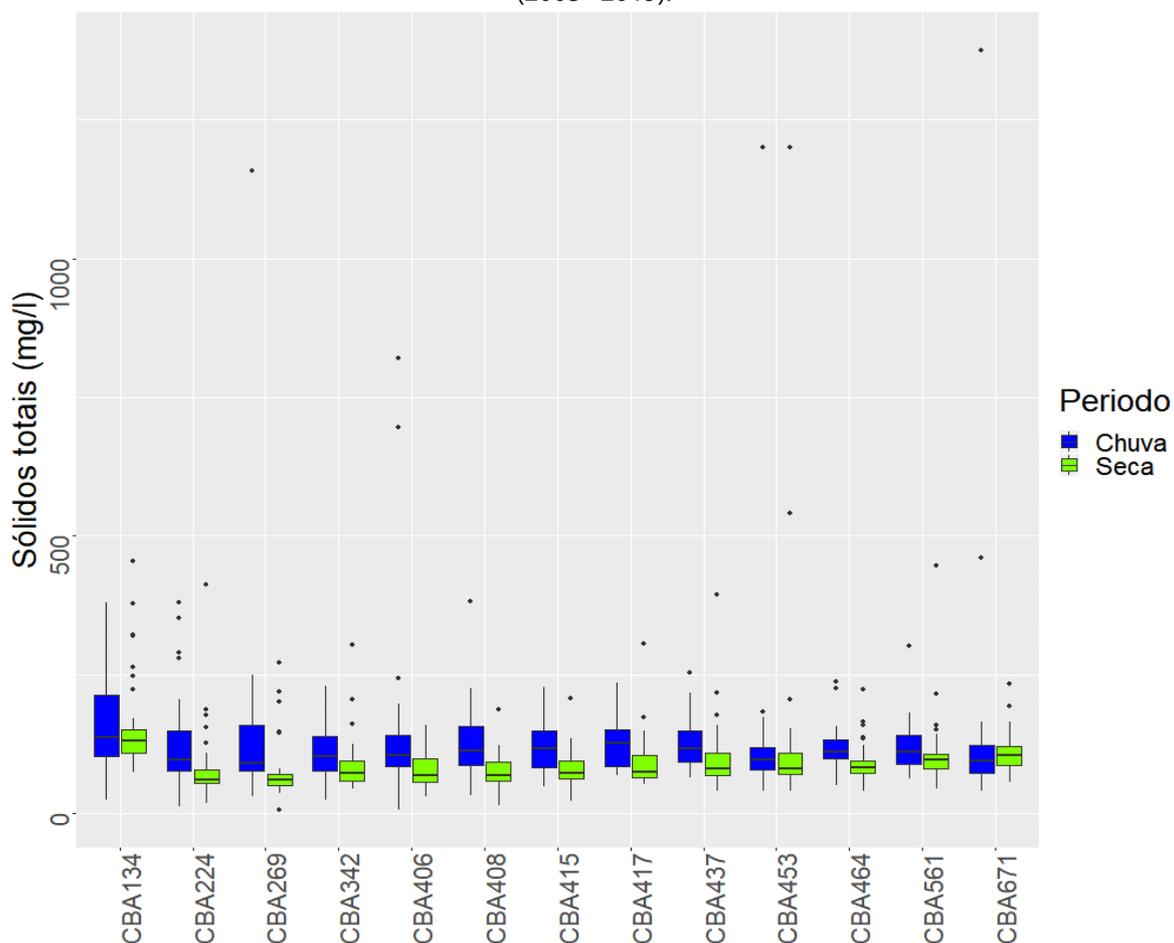
Diagnóstico

Dessa forma, pode se afirmar que os pontos analisados atendem em sua mediana (na junção dos dados dos dois períodos) ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 de até 75 UT, sendo os trechos de cabeceira próximo desse limite.

9.6 Sólidos Totais (ST)

As concentrações dos Sólidos totais apresentam uma sazonalidade marcante, com medianas, no período de seca, inferiores a 100 mg/l e no período de chuva, superior a 250 mg/l. Não se observam tendências ao longo do perfil longitudinal em nenhum dos dois períodos. Já o ponto mais a montante (CBA 134), apresenta medianas de cerca de 100 mg/l. Também foram registrados alguns valores superiores a 1300 mg/l em um ponto mais jusante (CBA 453), localizados no município de Santo Antônio, após a passagem do rio Cuiabá os perímetros urbanos de Cuiabá e Várzea Grande.

Figura 67 . Variação dos Sólidos Totais nos períodos da Chuva e Seca ao longo do perfil longitudinal do rio Cuiabá (2003 -2019).



Fonte: Relatório de Monitoramento da SEMA - MT

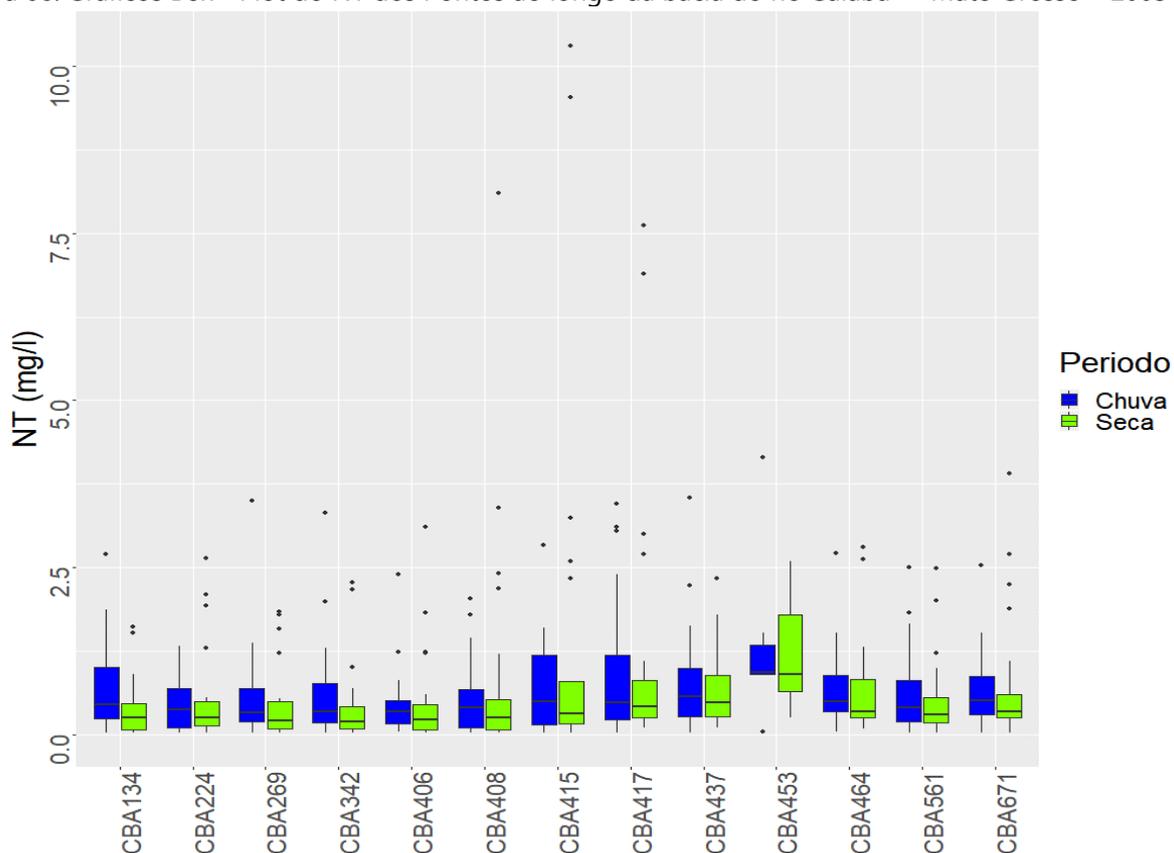
Diagnóstico

Em geral, a concentração dos Sólidos totais varia de 20 a 1400 mg/l. Já a Resolução CONAMA 357/2005 define, apenas, para a fração dos sólidos dissolvidos totais um limite de 500 mg/l para rios de classe 2. Portanto, verifica-se que as concentrações de Sólidos totais estão nos limites normais para corpos de água, considerando que os dados disponíveis (ST) incluem, além das frações dissolvidas, os Sólidos em suspensão.

9.7 Nitrogênio Total (NT)

As concentrações de Nitrogênio total na bacia apresentam variação por período sazonal, com valores medianos maiores no período da chuva do que no período da seca. Mostram ainda um aumento das concentrações durante a passagem nos perímetros urbanos de Cuiabá/Várzea Grande, decorrente dos aportes de cargas de efluentes de esgoto parcialmente tratado ou lançado *in natura* e ou resíduos sólidos dispostos de forma inadequada nos afluentes do rio Cuiabá (CBA408-CBA453). O rio ainda mostra certa capacidade intacta de autodepuração, com abaixamento das concentrações nos dois pontos seguintes a jusante (CBA464, CBA461).

Figura 68. Gráficos Box - Plot do NT dos Pontos ao longo da bacia do rio Cuiabá -- Mato Grosso – 2003 -2019



Fonte: Relatório de Monitoramento da SEMA - MT

Diagnóstico

O Nitrogênio é considerado um dos principais indicadores no processo de eutrofização. Importante destacar que a análise de nitrogênio total neste estudo baseou-se na técnica em que o nitrogênio orgânico e amoniacal são convertidos em amônia, e assim quantificada. A resolução traz que a variação "Nitrogênio amoniacal total", tem que ser analisada, considerando a faixa de variação do pH.

Neste caso, o VALOR MÁXIMO de 2,0 mg/L N, para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$ "; A resolução define também no seu artigo 10 e parágrafo 3 o seguinte:

Art. 10°. Os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência.

§ 3° Para águas doces de classes 1 e 2, quando o nitrogênio for fator limitante para eutrofização, nas condições estabelecidas pelo órgão ambiental competente, o valor de nitrogênio total (após oxidação) não deverá ultrapassar 1,27 mg/L para

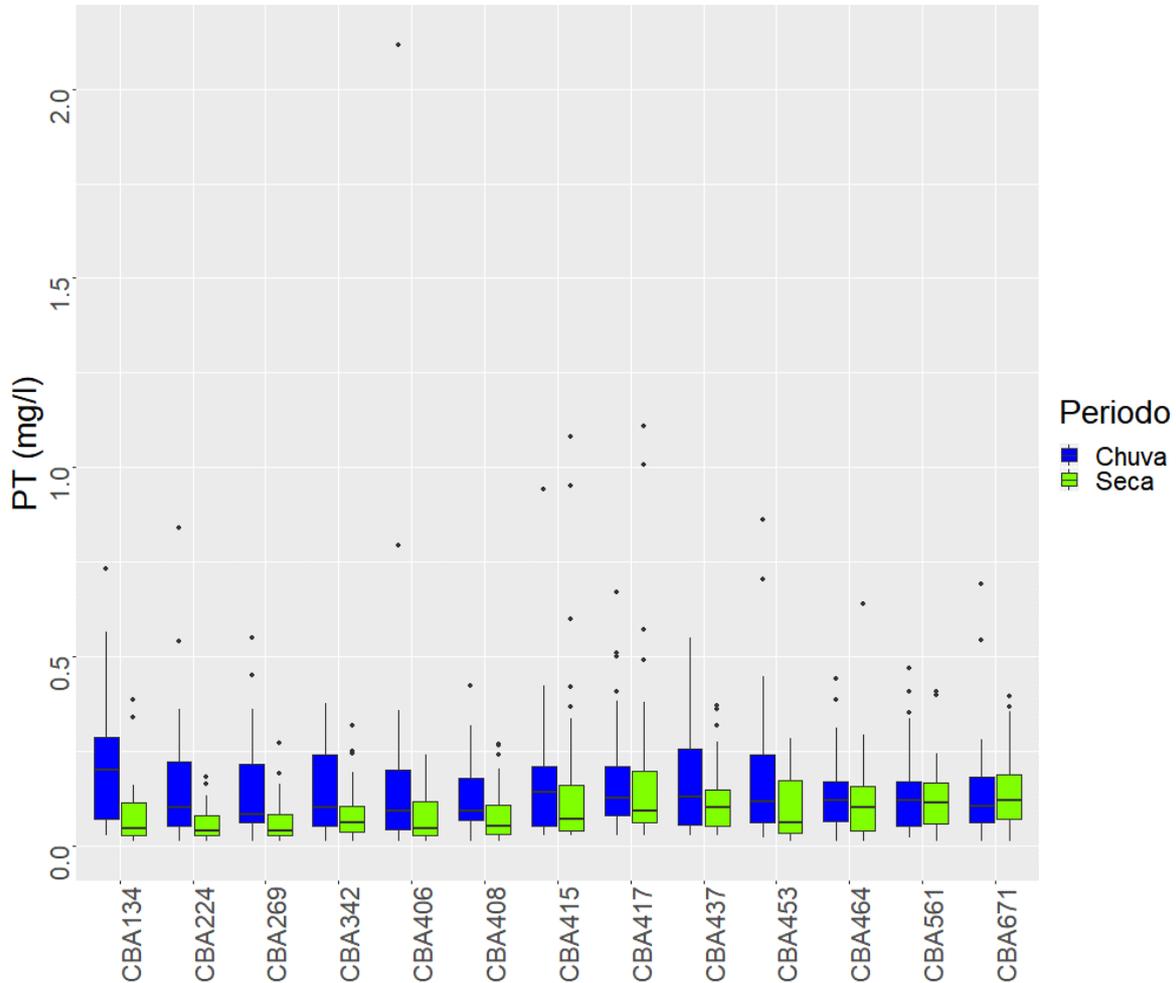
ambientes lênticos e 2,18 mg/L para ambientes lóticos, na vazão de referência, como é o caso do rio Cuiabá. Apesar das medianas ficarem abaixo desse limite tem diversas amostras em todos os pontos que extrapolam o mesmo. Sugerindo aí, o efeito das cargas difusas, provenientes das pisciculturas, que se estendem por toda a bacia.

9.8 Fósforo Total (PT)

A variação do Fósforo total nos pontos da bacia apresenta um comportamento definido por período sazonal. No período da seca todas medianas até o ponto CBA417, ficam abaixo do limite da Resolução CONAMA 357/2005 de 0,1 mg/l. Os pontos a jusante ficam no limite ou ligeiramente superior. Já no período chuvoso, na maioria dos pontos a mediana extrapola o limite. Se verifica também em quase todos os pontos valores máximos superiores a 0,5 mg/l e, em pontos do perímetro urbano, registros superiores a 1,0 ou até 2,0 mg/l no CBA406, localizados no início da zona urbanas das cidades de Cuiabá e Várzea Grande, na passagem da Conceição. Dados obtidos por Alencar et al. (2019) apontam que nos pontos do período urbano das cidades de Cuiabá e Várzea Grande as concentrações variaram entre 0,05 e 0,44 mg/l.

Diagnóstico

Figura 69. Variação do PT nos períodos da Chuva e Seca ao longo do perfil longitudinal do rio Cuiabá (2003 -2019).



Fonte: Relatório de Monitoramento da SEMA - MT

Não se observa tendência clara ao longo do perfil longitudinal, indicando que concentrações mais elevadas podem ter origem tanto de fontes difusas e pontuais em áreas rurais (atividade agropecuária, piscicultura), tanto de efluentes domésticos e industriais não tratados.

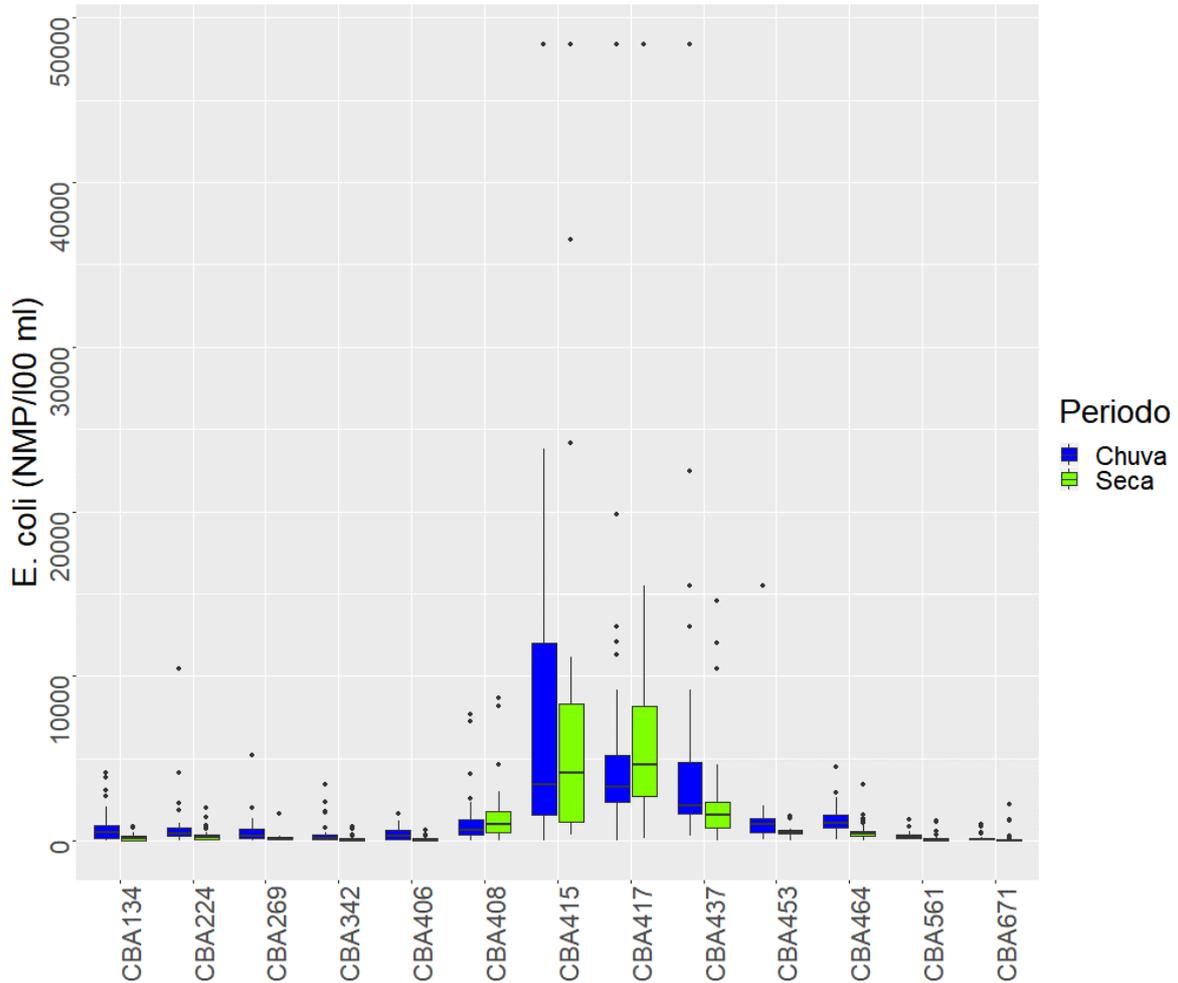
9.9 Escherichia coli (E. coli)

Os números mais prováveis (NMPs) de *Escherichia coli* apresentam fortes variações no perfil longitudinal do rio Cuiabá com valores medianos próximas a 1000 E. coli/100ml nos trechos a montante até o início de perímetro urbano Cuiabá/Várzea Grande (CBA406). Nos pontos a jusante mostram acréscimos sucessivos com medianos máximos em torno de 5000 E. coli/100 ml (CBA415, CBA417) e são registrados valores acima de 40.000. Isto decorre dos lançamentos de esgoto parcialmente tratado ou *in natura*, que chegam pelos afluentes urbanos do rio Cuiabá.

Diagnóstico

Marchetto et al. (2019) verificaram em pontos a montante e a jusante do perímetro urbano dessas cidades uma variação entre 47 – 5330 E. coli/100 ml.

Figura 70. Variação do E. coli nos períodos da Chuva e Seca ao longo do perfil longitudinal do rio Cuiabá (2003 - 2019).



Fonte: Relatório de Monitoramento da SEMA – MT

Considerações Gerais

Os efeitos da urbanização na bacia do rio Cuiabá, ao longo dessas últimas décadas, resultaram na alteração da qualidade da água com implicações nos aspectos ecológicos, de saúde pública, o que provoca a restrição e conflitos de usos, principalmente no que se refere à balneabilidade, à irrigação de hortas da população ribeirinha, e ainda comprometimento na qualidade da água bruta que atende as captações de água dos municípios.

Lima (2001) aponta que os baixos índices de cobertura de coleta e tratamento de esgoto dos municípios de Cuiabá e Várzea Grande, e ainda as limitações das características operacionais dos sistemas de tratamento de esgoto existentes, tornaram os córregos urbanos das cidades em canais preferenciais, condutores de cargas orgânicas de esgoto doméstico para o rio. Tal situação, 22 (vinte e dois) anos após esse estudo, é agravada em função do processo de urbanização, somam-se às cargas de esgotos os resíduos sólidos que correm pelo rio, indo bloquear as captações flutuantes e indo se depositar em pontos do município de Santo Antônio e Barão de Melgaço.

Também se observam, concentrações elevadas de Fósforo Total em toda a extensão do rio Cuiabá, refletindo a contribuição oriunda de fontes diversas que se espalham por toda a bacia.

Diagnóstico

Por
Peter Zeilhofer
Viktor Antal Stringhini

10 Estimativa das concentrações de DBO em função dos usos múltiplo e resultados de monitoramento

10.1 Contextualização

As estimativas foram efetuadas para tentar avaliar os impactos de fontes difusas e pontuais sobre os mananciais da bacia, principalmente no fim do período da seca, quando ocorrem vazões próximas da Q95 junto com a ocorrência das primeiras chuvas, ocasionando o carreamento de diversas substâncias, dentre elas a matéria orgânica acumulada na superfície para os corpos hídricos.

A avaliação da qualidade da água na bacia foi realizada com base em dados primários de monitoramento em 28 (vinte e oito) pontos de amostragem distribuídos em toda bacia, e dados secundários pré processados, como estimativas da retirada de água, do lançamento de cargas de DBO e sua autodepuração, chamado em seguida de "Simulação" (Item 6.2) em condições da vazão Q95.

As estimativas das vazões Q95 foram decorrentes do Banco de Dados da SEMA-MT utilizado para concessão de Outorgas, baseadas em um trabalho de regionalização realizado em 2007.

Para a estimativa, foi principalmente utilizado o modelo matemático de Streeter-Phelps, que permite estudar o fenômeno de autodepuração das cargas poluentes. Devido à falta de informações, fez-se necessário estabelecer algumas convenções e padronizações.

As principais convenções/padronizações utilizadas foram:

- As retiradas ocorrem no começo do trecho, considera o retorno logo após a retirada
- Valores de k_1 de 0,08 para microbacias rurais e 0,25 para microbacias urbanas
- Velocidade média do escoamento nos corpos hídricos de 0,7 m/s
- DBO do rio natural de 1 mg/l
- OD efluente de 0 mg/l
- Vazão e carga dos efluente são constantes

Para fins de validação, as simulações geradas foram comparadas com os dados de monitoramento de DBO5.

Diagnóstico

Ao considerar a distribuição das cargas utilizadas na simulação, foram consideradas as características de cada setor, classificando as cargas como difusas ou pontuais. No caso das cargas difusas, assumiu-se que o retorno ocorre na mesma microbacia de produção das cargas. Já para as cargas pontuais, identificou-se o local específico de retorno.

10.2 Resultado e discussão

A Figura 71 apresenta o resultado da simulação juntamente com a DBO média obtida a partir do monitoramento (dados primários). É possível observar que a maioria das microbacias apresenta faixas de DBO abaixo de 5 mg/l, havendo alguns casos com valores de DBO superiores a 5 mg/l.

Destacam-se as microbacias localizadas na área rural que apresentaram valores de DBO superiores a 5 mg/l. Essas microbacias possuem algumas características em comum, tais como, características de cabeceiras; intenso uso antrópico do solo e valores relativamente baixos de Q95. Nesses casos, a simulação pode estar superestimando as condições reais dos mananciais. Já nas microbacias que possuem áreas urbanizadas, destaca-se a presença de valores acima de 5 mg/l, tanto na simulação quanto no monitoramento. Essa situação era esperada devido principalmente ao lançamento de efluentes urbanos não ou pouco tratados do sistema de esgotamento sanitário e de fontes difusas.

Já nas microbacias que possuem áreas urbanizadas, destaca-se a presença de valores acima de 5 mg/l, tanto na simulação quanto no monitoramento. Essa situação era esperada devido, principalmente, ao lançamento de efluentes urbanos não tratados do sistema de esgotamento sanitário.

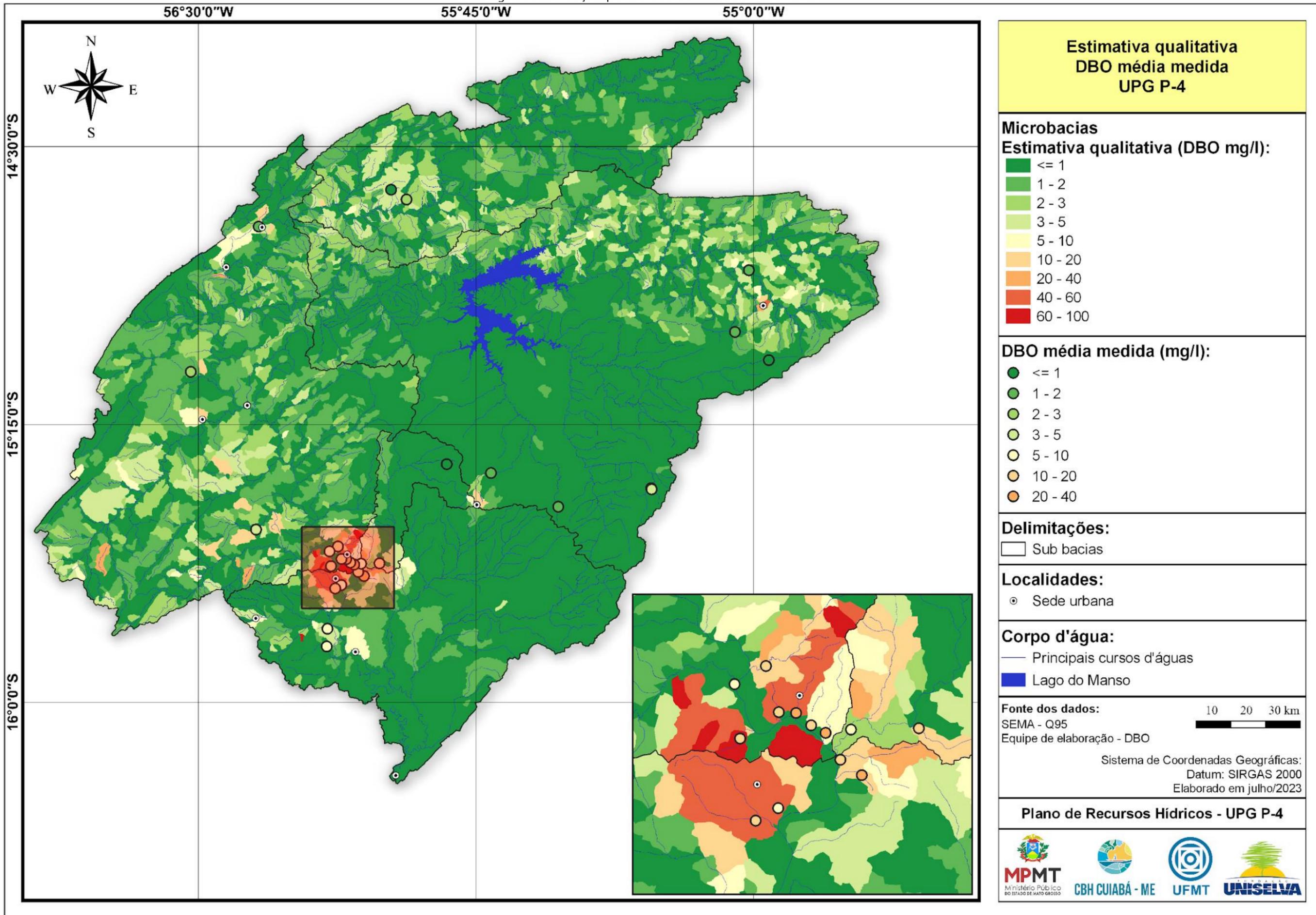
Ao analisar a região urbana de Cuiabá e Várzea Grande, observam-se algumas diferenças mais expressivas entre os valores simulados e monitorados. Acredita-se que isso se deve às estimativas utilizadas na simulação, mais especificamente aos índices de coleta na rede, percentual de fossas e ligações clandestinas no sistema de drenagem pluvial.

Diagnóstico

De forma geral, na simulação, as microbacias localizadas em áreas urbanas com corpos hídricos de baixa vazão exibem valores de DBO superiores a 5 mg/l. No entanto, os valores simulados nas microbacias em Cuiabá demonstraram valores menores em comparação aos valores monitorados. Por outro lado, em Várzea Grande, os valores simulados foram superiores aos valores monitorados.

Em relação às microbacias rurais, inicialmente não foram identificados problemas maiores no monitoramento. No entanto, durante a simulação, foram identificados pontos que sugerem a necessidade de estudos mais aprofundados para verificar a situação atual dos locais mais críticos identificados.

Figura 71. Simulação qualitativa da DBO e DBO média medida.



Diagnóstico

Por
Peter Zeilhofer
Viktor Antal Stringhini

11 Simulação do balanço quali-quantitativo na bacia

11.1 Contextualização

A simulação do balanço quali-quantitativo foi efetuada também para representar a situação mais crítica para bacias de clima semi-úmido do Cerrado, momento que se refere ao fim do período da seca, quando ocorrem vazões próximas da Q95. Na ocorrência das primeiras chuvas é simultaneamente ocasionado o carreamento de diversas substâncias, dentre elas a matéria orgânica acumulada na superfície, para os corpos hídricos devido ao escoamento superficial da água.

A situação quali-quantitativo na bacia foi elaborada utilizando a simulação da qualidade da água (Item - 10) e o balanço hídrico (Item - 8). As informações produzidas nos dois tópicos citados foram agrupadas em faixas, visando realçar trechos / microbacias com possíveis situações críticas.

Os dados qualitativos foram agrupados em 3 (três) grupos seguindo as seguintes regras:

- Muito preocupante = DBO > 10 mg/l
- Preocupante = DBO > 5 mg/l
- Sem preocupação = DBO ≤ 5 mg / l

Os dados quantitativos foram agrupados em 3 (três) grupos seguindo as seguintes regras:

- Muito preocupante = Consumo Q95 > 70 %
- Preocupante = Consumo Q95 ≥ 40% e ≤ 70%
- Sem preocupação = Consumo Q95 < 40%

11.2 Resultado e discussão

A Figura 72 apresenta o resultado da simulação quali-quantitativo, observa-se a predominância de microbacias categorizado como preocupantes oriundas da simulação qualitativa.

As Tabela 7 e Tabela 8 demonstram uma concentração de microbacias com algum grau de preocupação nas sub-bacias do Manso e do médio Cuiabá.

Além disso é notável a diferença quantitativa dos grupos. 897 (oitocentos e noventa e sete) microbacias foram identificadas com algum grau de preocupação em função de um DBO

Diagnóstico

elevado, enquanto somente 32 (trinta e duas) microbacias apresentam um grau de preocupação em termos do balanço quantitativo.

Tabela 7. Quantificação das microbacias por classificação do grupo QUALIDADE.

Sub Bacia	Qualidade			Total Geral
	Muito preocupante	Preocupante	Sem Problema	
Alto Cuiabá	44	99	685	828
Médio Cuiabá	95	233	1.112	1.440
Baixo Cuiabá	18	16	467	501
Coxipó	7	3	95	105
Manso	130	252	1.798	2.180
Total Geral	294	603	4.157	5.054

Fonte: PRH UPG P4 (2023).

Tabela 8. Quantificação das microbacias por classificação do grupo QUANTIDADE.

Sub Bacia	Quantidade			Total Geral
	Muito preocupante	Preocupante	Sem Problema	
Alto Cuiabá		2	826	828
Médio Cuiabá	10	14	1.416	1.440
Baixo Cuiabá	1	2	498	501
Coxipó			105	105
Manso		3	2.177	2.180
Total Geral	11	21	5.022	5.054

Fonte: PRH UPG P4 (2023).

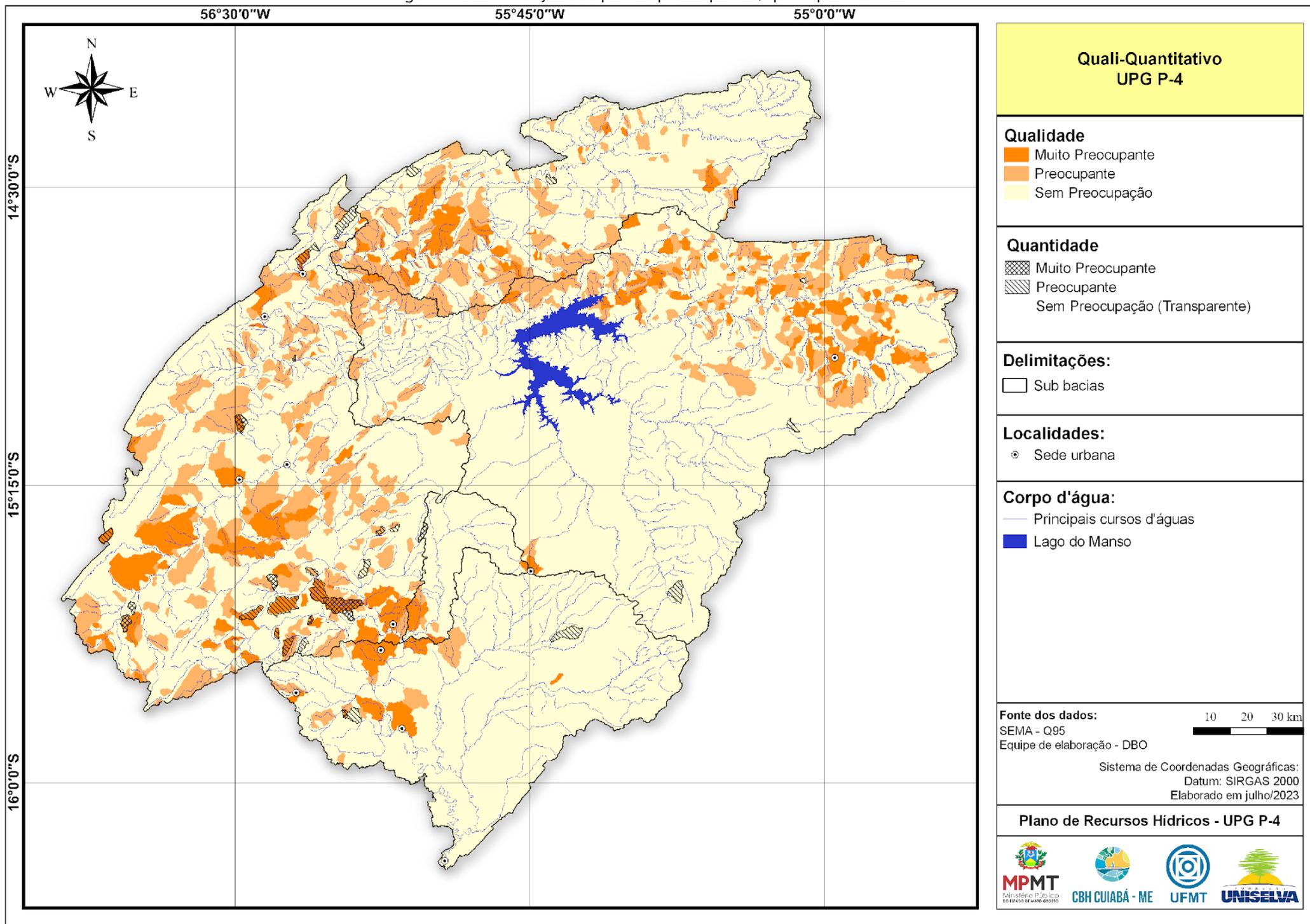
Deve se considerar, entretanto, que o resultado dessa análise tem dois importantes aspectos de incerteza. Primeiramente, a vazão Q95 do estudo contratado pela SEMA-MT (2007) utilizou na sua regionalização os pontos de monitoramento de vazão da ANA, cujas áreas de contribuição variam entre 2300 km² e 28.900 km². Necessariamente, as extrapolações por regressões múltiplas realizadas para estimar as vazões das microbacias dos quais mais do que 42% possuem uma área de contribuição menor de 10 km² possuem um grande viés e geram vazões Q95 > 0 m³/s em microbacias que possuem córregos intermitentes. Isso significa que as cargas de DBO estimadas tendem a ser expressivas quando comparadas às vazões Q95 dessas microbacias, com área de contribuição menor de 10 km².

Espera-se que as previstas simulações com o modelo processual SWAT devam diminuir estas distorções, já que vão ser utilizadas, na sua calibração, também dados do monitoramento

Diagnóstico

iniciado em 2022, que documentaram uma expressiva intermitência de córregos com áreas de contribuição > 50 km², principalmente no oeste da Depressão Cuiabana (Sub-bacias do Médio e Baixo Rio Cuiabá).

Figura 72. Identificação dos pontos preocupantes, quali-quantitativo.



Por
Eliana Freire Gaspar de
Carvalho Dores

12 AGROTÓXICOS E FÁRMACOS NA BACIA DO RIO CUIABÁ

12.1 Introdução

Os agrotóxicos e os fármacos são substâncias orgânicas que podem atingir o ambiente aquático dependendo das características das moléculas, do ambiente, do uso e do descarte. Enquanto os agrotóxicos têm como origem o uso agrícola que é uma atividade econômica importante na área da Bacia do Rio Cuiabá, os fármacos têm uso domiciliar, hospitalar ou veterinário.

Essas substâncias, quando atingem o ambiente aquático, normalmente o fazem em concentrações da ordem de $\mu\text{g/L}$ ou ng/L , o que implica na necessidade de uso de técnicas analíticas muito sensíveis para detectá-los.

A ocorrência de agrotóxicos em água tem sido extensamente relatada na literatura científica enquanto os fármacos só recentemente foram considerados como potenciais poluentes aquáticos.

Quando presentes na água, dependendo da concentração, essas substâncias podem tanto causar efeitos sobre os organismos aquáticos, como podem ser nocivos à saúde humana se não forem removidos por processos de tratamento antes do consumo.

No Brasil, duas legislações principais apresentam limites de concentrações de agrotóxicos em água: a Resolução CONAMA n. 357 de 2005 (BRASIL, 2005) (que estabelece a concentração limite de alguns agrotóxicos em água superficial em função da classe de uso da água) e a Portaria GM/MS n. 888 de 2021 (BRASIL, 2021) (que estabelece o padrão de potabilidade da água de consumo humano). Entretanto, não há limites legais estabelecidos para fármacos em água.

12.2 Entrada de agrotóxicos no ambiente aquático superficial

Após ter contato com o solo ou a planta, ocorrem vários processos físicos, químicos e biológicos que determinam o comportamento ambiental dos agrotóxicos. De acordo com Spadotto *et al.* (2010), a dinâmica dos agrotóxicos no solo é governada pelos processos de

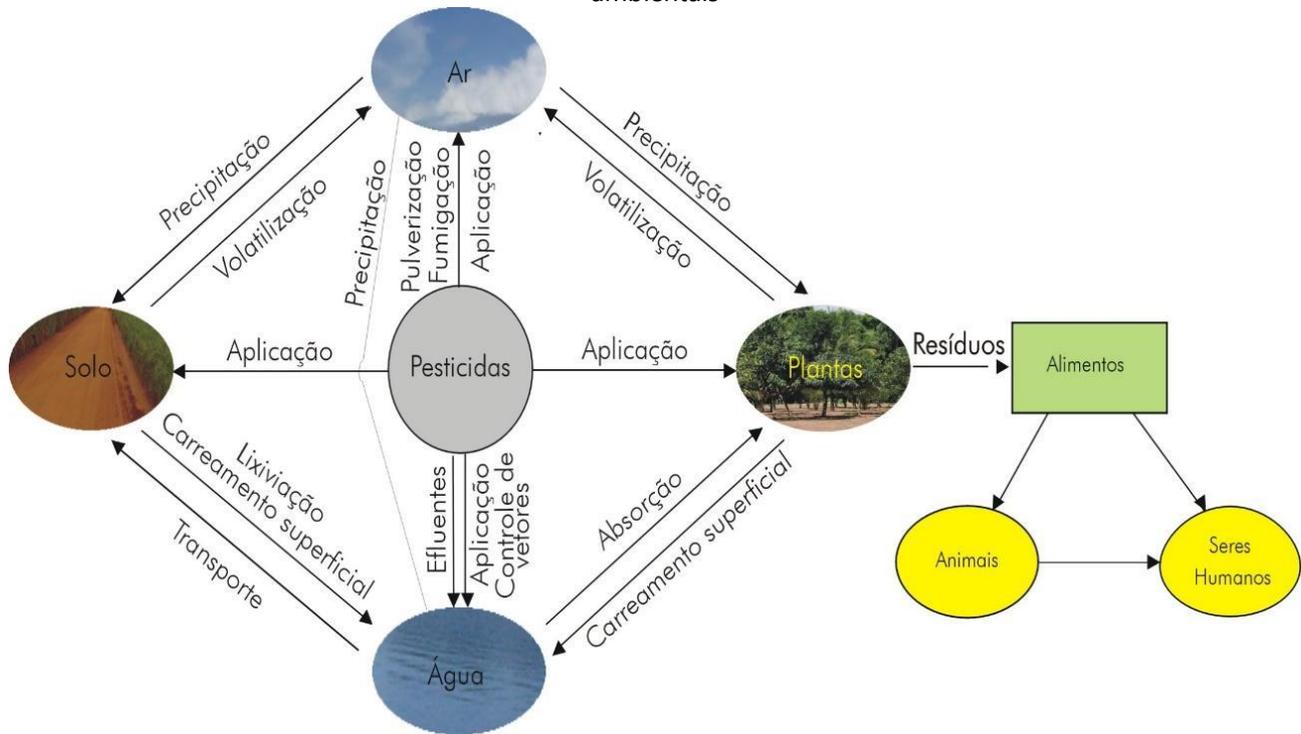
retenção, transformação, transporte e pela interação entre esses processos, que por sua vez dependem largamente das propriedades físico-químicas das moléculas, características físicas do ambiente (relevo, tipo de solo e clima) bem como das práticas culturais.

O conhecimento sobre os processos de transporte de agrotóxicos no ambiente é essencial para orientar a elaboração de planos de gerenciamento. A variedade de agrotóxicos usados de diferentes classes químicas leva à interação também extremamente variável com os diferentes compartimentos ambientais.

O transporte dos agrotóxicos pode ocorrer de diversas formas, incluindo migração com a água (dissolvido ou associado ao material em suspensão), no solo (adsorvido às partículas) ou na forma de vapor (SCHNOOR, 1992). Dentre os processos de transporte entre os compartimentos ambientais (Figura 1), o movimento do solo para a água via carreamento superficial e/ou lixiviação é o mais importante.

O carreamento superficial é o movimento dos agrotóxicos ao longo da superfície do solo promovido pela chuva ou água de irrigação em direção a rios, lagos e outras áreas nos pontos mais baixos das vertentes. Esse processo constitui a principal rota de contaminação dos ambientes aquáticos superficiais e pode ocorrer tanto com as moléculas dos agrotóxicos associadas às partículas em suspensão como dissolvidas nas águas (WAUCHOPE, 1978).

Figura 73. Esquema dos processos responsáveis pela movimentação de agrotóxicos entre os compartimentos ambientais



O transporte por carreamento superficial associado ao particulado é fortemente influenciado pela retenção das moléculas no solo, denominada de forma geral de sorção e que por sua vez depende principalmente do conteúdo de matéria orgânica e da textura do solo bem como da estrutura da molécula do agrotóxico. A propriedade usada para quantificar esse processo é o coeficiente de sorção ao carbono orgânico K_{oc} . Quanto maior a sorção, maior o potencial de transporte associado ao material em suspensão (ARORA, 2010).

Dabrowski *et al.* (2002), estudando a aplicação de modelos de estimativa de carreamento superficial, enfatizaram que as principais características de uma bacia que determinam a chegada ao ambiente aquático são presença e largura de vegetação marginal, presença de processos erosivos e declividade.

Assim, a adoção de práticas de conservação do solo tais como plantio direto e cultivo mínimo associadas à conservação da vegetação marginal dos cursos d'água pode ser uma boa

alternativa para a redução do carreamento superficial e, além disso, tem impactos positivos sobre a fertilidade do solo.

Uma outra propriedade da molécula que é muito importante para a avaliação de impactos potenciais ao ambiente é a persistência¹.

Moléculas pouco persistentes apresentam menores riscos de modo que grande parte dos agrotóxicos com uso proibido no Brasil são aqueles que se degradam lentamente como os agrotóxicos organoclorados.

Outra rota que leva ao transporte de agrotóxicos para fora do seu local de aplicação e

Dentre os fatores que contribuem para a sustentabilidade dessas práticas está a manutenção de resíduos vegetais e a utilização reduzida de maquinários agrícolas implicando em alta eficiência na redução da erosão hídrica com menor perda de solo, nutrientes e agrotóxicos pelo carreamento superficial (PINHO *et al.*, 2008; LOCKE *et al.*, 2008).

que pode ser mais importante em regiões tropicais do que em regiões temperadas é o movimento pela atmosfera. A volatilização de agrotóxicos aumenta em altas temperaturas e alguns estudos que analisaram agrotóxicos em águas de chuva em Mato Grosso detectaram concentrações significativas próximo a áreas agrícolas (NOGUEIRA *et al.*, 2012), indicando a ocorrência do transporte aéreo.

12.3 Entrada de fármacos no ambiente aquático superficial

Os fármacos estão dentro da categoria dos poluentes denominados emergentes devido à recente detecção dessas substâncias em água. As primeiras indicações da ocorrência de fármacos em água data da década de 70 (NOVÁK *et al.*, 1973; HIGNITE; AZARNOFF, 1977). O

¹ A persistência no ambiente depende das vias de degradação da molécula que pode ocorrer por via química (oxidação, redução, hidrólise ou fotólise) ou por via biológica (geralmente mediada por bactérias ou fungos). Propriedades do ambiente tais como temperatura, umidade e teor de matéria orgânica do solo são fatores que também influenciam na persistência no ambiente. A degradação de uma molécula pode ser completa levando à sua mineralização ou parcial produzindo intermediários que são denominados metabólitos. Esses metabólitos podem ser eventualmente tão ou mais tóxicos do que a molécula original e ainda muito persistentes.

desenvolvimento de técnicas analíticas mais sensíveis permitiram a detecção desses poluentes emergentes que ocorrem geralmente na concentração da ordem de ng/L devido ao processo de diluição que acontece ao atingirem grandes volumes de água.

Desde então têm sido desenvolvidos estudos ao redor do mundo visando identificar a extensão dessa potencial fonte de poluição das águas (NANTABA *et al.*, 2020). Entretanto, ainda há a necessidade de muitos estudos relacionados principalmente ao entendimento da dinâmica dessas substâncias no ambiente e aos potenciais efeitos para organismos aquáticos e seres humanos (DAVEY *et al.*, 2022).

No Brasil, os primeiros estudos reportando a ocorrência de fármacos em água foram desenvolvidos na cidade do Rio de Janeiro na década de 90 (TERNES *et al.*, 1999; STUMPF *et al.*, 1999).

Devido à carência de dados toxicológicos conclusivos (LIMA *et al.*, 2017) ainda não existem padrões de referência nacionais ou internacionais relacionados a concentrações que não ofereçam riscos às comunidades aquáticas e à saúde humana.

Em áreas urbanizadas, o esgoto doméstico (por meio de fezes e urina bem como descarte direto de medicamentos), indústrias e hospitais são as principais fontes de fármacos para o sistema de esgotamento urbano podendo-se citar também o descarte de resíduos sólidos. Nas áreas periurbanas, as principais fontes são o escoamento superficial de áreas de pecuária e aquicultura (BAVUMIRAGIRA *et al.*, 2022; SUNDARARAMAN *et al.* 2022).

*Uma das grandes preocupações relacionadas com a ocorrência de fármacos em águas é a ineficiência dos sistemas de tratamento convencionais para abastecimento humano em remover os resíduos dessas substâncias (SUNDARARAMAN *et al.* 2022).*

O estudo da dinâmica e destino de fármacos no ambiente ainda é restrito também. Ao contrário dos agrotóxicos que para terem seu uso autorizado necessitam passar por extensivos estudos de comportamento ambiental, toxicológicos e ecotoxicológicos, os fármacos passam somente por estudos toxicológicos para seres humanos e eficiência no tratamento de doenças.

Da mesma forma que outros poluentes orgânicos, uma vez que atinjam o ambiente aquático, os fármacos podem passar por uma série de processos, tais como, sorção ao material particulado, degradação química ou biológica, fotodegradação, processos estes que levam a uma redução da concentração ao longo do tempo. O grau com que cada um dos processos ocorre é influenciado pelo tipo de fármaco e sua estrutura química bem como pelo fatores ambientais tais como intensidade de radiação solar, profundidade do corpo d'água, teor de matéria orgânica, química da água, propriedades do sedimento e tipo e abundância de organismos. Dependendo da complexa interação entre esses fatores, os compostos farmacêuticos podem ser mineralizados, parcialmente degradados ou permanecerem intactos se forem resistentes à degradação. Bavumiragira *et al.* (2022) traz uma revisão sobre o comportamento ambiental dos fármacos e apresenta as propriedades disponíveis de um grupo de fármacos que determinam seu comportamento ambiental.

Os agrotóxicos organoclorados, de uso proibido na Europa e Estados Unidos na década de 70 e na agricultura no Brasil desde 1985, devido principalmente à sua elevada persistência e potencial de bioacumulação, ainda podem ser encontrados em diversos compartimentos ambientais no Brasil.

(CORBI *et al.*, 2006; TORRES *et al.*, 2002; DEL GRANDE *et al.*, 2003; SILVA *et al.*, 2008; DIAS *et al.*, 2013; de SOUZA *et al.*, 2008)

Esses agrotóxicos pertencem a um grupo de substâncias incluídas na Convenção Estocolmo, documento este ratificado por 181 países que propõe um esforço conjunto para eliminação/redução do uso dessas substâncias

(UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2017).

Não é possível generalizar informações sobre o comportamento ambiental dos fármacos, assim como mencionado para o caso dos agrotóxicos, pois são substâncias com propriedades estruturais e químicas muito variáveis fazendo com que seu comportamento também ocorra de maneira muito diversa.

12.4 AGROTÓXICOS NA BACIA DO RIO CUIABÁ

12.4.1 Ocorrência de agrotóxicos com uso não autorizados na Bacia do rio Cuiabá

Apesar do uso de agrotóxicos organoclorados na agricultura estar proibido no Brasil desde 1985, o DDT foi usado em campanhas de saúde pública para controle de vetores transmissores da malária até 1997 (DORES *et al.*, 2003]. Somente o endosulfam teve seu uso autorizado até julho de 2013 uma vez que sua persistência é bem menor do que dos demais organoclorados.

Embora não haja programas de monitoramento contínuo destes agrotóxicos no Brasil, particularmente na região Centro-Oeste, alguns estudos pontuais detectaram organoclorados em água e sedimentos na Bacia do Alto Paraguai, seja nas regiões mais elevadas (planalto ou transição planalto-planície) seja em áreas de planície (LAABS *et al.*, 2002; TROLI, 2004; MIRANDA *et al.*, 2008; POSSAVATZ, 2012).

Particularmente na Bacia do rio Cuiabá na área da UPG P4, Troli (2004) detectou os isômeros o,p'-DDE e p,p'-DDE nas concentrações de 6,3 e 14,7 µg/L, respectivamente, em água em dezembro de 2002 na região da Fazenda São João próxima de Porto Cercado. O DDE é um metabólito do inseticida DDT e apesar de seu uso proibido ainda é detectado em amostras ambientais em diversas regiões do mundo devido à sua elevada persistência. A Resolução CONAMA n. 357 de 2005 (BRASIL, 2005) estabelece para cursos d'água classe II o limite de 0,002 µg/L para a soma de DDE e DDT, limite este muito inferior às concentrações detectadas por Troli (2004).

Ainda na Bacia do rio Cuiabá, Possavatz (2012) detectou endosulfam sulfato, principal metabólito do endosulfam na concentração de 5,7 µg/kg em uma amostra de sedimento coletada próximo a Rosário Oeste em janeiro de 2012 durante um monitoramento de agrotóxicos por período de 24 meses.

As concentrações detectadas de agrotóxicos organoclorados encontram-se no **Apêndice**

A.

Laabs *et al.* (2002), Troli (2004), Miranda *et al.* (2008), Possavatz (2012) e De Sena (2013) detectaram organoclorados em outras bacias dentro da Bacia do Alto Paraguai mas também com baixa frequência e com detecção eventual.

No estudo desenvolvido por Laabs *et al.* (2002), foram analisados 5 (cinco) organoclorados e 2 (dois) metabólitos em água e sedimento em amostras coletadas em tributários do rio São Loureço e no próprio rio São Lourenço, em áreas de planalto, e no rio Cuiabá na foz do Rio Mutum no período de novembro de 1999 a março de 2000. Os autores não detectaram nenhum dos organoclorados de uso não autorizado em água mas detectaram p,p'-DDT e p,p'-DDE em amostras de sedimento tanto em pontos de planalto como de planície com concentrações ligeiramente mais elevadas na planície indicando potencial de acumulação. O endosulfam, que ainda tinha uso autorizado no período do estudo mencionado, foi detectado em águas de córregos e de rios na região de planalto próximo a áreas agrícolas em menos de 14% das amostras e endosulfam sulfato em 50% das amostras de águas de rio nas regiões de planalto e em 10,5% nas amostras de água coletadas em áreas de planície. Em amostras de sedimento endosulfam beta e endosulfam sulfato foram detectados somente nas amostras de planalto.

Troli (2004) analisou 16 (dezesesseis) organoclorados (dez agrotóxicos e seis metabólitos) em 66 (sessenta e seis) amostras de água e 64 (sessenta e quatro) de sedimento de leito coletadas em 2002/2003 e diversos pontos na bacia do Alto Paraguai. Em água, o autor detectou somente heptacloro epóxido (um metabólito do heptacloro) em 5 (cinco) amostras em concentrações que variaram de 0,15 a 0,62 µg/L e os isômeros o,p- e p,p'-DDE em concentrações variando de 0,78 a 14,65 µg/L. Não foi detectado nenhum organoclorado em pontos localizados na planície pantaneira, distantes das áreas agrícolas. Tanto o DDE como o heptacloro epóxido são metabólitos com elevada persistência no ambiente.

Miranda *et al.* (2008) analisaram aldrim, dieldrim, endrim, endosulfam alfa e beta, endosulfam sulfato, metoxicloro, p,p'-DDE e p,p'-DDT em sedimento de leito em um estudo que amostrou 17 (dezessete) rios na transição planalto/planície na bacia do alto Paraguai no período

de novembro de 2003 a março de 2004 e detectaram p,p'-DDT na concentração de 3,6 µg/kg em somente uma amostra coletada no rio Miranda.

Estudo mais recente analisou organoclorados em 188 (cento e oitenta e oito) amostras de água na Bacia do Alto Paraguai coletadas na estação de estiagem de junho a julho de 2012. As amostras foram coletadas ao longo dos rios Cuiabá (24 pontos), Perigara/São Lourenço (18 pontos) e Piquiri (21 pontos), sendo cada ponto amostrado 3 (três) vezes no período (De SENA, 2013). Endosulfam sulfato, o metabólito mais importante do endosulfam, foi detectado em somente uma amostra enquanto os metabólitos do DDT (p,p'-DDD e m,p'-DDD) foram detectados em 9 (nove) amostras em concentrações variando de 0,7 a 3 µg/L. O autor atribuiu a baixa frequência de detecção dos organoclorados ao seu uso proibido desde 1985 com exceção do endosulfam cujo uso ainda era autorizado no período do estudo. Considerando a alta estabilidade dos metabólitos endosulfam sulfato e DDE e ao fato da contaminação por agrotóxicos ser de fontes difusas não foi possível rastrear a origem da contaminação encontrada.

Uma vez que o DDT não tem uso autorizado no Brasil desde 1997, a relação de concentração DDE/DDT é um indicador do período de contaminação, sendo que relações elevadas indicam contaminação passada enquanto em contaminações recentes essa relação pequena. Na maioria das amostras acima citadas foi detectado DDE mas não DDT, indicando uma contaminação passada.

Alves (2021) compilou os resultados de laudos de análise de água em pontos próximos às estações de captação de água para abastecimento na Bacia do rio Cuiabá do período de 2014 a 2019 e verificou que somente em 2014 foi detectado endosulfam (soma dos isômeros alfa e beta e do metabólito endosulfam sulfato) na concentração de 0,003 µg/L, valor este inferior ao limite de 0,056 µg/L estabelecido na Resolução CONAMA n. 357 de 2005 (BRASIL, 2005). Os demais agrotóxicos organoclorados que constam da referida Resolução não foram detectados em nenhuma das amostras analisadas no período.

Os resultados acima mostram que apesar de ter ocorrido a detecção de organoclorados não há indicação de uma contaminação persistente e a detecção eventual deve-se provavelmente ao seu uso passado não havendo indícios de uso recente dos agrotóxicos persistentes proibidos.

12.5 Ocorrência de agrotóxicos em uso corrente detectados na Bacia do rio Cuiabá

Em contraste com os agrotóxicos organoclorados, os agrotóxicos usados atualmente e de uso autorizado no Brasil são muito menos persistentes no ambiente, mas devido ao seu uso intensivo no entorno dos cursos d'água eles podem também representar riscos para o ambiente aquático.

Assim como os organoclorados, os agrotóxicos usados atualmente não têm sido monitorados frequentemente e poucos estudos analisaram essas substâncias na Bacia do rio Cuiabá (TROLI, 2004; MIRANDA *et al.*, 2008; POSSAVATZ, 2012; ALVES, 2021), todos estes desenvolvidos por pesquisadores nas universidades brasileiras. O Apêndice B apresenta a tabela com os resultados detectados.

Dentro da área da UPG P4, Troli (2004) analisou amostras de água coletadas na Fazenda São João localizada próxima a Porto Cercado e detectou diazinon e prometrina nas concentrações de 1,8 e 38,6 µg/L, respectivamente.

Miranda *et al.* (2008) analisaram sedimento de leito de 17 (dezessete) rios na bacia do Alto Paraguai e, no rio Cuiabá, detectaram permetrina, um inseticida piretróide, na concentração de 1,0 µg/kg em novembro de 2004, no ponto de coleta próximo a Santo Antonio do Leverger.

Outro estudo desenvolvido na Bacia do rio Cuiabá analisou agrotóxicos em sedimentos coletados mensalmente em 6 (seis) pontos na área da UPG P4, de agosto de 2011 a julho de 2013, e em água, de agosto de 2011 a julho de 2012 (POSSAVATZ, 2012; POSSAVATZ *et al.*, 2013). De um total de 144 (cento e quarenta e quatro) amostras de sedimento somente 5 (cinco) apresentaram concentrações detectáveis de pelo menos um agrotóxico e de 72 (setenta e duas) amostras de água em apenas uma foi detectado o inseticida malationa na concentração de 0,54 µg/L. Em sedimento foram detectados os agrotóxicos clorpirifós, lambda cialotrina, permetrina,

cipermetrina, malationa e metolacloro em concentrações que variaram de 1,0 a 150 µg/kg, sendo a lambda cialotrina e a permetrina detectadas em duas amostras e os demais detectados em somente uma amostra cada.

Dentre os agrotóxicos detectados em sedimento, destacam-se 3 (três) inseticidas piretróides (lambda cialotrina, permetrina e cipermetrina) que têm sido detectados em diversos países (DELGADO-MORENO *et al.*, 2011; ENSMINGER *et al.*, 2011; LI *et al.*, 2013; TOAN *et al.*, 2013). Isso deve-se provavelmente ao intenso uso de inseticidas dessa classe química em diferentes culturas associado ao seu alto coeficiente de sorção (Koc de 100,000 a 1,000,000 mL/g) que contribui para o seu transporte associado ao particulado carregado superficialmente.

Alves (2021), ao compilar os resultados de laudos de análise de água em pontos próximos a 3 (três) estações de captação de água para abastecimento na Bacia do rio Cuiabá do período de 2014 a 2019 (coletas semestrais de 2014 a 2018 e coletas mensais de julho a novembro de 2019), verificou que nenhum dos agrotóxicos analisados que se encontram com uso autorizado atualmente e que constam da Resolução CONAMA n. 357 de 2005 (BRASIL, 2005) foi detectado em nenhuma das amostras analisadas.

Além disso, não há nenhum estudo na Bacia que tenha analisado agrotóxicos em organismos aquáticos. Entretanto, os estudos aqui levantados indicam que os agrotóxicos atingem eventualmente o ambiente aquático e que medidas de mitigação devem ser estimuladas de modo a prevenir impactos futuros.

Exemplos de medidas de mitigação são o uso de moléculas menos tóxicas e menos persistentes, uso de medidas de conservação do solo com particular atenção à redução de erosão bem como manutenção e recuperação da vegetação marginal que funciona como uma zona tampão de redução do escoamento superficial, atendendo ao Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012).

Como descrito acima, a maior parte dos estudos desenvolvidos na Bacia do rio Cuiabá usou planos de coleta de amostras periódicos, geralmente mensal ou com menor frequência. Essa estratégia de amostragem tem a desvantagem de representar somente o momento da coleta e como a entrada de agrotóxicos no ambiente aquático acontece de forma não contínua e as concentrações dessas substâncias em água normalmente ocorrem na forma de picos após eventos de chuva intensos, há grande probabilidade de não detectar esses momentos. Esses picos de concentração podem não ser detectados devido à rápida dinâmica dos agrotóxicos no ambiente aquático como consequência de diluição, degradação, absorção por organismos vivos ou sorção ao particulado.

13 FÁRMACOS NA BACIA DO RIO CUIABÁ

O primeiro estudo sobre a ocorrência de fármacos na Bacia do rio Cuiabá foi realizado por Alves (2021). Foram coletadas mensalmente amostras de água em 3 (três) pontos de captação de água para abastecimento no período de junho a novembro de 2019. Os pontos analisados foram a Captação CoopHEMA, Lipa e Tijucal. Considerando a posição desses pontos de coleta em relação ao núcleo urbano de Cuiabá, a captação CoopHEMA é a que recebe maior contribuição uma vez que está localizada em área central da cidade. No entanto, a captação Tijucal está localizada no rio Coxipó, de menor vazão do que o Rio Cuiabá onde se situam as outras duas, levando a uma menor diluição dos contaminantes que eventualmente sejam lançados no rio.

O Apêndice C apresenta o resumo dos resultados das concentrações detectadas dos fármacos.

Os hormônios 17- α -etinilestradiol e 17- β -estradiol não foram detectados em nenhuma das amostras dos 3 (três) pontos, enquanto a estrona foi detectada em 50 % das amostras na captação CoopHEMA e em 17% no Tijucal.

Dentre os pontos de coleta, o próximo a captação CoopHEMA onde foi identificado o maior número de fármacos (10 entre os 12 analisados), em seguida na Captação Lipa foram detectados 7 (sete) e no Tijucal 5 (cinco), provavelmente devido à localização dos pontos.

A cafeína, está presente na composição de diversos fármacos, e devido ao seu uso disseminado e sua presença em diversas bebidas ela é considerada um bom indicador da entrada de outros fármacos no ambiente e foi detectada em 100% das amostras nos 3 (três) pontos com concentração máxima de 743,2 ng/L. As concentrações mais elevadas ocorreram na Captação CoopHEMA seguida do Tijucal e do Lipa.

Em seguida, a carbamazepina foi detectada em 100% das amostras da Captação CoopHEMA em concentrações variando de 3,7 a 130,8 ng/L; em 100% das amostras da Captação Tijucal de 2,4 a 172,1 ng/L e em 83% das amostras da Captação Lipa de 5,8 a 780,7 ng/L. De forma semelhante, o ibuprofeno foi detectado em 100% das amostras do CoopHEMA e do Tijucal e em 83% da Lipa.

Na Captação Lipa, notou-se número maior de compostos quantificados, comparado a Captação Tijucal, enquanto as concentrações máximas para a Captação Lipa têm valores inferiores às obtidas para a Captação Tijucal, exceto para a carbamazepina.

As contaminações sofridas pelo rio Cuiabá e de seus tributários, como o rio Coxipó, deve-se ao fato de ser uma região ainda carente de coleta plena do esgoto sanitário e tratamento de efluentes. Estudos reportam que rios que atravessam ou margeiam o perímetro urbano e recebem descargas de efluentes domésticos *in natura*, têm resultados a jusante mais elevados destes contaminantes fármacos (SOUZA *et al.*, 2014; CAMPANHA *et al.*, 2015).

O descarte inadequado de fármacos no meio ambiente parece ser a maior fonte de contaminação, visto que a excreção desses compostos em estado inalterado através da urina humana tem percentuais, geralmente, baixos que indicam que o descarte irregular é o principal fator de impacto (HOLFORD, 2017). Além disso, estes compostos têm tempo de meia vida curto que podem indicar que a identificação destas moléculas se refere a contaminações recentes, quando relacionadas às excreções.

Um estudo desenvolvido por Machado *et al.* (2016) avaliou a presença de contaminantes emergentes em águas superficiais e mananciais de abastecimento em diversas capitais brasileiras, incluindo os hormônios 17- α -etinilestradiol e 17- β -estradiol, triclosan e cafeína também avaliados no estudo de Alves (2021). Para a capital Cuiabá, os autores coletaram amostras de água tratada e

tiveram como resultado a concentração máxima de cafeína no valor de 629 ng/L enquanto os demais fármacos analisados não foram detectados.

A falta de estudos e limites legais sobre efeitos à saúde humana e ao ambiente, não havendo valores máximos indicados, não permite afirmar que haja riscos imediatos à saúde. Contudo, a detecção destes compostos já pode indicar o risco à exposição crônica da população e levanta um alerta para a necessidade de continuidade de estudos e de medidas que previnam problemas futuros.

Destaca-se o fato de que processos convencionais de tratamento nas ETAs não são eficientes para a eliminação de poluentes emergentes, devido principalmente à natureza polar de muitos deles. Estudos apontam que são necessárias técnicas avançadas de tratamento, para que a remoção de poluentes emergentes seja eficaz (LIN et al., 2016; FU et al.; 2019; CARTAXO et al., 2020).

14 Referências

- A CRÍTICA. (2018) Plano prevê investimentos de R\$ 82,9 milhões na Bacia do Rio Paraguai em 15 anos. Disponível em: <https://www.acritica.net/noticias/plano-preve-investimento-de-r-829-milhoes-na-bacia-do-rio-paraguai-em/297241/> Acesso em: 28 de julho de 2022.
- AB'SÁBER, A. N. O domínio dos cerrados: introdução ao conhecimento. Revista do Serviço Público, Brasília, v. 111, n. 4, p. 41-55, 1983.
- ABES. OMS: Para cada dólar investido em água e saneamento, economiza-se 4,3 dólares em saúde global. 2014. Disponível em: <https://abes-es.org.br/oms-para-cada-dolar-investido-em-agua-e-saneamento-economiza-se-43-dolares-em-saude-global/>. Acesso em: abr. de 2021.
- AB'SÁBER, Aziz Nacib. O pantanal mato-grossense e a teoria dos refúgios - Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro. Ano 50, n. especial, t.2, p.1-150. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- ADÂMOLI, J. O Pantanal e suas relações fitogeográficas com os Cerrados. Discussão sobre o conceito de "Complexo do Pantanal". XXXII Congresso Nacional de Botânica, pp. 109-119. Sociedade Brasileira de Botânica, Teresina, Brasil. 1982.
- ADÂMOLI, J.; MACÊDO, J.; AZEVEDO, L. G.; NETTO, J. M. Caracterização da região dos cerrados. In: GOEDERT, W. J. (Ed.). Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo. [Planaltina: Embrapa-CPAC] São Paulo: Nobel, 1987. p. 33-98.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. Nota Técnica nº 9/2016/COSUB/SIP. Diagnóstico de Hidrogeologia e Avaliação da Disponibilidade Hídrica Subterrânea da Bacia do Paraguai. Brasília, 2016.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. Nota Técnica nº 9/2016/COSUB/SIP. Diagnóstico de Hidrogeologia e Avaliação da Disponibilidade Hídrica Subterrânea da Bacia do Paraguai. Brasília, 2016.
- Agência Nacional de Águas (ANA) – Programa Produtor de Água – Manual Operativo – 2ª Edição - 2012
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019: Informe anual. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2019a. 110 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). Plano Nacional de Segurança Hídrica. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2019b. 112 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). Plano Nacional de Segurança Hídrica: critérios, seleção e detalhamento de intervenções estratégicas (Termo de Referência). Brasília: ANA, 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E DE SANEAMENTO BÁSICO (ANA). A gestão de recursos hídricos no Mato Grosso. Disponível em: <https://progestao.ana.gov.br/panorama-dos-estados/mt>. Acesso em: 17 jun 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E DE SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E DE SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Espaços. Disponível em: <http://dspace.ana.gov.br/xmlui/handle/123456789/608>. Acesso em: 22 Jun 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E DE SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Fortalecimento dos entes do SINGREH. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/fortalecimento-dos-entes>. Acesso em: 13 mai 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO Básico (ANA). Plano Nacional de Segurança Hídrica. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, Brasília, 2019b. 112 p.

AGOSTINHO, A.A.; BIALETZKI, A.; SUZUKI, H.I.; LATINI, J.D.; GOMES, L.C.; FUGI, R.; DOMINGUES, W.M. 2005a. Biologia pesqueira e pesca na área de influência do APM Manso: Parte 1 –Biologia pesqueira. Relatório Final Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura – Nupélia. Departamento de Biologia da Universidade Estadual de Maringá. Maringá. 20051.

AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; SANTOS, N.C.L.; ORTEGA, J.C.G.; PELICICE, F.M. 2016. Fish assemblages in Neotropical reservoirs: Colonization patterns, impacts and Management. Fisheries Research, v.173 26-36, 2016. Part 1.

AGOSTINHO, A.A.; OKADA, E.K.; AMBROSIO, A.M.; GREGORIS, J.; SUZUKI, H.I.; GOMES, L.C. 2005b. Biologia pesqueira e pesca na área de influência do APM Manso: Parte2 - Pesca. Relatório Final Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura – Nupélia. Departamento de Biologia da Universidade Estadual de Maringá. Maringá. 2005b.

ÁGUA E TERRA. 2015. APM Manso monitoramento da ictiofauna – Relatório Final. Patos de Minas. 2015,

ÁGUAS CUIABÁ. Nossas operações. Disponível em: <https://igua.com.br/cuiaba/nossas-operacoes>. Acesso em: 24 mai 2022.

ALENCAR, A. et al. Mapping Three Decades of Changes in the Brazilian Savanna Native Vegetation Using Landsat Data Processed in the Google Earth Engine Platform. *Remote Sensing*, v. 12, p. 924-947, 2020.

ALMEIDA, F. F. M. Geologia do centro-oeste mato-grossense Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia, Rio de Janeiro (215):1-133, 1964.

ALMEIDA, F. F. M.. Evolução Tectônica do Centro-Oeste Brasileiro no Proterozóico Superior - BA5023: Rio de Janeiro, 1968. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, n. 40, p. 285-95. (Suplemento).

ALMEIDA, F. F. M.. Geologia da Serra da Bodoquena (Mato Grosso), Brasil - Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia. Rio de Janeiro. (219):1-96, 1965a.

ALMEIDA, F. F. M.. Geologia do centro-oeste mato-grossense - BA4054: Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia. Rio de Janeiro. (215):1-133. Geologia do centro-oeste matogrossense.

ALMEIDA, F. F. M.. Mapa geológico do Estado de São Paulo - BA4046: Nota explicativa, escala 1:500 000. São Paulo. Monografias, 6. (Publicação IPT, 1184).

ALMEIDA, F. F. M.. Geologia do sudoeste matogrossense - Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia. Rio de Janeiro. (116):1-118. Departamento Nacional da Produção Mineral.

ALMEIDA, F. F. M.; BARBOSA, O.. Geologia das quadrículas de Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo - Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia. Rio de Janeiro. (143): 1-96. Departamento Nacional da Produção Mineral

ALMEIDA, Suzanne Estéfanie. Conhecimento tradicional de pescadores: migração reprodutiva e percepções sobre abundância dos peixes comerciais no Rio Cuiabá – MT. 2016. Dissertação. Mestrado (Ecologia e Conservação da Biodiversidade) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2016.

ALTHOFF, D.; RODRIGUES, L. N.; SILVA, D. D. da. Evaluating Evaporation Methods for Estimating Small Reservoir Water Surface Evaporation in the Brazilian Savannah. *Water* 2019, Vol. 11, Page 1942, v. 11, n. 9, p. 1942, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/W11091942>. Acesso em: 6 mar. 2023.

ALVARENGA, Silvia Maria; BRASIL, A. E.; PINHEIRO, Rui; KUX, Hermann Johann Heinrich. Estudo geomorfológico aplicado à bacia do alto Rio Paraguai e pantanais mato-grossenses - Boletim Técnico, 1, Série Geomorfologia, Rio de Janeiro. 183p., p.89-183. Projeto RADAMBRASIL

ALVES, J. A. Segurança hídrica para atendimento do abastecimento público. 2021. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) - Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2021.

ALVES, J.A. Segurança hídrica para atendimento do abastecimento público. 2021. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá. Disponível em: <https://ufmt.br/ppgrh/dissertacao/>

ANA - Agência Nacional das Águas (2020). Nota Técnica Conjunta Nº 3/2020/SPR/SER. Apêndice 2 Síntese dos Resultados para a bacia do rio Cuiabá (UPG/MT P4). Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/planos-e-estudos-sobre-rec-hidricos/plano-de-recursos-hidricos-rio-paraguai/estudos-de-avaliacao-dos-efeitos-da-implantacao-de-empreendimentos-hidreletricos> Acesso em 04 de agosto de 2022.

ANA - Agencia Nacional das Águas e Saneamento Básico. 2021. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/fb87343a-cc52-4a36-b6c5-1fe05f4fe98c/attachments/mapa_das_divisoes_hidrograficas_do_brasil_2021.pdf> Acesso em set. 2023

ANA - Agencia Nacional das Águas e Saneamento Básico. 2021. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/fb87343a-cc52-4a36-b6c5-1fe05f4fe98c/attachments/mapa_das_divisoes_hidrograficas_do_brasil_2021.pdf> Acesso em set. 2023

ANA - Agência Nacional das Águas. 2020. Diagnóstico de Ictiofauna, Ictioplâncton e Pesca na RH Paraguai. Relatório de andamento. Agência Nacional de Águas, Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/planos-e-estudos-sobre-rec-hidricos/plano-de-recursos-hidricos-rio-paraguai/estudos-de-avaliacao-dos-efeitos-da-implantacao-de-empreendimentos-hidreletricos>

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/fortalecimento-dos-entes-dosingreh/comites-de-bacia-hidrografica/conteudos>> Acesso em: set. 2022.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Cadernos de capacitação em recursos hídricos. 2011. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/CadernosDeCapacitacao1.pdf>. Acesso em: jul. 2022

ANA - Agência Nacional de Águas. Cadernos de Capacitação vol. 1. O COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA. O QUE É E O QUE FAZ? Disponível em <<https://www.gov.br/ana/pt-br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-sas/cadernos-de-capacitacao>> acesso em set. 2022.

ANA- Agência Nacional das Águas. PROGESTÃO. Disponível em <https://progestao.ana.gov.br/mapa/mt/progestao-2/certificacao-2021-no-mato-grosso/certificacao-das-metas-de-cooperacao-federativa-2021-no-mato-grosso>. Acesso em 22 de novembro de 2022.

ANA- Agência Nacional de Águas e Saneamento (2022). Agências de Água. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/fortalecimento-dos-entes-do-singreh/agencias-de-agua>. Acesso em 25 de julho de 2022.

ANA, 2022. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br>. Acessado em 18/10/2022.

ANA, Agência Nacional de Águas. Plano Nacional de Segurança Hídrica: critérios, seleção e detalhamento de intervenções estratégicas (Termo de Referência). Brasília, 2014. Disponível em: http://interaguas.ana.gov.br/Lists/Licitacoes_Docs/Attachments/32/TDR_PNSH_Preliminar.pdf. Acesso em: mar. 2018.

ANA. Agência Nacional de Água e Saneamento Básico. Estudos de avaliação dos efeitos de implantação de empreendimentos hidrelétricos. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/planos-e-estudos-sobre-rec-hidricos/plano-de-recursos-hidricos-rio-paraguai/estudos-de-avaliacao-dos-efeitos-da-implantacao-de-empreendimentos-hidreletricos> Acesso em: 17 de julho de 2022.

ANA. Agência Nacional de Águas (2022). Conjuntura dos Recursos Hídricos do Brasil 2021. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos> Acesso em: 19 de julho de 2022.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento. (2022) Resoluções. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/normativos-e-resolucoes/resolucoes> Acesso em: 07 de agosto de 2022.

ANA. Agência Nacional de Águas. (2022). Hidroweb v3.2.6. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao> Acesso em: 18 de julho de 2022.

ANA-Agência Nacional das Águas (2017). Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai – PRH Paraguai: Produto parcial PP-06 avaliação e proposta de aperfeiçoamento do arranjo institucional, recomendações para os setores usuários, estratégias e roteiro para a

implementação do plano. Agência Nacional de Águas – Brasília: ANA/SPR, Engecorps Engenharia S.A. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/planos-e-estudos-sobre-rec-hidricos/plano-de-recursos-hidricos-rio-paraguai/processo-de-elaboracao> Acesso em: 04 de agosto de 2022.

ANA-Agência Nacional das Águas (2018a). Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai – PRH Paraguai- Consolidação Agência Nacional de Águas – Brasília: ANA/SPR, Engecorps Engenharia S.A.

ANA-Agência Nacional das Águas (2018b). Vídeo da construção participativa do PRH Paraguai. Agência Nacional de Águas – Brasília: ANA. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=AE9D619oqVY&feature=youtu.be> . Acesso em: 01 de julho de 2022.

ANA-Agência Nacional das Águas (2018c). Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai – PRH Paraguai. Resumo Executivo. Agência Nacional de Águas – Brasília: ANA. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/planos-e-estudos-sobre-rec-hidricos/plano-de-recursos-hidricos-rio-paraguai>. Acesso em: 30 de julho de 2022.

ANA-Agência Nacional das Águas (2022). Grupo de Acompanhamento da Elaboração do PRH-GAP. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/planos-e-estudos-sobre-rec-hidricos/plano-de-recursos-hidricos-rio-paraguai/grupo-de-acompanhamento> Acesso em 28 de julho de 2022.

ANDRADE, C.S.S.; DORES, E.F.G.C.; FIGUEIREDO, D.M.; RONDON-LIMA, E.B. (2018) Qualidade da água na nascente e na foz de córregos urbanos de Cuiabá. In: FIGUEIREDO, D.M.; LIMA, Z.M.; DORES, E.G.F.C. Bacia do rio Cuiabá-uma abordagem socioambiental. Cuiabá: EdUFMT, 194-247 p.

ANDRADE, F. G; CARNEIRO, R. G.; SILVA, G. O. P. Reconhecimento geológico do Território Federal de Roraima (Graben do Tacutu) - RENOR. Relatório Interno, 122.Petróleo Brasileiro S/A.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. A ANEEL. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/a-aneel>. Acesso em 25 de junho de 2022.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 875, de 10 de março de 2020. Estabelece os requisitos e procedimentos necessários à aprovação dos Estudos de Inventário Hidrelétrico de bacias hidrográficas, à obtenção de outorga de autorização para exploração de aproveitamentos hidrelétricos, à comunicação de implantação de Central Geradora Hidrelétrica com Capacidade Instalada Reduzida e à aprovação de Estudos de Viabilidade Técnica

e Econômica e Projeto Básico de Usina Hidrelétrica sujeita à concessão. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2020875.pdf>. Acesso em: 27 de setembro de 2023.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 1.070, de 29 de agosto de 2023. Altera a Resolução Normativa nº 875, de 10 de março de 2020, que estabelece, de forma consolidada, as normas referentes aos procedimentos e requisitos para realização de estudos de inventário hidrelétrico de bacias hidrográficas, exploração e outorga de empreendimentos hidrelétricos. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20231070.pdf>. Acesso em: 27 de setembro de 2023.

ANGELIN, L. A. A.; KOSIN, M.. Geologia da folha SC.24-V - Aracaju NW,: estados da Bahia, Pernambuco e Piauí - RJ20424 : CPRM : Recife, 2000. Escala 1:500.000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. Geologia da folha SC.24-V - Aracaju NW, : estados da Bahia, Pernambuco e Piauí.

ARANTES, C. C., WINEMILLER, K. O., ASHER, A., CASTELLO, L., HESS, L. L., PETRERE, M.; FREITAS, C. E. 2019. Floodplain land cover affects biomass distribution of fish functional diversity in the Amazon River. Scientific Reports, v. 9, n.1, p. 1-13, 2019.

ARAÚJO, E. S.; COSTA, M. L.. Projeto Lateritinga; um estudo geoquímico orientativo para os lateritos da Amazônia - BA9 : Congresso Brasileiro de Geologia, 36, v.2, p.837-854. Projeto Lateritinga; um estudo geoquímico orientativo para os lateritos da Amazônia

ARAUJO, H. J. T.. Geologia. In: Brasil. Projeto RADAMBRASIL. Folha SB.20 Purus - BA1 : Série Levantamento de Recursos Naturais, volume 17. Série Levantamento de Recursos Naturais, volume 17

ARAUJO, H. J. T.. Geologia. In: Brasil. Projeto RADAMBRASIL. Folha SF.21 Campo Grande - Série Levantamento de Recursos Naturais, volume 28. Projeto RADAMBRASIL.

ARORA, K.; MICKELSON, S. K.; HELMERS, M. J.; BAKER, J. L. Review of pesticide retention processes occurring in buffer strips receiving agricultural Runoff. J. Am. Water Resour. Assoc., v. 46, p. 618-647, 2010.

ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE MATO GROSSO (ALMT). Meio Ambiente. Disponível em: <https://www.al.mt.gov.br/midia/texto/379/deputado/>. Acesso em: 10 Mai 2022.

ASSINE, M. L.; PERINOTTO, J. A. J.; FÚLFARO, V. J.; PETRI, Setembrino. Progradação deltáica Tibagi no Devoniano Médio da Bacia do Paraná - BA4039: Revista Brasileira de Geociências, São Paulo. 28(2):125-134. Sociedade Brasileira de Geologia

ASSINE, M. L.; SOARES, P. C.. Correlações nas sequências mesopaleozóicas da Bacia do Paraná - BA164: Acta Geologica Leopoldensia. 12(29):39-48.

ASSINE, M. L.; SOARES, P. C.; MILANI, E. J.. Sequências tectono-sedimentares mesopaleozóicas da Bacia do Paraná, sul do Brasil - BA4037: Revista Brasileira de Geociências, São Paulo. 24(2):77-89. Sociedade Brasileira de Geologia.

AZEVEDO, S.A.S. (2021) Avaliação do Plano Estadual de Recursos Hídricos de acordo com a percepção dos membros do CEHIDRO-MT. (Dissertação) Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, UFMT. 70 p.

BAILLY, D.; AGOSTINHO, A.A.; SUZUKI, H.I. 2008. Influence of the flood regime on the reproduction of fish species with different reproductive strategies in the Cuiabá River, Upper Pantanal, Brazil. Rivers Research and Applications 24, p.1218-1229, 2008.

BAIRD, I.G.; SILVANO, R.A.M.; PARLEE, B.; POESCH, M.; MACLEAN, B.; NAPOLEON, A.; LEPINE, M.; HALWASS, G. 2021. The Downstream Impacts of Hydropower Dams and Indigenous and Local Knowledge: Examples from the Peace–Athabasca, Mekong, and Amazon. Environmental Management, v 67, p.682–696, 2021.

BANCO MUNDIAL. Governance and Development. Washington, 1992.

BARBOSA, O.. Geologia da Região do Triângulo Mineiro - RJ8023: Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Divisão de Fomento da Produção Mineral. Boletim 136. 1970.140p.

BARBOSA, O.; RAMOS, J. R.. Território do Rio Branco, aspectos principais da geomorfologia, da geologia e das possibilidades minerais de sua zona setentrional - PA3049: Boletim da DGM., 196: 1-49. Departamento Nacional da Produção Mineral

BARCELOS, J. H.; LANDIM, P. M. B.; SUGUIO, Kenitiro. Análise estratigráfica das sequências cretácicas do Triângulo Mineiro (MG) e suas correlações com as do Estado de São Paulo - BA4075: Simpósio Regional de Geologia, 3, Curitiba. Atas. v.2, p.90-102. Sociedade Brasileira de Geologia.

BARROS, Adalberto Maia. Geologia. In: Brasil. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD.21 Cuiabá - RJ4018: Série Levantamento de Recursos Naturais, volume 26. Geologia. In: Brasil. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD.21 Cuiabá.

BARROS, Adalberto Maia. Geologia. In: Brasil. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD.21 Cuiabá - RJ4018: Série Levantamento de Recursos Naturais, volume 26. Geologia. In: Brasil. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD.21 Cuiabá.

BARROS, D.; PETRERE JR, M.; LECOURE, V.; BUTTURI-GOMES, D.; CASTELLO, L.; ISAAC, V. J. (2020). Effects of deforestation and other environmental variables on floodplain fish catch in the Amazon. *Fisheries Research*, v.230, p.105643, 2020.

BARROS, L.C.; RIBEIRO, P.E.A.; BARROS, I.R.; TAVARES, W.S.T. Integração entre Barraginhas e Lagos de Múltiplo Uso: O Aproveitamento Eficiente da Água de Chuva para o Desenvolvimento Rural. *Circular Técnica*. EMBRAPA, 2013.

BARZOTTO, E.; OLIVEIRA, M.; MATEUS, L. A. F. Reproductive biology of *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix and Agassiz, 1829) and *Pseudoplatystoma reticulatum* (Eigenmann and Eigenmann, 1889), two species of fisheries importance in the Cuiabá River Basin, Brazil. *Journal of Applied Ichthyology*, v. 33, p. 29-36, 2017.

BARZOTTO, E; MATEUS, L. A. F. Reproductive biology of the migratory freshwater fish *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816) in the Cuiabá River basin,

BAVUMIRAGIRA, J. P.; GE, J.; YIN, H. Fate and transport of pharmaceuticals in water systems: A processes review. *Sci. Total Environ.*, v. 823, n. 153635, 2022.

BDIA. Banco de Dados de Informações Ambientais. IBGE. 2021. Versão 2.14.3. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/sobre/vegetacao>. Acesso em agos. 2022.

BEARD, J. S. The classification of tropical american vegetation-types. *Ecology, Arizona*, v. 36, n. 1, p. 89-100, 1955.

BEARD, J. S. The savanna vegetation of northern tropical america. *Ecological Monographs*, Washington, DC, v. 23, p. 149-215, 1953.

Beatriz M. Funatsu, Vincent Dubreuil, Chantal Claud, Damien Arvor, Manoel A. Gan Convective activity in Mato Grosso state (Brazil) from microwave satellite observations: Comparisons between AMSU and TRMM data sets. *J. Geophys. Res.* 117: D16109, 2012. Doi: 10.1029/2011JD017259.

BELLIENI, G.. Petrogenetic aspects of acid and basaltic lavas from the Parani plateau (Brazil): mineralogical and petrochemical aspects - RJ20177: vol. 27: 915-944.

BENI, Mário Carlos - *Análise estrutural do turismo*. São Paulo: Editora SENAC 2002

BEZERRA, M. A. De O. O uso de multi-traçadores na reconstrução do Holoceno no Pantanal Mato-Grossense, Corumbá, MS - Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Tese (Doutorado). 1-Ecologia. 2.Paleoimunologia.3. Paleoambiente.4. Solos.5.Isótopos estáveis..

BEZERRA, Pedro Edson Leal. Geologia Regional da Amazônia Legal Brasileira - BA20: Relatório Interno (inédito).

BEZERRA, Pedro Edson Leal. Zoneamento das Potencialidades dos Recursos Naturais da Amazônia Legal - IBGE. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

BEZERRA, Pedro Edson Leal. Geologia Regional da Amazônia Legal Brasileira - BA20: Relatório Interno (inédito)..

BISPO, A. P. C. B. Estimativa da evaporação de lagos no estado de Mato Grosso, Brasil. 2023. Dissertação - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2023. Disponível em: <https://ri.ufmt.br>.

BONFIM, L. F. C.. Projeto Roraima - PA3009: Relatório final. Manaus. Projeto Roraima

BORGHI, L.; MOREIRA, M. I. C.. Contribuição ao conhecimento do Paleozóico Inferior da Bacia do Paraná: mapeamento geológico da região oriental da Chapada dos Guimarães, Estado de Mato Grosso - BA4043: A Terra em Revista, Belo Horizonte. 4:22-31. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.

BOULET, R. 1992. Uma evolução recente da pedologia e suas implicações no conhecimento da gênese do relevo. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 3, 1992. Belo Horizonte. ABEQUA.

BOULET, R., FRITSH, E. & HUMBEL, F. 1978. Méthode d'étude et représentation des couvertures pédologiques de Guyana Française. Centre ORSTOM de Cayenne, rel. p. 177, 24p.

BRASIL – MDR/Secretaria Nacional de Recursos Hídricos – Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040. Disponível em https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos-1/pnrh_2022_para_baixar_e_imprimir.pdf

BRASIL (2010). Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Decreto nº 7.342, de 26 de outubro de 2010. Institui o cadastro socioeconômico para identificação, qualificação e registro público da população atingida por empreendimentos de geração de energia hidrelétrica, cria o Comitê Interministerial de Cadastramento Socioeconômico, no âmbito do Ministério de Minas e Energia, e dá outras providências. Brasília: DOU, 27.10.2012.

BRASIL (2012). Ministério de Minas e Energia, do Meio Ambiente, da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, do Desenvolvimento Agrário e da Pesca e Aquicultura. Portaria Interministerial nº 340, de 1º de junho de 2012. Estabelece competências e procedimentos para a execução do Cadastro Socioeconômico para fins de identificação, quantificação, qualificação e registro público

da população atingida por empreendimentos de geração de energia hidrelétrica, nos termos previstos no Decreto nº 7.342, de 26 de outubro de 2010. Brasília: DOU, 4.6.2012.

BRASIL, Agência Nacional da Água – ANA. Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Rio Paraguai – Relatório Final, 2018.

BRASIL, Agência Nacional de Água – ANA. Relatório de segurança de barragens 2018. Brasília: ANA, 2019.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Painel das Unidades de Conservação Brasileiras. Pantanal.2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomas/pantanal> . Acesso 03 set. 2022

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE-MMA. Biomas. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomas>. Acesso em: 01 jun. 2022

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos (2013). Resolução nº 152 de 17 de dezembro de 2013. Decide pela elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai - PRH Paraguai e a constituição de Grupo de Acompanhamento da elaboração do PRH Paraguai. Disponível em: <https://marcca.com.br/ZpNbw3dk20XgIKXVGacL5NS8haloH5PqbJKZaawfaDwCm/legislacaofederal/resolucao/2014/mma-cnrh152.htm> Acesso em 27 de julho de 2022.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 out. 1988.

BRASIL. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 147, nº 181, p. 1, 2 set. 2010.

BRASIL. Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 158, nº 189, p. 3, 1 out. 2020.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: <http://bit.ly/1iC6rDg>. Acesso em: 22 ago. 2022.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso em: 28 de setembro de 2023.

BRASIL. LEI No 9.985, DE 18 DE JULHO DE 2000. Presidência da República - Casa Civil- Subchefia para Assuntos Jurídicos. 18 de julho de 2000. Acesso em 01 setembro de 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. DATASUS (Departamento de Informática do SUS). Disponível: <http://www2.datasus.gov.br/SIAB/index.php>. Acesso em 10 de agosto de 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS Nº 888 de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União. Publicado em: 07/05/2021, edição: 85, seção: 1, página: 127

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (2005). Resolução Conselho Nacional de Meio Ambiente nº. 357 de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União, 18 de março de 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em 05 de julho de 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (2008). Resolução Conselho Nacional de Meio Ambiente nº. 396 de 03 de abril de 2008. Diário Oficial da União, 07 de abril de 2008. Disponível em: <https://www legisweb.com.br/legislacao/?id=108784> Acesso em 05 de julho de 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. 2022. Disponível: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/servicosambientais/ecossistemas-1/conservacao-1/areas-prioritarias>. Publicado em 11/11/2020 18h45 Atualizado em 08/04/2022. Acesso set 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH. Resolução nº 143, de 10 de julho de 2012. Diário Oficial da União: 04/09/2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 18 mar. 2005. Disponível em: http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf. Acesso em: 10 set 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Resolução nº 428, de 17 de dezembro de 2010. Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC). Disponível: https://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/resolucao_CONAMA_428_17dez2010.PDF

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Deliberação CONABIO nº 40, de 07 de fevereiro de 2006. Dispõe sobre a aprovação das Diretrizes e Prioridades do Plano de Ação para implementação da Política Nacional de Biodiversidade.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas – PNAP. 2020. Disponível: Plano de Áreas Protegidas — Português (Brasil) (www.gov.br) . Acesso em set 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 463, de 18 de dezembro de 2018. Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira ou Áreas Prioritárias para a Biodiversidade. Disponível: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/55881195/do1-2018-12-19-portaria-n-463-de-18-de-dezembro-de-2018-55880954. Acesso set 2022.

BRASIL. Ministério Meio Ambiente. Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/servicosambientais/ecossistemas-1/conservacao-1/areas-prioritarias>. Acesso em set 2022.

Brasil. Plano de conservação da Bacia do Alto Paraguai: Diagnóstico dos meios físicos e biótico. Technical report, Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Brasília, Brasil, 1997.

BRASIL. Portal Brasileiro de dados Abertos. Lista das UCs ativas no CNUC com respectivas categorias de manejo, área, esfera de governo e ano de criação; Tabela consolidada por categoria de manejo, bioma e esfera. 2022. Disponível: <https://dados.gov.br/dataset/unidadesdeconservacao/resource/5fa00e64-fde7-4dbd-a52b-f07f9de9855e>. Acesso em set. 2022.

BRASIL. Presidência da República - Casa Civil- Subchefia para Assuntos Jurídicos. DECRETO Nº 4.340, DE 22 DE AGOSTO DE 2002. Acesso em 01 de setembro de 2022

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em set. 2022.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. DECRETO Nº 5.092, DE 21 DE MAIO DE 2004. Define regras para identificação de áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade, no âmbito das atribuições do Ministério do Meio Ambiente. Disponível: D5092 (planalto.gov.br) . Acesso set 2022.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. DECRETO Nº 5.746, DE 5 DE ABRIL DE 2006. Regulamenta o art. 21 da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Disponível: Decreto nº 5746 (planalto.gov.br). Acesso em 06 setembro 2022.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. DECRETO Nº 5.758, DE 13 DE ABRIL DE 2006. Institui o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas - PNAP, seus princípios, diretrizes, objetivos e estratégias, e dá outras providências. Disponível: Decreto nº 5758 (planalto.gov.br). Acesso em set 2022.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 14 set 2022.

BRASIL. Presidência da República. Subchefia para Assuntos Jurídicos. DECRETO No 1.922, DE 5 DE JUNHO DE 1996. Dispõe sobre o reconhecimento das Reservas Particulares do Patrimônio Natural, e dá outras providências. Disponível: D1922 (planalto.gov.br) . Acesso em set 2022.

Brasil. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD 21 - Cuiabá, Levantamento dos recursos naturais. Technical report, Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional da Produção Mineral, Rio de Janeiro, Brasil, 1982.

BRAUN, O. P. G.. Projeto Roraima - 2 Fase. Levantamento geológico integrado - PA3029: Relatório de mapeamento ao milionésimo correspondente a fotointerpretação preliminar. Manaus. 218 p. il. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.

BRAZIL. Journal of Applied Ichthyology, v. 33, p. 415-422, 2017.

BRITTO, A. L.; BARRAQUÉ, B. Discutindo gestão sustentável da água em áreas metropolitanas no Brasil: reflexões a partir da metodologia europeia Water 21. Cadernos Metrópole, sem. 1 p. 123-142, 2008.

BRUNO, L. O. CRUZ, I. F. (2018) Gerenciamento dos Recursos Hídricos em Mato Grosso. A Experiência do CBH-Septotuba. Anais. III Seminário Sobre Pesquisa, Gestão e Conservação de Recursos Hídrico. p. 51-56. Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá.

CAMPANHA, M.B., AWAN; A.T., DE SOUSA, D.N.R.; GROSSELI, G. M.; MOZETO, A. A.; FADINI, P. S. A 3-year study on occurrence of emerging contaminants in an urban stream of São Paulo State of Southeast Brazil. *Environ. Sci. Poll. Res.*, v. 22, p. 7936–7947, 2015.

CAMPOS, A.L.B.C. CARDIA, R.J. Cartilha de Ações de Manutenção em Pequenas Barragens de Terra. Secretaria de Estado de Meio Ambiente – MT, 2021.

CARDOSO, M.F.S. (org.). Manual para atendimento da política nacional de segurança de barragens no estado de Mato Grosso: Guia de Procedimentos para abertura de processo de Classificação, Cadastro ou Outorga de Obra Hidráulica, quanto à Segurança das Barragens fiscalizadas pela SEMA, MT. Cuiabá: SEMA, 2021.

CARTAXO, A. S. B.; ALBUQUERQUE, M. V. C.; SILVA, M. C. C. P. E; RODRIGUES, R. M. M.; RAMOS, R. O.; SÁTIRO, J. R.; LOPES, W. S.; LEITE, V. D. Contaminantes emergentes presentes em águas destinadas ao consumo humano: ocorrência, implicações e tecnologias de tratamento. *Braz. J. Develop.*, v. 6, n. 8, p. 61814–61827, 2020

CASTELLO, L.; HESS, L. L.; THAPA, R., MCGRATH, D. G.; ARANTES, C. C.; RENO, V.; ISAAC, V. I. N. Fish yields vary with land cover on the Amazon river-floodplain. *Fish and Fisheries*, v. 19, p. 431–440, 2018.

CATELLA, Agostinho Carlos. Et. al. Sistemas de estatísticas pesqueiras no Pantanal, Brasil: aspectos técnicos e políticos. *Panamjas - Pan-American Journal of Aquatic Sciences*. 2008. Disponível em: [https://panamjas.org/pdf_conteudos/PANAMJAS_3\(3\)_174-192.pdf](https://panamjas.org/pdf_conteudos/PANAMJAS_3(3)_174-192.pdf). Acesso em: 28 de setembro de 2023.

CATELLA, Agostinho Carlos. PESCA E RECURSOS PESQUEIROS DO PANTANAL: ECOLOGIA, ESTATÍSTICA E GESTÃO. Embrapa Pantanal. Mato Grosso do Sul. Corumbá. 2007. Disponível em: https://webmail.cpap.embrapa.br/pesca/online/PESCA2007_Catella1.pdf. Acesso em: 28 de setembro de 2023.

CBH CUIABÁ ME. Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Cuiabá Margem Esquerda. Disponível em: <https://cbhcuiaba.wixsite.com/home/composicao> Acesso em 10 set. 2022.

CBH CUIABÁ ME. Comitê de bacia hidrográfica dos afluentes da margem esquerda do rio Cuiabá. Disponível em: http://www.sema.mt.gov.br/index.php?option=com_docman&Itemid=252. Acesso: 03 de maio de 2021

CBH ME CUIABÁ. COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES DA MARGEM ESQUERDA DO RIO CUIABÁ (2022). Nosso histórico. Disponível em: <https://cbhcuiaba.wixsite.com/home/comite> . Acesso em: 23/04/2020.

CBH SEPOTUBA. COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SEPOTUBA (2022) CBH Sepotuba. Histórico. Disponível em: <https://cbhsepotuba.wixsite.com/comites/historico> . Acesso em: 19 de julho de 2022.

CENEC – CONSÓRCIO NACIONAL DE ENGENHEIROS CONSULTORES S.A. 1997. Relatório Técnico – consolidação de dados secundários. Zoneamento Socioeconômico Ecológico. Projeto de Desenvolvimento Agroambiental do Estado de Mato Grosso. PRODEAGRO.

Chai, L. T., Wong, C. J., James, D., Loh, H. Y., Liew, J. J. F., Wong, W. V. C., & Phua, M. H. 2022. Vertical accuracy comparison of multi-source Digital Elevation Model (DEM) with Airborne Light Detection and Ranging (LiDAR). In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1053, No. 1, p. 012025).

Chai, L. T., Wong, C. J., James, D., Loh, H. Y., Liew, J. J. F., Wong, W. V. C., & Phua, M. H. 2022. Vertical accuracy comparison of multi-source Digital Elevation Model (DEM) with Airborne Light Detection and Ranging (LiDAR). In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1053, No. 1, p. 012025).

Charles Warren Thornthwaite, An approach toward a rational classification of climate. *Geographical review*. 38(1)55-94, 1948.

CIMINELLI, Virginia S. T. SALUM, M. J. G., RUBIO, J., PERES, Q. E. C. Água e mineração. Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 3 ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

CNRH. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resoluções. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiMDgxYmNjY2QtNTBhMC00MzI3LTk1NDMtY2VjYjVjMDc1YmZlIiwidCI6IjY2MTFIY2UxLTM0MTQtNGMzNS1hM2YwLTdkMTAwNDI5MGnkNiJ9> Acesso em 09 de agosto de 2022.

COLE, M. M. A savana brasileira. *Boletim Carioca de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 11, p. 5- 52, 1958.

COLE, M. M. Cerrado, Caatinga and Pantanal: the distribution and origin of the savanna vegetation of Brazil. *The Geographical Journal*, London, v. 136, n. 2, p. 168-179, 1960.

COLE, M. M. *The savannas: biogeography and geobotany*. London: Academic Press, 1986. 438 p.

COMITÊ PARA INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (CEIVAP). Apresentação do CEIVAP. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/> Acesso em: 23 Abr. 2020.

CONEJO, J.G.L.; MARANHÃO, N.; BURNETT, J.A.B.; ANTUNES, B. Sobre um índice de disponibilidade hídrica aplicável à gestão dos recursos hídricos. XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Campo Grande, 2009.

CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (CEBDS). Disponível em <https://cebds.org/publicacoes/compromisso-empresarial-brasileiro-para-a-seguranca-hidrica>. Acesso em 02 dez 2022.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CERH). Resolução nº 26 de 2 de junho de 2009.

CORBI, J. J.; STRIXINO, S. T.; DO SANTOS, A.; DEL GRANDE, M. Environmental diagnostic of metals and organochlorinated compounds in streams near sugar cane plantations activity (Sao Paulo state, Brasil). Quim. Nova 29:61–65, 2006.

CORREA, E. S.; MONTE, C. N.; NASCIMENTO, T. S. R. Avaliação de impacto ambiental causado por efluentes da estação de piscicultura Santa Rosa, Santarém/Pará. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.11, n.1, p.260-273, 2020.

COSTA, M. L.. Aspectos geológicos dos lateritos da Amazônia - BA12: Revista Brasileira de Geociências. 21(2). Aspectos geológicos dos lateritos da Amazônia.

COSTA, M. L.. Contribuição à geologia das lateritas do Acre e sua importância para a construção civil - BA18: Simpósio de Geologia da Amazônia 2 - Belém. Anais. Contribuição à geologia das lateritas do Acre e sua importância para a construção civil.

COSTA, M. L.. Lateritos e lateritização - BA14: Congresso Brasileiro de Geologia, 36, v1, p.404-421 Lateritos e lateritização.

COSTA, M. L.. Lateritos: Geologia, Mineralogia, Geoquímica, Gênese e Depósitos Minerais - BA17: Monografia Inédita.

COSTA, M. L.. Os Lateritos de Rondônia - BA15: Relatório Técnico. Os Lateritos de Rondônia.

COSTA, M. L.. Potencial metalogenético dos lateritos da Amazônia - BA13: Congresso Brasileiro de Geologia, 36, v3, p.1371-1385 Potencial metalogenético dos lateritos da Amazônia.

COSTA, R. M. R. DA.; SILVA, S. E. DA.; MATEUS, L. A. DE F.; CATELLA, A. C. Censo estrutural da pesca na Bacia do Alto Paraguai estado de Mato Grosso. SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIOECONÔMICOS DO PANTANAL, 5., 2010, Corumbá, MS. Anais... Corumbá: Embrapa Pantanal: UFMS; Campinas: ICS do Brasil, 2010.

COSTA, R. M. R.; MATEUS, L. A. F. Reproductive biology of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (Teleostei: Characidae) in the Cuiabá River Basin, Mato Grosso, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, v. 7, p. 447-458, 2009.

COUTINHO, L.M. *Biomias brasileiros*. São Paulo: Oficina de textos, 2016.

CPRM, 2022. Serviço Geológico de Brasil. Pesquisa Geral. Disponível em: http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pesquisa_complexa.php. Acessado em: 18/10/2022.

CRUZ, R.F.; HAMILTON, S.K.; TRITICO, H.M.; FANTIN-CRUZ, I.F; FIGUEIREDO, D.M.; ZEILHOFER, P. (2021) Water quality impacts of small hydroelectric power plants in a tributary to the Pantanal floodplain, Brazil. *River Resear. Applic.* 1: 14.

CUNHA, C. N.; PIEDADE, M. T. F.; JUNK, W. J. Classificação e delineamento das áreas úmidas brasileiras e de seus macrohabitats. Cuiabá: EdUFMT, 2015. 165 p. Disponível em Acesso em: 02 fev. 2015.

DABROWSKI, J. M.; PEALL, S. K. C.; REINECKE, A. J.; LIESS, M.; SCHULZ, R. Runoff-related pesticide input into the Lourens River, South Africa: basic data for exposure assessment and risk mitigation at the catchment scale. *Water Air Soil Pollut.*, v. 135, p. 265-283, 2002.

DAGOSTA, F. C. P.; MARINHO, M. M. F. New small-sized species of *Astyanax* (Characiformes: Characidae) from the upper rio Paraguai basin, Brazil, with discussion on its generic allocation. *Neotropical Ichthyology*, v. 20, p. 1-18, 2022.

DAMACENO, I.A. (2014) *Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs): conceitos, normas e a PCH Malagone*. (Tese) Mestrado em Geografia. Universidade Federal de Uberlândia. 164 p.

Damien Arvor, Vincent Dubreuil, Josyane Ronchail, Margareth Simões, Beatriz M. Funatsu. Spatial patterns of rainfall regimes related to levels of double cropping agriculture systems in Mato Grosso (Brazil). *International Journal of Climatology*, 34(8), 2622-2633, 2014. <https://doi.org/10.1002/joc.3863>

Datta, S., Karmakar, S., Mezbahuddin, S., Hossain, M.M., et al. (2022). The limits of watershed delineation: implications of different DEMs, DEM resolutions, and area threshold values. *Hydrology Research*, 53 (8): 1047–1062.

Datta, S., Karmakar, S., Mezbahuddin, S., Hossain, M.M., et al. (2022). The limits of watershed delineation: implications of different DEMs, DEM resolutions, and area threshold values. *Hydrology Research*, 53 (8): 1047–1062.

DAVEY, C. J. E.; KRAAK, M. H. S.; PRAETORIUS, A.; TER LAAK, T. L.; VAN WEZEL, A. P. Occurrence, hazard, and risk of psychopharmaceuticals and illicit drugs in European surface waters. *Water Res.*, v. 222, n. 118878, 2022.

de SENA, A. Organochlorine Pesticides in the Pantanal: A Qualitative and Semi-Quantitative Water Analysis. 2013. Dissertation (Master of Science in Biology), College of William and Mary, Williamsburg, 2013

de SOUZA, A. S.; TORRES, J. P. M.; MEIRE, R. O.; NEVES, R. C.; COURI, M. S.; SEREJO, C. S. Organochlorine pesticides (M) and polychlorinated biphenyls (PCBs) in sediments and crabs (*Chasmagnathus granulata*, Dana, 1851) from mangroves of Guanabara Bay, Rio de Janeiro state, Brasil. *Chemosphere*, v. 73, p. S186-S192, 2008.

DEL' ARCO, J. O.. Geologia. In: Brasil. Projeto RADAMBRASIL. Folha SE.21 Corumbá e parte da Folha SE.20 - Série Levantamento de Recursos Naturais, volume 27. Projeto RADAMBRASIL.

DEL' ARCO, J. O.; MAMEDE, L..As formações edafoestratigráficas de Mato Grosso e Goiás - Simpósio de Geologia da Amazônia, 2, Belém, 1985. Anais. Belém, Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo Norte, 1985. v.1, p.376-95Sociedade Brasileira de Geologia

DEL GRANDE, M.; REZENDE, M. O. O.; ROCHA, O. Distribution of organochlorine compounds in water and sediments from Piracicaba River Basin/SP – Brasil. *Quim Nova*, v. 26, p. 678-686, 2003.

DELGADO-MORENO, L.; LIN, K.; VEIGA-NASCIMENTO, R.; GAN, J. Occurrence and toxicity of three classes of insecticides in water and sediment in two Southern California coastal watersheds. *J. Agric. Food Chem.*, v. 59, p. 9448-9456, 2011.

DERBY, O. A.. A geologia da região diamantífera da Província do Paraná no Brasil - BA4020: *Archivos do Museu Nacional*, Rio de Janeiro. (3):89-98..

DERBY, O. A.. Nota sobre a geologia e paleontologia de Matto-Grosso - BA4021 : *Archivos do Museu Nacional*, Rio de Janeiro. (9):59-88.

DESCRIÇÃO DA LEGENDA - COLEÇÃO 6.0. MapBiomas, 2021. Disponível em: <https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/brasil/collection-6/lclu/downloads/legenda-colecao-6-descricao-detalhada.pdf>. Acesso em: 13/06/2022.

DIAS, F. A.; GOMES, L. A.; KAYSER, J. A. Avaliação da qualidade ambiental urbana da bacia do ribeirão do Lipa através de indicadores, Cuiabá/MT. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, 23 (1): 127-147, abr. 2011

DIAS, P. S.; CIPRO, C. V. Z.; TANIGUCHI, S.; MONTONE, R. C. Persistent organic pollutants in marine biota of São Pedro and São Paulo Archipelago, Brasil. *Mar Pollut Bull*, v. 74, p. 435-440, 2013.

DIONEL, L.A. (2021) Avaliação da governança da água – experiência de aplicação de indicadores no comitê da bacia hidrográfica do rio Sepotuba, Mato Grosso. (Dissertação). Mestrado em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Mato Grosso, 88 p.

DIONEL, L.A. (2021) Avaliação da governança da água – experiência de aplicação de indicadores no comitê da bacia hidrográfica do rio Sepotuba, Mato Grosso. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos). Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Brasil.

Dirk Nikolaus Karger, Dirk R Schmatz, Gabriel Dettling, and Niklaus E Zimmermann. High-resolution monthly precipitation and temperature time series from 2006 to 2100. *Scientific data*, 7(1):1–10, 2020.

DNPM/RADAMBRASIL - Departamento Nacional Da produção Mineral-RADAMBRASIL. Geomorfologia. In: Brasil. Projeto RADAMBRASIL. Folha SB.19 Juruá - GO2031: Série Levantamento de Recursos Naturais, volume 15 geomorfologia

Donald A Wilhite and Michael H Glantz. Understanding: the drought phenomenon: the role of definitions. *Water international*, 10(3):111–120, 1985.

DORES, E. F. G. C.; CARBO, L.; ABREU, A. B. G. Serum DDT in malaria vector control sprayers in Mato Grosso state, Brasil. *Cad Saúde Pública*, v. 19, p.429-437, 2003

DOUROJEANNI, M. J.; PÁDUA, M. T. J. Biodiversidade: a hora decisiva. 2. ed. Curitiba: Ed. UFPR, 2007

DRESSEL, Barbara Carolina. RELAÇÕES DE COLOCAÇÃO, DEFORMAÇÃO E TIPOLOGIA DOS GRANITOS VARGINHA, MORRO GRANDE, PIEDADE E CERNE, LESTE DO PARANÁ - RJ20494: Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná. Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo. RELAÇÕES DE COLOCAÇÃO, DEFORMAÇÃO E TIPOLOGIA DOS GRANITOS VARGINHA, MORRO GRANDE, PIEDADE E CERNE, LESTE DO PARANÁ

E. Nimer. *Clima*, 1988.

Edzer Pebesma, Colin Rundel, Andy Teucher, and Liblwgeom Developers. *lwgeom: Bindings to Selected 'liblwgeom' Functions for Simple Features*, 2021b. URL <https://cran.r-project.org/web/packages/lwgeom/>. R package version 0.2-8.

Edzer Pebesma, Michael Sumner, Etienne Racine, Adriano Fantini, and David Blodgett. stars: Spatiotemporal Arrays, Raster and Vector Data Cubes, 2021c. URL <https://cran.r-project.org/web/packages/stars/>. R package version 0.5-3.

Edzer Pebesma, Roger Bivand, Etienne Racine, Michael Sumner, Ian Cook, Tim Keitt, Robin Lovelace, Hadley Wickham, Jeroen Ooms, Kirill Müller, Thomas Lin Pedersen, and Dan Baston. sf: Simple Features for R, 2021a. URL <https://cran.r-project.org/web/packages/sf/>. R package version 0.9-7.

EITEN, G. A sketch of vegetation of Central Brazil. In: Congresso Latino-Americano de Botânica, 2.; Congresso Nacional de Botânica, 29., 1978, Brasília/Goiânia. Resumos dos trabalhos. [Brasília: Sociedade Botânica do Brasil, 1978]. p. 1-37.

EITEN, G. An outline of the vegetation of South America. In: Symposia of the Congress of the International Primatological Society, 5., 1974, Nagoya, Japan. Proceedings... Tokio: Japan Science Press, 1974. p. 529-545.

EITEN, G. Classificação da vegetação do Brasil. Brasília: CNPq, il. EITEN, G. Delimitação do conceito Cerrado. Boletim de Geografia, Rio de Janeiro, v. 34, 1983. 305 p.

ELETOBRAS. Centrais Elétricas Brasileiras SA. Página inicial. Disponível em: <https://eletrobras.com/pt/Paginas/home.aspx> Acesso em: 26 de junho de 2022.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Cerrados. Savanas: demandas para pesquisa / editores técnicos Fábio Gelape Faleiro, Austeclínio Lopes de Farias Neto. - Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. 170 p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Solos Tropicais. Fonte: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/>

Embrapa Pesca e Aquicultura (2012). A pesca e a aquicultura de surubins no Brasil: panorama e considerações para a sustentabilidade. (<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/140642/1/CNPASA-2015-dc21.pdf>)

Embrapa Pesca e Aquicultura (2013). Qualidade da água: piscicultura familiar. (<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/93111/1/agua.pdf>)

Embrapa Pesca e Aquicultura (2015). A pesca e a aquicultura de surubins no Brasil: panorama e considerações para a sustentabilidade. (<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/140642/1/CNPASA-2015-dc21.pdf>)

Embrapa Pesca e Aquicultura (2016). Caracterização sanitária em cultivos de tambaqui no Estado do Amazonas - polo de produção de Rio Preto da Eva. (<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/150133/1/CNPASA-2016-doc27.pdf>)

Embrapa Pesca e Aquicultura (2017). Cultivo de peixes: barragens. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/113803/1/fd2.pdf>

ENSMINGER, M.; BERGIN, R.; SPURLOCK, F.; GOH, K. S. Pesticide concentrations in water and sediment and associated invertebrate toxicity in Del Puerto and Orestimba Creeks, California, 2007–2008. *Environ. Monit. Assess.*, v. 175, p. 573-587, 2011.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Matriz Energética e Elétrica. 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 27 de setembro de 2023.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Sustentabilidade socioeconômica e ambiental de UHE e LT. Rio de Janeiro. 2010. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-253/topico-317/NT%20-%20Sustentabilidade%20socioecon%C3%B4mica%20e%20ambiental%20de%20UHE%20e%20LT%20-%20PDE%202020\[1\].pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-253/topico-317/NT%20-%20Sustentabilidade%20socioecon%C3%B4mica%20e%20ambiental%20de%20UHE%20e%20LT%20-%20PDE%202020[1].pdf). Acesso em: 14 de maio de 2023.

EPE- Empresa de Pesquisa Energética. Página Principal. Disponível em <https://www.epe.gov.br/pt>. Acesso em 22 de junho de 2022.

ESTADO DE MATO GROSSO (MATO GROSSO). Decreto Estadual nº 336/2007.

ESTADO DE MATO GROSSO (MATO GROSSO). Decreto Governamental nº 2.154, de 28 de setembro de 2009.

ESTADO DE MATO GROSSO (MATO GROSSO). Decreto nº 715/2020.

ESTADO DE MATO GROSSO (MATO GROSSO). Decreto nº 796/2021.

ESTADO DE MATO GROSSO (MATO GROSSO). Decreto nº 2.484/2010.

ESTADO DE MATO GROSSO (MATO GROSSO). Lei Estadual nº 11.088/2020.

ESTADO DE MATO GROSSO (MATO GROSSO). Lei Estadual nº 9.612/2011.

Estudo fisiológico das formações Iapó, Furnas e Ponta Grossa do Paleozóico Inferior da Bacia do Paraná. Brasil. - BA4081: DEBSP. Ponta Grossa. 10p. Relatório Técnico Interno, 292.

EVANS, J. W.. The geology of Mato Grosso, particularly the regions drained by the upper Paraguay - BA4022: London, Quarterly Journal of the Geological Society of London. 50 (2): 85-104..

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cc0461en>

FARIA, A.. Formação Vila Maria, nova unidade litoestratigráfica siluriana da Bacia do Paraná - BA4023: Ciências da Terra, Salvador. (3):12-5. Sociedade Brasileira de Geologia

FARIA, A.; REIS NETO, J. M.. Nova unidade litoestratigráfica pré-Furnas no sudoeste de Goiás - BA4080: Congresso Brasileiro de Geologia, 30, Recife. Resumo das comunicações. 446p. (Boletim, 1) p.136-7. Sociedade Brasileira de Geologia.

Favacho, R.C., Santos C.L., Viana L.S., Souza, R.N. (2017). Análise qualiquantitativa dos impactos ambientais e a piscicultura intensiva: os efluentes como fonte de impacto. IX Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental, XV Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Ambiental e III Fórum Latino Americano de Engenharia e Sustentabilidade

FEMA – FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. 1997. Plano Estadual Ambiental. Cuiabá – MT.

FERNANDES, I. M.; SIGNOR, C. A.; PENHA, J. Biodiversidade no Pantanal de Poconé / Cuiabá: Centro de Pesquisa do Pantanal, 2010. 196 p.

FIGUEIREDO, A. J. De. Projeto Alto Guaporé - Goiânia. DNPM. CPRM 11v. relatório final integrado. Relatório do Arquivo Técnico da DGM

Figueiredo, D. M.; Dores, E. F. G. C.; Lima, M. Z. Bacia do Rio Cuiabá: uma abordagem socioambiental. Cuiabá: Entrelinhas, Cuiabá-MT: EdUFMT, 2018. 716 p.

FIGUEIREDO, D. M.; DORES, E.F. G. C.; LIMA, Z. M. (orgs.). Bacia do Rio Cuiabá: uma abordagem socioambiental. [Livro Eletrônico]. 1ª edição. Cuiabá-MT: EdUFMT, 2018. 716 p.; e-book

FIGUEIREDO, D.M.; CALHEIROS, D. F.; VAILANT, C.; OLIVEIRA, I. L.; PAINS, S.O.; IKEDA-CASTRILLON, S. K. (2022) Participação social nos processos de instalação de hidrelétricas na Região Hidrográfica do Paraguai: avanços e contradições. Dossiê temático Waterlat Gobacit: Pequenas Centrais Hidrelétricas na América do Sul: Legislação, Impactos e Conflitos. (aprovado para publicação)

Fósseis devonianos do Paraná. - BA4165: Monographias do Serviço Geológico e Mineralógico, Rio de Janeiro. (1):1-353.

FRANCO, Maria do Socorro Moreira; PINHEIRO, Rui. Geomorfologia. In: Brasil. Projeto RADAMBRASIL. Folha SE.21 Corumbá - Série Levantamento de Recursos Naturais, volume 27. Projeto RADAMBRASIL

FREITAS, V.A.. A Geração de Magmas Ácidos na província Magmática Paraná, região de Piraju Ourinhos (SP): uma contribuição da geoquímica isotópica e de elementos traços em rochas e minerais - RJ20179: Dissertação de Mestrado.

FU, J.; LEE, W.; COLEMAN, C.; NOWACK, K.; CARTER, J.; HUANG, C. Removal of pharmaceuticals and personal care products by two-stage biofiltration for drinking water treatment. Sci. Total Environ., v. 664, p. 248-248, 2019.

FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO MATO GROSSO (FEHIDRO-MT). Lei nº 11.088/2020.

FURNAS - Furnas Centrais Hidrelétricas S.A. Programa de manejo pesqueiro e conservação da ictiofauna: Subprograma de Monitoramento da Ictiofauna e Dinâmica Populacional na Área de Influência do APM Manso. 2º. Relatório de atividades. Promissão, 2021a. abril/2021.

FURNAS - Furnas Centrais Hidrelétricas S.A. Programa de manejo pesqueiro e conservação da ictiofauna: Subprograma de Monitoramento da Ictiofauna e Dinâmica Populacional na Área de Influência do APM Manso. 1º. Relatório de atividades. Promissão, 2020. Novembro/2020.

FURNAS - Furnas Centrais Hidrelétricas S.A. Programa de manejo pesqueiro e conservação da ictiofauna: Subprograma de Monitoramento da Produção Pesqueira na Área de Influência do APM Manso. 1º. Relatório de atividades. Promissão, 2021b. março/2021.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS. Página Inicial. Disponível em: <https://www.furnas.com.br/> Acesso em: 25 de junho de 2022.

FUSCALDI, K. C e MARCELINO, G. F. - Análise SWOT: o caso da Secretaria de Política Agrícola - SOBER XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – Rio Branco-AC 2008. Disponível em <https://core.ac.uk/download/pdf/6525137.pdf>

G1- Portal de notícias. (2016) Audiência sobre construção de hidrelétricas é suspensa em Mato Grosso após protestos de índios, biólogos e estudantes. Disponível em: <https://g1.globo.com/mt/mato-grosso/noticia/audiencia-sobre-construcao-de-hidreletricas-e-suspensa-em-mt-apos-protesto-de-indios-biologos-e-estudantes.ghtml>. Acesso em: 26 de junho de 2022.

GARCEZ, Ranieri Costa Sousa, MERELES, Marcos de Almeida, SIQUEIRA-SOUZA, Flávia Kelly, HURD, Lawrence Edward, FREITAS, Carlos Edwar de Carvalho (2018). PEQUENAS BARRAGENS DE PISCICULTURA IMPACTAM NEGATIVAMENTE A DIVERSIDADE DE PEIXES EM IGARAPÉS DA AMAZÔNIA. V Simpósio Internacional de Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia.

GASQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas. Brasília: Ipea, 2010.

Gentelini, A. L. (2007). Tratamento de efluente de piscicultura orgânica utilizando macrófitas aquáticas *Eichhornia crassipes* (mart. Solms) e *Egeria densa* (Planchon.) Dissertação Unioeste,

Geologia das regiões centro e oeste de Mato Grosso. Projeto Bodoquena - Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 2573. Goiânia. v.1..

Geologia do centro-leste de Mato Grosso. - BA4025: DESUL. 43p. Relatório Técnico Interno, 394.

Giselle Cristina Costa, Rosiane Alexsandra dos Santos Costa, and Solange Aparecida Arrolho da Silva. Implementação de barragens para aproveitamentos hidrelétricos: os desdobramentos da instalação de pch's no rio cuiabá, cuiabá-mt. Research, Society and Development, 10(11):e206101119533–e206101119533, 2021.

GOEDERT, W. J.; WAGNER, E.; BARCELLOS, A. O. Savanas tropicais: dimensão, histórico e perspectivas. In: FALEIRO, F.G.; FARIAS NETO, A.L. (Eds.). Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Planaltina: EMBRAPA Cerrados. p. 303-33. 2008.

GOMES-SILVA, P.A.J. (2015) Limnologia e qualidade da água da Bacia do Rio Coxipó (MT): Subsídios à gestão dos recursos hídricos. 101 fls. (Dissertação) Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos. Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá-MT.

GOVERNANÇA DAS ÁGUAS. Disponível em: https://observatoriodasaguas.org/wp-content/uploads/sites/5/2020/07/Protocolo_Governanca_Completo_FINAL-1-alta-efini%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: 03 de maio de 2021.

GOVERNO DE MATO GROSSO. Companhia Matogrossense de Mineração – METAMAT. Disponível em: <http://www.metamat.mt.gov.br/>. Acessível em 05 de Julho de 2022.

GOVERNO DE MATO GROSSO. Participação Social. Disponível em: <http://www.mt.gov.br/-/14070529-mato-grosso-tem-nova-politica-de-recursos-hidricos>. Acessível em: 01 Jul 2022.

GOVERNO DO BRASIL. Cadastro de usuários. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/nal-de-usuarios-recursos-hidricos-cnarh>. Acesso em: 10 Mai 2022.

GOVERNO DO BRASIL. Hidroweb. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>. Acesso em: 12 Mai 2022.

GOVERNO DO BRASIL. Inscrever Imóvel Rural no Cadastro Ambiental Rural (CAR). Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/servicos/inscrever-imovel-rural-no-cadastro-ambiental-rural-car>. Acesso em: 15 Jun 2022.

GOVERNO DO BRASIL. Mato Grosso. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/acao-a-informacao/acoes-e-programas>. Acesso em: 13 Jun 2022.

Governo do Estado de São Paulo – ZEE – Nota Técnica – São Paulo – Julho de 2022 disponível em https://smastr16.blob.core.windows.net/portalezee/sites/83/2022/07/04_notatecnica_cenarios.pdf

Greta C Vega, Luis R Pertierra, and Miguel Ángel Olalla-Tárraga. Merraclim, a high-resolution global dataset of remotely sensed bioclimatic variables for ecological modelling. *Scientific data*, 4(1):1–12, 2017.

GUERRA, A. T.. Formação de lateritas na bacia do alto Purus (Estado do Acre) - BA10 : *Bol. Geográfico*, 24(188).Formação de lateritas na bacia do alto Purus

GUO, D.; WESTRA, S.; MAIER, H. R. An R package for modelling actual, potential and reference evapotranspiration. *Environmental Modelling and Software*, v. 78, p. 216–224, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2015.12.019>

Hadley Wickham, Romain François, Lionel Henry, Kirill Müller, and RStudio. dplyr: A Grammar of Data Manipulation, 2021b. URL <https://cran.r-project.org/web/packages/dplyr/>. R package version 1.0.3.

Hadley Wickham, Winston Chang, Lionel Henry, Thomas Lin Pedersen, Kohske Takahashi, Claus Wilke, Kara Woo, Hiroaki Yutani, Dewey Dunnington, and RStudio. ggplot2: Create Elegant Data Visualisations Using the Grammar of Graphics, 2021a. URL <https://cran.r-project.org/web/packages/ggplot2/>. R package version 3.3.5.

HASUI, Yociteru. Formação Uberaba - BA4069: Congresso Brasileiro de Geologia, 22, Belo Horizonte, MG. Anais. 289p., p.167-79. Sociedade Brasileira de Geologia

HASUI, Yociteru. Geologia das formações cretáceas do oeste de Minas Gerais -BA4077 : Universidade de São Paulo. Tese de doutorado. São Paulo, Escola Politécnica. 87p..

HASUI, Yociteru. O Cretáceo do Oeste mineiro -BA4076: Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia. São Paulo. 18(1): 39-56. Sociedade Brasileira de Geologia

HENNIES, W T Geologia do centro norte mato-grossense São Paulo, Universidade, Escola Politécnica, 1966 65p Tese de doutoramento em engenharia.

HENNIES, W. T..Geologia do centro-oeste matogrossense - BA4057 : Tese de Doutorado (Engenharia), Departamento Engenharia de Minas Escola Politécnica/ USP. 65 p.Geologia do centro-oeste matogrossense.

HIGNITE, C.; AZARNOFF, D. L. Drugs and drug metabolites as environmental contaminants: chlorophenoxyisobutyrate and salicylic acid in sewage water effluent. Life Sci., v. 20, n. 2, p. 337-341, 1977.

HILBORN, R.; ORENSANZ J. M. (LOBO); PARMA, A. M. Institutions, incentives and the future of fisheries. Philosophical Transactions of the Royal Society B, v. 360, p. 47–57, 2005.

HILBORN, R.; AMOROSO, R. O.; ANDERSON, C. M. et al. Effective fisheries management instrumental in improving fish stock status. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v. 117, n. 4, p. 2218– 2224, 2020.

HIRATA, R; FOSTER, S; OLIVEIRA, R. (2015). Águas Subterrâneas Urbanas no Brasil: avaliação para uma gestão sustentável. 1. ed. São Paulo: Instituto de Geociências e FAPESP, v. 1. 112p.

HOEINGHAUS, D. J.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M.; OKADA, E. K.; LATINI, J. D.; KASHIWAQUI, E. A. L.; WINEMILLER, K. O. Effects of River Impoundment on Ecosystem Services of Large Tropical Rivers: Embodied Energy and Market Value of Artisanal Fisheries. Conservation Biology, v. 23, p. 1222-1231, 2009.

HOLFORD, N. H. G. Farmacocinética e farmacodinâmica: dosagem racional e o curso do tempo de ação dos fármacos. Farmacologia Básica e Clínica, 13 ed., Porto Alegre: AMGH, p. 41-55, 2017.

HORN FILHO, N. O.. Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina - RJ20509: Trabalho executado pela CPRM com a colaboração de geólogos de entidades externas como UFRGS, USP, UNICAMP, UFSC, UFRRJ, UNISINOS, UFPR e UDESC. Base Cartográfica: A base cartográfica foi obtida em formato digital a partir do IBGE (1:50.0) e do Projeto Sistema Aquífero Guarani (1:250.0).

<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101703.pdf>. Acesso 22

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/panorama> Acesso em 14 set 2022.

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/panorama> Acesso em 14 set 2022.

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/panorama> Acesso em 14 set 2022.

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/panorama>Hutchinson, M.F. (1989). A new procedure for gridding elevation and stream line data with automatic removal of spurious pits. J. Hydrol., 106:211-232.<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101703.pdf>.

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9109-projecao-da-populacao.html?=&t=noticias-e-releases>

Hutchinson, M.F. (1989). A new procedure for gridding elevation and stream line data with automatic removal of spurious pits. J. Hydrol., 106:211-232.

Hylke E Beck, Eric F Wood, Tim R McVicar, Mauricio Zambrano-Bigiarini, Camila Alvarez-Garreton, Oscar M Baez-Villanueva, Justin Sheffield, and Dirk N Karger. Bias correction of global high-resolution precipitation climatologies using streamflow observations from 9372 catchments. Journal of Climate, 33 (4):1299–1315, 2020.

IBGE – Áreas territoriais 2021 – Disponível em <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?=&t=acesso-ao-produto>

IBGE – Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM) – Tabela 3939. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/3939>

IBGE – Pesquisa de Serviços de Hospedagem (IGGE – 2016). Disponível em <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv100623.pdf>

IBGE – Produção Agrícola Municipal (PAM) – Tabela 5457. Disponíveis em <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>

IBGE – Cadastro Central de Empresas: Tabela 6449. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6449>

IBGE – Censos demográficos 1991, 2000 e 2010

IBGE – Classificação e caracterização dos espaços rurais e urbanos do Brasil – Estudos e Pesquisas – 2017

IBGE - Diretoria De Geociências Coordenação de Cartografia (2016). Gerência de Bases Contínuas. Base Cartográfica Contínua do Brasil ao Milionésimo – Bcim 5ª Versão. Documentação Técnica Geral, Volume I.

IBGE - Diretoria De Geociências Coordenação de Cartografia (2016). Gerência de Bases Contínuas. Base Cartográfica Contínua do Brasil ao Milionésimo – Bcim 5ª Versão. Documentação Técnica Geral, Volume I.

IBGE - Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Meio Ambiente (2021). Bacias Hidrográficas do Brasil BHB250 -Documentação Técnica. https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/estudos_ambientais/bacias_e_divisoes_hidrograficas_do_brasil/2021/Bacias_Hidrograficas_do_Brasil_BHB250/vetores/Documentacao_Tecnica_BHB250.pdf

IBGE - Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Meio Ambiente (2021). Bacias Hidrográficas do Brasil BHB250 -Documentação Técnica. https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/estudos_ambientais/bacias_e_divisoes_hidrograficas_do_brasil/2021/Bacias_Hidrograficas_do_Brasil_BHB250/vetores/Documentacao_Tecnica_BHB250.pdf

IBGE – Estimativas populacionais municipais 2019

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de Dados de Informações Ambientais (BDiA), 2022. Fonte: <http://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/pedologia>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Províncias estruturais, compartimentos de relevo, tipos de solos e regiões fitoecológicas / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. - Rio de Janeiro: IBGE, 179 p.: il. 2019

IBGE – Revisão das Projeções Populacionais 2018 – Ver Notícias e releases em

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativa Populacional 2021. Disponível em: Mato Grosso | Cidades e Estados | IBGE Acesso em 14 set 2022

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250 000 / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. - Rio de Janeiro: IBGE, 2019. 168 p. - (Relatórios metodológicos, ISSN 0101-2843; v. 45)

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Uso da Terra. Manuais Técnicos em Geociências. no 7, 3ª edição. Rio de Janeiro. 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de biomas do Brasil: primeira aproximação. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. 1 mapa. Escala 1:5 000 000. Projeção policônica. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/informacoes-ambientais/15842-biomas>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. MONITORAMENTO DA COBERTURA E USO DA TERRA DO BRASIL 2016 – 2018. Rio de Janeiro. 2020. Disponível em

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama_configuration_municipio_regiao_influencia: IBGE. Regiões de Influência das Cidades 2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em:

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Bacias e divisões hidrográficas do Brasil. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Cooperação: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

INSTITUTO GAIA (2022). Início. Disponível em: <https://www.institutogaiapantanal.org/> Acesso em 11 de setembro de 2022.

IPT – INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICAS. 2013. Mapeamento de áreas de alto e muito alto risco a deslizamentos e inundações do município de Vinhedo, SP. Relatório Técnico nº 131.384-205. São Paulo. 62p.

ITTI - Instituto Tecnológico de Transportes e Infraestrutura da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental da Hidrovia do Rio Paraguai. Vol 1. 2015. Disponível em: <https://itti.org.br/wp-content/uploads/2018/Relatorios/EVTEA/evtea-volume-1-relatorio-do-estudo-protegido.pdf>. Acesso em: 28 de setembro de 2023.

JACOBI, P. R. (2009) Governança da Água no Brasil. IN RIBEIRO, W. C, org. Governança da Água no Brasil: Uma visão interdisciplinar. São Paulo: Annablume; FAPESP; CNPq.

JAPIASSÚ, Luana Andressa Teixeira e LINS, Regina Dulce Barbosa - As diferentes formas de expansão urbana, in Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, v. 02, nº. 13, 2014, pp. 15-25

jul.2022

JUNIOR, J. Piscicultura: construção de viveiros de escavados. SENAR. Brasília, 2018.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The Flood Pulse Concept in River Floodplain Systems. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, Special Publication, n.106, p. 110-127, 1989.

Kashif Abbass, Muhammad Zeeshan Qasim, Huaming Song, Muntasir Murshed, Haider Mahmood, and Ijaz Younis. A review of the global climate change impacts, adaptation, and sustainable mitigation measures. *Environmental Science and Pollution Research*, pages 1–21, 2022.

KAUL, Pedro Francisco Teixeira; TEIXEIRA, Wilson. Archean and early proterozoic complexes of Santa Catarina, Paraná and São Paulo States, south-southeastern Brazil: an outline of their geological evolution - RJ20323 : São Paulo, v. 12, n. 1/3, p. 172-182, mar./set. Archean and early proterozoic complexes of Santa Catarina, Paraná and São Paulo States, south-southeastern Brazil: an outline of their geological evolution.

LAABS, V.; AMELUNG, W.; PINTO, A. A.; WANTZEN, M.; DA SILVA, C. J.; ZECH, W. Pesticides in surface water, sediment, and rainfall of the northeastern Pantanal basin, Brazil. *J. Environ. Qual.*, v. 31, p. 1636-1648, 2002

LANGE, F. W; PETRI, Setembrino. The devonian of the Paraná basin - BA4027: *Boletim Paranaense de Geociências, Curitiba.* (21/22): 5-55.

Leila M. V. Carvalho, Charles Jones, Ana E. Silva, Brant Liebmann, Pedro L. Silva Dias. The South American Monsoon System and the 1970s climate transition. *International Journal of Climatology.* 31: 1248–1256, 2011. <https://doi.org/10.1002/joc.2147>

LEPSCH, I. F. 19 lições de Pedologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LI, H. Z.; SUN, B. Q.; LYDY, M. J.; YOU, J. Sediment-associated pesticides in an urban stream in Guangzhou, China: implication of a shift in pesticide use patterns. *Environ. Toxicol. Chem.*, v. 32, p. 1040-1047, 2013.

Li, L., Yang, J., & Wu, J. (2019). A method of watershed delineation for flat terrain using sentinel-2a imagery and DEM: A case study of the Taihu basin. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(12), 528.

Li, L., Yang, J., & Wu, J. (2019). A method of watershed delineation for flat terrain using sentinel-2a imagery and DEM: A case study of the Taihu basin. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(12), 528.

LIMA et al. Proposta de revisão de enquadramento transitório dos córregos urbanos de Cuiabá. XXIV Encontro Nacional de Comitês de Bacias Hidrográficas, ENCOB, 2022.

LIMA, D. R. S.; TONUCCI, M. C.; LIBÂNIO, M.; AQUINO, S. F. Fármacos e desreguladores endócrinos em águas brasileiras: ocorrência e técnicas de remoção. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.22, n.6, p. 1043-1054, 2017.

LIMA, M. A. L.; CARVALHO, A. R.; NUNES, M. A.; ANGELINI, R.; DORIA, C. R. C. Declining fisheries and increasing prices: The economic cost of tropical rivers impoundment. *Fisheries Research*, v. 221, p. 105399, 2020.

LIN, T.; YU, S.; CHEN, W. Occurrence, removal, and risk assessment of pharmaceutical and personal care products (PPCPs) in an advanced drinking water treatment plant (ADWTP) around Taihu Lake in China. *Chemosphere*, v. 152, p. 1-9, 2016.

Liwei Zou and Tianjun Zhou. Near future (2016-40) summer precipitation changes over china as projected by a regional climate model (rcm) under the rcp8.5 emissions scenario: Comparison between rcm downscaling and the driving gcm. *Advances in Atmospheric Sciences*, 30(3):806-818, 2013.

LOCKE, M. A.; ZABLOTOWICZ, R. M.; REDDY, K. N.; STEINRIEDE, R. W. Tillage management to mitigate herbicide loss in runoff under simulated rainfall conditions. *Chemosphere*, v. 70, p. 1422-1428, 2008.

LOPES, A. S. Solos sob cerrado: características, propriedades, manejo. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1984. 162 p.

LOURENÇO, Rubens Seixas. Geologia. in: Brasil. Projeto RADAMBRASIL. Folha SA.20 Manaus - RJ6: Série Levantamento de Recursos Naturais, volume 18. Geologia. in: Brasil. Projeto RADAMBRASIL. Folha SA.20 Manaus.

LUZ, J. Da S.; ARAÚJO, S.; GODOI, H. O. Projeto Coxipó; relatório final - fase 1 - Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 2976. Goiânia. 5v. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

M. A. Gan, V. E. Kousky, and C. F. Ropelewski. The South America monsoon circulation and its relationship to rainfall over West-Central Brazil. *J. Climate* 17: 47-66, 2004. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2004\)017<0047:TSAMCA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2004)017<0047:TSAMCA>2.0.CO;2)

MAACK, R.. Breves notícias sobre a geologia dos estados do Paraná e Santa Catarina - BA4028: Arquivos de Biologia e Tecnologia, Curitiba. 2: 64-154.

MACEDO, C. F.; SIPAUBA-TAVARES, L. H. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*, v. 36, n. 2, p. 149-163, nov. 2010.

Macedo, H. D. A., Stevaux, J. C., Silva, A., Merino, E. R., Lo, E. L., & Assine, M. L. (2019). Hydrosedimentology of the Paraguay River in the Corumbá fluvial reach, Pantanal wetland. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 20(2), 255.

MACHADO, K. C.; GRASSI, M. T.; VIDAL, C.; PESCARA, I. C.; JARDIM, W. F.; FERNANDES, A. N.; SODRÉ, F. F.; ALMEIDA, F. V.; SANTANA, J. S.; CANELA, M. C., NUNES, C. R. O.; BICHINHO, K. M.; SEVERO, F. J. R. A preliminary nationwide survey of the presence of emerging contaminants in drinking and source waters in Brazil. *Sci. Total Environ.*, v. 572, 138–146. 2016.

MAPA DO ESTADO DO MATO GROSSO - GEOLOGIA - Mapa Geológico do Estado do Mato Grosso

Mapa Hidrogeológico ao Milionésimo: Nota Técnica. João Alberto Oliveira Diniz, Adilson Brito Oliveira, Robson de Carlo da Silva, Thiago Luiz Feijó de Paula. Recife: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2014.

Marcelo de Carvalho Alves, Luiz Gonzaga de Carvalho, Edson Ampélio Pozza, Luciana Sanches, João Carlos de Souza Maia. Ecological zoning of soybean rust, coffee rust and banana black sigatoka based on Brazilian climate changes. *Procedia Environmental Sciences*, 6: 35-49, 2011.

MARCHETTO, M. et al. Avanços e desafios da política de recursos hídricos quanto aos instrumentos de gestão. In: FIGUEIREDO, D.M.; DORES, E.F.G.C.; LIMA, Z.M. Bacia do rio Cuiabá-uma abordagem socioambiental. Cuiabá: EdUFMT. 2018. 498-536 p.

MARCHETTO, M., NOQUELLI, L. H. M., ANDRADE, L. A. Z., SILVA, M. A., SOARES, S. R. A., & EVANGELISTA, R. M. (2018). Avanços e Desafios da Política de Recursos Hídricos Quanto aos Instrumentos de Gestão. In D. M. FIGUEIREDO, E. F. G. C. DORES, & Z. M. LIMA (EDS.), Bacia do Rio Cuiabá: Uma Abordagem Socioambiental. EdUFMT: Cuiabá, 498-536 p.

Martijn Tennekes, Jakub Nowosad, Joel Gombin, Sebastian Jeworutzki, Kent Russell, Richard Zijdemann, John Clouse, Robin Lovelace, and Jannes Muenchow. tmap: Thematic Maps, 2020. URL <https://cran.r-project.org/web/packages/tmap/>. R package version 3.2.

MARTINEZ, M. I.. Estratigrafia e Tectônica do Grupo Bambuí no Norte do Estado de Minas Gerais - RJ20158: Dissertação de Mestrado Estratigrafia e Tectônica do Grupo Bambuí no Norte do Estado de Minas Gerais

MASSAROLI, B. A. R.; ARAÚJO, J. M.; ORTEGA, J. C. G.; VALLE NUNES, A.; MATEUS, L.; SILVA, S. E.; PENHA, J. Temporal dynamic and economic valuation of recreational fisheries of the lower Cuiabá River, Brazilian Pantanal. *Fisheries Management and Ecology*, v. 28, p. 328-337, 2021.

MATEUS, L. A. F.; VAZ, M. M.; CATELLA, A. C. Fisheries and fish resource in the Pantanal. In: Junk, W.; Da Silva, C.; Cunha, C.N. ; Wantzen, M. (ed.). *The Pantanal of Mato Grosso: Ecology, biodiversity and sustainable management of a large neotropical seasonal wetland*. Sofia-Moscow: Pensoft, 2011. p. 621–647.

MATEUS, L. A. F.; PENHA, J. M. F.; PETRERE JR, M. Fishing resources in the rio Cuiabá basin, Pantanal do Mato Grosso, Brazil. Neotropical Ichthyology, v. 2, n. 4, p. 217-227, 2004.

Mato Grosso - Plano de Longo Prazo de Mato Grosso : macro-objetivos, metas globais, eixos estratégicos e linha Estruturantes. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral – 2012

Mato Grosso - Plano Estadual de Recursos Hídricos (2009)

Mato Grosso - Plano Plurianual 2020-2023

Mato Grosso - Relatório da Ação Governamental (RAG) 2021 – SEPLAG/MT Disponível <http://www.seplag.mt.gov.br/index.php?pg=ver&id=6729&c=114&sub>,

MATO GROSSO – SEMA - Plano Estadual de Recursos Hídricos – 2009

MATO GROSSO (2007). Decreto nº 336, de 6 de junho de 2007. Regulamenta a outorga de direitos de uso dos recursos hídricos e adota outras providências. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/mt/decreto-n-336-2007-mato-grosso-regulamenta-a-outorga-de-direitos-de-uso-dos-recursos-h-dricos-e-adota-outras-provid-ncias> Acesso em 07 de agosto de 2022.

MATO GROSSO (2014a). Resolução CEHIDRO nº 68 de 11 de novembro de 2014. Disponível em: <http://www.sema.mt.gov.br/site/index.php/decisao-colegiada/conselho-estadual-de-recursos-hi-dricos/category/353-resolu%C3%A7%C3%B5es?start=20> . Acesso em 07 de agosto de 2022.

MATO GROSSO (2014b). Resolução CEHIDRO nº 69 de 11 de novembro de 2014. Disponível em: <http://www.sema.mt.gov.br/site/index.php/decisao-colegiada/conselho-estadual-de-recursos-hi-dricos/category/353-resolu%C3%A7%C3%B5es?start=20> . Acesso em 07 de agosto de 2022.

MATO GROSSO (2014c). Resolução CEHIDRO nº 70 de 11 de novembro de 2014. Disponível em: <http://www.sema.mt.gov.br/site/index.php/decisao-colegiada/conselho-estadual-de-recursos-hi-dricos/category/353-resolu%C3%A7%C3%B5es?start=20> . Acesso em 07 de agosto de 2022.

MATO GROSSO (2014d). Resolução CEHIDRO nº 71 de 11 de novembro de 2014. Disponível em: <http://www.sema.mt.gov.br/site/index.php/decisao-colegiada/conselho-estadual-de-recursos-hi-dricos/category/353-resolu%C3%A7%C3%B5es?start=20> . Acesso em 07 de agosto de 2022.

MATO GROSSO (2014e). Resolução CEHIDRO nº 72 de 11 de novembro de 2014. Disponível em: <http://www.sema.mt.gov.br/site/index.php/decisao-colegiada/conselho-estadual-de-recursos-hi-dricos/category/353-resolu%C3%A7%C3%B5es?start=20> . Acesso em 07 de agosto de 2022.

MATO GROSSO (2021). Decreto nº 1.137 de 06 de outubro de 2021. Disponível em <http://www.transparencia.mt.gov.br/documents/363605/5395055/REGIMENTO+INTERNO+-+SEMA+2.pdf/ea496671-a3cd-4402-cc29-752bd7633ecc> . Acesso em: 15 de julho de 2022.

MATO GROSSO (2021). Decreto nº 936 de 11 de maio de 2021. Disponível em <http://www.transparencia.mt.gov.br/documents/363605/5395055/DECRETO+No+936%2C+DE+11+DE+MAIO+DE+2021+-+SEMA.pdf/b8852ac5-4c82-34e7-8240-009691046961> . Acesso em: 15 de julho de 2022.

MATO GROSSO, Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA. Resolução nº 99, de 19 de setembro de 2017. Diário Oficial do Estado: Cuiabá, MT, ano 127, nº 27.164, p. 22-27, 18 dez. 2017.

MATO GROSSO. (2006a). Resolução CEHIDRO-Conselho Estadual de Recursos Hídricos nº 004 de 31 de maio de 2006. Disponível em: <http://www.sema.mt.gov.br/site/index.php/decisao-colegiada/conselho-estadual-de-recursos-hi-dricos/category/353-resolu%C3%A7%C3%B5es?start=40> Acesso em: 18 de julho de 2022.

MATO GROSSO. (2006b). Resolução CEHIDRO-Conselho Estadual de Recursos Hídricos nº 005 de 18 de agosto de 2006. Disponível em: <http://www.sema.mt.gov.br/site/index.php/decisao-colegiada/conselho-estadual-de-recursos-hi-dricos/category/353-resolu%C3%A7%C3%B5es?start=40> Acesso em: 18 de julho de 2022.

MATO GROSSO. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE MATO GROSSO, Governo de Mato Grosso, vol. 26. 2004.

MATO GROSSO. Decreto n. 1.795, de 04/11/97. Dispõe sobre o Sistema Estadual de Unidades de Conservação. Disponível: <https://acervo.socioambiental.org/acervo/documentos/decreto-n-1795-de-041197-dispoe-sobre-o-sistema-estadual-de-unidades-de> Acesso: set. 2022.

MATO GROSSO. Decreto nº 1.501 de 14 de outubro de 2022. Aprova o Regimento Interno da Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/mt/decreto-n-1501-2022-mato-grosso-aprova-o-regimento-interno-da-secretaria-da-secretaria-do-meio-ambiente-sema#:~:text=DECRETO%20N%201.501%2C%20DE%2014%20DE%20OUTUBRO%20DE,o%20que%20consta%20no%20Processo%20n%20sEMA-PRO-2022%2F13605%2C%20DECRETA%3A>. Acesso em: 05 de novembro de 2022.

MATO GROSSO. Diário Oficial (2020). Lei nº 11.088 de 20 de março de 2020. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. Disponível em: <https://www.iomat.mt.gov.br/>. Acesso em: 26 de julho de 2022.

MATO GROSSO. IOMAT- Imprensa Oficial (1997) Lei nº 6945 de 05 de novembro de 1997. Disponível em: <https://www.iomat.mt.gov.br/buscanova/#/>

p=1&q=Pol%C3%ADtica%20de%20Recursos%20H%C3%ADricos&di=19970701&df=19971225 Acesso em: 25 de julho de 2022.

MATO GROSSO. Lei nº 9.449, de 19 de outubro de 2010. Diário Oficial do Estado de Mato Grosso-Cuiabá Terça Feira, 19 de outubro de 2010 Nº 25421. Aprova o Macrozoneamento da Área de Proteção Ambiental – APA Estadual Chapada dos Guimarães e dá outras providências. Resumo Executivo do Plano de Manejo da APA da Chapada dos Guimarães. Disponível: https://documentacao.socioambiental.org/ato_normativo/UC/2086_20160309_175432.pdf

MATO GROSSO. Política Estadual de Recursos Hídricos. Lei n.11.088, de 9 de março de 2020 <https://www.al.mt.gov.br/legislacao/22400/visualizar>

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico (CEDEC). (2022). Aprova o Regimento Interno da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico – SEDEC Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/mt/decreto-n-698-2020-mato-grosso-aprova-o-regimento-interno-da-secretaria-de-estado-de-desenvolvimento-economico-sedec>. Acesso em: 22 de julho de 2022.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico (CEDEC). (2022). Dispõe sobre a Estrutura Organizacional da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico - SEDEC, a redistribuição de cargos em comissão e funções de confiança. Disponível em: http://www.sedec.mt.gov.br/documents/195466/22459156/Dec+1433_22+Nova+Estrutura+Sedec.pdf/ed8859a4-e2d7-9b7d-b6f0-d407c5a015c3 Acesso em: 22 de julho de 2022.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Fazenda. Unidades de Conservação - uma proposta para conter a destruição dos ecossistemas. Jul 2009. Disponível: <http://www5.sefaz.mt.gov.br/-/unidades-de-conservacao-uma-proposta-para-conter-a-destruicao-dos-ecossistemas#:~:text=UNIDADE%20DE%20CONSERVA%C3%87%C3%83O%20Atualmente%2C%20existem,s%C3%A3o%20estaduais%20e%2045%20municipais>. Acesso em set 2002.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA. Superintendência de Recursos Hídricos. Gestão de Recursos Hídricos de Mato Grosso: Relatório 2018. Organizado por: PASCOTTO, L.M.N.; JAKOBI, S.C.G. APOITIA, L.F.M. Cuiabá: SEMA/MT; SURH, 2021.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Superintendência de Recursos Hídricos. (2021). Gestão de Recursos Hídricos de Mato Grosso: Relatório 2018. Organizado por PASCOTTO, L.M.N.; JAKOBI, S.C.G.; APOITIA, L.F.M.. Cuiabá: SEMA-MT/SURH. 55 p.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Superintendência de Recursos Hídricos. (2021). Gestão de Recursos Hídricos de Mato Grosso: Relatório 2018. Organizado por PASCOTTO, L.M.N.; JAKOBI, S.C.G.; APOITIA, L.F.M.. Cuiabá: SEMA-MT/SURH. 55 p.

MATO GROSSO. Secretaria Estadual Meio Ambiente. Unidades de Conservação. 2022. Disponível: <http://sema.mt.gov.br/site/index.php/unidades-de-conservacao>. 2022. Acesso em 10/07/2022

MATOS, F.; CKAGNAZAROFF, I.B.; A.P. CARRIERI; SOUSA, R.R.; LIMA, A.J.R. (2020). Retratos de Governanças das Águas no Brasil: perfil dos representantes membros de comitês de bacias hidrográficas Estado de Mato Grosso. Belo Horizonte: Face/UFMG. 51 p.

Maud Blame, Sylvie Galle, and Thierry Lebel. Démarrage de la saison des pluies au Sahel: variabilité aux échelles hydrologique et agronomique, analysée à partir des données EPSAT-Niger. Science et changements planétaires/Sécheresse, 16(1), 15-22, 2005.

MAURER, V. C.. CARACTERIZAÇÃO GEOCRONOLÓGICA (U-Pb), GEOQUÍMICA E ISOTÓPICA (Sr, Nd, Hf,) DO COMPLEXO RIO CAPIVARI NO TERRENO EMBU - RJ20546 : Dissertação de Mestrado orientada pela Professora Doutora Adriana Alves

MDH, Ministerial Declaration of the Hague, Water Security in the 21st Century, 2nd World Water Forum, 2000. Disponível em: http://www.worldwatercouncil.org/sites/default/files/World_Water_Forum_02/The_Hague_Declaration.pdf. Acesso em: mar. 2018.

MDR-MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (2022). Texto base do Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas (PNRBH). Disponível em: <https://www.gov.br/participamaisbrasil/texto-base-do-programa-nacional-de-revitalizacao-de-bacias-hidrograficas-pnrhb1> Acesso em 12 de setembro e 2022.

MDR-Ministério do Desenvolvimento Regional. CNRH-Câmara Técnica de Planejamento e Articulação-CTPA. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/cnrh/camaras-tecnicas/ctpa>. Acesso em 05 de agosto de 2022.

Meira, F. C., Stevaux, J. C., Torrado, P. V., & Assine, M. L. (2019). Compartimentação e evolução geomorfológica da planície do rio Cuiabá, Pantanal Mato-Grossense. Revista Brasileira de Geomorfologia, 20(1).

Meira, F. C., Stevaux, J. C., Torrado, P. V., & Assine, M. L. (2019). Compartimentação e evolução geomorfológica da planície do rio Cuiabá, Pantanal Mato-Grossense. Revista Brasileira de Geomorfologia, 20(1).

MELO, A. F. F.; SANTOS, A. J.; CUNHA, M. T. P.; D'ANTONA, R. J. De G.. Projeto Molibdênio em Roraima - Relatório final. Manaus. v.1-A e B. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

MELO, M. C. Segurança hídrica para abastecimento urbano: proposta de um modelo analítico e aplicação na bacia do rio das Velhas, Minas Gerais. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2016. 495 p. Disponível em: <http://www.coc.ufrj.br/pt/>. Acesso em: 10 abr. 2020.

Mercedes Vélez-Nicolás, Santiago García-López, Verónica Ruiz-Ortiz, Santiago Zazo, and José Luis Molina. Precipitation variability and drought assessment using the spi: Application to long-term series in the strait of gibraltar area. *Water*, 14(6):884, 2022. doi: <https://doi.org/10.3390/w14060884>.

MESQUITA, L. F. G. (2018). Os Comitês de Bacias Hidrográficas e o Gerenciamento Integrado na Política Nacional de Recursos Hídricos. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 45, 56–80.

MESQUITA, L. F. G. (2018). Os Comitês de Bacias Hidrográficas e o Gerenciamento Integrado na Política Nacional de Recursos Hídricos. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 45, 56–80.

Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. (2007) Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas. Rio de Janeiro: CEPEL. 684 p.

MIRANDA, K.; CUNHA, M. L. F.; DORES, E. F. G. C.; CALHEIROS, D. F. Pesticide residues in river sediments from the Pantanal wetland, Brasil. *J. Environ. Sci. Health B*, v. 43, p. 717-722, 2008.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 196 de 08 de março de 2018. Aprova o Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai – PRH Paraguai. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/planos-e-estudos-sobre-rec-hidricos/plano-de-recursos-hidricos-rio-paraguai/03-nt-9_2018-anexo-res-cnrh-196_2018.pdf. Acesso em 04 de agosto de 2022.

MORAES, G. F. 2018 Análise de conflitos por uso de recursos hídricos na área de atuação do CBH da Margem Esquerda do Rio Cuiabá. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Brasil.

MORALES, J. J.; PELUSO, L.; MATEUS, L.; PENHA, J. Land use and land cover in catchment determine fish assemblages in headwater streams of a tropical savanna. *Hydrobiologia*, submetido.

MORALES, Jenny Johanna 2022. Biodiversidade dos peixes de riachos de uma savana tropical com ênfase na ecologia trófica e atributos ecomorfológicos. 2018. Tese. Doutorado (Ecologia e Conservação da Biodiversidade) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2018.

MOREIRA, M. I. C.; BORGHI, L.. Fácies sedimentares e sistemas deposicionais das formações Alto Garças e Vila Maria na região da Chapada dos Guimarães (MT) borda noroeste da Bacia do Paraná - BA4083 : Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, 1999b. 29(3):419-428.Sociedade Brasileira de Geologia.

MOREIRA, M. I. C.; BORGHI, L.. Revisão estratigráfica do intervalo Ordovício-Siluriano da Bacia do Paraná - Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 1999a. Anais. 71(4-1):743-766.

MORO, G. V.; TORATI, L. S.; LUIZ, D. de B.; MATOS, F. T. de (2013). Monitoramento e manejo da qualidade da água em pisciculturas. In: RODRIGUES, A. P. O.; LIMA, A. F.; ALVES, A. L.; ROSA, D. K.; TORATI, L. S.; SANTOS, V. R. V. dos (Ed.). Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 141-169. (<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1083545/1/cap.5.pdf>).

MOURA, B.D. (2018). Análise dos impactos do uso e ocupação do solo na qualidade da água da sub-bacia do São Gonçalo, Cuiabá, MT. 119p. (Dissertação) Programa de Pós-graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso Cuiabá - MT.

MOURA, R. S. T. et al. Sedimentação de nutrientes e material particulado em reservatório sob influência de atividades de piscicultura no semiárido do Rio Grande do Norte. Revista Química Nova. 2014. v. 37, n. 8, p.1283-1288.

NANTABA, F.; WASSWA, J.; KYLIN, H.; PALM, W.; BOUWMAN, H; KÜMMERER, K. Occurrence, distribution, and ecotoxicological risk assessment of selected pharmaceutical compounds in water from Lake Victoria, Uganda. Chemosphere, v. 239, n. 24642, 2020.

Nathalia Capellini Carvalho de Oliveira. A grande aceleração e a construção de barragens hidrelétricas no Brasil. Varia Historia, 34:315-346, 2018.

NOGUEIRA, E. N., DORES, E. F. G. C.; PINTO, A. A.; AMORIM, R. S. S.; RIBEIRO, M. L.; LOURENCETTI, C. Currently used pesticides in water matrices in Central-Western Brasil. J. Braz. Chem. Soc., v. 23, p. 1476-1487, 2012.

NOVÁK, J.; ŽLUTICKY, J.; KUBELKA, V.; MOSTECKY, J. Analysis of organic constituents present in drinking water. J. Chromatogr. A, v. 76, n. 1, p. 45-50, 1973.

NUNES DA CUNHA, C.; REBELLATO, L. COSTA, C.P. Vegetação e flora: experiência pantaneira no sistema de grade Capítulo 3. In: Biodiversidade no Pantanal de Poconé /Organizadores: FERNANDES, I. M.; SIGNOR, C. A.; PENHA, J. Cuiabá: Centro de Pesquisa do Pantanal, 2010. 196 p.

O Grupo Serra Geral no Estado do Paraná - RJ20531: Mapeamento geológico das cartas 1:250 000 de Guaira, Cascavel, Campo Mourão, Foz do Iguaçu, Guaraniaçu, Guarapuava, Pato Branco e Clevelândia -Volume 1 - Texto

OB.SOB.AMB. Observatório Soberania Ambiental (2022). Agências de Água. Disponível em: <http://www.soberaniaambiental.eco.br/2016/05/Agencias-de-Agua-Delegatarias-RJ.html>. Acesso em: 25 de julho de 2022.

OBSERVATÓRIO DAS ÁGUAS – OGA. (2019). PROTOCOLO DE MONITORAMENTO DA GOVERNANÇA DAS ÁGUAS. Disponível em: https://observatoriodasaguas.org/wp-content/uploads/sites/5/2020/07/Protocolo_Governanca_Completo_FINAL-1-alta-efini%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: 03 de maio de 2021.

OGA-OBSERVATÓRIO DE GOVERNANÇA DAS ÁGUAS (2019). Protocolo de Monitoramento da Governança das Águas. Disponível em: http://www.observatoriodasaguas.org/publicacoes/id879241/lan_amento_do_protocolo_de_monitoramento_da_governan_a_das_guas__versoes_completa_e_resumo_executivo . Acesso em: 20 de julho de 2022.

OGA-OBSERVATÓRIO DE GOVERNANÇA DAS ÁGUAS (2019). Protocolo de Monitoramento da Governança das Águas. Disponível em: http://www.observatoriodasaguas.org/publicacoes/id879241/lan_amento_do_protocolo_de_monitoramento_da_governan_a_das_guas__versoes_completa_e_resumo_executivo . Acesso em: 20 de julho de 2022.

OKADA, E. K.; AGOSTINHO, A. A.; SUZUKI, H. I.; AMBROSIO, A. M.; GOMES, L. C. Biologia pesqueira e pesca na área de influência do APM Manso: biologia, ecologia e sócio economia. Relatório Final. Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura – Nupélia. Departamento de Biologia da Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2010.

OLIVATTI, O.; RIBEIRO FILHO, W..Revisão da geologia do centro-oeste de Mato Grosso. Projetos Centro-Oeste de Mato Grosso, Alto Guaporé e Serra Azul - Goiânia, 51p.Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.

OLIVEIRA, A. I. De; LEONARDOS, Othon Henry. Geologia do Brasil - RJ4028: Série Didática, 2ed. rev. atual., 2, 813p.Geologia do Brasil.

OLIVEIRA, A. I.. Reconhecimento geológico do Rio Xingu, Estado do Pará - RJ4027: Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico, 29:3-32.Reconhecimento geológico do Rio Xingu, Estado do Pará.

OLIVEIRA, E. P. O terreno Devoniano do sul do Brasil - BA4030: Annaes da Escola de Minas, Ouro Preto. (14):31-9. Escola de Minas e Metalurgia de Ouro Preto

OLIVEIRA, Elson Paiva de. Geologia e recursos minerais do Estado do Paraná - BA4031 : Monographias do Serviço Geológico e Mineralógico, Rio de Janeiro. (6):1-169. Serviço Geológico e Mineralógico

OLIVEIRA, H. J. B. de; COSTA, T. V.; LIMA, A. F. (2017). Avaliação da sobrevivência e de qualidade de água em diferentes densidades de estocagem no transporte de pirarucu *Arapaima gigas* em sistema aberto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 27., 2017, Santos. Anais [eletrônicos]... Brasília, DF: Associação Brasileira de Zootecnistas, 2017. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/166559/1/CNPASA-2017-santos.pdf>

OLIVEIRA, I. L. (2020). A percepção dos membros dos comitês bacias hidrográficas dos rios Jauru e Cabaçal no estado de Mato Grosso sobre a governança de recursos hídricos. (Dissertação) Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos-ProfÁgua. Unemat. Cáceres. 162. P.

OLIVEIRA, M. A. M.; MÜHLMANN, H.. Geologia de semi-detelhe da região de Mutum, Jaciara, São Vicente e Chapada dos Guimarães - BA4032: DESUL. Ponta Grossa. 62 p. Relatório Técnico Interno, 300. Petróleo Brasileiro S/A.

ONS Operador Nacional do Sistema Elétrico. O que é ONS? Disponível em: <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-ons/o-que-e-ons>. Acesso em: 26 de junho de 2022.

ORTEGA, J.; BACANI, I.; DORADO-RODRIGUES, T. F.; STRÜSSMANN, C.; FERNANDES, I. M.; MORALES, J.; MATEUS, L. A. F.; PAINS DA SILVA, H.; PENHA, J. Effects of urbanization and environmental heterogeneity on fish assemblages in small streams. *Neotropical Ichthyology*, v. 19, n.3, p. e210050, 2021.

PACTO EM DEFESA DAS CABECEIRAS DO PANTANAL (2022a) Consulta pública aos signatários da Carta de Princípios do Grupo Gestor do Pacto em Defesa das Nascentes do Pantanal. Disponível em: <http://pactopelopantanal.org.br/2020/05/14/consulta-publica-aos-signatarios-da-carta-de-principios-do-grupo-gestor-do-pacto-em-defesa-das-nascentes-do-pantanal/> Acesso em 10 de setembro de 2022.

PACTO EM DEFESA DAS CABECEIRAS DO PANTANAL (2022b) Guia de utilização básica da base de dados SIG. Disponível em: <http://pactopelopantanal.org.br/2020/05/11/guia-de-utilizacao-basica-da-base-de-dados-sig-do-estudo-de-dimensionamento-das-demandas-e-oportunidades-provenientes-das-atividades-de-restauracao-ecologica-nas-areas-de-preservacao-permanente-app/> Acesso em 10 de setembro de 2022.

PACTO EM DEFESA DAS CABECEIRAS DO PANTANAL (2022c) Conheça nossos principais resultados. Disponível em: <http://pactopelopantanal.org.br/resultados/> Acesso em 10 de setembro de 2022.

PAES, José De Castro; PINTO, Claiton Piva; OLIVEIRA, Fernando A. Rodrigues De; RAPOSO, Frederico Ozanam. Projeto Jequitinhonha, Estados de Minas Gerais e Bahia: texto explicativo - RJ20244: 376 p., 06 mapas geológicos escala 1:100.000 e 01 mapa de recursos minerais escala 1:200.000 (Série Programa Geologia do Brasil ζ PGB) versão impressa em papel e em meio digital, textos e mapas. Projeto Jequitinhonha, Estados de Minas Gerais e Bahia: texto explicativo.

PAIVA, Carlos Alfredo de Almeida. Recomendações a Respeito de Recuperação de Reservatórios. In: XVI Seminário Nacional de Grandes Barragens, 1985, Belo Horizonte MG. Anais...B. Horizonte: CBGB, 1985, v. 2, p. 463-485.

Paraná flood basalts: Rapid extrusion hypothesis confirmed by new $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ results. - RJ20180 : vol. 38(8):747-750

Pascal O Title and Jordan B Bemmels. Envirem: an expanded set of bioclimatic and topographic variables increases flexibility and improves performance of ecological niche modeling. *Ecography*, 41(2):291–307, 2018.

PASCOTTO, L. M. N., ROSA, F. M., JAKOBI, S. C. G., NOQUELLI, L. H. M., SILVA, S. A. A. Fragilidades no processo participativo dos Comitês de Bacia Hidrográfica de Mato Grosso à luz das Políticas Nacional e Estadual de Recursos Hídricos. *Revista Marupiará*, ano 4, n. 5, v. 2, Manaus/AM, 2019.

PASCOTTO, L.M.N. Análise do impacto na rentabilidade de usuários e do potencial financiador da cobrança pelo uso da água subterrânea no sistema Aquífero Parecis. Dissertação. UEMAT. 2020.

PEATE, D.w..The Parana-Etendeka Province - RJ20178 : 100, AGU, p. 217-145 *Geophysical Monograph*

PELUSO, L. M.; MATEUS, L.; PENHA, J.; BAILLY, D.; CASSEMIRO, F., SUÁREZ, Y.; FANTIN-CRUZ, I.; KASHIWAQUI, E.; LEMES, P. Climate change negative effects on the Neotropical fishery resources may be exacerbated by hydroelectric dams. *Science of The Total Environment*, v. 828, p. 154485, 2022.

Peter Zeilhofer. Modelação de relevo e obtenção de parâmetros fisiográficos na bacia do rio Cuiabá. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 6(3):95–109, 2001.

PINHATTI, A. (2023). Por que existem tantos poços irregulares no Brasil? Tese de Doutorado do Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo (USP).

PINHO, A. P.; MORRIS, L. A.; JACKSON, C. R.; WHITE, W. J.; BUSH, P. B.; MATOS, A. T. Contaminant retention potential of forested filter strips established as SMZs in the piedmont of Georgia. *J. Am. Water Resour. Assoc.*, v. 44, p. 1564-1577, 2008.

PITTHAN, Jaime Heitor Lisboa; MELO, Diana Peixoto; ALMEIDA, Valter Jesus. Geomorfologia. In: Brasil. Projeto RADAM. Folha SC.19 Rio Branco - GO2030: Série Levantamento de Recursos Naturais, volume 12. Geomorfologia. In: Brasil. Projeto RADAM. Folha SC.19 Rio Branco.

PLANO ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS – PERS-MT (Tomo II) / Paulo Modesto Filho, Eliana Beatriz Nunes Rondon Lima, José Álvaro da Silva (Organizadores). – Cuiabá-MT: EdUFMT, 2022. 628 p.

POMPEU, C. T. Direito de Águas no Brasil. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2006. 512 p.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO (PUC-SP). Biblioteca Jurídica. Disponível em: <https://enciclopediajuridica.pucsp.br/verbete/329/edicao-1/saneamento-basico:-competencias-constitucionais-para-criar,-organizar-e-prestar-os-servicos-publicos#:~:text=23%2C%20IX%2C%20da%20Constitui%C3%A7%C3%A3o%20estabelece,habitacionais%20e%20de%20saneamento%20b%C3%A1sico%E2%80%9D>. Acesso em: 14 Ago 2022.

POSSAVATZ, J. Determinação de resíduos de pesticidas na bacia hidrográfica do Rio Cuiabá, Mato Grosso. 2012. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) - Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2012.

POSSAVATZ, J.; ZEILHOFER, P.; PINTO, A. A.; TIVES, A. L.; DORES, E. F. G. C. Resíduos de pesticidas em sedimento de fundo de rio na Bacia Hidrográfica do Rio Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. *Rev. Ambient. Água*, v. 9, p. 83-96, 2014.

POTT, A.; POTT, V.J. Flora do Pantanal. In: Damasceno-Junior, GA, Pott, A. (eds) Flora e Vegetação do Pantanal. Plant and Vegetation, vol 18. Springer, Cham. 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-83375-6_3

POTT, V.J.; POTT, A. Aquatic Plants. In: Damasceno-Junior, G.A., Pott, A. (eds) Flora and Vegetation of the Pantanal Wetland. Plant and Vegetation, vol 18. 2021. Springer, Cham. 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-83375-6_4

Preety, K., Prasad, A. K., Varma, A. K., & El-Askary, H. (2022). Accuracy assessment, comparative performance, and enhancement of public domain digital elevation models (Aster 30 M, Srtm 30 M, Cartosat 30 M, Srtm 90 M, Merit 90 M, And Tandem-X 90 M) using DGPS. *Remote Sensing*, 14(6), 1334.

Preety, K., Prasad, A. K., Varma, A. K., & El-Askary, H. (2022). Accuracy assessment, comparative performance, and enhancement of public domain digital elevation models (Aster 30 M, Srtm 30 M, Cartosat 30 M, Srtm 90 M, Merit 90 M, And Tandem-X 90 M) using DGPS. *Remote Sensing*, 14(6), 1334.

Projeto Bonito - Aquidauana - Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 2744. Goiânia. v.1. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

Projeto Cuiabá. - BA4079: Cuiabá. 16p. Relatório do Arquivo técnico da DGM, 1471.

Projeto Cuiabá; uma nota explicativa. - BA4026: Cuiabá. 13p. Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 714.

PROJETO MAPBIOMAS – Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra no Cerrado - Coleção 6, acessado em 13 set através do link: https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/Fact_Sheet_2.pdf

PROJETO MAPBIOMAS. Coleção 4.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. Disponível em: <https://mapbiomas.org/download>. Acesso em agosto 2022.

PROJETO MAPBIOMAS. Coleção 7.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. acessado em 13 set através do link: <https://mapbiomas.org/download>.

Projeto Zoneamento das Potencialidades dos Recursos Naturais da Amazônia Legal - BA3034: Rio de Janeiro, 211 p.

Qichun Yang, Xuesong Zhang, James E Almendinger, Maoyi Huang, Xingyuan Chen, Guoyong Leng, Yuyu Zhou, Kaiguang Zhao, Ghassem R Asrar, and Xia Li. Climate change will pose challenges to water quality management in the st. croix river basin. *Environmental Pollution*, 251:302–311, 2019.

RABELO, M.T.O.; DA SILVA, C.J.; FIGUEIREDO, D.M. (2021) Participação social no diagnóstico e prognóstico do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai. *Research, Society and Development*, e507101018137. DOI: 10.33448/rsd-v10i10.18137.

Rafael H. M. Pereira, Caio Nogueira Goncalves, Paulo Henrique Fernandes Araujo, Guilherme Duarte Car-valho, Rodrigo Almeida Arruda, Igor Nascimento, Barbara Santiago Pedreira Costa, Welligton Silva Cavedo, Pedro R. Andrade, Alan Silva, Carlos Kauê Vieira Braga, Carl Schmettmann, Alessandro Samuel-Rosa, and Daniel Ferreira. *geobr: Download Official Spatial Data Sets of Brazil*, 2021. URL <https://github.com/cran/geobr>.

RAMALHO, R..Pantanal matogrossense: compartimentação geomorfológica - Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 1, São José dos Campos. Sumários.nstituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

RAMGRAB, Gilberto Emílio; BOMFIM, L. F. C.; MANDETTA, P.. Projeto Roraima, 2 Fase - PA3028: Relatório final, v.II. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

RAMSAR CONVENTION. Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat. Ramsar (Iran), 2 February 1971. UN Treaty Series No. 14583. As amended by the Paris Protocol, 3 December 1982, and Regina Amendments, 28 May 1987. Disponível em: www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/current_convention_text_e.pdf. Acesso em: 15 set. 2022.

RAUBER, R. G.; STRICTAR, L.; GOMES, L. C.; SUZUKI, H. I.; AGOSTINHO, A. A. Spatial segregation in the reproductive activity of Neotropical fish species as an indicator of the migratory trait. *Journal of Fish Biology*, v. 98, p. 694– 706, 2021.

Relatório geológico e pedológico exploratório do Alto Paraguai. - BA4151: s.1.,101p. São Paulo.

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL (BRASIL). Constituição da República Federativa do. 76ª Ed. 2012.

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL (BRASIL). Lei Federal nº 9.984. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas (ANA), de 17 de julho de 2000.

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL (BRASIL). Lei Federal nº 9.433. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, de 8 de janeiro de 1997.

RESENDE, A. T. Pesca artesanal e suas representatividades: FEPERJ e Colônias de pescadores na Baía de Guanabara. Anais XVI Encontro Nacional dos Geógrafos Crise, práxis e autonomia: espaços de resistência e de esperanças - Espaço de Socialização de Coletivos – Porto Alegre - RS, 2010.

Resolução CNRH 145, de 12 de dezembro de 2012 com diretrizes para a elaboração de planos de RH de Bacias Hidrográficas <<http://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=129681>>

Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. - BA4029: DESUL. Ponta Grossa. 186p. Relatório Técnico Interno, 444.

RIBEIRO FILHO, W..Projeto Serra Azul - BA4062 :Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 2407. Goiânia. 4v..

RIBEIRO, N.B.; JOHNSON, R.M.F. (2018) Discussion on water governance: patterns and common paths. *Ambiente & Sociedade* 21(0).

Richard H Moss, Jae A Edmonds, Kathy A Hibbard, Martin R Manning, Steven K Rose, Detlef P Van Vuuren, Timothy R Carter, Seita Emori, Mikiko Kainuma, Tom Kram, et al. The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature*, 463(7282):747–756, 2010.

RIKER, S. R. L.; ARAÚJO, R. V.; REIS, N. J.. Projeto Roraima Central - Grupo Cauarane. In: CPRM (ed.). Folhas NA.20-X-B e NA.20-X- (integrais), NA.20-X-A, NA.20-X-C, NA.21-V-A. O contexto geológico no município Boa Vista, Roraima, Brasil 18 ACTA Geográfica, Boa Vista, v.6, n.12, mai./ago. de 2012. pp.07-19 e NA.21-V-C (parciais). Escala 1:500.000. Estado de Roraima. Manaus: CPRM, 1999. pp.20-33. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Roraima Central

Robert J Hijmans, Susan E Cameron, Juan L Parra, Peter G Jones, and Andy Jarvis. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 25(15):1965–1978, 2005.

Roberto Chiaranda, Chirle Colpini, and Thelma Shirlen Soares. Caracterização da bacia hidrográfica do rio cuiabá. *Advances in Forestry Science*, 3(1):13–20, 2016.

Roger Hijmans, Robert J. and Bivand, Karl Forner, Jeroen Ooms, Edzer Pebesma, and Michael D. Sumner. terra: Spatial Data Analysis, 2022. URL <https://cran.r-project.org/web/packages/terra/>. R package version 1.6-7.

Rose Ane Pereira de Freitas, Ronald Buss de Souza, Rafael Afonso do Nascimento Reis e Douglas da Silva Lindemann. Relação entre o vapor d'água atmosférico e a temperatura da superfície do mar sobre a região da confluência Brasil-Malvinas com base em dados coletados in situ. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 12(04), 1687-1702, 2019.

ROSEBERRY, D. O.; WINTER, T. C.; BUSO, D. C.; LIKENS, G. E. Comparison of 15 evaporation methods applied to a small mountain lake in the northeastern USA. *Journal of Hydrology*, v. 340, n. 3–4, p. 149–166, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2007.03.018>. Acesso em: 28 mar. 2023.

ROSS, J. L. S.; SANTOS, L. M. Geomorfologia. In: Brasil. Ministério das Minas e Energia. Secretária-geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD.21 Cuiabá; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982.

ROSS, J. L. S.; SANTOS, L. M. Geomorfologia. In: Brasil. Ministério das Minas e Energia. Secretária-geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SE.21 Corumbá e parte da Folha SE.20; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982.

ROSS, J. L. S.; SANTOS, L. M. Geomorfologia. In: Brasil. Ministério das Minas e Energia. Secretária-geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD.22 Goiás; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1981.

SALOMÃO, F.X de T. 1994. Processos erosivos lineares em Bauru –SP: regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural. São Paulo. (Tese de Doutorado – FFLCH-USP- Departamento de Geografia)

SANTOS, Alex Mota dos; HOLMES, Danielly Cristina de Souza Costa; RAMOS Helci Ferreira - Densidade demográfica: um estudo comparativo de duas metodologias ... Ateliê Geográfico - Goiânia-GO, v. 12, n. 1, abr./2018, p. 175-200

SANTOS, Dacyr Botelho. Esboço geológico da Folha SB.21 Tapajós - BA89: Congresso Brasileiro de Geologia, 28, v.4. Anais. Anais do Congresso Brasileiro de Geologia

SANTOS, H. G. dos (et al). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – 3 ed. rev. ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2013 353p.

SANTOS, Iara Maria Dos. ESTRATIGRAFIA E TECTÔNICA DA FAIXA PARAGUAI: IMPLICAÇÕES EVOLUTIVAS NEOPROTEROZOICAS NO SUDESTE DO CRÁTON AMAZÔNICO - Dissertação orientada pelo Professor Doutor Afonso César Rodrigues Nogueira e pelo Coorientador Professor Doutor Roberto Vizeu Lima Pinheiro

SANTOS, R. E.; PINTO-COELHO, R. M.; DRUMOND, M. A.; FONSECA, R.; ZANCHI, F. B. Damming Amazon Rivers: Environmental impacts of hydroelectric dams on Brazil's Madeira River according to local fishers' perception. *Ambio*, v. 49, p. 1612–1628, 2020.

SANTOS, R.; PINTO-COELHO, R. M.; FONSECA, R.; SIMÕES, N. R. ; ZANCHI, F. B. The decline of fisheries on the Madeira River, Brazil: The high cost of the hydroelectric dams in the Amazon Basin. *Fisheries Management and Ecology*, v. 25, p. 380-391, 2018.

SCHNOOR, J. L. Chemical fate and transport in the environment. In: Schnoor JL (ed) Fate of pesticides & chemicals in the environment. Wiley-Interscience, New York, pp 1-23, 1992.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE - SEMA. Sistema Integrado de Monitoramento e Licenciamento Ambiental - SIMLAM. 2008. Disponível em <<http://monitoramento.sema.mt.gov.br/simlam/>>.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE (SEMA). Plano Estadual de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.sema.mt.gov.br/site/>. Acesso em: 15 Maio 2022.

SEDEC-Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico. (2022) Página Inicial. Disponível em: <http://www.transparencia.mt.gov.br/-/secretaria-de-estado-desenvolvimento-economico> Acesso em: 22 de julho de 2022.

SEMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente de Mato Grosso. Plano Estadual de Recursos Hídricos. Cuiabá: KCM Editora, 184p. 2009.

SEMA, 2022. Secretaria de Meio Ambiente do Estado de Mato Grosso. Secretaria de Estado. Disponível em: http://www.transparencia.mt.gov.br/-/secretaria-de-estado-do-meio-ambiente?ciclo=cv_secretarias_de_estado. Acessado em 18/10/2020.

SEMA. Secretaria de Estado de Meio Ambiente (2021). Nota Técnica nº 01 SURH. Trata do funcionamento do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (Fehidro). Disponível em: <http://www.sema.mt.gov.br/site/index.php/unidades-administrativas/recursos-hidricos/category/723-fehidro> . Acesso em 10 de agosto de 2022.

SEMA. Secretaria de Estado de Meio Ambiente (2022a). Decisão Colegiada-Resoluções CEHIDRO. Disponível em: <http://www.sema.mt.gov.br/site/index.php/decisao-colegiada/conselho-estadual-de-recursos-hidricos/category/353-resolu%C3%A7%C3%B5es?limitstart=0> . Acesso em 08 de agosto de 2022.

SEMA. Secretaria de Estado de Meio Ambiente (2022b). Outorga. Disponível em: <http://sema.mt.gov.br/site/index.php/outorga>. Acesso em: 09 de agosto de 2022.

SEMA. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. (2019). Resultados Balneabilidade 2018-2019 Disponível em: <http://www.sema.mt.gov.br/transparencia/index.php/gestao-ambiental/monitoramento-ambiental/balneabilidade> Acesso em 08 de agosto de 2022.

SEMA-MT (2022). Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso (site oficial). Disponível em: <http://www.sema.mt.gov.br/site/index.php/sema/historia> Acesso em: 10 de julho de 2022.

SEMA-MT Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso (2022). Conselho Estadual de Recursos Hídricos. <http://www.sema.mt.gov.br/site/index.php/decisao-colegiada/conselho-estadual-de-recursos-hidricos> Disponível em: Acesso em: 25 de julho de 2022.

Sergio Noce, Luca Caporaso, and Monia Santini. A new global dataset of bioclimatic indicators. Scientific data, 7(1):1–12, 2020.

SILVA, A. C. C. D., FANTIN-CRUZ, I., LIMA, Z. M. D., & FIGUEIREDO, D. M. (2019). Cumulative changes in water quality caused by six cascading hydroelectric dams on the Jauru River, tributary of the Pantanal floodplain. *Brazilian Journal of Water Resources*, 24, 1–12.

SILVA, D. M. L.; CAMARGO, P.B.; MARTINELLI, L. A.; LANÇAS, F. M.; PINTO, J. S. S.; AVELAR, W. E. P. Organochlorine pesticides in Piracicaba River Basin (São Paulo/Brasil): a survey of sediment, bivalve and fish. *Quim Nova*, v. 31, p. 214-219, 2008.

SILVA, G. G. H.; CAMARGO, A. F. M. (2008). Impacto das atividades de aquicultura e sistemas de tratamento de efluentes com macrófitas aquáticas: relato de caso. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*, v. 34, n. 1, p.163-173, fev. 2008.

SILVA, Luciano Leite. Geologia. In: Brasil. Projeto RADAM. Folha SC. 19 Rio Branco - RJ4: Série Levantamento de Recursos Naturais, volume 12. CPRM. Geologia. In: Brasil. Projeto RADAM. Folha SC. 19 Rio Branco.

Siqueira, E. M. (2002). História de Mato Grosso. Da ancestralidade aos dias atuais. Cuiabá: Entrelinhas, 107 p.

Siqueira, E. M. (2002). História de Mato Grosso. Da ancestralidade aos dias atuais. Cuiabá: Entrelinhas, 107 p.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS (SIAGAS). Disponível em: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/index.php>. Acesso em: 25 Jun 2022.

Sistema FIRJAN (SENAI, SESI, IEL e CIRJ) – Índice FIRJAN de desenvolvimento Municipal (IFDM). Disponível em <https://firjan.com.br/ifdm/consulta-ao-indice/>

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS (SINGRERH). Sistemas. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/portal/snirh-1/sistemas>. Acesso em: 13 Abr 2022.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS (SINGRERH). Rede Hidrometeorológica Nacional. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidrotelemetria/Mapa.aspx#:~:text=Este%20sistema%20tem%20por%20objetivo,Informa%C3%A7%C3%B5es%20sobre%20Recursos%20H%C3%ADricos%20%2D%20SNIRH>. Acesso em: 12 Jun 2022.

SMITH, E. P.; ORVOS, B. W.; CAIRNS, J. JR. Impact assessment using the Before-After-Control Impact (BACI) model: concerns and comments. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 50, p. 627–637, 1993.

SMITH, H. H.. O planalto de Mato Grosso - BA4150: Revista de Engenharia, 7: 17-18. Rio de Janeiro..

SOARES, P. C.. Divisão estratigráfica do Mesozóico no Estado de São Paulo - BA4051: Revista Brasileira de Geociências, São Paulo. 5(4): 229-251.Sociedade Brasileira de Geologia.

SOARES, P. C.. Ensaio de caracterização estratigráfica do Cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru - BA4073: Revista Brasileira de Geociências, São Paulo. 10(3): 177-185.Sociedade Brasileira de Geologia

SOMBROEK, W. G.. Amazon soils: A reconnaissance of the Brazilian of the soils of the Brazilian Region - BA46: Sem informação Amazon soils: A reconnaissance of the Brazilian of the soils of the Brazilian Region.

SONODA, F.; SILVA, P.; RIBEIRO, L.; TOCANTINS, N.; TORRECILHA, S. A efetividade das áreas protegidas na conservação das espécies de mamíferos do bioma Pantanal. 2022. Boletim Do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais, 16(3), 371-440. <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v16i3.815>

SOS Pantanal & WWF-Brasil. (2015). Monitoramento das alterações da cobertura vegetal e uso do solo na Bacia do Alto Paraguai porção brasileira – período de análise: 2012 a 2014. https://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/publicacao_bap_relatorio_2012_2014_web.pdf

SOUSA JÚNIOR, J. J. De. Geologia. In: Brasil. Projeto RADAMBRASIL. Folha SE.22 Goiânia - BA4052: Série Levantamento de Recursos Naturais, volume 31..

SOUSA JÚNIOR, J. J. De; OLIVEIRA, Flávio Cordeiro; FREIRE, Francisco Assis. Síntese da geologia do Mesozoico nas porções meio- norte e norte da Bacia Sedimentar do Paraná; operações 8056/82, 8035/82, 8036/82 e 4132/82 - BA4074 : Relatório Interno RADAMBRASIL, 558-G.Projeto RADAMBRASIL

Souza at. al. (2020) - Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine - Remote Sensing, Volume 12, Issue 17, 10.3390/rs12172735.

SOUZA, D. N. R.; MOZETO, A. A.; CARNEIRO, R. La.; FADINI, P. S. Electrical conductivity and emerging contaminant as markers of surface freshwater contamination by wastewater. Sci. Total Environ., v. 484, p.19-26, 2014.

SOUZA, Samille Cristine Dos Reis De. REVISÃO ESTRATIGRÁFICA DAS UNIDADES SUPERIORES DA FAIXA PARAGUAI NORTE: LITOESTRATIGRAFIA, QUIMIOESTRATIGRAFIA (C e Sr) E GEOCROLOGIA (U-Pb). MATO GROSSO, BRASIL - Dissertação orientada pelo Professor Doutor Carlos José Souza de Alvarenga.

SPADOTTO, C. A.; SCORZA JUNIOR, R. P.; DORES, E. F. G. C.; GEBLER, L.; MORAES, D. A. C. Fundamentos e aplicações da modelagem ambiental de agrotóxicos. Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, 2010.

Stephen E. Fick and Robert J. Hijmans. WorldClim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37(12):4302–4315, oct 2017. ISSN 0899-8418. URL <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/joc.5086>. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>.

Stevaux, J.C., Macedo, A.H., Assine, M.L., Silva, A. (2020). "Changing fluvial styles and backwater flooding along the Upper Paraguay River plains in the Brazilian Pantanal wetland". *Geomorphology*, v. 358, 106906. DOI: 10.1016/j.geomorph.2019.106906.

Stevaux, J.C., Macedo, A.H., Assine, M.L., Silva, A. (2020). "Changing fluvial styles and backwater flooding along the Upper Paraguay River plains in the Brazilian Pantanal wetland". *Geomorphology*, v. 358, 106906. DOI: 10.1016/j.geomorph.2019.106906.

STRASSBURG, B.; BROOKS, T.; FELTRAN-BARBIERI, R. et ai. Momento da verdade para o hotspot do Cerrado. *Nat Ecol Evol* 1, 0099. 2017. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0099>

STUMPF, M.; TERNES, T. A.; WILKEN, R.-D.; RODRIGUES, S. V.; BAUMANN, W. Polar drug residues in sewage and natural waters in the state of Rio de Janeiro, Brazil. *Science of the Total Environment*, v. 225, n. 1-2, p. 135-141, 1999.

SUGUIO, Kenitiro. Introdução à sedimentologia - BA4153 : Ed. Blücher/Ed. da Universidade de São Paulo. 317p.

SUNDARARAMAN, S.; KUMAR, A.; DEIVASIGAMANI, P.; DEVARAJAN, Y. Emerging pharma residue contaminants: Occurrence, monitoring, risk and fate assessment – A challenge to water resource management. *Sci. Total Environ.*, v. 825, n. 153897, 2022.

SWYNGEDOUW, E. Governance innovation and the citizen: the Janus face of governance beyond-the-State. *Urban Studies*. Vol. 42. No 11. 2

Termo de Referência. Plano de Bacia Hidrográfica. Comitê de Bacia Hidrográfica dos Afluentes da Margem Esquerda do Rio Cuiabá – CBH Cuiabá ME, maio 2020.

TERNES, T.A.; STUMPF, M.; MUELLER, J.; HABERER, K.; WILKEN, R. D.; SERVOS, M. Behavior and occurrence of estrogens in municipal sewage treatment plants – I. Investigations in Germany, Canada and Brazil. *Science of the Total Environment*, v. 225, n. 1-2, p. 81-90, 1999.

THEODORO, H. D. Análise da gestão de recursos hídricos: um estudo de caso do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Tese de Doutorado. UFMG. 2017.

THEODORO, H. D. Instituições e gestão de recursos hídricos em Minas Gerais. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, 2002.

THEODORO, H. D.; MATOS F. Governança e recursos hídricos: experiências nacionais e internacionais. Belo Horizonte: D'Plácido, 2015.

Tim Appelhans, Florian Detsch, Christoph Reudenbach Stefan Woellauer, Spaska Forteva, Thomas Nauss, Edzer Pebesma, Kenton Russell, Michael Sumner, Jochen Darley, Pierre Roudier, Patrick Schratz, Environmental Informatics Marburg, and Lorenzo Busetto. mapview: Interactive Viewing of Spatial Data in R, 2020. URL <https://github.com/r-spatial/mapview/>. R package version 2.11.0.9002.

TOAN, P. V.; SEBESVARI, Z.; BLASING, M.; ROSENDAHL, I.; RENAUD, F. G. Pesticide management and their residues in sediments and surface and drinking water in the Mekong delta, Vietnam. *Sci. Total Environ.*, v. 452, p. 28-39, 2013.

Tocantins, Nely. Rosseto, Onélia Carmem. Márcia, Ajala Almeida. A Pesca Profissional Artesanal no Pantanal Norte Mato-Grossense Brasil. CPP - Centro de Pesquisa do Pantanal. Mato Grosso, Cuiabá, 2013. Disponível em: <http://cppantanal.org.br/wp-content/uploads/2015/06/2.pdf>. Acesso em: 03 de outubro de 2023.

TONDATO, K. K.; MATEUS, L. A. F.; ZIOBER, S. R. Spatial and temporal distribution of fish larvae in marginal lagoons of Pantanal, Mato Grosso State, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, v. 8, p. 123-134, 2010.

TORRES, J. P. M.; MALM, O.; VIEIRA, E. D. R.; JAPENGA, J.; KOOPMANS, G. F. Organic micropollutants on river sediments from Rio de Janeiro state, Southeast Brasil. *Cad. Saúde Pública*, v. 18, p. 477-488, 2002.

TOWSE, D.; VINSON, P.. Lateritas aluminosas do baixo Amazonas - BA47: Sem informação Lateritas aluminosas do baixo Amazonas

TRICART, J. & KILIAN, J. 1979. L'éco-geographie et l'aménagement du milieu naturel. Paris. Librairie Française. Maspero – 325p.

TRINDADE, Carlos Alberto Hubner; TARAPANOFF, Igor; POTIGUAR, Luiz Aurélio Torres. Diagnóstico dos meios físico e biótico: meio físico - Geologia. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (Pantanal) - PCBAP. Brasília. V.2, t.1, p.4-52.

TROLI, A. C. Praguicidas em rios da Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai. 2004. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2004.

Turcotte, R.; Fortin, J.P.; Rousseau, A.N.; Massicotte, S.; Villeneuve, J. Determination of the drainage structure of a watershed using a digital elevation model and a digital river and lake network. J. Hydrol. 2001, 240, 225–242.

Turcotte, R.; Fortin, J.P.; Rousseau, A.N.; Massicotte, S.; Villeneuve, J. Determination of the drainage structure of a watershed using a digital elevation model and a digital river and lake network. J. Hydrol. 2001, 240, 225–242.

TURIN, L. R; RONDON-LIMA, E.B.N.; FIGUEIREDO, D.M.; CABRAL, T.O. (2021) Aplicação de Indicadores de Governança da Água no CBH Cuiabá ME (MT). Anais. XXIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Belo Horizonte, MG.

TURINI et al., Aplicação de indicadores de governança da água no CBH CUIABÁ ME (MT), XXIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos da Associação Brasileira de Recursos Hídricos, ABRIhidro.

TURINI, I.R; RONDON-LIMA, E.B.N.; FIGUEIREDO, D.M.; CABRAL, T.O. (2021) Aplicação de indicadores de governança da água no CBH Cuiabá ME (MT). Anais. XXIV simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Belo Horizonte, MG.

UNESCO, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. International Hydrological Programme – IHP.20th Session of the Intergovernmental Council. Paris, June 2012. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002164/216434E.pdf>. Acesso em: mar. 2018.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME The new POPs under the Stockholm Convention. 2017. Disponível em: <http://chm.pops.int/TheConvention/>

VALARELLI, J. V.. O minério de manganês da Serra do Navio, Amapá - BA48: Tese de doutorado. O minério de manganês da Serra do Navio, Amapá.

VERÍSSIMO, S.; PAVANELLI, C. S.; BRITSKI, H. A.; MOREIRA, M. M. M. Fish, Manso Reservoir region of influence, Rio Paraguai basin, Mato Grosso State, Brazil. Check List, Journal of Species List and Distribution, v. 1, n. 1, 1-9, 2005.

VIEIRA, A. J.. Geologia do centro oeste de Mato Grosso - GO4002: Petróleo Brasileiro S/A. Relatório Técnico Interno, 303. Ponta Grossa, 1965

WALDVOGEL, Bernadette Cunha e FERREIRA, Carlos E. C – Estatísticas da Vida - São Paulo em Perspectiva, 17(3-4): 55-66, 2003 – Fundação Seade

WALTER, H.; LIETH, H. Klimadiagram. Weltatlas. Veb Gustav Fisher. Verlag. Jena. 1960.

WANTZEN, K. M.; SÚAREZ, Y. R.; SOLÓRZANO, J. C. J.; CARVALHO, F. R.; MATEUS, L. A. F.; HAYDAR, M. F. M.; GIRARD, P.; PENHA, J. Paraguay River basin. In: Graça, M.; Rodríguez, D.; Mello, F. T.; Encalada, A. C.; Callisto, M.; Mojica, I. Rivers of South America. Amsterdam: Elsevier, no prelo.

WAUCHOPE, R. D. Pesticide content of surface-water draining from agricultural fields – review. J. Environ. Qual., v. 7, p. 459-472, 1978.

WWFBrasil (2015a). Restauração Ecológica também é um bom negócio. Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/agua/agua_news/?47942/Restaurao-ecologica-tambm--um-bom-negcio. Acesso em 10 de setembro de 2022.

WWFBrasil (2015b). Adequação ambiental de propriedades rurais é tema de curso em Mato Grosso. Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/agua/agua_news/?47262/Adequao-ambiental-de-propriedades-rurais--tema-de-curso-no-Mato-Grosso . Acesso em 10 de setembro de 2022.

Yamazaki D., D. Ikeshima, R. Tawatari, T. Yamaguchi, F. O'Loughlin, J.C. Neal, C.C. Sampson, S. Kanae & P.D. Bates A high accuracy map of global terrain elevations. Geophysical Research Letters, 44, 5844-5853, 2017. doi: 10.1002/2017GL072874.

Yamazaki D., D. Ikeshima, R. Tawatari, T. Yamaguchi, F. O'Loughlin, J.C. Neal, C.C. Sampson, S. Kanae & P.D. Bates A high accuracy map of global terrain elevations. Geophysical Research Letters, 44, 5844-5853, 2017. doi: 10.1002/2017GL072874.

ZALÁN, P. V.. A divisão tripartite do Siluriano da Bacia do Paraná - BA4036: Revista Brasileira de Geociências, São Paulo. 17(3):242-252.Sociedade Brasileira de Geologia.



NIESA
NÚCLEO INTERDISCIPLINAR
DE ESTUDOS EM SANEAMENTO
AMBIENTAL

PLANO DA BACIA HIDROGRÁFICA DA UNIDADE DE
PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO DO ALTO
RIO CUIABÁ (UPG P-4)

Diagnóstico

ZIOBER, S. R.; BIALETZKI, A.; MATEUS, L. A. F. Effect of abiotic variables on fish eggs and larvae distribution in headwaters of Cuiabá River, Mato Grosso State, Brazil. Neotropical Ichthyology, v. 10, p. 123-132, 2012.

Diagnóstico

Apêndice A

Tabela 9. Concentrações detectadas de agrotóxicos organoclorados de uso proibido no Brasil na Bacia do Rio Cuiabá, na área da UPG-P4

Referência	Ponto de coleta	Coordenadas	Data de coleta	Matriz analisada	Pesticidas	Concentração ¹
Alves, 2020	Captação CoopHEMA	S 15°38'40.83" W 56°4'11.17"	14/01/2014	água	endosulfam (α, β, sulfato)	0,003
Alves, 2020	Captação CoopHEMA	S 15°38'40.83" W 56°4'11.17"	14/07/2014	água	endosulfam (α, β, sulfato)	0,003
Alves, 2020	Captação Lipa	S 15°34'37.56" W 56°7'57.87"	14/01/2014	água	endosulfam (α, β, sulfato)	0,003
Alves, 2020	Captação Lipa	S 15°34'37.56" W 56°7'57.87"	11/07/2014	água	endosulfam (α, β, sulfato)	0,003
Alves, 2020	Captação Tijucal	S 15°36'47.95" W 56°0'42.43"	14/01/2014	água	endosulfam (α, β, sulfato)	0,003
Alves, 2020	Captação Tijucal	S 15°36'47.95" W 56°0'42.43"	14/07/2014	água	endosulfam (α, β, sulfato)	0,003
Troli (2004)	Fazenda São João	S 16°56'14.0" W 56°37'37.8"	dezembro, 2002	água	o,p' DDE	6,3
Troli (2004)	Fazenda São João	S 16°56'14.0" W 56°37'37.8"	dezembro, 2002	água	p,p'DDE	14,7
Possavatz (2012)	R.Cuiabá (Rosário Oeste)	S 14°49'58.9" W 56°24'53.9"	20/01/2012	sedimento	endosulfam sulfato	5,7

¹ as concentrações nas amostras de água estão expressas em µg/L enquanto nas amostras de sedimento estão expressas em µg/kg (de massa seca)

Diagnóstico

Apêndice B

Tabela 10. Concentrações detectadas de agrotóxicos de uso corrente no Brasil na Bacia do Rio Cuiabá na área da UPG-P4

Referência	Ponto de coleta	Coordenadas	Data de coleta	Matriz analisada	Pesticidas	Concentração ¹
Miranda et al. (2008)	R. Cuiabá (Sto Antonio do Leverger)	S 15°52'4.6" W 56°4'59.4"	novembro, 2004	sedimento	permetrina	1,0
Possavatz (2012)	R. Cuiabá (Porto Cercado)	S 16°30'52.7" W 56°22'31.8"	25/08/2011	sedimento	metolacoloro	19,1
Possavatz (2012)	R. Cuiabá (Porto Cercado)	S 16°30'52.7" W 56°22'31.8"	25/08/2011	sedimento	lambda cialotrina	60,0
Possavatz (2012)	R. Cuiabá (Rosário Oeste)	S 14°49'58.9" W 56°24'53.9"	19/07/2012	sedimento	clorpirifós	8,5
Possavatz (2012)	R. Cuiabá (Rosário Oeste)	S 14°49'58.9" W 56°24'53.9"	25/08/2011	sedimento	lambda cialotrina	33,8
Possavatz (2012)	R. Cuiabá (Rosário Oeste)	S 14°49'58.9" W 56°24'53.9"	25/08/2011	sedimento	permetrina	44,5
Projeto Pronex	R. Cuiabá (Porto Cercado)	S 16°30'52.7" W 56°22'31.8"	20/02/2013	sedimento	malationa	6,46
Projeto Pronex	R. Cuiabá (Rosário Oeste)	S 14°49'58.9" W 56°24'53.9"	23/11/2012	sedimento	cipermetrina	150,0
Troli (2004)	Fazenda São João	S 16°56'14.0" W 56°37'37.8"	dezembro, 2002	água	diazinon	1,8
Troli (2004)	Fazenda São João	S 16°56'14.0" W 56°37'37.8"	dezembro, 2002	água	prometrina	38,6
Possavatz (2012)	R. Cuiabá (Porto Cercado)	S 16°30'52.7" W 56°22'31.8"	25/08/2011	água	malationa	0,54

¹ as concentrações nas amostras de água estão expressas em µg/L enquanto nas amostras de sedimento estão expressas em µg/kg (de massa seca)

Diagnóstico

Apêndice C

Tabela 11. Resumo das concentrações de fármacos nas amostras de água na Bacia do Rio Cuiabá, na região da UPG-P4

Grupo	Fármaco	LQ ¹ (ng/L)	Captação Lipa			Captação Tijucal			Captação CoopHEMA		
			F ²	Mín ³ (ng/L)	Máx ⁴ (ng/L)	F	Mín (ng/L)	Máx (ng/L)	F	Mín (ng/L)	Máx (ng/L)
Psicoestimulante	cafeína	5,7	100	11,8	47,1	100	18,4	137,8	100	155,1	743,2
Anti-inflamatório	ibuprofeno	2,9	50	4,4	6,8	67	2,9	102,1	100	13,6	34,1
	diclofenaco	4,4	50	4,7	10,1	0	n.d.	n.d.	100	5,4	15
	naproxeno	7,6	0	n.d.	n.d.	0	n.d.	n.d.	100	7,9	27,3
Analgésico, antipirético	paracetamol	1,2	16,7	4,9	4,9	83	3,4	10,5	100	10,4	43,7
Anti-hipertensivo	atenolol	11,2	0	n.d.	n.d.	0	n.d.	n.d.	50	11,2	25,9
	propranolol	5,2	33,3	8,6	19,5	50	6,6	14,8	66,7	5,8	15,2
Antiepilético, antidepressivo	carbamazepina	3,7	83,3	5,8	780,7	83	6,0	172,1	100	3,7	130,8
Antisséptico	triclosan	4,4	16,7	15	15	0	n.d.	n.d.	33,3	5,0	5,8
Hormônios	estrona	4,3	0	n.d.	n.d.	0	n.d.	n.d.	16,7	6,0	6,0
	17- α - etinilestradiol	6,5	0	n.d.	n.d.	0	n.d.	n.d.	0	n.d.	n.d.
	17- β -estradiol	7,2	0	n.d.	n.d.	0	n.d.	n.d.	0	n.d.	n.d.

Fonte: Alves (2021)

¹ LQ = limite de quantificação do método

² F = frequência de detecção

³ Mín = concentração mínima detectada

⁴ Máx = concentração máxima detectada