



# GESTÃO DE ALTO NÍVEL

PLANO DO BIÊNIO  
2018-2019

## **ELABORAÇÃO**

### **Instituto de Atenção às Cidades – IAC/UFT**

Felipe de Azevedo Marques – Doutor em Recursos Hídricos – Professor Engenharia Civil – UFT

Fernán Enrique Vergara Figueroa – Doutor em Recursos Hídricos – Professor Engenharia Ambiental – UFT

Ary Henrique Morais De Oliveira – Doutor em Engenharia de Sistemas – Professor Ciência Computação – UFT

Marcelo Freitas de Souza – Engenheiro Eletricista – Especialista em Telemetria – IAC/UFT

Thaylon Guedes Santos – Bacharel em Ciência da Computação – Desenvolvedor GISWeb – IAC/UFT

## **APOIO**

### **Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMARH**

Aldo Araújo de Azevedo – Mestre em Recursos Hídricos – Diretor de Recursos Hídricos

Lorenzo Rigo Holsbach – Engenheiro Agrônomo – Técnico de Monitoramento

Rogério Noletto Passos – Engenheiro Ambiental – Técnico de Monitoramento

### **Instituto Natureza do Tocantins – NATURATINS**

Vanessa Aires Sardinha Sousa – Engenheira Ambiental – Gerente de Recursos Hídricos

Luan de Sousa Ribeiro – Engenheiro Ambiental – Supervisor de Outorga

Evandro Ramos Rodrigues – Supervisor do Escritório Regional de Lagoa da Confusão

### **Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Formoso – CBHRF**

Jair da Costa Filho – Doutor em Agronomia – Presidente

### **Ministério Público do Estado do Tocantins - MPTO**

Bruno Machado Carneiro – Geógrafo – Analista Ministerial Especializado

Marcos Antônio Oster – Engenheiro Ambiental – Analista Ministerial Especializado

## **SUPERVISÃO**

### **Tribunal de Justiça do Estado do Tocantins - TJTO**

Wellington Magalhães – Juiz Titular – Comarca de Cristalândia

### **Ministério Público do Estado do Tocantins - MPTO**

Francisco José P. Brandes Júnior – Promotor de Justiça – Comarca de Cristalândia

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	0
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1. HISTÓRICO.....	2
<b>2. ESTRATÉGIA ESPACIAL</b> .....	4
<b>3. ESTRATÉGIA TEMPORAL</b> .....	8
<b>4. ESTRATÉGIA HIDROLÓGICA</b> .....	18
<b>5. ESTRATÉGIA TECNOLÓGICA</b> .....	21
<b>6. RECOMENDAÇÕES FINAIS</b> .....	24

## APRESENTAÇÃO

Desde a crise hídrica de 2016, quando o Instituto de Atenção às Cidades – IAC da Universidade Federal do Tocantins - UFT foi convidado a intervir na situação em que se encontrava a bacia hidrográfica do Rio Formoso, uma equipe multidisciplinar de profissionais altamente capacitados vem trabalhando exaustivamente para alcançar as metas da Gestão de Alto Nível e assim garantir a segurança hídrica das atividades econômicas de forma equilibrada com o meio ambiente.

A Gestão de Alto Nível foi concebida a partir da observação sobre a gestão de recursos hídricos convencional, que mesmo com o conjunto de leis e instituições existentes eram insuficientes para a administração da água nos patamares de qualidade que a complexidade e importância social, econômica e ambiental da Bacia do Rio Formoso e seus habitantes requerem.

Passados dezoito meses, os resultados da Gestão de Alto Nível são fantásticos, projetando a bacia e o estado do Tocantins no cenário nacional de inovação para a preservação da água. O IAC/UFT vem tomando para si a responsabilidade da transição do cenário atual para uma Gestão de Alto Nível, apesar de não deter nenhuma atribuição de gestor dos recursos hídricos.

Dezoito meses após a primeira audiência pública que deflagrou a Gestão de Alto Nível, as instituições do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (Lei Estadual N° 1.307/2002) Secretaria Estadual de Recursos Hídricos – SEMARH, Instituto Natureza do Tocantins – Naturatins e Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Formoso – CBHRF, apesar do reconhecido esforço, ainda enfrentam grandes dificuldades de infraestrutura, pessoal e tempo para deixar a convencional postura reativa no enfrentamento dos problemas, após a ocorrência.

Nesse sentido, esse Plano do Biênio 2018-2019 tem o objetivo evoluir a forma gerenciar a crise, de reações sem fundamentação técnica para uma gestão preventiva dimensionada para antecipar os problemas e padronizar o modo de operação das instituições e pessoas envolvidas. Conhecido com antecedência, esse plano também irá melhorar o planejamento agrícola dos produtores.

Este documento, construído com base nas discussões conduzidas pelo Grupo de Trabalho (GT) de Revisão de Outorgas, visa não apenas nortear as ações das instituições responsáveis pela gestão dos recursos hídricos na bacia, mas convencer tais instituições e a sociedade que o IAC/UFT é indispensável para a continuidade da Gestão de Alto Nível na Bacia do Rio Formoso.

Nesse momento, é de fundamental importância o empenho de todas as instituições envolvidas no processo para o cumprimento da **recomendação primeira** desse Plano do Biênio 2018-2019: o Estado do Tocantins deve prover, em caráter de urgência, os meios necessários para as ações propostas pelo IAC/UFT e dar continuidade ao processo de implantação da Gestão de Alto Nível.

Dr. Felipe Marques

Presidente

Instituto de Atenção às Cidades - IAC

## 1. INTRODUÇÃO

A bacia do Rio Formoso, historicamente, possui disponibilidade hídrica para empreendimentos de grande porte, entretanto, se a realidade hoje mostra um quadro adverso, ao olhar para o futuro que queremos, tem-se a certeza de que a mudança desse cenário não depende tão somente de leis e iniciativas governamentais. Somente a gestão técnica das águas trará as mudanças necessárias para transformar uma realidade preocupante num futuro cheio de possibilidades.

Nesse contexto, mais importante que as propostas surgidas nas esferas governamentais é o uso do conhecimento científico e de alternativas técnicas para gerenciar de forma integrada os recursos hídricos, com a participação de todos os atores envolvidos, levando-se em conta as necessidades locais e as dificuldades vivenciadas pelas diferentes comunidades usuárias.

Experiências semelhantes, ao redor do mundo, demonstram que a gestão dos recursos hídricos deve ser pautada no conhecimento científico e ter um conteúdo técnico, suficientemente claro para permitir sua análise por dirigentes políticos e agentes de bacia, de forma a viabilizar a implementação dos programas e ações prioritária para a concretização das mudanças. Em síntese, o que é medido não pode ser administrado, nem pelos gestores e tampouco por usuários.

Em 2016, a situação anunciada pelas comunidades locais ficou crítica, representando um **RISCO ELEVADO** ao desenvolvimento regional e exigindo medidas de gestão emergenciais para evitar os graves conflitos entre os usuários de recursos hídricos, comuns em situações de escassez hídrica e prevenir efeitos colaterais no ecossistema, irreversíveis. No entanto, sem um estudo detalhado, realizado por especialistas com conhecimento sobre a região afetada, não era possível mensurar o tamanho real do problema e tampouco identificar a verdadeira origem dos impactos a fim de estabelecer, com precisão, as ações necessárias para a reversão desse quadro.

Nesse processo, o Instituto de Atenção às Cidades (IAC) da Universidade Federal do Tocantins (UFT), por entender que a gestão de recursos hídricos tem caráter multidisciplinar e exige a participação e cooperação entre os diversos atores, apresentou a solução denominada “Gestão de Alto Nível” dos recursos hídricos, em desenvolvimento desde janeiro de 2017 e financiada pelos próprios usuários representados pelas associações de produtores rurais da bacia hidrográfica.

Como resultado, foram instaladas estações de monitoramento das vazões captadas nas 98 bombas hidráulicas dos projetos de irrigação, que medem e transmitem leituras de vazão e consumo, a cada 15 minutos, para um servidor que armazena e disponibiliza esses dados através de uma aplicação na internet, com acesso disponível a toda a sociedade. A aplicação denominada GAN é pioneira na disponibilização de informações de disponibilidade e demandas hídricas, e a bacia do Rio Formoso a primeira e única do país a apresentar esse monitoramento em tempo real.

Todavia, essa rede de informações só produz resultados se houver planejamento e gestão dos recursos hídricos, especialmente nos meses mais críticos do ano, caracterizados por uma baixa disponibilidade hídrica e uma elevada demanda. Na bacia do Rio Formoso, nos meses de junho e julho ocorre uma queda significativa e muito rápida das vazões nos cursos d’água, por um lado em razão da cessão das chuvas e por outro lado em razão da irrigação e suas bombas de captação.

Nesse período, para evitar a crise hídrica e assegurar a produção agrícola compatível com a disponibilidade hídrica, o Naturatins experimentou, nos anos de 2016 e 2017, o rodízio entre as captações e obteve bons resultados. É neste sentido e em resposta ao compromisso assumido na Quinta Audiência Pública, realizada em 11 de abril de 2018, que o Instituto de Atenção às Cidades – IAC apresenta ao Grupo de Trabalho (GT) de Revisão de Outorgas, o **Plano do Biênio 2018-2019**, que representa as discussões realizadas em cinco encontros com os representantes da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMARH, do Naturatins, do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Formoso – CBHRF e do Ministério Público Estadual - MPTO.

## 1.1. HISTÓRICO

A partir do mês de junho de 2016, os rios Formoso e Urubu, nos municípios de Lagoa da Confusão/TO e Cristalândia/TO apresentaram severa redução do volume de água, interrompendo seu curso no mês de julho de 2016. Foi fato público e notório, que os dois rios deixaram de ser perenes em alguns trechos, apresentando pequenas porções de água estanques em seu leito, levando diversos órgãos de imprensa estadual a realizarem seguidas reportagens sobre a “seca” dos leitos dos rios Urubu e Formoso no período e seus impactos ao ecossistema.

Nesse cenário, o Ministério Público do Estado do Tocantins, diante do período da estiagem, da ausência de políticas públicas eficazes, de fiscalização do cumprimento de termos e ajustes entre o agronegócio e o Estado, concluiu que houve severa degradação, fazendo com que os rios, em certos trechos, desaparecessem. Embora os usuários estivessem outorgados, a atuação do Naturatins/TO não foi capaz de evitar o desastre ambiental nos rios Urubu e Formoso, em 2016.

Em razão disso, a Promotoria de Justiça de Cristalândia/TO, iniciou o Procedimento de Investigação Criminal Nº 002, com a finalidade de apurar os crimes e os danos ambientais causados nos rios acima mencionados. Por entender que as ações do órgão ambiental não surtiram efeito, que as notícias alardeadas na mídia estadual, as imagens e as representações apresentadas pela comunidade local não deixavam qualquer dúvida da premente necessidade de intervenção judicial, o MPTO entrou com uma Ação Cautelar Ambiental em 31 de julho de 2016.

Na Ação o MPTO solicitava, nos termos do art. 305, caput, do Novo Código de Processo Civil, ao Tribunal de Justiça do Estado do Tocantins, a suspensão total da retirada de recursos hídricos, de abertura de canais, de represamento e de construção de diques e barragens nos rios Urubu e Formoso nos municípios de Lagoa da Confusão/TO e Cristalândia/TO, por um período de seis meses, até que estivesse comprovado que a utilização dos recursos hídricos segue a Legislação Ambiental e não oferecem risco à fauna e ao meio ambiente da região.

Considerando a repercussão social e econômica da controvérsia, posto envolver um dos maiores projetos de agricultura irrigada do Brasil, em 15 de agosto de 2016, o Poder Judiciário do Estado do Tocantins solicitou que a UFT promovesse, na condição de amicus curiae, a emissão de parecer técnico sobre a controvérsia, no prazo de 10 (dez) dias contados da intimação.

Em 28 de agosto de 2016, com o propósito de atender a solicitação do Tribunal de Justiça do Estado do Tocantins, a Universidade Federal do Tocantins, por meio do Instituto de Atenção às Cidades, reafirmou sua missão institucional em contribuir para o desenvolvimento socioambiental do Tocantins e apresentou seu parecer. No parecer foram apontadas hipóteses para o cenário de escassez e destacou-se a grande incerteza sobre as variáveis que exigia estudos de diagnóstico da disponibilidade e da demanda hídrica, bem como um rigoroso cadastro de todos os usuários.

A fim de ouvir as partes envolvidas e subsidiar o caminho para a solução do grave problema ambiental, com impactos sociais e econômicos para todo o Estado do Tocantins, foi convocada a Primeira Audiência Pública em 05 de dezembro de 2016, ocasião em que o IAC/UFT apresentou como solução a proposta de “**Gestão de Alto Nível**” da bacia hidrográfica. A proposta, formada por 4 (quatro) fases, tem por objetivo implantar um robusto sistema de gestão dos recursos hídricos no qual o monitoramento associado a novas regras de outorgas e operação das bombas seria capaz de garantir a segurança hídrica da agricultura em consonância com o meio ambiente.

- Fase A) Diagnóstico da Disponibilidade Hídrica;
- Fase B) Diagnóstico da Demanda Hídrica;
- Fase C) Monitoramento e Automação; e
- Fase D) Revisão das Outorgas e Regras de Operação.

Com a proposta, dessa audiência resultou um Termo de Compromisso Judicial onde cada ator envolvido assumiu o seu papel. Enquanto as associações de produtores se responsabilizaram por contratar os serviços do Instituto de Atenção às Cidades da UFT associados às FASES A, B e C; o Estado do Tocantins representado pelo procurador geral, Dr. Sérgio do Vale, e o Naturatins, representado por seu vice-presidente, Dr. Edson Cabral, assumiram o compromisso de iniciar e/ou dar continuidade, no âmbito da administração pública estadual, às ações necessárias ao envolvimento das instituições públicas em questão com o trabalho desenvolvido pelo IAC/UFT.

Foi então suspensa a Ação Cautelar do Ministério Público e marcada duas novas audiências para apresentação e avaliação dos resultados alcançados pela solução proposta. A segunda audiência pública foi realizada no dia 30 de março de 2017, quando o IAC/UFT apresentou os resultados:

- Fase A. Foram identificadas e diagnosticadas todas as estações de monitoramento de precipitações e nível dos cursos d'água. As séries históricas foram analisadas e tratadas para posterior cálculo das vazões mínimas de referência sazonais. Finalmente, a partir da área de drenagem das microbacias, foi processada a espacialização das vazões mínimas de referência em logo de toda a rede hidrográfica da bacia do Rio Formoso.
- Fase B. Foram levantadas em campo todas as intervenções de captação em cursos d'água para irrigação e confrontadas com os dados da base de outorgas emitidas pelo Naturatins. Assim foram feitas análises de consistência e o balanço hídrico com a disponibilidade.
- Fase C. Após o levantamento da cobertura de sinal GPRS, foram e continuam sendo instalados os medidores de vazão nas bombas, as microusinas solares e os transmissores e antenas da infraestrutura de telemetria. Em paralelo, foi desenvolvida uma aplicação para armazenar e disponibilizar, em tempo real, as séries sobre as chuvas, nível, vazões nos cursos d'água e as vazões medidas nas bombas hidráulicas dos projetos de irrigação.

Nessa audiência firmaram-se novos compromissos entre os atores envolvidos a fim de garantir o cumprimento das metas propostas. Conforme registrado na ATA da Segunda Audiência, a Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMARH ficou responsável, entre outros compromissos, de dar início ao planejamento a fim de viabilizar a execução da FASE D, que trata da revisão das outorgas para o estabelecimento de Regras de Operação e Controle, nos moldes na proposta técnica do IAC/UFT, com prazo estipulado para 15 de agosto de 2017.

A Fase D - Revisão de Outorgas mostra-se fundamental uma vez que foram evidenciadas uma série de inconsistências na aplicação do instrumento de outorga e caso não sejam tomadas as providências, a retirada de volumes de água incompatíveis com a disponibilidade hídrica dos cursos d'água, poderá provocar, problemas ambientais irreversíveis, a ponto de comprometer as atividades econômicas que dependem da água para seu desenvolvimento e realização de sua função social, como a produção de alimentos, a geração de renda e empregos para a população.

Na Quinta Audiência, realizada em 11-04-2018, diante do resultado de 77 bombas com monitoramento, ficou estabelecido o prazo de 11 de junho para a instalação do monitoramento nas 21 bombas restantes. Nessa Audiência, em resposta à solicitação do MPTO, foi criado o Grupo de Trabalho (**GT**) de Revisão de Outorgas, com representantes das entidades do Sistema Estadual de Recursos Hídricos, SEMARH, NATURATINS, CBHRF e representantes do IAC/UFT e do MPTO. Ficou definido o prazo de 15 de maio para que o GT apresentasse um **Plano do Biênio** 2018-2019 com a organização operacional das captações, especialmente no período crítico, a fim antecipar os critérios estabelecidos, possibilitar o planejamento dos produtores e permitir que os gestores operem de forma preventiva e não apenas reativa aos problemas após sua ocorrência.

## 2. ESTRATÉGIA ESPACIAL

A Lei das Águas – Lei Federal Nº 9.433/97 – estabelece a Bacia Hidrográfica como a unidade geográfica para a gestão e planejamento integrado dos recursos hídricos. Todavia, em razão da abrangência de determinada situação ou fenômeno, escalas maiores podem ser utilizadas para melhor atacar o problema, definindo-se as microbacias, sub-bacias e interbacias hidrográficas.

A bacia do Rio Formoso possui 13.840 km<sup>2</sup> de área de drenagem e um divisor de águas bem definido ao sul e leste e áreas de várzeas inundáveis a oeste, próximas ao Rio Formoso até a foz.

A **Figura 1** a seguir, apresenta em mapa a configuração dos rios principais da bacia hidrográfica: Rio Formoso, Rio Urubu, Rio Dueré e Rio Xavante. Apresenta também os barramentos principais construídos no leito dos cursos d'água (**Quadro 1**), que apesar de serem do tipo “fio d'água” - sem fins de regularização das vazões – possuem além da descarga de fundo, vertedores de carga variável e que portanto, apresentam potencial de impacto na disponibilidade hídrica a jusante.

Nesse cenário, as 98 bombas hidráulicas de captação superficial com fins de irrigação na bacia estão mal distribuídas, visivelmente concentradas em determinados trechos dos cursos d'água. Na **Figura 2**, a seguir, podem ser identificados os trechos críticos na bacia do Rio Formoso a) na região do Distrito de Irrigação Rio Formoso – DIRF (14 bombas) e b) na região de confluência com o Rio Urubu. Com o auxílio do mapa, fica evidente também a região crítica no Rio Urubu, próxima a foz.

A partir do cruzamento dos trechos críticos com a localização dos barramentos foram estabelecidos 10 trechos na bacia hidrográfica do Rio Formoso, cujo um resumo é apresentado no **Quadro 2**.

**Quadro 1.** Barramentos principais no leito dos cursos d'água da bacia do Rio Formoso

ID	Barramento	Curso D'água	Latitude	Longitude
1	Dois Rios	Rio Formoso	-10,870481	-49,844316
2	Terra Negra	Rio Formoso	-10,788957	-49,826266
3	Ilha Verde	Rio Formoso	-10,637114	-49,902252
4	Canaã	Rio Formoso	-10,586166	-49,927233
5	Ponte	Rio Urubu	-10,859668	-49,603604
6	Becker	Rio Urubu	-10,841963	-49,706433
7	Tartaruga	Rio Urubu	-10,826948	-49,754146

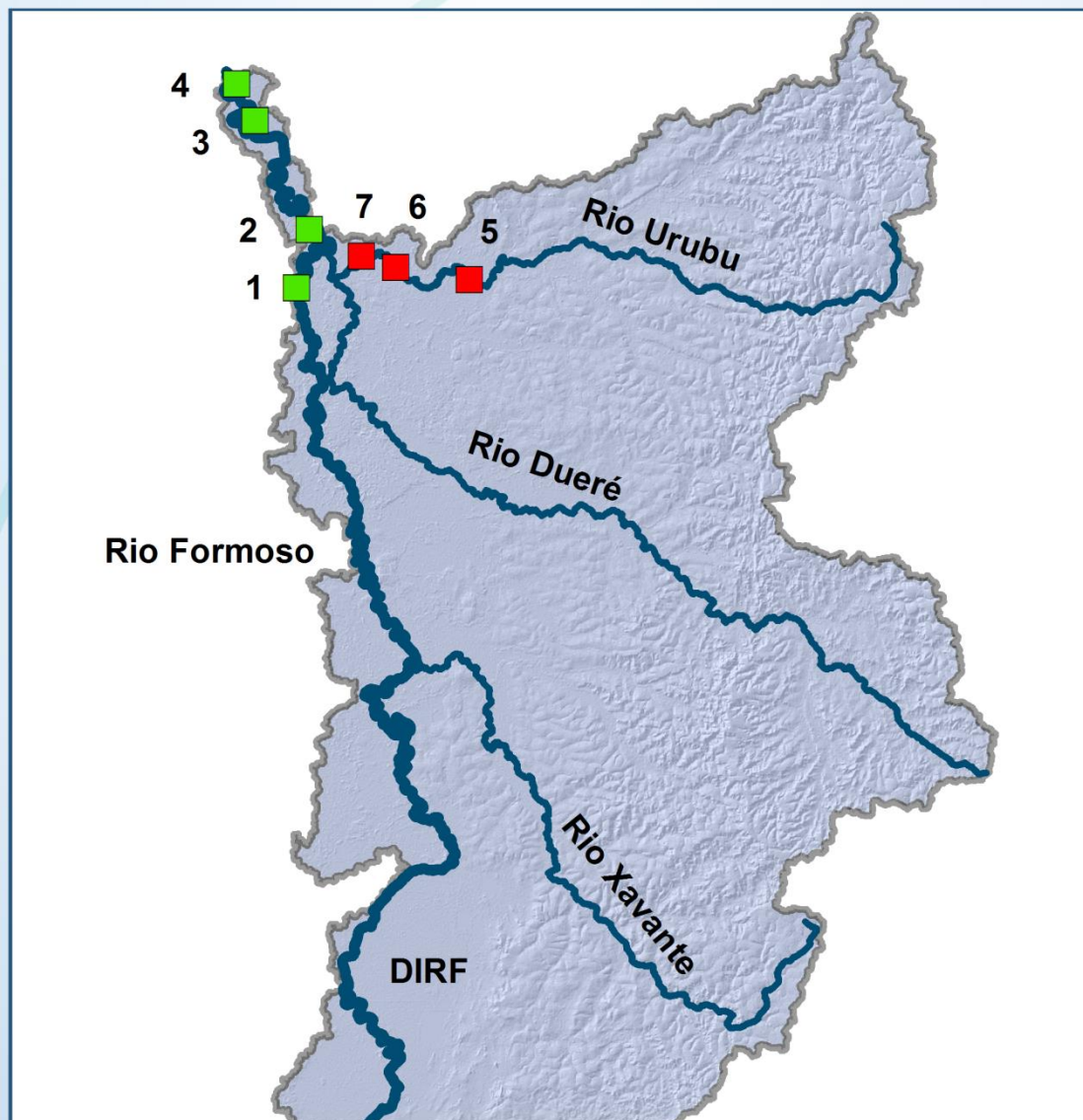
**Quadro 2.** Trechos, bombas e vazões totais (L/s) ao longo da bacia hidrográfica do Rio Formoso

ID	Trecho	Descrição	Nº Bombas	Vazão Total (L/s)
1	Formoso 1	Região do DIRF	14	24.000,00
2	Formoso 2	Formoso do Xavante até o Urubu	13	23.900,00
3	Formoso 3	Formoso do Urubu à Terra Negra	10	16.000,00
4	Formoso 4	Formoso da Terra Negra à Ilha Verde	13	20.200,00
5	Formoso 5	Formoso da Ilha Verde à foz	3	6.000,00
6	Urubu 1	Urubu até a Ponte	5	6.200,00
7	Urubu 2	Urubu da Ponte à Becker	15	24.000,00
8	Urubu 3	Urubu da Becker até o Formoso	17	24.900,00
9	Dueré	Todo o Rio Dueré	6	8.900,00
10	Xavante	Todo o Rio Xavante	2	4.000,00
<b>TOTAL</b>			<b>98</b>	<b>158.100,00</b>





# Rios Principais e Barramentos



## Legenda:

— Rios Principais

## Barramentos

- 1 - Dois Rios
- 2 - Terra Negra
- 3 - Ilha Verde
- 4 - Canaã
- 5 - Ponte
- 6 - Becker
- 7 - Tartaruga

□ Bacia Hidrográfica

Gestão de Alto Nível - Plano do Biênio

Tema: Principais rios e barramentos na bacia.

GT - Revisão de Outorgas

Fonte: IAC/UFT (2018)

Sistema de Coord.: GCS SIRGAS 2000

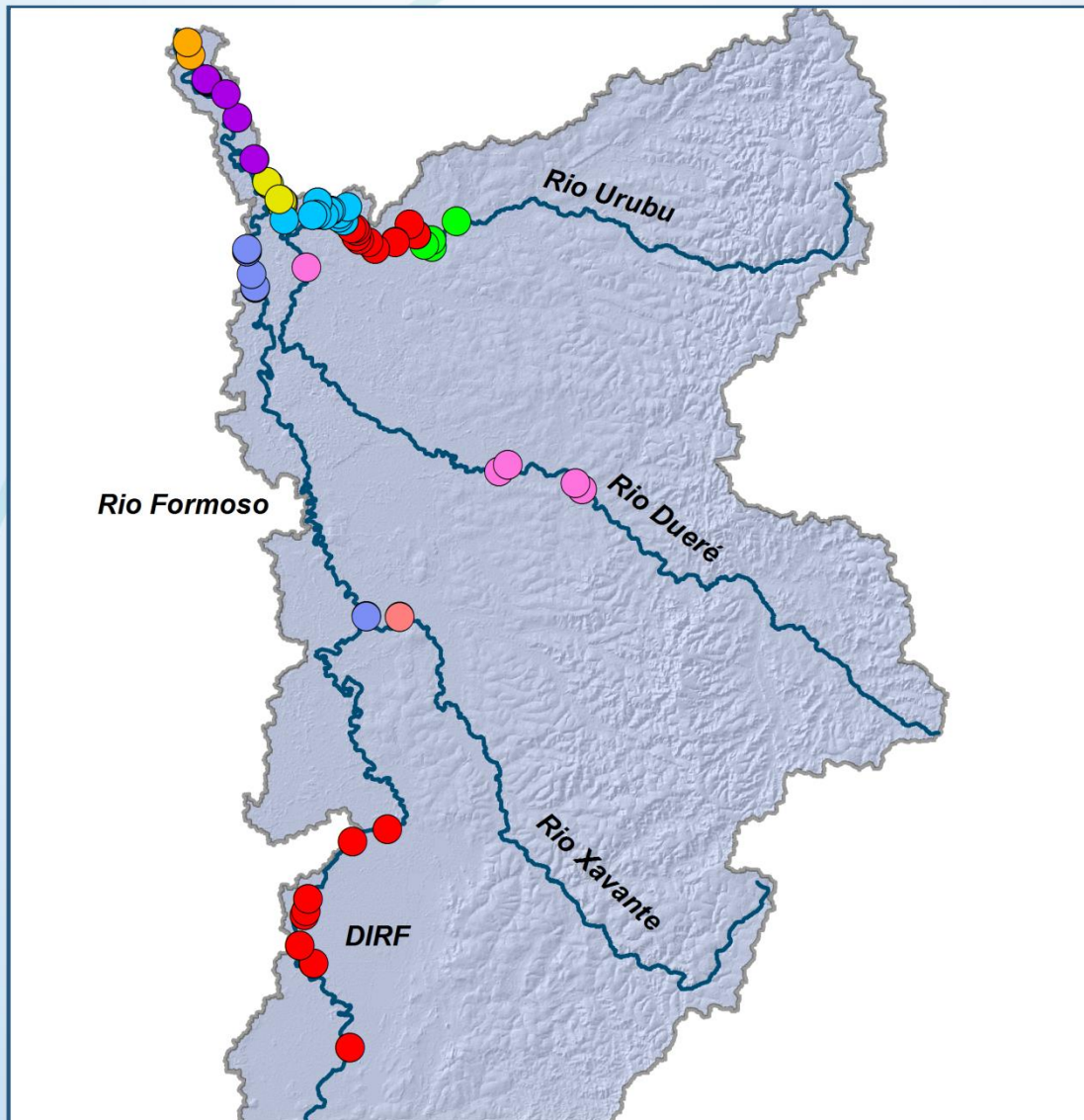
Escala: 1:1.000.000

**Figura 1.** Mapa de localização dos principais rios e barramentos a fio d'água na bacia hidrográfica do Rio Formoso.



# Bombas por Trecho de Rio

98 Bombas



## Legenda:

- |                      |           |
|----------------------|-----------|
| Rios Principais      | Formoso 5 |
| Bacia do Rio Formoso | Urubu 1   |
| Formoso 1            | Urubu 2   |
| Formoso 2            | Urubu 3   |
| Formoso 3            | Duere     |
| Formoso 4            | Xavante   |

Gestão de Alto Nível - Plano do Biênio

Tema: Bombas de captação por trecho

GT - Revisão de Outorgas

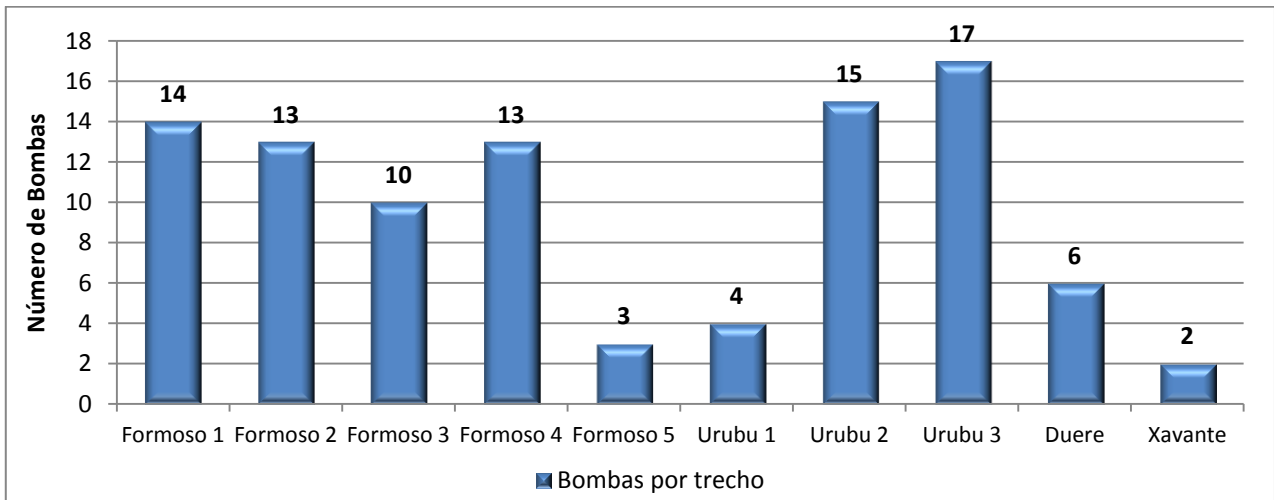
Fonte: IAC/UFT (2018)

Sistema de Coord.: GCS SIRGAS 2000

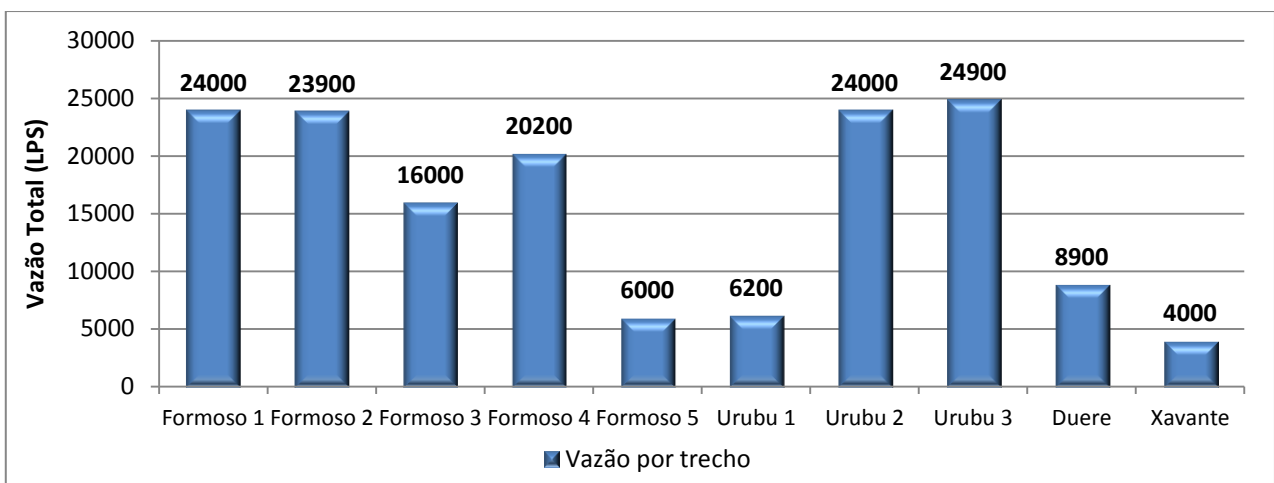
Escala: 1:1.000.000

**Figura 2.** Mapa de localização das bombas hidráulicas de captação superficial para os projetos de irrigação na bacia hidrográfica do Rio Formoso.

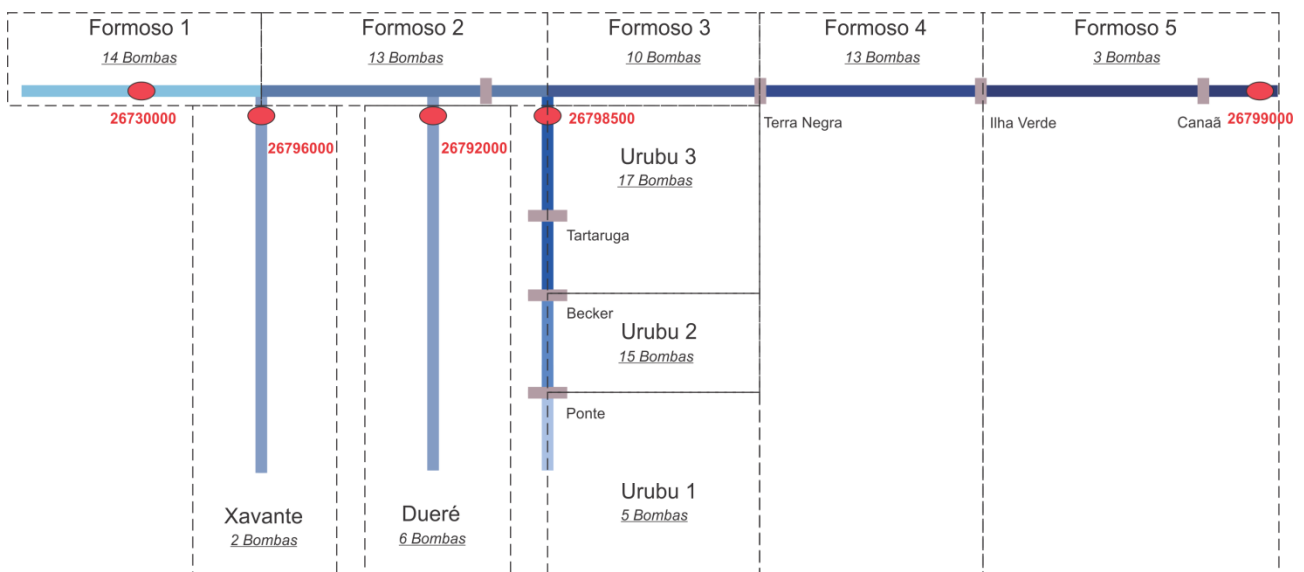
A seguir, os **Gráficos 1 e 2** apresentam a variação na quantidade de bombas e vazão total de captação em cada trecho definido na bacia. Um esquema simplificado, com a divisão dos trechos, os barramentos, confluências e as estações de referência de nível é apresentado na **Figura 3**.



**Gráfico 1.** Número de bombas hidráulicas por trecho definido na bacia hidrográfica do Formoso.



**Gráfico 2.** Vazão total de captação (LPS) das bombas hidráulicas por trecho definido na bacia.



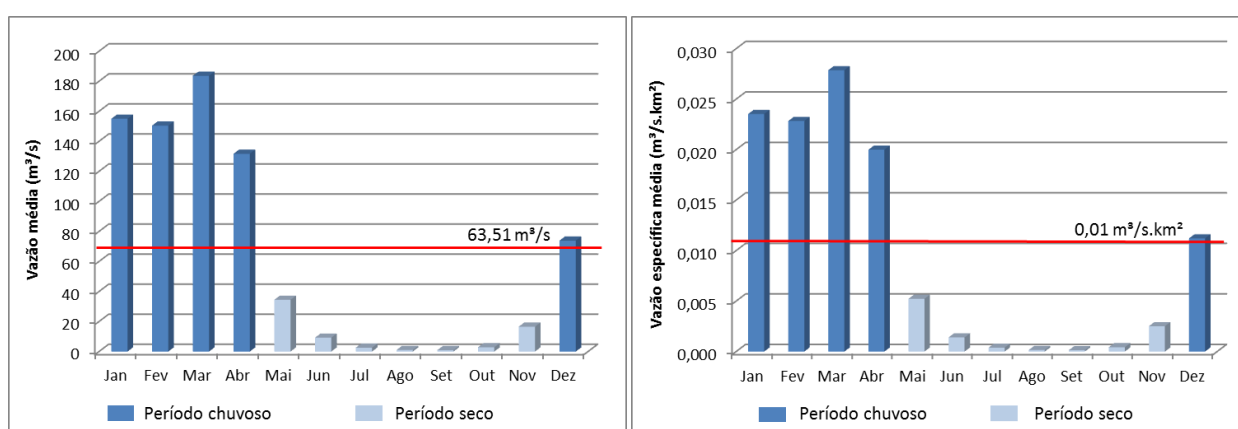
**Figura 3.** Esquema da subdivisão da bacia hidrográfica em trechos com estações de referência.

### 3. ESTRATÉGIA TEMPORAL

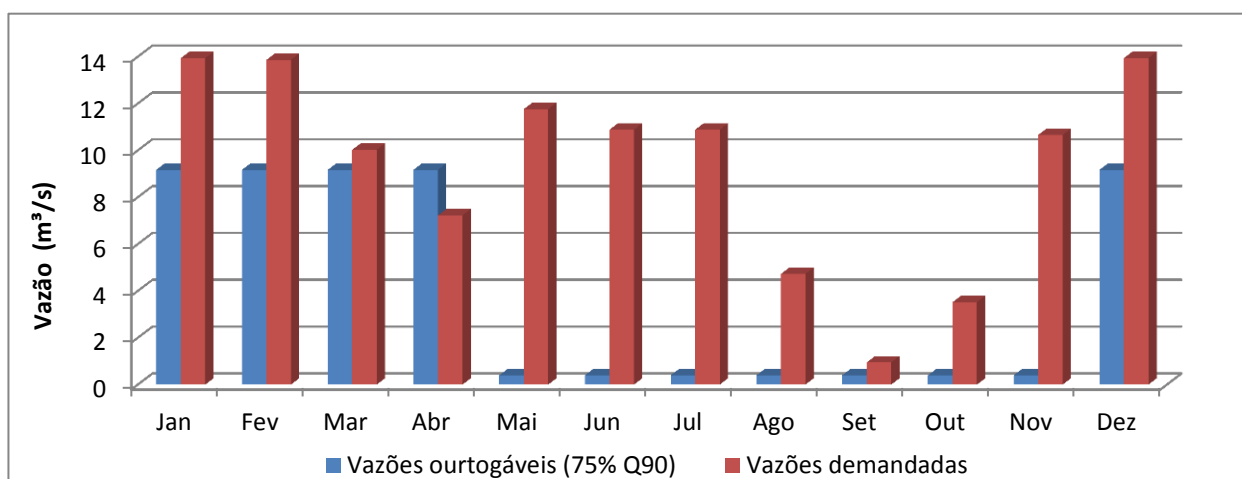
Na etapa de diagnóstico da disponibilidade hídrica (FASE A) da Gestão de Alto Nível, a equipe do IAC identificou uma significativa e rápida redução das vazões após o período chuvoso. Conforme o hidrograma de vazões naturais apresentado (**Gráfico 3**), o período chuvoso compreende os meses de dezembro a abril e o período seco, com abrupta redução de vazão, maio a novembro.

Do outro lado, na etapa de diagnóstico da demanda hídrica (FASE B) da Gestão de Alto Nível, a equipe do IAC identificou elevadas vazões de captação nos meses do período seco (**Gráfico 4**). O resultado é condizente com o cenário de “**CRISE HÍDRICA**” que se encontra a bacia hidrográfica.

A fim de combater esse descompasso, o Naturatins experimentou e colheu resultados positivos nos anos de 2016 e 2017 um regime de revezamento das captações ao longo da semana, processo esse denominado aqui de “**rodízio**”. De maneira evolutiva, com base no aprendizado obtido na experiência de 2016, o rodízio em 2017 seguiu as datas sintetizadas no **Quadro 3**.



**Gráfico 3.** Vazões médias mensais (m³/s e m³/s.km²) na estação de Praia Alta (26720000).



**Gráfico 4.** Vazões outorgáveis (75% Q<sub>90</sub>) e demandadas na sub-bacia do Rio Urubu (m³/s).

**Quadro 3.** Datas de início e fim dos rodízios de captação nos rios Formoso e Urubu em 2017

ID	Curso D'água	Data Início	Data Fim	Grupos	Duração (h)
Acordo I	Rio Formoso	29 de Julho	13 de Agosto	3	24
Acordo II*	Rio Formoso	19 de Agosto	31 de Agosto	3	24
Acordo I	Rio Urubu	04 de Julho	07 de Agosto	3	56

\* prazo foi estendido para 10 produtores que solicitaram a prorrogação ao CBHRF. Fonte: Naturatins (2017).

A partir da experiência prévia do Naturatins, com base nas discussões conduzidas pelo GT e nas vazões e volumes de entrada e saída em cada trecho, propõe-se uma divisão das bombas de captação em **3 Grupos**, cujo número de bombas e as vazões totais de cada grupo refletem a distribuição equilibrada para uma gestão segura dos recursos hídricos no período crítico, que começa em junho e se estende até o final de julho, quando as captações devem ser suspensas.

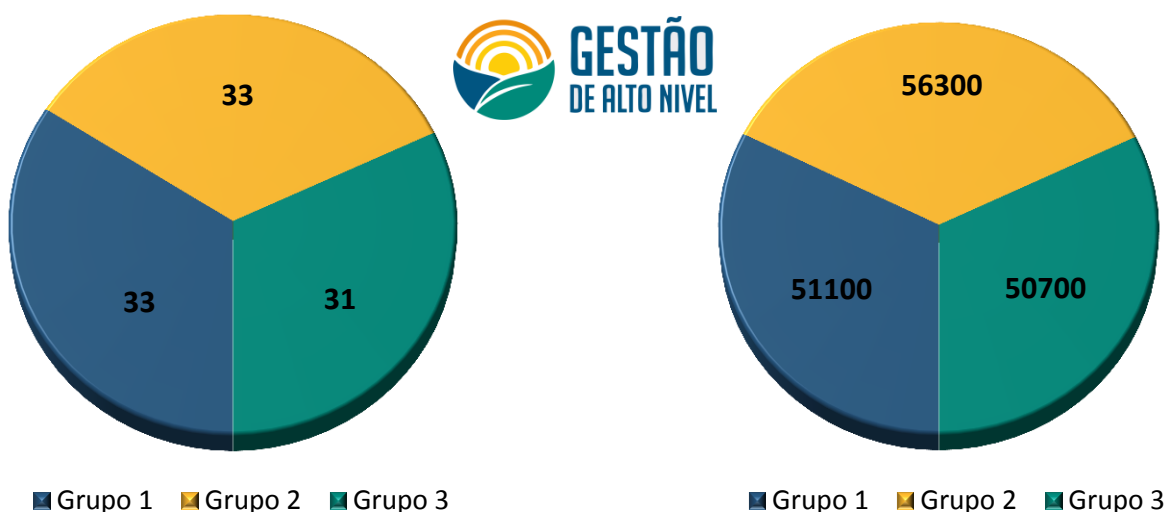
Conforme a organização de bombas por grupo e por trecho apresentada no **Quadro 4**, as vazões de captação em cada jornada de captação (por Grupo) são significativamente equivalentes uma vez que foram dimensionadas agrupando-se bombas de mesma vazão nominal, em cada Grupo. Dessa forma, os Grupos produzirão efeitos equivalentes sobre a disponibilidade dos demais.

Essa distribuição balanceada do número de bombas e vazões captadas por grupo e por trecho pode ser melhor visualizada a partir dos **Gráficos 5a e 5b** a seguir. Essa distribuição é importante, pois agrega maior segurança para estabelecer jornadas de operação também equivalente para cada Grupo de captação. Também soma segurança nas estimativas de redução do nível d'água.

A organização das bombas em Grupos é apresentada nos **Quadros 5, 6 e 7**, a seguir. Especial atenção foi dada ao agrupamento de bombas da mesma propriedade a fim de permitir a irrigação integral das áreas irrigadas. Destacam-se os rótulos das bombas que serão utilizados pelos produtores na operação e pelos gestores no monitoramento e fiscalização.

**Quadro 4.** Número de bombas e vazões totais (LPS) distribuídas por trecho e grupo de captação

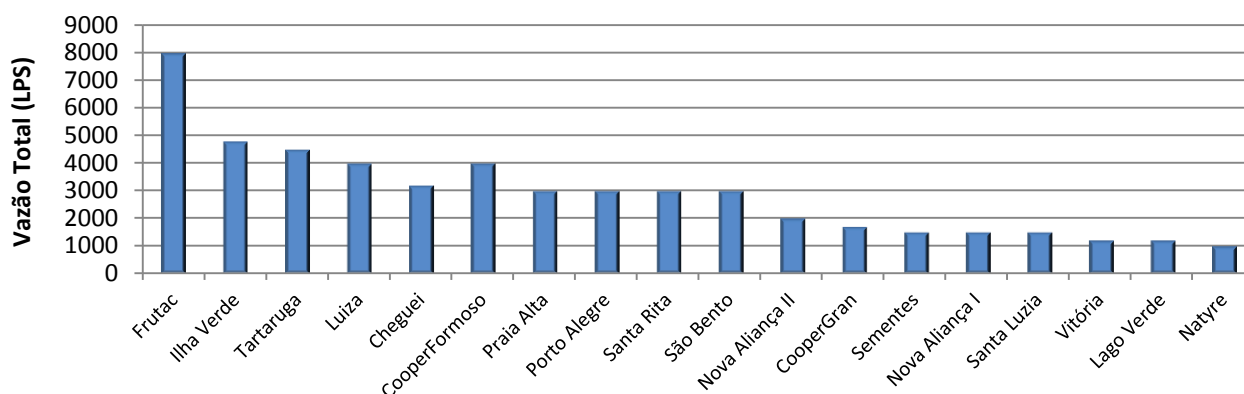
Trecho	N° Bombas			Vazão Total (LPS)			N° Bombas	Vazão Total (LPS)
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3		
Formoso 1	4	6	4	6200	10000	7800	14	24000
Formoso 2	4	5	4	8000	8400	7500	13	23900
Formoso 3	3	3	4	5000	5000	6000	10	16000
Formoso 4	6	3	4	7800	6000	6400	13	20200
Formoso 5	0	1	2	0	4000	2000	3	6000
Urubu 1	2	1	1	3000	1200	2000	4	6200
Urubu 2	5	6	4	7400	9400	7200	15	24000
Urubu 3	6	6	5	9200	8300	7400	17	24900
Duere	3	0	3	4500	0	4400	6	8900
Xavante	0	2	0	0	4000	0	2	4000
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>31</b>	<b>51100</b>	<b>56300</b>	<b>50700</b>	<b>97</b>	<b>158100</b>



**Gráfico 5.** Distribuição equivalente de **a)** Número de bombas e **b)** vazão total (LPS), por grupo.

**Quadro 5.** Lista das bombas de captação e propriedades por trecho de curso d'água do **GRUPO 1**

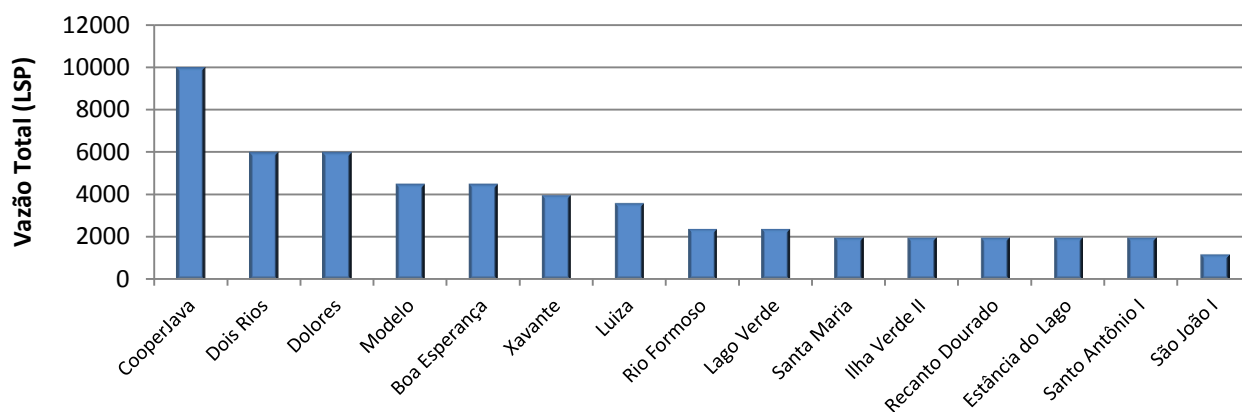
GRUPO 1					
ID	Propriedade	Proprietário	Rótulo	Curso D'água	Vazão
1	CooperFormoso	Amarildo Souza Barrios	FORMOSO - 001	Rio Formoso	1500
2	CooperFormoso	Amarildo Souza Barrios	FORMOSO - 002		1500
3	CooperGran	Euclides Barbosa de Sousa	FORMOSO - 013		1700
4	Sementes Vale do Javaés	Cloves Oliveira Valadão	FORMOSO - 014		1500
5	Fazenda Frutac	Cleuber Marcos de Oliveira	FORMOSO - 018		2000
6	Fazenda Frutac	Cleuber Marcos de Oliveira	FORMOSO - 019		2000
7	Fazenda Frutac	Cleuber Marcos de Oliveira	FORMOSO - 020		2000
8	Fazenda Frutac	Cleuber Marcos de Oliveira	FORMOSO - 021		2000
9	Fazenda Luiza	Roberto Pahim Pinto	FORMOSO - 029		2000
10	Fazenda Luiza	Roberto Pahim Pinto	FORMOSO - 030		2000
11	Fazenda Praia Alta	Eloi Amelio Bernardon	FORMOSO - 037		1500
12	Fazenda Praia Alta	Eloi Amelio Bernardon	FORMOSO - 038		1500
13	Fazenda Ilha Verde	Reginaldo Pereira de Miranda	FORMOSO - 045		1200
14	Fazenda Ilha Verde	Reginaldo Pereira de Miranda	FORMOSO - 046		1200
15	Fazenda Ilha Verde	Reginaldo Pereira de Miranda	FORMOSO - 047		1200
16	Fazenda Ilha Verde	Reginaldo Pereira de Miranda	FORMOSO - 048		1200
17	Fazenda Natyre	Natyre Agrícola Ltda.	FORMOSO - 053		1000
18	Faz. Porto Alegre	Ivan Santos Volpato	URUBU - 003	Rio Urubu	1500
19	Faz. Porto Alegre	Ivan Santos Volpato	URUBU - 004		1500
20	Faz. Vitória	Clever Teixeira de Andrade	URUBU - 008		1200
21	Faz. Cheguei	Luciano Hoffman Alves	URUBU - 013		1200
22	Faz. Cheguei	Elder Paulo Zanfra	URUBU - 014		2000
23	Faz Santa Rita	José Alberti Oliveira Nunes	URUBU - 018		1500
24	Faz Santa Rita	José Alberti Oliveira Nunes	URUBU - 019		1500
25	Fazenda Lago Verde	Ênio Nogueira Becker	URUBU - 022		1200
26	Fazenda Nova Aliança I	João Gasparetto	URUBU - 025		1500
27	Fazenda Nova Aliança II	João Gasparetto	URUBU - 026		2000
28	Fazenda Tartaruga	Roberto Pahim Pinto	URUBU - 033		1500
29	Fazenda Tartaruga	Roberto Pahim Pinto	URUBU - 034		1500
30	Fazenda Tartaruga	Roberto Pahim Pinto	URUBU - 037	1500	
31	Fazenda São Bento	Ildo Wolmar Snovareski	DUERE - 001	Rio Dueré	1500
32	Fazenda São Bento	Volmir Snovareski	DUERE - 002		1500
33	Fazenda Santa Luzia	Volmir Snovareski	DUERE - 003		1500



**Gráfico 6.** Vazão total de captação (LPS) de cada propriedade escala para operar o **Grupo 1**.

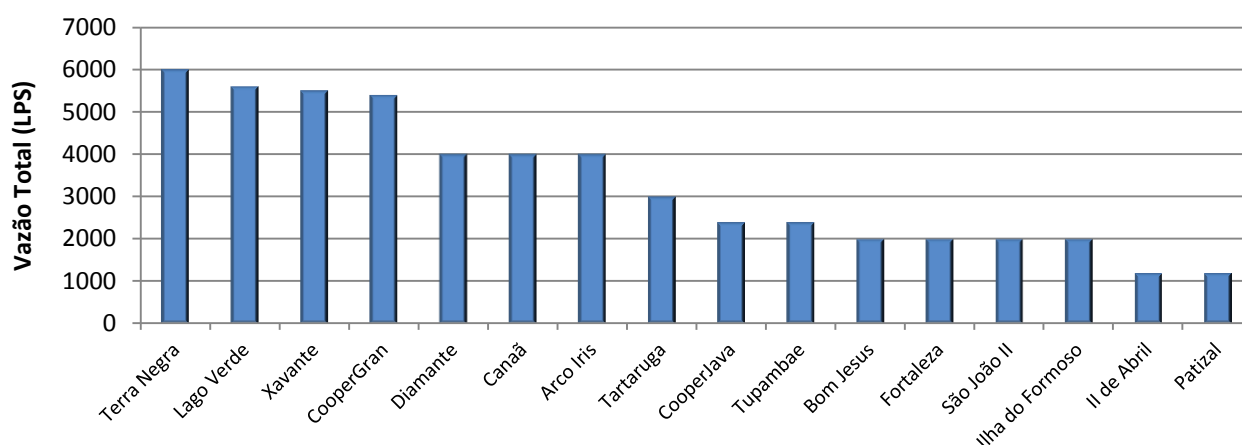
**Quadro 6.** Lista das bombas de captação e propriedades por trecho de curso d'água do **GRUPO 2**

GRUPO 2					
ID	Propriedade	Proprietário	Rótulo	Curso D'água	Vazão
1	CooperJava	Vilson Silva Nogueira	FORMOSO - 003	Rio Formoso	1500
2	CooperJava	Vilson Silva Nogueira	FORMOSO - 004		1500
3	CooperJava	Vilson Silva Nogueira	FORMOSO - 005		1500
4	CooperJava	Vilson Silva Nogueira	FORMOSO - 006		1500
5	CooperJava	Vilson Silva Nogueira	FORMOSO - 007		2000
6	CooperJava	Vilson Silva Nogueira	FORMOSO - 008		2000
7	Fazenda Rio Formoso	Fausto Vinícius de Guimarães Garcia	FORMOSO - 023		1200
8	Fazenda Rio Formoso	Fausto Vinícius de Guimarães Garcia	FORMOSO - 024		1200
9	Fazenda Dois Rios	Fazenda Dois Rios Ltda.	FORMOSO - 025		2000
10	Fazenda Dois Rios	Fazenda Dois Rios Ltda.	FORMOSO - 026		2000
11	Fazenda Dois Rios	Fazenda Dois Rios Ltda.	FORMOSO - 027		2000
12	Fazenda Santa Maria	Victor Rodrigues da Costa	FORMOSO - 028		2000
13	Fazenda Modelo	João Denke	FORMOSO - 031		1500
14	Fazenda Modelo	João Denke	FORMOSO - 032		1500
15	Fazenda Dolores	Diamante Agrícola S/A	FORMOSO - 039		2000
16	Fazenda Dolores	Diamante Agrícola S/A	FORMOSO - 040		2000
17	Fazenda Dolores	Diamante Agrícola S/A	FORMOSO - 041		2000
18	Fazenda Ilha Verde II	Reginaldo Pereira de Miranda	FORMOSO - 049		2000
19	Fazenda Xavante	Xavante Agroindustrial S/A	XAVANTE - 001	Rio Xavante	2000
20	Fazenda Xavante	Xavante Agroindustrial S/A	XAVANTE - 002		2000
21	Faz São João I	Ildo Dalgalo	URUBU - 002	Rio Urubu	1200
22	Faz. Boa Esperança	Ruben Ritter	URUBU - 006		1500
23	Faz. Boa Esperança	Ruben Ritter	URUBU - 007		1500
24	Faz Recanto Dourado	Reginaldo Pereira de Miranda	URUBU - 011		2000
25	Estância do Lago	Waldir Miranda Pereira	URUBU - 012		2000
26	Lago Verde	Ênio Nogueira Becker	URUBU - 016		1200
27	Lago Verde	Ênio Nogueira Becker	URUBU - 017		1200
28	Fazenda Santo Antônio I	Valdir de Sá	URUBU - 021		2000
29	Fazenda Boa Esperança	Roberto Pahim Pinto	URUBU - 024		1500
30	Fazenda Luiza	Roberto Pahim Pinto	URUBU - 029		1200
31	Fazenda Modelo	João Denke	URUBU - 030		1200
32	Fazenda Luiza	Roberto Pahim Pinto	URUBU - 031		1200
33	Fazenda Luiza	Roberto Pahim Pinto	URUBU - 032		1200

**Gráfico 7.** Vazão total de captação (LPS) de cada propriedade escala para operar o **Grupo 2**.

**Quadro 7.** Lista das bombas de captação e propriedades por trecho de curso d'água do **GRUPO 3**

GRUPO 3					
ID	Propriedade	Proprietário	Rótulo	Curso D'água	Vazão
1	CooperJava	Vilson Silva Nogueira	FORMOSO - 009	Rio Formoso	2400
2	CooperGran	Euclides Barbosa de Sousa	FORMOSO - 010		2000
3	CooperGran	Euclides Barbosa de Sousa	FORMOSO - 011		1700
4	CooperGran	Euclides Barbosa de Sousa	FORMOSO - 012		1700
5	Fazenda Xavante	Xavante Agroindustrial S/A	FORMOSO - 015		1500
6	Fazenda Xavante	Xavante Agroindustrial S/A	FORMOSO - 016		2000
7	Fazenda Xavante	Xavante Agroindustrial S/A	FORMOSO - 017		2000
8	Fazenda Ilha do Formoso	João Vitor Jarger Menegusso	FORMOSO - 022		2000
9	Fazenda Terra Negra	Reginaldo Pereira de Miranda	FORMOSO - 033		1500
10	Fazenda Terra Negra	Reginaldo Pereira de Miranda	FORMOSO - 034		1500
11	Fazenda Terra Negra	Reginaldo Pereira de Miranda	FORMOSO - 035		1500
12	Fazenda Terra Negra	Reginaldo Pereira de Miranda	FORMOSO - 036		1500
13	Fazenda Diamante	Diamante Agrícola S/A	FORMOSO - 042		2000
14	Fazenda Il de Abril	Victor Rodrigues da Costa	FORMOSO - 043		1200
15	Fazenda Patizal	Fausto Vinicius de Guimarães Garcia	FORMOSO - 044		1200
16	Fazenda Canaã	Nelson Alves Moreira	FORMOSO - 050		2000
17	Fazenda Canaã	Nelson Alves Moreira	FORMOSO - 051		2000
18	Fazenda Diamante	Diamante Agrícola S/A	FORMOSO - 052		2000
19	Faz. Bom Jesus	Vicente Ceolin	URUBU - 005	Rio Urubu	2000
20	Arco Iris	Luiz Antônio Santos Anjos	URUBU - 009		2000
21	Arco Iris	Luiz Antônio Santos Anjos	URUBU - 010		2000
22	Faz. Fortaleza	Ricardo Fernandes de Souza	URUBU - 015		2000
23	Lago Verde	Ênio Nogueira Becker	URUBU - 020		1200
24	Fazenda São João II	Valdecir de Sá	URUBU - 023		2000
25	Fazenda Lago Verde	Ênio Nogueira Becker	URUBU - 027		1200
26	Fazenda Lago Verde	Ênio Nogueira Becker	URUBU - 028		1200
27	Fazenda Tartaruga	Roberto Pahim Pinto	URUBU - 035		1500
28	Fazenda Tartaruga	Roberto Pahim Pinto	URUBU - 036		1500
29	Fazenda Tupambae	Mauro Dalmaso	DUERE - 004	Rio Dueré	1200
30	Fazenda Tupambae	Mauro Dalmaso	DUERE - 005		1200
31	Fazenda Lago Verde	Diamante Agrícola S/A	DUERE - 006		2000



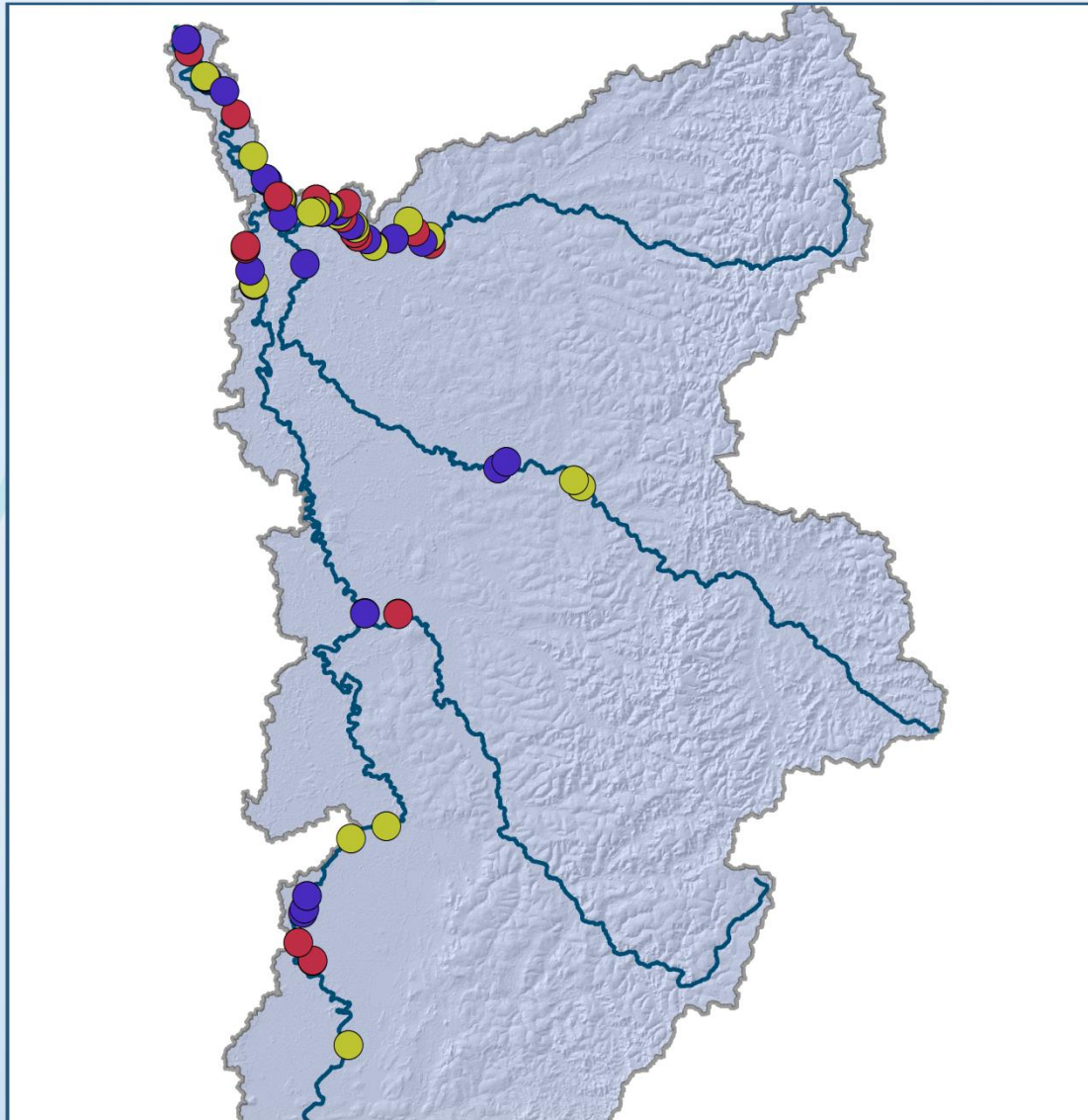
**Gráfico 8.** Vazão total de captação (LPS) de cada propriedade escala para operar o **Grupo 3**.





# Bombas por Grupo

98 Bombas



## Legenda:

- Rios Principais
- Bacia do Rio Formoso

### Bombas por Grupo

- Grupo 1
- Grupo 2
- Grupo 3

Gestão de Alto Nível - Plano do Biênio

Tema: Bombas de captação por grupo.

GT - Revisão de Outorgas

Fonte: IAC/UFT (2018)

Sistema de Coord.: GCS SIRGAS 2000

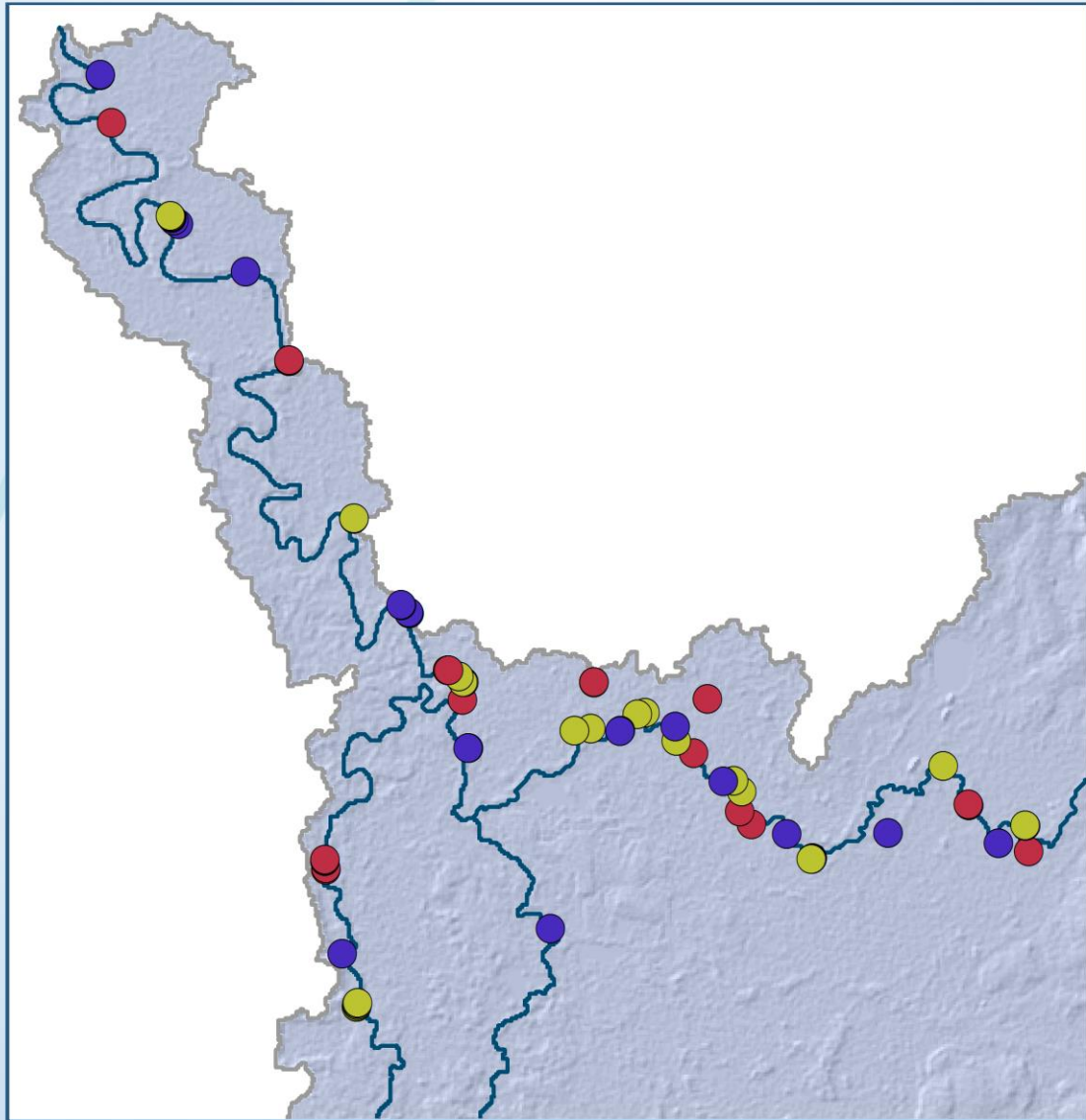
Escala: 1:1.000.000

**Figura 3.** Distribuição das bombas de irrigação por Grupo de captação na bacia do Rio Formoso.



# Bombas por Grupo (Lagoa)

98 Bombas



## Legenda:

- Rios Principais
- Bacia do Rio Formoso

### Bombas por Grupo

- Grupo 1
- Grupo 2
- Grupo 3

Gestão de Alto Nível - Plano do Biênio

Tema: Bombas de captação por grupo.

GT - Revisão de Outorgas

Fonte: IAC/UFT (2018)

Sistema de Coord.: GCS SIRGAS 2000

Escala: 1:1.000.000

Figura 4. Distribuição das bombas de irrigação por Grupo de captação na região mais crítica.

Embora seja precipitado determinar a jornada de trabalho de cada bomba, uma vez que faltam informações acerca das áreas irrigadas, tipo de solo, altimetria e infraestrutura hídrica de cada propriedade, partindo-se das experiências prévias do Naturatins, do relato de alguns produtores e do balanço hídrico em cada trecho, identificou-se uma jornada potencial de 40 horas de captação.

Importante destacar a variação dessa jornada em relação ao ano passado. Enquanto no Rio Urubu a jornada sofre uma redução de 56 h para 40 h, no Rio Formoso há um acréscimo de 24 h para 40 h. Ressalta-se que a padronização é possível desde que as demais regras de operação sejam cumpridas, especialmente aquelas relacionadas à Estratégia Hidrológica e Operacional.

Associada à jornada de 40 horas por Grupo, tomando-se como referência os relatos dos técnicos da Semarh, Naturatins e produtores rurais, que afirmam haver uma elevação significativa no nível dos cursos d'água imediatamente após o desligamento das bombas – 20 cm em 24 horas – recomenda-se um período de repouso no rodízio para reaver os níveis nos cursos d'água e reduzir o risco de não atendimento das cotas mínimas para as vazões de captações futuras.

Dessa forma, foram elaborados dois cenários para o rodízio das bombas por Grupo, que podem ser mais bem entendidos a partir dos **Quadros 8 e 9** a seguir.

- No **Cenário A**, os Grupos operam por 40 h para em seguida suspenderem todas as captações para um repouso de 8 horas. Nesse caso, cada Grupo opera 2 vezes por semana, sendo 64 horas de captação e uma espera de 104 horas por semana.
- No **Cenário B**, os Grupos operam por 48 h sem repouso entre os Grupos, havendo a suspensão de todas as captações ao final, para um repouso ininterrupto de 24 horas. Nesse caso, cada Grupo opera apenas 1 vez por semana com 48 horas de captação e uma espera de 120 horas por semana

**Quadro 8. Cenário A** – Ciclo do rodízio com a duração da operação de cada Grupo e Repouso

Série	Grupo 1	Repouso 1	Grupo 2	Repouso 2	Grupo 3	Repouso 3	Grupo 1
Duração	40	8	40	8	40	8	40
Dia	1	2	3	4	5	6	7
da Semana	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb

**Quadro 9. Cenário B** – Ciclo do rodízio com a duração da operação de cada Grupo e Repouso

Série	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	REPOUSO
Duração	48	48	48	24
Dia	1-2	3-4	5-6	7
da Semana	Dom-Seg	Ter-Qua	Qui-Sex	Sáb

As duas alternativas para a operação dos grupos de captação na bacia são justificadas com base na incerteza associada a fatores como: a vazão disponível dos cursos d'água, a curva de descarga de água dos barramentos, os volumes armazenados na calha dos cursos d'água e nos barramentos, a condutividade de água do solo, a magnitude do fluxo de água de recarga dos cursos d'água, a real demanda hídrica das propriedades, a eficiência hídrica dos projetos de irrigação e as cotas de água (nível) mínimas para que não haja risco de corte no fluxo de água ao longo dos cursos d'água, em razão sabidamente dos bancos de sedimentos após os barramentos.

**Quadro 10.** Cronograma de captações por grupo e repouso segundo o **Cenário A**

Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Grupo 1 (retorno)	
Nº Horas	Hora	Nº Horas	Hora	Nº Horas	Hora	Nº Horas	Hora
0	21:00	0	21:00	0	21:00	0	21:00
1	22:00	1	22:00	1	22:00	1	22:00
2	23:00	2	23:00	2	23:00	2	23:00
3	0:00	3	0:00	3	0:00	3	0:00
4	1:00	4	1:00	4	1:00	4	1:00
5	2:00	5	2:00	5	2:00	5	2:00
6	3:00	6	3:00	6	3:00	6	3:00
7	4:00	7	4:00	7	4:00	7	4:00
8	5:00	8	5:00	8	5:00	8	5:00
9	6:00	9	6:00	9	6:00	9	6:00
10	7:00	10	7:00	10	7:00	10	7:00
11	8:00	11	8:00	11	8:00	11	8:00
12	9:00	12	9:00	12	9:00	12	9:00
13	10:00	13	10:00	13	10:00	13	10:00
14	11:00	14	11:00	14	11:00	14	11:00
15	12:00	15	12:00	15	12:00	15	12:00
16	13:00	16	13:00	16	13:00	16	13:00
17	14:00	17	14:00	17	14:00	17	14:00
18	15:00	18	15:00	18	15:00	18	15:00
19	16:00	19	16:00	19	16:00	19	16:00
20	17:00	20	17:00	20	17:00	20	17:00
21	18:00	21	18:00	21	18:00	21	18:00
22	19:00	22	19:00	22	19:00	22	19:00
23	20:00	23	20:00	23	20:00	23	20:00
24	21:00	24	21:00	24	21:00	24	21:00
25	22:00	25	22:00	25	22:00	25	22:00
26	23:00	26	23:00	26	23:00	26	23:00
27	24:00	27	24:00	27	24:00	27	24:00
28	1:00	28	1:00	28	1:00	28	1:00
29	2:00	29	2:00	29	2:00	29	2:00
30	3:00	30	3:00	30	3:00	30	3:00
31	4:00	31	4:00	31	4:00	31	4:00
32	5:00	32	5:00	32	5:00	32	5:00
33	6:00	33	6:00	33	6:00	33	6:00
34	7:00	34	7:00	34	7:00	34	7:00
35	8:00	35	8:00	35	8:00	35	8:00
36	9:00	36	9:00	36	9:00	36	9:00
37	10:00	37	10:00	37	10:00	37	10:00
38	11:00	38	11:00	38	11:00	38	11:00
39	12:00	39	12:00	39	12:00	39	12:00
40	13:00	40	13:00	40	13:00	40	13:00
0	13:00	0	13:00	0	13:00	0	13:00
1	14:00	1	14:00	1	14:00	1	14:00
2	15:00	2	15:00	2	15:00	2	15:00
3	16:00	3	16:00	3	16:00	3	16:00
4	17:00	4	17:00	4	17:00	4	17:00
5	18:00	5	18:00	5	18:00	5	18:00
6	19:00	6	19:00	6	19:00	6	19:00
7	20:00	7	20:00	7	20:00	7	20:00
8	21:00	8	21:00	8	21:00	8	21:00
<b>Repouso</b>		<b>Repouso</b>		<b>Repouso</b>		<b>Repouso</b>	

**Quadro 11. Cronograma de captações por grupo e repouso segundo o Cenário B**

Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Repouso	
Nº Horas	Hora	Nº Horas	Hora	Nº Horas	Hora	Nº Horas	Hora
0	21:00	0	21:00	0	21:00	0	21:00
1	22:00	1	22:00	1	22:00	1	22:00
2	23:00	2	23:00	2	23:00	2	23:00
3	0:00	3	0:00	3	0:00	3	0:00
4	1:00	4	1:00	4	1:00	4	1:00
5	2:00	5	2:00	5	2:00	5	2:00
6	3:00	6	3:00	6	3:00	6	3:00
7	4:00	7	4:00	7	4:00	7	4:00
8	5:00	8	5:00	8	5:00	8	5:00
9	6:00	9	6:00	9	6:00	9	6:00
10	7:00	10	7:00	10	7:00	10	7:00
11	8:00	11	8:00	11	8:00	11	8:00
12	9:00	12	9:00	12	9:00	12	9:00
13	10:00	13	10:00	13	10:00	13	10:00
14	11:00	14	11:00	14	11:00	14	11:00
15	12:00	15	12:00	15	12:00	15	12:00
16	13:00	16	13:00	16	13:00	16	13:00
17	14:00	17	14:00	17	14:00	17	14:00
18	15:00	18	15:00	18	15:00	18	15:00
19	16:00	19	16:00	19	16:00	19	16:00
20	17:00	20	17:00	20	17:00	20	17:00
21	18:00	21	18:00	21	18:00	21	18:00
22	19:00	22	19:00	22	19:00	22	19:00
23	20:00	23	20:00	23	20:00	23	20:00
24	21:00	24	21:00	24	21:00	24	21:00
25	22:00	25	22:00	25	22:00	1	22:00
26	23:00	26	23:00	26	23:00	2	23:00
27	24:00	27	24:00	27	24:00	3	24:00
28	1:00	28	1:00	28	1:00	4	1:00
29	2:00	29	2:00	29	2:00	5	2:00
30	3:00	30	3:00	30	3:00	6	3:00
31	4:00	31	4:00	31	4:00	7	4:00
32	5:00	32	5:00	32	5:00	8	5:00
33	6:00	33	6:00	33	6:00	9	6:00
34	7:00	34	7:00	34	7:00	10	7:00
35	8:00	35	8:00	35	8:00	11	8:00
36	9:00	36	9:00	36	9:00	12	9:00
37	10:00	37	10:00	37	10:00	13	10:00
38	11:00	38	11:00	38	11:00	14	11:00
39	12:00	39	12:00	39	12:00	15	12:00
40	13:00	40	13:00	40	13:00	16	13:00
41	14:00	41	14:00	41	14:00	17	14:00
42	15:00	42	15:00	42	15:00	18	15:00
43	16:00	43	16:00	43	16:00	19	16:00
44	17:00	44	17:00	44	17:00	20	17:00
45	18:00	45	18:00	45	18:00	21	18:00
46	19:00	46	19:00	46	19:00	22	19:00
47	20:00	47	20:00	47	20:00	23	20:00
48	21:00	48	21:00	48	21:00	24	21:00

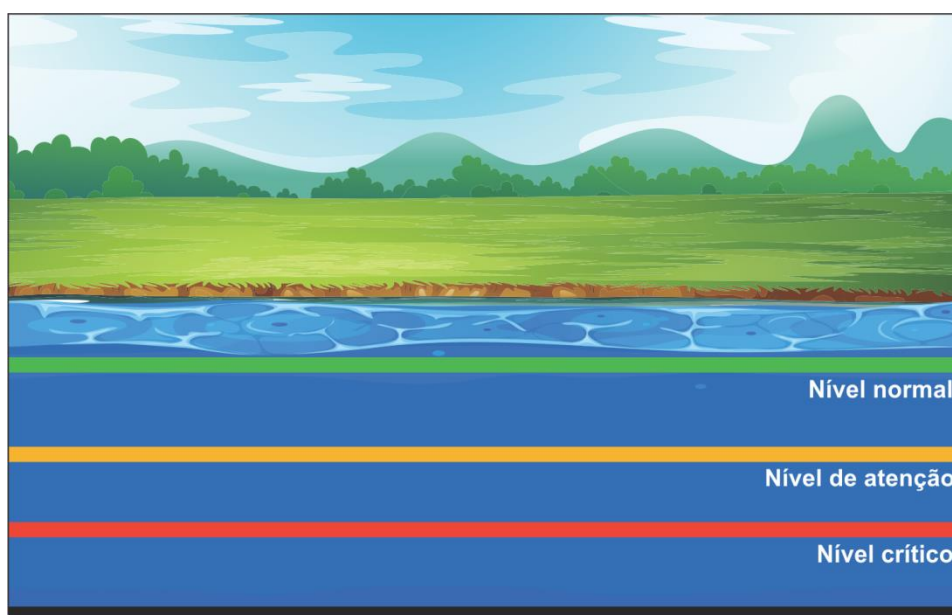
#### 4. ESTRATÉGIA HIDROLÓGICA

A bacia hidrográfica do Rio Formoso apresenta 98 bombas de captação para irrigação com vazões médias de 1620 L/s. A grande quantidade de bombas e a baixa disponibilidade hídrica nos meses de junho e julho são evidentemente incompatíveis com o uso simultâneo das captações, havendo um **RISCO ELEVADO** de um **DESASTRE AMBIENTAL**, com efeitos **IRREVERSÍVEIS**.

Se por um lado, a importância socioeconômica da bacia aponta a necessidade de uma gestão de alto nível, por outro lado, os órgãos gestores não dispõem de informações precisas sobre a disponibilidade hídrica. Isto porque as estações de monitoramento dos cursos d'água foram recentemente instaladas e não possuem séries de dados consistentes de vazão, apenas de nível ou profundidade da água, coletados e transmitidos a cada 15 minutos e armazenados no GAN.

Com essa limitação no monitoramento das vazões, ainda não é possível executar a gestão dos usos múltiplos da água com base nas vazões mínimas de referência, estabelecidas pelo Decreto Estadual N° 2.432/2015, como sendo a vazão que é igualada ou superada em 90% do tempo ( $Q_{90}$ ). Nesse cenário propõe-se a definição de Níveis Mínimos de Referência, para cada trecho definido na bacia, correspondentes às leituras de cota nas réguas das Estações de Referência (**Figura 7**).

As **Figuras 5 e 6** apresentam, de forma clara, as regras de operação das bombas tomando-se como indicador as leituras de nível de água nas estações de referência, estabelecidas para cada trecho.



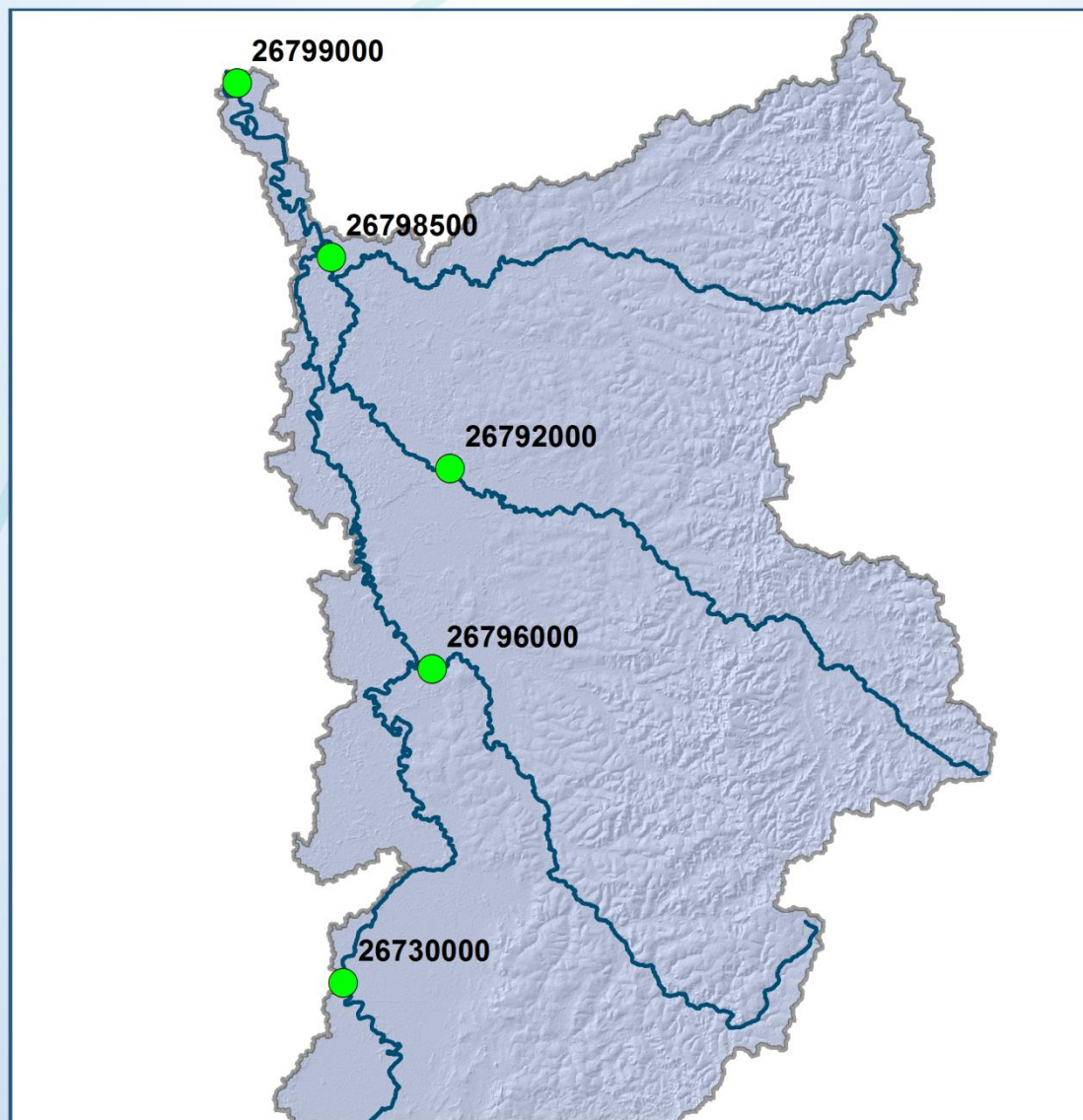
**Figura 3.** Regras semafóricas para captações superficiais na bacia hidrográfica do Rio Formoso.






**Figura 4.** Regras semafóricas para captações superficiais na bacia hidrográfica do Rio Formoso.



## Estações de Referência



### Legenda:

-  Estações de Referência
-  Rios Principais
-  Bacia do Rio Formoso

Gestão de Alto Nível - Plano do Biênio

Tema: Estações fluviométricas de referência.

GT - Revisão de Outorgas

Fonte: IAC/UFT (2018)

Sistema de Coord.: GCS SIRGAS 2000

Escala: 1:1.000.000

**Figura 7.** Mapa de localização das estações fluviométricas telemétricas de referência para a operação do rodízio das bombas hidráulicas na bacia do Rio Formoso.

Importante ressaltar a máxima do “recurso não medido é recurso não administrado” para deixar claro que somente a partir da definição de níveis mínimos de referência nas estações telemétricas, os recursos hídricos da bacia poderão, enfim, ser gerenciados.

Conforme indicado nas ilustrações, o **SINAL VERDE** vigora enquanto houver leituras de nível acima do nível de atenção e nesse período, as captações acontecem em acordo com as outorgas emitidas para cada intervenção. O **SINAL AMARELO** é acionado quando as leituras de nível nas estações atingem o nível de atenção e vigora até o momento em que o nível no curso d’água alcança o nível crítico. A partir do nível crítico é ligado o **SINAL VERMELHO** para suspender todas as captações.

Outro fator que precisa ser destacado é que as estações de referência foram selecionadas e associadas a cada trecho por estarem localizadas a jusante do trecho de bombas hidráulicas e assim refletirem o efeito daquelas captações superficiais. Dessa forma, independente do usuário estar localizado a montante ou a jusante, sua captação produzirá efeito na sua disponibilidade hídrica. Esse fato é de grande importância para assegurar os usos múltiplos das águas, pois havendo barramentos nos cursos d’água, determinado trecho poderia aprisionar água para uso próprio e comprometer a disponibilidade à jusante. Uma vez que trechos de montante e jusante são referenciados na mesma estação (a jusante) todo efeito negativo é revertido sobre si mesmo. Assim é possível dizer que a bacia hidrográfica é, efetivamente, a unidade de planejamento e gestão.

A utilização de estações telemétricas como pontos de referência de nível para manutenção de vazões ambientais também se justifica pela facilidade de monitoramento e conseqüentemente gestão das águas. A cada 15 minutos, as leituras são transmitidas e disponibilizadas no GAN.

Definido o método e as estações de referência associadas a cada trecho da bacia, as séries históricas (de cota) foram analisadas para identificação dos níveis de água usuais no início e término do período crítico, isto é, em 1º de julho e 1º de agosto respectivamente.

Ressalta-se que a maioria das estações de referência possui dados apenas referentes ao ano de 2017, notadamente um ano crítico sendo necessário assim analisar os dados com bastante critério.

Inicialmente, com base nas séries históricas foram estabelecidos os valores de nível de atenção (amarelo) e nível crítico (vermelho) para cada estação de referência. Posteriormente, em encontro com os técnicos do monitoramento da Semarh e do Naturatins, que conhecem profundamente o histórico e a realidade dos cursos d’água na bacia, esses valores foram ajustados ou confirmados.

Os valores de nível para início e término do rodízio nos trechos são apresentados no **Quadro 12**.

**Quadro 12.** Estações de referência, datas e cotas mínimas para início do rodízio e suspensão das captações

Trecho	Estação	Data Início	Cota Início ●	Data Fim	Cota Fim ●
Formoso 1	26730000	01/jul	2,20	31/jul	1,63
Formoso 2	26799000	01/jul	1,24	31/jul	0,87
Formoso 3	26799000	01/jul	1,24	31/jul	0,87
Formoso 4	26799000	01/jul	1,24	31/jul	0,87
Formoso 5	26799000	01/jul	1,24	31/jul	0,87
Urubu 1	26798500	01/jul	3,98	31/jul	2,20
Urubu 2	26798500	01/jul	3,98	31/jul	2,20
Urubu 3	26798500	01/jul	3,98	31/jul	2,20
Dueré	26792000	01/jul	2,00	31/jul	1,40
Xavante	26796000	01/jul	2,30	31/jul	1,60

\* o rodízio inicia quando as estações atingirem o nível amarelo ou em 1 de julho, o que ocorrer primeiro.

\*\* as captações cessam quando as estações atingirem o nível vermelho ou em 1 agosto, o que ocorrer primeiro

\*\*\* quando as estações atingirem o nível vermelho cessam todas as captações a montante.



## 5. ESTRATÉGIA TECNOLÓGICA

Apesar do conjunto de leis e instituições existentes a gestão convencional se mostra incapaz de gerenciar de forma integrada os recursos hídricos, sendo necessário, especialmente em bacias de elevado impacto social e econômico para a sociedade, evoluir para uma Gestão de Alto Nível.

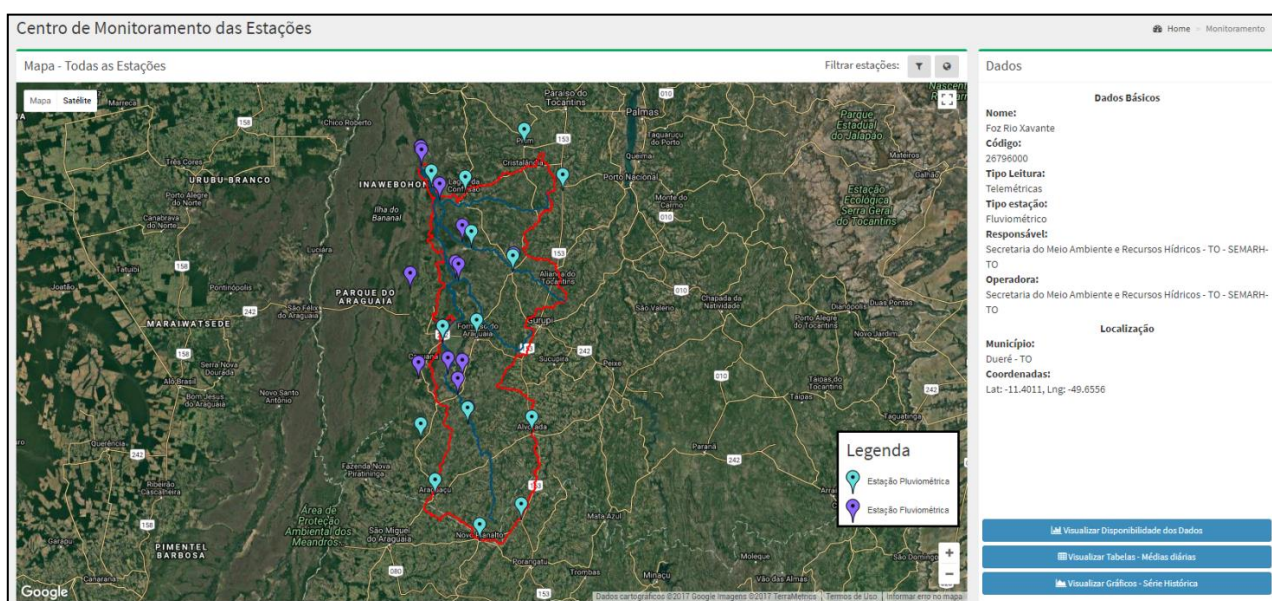
A Gestão de Alto Nível do IAC/UFT, em processo de implantação na bacia do Rio Formoso, instalou a infraestrutura para medidores de vazão e consumo em todas as 98 (noventa e oito) bombas hidráulicas de captação superficial para irrigação. Em outra frente de trabalho, o IAC/UFT desenvolveu a aplicação GAN (<http://gan.iacuft.org.br/>) que recebe, armazena e disponibiliza, a cada 15 minutos, as leituras de nível e vazão das estações fluviométricas e as leituras de vazão e consumo das bombas de irrigação. O sistema é aberto e pode ser acessado por qualquer usuário.

Com esses resultados, a bacia hidrográfica do Rio Formoso é a primeira e única do Brasil a ter monitoramento, em tempo real, da disponibilidade e das demandas hídricas nos cursos d'água. De forma análoga, o sistema de informações GAN é o primeiro e único a apresentar informações de disponibilidade e demanda hídrica nos cursos d'água (**Figuras 8 e 9**).

A estratégia tecnológica recomenda o acompanhamento permanente dos níveis de água nas estações de referência selecionadas para cada trecho dos cursos d'água assim como das vazões de captação das bombas, para fiscalização da operação em acordo com as regras aqui definidas.



**Figura 8.** Sistema de informações GAN da Gestão de Alto Nível para monitoramento hidrológico.



**Figura 9.** Interface do GAN para consulta aos dados de disponibilidade hídrica nas estações.

Com o objetivo de aproximar o conhecimento sobre a situação dos recursos hídricos da sociedade, o sistema possui uma interface simples e é de uso bastante intuitivo. Qualquer pessoa, mesmo sem instrução, pode acessar o sistema e clicar sobre uma estação fluviométrica ou bomba hidráulica para consultar os dados das leituras de nível e vazão no formato gráfico ou de tabelas.

Recomenda-se que produtores e analistas do Naturatins e Semarh acompanhem continuamente as leituras de nível nas estações de referência associadas aos trechos de cursos d'água. A seguir são apresentadas as telas de consulta gráfica às leituras de nível, diária, semanal e mensal. De modo complementar os dados também podem ser visualizados no formato de tabela e se preciso, exportados para outros formatos como csv, xls e txt. Todos esses dados ficam armazenados.



Figura 10. Tela de consulta gráfica aos dados de disponibilidade hídrica diária nas estações.

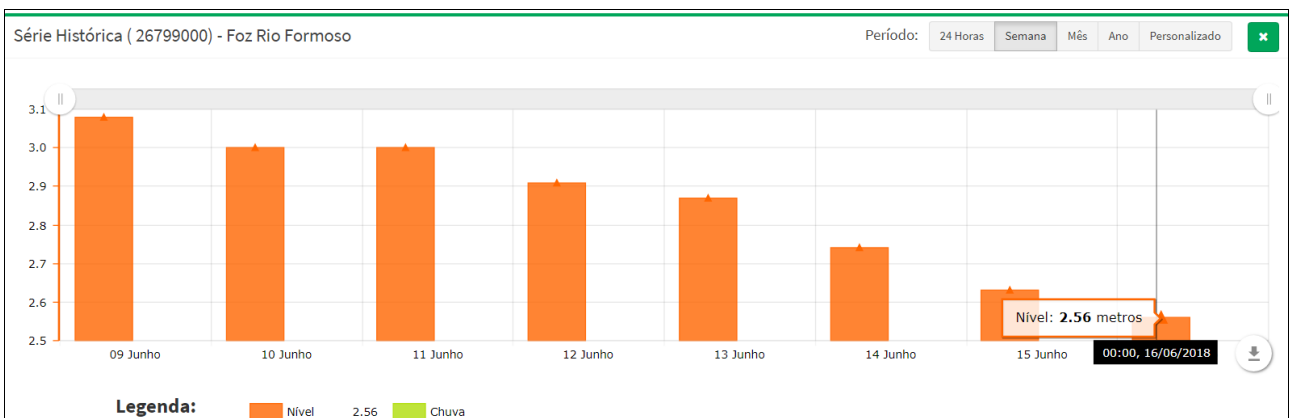


Figura 11. Tela de consulta gráfica aos dados de disponibilidade hídrica semanal nas estações.

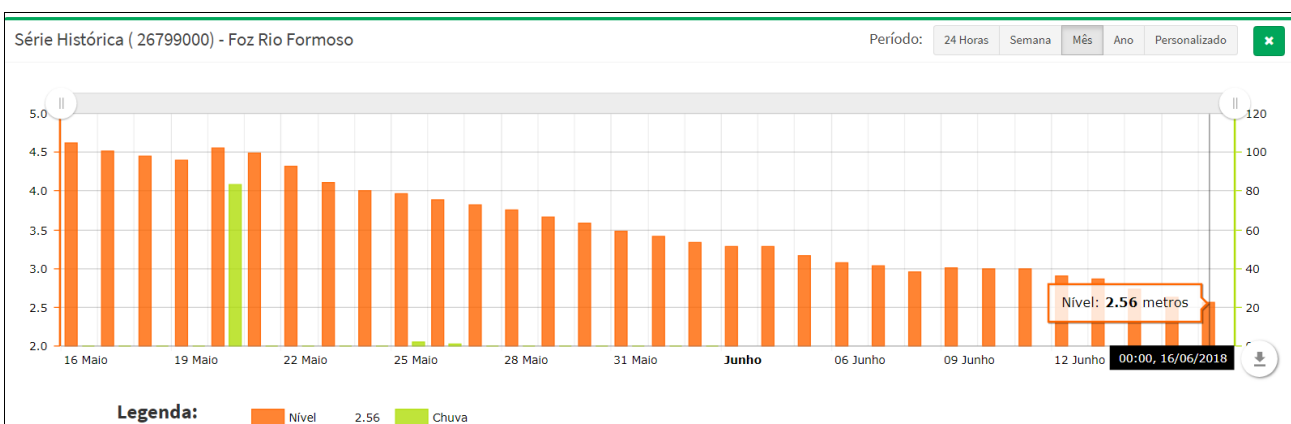
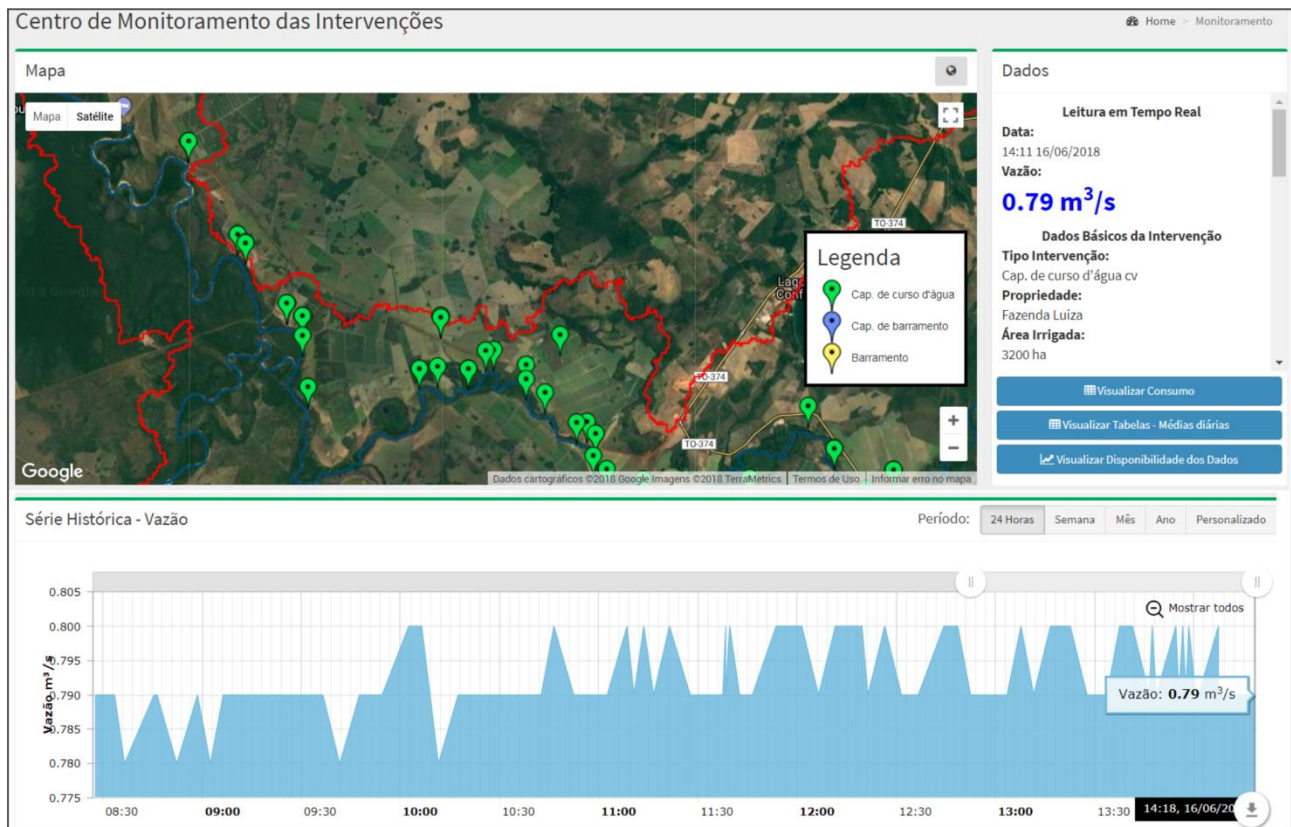


Figura 12. Tela de consulta gráfica aos dados de disponibilidade hídrica mensal nas estações.

Recomenda-se também que os analistas do Naturatins e da Semarh acompanhem continuamente as leituras vazão das bombas por meio do GAN (**Figuras 13 e 14**). A partir desse monitoramento o Naturatins deverá confirmar o atendimento das captações de cada bomba às respectivas portarias de outorga de direito de uso dos recursos hídricos emitidas para a atividade de irrigação.

Considerando que ainda existem bombas de captação com medidor de vazão instalado, mas sem comunicação com o GAN, em razão das limitações de cobertura da rede de telefonia na região, recomenda-se que técnicos do Naturatins estabeleçam uma rota diária para fiscalização *in loco* das bombas em atendimento às regras de rodízio e das vazões autorizadas em cada outorga.



**Figura 13.** Interface do GAN para consulta aos dados de demanda hídrica nas bombas.

Ano: 2018

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	0.0	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	0.0	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	0.0	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	0.0	0.79	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	0.0	0.79	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	0.0	0.79	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	0.0	0.79	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	0.0	0.79	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Export to xls | Export to csv | Export to txt

**Figura 14.** Tela de consulta em tabela dos dados de demanda hídrica nas bombas de irrigação.

## 6. RECOMENDAÇÕES FINAIS

Considerando a água um bem de domínio público de uso comum, limitado e dotado de valor econômico é responsabilidade de toda a sociedade zelar pelo gerenciamento e uso eficiente dos recursos hídricos, sob o risco de ter suas atividades econômicas suspensas permanentemente.

Tendo em vista esse objetivo comum, o Plano do Biênio aponta as seguintes recomendações:

- 1) Para captar água dos rios, todos os produtores devem concordar com os termos desse Plano do Biênio.
- 2) Apenas as bombas cadastradas na Gestão de Alto Nível podem fazer captação superficial em cursos d'água.
- 3) Diariamente, os produtores devem se informar sobre o Sinal de situação em seu trecho de rio.
- 4) O Sinal Amarelo deve ser acionado quando o nível do rio atingir a cota de atenção ou em 1º de julho, o que ocorrer primeiro.
- 5) O Sinal Vermelho deve ser acionado quando o nível do rio atingir a cota crítica ou em 1º de agosto, o que ocorrer primeiro.
- 6) Em Sinal Vermelho, todas as captações a montante devem permanecer suspensas, até o reestabelecimento do Sinal Amarelo.
- 7) Quando o Sinal Vermelho for desligado, o rodízio deve ser retomado de onde parou, até a data limite de 1º de agosto.
- 8) Em Sinal Amarelo e Vermelho, o Naturatins deve fazer ronda diária para fiscalização das propriedades em relação ao rodízio e à suspensão das captações, respectivamente.
- 9) Em Sinal Amarelo e Vermelho o Naturatins deve fazer ronda diária para fiscalização dos pontos críticos, especialmente aqueles situados após os barramentos.
- 10) A operação dos barramentos é de responsabilidade do empreendedor.
- 11) As vazões de descarga dos barramentos devem assegurar os níveis mínimos de atenção nas estações de referência para manutenção do Sinal Amarelo.
- 12) A partir de 1º de Agosto todos os barramentos devem ter suas descargas totalmente liberadas.
- 13) Os resultados devem ser avaliados e as melhorias implementadas continuamente.

*“O ser humano é 65% água. Podemos nos deformar e caber na bacia. O que significa deixar para trás velhas práticas e assumir uma nova postura para além da crise.”*

- Felipe Marques

**Instituto de Atenção às Cidades - IAC**  
**[www.iacuft.org.br](http://www.iacuft.org.br)**  
**[cidades@uft.edu.br](mailto:cidades@uft.edu.br)**

**Universidade Federal do Tocantins - UFT**