

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO CERRADO
PATROCÍNIO
Graduação em Agronomia

ORGANIZAÇÃO DA GESTÃO DO SISTEMA HÍDRICO SOB UM
ENFOQUE COLETIVO

Cleiber Geraldo dos Reis

PATROCÍNIO
2018

CLEIBER GERALDO DOS REIS

**ORGANIZAÇÃO DA GESTÃO DO SISTEMA HÍDRICO SOB UM
ENFOQUE COLETIVO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção do grau de Bacharelado em Engenharia Agrônoma, pelo Centro Universitário do Cerrado Patrocínio.

**Orientador: Prof. Me. Claudomiro
Aparecido da Silva**

**PATROCÍNIO
2018**

ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 04 dias do mês de JULHO de 2018, às 19:00 horas, em sessão pública na sala 201-22 deste Campus Universitário, na presença da Banca Examinadora presidida pelo(a) Professor(a) MSc. CLAUDOMIRO APARECIDO DA SILVA e composta pelos examinadores:

1. Esp. MARCELA TOMAZ AFONSO ALVES
2. Esp. DALTON LUIZ BENZ, o(a) aluno(a) CLEIBER GERALDO DOS REIS, apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: Organização da Gestão de Recursos Humanos em uma Empresa

como requisito curricular indispensável para a integralização do Curso de **AGRONOMIA**. Após reunião em sessão reservada, os professores decidiram da seguinte forma: O Avaliador 01 decidiu pela aprovação o Avaliador 02 decidiu pela aprovação, sendo resultado final da Banca Examinadora, a decisão final pela aprovação do referido trabalho, divulgando o resultado formalmente ao aluno e demais presentes e eu, na qualidade de Presidente da Banca, lavrei a presente ata que será assinada por mim, pelos demais examinadores e pelo aluno.


Presidente da Banca Examinadora
MSc. CLAUDOMIRO APARECIDO DA SILVA


Examinador 01
Esp. MARCELA TOMAZ AFONSO ALVES


Examinador 02
Esp. DALTON LUIZ BENZ


Aluno: CLEIBER GERALDO DOS REIS

O sucesso resulta de cem pequenas coisas feitas de forma um pouco melhor. O insucesso, de cem pequenas coisas feitas de forma um pouco pior.

Henry Kissinger

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, ao meu Deus, agradeço por tudo que eu vivi e que me possibilitou chegar até aqui, que me fez ser quem eu sou.

Aos meus pais, João e Abadia, pelo incentivo, pelo carinho e compreensão durante toda a minha vida e em minha caminhada até aqui, onde nunca chegaria sem eles.

À Ezia, pelo amor incondicional, por ter suportado minha ausência constante, por ter estado ao meu lado nas alegrias e tristezas e por ser minha companheira.

As minhas filhas Maria Fernanda e Manuela pelos momentos de alegria e brincadeiras.

Ao meu irmão Cleidion, pelo carinho, incentivo e momentos de alegria.

A todos vocês que participaram, direta ou indiretamente, da realização deste trabalho.

Ao meu orientador, Claudomiro Silva, pelo exemplo de profissional que é, e por toda paciência, confiança e apoio durante a realização deste trabalho.

Grato, aos meus amigos de turma, por todo companheirismo durante o período de graduação. É um privilégio quando temos ao nosso lado pessoas tão maravilhosas, nunca terei como agradecer-lhes pelo apoio que me ofereceram nos momentos em que tanto precisei. Nunca terei palavras para expressar minha gratidão.

Agradeço ainda, a todos os professores da UNICERP por me proporcionarem o conhecimento. Da educação ao processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem ensinado, mas por me terem feito aprender.

RESUMO

A água tem importância econômica e estratégica para o crescimento regional, sendo fortemente utilizada, essencial ao desenvolvimento socioeconômico e à manutenção da vida. A quantidade de água existente na natureza é limitada e sua disponibilidade decresce gradualmente devido ao crescimento populacional, fundamenta importante discussão sobre as relações entre o homem e a água hidrologia, uma vez que a sobrevivência das futuras gerações depende diretamente das decisões que hoje estão sendo tomadas. O problema da escassez ou excesso de água vem se agravando ao longo do tempo e o estudo das bacias hidrográficas por meio de monitoramento e modelagem torna-se essencial para o planejamento, gerenciamento e uso deste recurso. O crescimento da agricultura irrigada vem se tornando uma questão inquietante, devido à crescente demanda e às restrições de disponibilidade de água. Uso racional da água provido de eficiência, caracterizada pelo emprego da água em níveis tecnicamente reconhecidos como razoáveis, no contexto da finalidade a que se destina ou definidos como apropriados para a bacia, com observância do enquadramento do corpo hídrico e os aspectos tecnológicos, econômicos e sociais, torna-se de relevância ímpar quando se fala da escassez desse recurso. O uso da água aliada a agricultura irrigada tem gerado relações conflituosas entre usuários. Para que a situação não se agrave, torna-se necessário uma estratégia de aproveitamento das precipitações com vista ao acúmulo de água, direcionada ao manejo irrigado para diminuição do conflito. Daí, tem-se a importância da “Organização da Gestão do Sistema Hídrico Sob um Enfoque Coletivo”, assunto a ser discutido, nesse trabalho.

Palavras Chave: Água, Agricultura, Irrigação, Conflito.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Relação das barragens selecionadas.....	19
Tabela 2. Amostra de Máximos Anuais de Precipitação Diária.....	21
Tabela 3. Vazões (m ³ /s) Estação Charqueada do Patrocínio.....	29
Tabela 4. Resultados da simulação realizada para cada trecho/barramento.....	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da bacia do Ribeirão Pavões em Minas Gerais.....	18
Figura 2. Ajuste da Distribuições de Probabilidade Gumbel aos Máximos Anuais de Precipitação Diária da Estação Charqueada do Patrocínio.....	22
Figura 3. Modelo de simulação vazão efluente.....	22
Figura 4. Eixos barráveis projetados B1 a B3.....	26
Figura 5. Eixos barráveis projetados B4 a B7.....	26
Figura 6. Eixos barráveis projetados B8 a B11.....	27
Figura 7. Eixos barráveis projetados B13 a B15.....	27
Figura 8. Bacia de drenagem do Ribeirão Pavões.....	28
Figura 9. Vazões médias mensais no período 2012 a 2016.....	29
Figura 10. Níveis de atendimento em volume para os projetos.....	30
Figura 11. Índice de atendimento por trecho considerando os volumes demandados totais.....	32
Figura 12. Índice de atendimento por trecho considerando o total de meses da simulação.....	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo Geral.....	13
2.2 Objetivos Específicos.....	13
ORGANIZAÇÃO DA GESTÃO DO SISTEMA HÍDRICO SOB UM ENFOQUE COLETIVO	14
RESUMO	14
ABSTRACT	15
1 INTRODUÇÃO	16
2 METATERIAL E MÉTODOS	18
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
4 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	34
CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos são de importância econômica e estratégica para o crescimento regional sendo fortemente utilizado, essencial ao desenvolvimento socioeconômico e à manutenção da vida. A quantidade de água existente na natureza é limitada e sua disponibilidade decresce gradualmente devido ao crescimento populacional, à expansão das fronteiras agrícolas e à degradação do meio ambiente. O entendimento de água como um bem renovável, tem sido substituída pela ideia de um bem finito em quantidade e qualidade, ainda que seus volumes absolutos não sejam alterados em nível global (MAGALHÃES JUNIOR, 2007).

No Brasil, embora a água ainda seja considerada recurso abundante, existem regiões muito carentes a ponto de ser um bem limitado às necessidades do homem. Normalmente, a falta de água é muito mais grave em áreas onde o desenvolvimento ocorreu de forma confusa, provocando a degradação das águas disponíveis, devido ao lançamento indiscriminado de esgotos domésticos, despejos industriais, agrotóxicos e outros poluentes (MOITA e CUDO, 1991). É o país mais abundante em água potável, com 8% das reservas mundiais, concentrando 18% do potencial de água de superfície do planeta (MAIA NETO, 1997).

Apesar da situação favorável observa-se uma enorme disparidade regional na distribuição dos recursos hídricos. A Bacia Amazônica apresenta uma abundância de água, compreendendo as regiões Norte e Centro-Oeste, a região Nordeste apresenta problemas de escassez e as regiões Sul e Sudeste possuem conflitos de uso, com situações graves. Ao se considerar, em lugar de disponibilidade absoluta de recursos hídricos renováveis, aquela relativa à população dele dependente, o Brasil deixa de ser o primeiro e passa ao vigésimo terceiro no mundo (CUNHA, 1994).

As águas de muitos cursos hídricos, antes quase inalteráveis, estão chegando a um limite onde a escassez será inevitável e não poderão se recompor de forma natural. Muitas fontes naturais de água se esauriram pelo mau uso e manejo incorreto destes recursos. A deterioração dos recursos naturais, água e solo, vem ocorrendo em ritmo acelerado, chegando hoje a níveis críticos que se refletem na degradação do meio ambiente: assoreamento dos mananciais

hídricos, contaminação/poluição da água e conseqüentemente menor disponibilidade dos recursos, refletindo na economia nacional.

A atividade agropecuária aparece como grande responsável pela degradação intensa das águas podendo ser superficiais ou subterrâneas.

Para uma produção sempre crescente de alimentos, a alternativa está na produção agrícola sob irrigação, que tem possibilitado um número maior de safras por ano, principalmente em países do hemisfério sul. Tendo em vista ser o setor agrícola o maior consumidor de água e como esta é o componente essencial e estratégico ao desenvolvimento da agricultura, o controle e a administração adequados e confiáveis possibilitarão o manejo justo e equilibrado, preservando a sua qualidade (ASSAD, 1999).

Os impactos da agricultura moderna a partir da década de 80, passaram a ser um tema familiar para grande parte da opinião pública, principalmente nos países ricos. Questiona-se até que ponto os recursos naturais poderão suportar o ritmo de crescimento econômico imprimido pelo capitalismo ou mesmo se a própria humanidade resistirá às mudanças globais. O aumento do custo da terra, aliado ao considerável capital necessário à exploração agrícola, não permite mais que a produção final dependa da ocorrência ou não de um regime de precipitação adequado (ANA, 2010). Assim sendo, a nova tendência do meio empresarial agrícola tem sido o aumento do interesse pela prática da irrigação, que, além de reduzir riscos, proporciona outras vantagens significativas ao produtor irrigante.

As restrições existentes no Cerrado para o desenvolvimento da agricultura edáficas e hídricas foram superadas pelos estudos de manejo de solos através de calagem, adubação, irrigação e à topografia adequada ao plantio, baixo custo da terra, boa rede de estradas e proximidade dos centros consumidores. O Cerrado se transformou, nas últimas duas décadas, na nova fronteira agrícola do País, a ponto de ser considerado uma das maiores regiões produtoras de grãos do Brasil e ser reconhecido como a última grande fronteira agrícola do mundo.

Os períodos de seca, estabelecem uma variação temporal e espacial das precipitações, mostrando a importância dessas informações, fornecendo subsídios ao planejamento da época de plantio e melhor adequação ao uso da irrigação (FREITAS, 1999). Eles também impõem restrições para a agricultura, e devem ser previstos com segurança, com o maior número de elementos possíveis e, sobretudo, confiáveis, para o local ou região de estudo.

Para que haja esta previsão, é necessário o estudo das bacias hidrográficas, uma vez que governam, no seu interior o fluxo superficial da água.

As bacias hidrográficas são unidades geomorfológicas fundamentais da superfície terrestre, sendo consideradas pelos geomorfologistas e hidrologistas como principal unidade fisiográfica do terreno, pois suas características governam, no seu interior, todo o fluxo superficial da água. Constitui, portanto, uma área ideal para o planejamento integrado do manejo dos recursos naturais no meio ambiente por ela definido.

A noção de bacia obriga, naturalmente, a existência de divisores d'água, cabeceiras ou nascentes, cursos d'água principais, afluentes, subafluentes, etc., bem como, uma hierarquização dos canais escoadouros e uma distribuição dos solos predominantes (TUCCI et al., 2004). As bacias hidrográficas são vulneráveis a alterações da vegetação, que por sua vez podem alterar as características biológicas, químicas e físicas do solo, refletindo continuamente na qualidade e quantidade da água dos rios, o que é de fundamental importância para a sustentabilidade e preservação do ambiente.

A crescente demanda pelos recursos hídricos é, de fato, uma condição de conflito entre usuários de água. A utilização intensa do recurso hídrico não implica, necessariamente, conflito entre usuários. Condições adversas podem caracterizar-se pelo fato de que uma forma de uso pode comprometer outra sem que haja disputa entre os beneficiários. Tais situações podem ser definidas como potenciais conflitos, condição que apresenta em amplo número nas bacias, em decorrência do uso desordenado dos recursos hídricos. Os conflitos dependerão de uma série de fatores, dentre os quais vale destaque os diferentes níveis de “saída e voz” - definidos por HIRSCHMAN (1996, apud LABHID, 2002a). Os fatores “saída” e “voz” correspondem, respectivamente, a simples saída ou mudança de ambiente para outro que venha a trazer mais benefícios que o primeiro ou, por outro lado, a permanência de ambos os atores componentes do ato conflituoso servindo-se da “voz” no ato de reclamar ou de organizar-se para reclamar ou protestar, com a intenção de obter diretamente a recuperação da qualidade que foi prejudicada. Os casos de conflito, podem ocorrer pelo uso intenso de recursos hídricos e não se caracteriza de maneira explícita, ou apresenta uma dimensão social, visto que o conflito está restrito a um número reduzido de atores, havendo dificuldade em identificá-los e caracterizá-los.

Além de definir o tipo de relação entre usuários competitivos, é também necessário determinar em que esfera ela ocorre, seja pelo uso da água ou de outras situações de comprometimento ambiental, já que uma situação de impacto ambiental “pode ser solucionada sem que haja a necessidade de acordo entre as partes envolvidas ou que uma das partes tenha que abrir mão de alguma vantagem comparativa” (LABHID, 2002a).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Considerando a importância da água para agricultura irrigada, bem como o aumento das áreas de conflito por água fica o questionamento:

O consumo regional de recursos hídricos para irrigação, com possíveis conflitos de uso, no caso de escassez;

A solução de conflitos requer, de modo geral, a organização da gestão do sistema hídrico sob um enfoque coletivo, inibindo soluções individuais que impliquem danos a outros usuários.

É possível organizar a gestão do sistema hídrico sob um enfoque coletivo, inibindo soluções individuais que impliquem danos a outros usuários?

2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho foram:

- Caracterizar a criação de uma associação para administrar o recurso natural, água;
- Analisar o potencial de irrigação da Bacia do Ribeirão Pavões;
- Avaliar a vazão dos principais ribeirões que compõem a bacia do Ribeirão Pavões.

ORGANIZAÇÃO DA GESTÃO DO SISTEMA HÍDRICO SOB UM ENFOQUE COLETIVO.

RESUMO

A água representa insumo fundamental à vida, configurando elemento insubstituível em diversas atividades humanas, além de manter o equilíbrio do meio ambiente, para atingir um nível desejado de manutenção e preservação dos recursos hídricos, é necessário o uso dentro do conceito de desenvolvimento sustentável, observando os aspectos: a eficiência técnica, a sustentabilidade econômica, a estabilidade social e a coerência ecológica. O objetivo desse estudo é caracterizar o uso coletivo dos recursos hídricos em área de conflito que vem se tornando uma realidade pela crescente demanda e uso intensivo do recurso hídrico. AUAPA (Associação dos Usuários das Águas do Ribeirão Pavões e Região), foi criada com a finalidade de administrar a utilização das águas superficiais dentro da microbacia do Ribeirão Pavões, declarada pelo IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas), área de conflito de usuários, em 2007. O balanço hídrico foi estudado em função da demanda de água requerida pelas culturas cultivadas dentro da micro bacia, indicando os volumes necessários para garantir o atendimento aos projetos em função das demandas de água para irrigação e/ou outros usos. O cenário 3, atendimento de 75% da área de Culturas Anuais e 100% do Café, mostrou um índice satisfatório mantendo os valores médios de garantia acima de 84%, mostrando o potencial de atendimento aos projetos de irrigação e a manutenção do nível ecológico dos rios da bacia, seja viável com a construção de barramentos, desde que haja a operação dos barramentos e o planejamento das culturas a serem implantadas. Essa avaliação mostra o potencial de atendimento aos projetos, desde que haja uma efetiva mobilização dos usuários entorno da boa operação dos projetos de irrigação.

Palavras Chave: Barramento, Conflito, Hídrico, Estabilidade

ORGANIZATION OF THE MANAGEMENT OF THE WATER SYSTEM UNDER A COLLECTIVE APPROACH.

ABSTRACT

Water is a fundamental input to life, forming an irreplaceable element in several human activities, besides maintaining the balance of the environment, in order to reach a desired level of maintenance and preservation of water resources, it is necessary to use within the concept of sustainable development, observing aspects: technical efficiency, economic sustainability, social stability and ecological coherence. The objective of this study is to characterize the collective use of water resources in an area of conflict that has become a reality due to the increasing demand and intensive use of water resources. AUAPA (Association of Water Users of Ribeirão Pavões and Region), was created with the purpose of managing the use of surface waters within the Ribeirão Pavões microbasin, declared by the IGAM (Minas Gerais Water Management Institute), a user conflict area, in 2007. The water balance was studied according to the demand of water required by the crops cultivated within the micro basin, indicating the volumes necessary to guarantee the service to the projects in function of the demands of water for irrigation and / or other uses. Scenario 3, serving 75% of the Annual Cultures area and 100% of the Coffee, showed a satisfactory index maintaining the average guarantee values above 84%, showing the potential of attending irrigation projects and maintaining the ecological level of be feasible with the construction of buses, as long as there is the operation of the busbars and the planning of the crops to be implanted. This evaluation shows the potential of service to the projects, since there is an effective mobilization of the users around the good operation of the irrigation projects.

Keywords: Buses, Conflict, Water, Stability.

1 INTRODUÇÃO

A água representa insumo fundamental à vida, configurando elemento insubstituível em diversas atividades humanas, além de manter o equilíbrio do meio ambiente. O acelerado crescimento populacional no mundo tem conduzido ao aumento da demanda de água, o que vem ocasionando, em várias regiões, problemas de escassez desse recurso. Estima-se que, atualmente, mais de 1 bilhão de pessoas vivem em condições insuficientes de disponibilidade de água para consumo e que, em 25 anos, cerca de 5,5 bilhões de pessoas estarão vivendo em áreas com moderada ou séria falta de água (ANA, 2010). Quando se analisa o problema de maneira global, observa-se que existe quantidade de água suficiente para o atendimento de toda a população. No entanto, a distribuição não uniforme dos recursos hídricos e da população sobre o planeta acaba por gerar cenários adversos quanto à disponibilidade hídrica em diferentes regiões.

O Brasil possui situação privilegiada em relação à sua disponibilidade hídrica, porém, cerca de 70% da água doce do país encontra-se na região amazônica, que é habitada por menos de 5% da população (ANA, 2010). A ideia de abundância serviu durante muito tempo como suporte à cultura do desperdício da água disponível, à sua pouca valorização como recurso e ao adiamento dos investimentos necessários à otimização de seu uso. Os problemas de escassez hídrica no Brasil decorrem, fundamentalmente, da combinação entre o crescimento exagerado das demandas localizadas e da degradação da qualidade das águas. Esse quadro é consequência dos desordenados processos de urbanização, industrialização e expansão agrícola (FAO, 2013).

Em função dos problemas relativos à falta de um adequado sistema de gestão da água, cada vez mais evidentes, o setor de recursos hídricos vem ganhando importância e interesse por parte da sociedade brasileira. Esse fato pode ser observado não somente pelas discussões na esfera governamental, mas também pela própria imprensa, que tem abordado o tema com frequência (ANA, 2010).

As restrições impostas pelo ecossistema constituem um dos aspectos fundamentais do desenvolvimento sustentável. Observando essas restrições é possível manter a oferta dos serviços da natureza cada vez mais apreciados; minimizar custos, protelando o surgimento de retornos decrescentes sobre recursos naturais; e reduzir o risco mais grave da própria

desestabilização do ecossistema. Há necessidade da intensidade e da forma do uso de recursos aos limites impostos pela taxa de regeneração natural, ou induzida pela tecnologia, dos recursos (CUNHA, 1994). Essa recomendação aplica-se em especial à agricultura, uma atividade em que a produtividade depende sobremaneira da interação de processos biológicos com o meio físico. A coerência ecológica dos processos produtivos, fundamental à sustentabilidade da produção agrícola a longo prazo, continua distante, sendo mais um desejo de ambientalistas e cientistas preocupados com os destinos da humanidade do que um componente da função-objetivo dos agricultores. A sociedade impõe demandas conflitantes sobre o meio ambiente, desejando mais produtos agrícolas e a conservação ambiental. Mesmo essas demandas sendo de uma forma ou de outra compatibilizadas, nada assegura que a solução de curto prazo seja coerente com a de longo prazo (BORGES, 1985).

Segundo Cunha (1994), dentro do conceito de desenvolvimento sustentável, quatro aspectos estão relacionados entre si: a eficiência técnica, a sustentabilidade econômica, a estabilidade social e a coerência ecológica. A dimensão técnica tem a ver com o incremento da produtividade dos recursos naturais, indispensável para compatibilizar a conservação da natureza com aumento da produção. Uma avaliação da sustentabilidade da agricultura nos cerrados requer a análise de alguns problemas: o comportamento dos rendimentos físicos da terra, as possibilidades da produtividade da terra, as possibilidades oferecidas pela tecnologia para reparar danos e a capacidade das instituições de pesquisa de responder aos desafios da sustentabilidade (SCOLARI, 2006).

Da perspectiva do produtor agrícola, recursos naturais são insumos cujo valor decorre da capacidade que têm de gerar renda na forma de um fluxo de bens destinados ao mercado. Serão explorados com maior ou menor intensidade dependendo de como essa decisão influir no fluxo de renda. A demanda de recursos naturais é derivada da demanda de produtos agrícolas e é do aumento dessa demanda que gera as pressões pela intensificação da exploração dos recursos (ABREU, 1994), sentido via mercados e sendo sinalizados por elevações de preços, vindo à sociedade fazer pressão pela conservação através de meios políticos.

Os agricultores diferem entre si pela capacidade de adoção de tecnologia moderna e a sensibilidade do meio ambiente à ação antrópica é extremamente variada. Assim, a intensidade da restrição ecológica não varia apenas segundo as características de cada ecossistema como também pode ser flexibilizada com a ajuda de inovações tecnológicas. A tecnologia permite maior flexibilidade quanto à intensidade da exploração e a restrição ecológica tem sua importância reduzida, pelo menos aos olhos do produtor agrícola.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na microbacia do Ribeirão Pavões, declarada pelo IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas), área de conflito de usuários, em 2007. Em virtude dessa condição os usuários da bacia se organizaram e constituíram a AUAPA (Associação dos Usuários das Águas do Ribeirão Pavões e Região), em 13 de julho de 2010 com a finalidade de administrar a utilização das águas superficiais dentro da bacia.

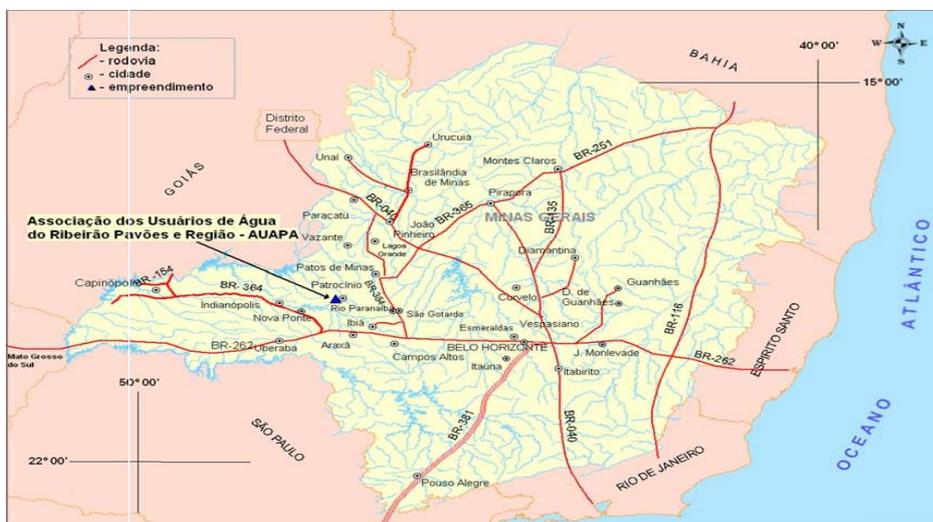
A cabeceira Ribeirão Pavões está na latitude $18^{\circ} 52' 54''$ S, longitude $47^{\circ} 04' 25''$ O, e a foz corresponde à latitude $19^{\circ} 0' 29.63''$ S e longitude $47^{\circ} 6' 2.56''$ O, pertencendo a Bacia Hidrográfica Estadual do Rio Araguari e a Bacia Hidrográfica Federal do Rio Paranaíba.

Os córregos Ponte Alta, Congonhas, Bandeira, Rangel, Fumal, Ribeirão Cláudio e Ribeirão Congonhas são os principais afluentes que formam o Ribeirão Pavões.

O Ribeirão Pavões possui esta denominação, em seu trecho inferior, após a confluência do Córrego Ponte Alta, Córrego Congonhas e Ribeirão Rangel, sendo esses seus principais formadores, se estende por 22,35 km ao longo da micro bacia, que possui área total de 152 km^2 , delimitada por um perímetro de 58,5 km e posicionada entre 1037 a 828 m de altitude.

A AUAPA, iniciou um trabalho de levantamento de todos os usuários de águas superficiais existentes na bacia e a demanda de água de cada usuário, sendo essas informações essenciais para conhecer a real utilização dos recursos hídricos dentro da bacia.

A Figura 1- Localização da bacia do Ribeirão Pavões em Minas Gerais.



Na elaboração dos estudos foram utilizados os seguintes elementos cartográficos de apoio, de caracterização da topografia e do relevo local: Modelo Digital de Terreno (MDE), executado através da imagem radar e SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais - INPE.

O estudo das áreas propensas à implantação de barramentos na bacia do Ribeirão Pavões foi executado com base em imagem de satélite disponível livremente na rede de computadores e a modelagem da calha do manancial, foi executada com auxílio do ARC-GIS. Os dados planialtimétricos das áreas com potencial barramento, foram obtidos com a utilização de sistemas computacionais de modelagem da superfície e interpolação das curvas de nível do terreno (STRM) “Shuttle Radar Topography Mission”. Posteriormente, foi contratado um estudo topográfico mais elaborado nas áreas de interesse para o levantamento de quantitativos, com as devidas cotas de desnível e a elaboração dos projetos conceituais de cada barragem.

Quadro 01 - Relação das barragens selecionadas.

Denominação eixo barragem	Curso de Água	Coordenadas Geográficas	
		Latitude	Longitude
Barramento 1 - B1	Afluente Córrego Ponte Alta	18° 55' 32,0"S	47° 04' 08,3"O
Barramento 2 - B2	Córrego Ponte Alta	18° 56' 37,7"S	47° 03' 54,4"O
Barramento 3 - B3	Córrego Ponte Alta	18° 57' 08,0"S	47° 03' 59,6"O
Barramento 4 - B4	Ribeirão Congonhas	18° 56' 06,8"S	47° 01' 57,8"O
Barramento 5 - B5	Ribeirão Congonhas	18° 56' 59,3"S	47° 02' 39,4"O
Barramento 6 - B6	Ribeirão Congonhas	18° 57' 33,6"S	47° 03' 17,7"O
Barramento 7 - B7	Ribeirão Congonhas	18° 58' 24,3"S	47° 04' 10,1"O
Barramento 8 - B8	Ribeirão Rangel	18° 58' 13,5"S	47° 01' 11,8"O
Barramento 9 - B9	Ribeirão Rangel	18° 58' 41,2"S	47° 01' 41,6"O
Barramento 10 - B10	Ribeirão Rangel	18° 59' 21,9"S	47° 02' 43,2"O
Barramento 11 - B11	Ribeirão Rangel	18° 59' 38,3"S	47° 04' 07,4"O
Barramento 12 - B12	Afluente Margem Esquerda Rangel	19° 00' 40,4"S	47° 04' 17,2"O
Barramento 13 - B13	Córrego Fumal	18° 58' 30,1"S	47° 04' 47,7"O
Barramento 14 - B14	Ribeirão Pavões	18° 59' 41,5"S	47° 05' 32,4"O
Barramento 15 - B15	Ribeirão Pavões	19° 00' 12,7"S	47° 05' 59,6"O

As simulações para determinação das vazões de pico da bacia do Ribeirão Pavões foram conduzidas considerando a condição atual da bacia, sem a existência de reservatórios, e a implantação de cada barragem prevista em conjunto com a capacidade de amortecimento dos reservatórios localizados a montante.

Assim, para a simulação das Barragens, objeto deste trabalho foi considerada a existência de quinze barramentos localizados a montante do local de interesse, a saber: Barramento 01 (B1), Barramento 02 (B2), Barramento 03 (B3), Barramento 04 (B4), Barramento 05 (B5), Barramento 06 (B6), Barramento 07 (B7), Barramento 08 (B8), Barramento 09 (B9), Barramento 10 (B10), Barramento 11 (B11), Barramento 12 (B12), Barramento 13 (B13), Barramento 14 (B14) e Barramento 15 (B15).

Dentre os barramentos mencionados, os sete primeiros (B1 a B7) estão localizados na sub-bacia do Ribeirão Congonhas e os quatro intermediários (B8 a B11) na sub-bacia do Ribeirão Rangel, que são os dois principais formadores do Ribeirão Pavões que é o curso de água em foco.

Os barramentos denominados B12 e B13 estão localizados em afluentes diretos do ribeirão Pavões, sem toponímia na cartografia oficial, cada um por uma margem e ambos com a foz a jusante do encontro dos ribeirões Rangel e Congonhas. Os Barramento B14 e B15 estão localizados no próprio ribeirão Pavões.

A estação pluviométrica selecionada, Charqueada de Patrocínio (01846002), pertence à rede hidrométrica da Agência Nacional da Águas - ANA e foi implantada em 1966. Está localizada na bacia hidrográfica do rio Paranaíba, município de Patrocínio, Minas Gerais, a uma altitude de 960 m. Para tanto, foram utilizados os dados da estação pluviométrica selecionada como base.

À amostra de máximo anuais de precipitação diária obtida dos dados da estação selecionada considerando o ano hidrológico (outubro de um ano a setembro do ano seguinte), foi aplicada a técnica de ajuste de distribuições teóricas de probabilidades, comumente utilizadas neste estudo, quais sejam: Exponencial, Log-Normal, Gumbel, Generalizada Valores Extremos – GEV, Pearson III e Log-Pearson III.

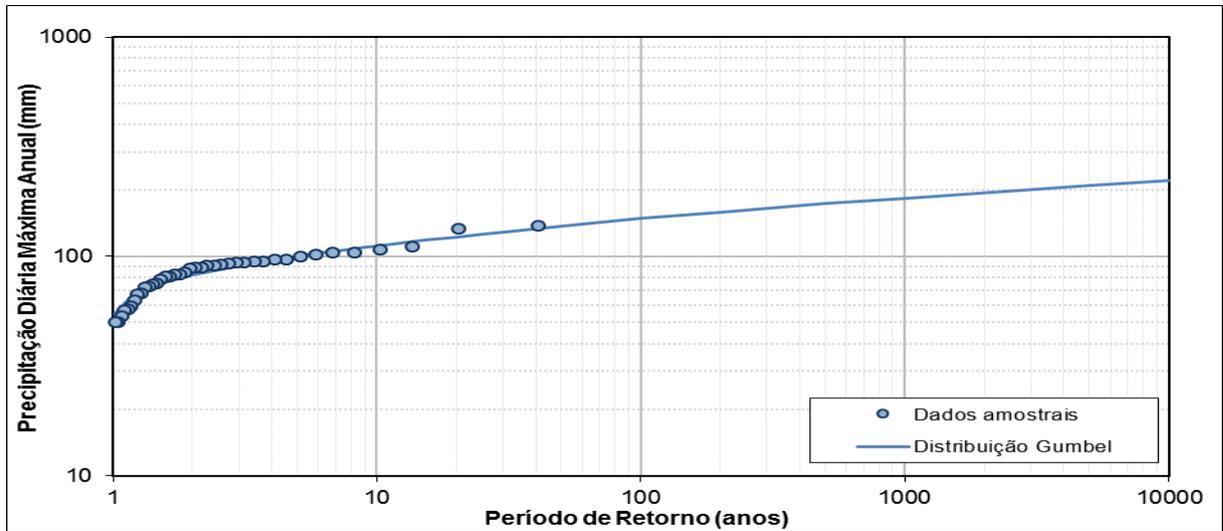
Como resultado da aplicação da análise de frequência, a distribuição teórica de probabilidades Gumbel foi escolhida para representar o comportamento pluviométrico da região, tendo em vista a melhor aderência de sua curva aos dados da amostra analisada. Os quantis notáveis resultantes do ajuste da distribuição teórica de probabilidades Gumbel à amostra de máximos anuais analisada são apresentados no Quadro 02, abaixo.

Quadro 02 – Amostra de Máximos Anuais de Precipitação Diária.

Ordem	Ano Hidrológico	Precipitação Máxima (mm)	Ordem	Ano Hidrológico	Precipitação Máxima (mm)
1	67-68	73,6	24	90-91	96,4
2	68-69	54,1	25	91-92	82,0
3	69-70	90,5	26	92-93	52,2
4	70-71	41,3	27	94-95	102,0
5	71-72	74,0	28	96-97	92,6
6	72-73	106,0	29	97-98	86,2
7	73-74	91,6	30	98-99	58,5
8	74-75	64,0	31	99-00	60,4
9	75-76	48,2	32	00-01	100,2
10	76-77	50,2	33	01-02	131,8
11	77-78	80,8	34	02-03	91,2
12	78-79	88,8	35	03-04	128,6
13	79-80	96,4	36	04-05	72,0
14	80-81	90,0	37	05-06	92,0
15	81-82	69,6	38	06-07	88,0
16	82-83	76,0	39	07-08	87,4
17	83-84	79,4	40	08-09	108,1
18	84-85	79,4	41	09-10	71,2
19	85-86	62,8	42	10-11	82,7
20	86-87	53,2	43	11-12	162,5
21	87-88	79,4	44	14-15	100,3
22	88-89	74,0	45	15-16	109,9
23	89-90	56,2			
			Máxima		162,5
			Média		83,0
			Mínima		41,3

Para transformação das alturas de chuvas de 1 dia de duração em chuvas de 24 horas, foi aplicada a relação $P_{24h} = 1,095 P_{1d}$. Para desagregação das alturas de chuvas de 24 horas de duração em alturas de chuvas de menor duração, foi aplicado o método das isozonas, definido por Torga (1974), que constitui uma das metodologias mais clássicas de desagregação aplicadas no Brasil. A área de interesse está localizada na isozonas D.

Figura 02 – Ajuste da Distribuições de Probabilidade Gumbel aos Máximos Anuais de Precipitação Diária da Estação Charqueada do Patrocínio (01846002).



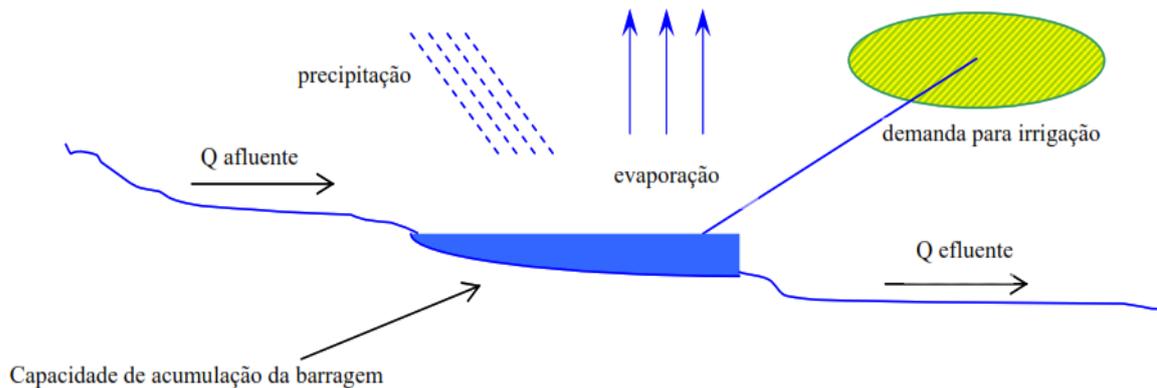
As alturas de chuva das diversas durações foram ainda discretizadas no tempo, para a composição dos respectivos hietogramas. Observou-se a recomendação de se adotar um intervalo de discretização $t < 20\%$ do tempo de concentração das bacias (BUREAL OF RECLAMATION, 1974).

O desenho a seguir representa graficamente o modelo de simulação e a equação (1) mostra as relações entre os elementos de análise do modelo.

A equação a seguir representa os cálculos efetuados pelo modelo:

$$\text{Vazão efluente} = \text{vazão afluyente} - (\text{irrigação} + \text{evaporação} + \text{uso reservatório}) \dots\dots\dots(1)$$

Figura 03 – Modelo de simulação vazão efluente.



O modelo de simulação de operação do reservatório visa analisar as condições de operação do projeto, de forma que a segurança de fornecimento de água esteja dentro dos parâmetros previstos e em conformidade com os aspectos ambientais. As simulações de balanço hídrico foram realizadas para cada barragem de montante para jusante, em conformidade com a estrutura implantada e conjunto de usuários existente de montante para jusante.

Para o procedimento de simulação são necessárias diversas informações que são utilizadas como dados de entrada (ou input's) ao sistema computacional. As informações necessárias estão listadas a seguir:

- Demanda de água para irrigação;
- Disponibilidade hídrica;
- Evaporação no reservatório;
- Relação cota x área x volume do reservatório;
- Vazão efluente (mínimo a ser mantida a jusante do empreendimento).

De posse desses dados é possível a análise das condições de operação e da capacidade da barragem de suprir as necessidades para o projeto em pauta. A demanda de Água para Irrigação foi obtida por meio do plano de exploração agrícola anual médio, precipitação efetiva mensal e ETR mensal para o período de 34 anos (34 anos x 12 meses = 408 registros). Na equação (2) são apresentados os dados necessários para cálculo da demanda de água que pode ser assim representada:

$$\text{NBI: } [(E_{To} \times k_{cp}) - PE] / E_{fip} \dots \dots \dots (2)$$

onde:

NBI - necessidade bruta de irrigação (mm/mês)

E_{To} - evapotranspiração de referência - método Hargreaves/Samani, 1986 (mm/mês)

k_{cp} - coeficiente cultural ponderado (depende do planejamento agrícola)

PE - precipitação efetiva (Soil Conservation Service SCS - USDA) (mm/mês)

E_{fip} - eficiência de irrigação (adotado como ef irrigação: 85% pivô-central 95% gotejo)

A demanda para irrigação foi estimada utilizando o coeficiente cultural (k_{cp}) variável entre culturas de ciclo longo (café) e de ciclo curto (grãos e olerícolas) os valores adotados foram 0,70 e 1,2 respectivamente. Lembrando que este é um valor adimensional que,

juntamente com a evapotranspiração do período irá definir a demanda da cultura. As áreas irrigadas foram levantadas conforme instalado em campo e as pretensões dos novos participantes do processo único de outorga.

Os resultados de NBI (em mm/mês) são convertidos em volume apropriado para a área e culturas por meio da ponderação do kcp pela área de cada cultura obtendo-se o volume pela multiplicação da evapotranspiração pela área das culturas.

A disponibilidade hídrica, foram geradas as séries mensais de vazão, por correlação da MLT, definida pela metodologia do IGAM, com as vazões do rio Dourados (adimensionalizadas), utilizando os dados de estação fluviométrica Charqueada do Patrocínio operada pela ANA, que possibilitou definir o provável regime hídrico nos pontos de interesse.

A evaporação no reservatório, uma das “perdas de água” do sistema é a evaporação do espelho d’água do reservatório. Para sua estimativa, é utilizada a evaporação mensal (em mm) para aquele mês e a área do espelho obtida pela relação cota x área do reservatório.

O balanço realizado tratou das vazões efluentes de cada reservatório. Inicialmente, foi realizada a simulação com o escoamento mínimo de 50% de Q7,10 a jusante de cada reservatório, de forma a atender à Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548/2012.

Posteriormente, foram feitos ajustes nesses índices aumentando os valores para os reservatórios superiores da bacia, de forma a aumentar os percentuais de atendimento de demandas nos reservatórios inferiores e otimizar o uso da água na bacia. Dessa forma, ao final das simulações realizadas, alguns reservatórios têm previsão de garantir índices superiores aos 50% de Q7,10 ao longo de todo o tempo, conforme será apresentado nos resultados.

Em resumo, o balanço hídrico dos reservatórios foi realizado de forma mensal seguindo a equação apresentada a seguir:

$$\Delta V = P + Q_{af} - E - Dem - Q_{res} \dots \dots \dots (3)$$

Em que:

ΔV = balanço hídrico mensal em volume;

P = precipitação ocorrida na superfície do reservatório;

Q_{af} = vazão de entrada no reservatório;

E = evaporação ocorrida na superfície do reservatório;

Dem = demanda de água para a irrigação requerida;

Q_{res} = vazão residual mínima de 50% de Q7,10.

Todas as variáveis tiveram suas unidades transformadas em m³ ao passo mensal para que fosse realizada a simulação. Mensalmente, os valores de evaporação e precipitação foram variando em função da área do espelho d'água do reservatório ao final do mês anterior e cujo valor era verificado em função do seu volume acumulado e sua curva cota-área-volume. A simulação foi realizada para todo o período histórico de maio/1952 a junho/2014 e, portanto, para 746 meses.

Os resultados obtidos da simulação realizada foram relacionados aos seguintes indicadores:

- Volumes atendidos para cada reservatório em relação ao volume total demandado;
- Número de meses em que houve falha de atendimento frente ao número total de meses da simulação.

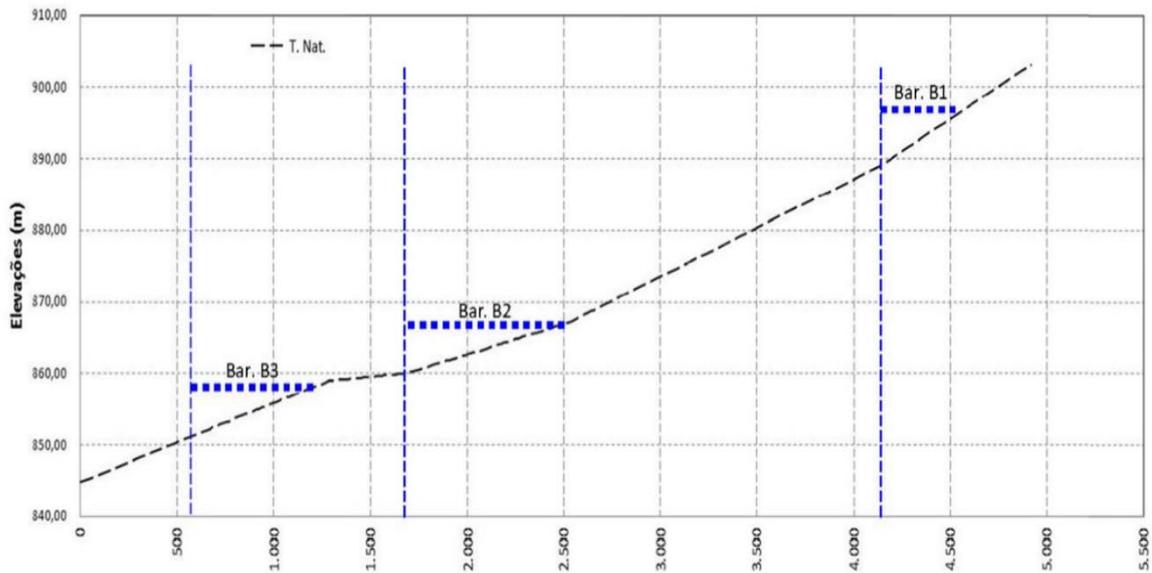
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após essa seleção foram efetuados os estudos de balanço hídrico indicando os volumes necessários para garantir o atendimento aos projetos em função das demandas de água para irrigação e/ou outros usos. Na primeira etapa foram efetuados estudos de demanda de água e disponibilidade, indicando os volumes necessários utilizando o balanço hídrico para o ano crítico.

Essa rede de drenagem possibilita que as terras de chapada e até mesmo as menos declivosas das vertentes possam ser utilizadas o ano todo para a produção agrícola, tendo em vista a quantidade de córregos e ribeirões que nascem ou cortam a região. Esta é uma área de exploração eminentemente agropecuária, onde os planos e programas governamentais de incentivo à exploração do Cerrado incorporaram elevado nível tecnológico, com aumento da eficiência nas atividades rurais, além de produtos de alta qualidade. No entanto, faz-se necessário o ordenamento do uso dos recursos naturais, particularmente a água para uso na irrigação.

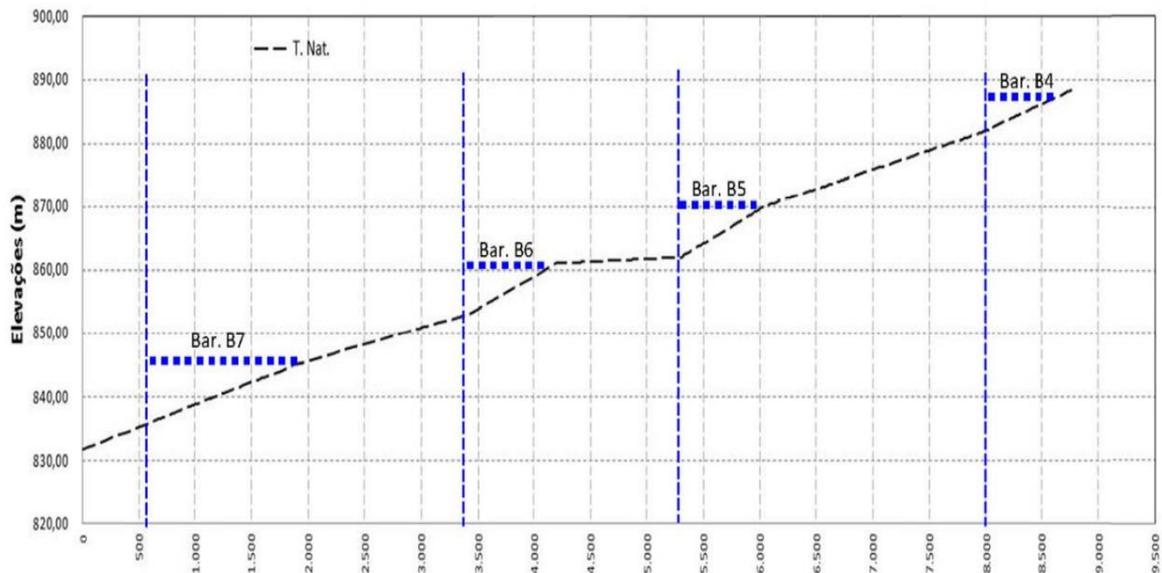
No trecho do córrego Ponte Alta (eixos barráveis projetados B1 a B3), o desnível geométrico é de 110 metros e a declividade média é de aproximados 0,010 m/m. Este trecho chega aos 11 km..

Figura 04 – Eixos barráveis projetados B1 a B3



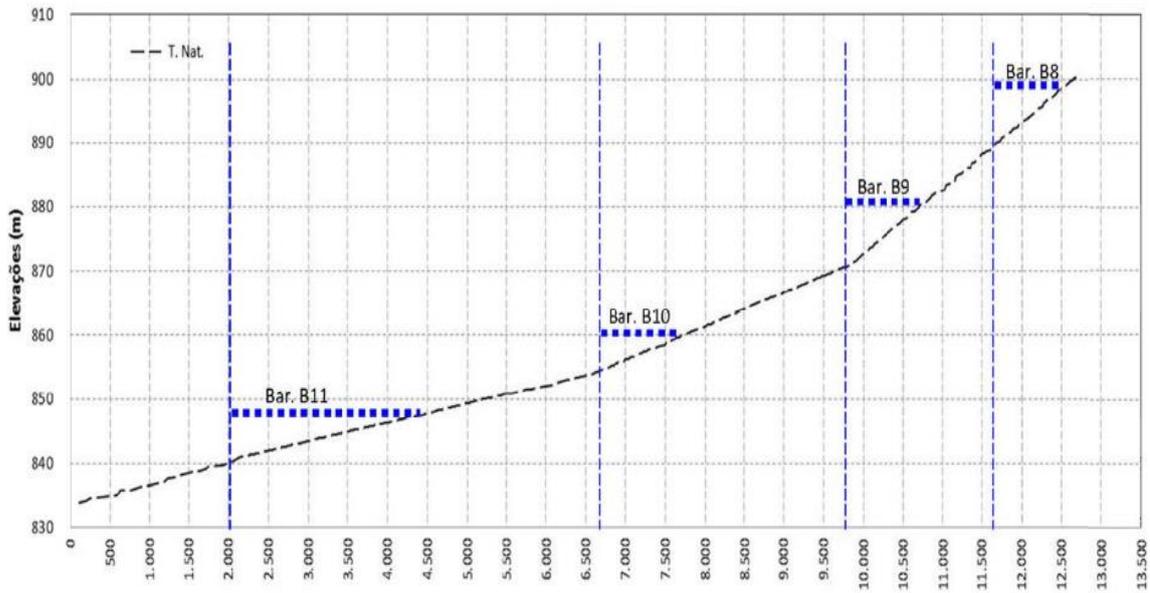
O desnível geométrico no trecho do córrego Congonhas até o Ribeirão Pavões (eixos barráveis projetados B4 a B7) é de 240 metros e a declividade média aproximada de 0,020 m/m, tendo extensão de 12 km.

Figura 05 – Eixos barráveis projetados B4 a B7



O talvegue do trecho Rangel até o Ribeirão Pavões (eixos barráveis B8 a B11) tem uma extensão aproximada 16 km, desnível de 160 metros e apresenta uma declividade média de 0,010 m/m.

Figura 06 – Eixos barráveis projetados B8 a B11



No trecho do córrego Fumal e Ribeirão Pavões (eixos barráveis projetados B13 a B15), o desnível geométrico é de 120 metros e a declividade média é de 0,015 m/m. Este trecho chega aos 8 km.

Figura 07 – Eixos barráveis projetados B13 a B15

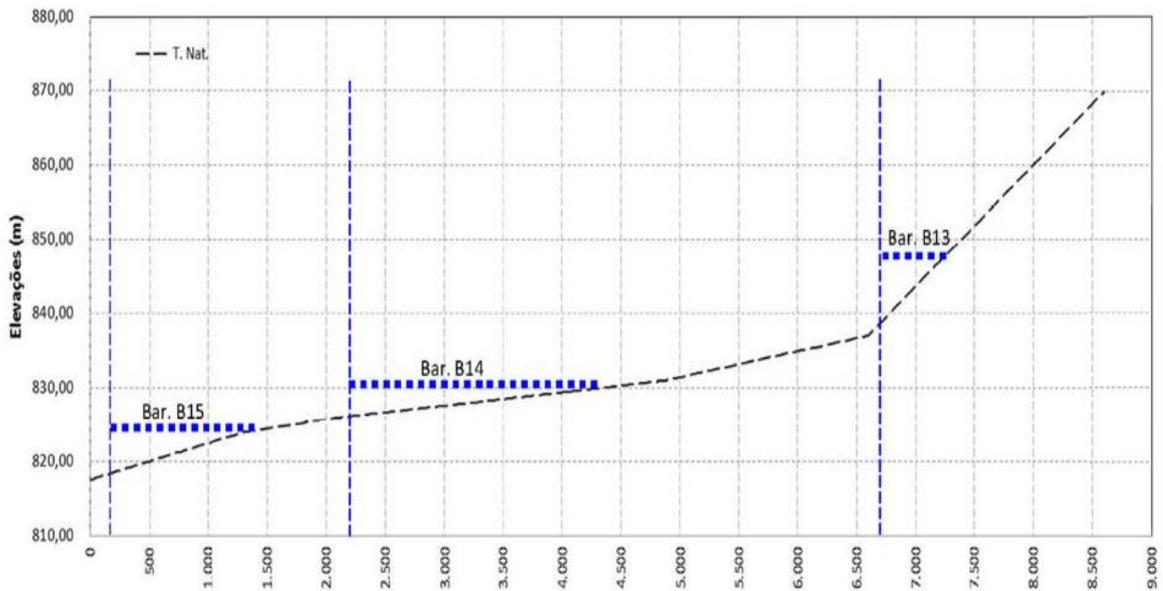
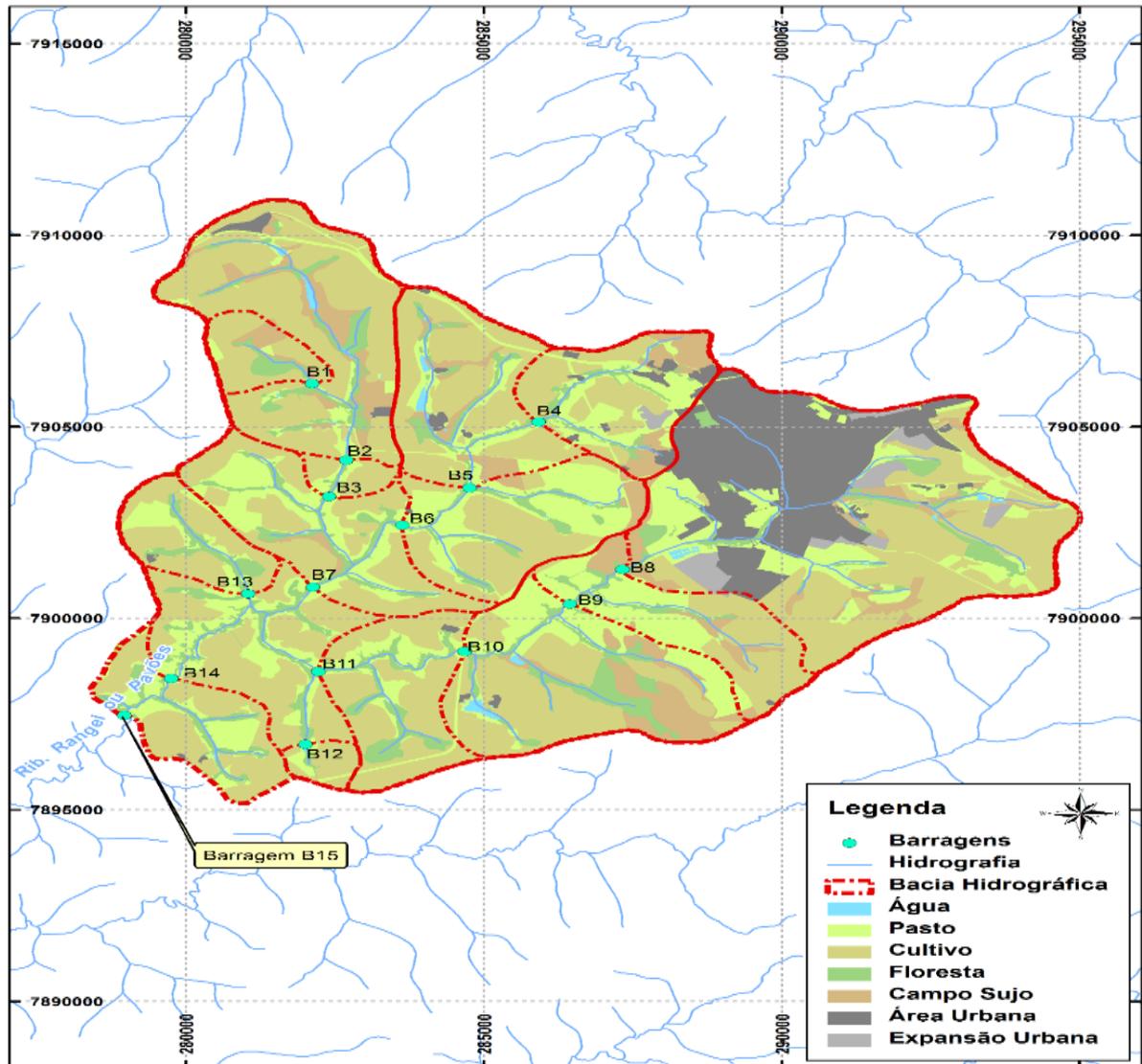


Figura 08 é apresentada a bacia de drenagem do Ribeirão Pavões e de seus afluentes, sobre imagem de satélite, desde a região onde localiza sua cabeceira até o eixo onde está

instalado o último usuário participante da autorização de uso coletivo com locação das barragens estudadas.

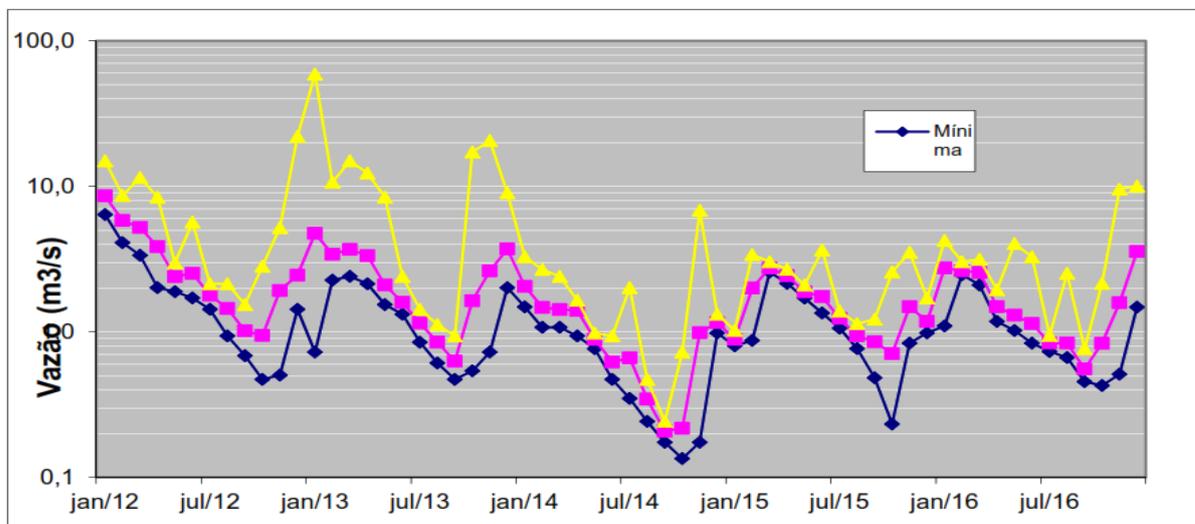
Figura 08 - Bacia de drenagem do Ribeirão Pavões.



Limitações físicas na bacia, tais com localização da área irrigada, limites entre propriedades, talvegue muito encaixado, pontes e bueiros, dentre outros, impossibilitaram dimensionar algumas barragens para atender em 100% as demandas de água.

Pelos dados disponíveis do monitoramento na estação Fazenda Primavera, tem-se bem definidos dois períodos de ocorrência das vazões. O período de vazões elevadas, que inicia logo após a ocorrência das primeiras chuvas de primavera/verão, entre os meses de setembro/outubro, podendo prolongar até os meses de março/abril, com diminuição das vazões até agosto/setembro.

Figura 09 - Vazões médias mensais no período 2012 a 2016.



A figura 9 apresenta as vazões médias mensais no período 2012 a 2016. Neste caso também as vazões monitoradas refletem a disponibilidade atual. As vazões estão alteradas pelos usos existentes na bacia para montante da estação.

Numa primeira aproximação, a caracterização das vazões foi efetuada considerando os rendimentos específicos ($l/s/km^2$) para as vazões médias, máximas e mínimas instantâneas, cujo valor foi de $13,3 l/s/km^2$, $389 l/s/km^2$ e $0,89 l/s/km^2$, respectivamente, obtidos na estação Fazenda Primavera. Estes valores foram utilizados multiplicados pela área de contribuição de cada eixo possibilitando caracterizar a vazão média e extremas ocorrentes em cada eixo potencial para os anos 2012 a 2016.

Devido ao pequeno período de operação da rede de monitoramento na bacia do Ribeirão Pavões a análise do regime hídrico da bacia teve como referência a série de vazões médias mensais de longo período ocorrentes na estação fluviométrica Charqueada do Patrocínio (60100000). As vazões típicas dessa estação são apresentadas no Quadro 03. A vazão média de longo período atinge aos $2,25 m^3/s$, tendo como rendimento unitário o valor de $32,67 l/s/km^2$. Ressalta-se que nessas vazões estão descontados os usos atuais implantados na bacia.

Quadro 03 - Vazões (m^3/s) Estação Charqueada do Patrocínio.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Mínima	0,94	0,96	0,60	0,41	0,22	0,17	0,09	0,06	0,14	0,24	0,46	0,61
Média	4,24	4,24	3,55	2,71	1,80	1,36	1,04	0,95	0,91	1,30	1,88	3,06
Máxima	17,00	26,60	15,30	15,70	4,26	3,84	3,05	4,72	3,58	6,29	7,34	8,01

Também foram cotejados os valores de vazão média de longo período, máximas e mínimas utilizando a bibliografia recomendada pelo IGAM, por cuja metodologia define as disponibilidades nos processos de autorização de uso da água.

Com as informações de cada barragem existente ou projetada foram simuladas as condições de operação, sendo que no caso das barragens existentes, foi considerado que as mesmas atendem aos projetos e mantém as vazões mínimas de jusante. A simulação é efetuada “em cascata”, de montante para jusante até o último aproveitamento, confrontando as disponibilidades hídricas com as demandas atuais e pretendidas.

Considerando atendimento de 100% das demandas, foi realizada simulação de balanço hídrico para toda a cascata dos reservatórios previstos para a bacia do ribeirão Pavões. Foram analisadas diversas alternativas de atendimento aos projetos, variando a área cultivada de forma a verificar a sensibilidade do modelo as variações trazidas pela sazonalidade.

De forma a simular as condições de restrição do uso da água na Bacia do Ribeirão Pavões, foram efetuadas as seguintes conjugações de restrição de uso:

- ✓ Cenário 1 - atendimento de 100% da área de Culturas Anuais e 100% do Café;
- ✓ Cenário 2 - atendimento de 75% da área de Culturas Anuais e 75% do Café;
- ✓ Cenário 3 - atendimento de 75% da área de Culturas Anuais e 100% do Café;
- ✓ Cenário 4 - atendimento de 50% da área de Culturas Anuais e 100% do Café.

De fato, o modelo de simulação respondeu favoravelmente ao ajuste da área cultivada aumentando as garantias na medida em que alterava para menor as áreas plantadas. O contrário ocorria quando o sistema era demandado para áreas maiores.

Figura 10 - Níveis de atendimento em volume para os projetos.



Quadro 04 - Resultados da simulação realizada para cada trecho/barramento.

Barragem	Atendimento (em volume)	Atendimento em Tempo (meses)
B-01	78,4%	86,1%
Montante Ponte Alta	95,1%	95,7%
B-02	93,5%	93,4%
B-03	70,8%	76,5%
Montante Congonhas	75,6%	79,9%
B-04	90,4%	93,6%
B-05	88,3%	91,6%
B-06	84,4%	87,3%
B-07	89,2%	92,4%
Montante Rangel	68,6%	75,3%
B-09	89,0%	91,4%
B-10	80,7%	85,0%
B-11	85,8%	88,2%
B-12	90,7%	93,8%
B-13	72,4%	81,5%
B-14	82,0%	85,8%
B-15	80,9%	87,4%
Total/Média	84,3%	85,7%

Além das avaliações descritas anteriormente, de forma a melhor distribuir as disponibilidades hídricas ao longo da bacia, foi sugerido o ajuste de algumas vazões efluentes, conforme discutido no parágrafo a seguir. Para obtenção dos maiores índices de atendimento, conforme apresentado anteriormente na metodologia, foram aumentados alguns valores de vazões residuais. Os valores ajustados são apresentados a seguir:

- 70% de Q7,10 a jusante de “montante Ponte Alta”;
- 55% de Q7,10 a jusante de B2;
- 55% de Q7,10 a jusante de B4;
- 55% de Q7,10 a jusante de B5;
- 60% de Q7,10 a jusante de B9.

Figura 11 - Índice de atendimento por trecho considerando os volumes demandados totais.

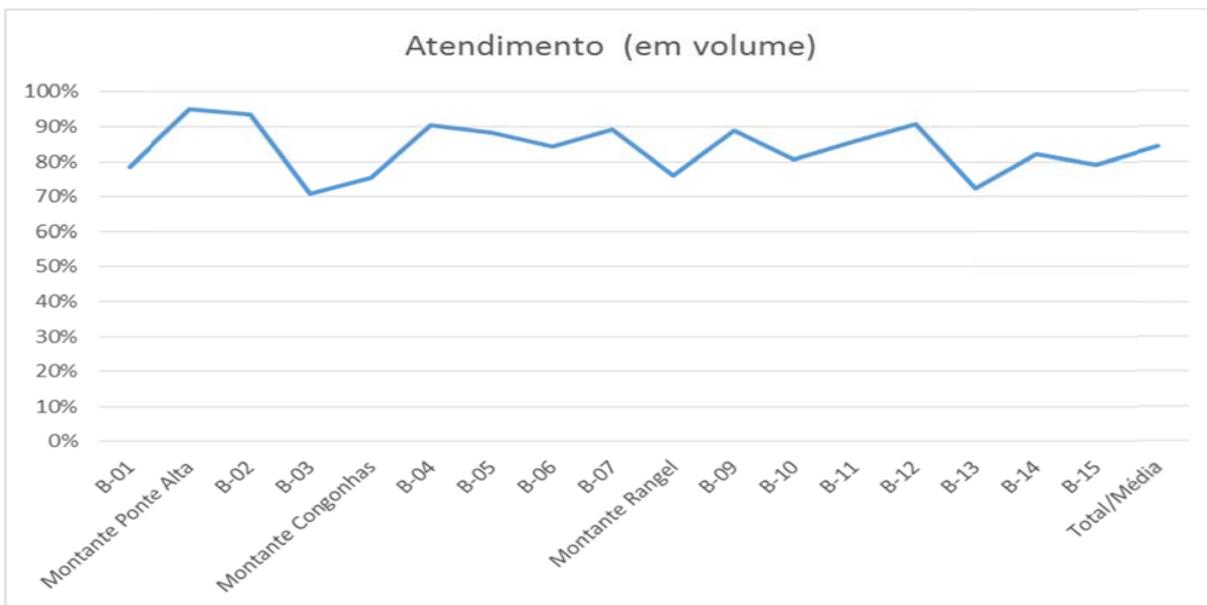
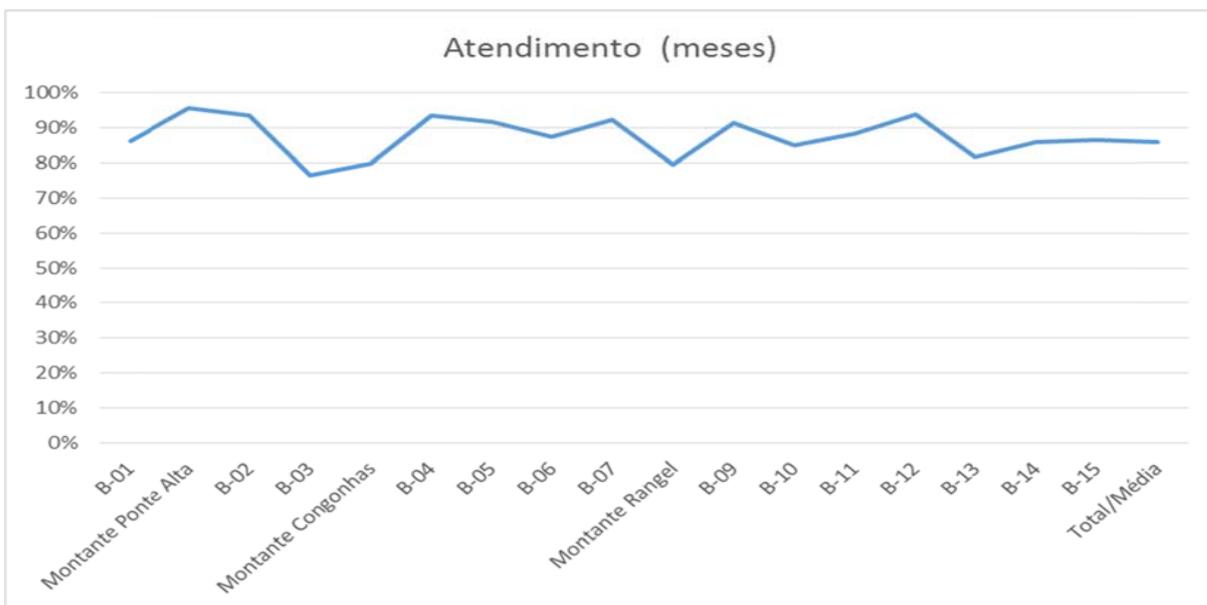


Figura 12 - Índice de atendimento por trecho considerando o total de meses da simulação.



Nas figuras 11 e 12, observamos que ao longo da bacia há um pequeno declínio no atendimento a demanda de água, sendo necessário ajustar as vazões residuais de algumas barragem, a jusante de “montante Ponte Alta”, B2, B4, B5 para equilibrar a vazão ao longo da bacia.

4 CONCLUSÃO

Por esse resultado é possível verificar que as garantias alcançam índices bastante favoráveis, como podemos observar no cenário 3, que mostra garantia média acima de 84% para utilização dos barramentos nos projetos de irrigação. A flexibilização da área irrigada de culturas anuais, mostra-se bastante factível com importante aumento na garantia de atendimento aos projetos. Essa avaliação mostra o potencial de atendimento aos projetos, desde que haja uma efetiva mobilização dos usuários entorno da Boa Operação dos projetos de irrigação. O planejamento do uso da água, e o empregado as técnicas de reservar agua é um caminho para mitigar as áreas de conflito, passando estas a ser consideradas áreas de consumo intensivo de água.

5 REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional das Águas - Regiões Hidrográficas do Brasil / Recursos Hídricos e Aspectos Prioritários. Disponível em www.ana.gov.br

ABREU, Lucimar Santiago. Impactos Sociais & Ambientais na Agricultura: uma abordagem histórica de um estudo de caso. Brasília: Embrapa - SPI, 1994.

BORGES, Mauro. A Conquista do Cerrado: uma proposição para duplicar a produção de grãos. Senado Federal, 1985. 87 p.

CUNHA, A. S.; MUELLER, C. C.; ALVES, E. R. A. & Silva, J.E. da. Uma avaliação da sustentabilidade da agricultura nos cerrados. 2 v. Brasília, IPEA, 1994.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Órgão das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando atendimento de parte das demandas para irrigação a realidade da operação dos projetos da AUAPA é a busca pela “Boa Gestão da Água”, daí que uma das principais atividades desse grupo de usuários é, ao final do período chuvoso, iniciar o processo de verificação da permanência das análises, sua tendência, vazões e, caso haja necessidade, existe a limitação programa da área irrigada para os meses mais secos do ano. Normalmente essa atividade é desenvolvida entre os meses de abril a maio de cada ano.

O objetivo de discutir essas alternativas é verificar a sensibilidade do modelo à alteração da área irrigada e constatar o potencial de melhoria de garantia no abastecimento dos projetos, e garantindo a vazão residual rios da bacia e a preservação do recurso natural.

REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional das Águas - Regiões Hidrográficas do Brasil / Recursos Hídricos e Aspectos Prioritários. Disponível em www.ana.gov.br

ASSAD, E.D., ASSAD, M.L.L. Cerrado brasileiro: possibilidades e alternativas para produção e preservação. Brasília, 1999. Texto preparado como subsídio à formulação da Agenda 21, área temática – agricultura sustentável.

CUNHA, A. S.; MUELLER, C. C.; ALVES, E. R. A. & Silva, J.E. da. Uma avaliação da sustentabilidade da agricultura nos cerrados. 2 v. Brasília, IPEA, 1994.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Órgão das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação.

FREITAS, M.A.V. (ed.) Estado das Águas no Brasil – 1999: perspectivas de gestão e informação de recursos hídricos, SIH/ANEEL/MME; SRH/MMA, 1999. 334 p.

LABHID (2002a). Diagnóstico da Situação Atual dos Recursos Hídricos. Plano de Recursos Hídricos para a fase inicial da Cobrança na Bacia do Rio Paraíba do Sul, v. 1, Rio de Janeiro. Relatório PGRH-RE-010-R0: Fundação COPPETEC/ANA, 246p.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007, 688p

MAIA NETO, R. F. Água para o desenvolvimento sustentável. Revista água em revista, Belo Horizonte – MG V.5 n° 9 p. 21-32, Novembro, 1997

MOITA, R.; CUDO, K. Aspectos gerais da qualidade da água no Brasil. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E SAÚDE NO BRASIL, 1991, Brasília. *Anais...* Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria do Meio Ambiente, 1991. p.1-6

TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. 3.ed. Porto Alegre: ABRH, 2004. 943 p.