

GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO BOI BRANCO – SP

**GIVALDO DANTAS SAMPAIO NETO¹; VINÍCIUS RAFAEL BIANCHI²;
LEONARDO DE BARROS PINTO³ E RODRIGO MÁXIMO SÁNCHEZ ROMÁN⁴**

¹Departamento de Ensino, Campus de Diamantino IFMT, Rodovia Roberto Campos s/n, Novo Diamantino, CEP:78402-000, Diamantino – MT, Brasil. email: givaldo.neto@dmf.ifmt.edu.br.

² Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista (UNESP) Campus de Botucatu. Fazenda Experimental Lageado, Avenida Universitária, nº 3780, Altos do Paraíso, CEP: 18610-034, Botucatu – SP. Brasil. email: vrbianchifca@gmail.com.

³ Departamento de Economia, Sociologia e Tecnologia, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista (UNESP) Campus de Botucatu. Fazenda Experimental Lageado, Avenida Universitária, nº 3780, Altos do Paraíso, CEP: 18610-034, Botucatu – SP. Brasil. email: leo@fca.unesp.br

⁴ Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista (UNESP) Campus de Botucatu. Fazenda Experimental Lageado, Avenida Universitária, nº 3780, Altos do Paraíso, CEP: 18610-034, Botucatu – SP. Brasil. email: rodrigo.roman@unesp.br.

1 RESUMO

A escassez dos recursos hídricos devido a fatores climáticos ou pelo aumento de consumo devido a intensidade de algumas atividades, tem gerado conflitos em diversas regiões do Brasil. A agricultura é responsável por 70% da demanda hídrica no Brasil, isso devido fundamentalmente à prática de irrigação. Por outro lado a agricultura irrigada produz 2,7 vezes a mais que a lavoura de sequeiro e emprega em média 1,5 empregos diretos e indiretos por cada hectare irrigado. Classificada em situação crítica a sub-bacia do Boi Branco, localizada na região do Alto Paranapanema, entre os município de Itaí e Paranapanema é um forte polo de agricultura irrigada. O objetivo deste trabalho foi levantar as questões relacionadas aos aspectos de gestão dos recursos hídricos, agricultura irrigada e a participação dos diversos setores de usuários de água da sub-bacia do Boi Branco. Onde se pode observar que os dados quantitativos e qualitativos relacionados aos recursos hídricos nas bacias, apresentam inconsistência tanto na demanda real de água como na disponibilidade efetiva. É preciso uma maior divulgação das informações da sub-bacia do Boi Branco juntamente com investimento em pesquisa e capacitação de todos os envolvidos na gestão dos recursos hídricos.

Palavras Chave: irrigação, pivô central, uso da água, agricultura irrigada.

**SAMPAIO NETO, G. D.; BIANCHI, V. R.; PINTO, L. B.; SÁNCHEZ-ROMÁN, R. M.
MANAGEMENT OF WATER RESOURCES IN BOI BRANCO SUB-BASIN -SP**

2 ABSTRACT

Scarcity of water resources due to climatic factors or increase in consumption due to the intensity of some activities has generated conflicts in several regions of Brazil. Agriculture is responsible for 70% of water demand in Brazil, mainly due to the practice of irrigation. On the other hand, irrigated agriculture produces 2.7 times more than rainfed agriculture and employs

on average 1.5 direct and indirect jobs per irrigated hectare. Classified in a critical situation, Boi Branco sub-basin, located in Alto Paranapanema region, Itai and Paranapanema municipalities is a strong irrigated agriculture pole. The objective of this work was to raise issues related to the management of water resources, irrigated agriculture and the participation of various sectors of water users in Boi Branco sub-basin. It was observed that quantitative and qualitative data related to water resources in the basins present inconsistency both in actual water demand and in effective availability. There is a need for greater dissemination of information on Boi Branco sub-basin together with investment in research and training of all those involved in water resources management.

Keyword: irrigation, central pivot, water use, watershed, irrigated agriculture.

3 INTRODUÇÃO

A preocupação com os recursos hídricos é tema tratado mundialmente, principalmente devido à escassez de água potável em muitos lugares do planeta. A utilização dos recursos hídricos de forma consciente é assunto de vários congressos e debates, principalmente devido a inconstância climática que vem ocasionando grandes períodos de seca em diversas regiões.

O Brasil é um dos países com maior oferta hídrica no mundo, porém a distribuição de seus recursos hídricos é desuniforme, com a região amazônica detendo 80% da água doce do país e abrigando apenas 10% da população nacional, restam apenas 20% dos recursos hídricos para atender a demanda de 90% da população e de áreas com maior desenvolvimento industrial. Um fator agravante na distribuição dos recursos hídricos é a baixa pluviosidade que apesar de ser característica do semiárido brasileiro tem ocorrido em regiões que possuem bons índices de pluviosidade.

O setor da agricultura demanda 70% dos recursos hídricos disponíveis no mundo, sendo que, as lavouras irrigadas produzem em média 2,7 vezes a mais que as lavouras de sequeiro. Ainda conforme dados da Organização das Nações Unidas (ONU), existe uma discrepância entre alguns países, como exemplo nos BRICS

(Brasil, Federação Russa, Índia, China e África do Sul), onde os recursos hídricos utilizados pelo meio agrícola são de apenas 20% na Rússia, 70% no Brasil, chegando até 90% na Índia (UNESCO, 2012).

Apontado como a maior potência econômica do país, o estado de São Paulo também é destaque no setor agrícola, com várias regiões importantes nas mais diversas produções e destaca-se também por possuir uma concentração de 14% da área total do Brasil irrigada pelo sistema de pivô central (BRASIL, 2016). Um polo da agricultura irrigada dentro do estado está na região do Alto Paranapanema entre os municípios de Itai e Paranapanema, devido à alta concentração de pivôs centrais na região. Essa intensidade da agricultura irrigada aliada a crise hídrica encarada pelo estado, levou a sub-bacia do Boi Branco a ser classificada como crítica em relação à disponibilidade de recursos hídricos.

Mediante a crise hídrica encontrada no estado de São Paulo e a classificação crítica da região da sub-bacia do Boi Branco, desenvolveu-se o presente trabalho, com o objetivo de avaliar a eficácia da gestão dos recursos hídricos realizada pelo Estado, pelos produtores rurais e pela sociedade civil organizada desta região.

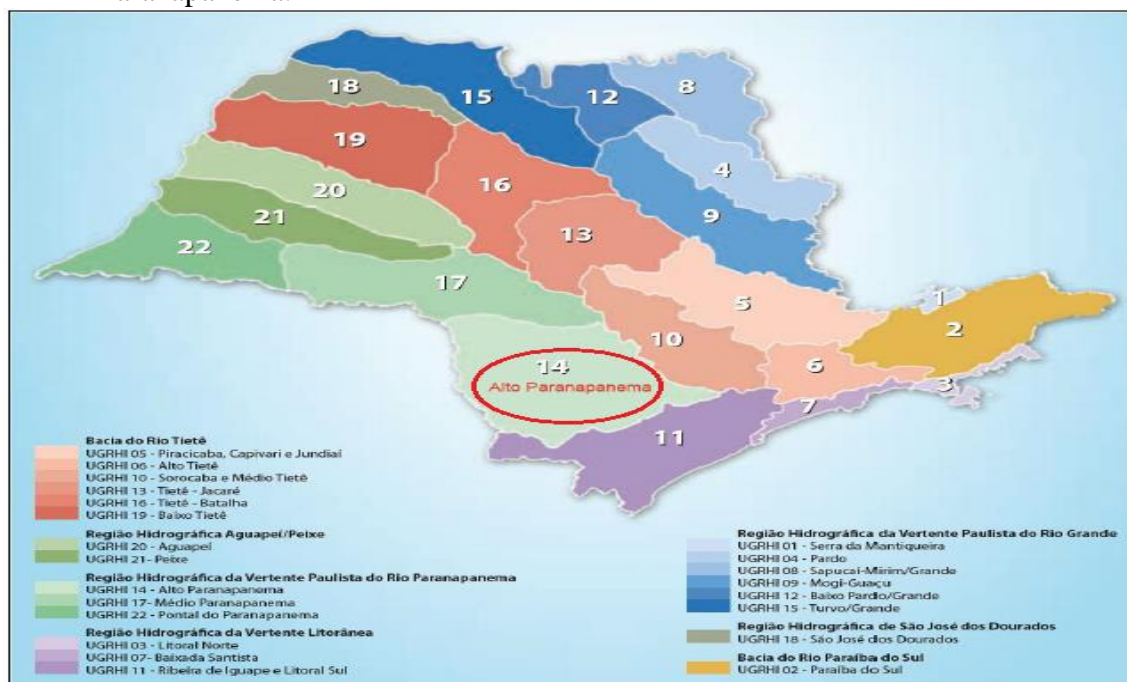
4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Delimitação da área de Pesquisa

Foi no primeiro Plano Estadual de Recursos Hídricos no ano de 1991 que se organizou a estrutura da rede hidrográfica do estado de São Paulo por meio do decreto nº 32.954/1991 onde foram instituídas 21

Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI), estrutura esta que em dezembro de 1994 foi reformulada pela Lei 9.034 passando a ser constituída por 22 UGRH conforme pode-se verificar na Figura 1 (CBH-ALPA, 2015a).

Figura 1. Regiões hidrográficas do estado de São Paulo, em destaque a UGRHI 14 do Alto Paranapanema.



Fonte: CBH ALPA (2015b).

A Bacia do Alto Paranapanema está localizada a sudoeste do estado de São Paulo, entre as coordenadas 23° e 24°23' de latitude Sul e 49°42' e 47°22' de longitude Oeste, faz fronteira com a UGRHI-17 Médio Paranapanema ao norte, com a UGRHI-11 Ribeira do Iguape ao Sul, com a UGRHI-10 Sorocaba Médio Tiete a leste e com a Bacia do Rio Paranapanema a oeste (CBH-ALPA, 2015a). Composta por 34 municípios que possuem suas sedes dentro da bacia do Alto Paranapanema trata-se da maior bacia do estado de São Paulo com uma área de drenagem de 22.689 Km², tendo como principais rios, Santo Inácio, Jacu, Guareí, Itapetininga, Turvo, Itararé, Taquari, Apiaí-Açu, Paranaipitanga e Almas. Os principais reservatórios são de

Armando Laydner (Jurumirim) no rio Paranapanema e de Chavantes no rio Itararé.

Nesta região é predominante a atividade agrícola, onde 75% da demanda por água vem da agricultura irrigada, isto faz com que a otimização da irrigação na bacia seja fundamental para gestão dos recursos hídricos. Outros fatores importantes levantados são que 80% da bacia hidrográfica sofre com ocorrências de erosão, além da qualidade das águas subterrâneas e da falta de saneamento básico (CARVALHO et al., 2008).

Segundo dados da CBH-ALPA (2011), a população da UGRHI-14 do Alto Paranapanema é de 755.000 habitantes (80% residentes na área urbana), com um

polo industrial concentrado na região de Itapetininga e Itapeva que também são fortes na agricultura irrigada.

A UGRHI-14 está subdividida em 16 sub-bacias de drenagem, com uma economia bem diversificada, com destaques para indústrias de papel e celulose, mineração de calcário, cultivo de florestas para uso da madeira, pecuária, frutas, cana de açúcar, hortaliças e cereais. Marcada por eventos climáticos extremos e severos, como longos períodos de seca, desenvolveu-se a técnica de irrigação na região para aumentar a produção de alimentos e gerar mais empregos e renda (CBH ALPA, 2015b).

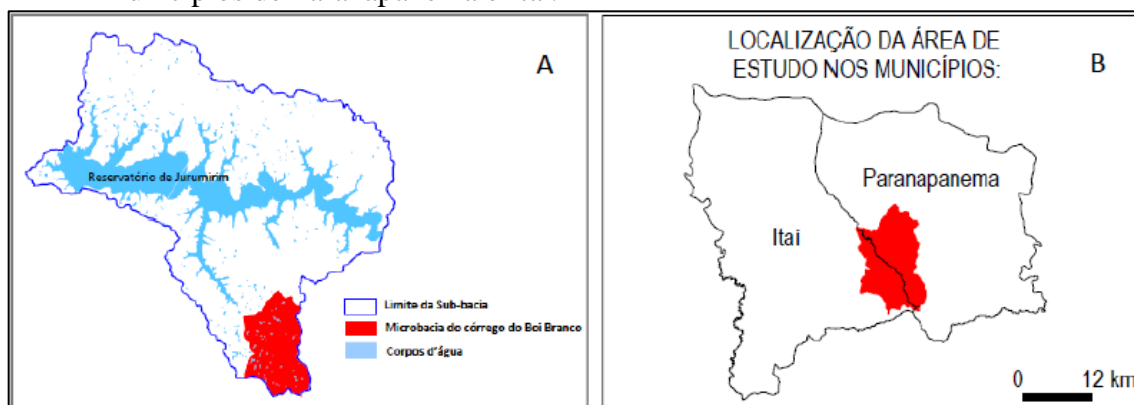
Automaticamente a utilização da irrigação por pivô central demanda maior quantidade de água e energia, o que aumenta a pressão pelos recursos hídricos de alguns mananciais, na região de estudo municípios como Paranapanema e Itaipava que possuem alta concentração de pivôs centrais elevam a captação de água a níveis considerados críticos (LANDAU et al., 2014).

Na legislação do estado de São Paulo é considerado o manancial, a bacia hidrográfica ou um determinado trecho de um corpo hídrico em estado crítico, quando suas demandas de captação outorgada são superiores a 50% da vazão de referência. Esta vazão de referência é estabelecida conforme a menor vazão de 7 dias consecutivos e de 10 anos de período de retorno, a chamada de $Q_{7,10}$ (SÃO PAULO, 2013).

Com base nessa demanda/disponibilidade acima dos 50% da vazão do $Q_{7,10}$ a UGRHI-14 ALPA apresentou demanda acima da média do Estado de São Paulo, 60,47% contra 47%, porém ao analisarmos as sub-bacias isoladamente, o resultado que se tem é de algumas sub-bacias com sua relação demanda/disponibilidade bem abaixo enquanto outras, como a do Ribeirão das Poses, a situação é considerada crítica. Das 16 sub-bacias que compõe a UGRHI-14, oito classificam-se como críticas, ou seja, estão com sua relação demanda/disponibilidade acima dos 50% da vazão do $Q_{7,10}$. A situação mais crítica é a da sub-bacia Taquari/Taquari Mirim com uma exploração de 222% em relação a demanda/disponibilidade, nela estão inseridos os municípios de Taquarituba e Itaipava, este último juntamente com Paranapanema faz parte de outra sub-bacia em situação crítica na utilização dos recursos hídricos que é a Ribeirão das Poses/Rio Paranapanema (68%).

O presente estudo foi desenvolvido conforme a situação dos recursos hídricos da sub-bacia do córrego Boi Branco, que tem uma área de drenagem de 80,71 Km², possui 1.148,06 metros de seu trecho médio intermitente, faz parte da sub-bacia 51 Ribeirão das Poses/Rio Paranapanema e abrange os municípios de Itaipava e Paranapanema, mais especificamente o distrito de Holambra II (Figura 2).

Figura 2. A Sub-bacia do córrego Boi Branco, em destaque, dentro da sub-bacia do Ribeirão das Posses. B – Sub-bacia do córrego Boi Branco e sua abrangência entre os municípios de Paranapanema e Itai.



Fonte: ASPIPP-FEHIDRO (2011).

4.2 Desenvolvimento do Projeto na sub-bacia do Boi Branco

O desenvolvimento deste projeto teve início em julho de 2011, quando foi realizada uma visita às áreas irrigadas da Bacia do Alto Paranapanema e a ASPIPP (Associação do Sudoeste Paulista de Irrigantes e Plantio na Palha), no distrito de Holambra na cidade de Paranapanema/SP. Encontrando-se com produtores que se utilizam das técnicas de irrigação e com representantes da ASPIPP surgiu a proposta de um projeto de pesquisa na região. Submeteu-se o projeto intitulado de “AVALIAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO BOI BRANCO, SP, PARA CAPACITAÇÃO E GESTÃO SUSTENTÁVEL DA AGRICULTURA IRRIGADA” na chamada 61/2011 da CAPES, sendo o mesmo aprovado e tendo como principais compromissos firmados:

- Duração de três anos com início em 2012 e término em 2015;
- Recursos fornecidos pela CAPES para custeio e auxílio à pesquisa;
- Bolsa de pesquisador visitante especial para visita anual da Profa. Dra. Leonor Rodriguez Sinobas, da

Universidade Politécnica de Madrid (UPM);

- Três cotas de bolsa de doutorado sanduíche na Espanha junto à UPM e cota de bolsa de pós-doutorado no país.

Uma das etapas deste projeto desenvolvido da sub-bacia do Boi Branco foi este trabalho que tratou das questões relacionadas aos aspectos de gestão dos recursos hídricos, agricultura irrigada e a participação dos diversos setores que utilizam as águas desta sub-bacia.

Desenvolveu-se um levantamento sobre as ferramentas, os instrumentos, a política nacional e do estado de São Paulo, relacionadas à gestão dos recursos hídricos. Também, realizou-se um levantamento da atual situação dos recursos hídricos da sub-bacia do Boi Branco, por meio de dados secundários fornecidos por entidades públicas do estado de São Paulo, por organizações da sociedade civil ligadas diretamente com a gestão de recursos hídricos além de consultas a periódicos científicos relacionados ao assunto. Já para a coleta de dados primários, aplicou-se instrumentos de coleta de dados junto aos produtores rurais da região estudada, com o intuito de colher informação referentes a utilização de recursos naturais em suas propriedades rurais principalmente

referente a recursos hídricos. A realização deste trabalho se deu entre os anos de 2013 a 2015.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Recursos Hídricos

A Agência Nacional de Águas (ANA) apresentou um diagnóstico que a partir do segundo semestre de 2012 o país passaria por um período de chuvas de baixos índices pluviométricos, que se perpetuou ao longo dos anos de 2013 e 2014. Este período ficou marcado como uma das piores secas dos últimos 100 anos do estado de São Paulo, e afetou diversas bacias hidrográficas dentre elas a UGRHI-14 Alto Paranapanema (BRASIL, 2014).

O relatório apresentado pela CBH (2015b), sobre a situação dos recursos hídricos da UGRHI-14 ALPA, destacou que entre os anos de 2013 e 2014 houve uma pequena redução da utilização da água desta bacia tanto pelos setores urbanos quanto rural, porém, ainda durante os anos seguintes continuou os pontos críticos, localizados nas sub-bacias do Ribeirão dos Carrapatos, Ribeirão Boi Branco, Ribeirão Santa Helena, Ribeirão do Muniz e Ribeirão das Posses, com forte concentração na área rural dos municípios de Paranapanema, Itaí e Itapeva onde há uso intensivo da técnica de irrigação com sistemas de pivô central.

Mediante tal situação de crise dos recursos hídricos na região, é fato que há a necessidade da exploração das águas subterrâneas para complementação da necessidade hídrica, e que era preciso adotar a vazão ecológica de 1/40 aliada a uma eficiência igual ou superior a 80% em relação aos sistemas de irrigação, para uma melhor gestão desses recursos hídricos (FERREIRA, 2014). Outras pesquisas realizadas pelo CBH ALPA (2015b) e o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH 2012 – 2015) também destacam a

pouca exploração das águas subterrâneas na região. Confirmou-se esta informação durante a pesquisa de campo onde 50% dos entrevistados não possuem poços em suas propriedades e os 50% restantes que possuem, utilizam esta água apenas para consumo humano, ou seja, baixos volumes. O que aponta uma linha de pesquisa a ser seguida, já que até o momento a maioria dos estudos relacionados às águas subterrâneas são para uso urbano e industrial e não estão voltados para agricultura irrigada.

O CBH ALPA (2011) afirma que na maior parte da UGRHI-14 ALPA o potencial explorável de águas subterrâneas é satisfatório do ponto de vista hidrogeológico e que mesmo nas regiões mais desfavorecidas de reservas, a disponibilidade hídrica é suficiente para abastecer comunidades rurais, pequenas indústrias entre outros fins.

Estes dados vão ajudar no gerenciamento dos recursos hídricos da Bacia do Boi Branco, mas ainda é necessário pesquisas e debates que levem a tomadas de decisões favoráveis à conservação dos recursos hídricos. Warmink et al. (2017) em suas pesquisas descreve o caso da Bacia do Alto Guadiana na Espanha que enfrentou a escassez dos recursos hídricos devido as mudanças climáticas aliada as captações de água descontroladas. Algumas políticas de gestão dos recursos hídricos foram implantadas, mas foram ineficazes e só obtiveram êxito quando abriram o debate entre todos os consumidores da bacia e assim desenvolveram um Plano Superior de Guadiana que serviu para o gerenciamento coletivo da bacia.

5.2 Outorga

Trata-se de uma ferramenta de gestão que dá a possibilidade de se identificar as áreas críticas para se aplicar alternativas para o uso racional da água. O CBH ALPA (2015a) destaca que todos os

estudos relacionados ao uso dos recursos hídricos, são realizados conforme o cadastro permanente dos usuários da água, gerido pelo DAEE que é o órgão responsável e que apesar do cadastro ser permanente ele não é atualizado com a frequência desejada.

Como a outorga do uso da água não atende a todos os usuários, conseqüentemente, isso gera uso clandestino, além disso, há os erros de estimativa, onde valores outorgados de utilização da água diferem dos verdadeiros valores utilizados e da real disponibilidade hídrica nas bacias, pois estruturas de armazenamento de água como barramentos, barragens, açudes e outros, não são contabilizados e nem registrados o quanto de água essas estruturas podem armazenar (SÃO PAULO, 2016a).

Dados da pesquisa apontaram que 75% dos produtores rurais da região estudada possuem outorga e apenas 25% não possuem. O que não garante uma quantidade de água mínima para o usuário, ou seja, em cenários de redução da disponibilidade hídrica o poder público exime-se da obrigatoriedade de fornecimento da quantidade de água descrita na outorga, a qual foi concedida pelo mesmo (MELO, 2016).

Por vezes, as tomadas de decisões dos responsáveis pelas políticas de recursos hídricos são contraditórias. Tais decisões podem ser justificadas devido as múltiplas tarefas exercidas pelos gerenciadores das

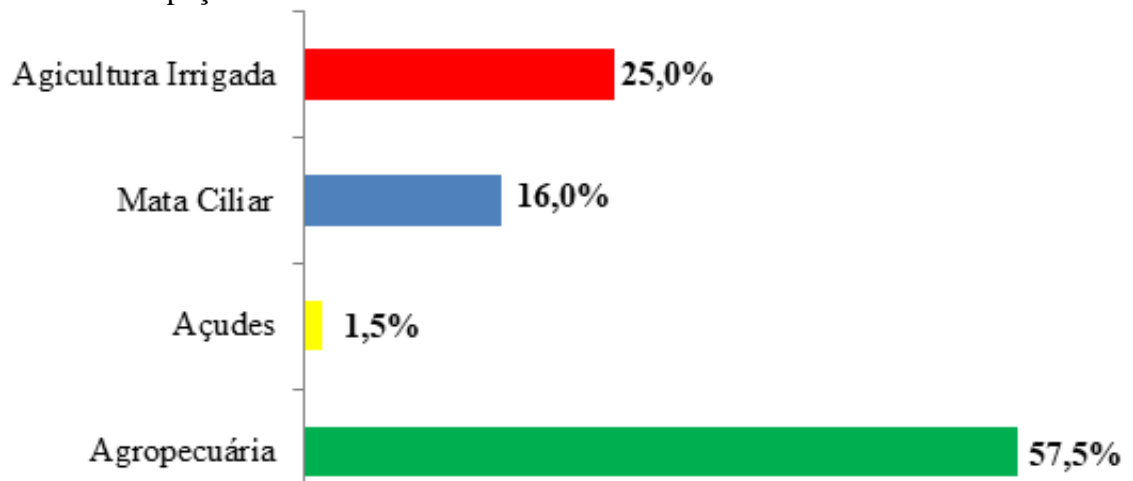
águas, e que, para diminuir estas contradições precisam mudar a visão a longo prazo, tentando equilibrar as necessidades dos interessados pelos recursos hídricos (WARMINK et al., 2017).

Segundo Demajorovic, Caruso e Jacobi (2015) é importante que haja juntamente com a aplicação da outorga para acesso e uso da água, o incentivo aos usuários a procurar por inovações tecnológicas que melhorem a eficiência do uso da água junto com sua qualidade final. Dados de pesquisa apresentaram que 75% dos produtores da região conhecem a política dos recursos hídricos, porém, destes, apenas 37% implementam ações do plano de Bacia em suas propriedades.

Ferreira (2014) enfatiza que em conjunto com a aplicação da outorga e a utilização de águas subterrâneas, a exploração dos recursos hídricos na sub-bacia do Boi Branco só será realizada de forma sustentável se nos sistemas de irrigação por pivô a eficiência de aplicação de água for igual ou superior a 80%.

5.3 Irrigação na sub-bacia do Boi Branco

Foram detectados 36 pivôs centrais na área da sub-bacia do Boi Branco. Cujas áreas irrigadas por estes pivôs corresponde a 25% da área total da sub-bacia, área menor que a da atividade agropecuária que ocupa 57,5% (FERREIRA, 2014). Pode observar pela Figura 3 como é utilizado o solo na sub-bacia do Boi Branco.

Figura 3. Uso e ocupação do solo na sub-bacia do Boi Branco.

Fonte: Ferreira (2014).

Na região além de área para expansão da irrigação, há o fator declividade, que em sua maior parte varia entre 6% e 12%, favorecendo a implantação de novos pivôs. Porém, há diversos fatores que limitam a expansão do uso dos pivôs centrais, tais como: disponibilidade hídrica dos mananciais e o aproveitamento de áreas para serem irrigadas. Pois os pivôs irrigam em círculos e acabam deixando parte da área sem irrigar.

Para as áreas cuja utilização dos pivôs centrais é inviabilizada, são utilizados outros tipos de sistemas de irrigação. Porém ainda são áreas pequenas na região, sendo que 97% dos produtores que trabalham com irrigação utilizam o sistema de pivô central, 2,5% utilizam o sistema de gotejamento e 0,5% o sistema de carretel.

Apesar de pouco utilizado na sub-bacia do Boi Branco, o sistema por gotejamento apresenta-se como alternativa para substituir os pivôs devido as vantagens que este sistema apresenta, principalmente em relação a redução da utilização dos recursos hídricos. Com a adoção da irrigação por gotejamento pode-se economizar até 32% de energia dependendo da condição de operação do sistema e de 5% a 10% do total de água aplicada devido a redução da evaporação e não ter perdas à

deriva pelo vento (FRIZZONE et al., 2012). Segundo Venâncio, Cunha e Mantovani (2016) houve uma economia de 5% a 8% de água na lâmina bruta quando utilizaram o sistema de irrigação por gotejamento em comparação ao sistema por aspersão.

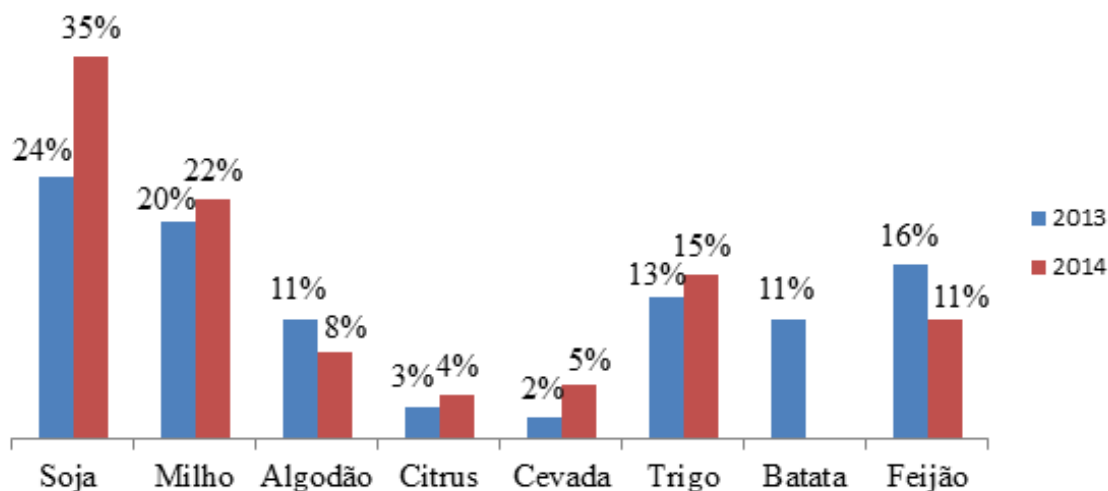
A pesquisa com gotejamento em grãos no Brasil é escassa, mas, podemos nos basear em dados internacionais como o de Kirnak, Dogan e Turkoglu (2010), que encontraram uma produtividade de 3.952 Kg de grãos de soja por hectare irrigado por gotejamento numa área semiárida da Turquia. Produtividade superior a do estado de São Paulo e do Brasil que na safra 2016/2017 foi de 3.445 Kg.ha⁻¹ e 3.364 Kg.ha⁻¹, respectivamente.

Desde 1989, pesquisas com irrigação subsuperficial por gotejamento em cultivo de milho são desenvolvidas na Universidade do Estado do Kansas nos EUA, os resultados apresentam a viabilidade do gotejamento em áreas de até 60 ha comparadas com a irrigação por pivô (LAMM; TROOIJEN, 2003). Ainda conforme os autores, esta viabilidade está ligada a longevidade do sistema, eficiência de aplicação dos insumos agrícolas via sistema de irrigação, menor lâmina de água aplicada e produtividade.

Os produtos cultivados na região da sub-bacia do Boi Branco apresentam-se como um dos fatores que dificultam o crescimento da irrigação por gotejamento

na região. A Figura 4 apresenta os principais cultivos da Sub-bacia do Boi Branco entre os anos de 2013 e 2014.

Figura 4. Proporção de área cultivada para cada cultura na sub-bacia do Boi Branco nos anos de 2013 e 2014.



Fonte: Ferreira (2014).

Dentre os cultivos apresentados, apenas os citros são irrigados por gotejamento, as demais são por pivô central.

Apesar da irrigação por gotejamento ser mais utilizada em culturas hortícolas, a crescente pressão pela otimização dos recursos hídricos, tem elevado a utilização do gotejamento superficial na cultura do algodão no estado da Califórnia e no oeste do Texas, porém a irrigação subsuperficial por gotejamento na cultura do milho ainda não foi adotada pelos agricultores (SHANAHAN et al., 2009). Apesar dos custos iniciais do gotejamento subsuperficial serem entre 40% a 50% mais altos quando comparados ao pivô central, por outro lado, a economia de 35% em água e energia fez com que o produtor Don Anthony adota-se o gotejo subsuperficial para produção de milho e soja (KIRNAK; DOGAN E TURKOGLU, 2010). O autor relata que a escassez dos recursos hídricos no estado de Nebraska nos EUA, onde encontram-se grandes áreas irrigadas por pivô central, fez com que o produtor

procura-se o gotejamento subsuperficial, garantindo economia de recursos naturais e mantendo sua produção de milho e soja.

Estudos sobre a implantação do sistema de irrigação por gotejamento na sub-bacia do Boi Branco devem ser explorados para adaptar este sistema para região, com sua implantação prevista a médio e longo prazo. Em curto prazo, as medidas que podem dar um retorno estão associadas a manejo da irrigação e manutenção dos sistemas de irrigação por pivô central.

5.4 Manejo da Irrigação

O balanço hídrico da sub-bacia hidrográfica do Boi Branco foi determinado por Sales (2014), por meio de uma série de dados climatológicos de estações próximas da região, onde foi levantada a importância desta ferramenta para tomadas de decisão no planejamento do uso de recursos hídricos na agricultura, principalmente para viabilidade da utilização de irrigação.

Dados da pesquisa apresentaram que 50% dos produtores da sub-bacia do Boi Branco, solicitaram um estudo de viabilidade de irrigação via pivô central e 75% destes obtiveram resultados, não viáveis a implantação deste tipo de irrigação.

Mesmo mediante um alto nível de projetos para irrigação na região apresentarem inviabilidade, hoje à região é considerada um polo nacional em agricultura irrigada por meio de pivô central. Isso pode ter ocorrido devido à falta de dados climáticos mais precisos em relação à região. De acordo com Clark, Jacobson e Olson (2002) deve-se levar em conta vários fatores para fazer uma avaliação econômica de projetos de irrigação, entre eles o rendimento do projeto ao preço de mercado, sendo que o último tem grande variação e nem sempre reflete o real valor dos custos e da produção do projeto.

Dados da pesquisa apresentaram que 88% dos produtores com agricultura irrigada na sub-bacia do Boi Branco não realizam nenhum tipo de manejo na irrigação de suas culturas. Dentre os 12% que realizam o manejo de seus sistemas de irrigação, 83% realizam o manejo por assistência privada, o que eleva o custo de produção em aproximadamente R\$ 7.000,00 por safra e 17% fazem seus próprios manejos mesmo com 100% dos entrevistados confirmando que possuem dados climatológicos da região.

Outra informação importante que se obteve durante a pesquisa é que 75% dos produtores não registram dados de consumo de água dos cultivos, Orellana-González et al. (2011) destacam a importância de utilizar sistemas dinâmicos como ferramentas para a gestão dos recursos hídricos devido a abordagem diferente na elaboração dos estudos, permitindo integrar variáveis de tempo, espaço, quantidade e qualitativamente dos recursos hídricos.

Monteiro (2014) trabalhando na mesma bacia hidrográfica e na mesma região, ainda destaca, que sua pesquisa precisa de aprimoramento em relação as condições locais e regionais de cultivo, determinação do custo de produção por um maior número de produtores, registro do consumo de água mensal, anual e por ciclo das culturas juntamente com os dados de produtividade e coleta de dados climatológicos a nível de propriedade para otimizar a necessidade de água pelos cultivos. Os resultados obtidos por este autor podem ser comparados aos de Hogeboom et al. (2015) que na tentativa de modelar numericamente os recursos hídricos do lago Naivasha no Quênia, encontrou dados que servem como base para pesquisas mais avançadas, porém, ainda não devem ser incorporados ao gerenciamento hídrico local.

5.5 Manutenção dos Sistemas de Irrigação

Dados da pesquisa apresentaram que na região da sub-bacia do Boi Branco, 12% dos produtores possuem irrigação a menos de 10 anos, 25% trabalham com produções irrigadas entre 10 e 20 anos e 63% estão com produção agrícola irrigada a mais de 20 anos. Em relação a manutenção de seus sistemas de irrigação, 87% dos produtores entrevistados realizam manutenção, dos que a realizam, 38% as fazem ao final de cada safra, 38% semestralmente e 24% anualmente.

A falta de manutenção adequada aos sistemas de irrigação pode ocasionar diversos problemas, Boncompani (2011), apresenta alguns problemas que são ocasionados pela inadequada manutenção tais como falta de pressão no sistema, sobra de pressão, erros na listagem de bocais, desgaste no conjunto motobomba e baixa autonomia de lâmina. Uma análise real da qualidade de irrigação só é possível quando são associados os conceitos de eficiência

com medidas de uniformidade, adequação da irrigação e perdas. Entretanto, ainda não é prática comum nos dias atuais, avaliar os sistemas de irrigação após sua implantação, nem fazer um monitoramento contínuo.

Lima et al. (2009) diz que além do desequilíbrio na distribuição de água que será refletido na produtividade, o valor desse prejuízo será maior que o custo de manutenção deste equipamento quando levado em conta as perdas de fertilizantes e de defensivos aplicados via água de irrigação.

6 CONCLUSÕES

Portanto pode-se concluir com este trabalho, que os instrumentos e ferramentas da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e da Política Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo, não são aplicados corretamente na sub-bacia do Boi Branco e nem no CBH ALPA a qual pertence.

Há falta de monitoramento dos dados quantitativos e qualitativos relacionados aos recursos hídricos na sub-bacia do Boi Branco, o que dificulta o diagnóstico e os estudos que devem servir para o planejamento de ações na sub-bacia.

Precisa-se desenvolver mais pesquisas voltadas a otimização dos recursos hídricos pela agricultura irrigada, capacitando técnicos, implantando tecnologias e difundindo informações.

É fundamental que a composição do CBH ALPA seja mais balanceada, com equidade entre todos os setores de usuários da água da bacia e com uma maior participação dos órgãos de pesquisa e da sociedade civil. E que nessa composição igualitária do CBH ALPA as universidades possam estar presentes, com voz ativa nas decisões do comitê atuando de forma técnica-científica, com foco no uso sustentável dos recursos hídricos para o bem comum.

7 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) junto com a Associação do Sudoeste Paulista de Irrigantes e Plantio na Palha (ASPIPP) e a Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista (UNESP) Campus de Botucatu.

8 REFERÊNCIAS

ASPIPP-FEHIDRO. **Relatório Técnico**. Processo 112.082-085/11. Paranapanema: Fehidro, 2011. 3 vol.

BONCOMPANI, A. L. P. **Como anda a lâmina do meu Pivô**. São Paulo: Irriger Gerenciamento e Engenharia da Irrigação, 2011. Disponível em: <http://www.irriger.com.br/arquivos_internos/artigos/8ComoandaalaminadomeuPivo.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2013.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil - 2014**: relatório síntese. Brasília, DF: ANA, 2016. 33 p. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/CatalogoPublicacoes_2016.asp>. Acesso em: 25 set. 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: encarte especial sobre a crise hídrica. Brasília, DF, 2014. 30 p.

CARVALHO, Y. M. C. MORAES, J. F. L.; MENEZES, L. B.; MARTINS, S. S. A legislação brasileira de recursos hídricos como instrumentalização à gestão compartilhada. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 112-134, jun. 2008.

Disponível em:

<http://www.dge.apta.sp.gov.br/publicacoes/T&IA/T&IAv1n1/Revista_Apta_Artigo_Legislacao_Brasileira.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2016.

CBH ALPA. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema**: 2015 ano base 2014. Piraju, SP: CBH-ALPA, 2015a. 122 p. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/arquivos/perh/relatorio_PERH12-15.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2016.

CBH-ALPA. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 2015 – Ano Base 2014**: Unidade de gerenciamento de recursos hídricos Alto Paranapanema - UGRHI 14. Piraju: CBH-ALPA, 2015b. 44 p. Disponível em:

<http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/CBH-ALPA/10451/relatorio_situacao_alpa_2015_vfinal.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2016.

CBH-ALPA. **Plano de Bacia Hidrográfica Do Alto Paranapanema**. Pirajú: CBH-ALPA, 2011. 309 p. Disponível em:

<http://www.cbhalpa.com.br/pdf/relatorio/Plano_de_Bacia_do_ALPA_Relatorio_Final.pdf>

CLARK, E.; JACOBSON, K.; OLSON, D. C. **Avaliação Econômica e Financeira de Projetos de Irrigação**. 2. ed. Brasília, DF: Bureau Reclamation, 2002. 136 p. Disponível em: <<http://www.codevasf.gov.br/principal/publicacoes/publicacoes-atuais/codevasf-manual-de-irrigacao/>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

DEMAJOROVIC, J.; CARUSO, C.; JACOBI, P. R. Cobrança do uso da água e comportamento dos usuários industriais na bacia hidrográfica do Piracicaba, Capivari e Jundiá. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 49, n. 5, p. 1193-1214, out. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-76122015000501193&lng=pt&nrm=iso&tlng=en>. Acesso em: 08 ago. 2016.

FERREIRA, A. V. **Modelagem dinâmica temporal para a avaliação da disponibilidade hídrica e seus efeitos na sustentabilidade do sistema da sub-bacia do córrego do Boi Branco - SP**. 2014. 99 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

FRIZZONE, J. A.; DE FREITAS, P. S. L.; REZENDE, R.; DE FARIA, M. A.

Microirrigação: gotejamento e microaspersão. Maringá: Eduem, 2012. 356 p.

HOGEBOM, R. H. J.; OEL, P. R. V.; KROL, M. S.; BOOIJ, M. J. Modelling the Influence of Groundwater Abstractions on the Water Level of Lake Naivasha, Kenya Under Data-Scarce Conditions. **Water Resources Management**, Zúrique, v. 29, n. 12, p.4447-4463, 29 jul. 2015. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s11269-015-1069-9>. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11269-015-1069-9>>. Acesso em: 10 maio 2018.

KIRNAK, H.; DOGAN, E.; TURKOGLU, H. Effect of drip irrigation intensity on soybean seed yield and quality in the semi-arid Harran plain, Turkey. **Spanish Journal of Agricultural Research**, Zurique, v. 4, n. 8, p. 1208-1217, 2010.

LAMM, F. R.; TROOEN, T. P. Subsurface drip irrigation for corn production: a review of 10 years of research in Kansas. **Irrigation Science**, Zurique, v. 22, n. 3/4, p. 195-200, nov. 2003.

LANDAU, E. C.; GUIMARÃES, D. P.; SILVA, P. A. de A.; SOUZA, D. L. de. **Concentração de Áreas Irrigadas por Pivôs Centrais no Estado de São Paulo - Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. 37 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1002772/concentracao-de-areas-irrigadas-por-pivos-centrais-no-estado-de-sao-paulo---brasil>>. Acesso em: 28 jul. 2016.

LIMA, A. S.; ZOCOLER, J. L.; MAGGI, M. F.; LIMA, H. K. de. Uso de inversor de frequência em sistema de irrigação do tipo pivô central e seu efeito na lâmina e uniformidade de distribuição de água. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 2, n. 1, p. 119-125, abr. 2009. Disponível em: <<http://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/view/440/598>>. Acesso em: 04 mar. 2016.

MELO, A. Princípios norteadores da gestão dos recursos hídricos no Brasil e no estado de São Paulo em tempos de escassez. **Geographos**, Alicante, v. 7, n. 87, p. 1-14, jun. 2016. Disponível em: <<http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/56726>>. Acesso em: 17 out. 2016.

MONTEIRO, R. N. F. **Modelo de programação não-linear para otimização do padrão de cultivo e retorno financeiro em áreas irrigadas**. 2014. 90 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

ORELLANA-GONZÁLEZ, A. M. G. O. SÁNCHEZ-ROMÁN, R.; FOLEGATTI, M.; ZOLIN, C. PCJ River Basins' Water Availability Caused by Water Diversion Scenarios to Supply Metropolitan Areas of São Paulo. **Water Resources Management**, Zurique, v. 25, n. 13, p. 3371-3386, jun. 2011.

SALES, M. A. L. **Balço hídrico na sub-bacia hidrográfica do Boi Branco – SP para gestão sustentável da agricultura irrigada**. 2014. 120 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

SÃO PAULO (Estado). Sistema Integrado De Gerenciamento De Recursos Hídricos Do Estado De São Paulo. **Cobrança Pelo Uso da Água**. São Paulo: Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos, 2016a. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/cobrancapeλουςodaagua>>. Acesso em: 13 set. 2016.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos. Coordenadoria de Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH): 2012/2015**. São Paulo: SSRH/CRHI, 2013. 210 p. Disponível em:

<[http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/ckfinder/files/PERH_Voll_Abr2013\(1\).pdf](http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/ckfinder/files/PERH_Voll_Abr2013(1).pdf)>.
Acesso em: 25 jul. 2016.

SHANAHAN, J.; RUPERT, M.; SCHUSSLER, J.; GROETEKE, J.; LAMM, F.; DOWGERT, M.; VIKUPITZ, J.; HUNTA, J. Subsurface Drip Irrigation for Corn Production and Research. **Pioneer Agronomy Sciences**, v. 22, n. 11, p. 1-4, nov. 2014.

UNESCO. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 4: o manejo dos recursos hídricos em condições de incerteza e risco**. Paris: UNESCO, 2012. Disponível em: <<http://riosvivos.org.br/wp-content/uploads/2015/10/WWDR4-Fatos-e-Dados.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2016.

VENANCIO, L. P.; CUNHA, F. F.; MANTOVANI, E. C. Demanda hídrica do cafeeiro conilon irrigado por diferentes sistemas de irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 10, n. 4, p. 767-776, ago. 2016. Disponível em: <<http://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/409>>. Acesso em: 26 out. 2016. Conferir grafia do autor no texto

WARMINK, J. J.; BRUGNACH, M.; VINKE-DE KRUIJF, J.; SCHIELEN, R. M. J.; AUGUSTIJN, D. C. M. Coping with Uncertainty in River Management: Challenges and Ways Forward. **Water Resour Manage**. Zurique, v. 31, n. 14, p.4587-4600, 6 jul. 2017. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s11269-017-1767-6>.