

SUSTENTABILIDADE NA AGRICULTURA NA PERSPECTIVA DAS PRÁTICAS DE IRRIGAÇÃO NAS BACIAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ

MSc. Ângela Cruz Guirao¹, Prof. Dr. José Teixeira Filho²
¹angela.guirao@gmail.com; ²jose@agr.unicamp.br
Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas

ABSTRACT

The sustainability in agriculture depends on the integration of several factors, in order to promote the maintenance of natural resources and agricultural productivity. Among these factors, are irrigation practices, although necessary, can generate impacts in watersheds, due to inappropriate use, changing the quality and quantity of water resources. Thus, it is important to consider the water consumption and efficiency of irrigation systems. The Piracicaba, Capivari and Jundiaí - PCJ (SP / MG-Brazil) watersheds consume 7.8 m³ /s of water in agricultural irrigation, using conventional systems, self-propelled, center pivot and drip. The diagnostic of the regions of the PCJ, where there is risk of impact on water resources in terms of irrigation systems has pointed out areas that deserve priority actions of management. This study aimed to identify management alternatives to minimize environmental impacts on water resources, looking for sustainability in agriculture in the region.

KEY-WORDS: Efficiency of irrigation, water consumption in agriculture, water management.

1. Introdução

A prática da irrigação tem se intensificado, e se configurado como uma alternativa estratégica de grande alcance para aumentar a oferta de produtos destinados ao mercado interno, firmar a posição comercial do Brasil no mercado internacional e melhorar os níveis de produção, produtividade, renda e emprego no meio rural e nos setores urbano-industriais que se vinculem, direta ou indiretamente, ao complexo de atividades da agricultura irrigada (Duque, *et al.*, 2010).

Porém, apesar de seus imensos benefícios, a prática da irrigação tem demandando significativas quantidades de água e criado impactos ambientais adversos ao solo, à disponibilidade e qualidade da água, à saúde pública, à fauna e flora e, em alguns casos, às condições sócio-econômicas da população local (Bernardo, 1997 *apud* Duque *et al.*, 2010). O manejo inadequado dessa prática gera impactos nas bacias, podendo alterar a direção e a qualidade das águas subterrâneas e a dinâmica do lençol subterrâneo, por meio da lixiviação de resíduos. O processo de lixiviação associado à prática de aplicação de pesticidas, fertilizantes e agroquímicos agrava a situação, alterando as propriedades químicas e físicas dos corpos d'água (Folegati, *et al.*, 2004; Sampaio e Salcedo, 1997).

Há ainda que se considerar duas variáveis importantes na agricultura irrigada: o consumo de água e a eficiência de cada sistema de irrigação (Paz, *et al.*, 2000). É importante também, que o irrigante conheça os momentos oportunos para irrigar e a quantidade de água necessária para cada tipo de cultura (Mantovani, *et al.*, 2006).

Diversos estudos sobre a eficiência dos sistemas indicam a necessidade da utilização de estratégias de manejo, operação adequada de sistemas e aprimoramento nos métodos e equipamentos de irrigação, a fim de reduzir perdas na água a ser aplicada (Paz, *et al.*, 2000). Segundo Christofidis (2002) máquinas, equipamentos, tubulações e implementos devem ser adequados às áreas a serem irrigadas e às reais possibilidades financeiras do agricultor. Faz-se necessária, ainda, a substituição dos métodos de irrigação de baixa eficiência por equipamentos e tecnologias que permitam melhor manejo e maior controle da utilização dos recursos hídricos.

No Brasil, a eficiência média da irrigação chega a cerca de 60%, ou seja, para cada dez mil litros de água requeridos por hectare de cultivo, há a necessidade de que mais de 16.600 litros sejam aplicados. Destes, 97% retornam para a atmosfera pela evapotranspiração das plantas e cerca de 6.000 litros evaporam ou infiltram, incorporando-se ao lençol freático, podendo retornar ou não ao mesmo curso d'água de onde foi captada. Portanto, o aumento da eficiência da utilização da água para irrigação torna-se, seguramente, fundamental para a redução do volume hídrico retirado das bacias (Coelho, 2005).

Assim, os equipamentos mais vantajosos são aqueles mais fáceis de controlar, que elevam a uniformidade de aplicação e àqueles que permitem um manejo adequado dos sistemas e irrigação por superfície (Christofidis, 2002). Segundo a Resolução 707/2004 da ANA (2004), os sistemas de irrigação localizada são considerados os mais eficientes, como gotejamento, 95% e microaspersão, 90%, seguido do pivot central, cuja eficiência é 85% e aspersão, 75%.

Os sistemas de irrigação localizada constituem-se da microaspersão, onde a água é distribuída através dos emissores na superfície do solo próximo das plantas e do gotejamento, onde a água é aplicada por meio de pequenos orifícios em determinado ponto próximo da cultura (Mantovani, *et al.*, 2006).

As áreas irrigadas com o método de gotejamento ainda são muito restritas apesar de sua eficiência. Um aspecto que justifica os baixos índices de utilização deste método são os custos elevados para a implantação do sistema. Apesar dos custos elevados para a implantação e manutenção da irrigação localizada, seja por gotejamento ou por microaspersão, Mantovani, *et al.* (2006), apresentam vantagens relevantes quanto à sua utilização: grande economia de água e energia; sistemas semi-automatizados ou automatizados; redução da incidências de doenças, pragas e ervas daninhas; otimização do uso de defensivos e fertilizantes; e melhor uniformidade na aplicação de água.

Os sistemas de irrigação por aspersão abrangem os sistemas convencionais, autopropelidos e pivôs centrais. Segundo Andrade (2001), as principais vantagens destes sistemas são a fácil adaptação às diversas condições de solo, culturas e topografia; possibilidade de ser totalmente automatizado; facilidade no transporte do sistema para outras áreas; as tubulações podem ser desmontadas e removidas da área, facilitando o preparo do solo e evitando que certas áreas sejam inutilizadas. Já as limitações destes sistemas são os elevados custos de instalação e operação, suscetibilidade à influência das condições climáticas, como vento e umidade; risco de redução da vida útil dos equipamentos e de danos a algumas culturas se a água utilizada for salina; e a possibilidade de aparecimento de doenças em algumas culturas.

O sistema de irrigação por pivô central é constituído de uma linha lateral de aspersores montados sobre armações com rodas, tendo uma das extremidades fixada em um ponto-pivô, enquanto as outras torres se movem continuamente em torno desse ponto durante a aplicação de água. Possui comprimentos de raios de 200 a 800 metros, sendo utilizado mais comumente o de 400 a 600 metros. Um pivô central de raio de comprimento de 400 metros permite irrigar 50,2 ha. Porém, este sistema demanda quantidades elevadas de água, apresenta risco de empoçamento da água em solos onde a infiltração é lenta; dificuldades de adaptação em terrenos com declive acima de 15%; pode apresentar desuniformidade na aplicação e em alguns tipos de solos, a frequência da aplicação deve ser maior. O manejo racional da irrigação via pivô central requer, portanto, além do conhecimento de parâmetros climáticos, de características das culturas, dos solos e dos recursos hídricos, o conhecimento da distribuição e quantidade de água utilizada e das eficiências de aplicação e distribuição. Este sistema adapta-se à maioria das culturas, desde o feijão, o milho, a soja até a cana-de-açúcar e o café, e atualmente na fruticultura e pastagem (Bernardo, *et al.*, 2006; Folegatti, *et al.*, 1998; Furukawa *et al.*, 1994).

A prática da irrigação realizada adequadamente, onde há conhecimento das características físico-hídricas do solo, do clima, da cultura e dos princípios de funcionamento dos equipamentos de irrigação e tomando a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, associada a mecanismos legais, são essenciais a sustentabilidade na agricultura (Folegatti *et al.*, 2004; Prochnow, 1985; Souza, 2008).

Segundo Souza (2008), a sustentabilidade das práticas agrícolas é uma complexa interação entre fatores biológicos, físicos e sócio-econômicos, de modo a promover a manutenção a longo prazo os recursos naturais e a produtividade agrícola. O gerenciamento do uso da água e do solo, o controle sobre o uso de agroquímicos e o consumo de energia em perfeita interação com fatores sócio-econômicos podem promover ou inibir a sustentabilidade da atividade agrícola.

Dessa forma, o presente trabalho objetivou identificar alternativas de manejo, a fim de minimizar os impactos ambientais nos recursos hídricos em função dos sistemas de irrigação, buscando a sustentabilidade na agricultura nas bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá - PCJ (SP/MG- Brasil).

2. Metodologia

A Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos da bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá e seus afluentes abrangem uma área de 15.303 km², tendo 92,6% de sua extensão localizada no Estado de São Paulo e 7,4% no Estado de Minas Gerais, sendo 45 municípios paulistas e quatro mineiros integralmente inseridos na bacia e 25 paulistas e um mineiro, parcialmente inseridos (Figura 1).

A disponibilidade hídrica da UGRHI-PCJ correspondente à vazão média anual, no período de junho de 2004 a junho de 2006 foi de 34 m³/s para a bacia do Piracicaba, 2,4 m³/s para a bacia do Capivari e 3,5 m³/s para a do Jundiá, totalizando 39,9 m³/s. A região conta também com a presença do Sistema Cantareira, que capta água em represas nas cabeceiras dos rios Jaguari, Jacareí, Cachoeira e Atibainha e contribui com 31 m³/s para a Região Metropolitana de São Paulo (CPTI, 2008).

Quanto à utilização dos recursos hídricos, o maior consumo na região é da indústria (18 m³/s), seguido do abastecimento público (15 m³/s) e irrigação (7,8 m³/s), totalizando 40,8 m³/s (CBH- PCJ, 2006). É neste cenário diversificado e complexo, que este trabalho se desenvolveu.

A região apresenta enorme potencial para o desenvolvimento de atividades agrícolas, devido à presença de solos de mediana a alta fertilidade natural associados a um relevo plano a levemente ondulado, sendo a cana-de-açúcar a principal cultura da região (CBH- PCJ, 2006).

Os sistemas de irrigação nas bacias PCJ consomem 7,8m³/s de água na irrigação agrícola, utilizando-se dos sistemas convencional, autopropelido, pivô central e gotejamento.

Neste trabalho utilizou-se como base para a identificação de alternativas de manejo que minimizem os impactos nos recursos hídricos das bacias PCJ, os resultados obtidos por Guirao e Teixeira Filho (2010). Os autores utilizaram como fonte o Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo (LUPA), realizado no período de julho de 2007 a setembro de 2008 (São Paulo, 2009). Este censo utiliza as Unidades de Produção Agropecuária (UPA), como unidade básica de levantamento, definidas como o conjunto de propriedades agrícolas contíguas e pertencentes ao mesmo proprietário, localizadas dentro do mesmo município e do perímetro urbano, com área total ou superior a 0,1ha (Torres, *et al.*, 2009). Como as informações contidas no LUPA referem-se ao Estado de São Paulo, os autores consideraram apenas os 70 municípios paulistas (parcialmente e completamente inseridos na UGRHI-PCJ), excluindo os mineiros.

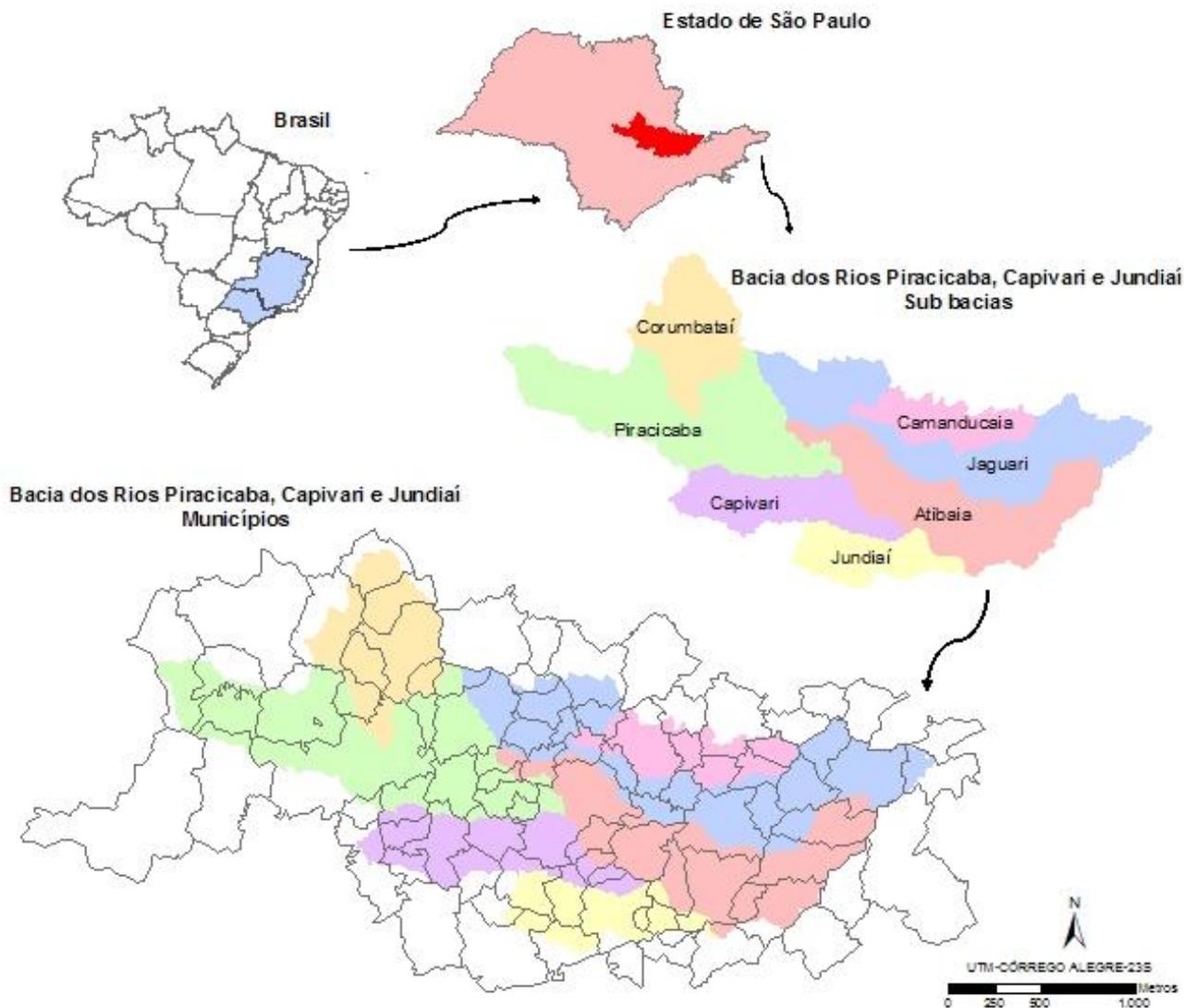


Figura 1: Localização da área de estudo: (a) Brasil; (b) Estados de São Paulo e Minas Gerais; (c) UGRHI-PCJ e divisão por sub-bacias e (d) UGRHI-PCJ, divisão por sub-bacias e municípios. Fonte: Guirao e Teixeira Filho (2010).

Guirao e Teixeira Filho (2010) elaboraram um Plano de Informação (PI) da perspectiva de risco de impacto de degradação dos recursos hídricos da UGRHI-PCJ, em função do uso dos sistemas de irrigação. Este PI foi gerado a partir da relação a seguir (Equação 1):

$$I = \frac{N_{\text{município}}}{N_{\text{PCJ}}} \cdot 100$$

(Equação 1)

Onde:

$N_{\text{município}}$: Número de UPA que utilizam equipamento de irrigação por município

N_{PCJ} : Número de UPA que utilizam equipamento de irrigação da UGRHI-PCJ

Os valores resultantes da equação, foram divididos em 3 classes, às quais atribuiu-se um valor, de 1 a 3, conforme a porcentagem de equipamentos de irrigação por município e o risco que esta apresenta aos recursos hídricos da região (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação do risco de degradação que os sistemas de irrigação apresentam aos recursos hídricos da UGRHI-PCJ

Classes	Risco	Valor atribuído
Abaixo de 0,50%	Baixo	1
0,50 a 2%	Médio	2
Acima de 2%	Alto	3

A soma dos valores atribuídos, por município, aos 4 sistemas de irrigação, resultou em um gradiente de 4 a 12. Este gradiente foi classificado em baixo e alto risco. Considerou-se alto risco quando pelo menos 1 tipo de irrigação fosse de alto risco ou os 4 valores fossem de médio risco (conforme valores da Tabela 2). Desse modo, os municípios que apresentam alto risco, são aqueles cuja soma foi igual ou superior a 8 e baixo risco os valores entre 4 e 8.

Tabela 2. Atribuição de pesos aos sistemas de irrigação na UGRHI-PCJ, em função do consumo e eficiência

Sistema de irrigação	Consumo	Eficiência
Pivot Central	3	1
Autopropelido	2	3
Localizada	1	2
Convencional	2	3

A partir deste panorama, foi elaborado um Plano de Informação propondo a troca dos sistemas de irrigação que consomem maior quantidade de água e possuem menor eficiência, os sistemas convencional e autopropelido pelos sistemas de irrigação localizada e pivô central. Para a elaboração deste PI somou-se o número de UPA com os sistemas convencional e autopropelido e então calculou-se a porcentagem destes sistemas em relação ao total de UPA com algum sistema de irrigação. Os valores foram classificados em três intervalos iguais, e a estes valores, foi atribuído um peso: 0 a 33%, baixa necessidade de troca; 33 a 66%, média necessidade de troca e 66 a 100% alta necessidade de troca.

3. Descobertas e discussões

A avaliação dos impactos ambientais potenciais da agricultura irrigada é essencial para promover o entendimento dos processos de degradação dos recursos naturais, orientar a adequada seleção de alternativas tecnológicas para o processo produtivo, e o delineamento de medidas corretivas e de manejo que permitam minimizar os prejuízos ambientais (Rodrigues e Irias, 2004).

Dentre os fatores apontados por Rodrigues e Irias (2004) para avaliar os impactos potenciais da agricultura irrigada, estão o regime hídrico da área sob influência do projeto, a disponibilidade espacial e temporal de água tanto em termos de quantidade quanto em termos de qualidade; as modificações no manejo do solo necessário à implementação do projeto de produção agrícola irrigada; e a modificação do sistema de produção agrícola local.

Este terceiro fator é de ordem mais complexa, pois sua influência extrapola os limites da atividade agrícola imediata, e pode ter repercussões em outros fatores de impacto da atividade, como pragas e doenças associadas às plantas cultivadas (Rodrigues e Irias, 2004).

Na UGRHI-PCJ, há 40.146 UPA, destas, 3.765 utilizam como métodos de irrigação o sistema convencional, autopropelido, pivô central e/ou irrigação localizada. Tais sistemas são necessários para irrigar uma agricultura que ocupa 37,5% da área da UGRHI-PCJ, incluindo a área dos municípios parcialmente inseridos. As culturas perenes ocupam 118,5 ha e as culturas temporárias 45,5 ha, representadas em 86,8% pelo cultivo de cana-de-açúcar (Guirao e Teixeira Filho, 2010).

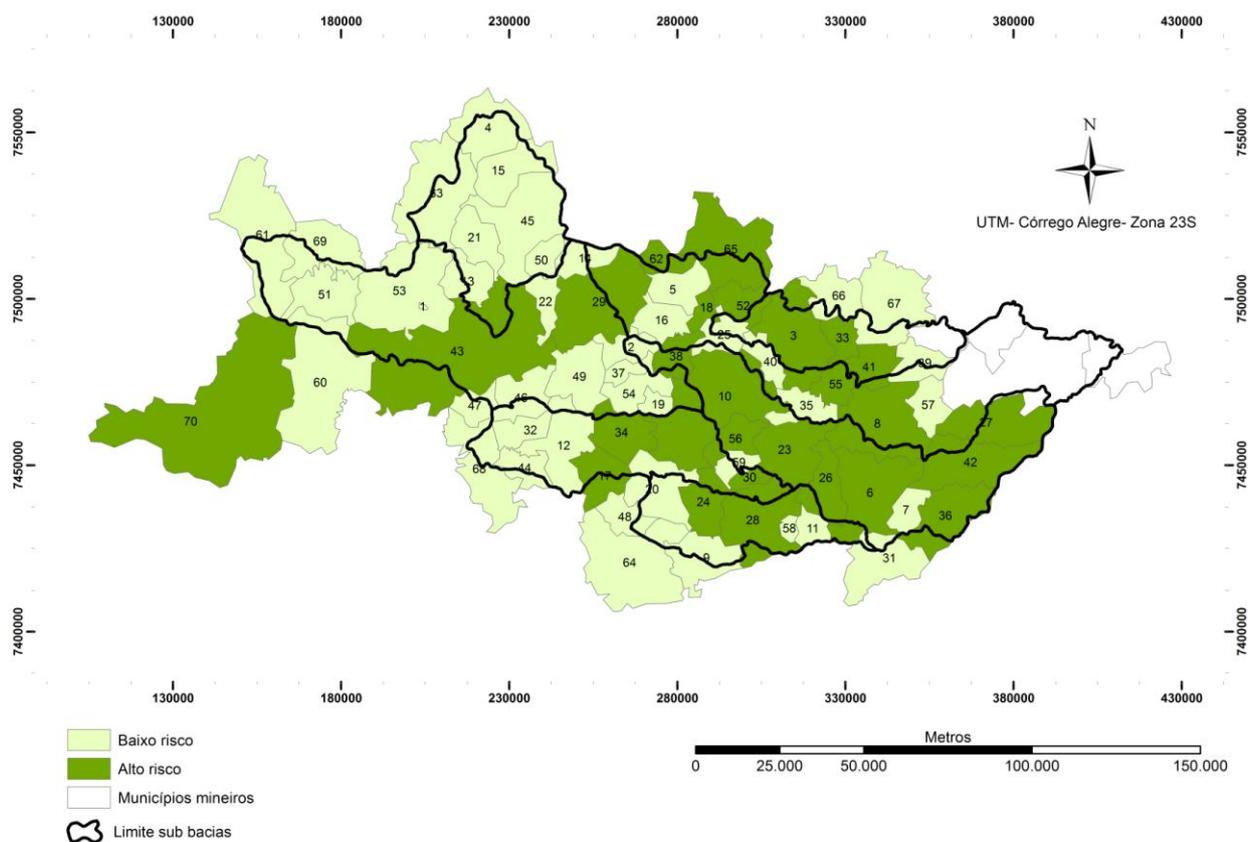
O sistema de irrigação mais utilizado na UGRHI-PCJ é o método convencional, presente em 2.798 UPA, seguido pelos sistemas de irrigação localizada (gotejamento ou microaspersão), presentes em 732 UPA. O sistema de irrigação autopropelido é utilizado em 169 UPA e o sistema de pivô central é o menos utilizado (Guirao e Teixeira Filho, 2010).

Os resultados apresentados por Guirao e Teixeira Filho (2010) mostram que dos 70 municípios paulistas, 19% apresentam utilização de sistemas com baixa eficiência e alto consumo de água, entre eles Botucatu, Limeira, Piracicaba, Holambra, Monte Mor, Jundiá e Piracaia; 14% utilizam sistemas com baixo consumo e baixa eficiência, como Joanópolis, Nazaré Paulista, Atibaia, Bragança Paulista; e em 67% da

UGRHI-PCJ predomina o uso de sistemas de irrigação com baixo consumo de água e alta eficiência. Este cenário é positivo e favorável à conservação dos recursos hídricos das bacias, porém há concentração de municípios com sistemas de irrigação que apresentam maior risco à UGRHI-PCJ, principalmente nas sub-bacias dos rios Atibaia e Camanducaia, apontando a necessidade de substituição e implantação de sistemas mais eficientes nestas sub-bacias, uma vez que certas culturas ocorrentes na região podem ser irrigadas por sistemas localizados, como as hortaliças e a citricultura.

Outro fato importante é que as áreas de maior risco aos recursos hídricos da UGRHI-PCJ (Figura 2) estão justamente nas sub-bacias dos rios Atibaia, Jaguari e Camanducaia, onde são captados os maiores volumes de água para irrigação, com 1,93 m³/s, 1,39 m³/s e 1,37 m³/s, respectivamente. Essas regiões são altamente produtivas, concentrando os municípios que são os maiores produtores e exportadores de flores, olerícolas, citricultura e fruticultura (morango, goiaba, uva, banana, figo e pêssego), como Atibaia, Campinas, Bragança Paulista, Jarinu, Joanópolis, Louveira, Monte Alegre do Sul, Nazaré Paulista e Valinhos (Guirao e Teixeira Filho, 2010).

O cenário apresentado na Figura 2 apresenta a perspectiva de risco de impacto aos recursos hídricos em relação aos sistemas de irrigação utilizados na UGRHI-PCJ e indica a necessidade de um planejamento prioritário e integrado, visando à substituição dos sistemas atuais de irrigação, capacitação dos produtores, de forma que estes utilizem corretamente os sistemas, objetivando o menor consumo de água e otimizando a eficiência dos sistemas escolhidos, além de instruí-los sobre o melhor modo de aplicação de pesticidas e agroquímicos, para que não seja alterada a qualidade da água.



1	Águas de São Pedro	11	Campo Limpo Paulista	21	Ipeúna	31	Mairiporã	41	Pinhalzinho	51	Santa Maria da Serra	61	Dois Córregos
2	Americana	12	Capivari	22	Itacemópolis	32	Mombuca	42	Piracaia	52	Santo Antônio de Posse	62	Engenheiro Coelho
3	Amparo	13	Charqueada	23	Itaíba	33	Monte Alegre do Sul	43	Piracicaba	53	São Pedro	63	Itirapina
4	Anailândia	14	Cordeirópolis	24	Itupeva	34	Monte Mor	44	Rafard	54	Sumaré	64	Itu
5	Artur Nogueira	15	Corumbatai	25	Jaguariúna	35	Morungaba	45	Rio Claro	55	Tuiuti	65	Mogi Mirim
6	Atibaia	16	Cosmópolis	26	Jarinu	36	Nazaré Paulista	46	Rio das Pedras	56	Valinhos	66	Serra Negra
7	Bom Jesus dos Perdões	17	Elias Fausto	27	Joanópolis	37	Nova Odessa	47	Saltinho	57	Vargem	67	Socorro
8	Bragança Paulista	18	Holambra	28	Jundiaí	38	Paulínia	48	Salto	58	Várzea Paulista	68	Tietê
9	Cabreúva	19	Hortolândia	29	Limeira	39	Pedra Bela	49	Santa Bárbara D'Oeste	59	Vinhedo	69	Torrinha
10	Campinas	20	Indaiatuba	30	Louveira	40	Pedreira	50	Santa Gertrudes	60	Anhembi	70	Botucatu

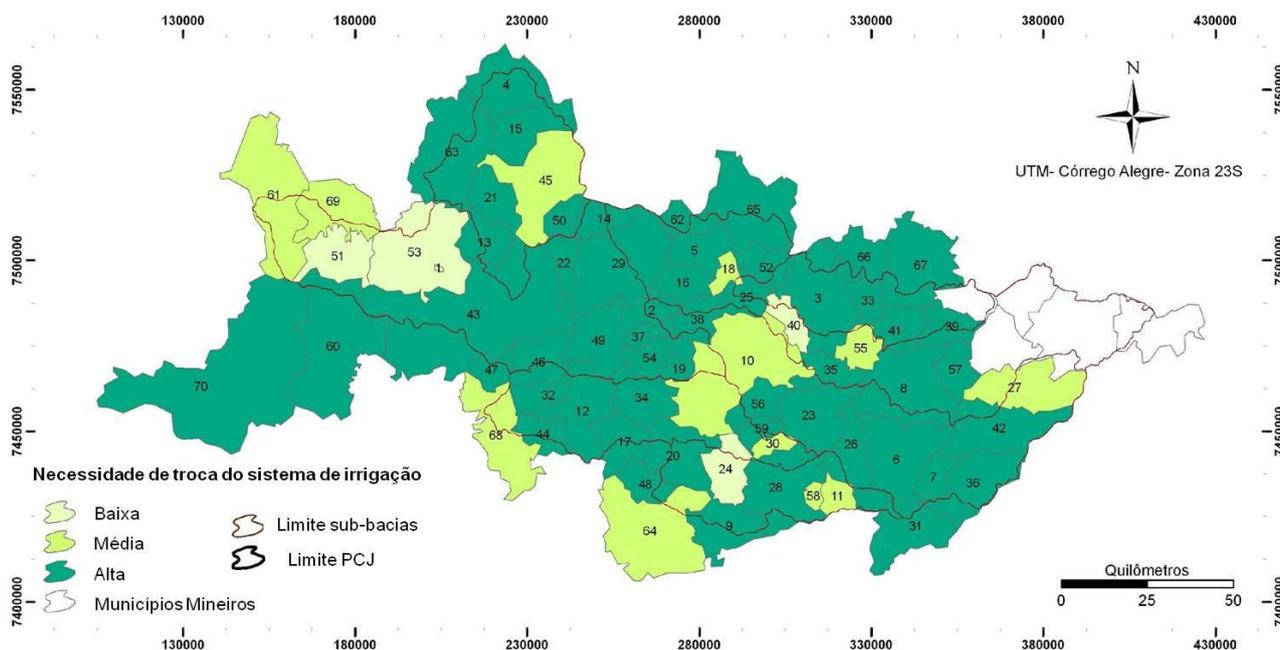
Figura 2: Plano de informação da perspectiva de risco de impacto aos recursos hídricos em relação aos sistemas de irrigação utilizados na UGRHI-PCJ. Fonte: Guirao e Teixeira Filho (2010).

O Plano de Informação das áreas que necessitam da troca dos sistemas de irrigação nas bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí indica que a maioria dos municípios está utilizando

predominantemente sistemas pouco eficientes e com alto consumo de AGU (Figura 3). Apenas quatro municípios apresentaram o uso de sistemas compatíveis com a sustentabilidade dos recursos hídricos na agricultura: Santa Maria da Serra, São Pedro, Pedreira e Itupeva.

Os municípios Dois Córregos, Torrinha, Rio Claro, Mogi Mirim, Holambra, Campinas, Itu, Tuiuti, Louveira, Valinhos, Campo Limpo Paulista e Joanópolis foram classificados como municípios que necessitam da troca, mas não total de seus sistemas.

Os municípios que apresentaram alta necessidade da troca dos sistemas de irrigação correspondem a 77% do total da bacia. A bacia do rio Camanducaia é a que apresenta maior necessidade da substituição de seus sistemas de irrigação. A bacia do rio Piracicaba, apesar da maioria dos municípios também requerem a troca de seus sistemas, é a que possui municípios que ainda podem manter a irrigação utilizada.



1	Águas de São Pedro	11	Campo Limpo Paulista	21	Ipeúna	31	Mairiporã	41	Pinhalzinho	51	Santa Maria da Serra	61	Dois Córregos
2	Americana	12	Capivari	22	Itacemópolis	32	Mombuca	42	Piracalá	52	Santo Antônio de Posse	62	Engenheiro Coelho
3	Amparo	13	Charqueada	23	Itatiba	33	Monte Alegre do Sul	43	Piracicaba	53	São Pedro	63	Itirapina
4	Análândia	14	Cordeirópolis	24	Itupeva	34	Monte Mor	44	Rafard	54	Sumaré	64	Itu
5	Artur Nogueira	15	Corumbataí	25	Jaguariúna	35	Morungaba	45	Rio Claro	55	Tuiuti	65	Mogi Mirim
6	Atibaia	16	Cosmópolis	26	Jarínú	36	Nazaré Paulista	46	Rio das Pedras	56	Valinhos	66	Serra Negra
7	Bom Jesus dos Perdões	17	Elias Fausto	27	Joanópolis	37	Nova Odessa	47	Saltinho	57	Vargem	67	Socorro
8	Bragança Paulista	18	Holambra	28	Jundiaí	38	Paulínia	48	Saito	58	Várzea Paulista	68	Tietê
9	Cabreúva	19	Hortolândia	29	Limeira	39	Pedra Bela	49	Santa Bárbara D'Oeste	59	Vinhedo	69	Torrinha
10	Campinas	20	Indaiatuba	30	Louveira	40	Pedreira	50	Santa Gertrudes	60	Anhembi	70	Botucatu

Figura 3: Plano de informação dos municípios da UGRHI-PCJ que necessitam da troca de seus sistemas de irrigação.

Mediante o cenário proposto, é possível mencionar ações que contribuiriam para garantir a sustentabilidade da agricultura irrigada. Por exemplo, a melhoria dos sistemas e métodos de irrigação, adotando aqueles que potencialmente economizam água; utilização de tecnologias que aumentem as disponibilidades hídricas; adoção de tecnologias de irrigação que favoreçam maior eficiência do uso da água.

As alterações dos sistemas de irrigação devem ser acompanhadas com uma série de recomendações para garantir a sustentabilidade da agricultura irrigada como:

- controle da qualidade de água de irrigação, com análise periódica da qualidade de água por meio de indicadores físicos, químicos e biológicos. A adequada qualidade de água de irrigação é uma garantia da qualidade dos produtos gerados na produção agrícola. Essa qualidade garante melhoria da qualidade de vida para população consumidora desses produtos;
- controle da umidade do solo, pois a irrigação fornece o complemento de água que a planta necessita para seu desenvolvimento. Entretanto, o excesso de água aplicado produz uma série de alterações das características do solo prejudicando os processos de infiltração, aparecimento de zonas compactadas no sub-solo, potencializa os processos erosivos do solo, enfim, pode desencadear processos ambientais não sustentáveis;
- controle da carga difusa, pois em o controle dos processos de movimentação das substâncias utilizadas na produção agrícola como adubação e agrotóxicos. Essa movimentação é produzida

pelo excesso de água utilizadas nos processos irrigação e a formação de volumes crescentes de escoamentos superficiais por prática de manejos não adequados. As substâncias aplicadas nas plantas e/ou contidos no solo podem ser carregadas para os corpos de água, que produzem efeitos de poluição da água impossibilitando a utilização para atividades importantes na região.

- conhecimento do ciclo da planta, pois o manejo adequado com a possibilidade de disponibilizar as quantidades corretas nas diferentes etapas de desenvolvimento da cultura é fundamental para a utilização racional dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica. Atualmente, existe uma demanda importante sobre o conhecimento mais adequado das necessidades ecofisiológicas das culturas, como as demandas de água e nutrientes em diversas culturas. O incentivo para desenvolver conhecimento sobre esse tema deve ser prioritário para as agências de fomento de pesquisa preocupadas no desenvolvimento do ambiente agrícola;
- revisão dos projetos de irrigação, pois a adequação do projeto de irrigação para cada cultura de ser uma atividade fundamental para redução dos volumes de captação e manejos mais eficientes. Essa revisão deve necessariamente verificar o bombeamento e o sistema hidráulico de distribuição da água. O objetivo desse procedimento é, também, a redução de vazamentos. A redução é realizada pelo acompanhamento sistemático de todo o sistema hidráulico e intervenção em tempo real no elementos do sistema que apresentam deficiências na operação;
- revisão do manejo de irrigação, com atenção especial nos horários de irrigação e os tempos de irrigação. Os horários influem diretamente na qualidade da irrigação, pois a aplicação da água nos horários com maior incidência de radiação produz maior evaporação, reduzindo a eficiência das atividades de irrigação. O tempo de irrigação é um fator importante, pois o excesso ou a falta de água na cultura pode reduzir a eficiência, além do controle das intensidades que produzem efeitos de compactação do solo e lixiviação;
- manutenção preventiva e assistência técnica, o programa de manutenção preventiva dos equipamentos é fundamental para aumentar eficiência de irrigação, pois permite que o sistema de irrigação funcione como foi projetado. A assistência técnica é fundamental para redução de custos de produção e alteração do manejo projeto, em tempo real, a partir de mudanças das condições ambientais e da cultura.

Compete ao poder público estimular a economia do uso da água e sua conservação, valorizando esse recurso em termos econômicos, sociais e ambientais, por meio de medidas institucionais e legais para o controle do uso dos recursos hídricos. Nesse sentido, proporcionar a participação dos usuários na discussão e aprovação dos planos de bacia, capacitação dos gestores e usuários dos recursos hídricos e uma maior conscientização do usuário no que concerne à conservação da água, do solo e do ambiente como um todo.

4. Conclusões

Este estudo permitiu identificar as regiões das bacias dos rios Piracicaba Capivari e Jundiá que necessitam da troca dos sistemas de irrigação pouco eficientes e com alto consumo de águas por aqueles como os de irrigação localizada e pivô central. Os resultados indicaram que a maioria dos municípios está em situação de risco. A questão da irrigação nas bacias PCJ deve ser amplamente discutida, principalmente no âmbito do Comitê da Bacia Hidrográfica, de forma a identificar quais culturas podem ser irrigadas com sistemas diferentes.

O resultado fornece indicativos para a condução racional do uso e manejo da técnica de irrigação, com vistas à redução do desperdício da água e das conseqüências negativas ao meio ambiente. O estímulo para os agricultores alterarem seus sistemas de irrigação não é suficiente para uma gestão sustentável dos recursos hídricos da bacia. Outros estudos devem ser realizados para que se possam determinar os fatores relacionados ao uso da água na irrigação de culturas. Avaliações dos coeficientes de uniformidade e de eficiência de aplicação são atividades importantes nos levantamentos junto aos agricultores. A confecção de cartas de solo em escalas adequadas para auxiliarem os assistentes técnicos na definição de manejos mais adequados dos processos de irrigação. Em relação a cobrança pelo uso da água nas regiões rurais, devem levar em conta a falta de orientação e de informação, principalmente relacionadas as fórmulas de cobranças e incentivos.

5. Referências

ANDRADE, C. L. T. **Seleção do sistema de irrigação**. Sete Lagoas: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2001.

AGÊNCIA NACIONAL DA ÁGUA. **Resolução nº 707, de 21 de dezembro de 2004**. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2004/707-2004.pdf>>. Acesso em: 14 de junho de 2011.

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, C. **Manual de Irrigação**. Viçosa: UFV. 2006.

CHRISTOFIDIS, D. **Irrigação, a fronteira hídrica e a produção de alimentos**. Irrigação e Tecnologia Moderna, Brasília, n.54, p.46-55, 2002.

COELHO, E. F.. Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água. **Bahia Agrícola**, vol. 7, nº 1, setembro de 2005, p. 57-60

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ (CBH-PCJ). **Plano de Bacias 2004/ 2007 dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí. 2006**. Disponível em: <http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/PB/PB0407_Relatorio-Completo.pdf>. Acesso em: 05/09/2008.

CPTI. Tecnologia e Desenvolvimento. Relatório Técnico 404/08. **Relatório da situação dos recursos hídricos das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí – 2007**. São Paulo. 2008. Disponível em:<http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/RS-07_Relatorio.pdf>. Acesso em: 10/09/2009.

DUQUE, D.A.; ALVES, J.C.V.; JIMENEZ, H.J.; DUTRA, D.S. **Estudo sobre impactos ambientais causados pela irrigação**. Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão – JEPEX 2010 – UFRPE: Recife, 18 a 22 de outubro, 2010.

FOLEGATTI, M. V.; PESSOA, P. C. S.; PAZ, V. P. S. Avaliação do desempenho de um pivô central de grande porte e baixa pressão. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 55, n. 1, p. 119-127, 1998.

FURUKAWA, C.; BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; RAMOS, M. M. Avaliação da irrigação por pivô central na região de Rio Verde, Goiás. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 41, n. 233, p. 36-49, 1994.

GUIRAO, A.C.; TEIXEIRA FILHO, J. Perspectiva do risco de degradação aos recursos hídricos das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí, em função do uso de sistemas de irrigação. **Revista Boletim de Geografia**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 127-143, 2010

MANTOVANI, C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. Viçosa: UFV, 2006.

PAZ, V. P. da S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, DEAg/UFPB. v.4, n.3. p.465-473. 2000.

PROCHNOW, M. C. R. Recursos Hídricos e Metodologia da Pesquisa. **Geografia, Cidade**, v. 10, n. 19, p. 197-202, 1985.

RODRIGUES, G.S.; IRIAS, L.J.M. **Considerações sobre os impactos ambientais da agricultura irrigada**. Jaguariúna (SP): Embrapa Meio Ambiente. 2004. 7 p.

SAMPAIO, E.; SALCEDO, I. H. **Diretrizes para o manejo sustentado dos solos brasileiros: região semi-árido**. In: Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, 26., 1997, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, CD-ROM, 1997.

SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Instituto de Economia Agrícola. **Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo - LUPA 2007/2008**. 2009. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>>. Acesso em: 21 abr. 2008

SOUZA, M. C. da. **Considerações sobre a sustentabilidade da agricultura irrigada na bacia hidrográfica do rio Salitre, BA**. Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” em Desenvolvimento Sustentável do Semi-Árido Brasileiro, da Universidade Federal de Campina Grande – PB, em cumprimento.2008.

TORRES, A. J. et al. (Org.). **Projeto LUPA 2007/2008: Censo Agropecuário do Estado de São Paulo**. São Paulo: IEA/CATI/SAA, 2009.