

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ANÁPOLIS – UniEVANGÉLICA
CURSO DE AGRONOMIA**

AGRICULTURA IRRIGADA - PARADIGMAS E SUSTENTABILIDADE

Ulysses Cardoso Remy

**ANÁPOLIS-GO
2018**

ULYSSES CARDOSO REMY

AGRICULTURA IRRIGADA - PARADIGMAS E SUSTENTABILIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário de Anápolis - UniEvangélica, para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Área de concentração: Irrigação e Drenagem.
Orientador: Prof. Dr. João Maurício F. Souza

ANÁPOLIS-GO
2018

Remy, Ulysses Cardoso

Irrigação e a Questão Ambiental / Ulysses Cardoso Remy. –
Anápolis: Centro Universitário de Anápolis – UniEvangélica, 2018.
xpp. il.

Orientador: Prof.: Dr. João Maurício Fernandes Souza
Revisão Bibliográficas – Curso de Agronomia – Centro Universitário de
Anápolis – UniEvangélica, 2018.

1. Irrigação 2. Conservação 3. Sustentável I. Ulysses Cardoso Remy II.
Agricultura irrigada - paradigmas e sustentabilidade.

ULYSSES CARDOSO REMY

**AGRICULTURA IRRIGADA, PARADIGMAS AMBIENTAIS E
SUSTENTABILIDADE**

Monografia apresentada ao Centro
Universitário de Anápolis - UniEvangélica,
para obtenção do título de Bacharel em
Agronomia.

Área de concentração: Irrigação e Drenagem

Aprovada em:

27/06/2019

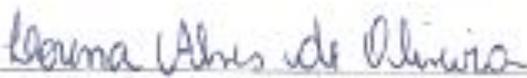
Banca examinadora



Prof. Dr. João Mauricio F. Souza
Professor da Disciplina
Presidente - Orientador



Prof. Dra. Yanuzi Mara Vargas Camilo
Docente na instituição



Prof. Me. Lorena Alves de Oliveira
Docente na instituição

“Deixe-me dizer em que acredito: no direito do homem de trabalhar como quiser, de gastar o que ganha, de ser dono de suas propriedades e de ter o Estado para lhe servir e não como seu dono. Essa é a essência de um país livre, e dessas liberdades dependem todas as outras”.

Margareth Thatcher.

AGRADECIMENTOS

Rendo agradecimentos primeiramente a minha querida mãe Magali A. Carnot Damascena, por através de seus esforços e muito trabalho ter me proporcionado uma educação que me permitisse alcançar esta realização.

Externo também a minha gratidão a Deus por me permitir uma vida com saúde e disposição para lutar pelas conquistas almejadas.

Aos meus irmãos, em especial minha querida Irmã Marina Cardoso Remy, minha amiga e também grande colaboradora nas minhas vitórias.

Agradeço a minha companheira e futura esposa Tatyane Santos pela compreensão, carinho e apoio dispensados em todos os momentos.

Dedico também agradecimentos a Fabyano Borges Zanetti, amigo e irmão bem como seu pai, meu querido Padrinho Vaídes Borges e toda sua família, pelo apoio incondicional, crença em minha capacidade e motivação para enfrentar as dificuldades desta graduação.

Por último, porém não menos importante, ao Professor Dr. João Maurício F. de Souza, por aceitar me orientar na elaboração deste trabalho e a todo corpo docente desta instituição com o quem tive o prazer de aprender e enriquecer meu intelecto e que muito colaboraram para meu enriquecimento pessoal na realização deste sonho.

Que Deus dê prosperidade, saúde e felicidade a todos.

RESUMO

O manejo correto e eficiente do uso da água, torna-se cada dia mais necessário ao planeta, tendo em vista o aumento da escassez do recurso naturais. O presente trabalho tem como objetivo principal, realizar revisão bibliográfica, contextualizando os usos da água e explicitando boas práticas agrícolas ligadas a atividade da agricultura irrigada, desconstruindo sua imagem negativa como maior impactante ambiental ligado aos usos do recurso natural mais precioso a vida humana, a água. Para isso foram pesquisados na literatura, informações principalmente sobre os usos da água em diversas atividades que também corroboram para o impacto sobre o recurso. Foi consultado a literatura diversos estudos e levantamentos sobre o uso mais racional dos recursos hídricos. Apesar do trabalho também citar que a ausência de projetos bem elaborados, bem como a falta de manejo adequado aos projetos propostos, podem acarretar ao desperdício de água e que esses são fatores que podem fazer com que a irrigação possa ajudar no impacto ao recurso hídrico natural. Entretanto ao longo dos anos a ciência e a tecnologia tem se incumbido de desenvolver, métodos e equipamentos cada vez mais eficientes na aplicação de água em projetos de irrigação, podendo assim dar mais sustentabilidade a atividade irrigada, marcando assim um ponto positivo da agricultura irrigada na preocupação mundial a respeito da segurança alimentar e uso racional da água na agricultura.

Palavras – chave: irrigação, sustentabilidade, água, meio-ambiente

1 INTRODUÇÃO	09
2 METODOLOGIA.....	12
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	Erro! Indicador não definido.
3.1 DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NO PLANETA, E A DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO MUNDO.....	Erro! Indicador não definido.
3.2 CONSUMO DE ÁGUA E ESCASSEZ HÍDRICA: QUEM É O VILÃO DO CONSUMO DE ÁGUA?.....	Erro! Indicador não definido.
3.3 CONSUMO DE ÁGUA URBANO E O DESPERDÍCIO.....	Erro! Indicador não definido.
3.4 CONSUMO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA E A POLUIÇÃO.....	Erro! Indicador não definido.
3.5 AGRICULTURA IRRIGADA COMO FATOR DE DESENVOLVIMENTO SOCIAL E ECONÔMICO.....	18
3.6 ÁREA IRRIGADA NO MUNDO, NO BRASIL E EM GOIÁS.....	Erro! Indicador não definido.
3.7 MÉTODOS E SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO X EFICIÊNCIA NA APLICAÇÃO DE ÁGUA.....	20
3.8 IMPORTÂNCIA DO MANEJO DE IRRIGAÇÃO	Erro! Indicador não definido.
3.9 CONSUMO DE ÁGUA NA AGRICULTURA: DESAFIOS DA AGRICULTURA IRRIGADA.....	Erro! Indicador não definido.
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	Erro! Indicador não definido.
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	Erro! Indicador não definido.

1 INTRODUÇÃO

A água por ser o recurso natural mais essencial à manutenção da vida e desenvolvimento econômico tem ganhado já há algum tempo atenção especial entre as grandes instituições mundiais, a exemplo da ONU – Organização das Nações Unidas, que na Conferência Mundial sobre o meio ambiente ECO-92, dedicou um capítulo especial à questão. Tal recurso vem se tornando cada vez mais escasso e devido às ações antrópicas que colaboram para que se atinjam níveis inaceitáveis de qualidade, bem como padrões não sustentáveis de seu consumo (VIEIRA et al., 2001).

De toda água do planeta, aproximadamente 0,8% são apropriados para o consumo humano, sendo também seus principais usos o abastecimento doméstico, abastecimento industrial, irrigação, dessedentação animal, preservação da fauna e flora, recreação e lazer, criação de espécies, geração de energia elétrica, navegação, harmonia paisagística, diluição e transporte de despejos, (SPERLING 1996). A Lei 9.433 de 1997, da política nacional dos recursos hídricos, estabelece que a água é um bem de domínio público, sendo um recurso natural limitado, dotado de valor econômico e que tem seu uso prioritário em caso de escassez, destinada ao consumo humano e dessedentação de animais, (BRASIL, 1997).

Segundo Vieira et.al. (2001), em valores médios mundiais, a agricultura consome aproximadamente 59% do consumo, sendo 19% consumidos nas indústrias e 22% para consumo humano. Já em publicação do ano de 2013 a FAO - Food and Agriculture Organization of United Nations¹, relata que aproximadamente 70% da água usada no planeta é destinada a atividade da agricultura com irrigação, (FAO 2013).

Estima-se que na América Latina, as áreas irrigadas estão quantificadas num total de 16 milhões de hectares, sendo os principais países irrigantes o México, Argentina, Brasil, Chile e Peru. A agricultura irrigada colabora com 42% da produção mundial de alimentos, (GOMIDES 2002).

Entre as principais discussões sobre os usos da água, a agricultura irrigada aparece como a principal vilã do consumo dos recursos hídricos, porém tais argumentações, são frágeis em não considerar que a atividade devolve água para o solo ou atmosfera (CHRISTOFIDIS, 2007). O uso da água nas grandes cidades, não são os mais conscientes e eficazes, a exemplo do que explana Victorino (2007), sobre a cidade de Nova York nos Estados Unidos da América, onde para que cada habitante tenha acesso em média a 400 litros

¹ FAO - *Food and Agriculture Organization of United Nations*, organização membra das Nações unidas que trata sobre segurança alimentar e agricultura.

de água potável, são construídos canais cada vez mais longos para seu transporte o que proporciona desperdícios durante os trajetos.

Tucci et. al. (2001), em obra publicada pela UNESCO – Organização das Nações Unidas para Educação Ciência e Cultura, intitulada como Gestão de Água no Brasil, enumera o consumo em irrigação em cerca de 64,7% da água utilizada no país. Porém, ainda sob o raciocínio do mesmo autor, sabe-se que as grandes restrições ao consumo humano, mesmo que esta demanda não seja significativa diante ao consumo da irrigação, se dá pela grande degradação de águas superficiais com grandes despejos de cargas de esgotos, sejam eles cloacal, industrial, domésticos sem tratamento ou escoamento pluvial de centros urbanos em rios e mananciais hídricos.

É válido ressaltar que o viés da discussão não leva em consideração que a demanda por água na agricultura irrigada é proporcional ao que se exige à produção de alimentos, ignorando muitas vezes a demanda impactante do consumo humano. Diante de tal contexto, a ciência e a tecnologia vêm demonstrando que é possível a realização da atividade agrícola irrigada, de forma sustentável, tendo instrumentos como a agrometeorologia de forma a ajudar na quantificação da produtividade da água usada e no emprego de novas técnicas de irrigação localizada, como micro aspersão e gotejamento, promovendo assim os manejo adequado a atividade (TEIXEIRA et al., 2013).

Outro instrumento de sustentabilidade da atividade pode-se ocorrer por meio de produção de água, como elucida Hernandez (2015), ao afirmar que a produção de alimentos feitos com técnicas de conservação do solo e da água, são capazes de promover recargas do lençol freático. Pinto et al. (2005), afirmam também que a recuperação das zonas ripárias das APPs - Áreas de Preservação Permanente, sendo realizada de forma conjunta com outras ações conservacionistas, são práticas que compõem o manejo mais adequado a bacias hidrográficas, com o intuito de garantir a quantidade e qualidade da água e a biodiversidade. Outras alternativas para tornar sustentável a atividade agrícola irrigada, dá-se pela possibilidade de armazenamento de água em aquíferos artificiais, através de barragens subterrâneas, podendo suprir assim as necessidades de água na zona rural (TEIXEIRA et al., 1999).

Segundo Paz et. al (2000), nos últimos anos tem ocorrido uma verdadeira revolução científica e enriquecimento em conhecimento acerca da atividade da agricultura irrigada, devido a avanços tecnológicos que permitiram a adoção de técnicas de aplicação de água

como gotejamento e micro aspersão. Tais técnicas segundo o mesmo autor possibilita a eficiência do uso da água na atividade

A ciência e a arte da irrigação, definição dada e assim citada por Hernandez (2015) desde seus primórdios possuem uma abrangência multidisciplinar, passando pelo campo das ciências agrárias, exatas (engenharia hidráulica, civil, elétrica, etc.), sociais (economia, sociologia, política, etc) não sendo em momento algum uma mais importante que a outra, pois quando da decisão final quanto ao uso da água, todos esses devem ser levados em conta conjuntamente, para o um bom resultado final da aplicação da técnica.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo principal, realizar um levantamento bibliográfico, explicitando boas práticas agrícolas ligadas a atividade da agricultura irrigada, desconstruindo sua imagem negativa como maior impactante ambiental ligado aos usos do recurso natural mais precioso a vida humana, a água.

2 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a elaboração da presente revisão bibliográfica, consistiu na pesquisa por literatura disponível a partir de publicações de artigos científicos em periódicos, revistas científicas especializadas, livros, publicações realizadas em congressos e eventos. Num total, foi realizado a leitura de vinte e nove registros literários, com algum tipo de abordagem sobre o uso da água bem como sobre a atividade da agricultura irrigada. Tal pesquisa foi realizada por meio de plataformas como Google Scholar, Scielo, CAPES dentre outras. Para a filtragem do tema foram digitados nesta plataforma palavras – chaves como; irrigação, agricultura irrigada, manejo, escassez, e sustentabilidade.

Também como método de pesquisa para a composição deste trabalho, foi adotado como linha de raciocínio, a seleção de informações que buscassem melhor enfatizar as distribuição e disponibilidade da água, elucidar os fatores que demonstrassem que a ciência, técnica e arte da irrigação não é por si só a principal vilã no consumo e impacto no recurso natural aquífero do planeta. Foram citados dados, informações históricas, considerações conceituais sobre manejo de irrigação e uso de técnicas que visam a otimização do uso do recurso natural visando a sustentabilidade. É válido ressaltar que também houve a busca por literatura internacional e dados estatísticos, publicados por organizações internacionais.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NO PLANETA, E A DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO MUNDO

O uso racional e sustentável da água tem sido tema amplamente discutido pela comunidade internacional, através da FAO – *Food and Agriculture Organization* - departamento da ONU – Organizações das Nações Unidas - responsável em se discutir a segurança alimentar das nações. Segundo tal organização existe a crença de que água é um bem escasso, pois resulta principalmente do fato de haver um crescimento populacional que gera uma demanda maior do recurso natural na produção de alimentos, usos industriais, doméstico e para uma série de necessidades das grandes cidades (FAO, 2013).

Segundo Vieira et al. (2001), em valores médios mundiais, a agricultura consome cerca de 59% do consumo sendo 19% consumidos nas indústrias e 22% consumo humano. Porém a FAO em 2013 divulgou números como sendo a soma global de todas as retiradas de água equivalentes a 70% destinada à agricultura, comprovando que há uma crescente demanda de água pela atividade.

Gomide et. al. (2008), em sua publicação, também afirma que essa demanda por água para aplicação das técnicas de irrigação, refere-se somente a 18% da área total cultivada no planeta. Esse valor corresponde a 275 milhões dentro de um total de 1,5 bilhões de hectares cultivados.

Conforme publicado por Lima (2001), a disponibilidade de água no mundo era estimada em 40.000 km³/ano, porém somente 10% desse montante são derivados dos rios para uso humano e que somente 2000 km³ são efetivamente consumidos. Segundo o mesmo autor, mesmo que a Terra possua um volume de água de aproximadamente 1386 milhões de km³, o montante efetivamente disponível para o consumo humano é muito pequena, aproximando-se do valor de apenas 0,007% do recurso disponível.

No início da década dos anos 2000, a produção agrícola consumia em média 9.436 m³.ha⁻¹.ano⁻¹. Com o avanço das tecnologias existentes e com processos mais eficientes de gestão do uso e manejo da área, esse consumo acabou sendo reduzido ao longo dos anos e a estimativa para o ano 2025 é de 8.100 m³.ha⁻¹.ano⁻¹, conforme relata Gomide et.al (2008).

A biodiversidade dos organismos vivos, os ciclos da vida a sobrevivência dos seres humanos, sempre estiveram atrelados diretamente à quantidade e qualidade das águas doces continentais (TUNDISI, 2006). O mesmo autor afirma que mesmo que o ciclo hidrológico seja único para todo o planeta, o volume de cada um de seus componentes varia nas diferentes

regiões do globo terrestre bem como por bacias hidrográficas. Estima-se que 97% da água do planeta Terra estão nos oceanos, sendo inviável seu uso para irrigação, consumo doméstico e dessedentação, restando apenas cerca de apenas 3%, aproximadamente 35 milhões de quilômetros cúbicos disponíveis ao uso do ser humano, porém com grande ressalva de que boa parte do recurso hídrico se encontra nas geleiras glaciais e apenas 0,3% encontram-se sobre forma de lagos, rios continentais e águas subterrâneas (TUNDISI, 2006).

Para Ribeiro et. al. (2005), a distribuição física da água decorre de processos físicos naturais, tendo como principal influência o ciclo hidrológico e nas precipitações de chuvas o fator principal de abastecimento de mananciais do planeta. Porém, para o autor as distribuições de chuvas no globo terrestre são desiguais e podem influenciar na distribuição de reservas de água no mundo.

Seguindo esse mesmo raciocínio Christofidis (2013), apresenta dados (Tabela 1) de como a água está distribuída no planeta, citando as alocações da água no globo terrestre, em seus respectivos estados físicos, bem como a porcentagem do recurso da hidrosfera, porcentagem de água doce e capacidade de renovação do recurso e a quantidade medida em metros cúbicos.

Tabela 1 - Distribuição de água no planeta

Fonte	Quantidade (1000m³)	% na Hidrosfera	% de água doce	Renovação anual (Km²)
Oceanos	1.1338.000	96,5		505.000
Subsolo	23,400	1,7		
Água doce no subsolo	10,530	0,76	30,01	16.700
Umidade no subsolo	16,5	0,0001	0,05	16.500
Glaciares e cumes gelados	24,064	1,74	68,7	2.532
Lagos: água doce	91,0	0,007	0,26	10.376
Lagos: água salgada	85,4	0,006		
Pântanos	11,5	0,0008	0,03	2.294
Rios	2,12	0,0002	0,006	43.000
Biomassa	1,12	0,0001		
Vapor d'água	12,9	0,001	0,003	600,00
Água Doce	35.029,2	2,53	0,04	
Total	1.386.000	100	100	1.196.402

Fonte: Adaptado de Christofidis 2013

O país com a maior disponibilidade hídrica do mundo é o Brasil, uma vez que somando-se as vazões de todos os rios existentes no planeta, um total de 19% fluem em solos brasileiros (LIMA et. al., 2001). O mesmo autor afirma ainda, que mesmo assim, existem no país conflitos ligados a água, uma vez que sua distribuição não é uniforme de acordo com a demanda populacional.

A distribuição das chuvas no planeta são bem desiguais, mesmo nas áreas mais chuvosas do globo terrestre, como as zonas tropicais (RIBEIRO et. al. 2005). A exemplo do

Brasil o autor elucida as diferenças de precipitações na região semiárida do país, (cerca de 10% do território) de 500 mm.ano⁻¹, enquanto que na áreas mais úmidas estes valores ultrapassam 2500 mm.ano⁻¹, portanto se torna importante a análise de cenários dessa distribuição levando em consideração a disponibilidade hídrica em relação ao espaço e densidade demográfica.

Segundo abordado por Lima et. al (2001), o Brasil sendo o quinto maior país do mundo em extensão territorial e dimensões continentais, é um país que apresenta vários cenários em relação à distribuição populacional, ao desenvolvimento econômico e social, bem como também na distribuição da disponibilidade hídrica do país. Sua abordagem se exemplifica através dos dados estatísticos de sua época, que demonstravam que mais de 73% da água doce produzida no país encontra-se na bacia amazônica, que é ocupada por menos de 5% da população do país e que apenas 27% dos recursos hídricos brasileiros estão disponíveis para 97% da população.

3.2 CONSUMO DE ÁGUA E ESCASSEZ HÍDRICA: QUEM É O VILÃO DO CONSUMO DE ÁGUA?

No mês de dezembro do ano de 2009, a FAO promoveu um encontro de especialistas na cidade de Roma na Itália a fim de promover uma consulta pública com o tema “Enfrentar a escassez de água – o papel da agricultura”², no qual foi editado e publicado no ano de 2013 pela organização. O documento traz em seu bojo definições de conceitos em que se deveria basear um programa de apoio aos Estados Membros no qual especialistas apontaram suas opiniões e recomendações para a tratativa do tema., (FAO 2013)

Também é apontado na mesma publicação que a nível global o consumo de água tem crescido o dobro do aumento populacional e a pressão demográfica, o ritmo de desenvolvimento econômico, as ocupações das grandes cidades a poluição sem precedentes sobre um recurso que é finito, no caso a água, tem causado a escassez.

Gomide et. al. (2008), aponta dados em que estima-se para 2025 uma extrema escassez de água para a população mundial, sendo o consumo reduzido a 1700 m³.ha⁻¹.ano⁻¹e que três bilhões de pessoas não tenham acesso a água. Essa escassez causará um impacto a aproximadamente um terço da população do planeta.

² Traduzido da edição em espanhol “Afrontar la escassez de agua – el papel de la agricultura – Imformação sobre temas hídricos nº38, Roma – Itália 2013 (reeditado).

Na agricultura é onde essa escassez tem maior relevância, uma vez que se exige produção de alimentos cada vez maiores para se acompanhar o crescimento das populações. Tal fato liga a atividade diretamente a questões da segurança alimentar (FAO, 2013).

Segundo Christofidis (2013), a escassez hídrica no mundo toma três características básicas, a quantitativa que segundo o autor se caracteriza quando a disponibilidade de água para consumo humano é menor que 4.650 litros por habitante, esta sendo considerada já problema crônico quando a água disponível é 2.750 litros por pessoa. O mesmo autor também aborda a condição de escassez qualitativa, que influi diretamente na qualidade da água para consumo disponível, situação em que não existe margem para o uso intensivo de atividades que exigem grandes demandas, a exemplo da agricultura.

Em casos de escassez extrema, a concepção mundial para a situação é que os recursos de água potável sejam prioridades para o uso doméstico e saneamento, o que causa ainda limitações e impedimentos em certas regiões das atividades agrícolas irrigadas (KONCAGÜL, 2014). Diante do exposto, construiu-se um paradigma acerca da agricultura, uma vez que a atividade é responsável por 70% do uso consuntivo no planeta. Porém as problemáticas apresentadas, já possuem discussões para melhor mitigação de impactos e consumo de água, enquanto pouco se discute a respeito dos desperdícios a cerca do consumo humano nas grandes cidades e na atividade insdustrial.

3.3 CONSUMO DE ÁGUA URBANO E O DESPERDÍCIO

No consumo das grandes cidades, implicam que a medida que há um crescimento da população e sua concentração em áreas urbanas, se é explorado ao limite a disponibilidade hídrica, uma vez que apesar da demanda por água ser maior para acesso ao consumo humano nos grandes centros urbanos, grande quantidade de água que se perde por vazamentos em seu transporte e adução nas grandes cidades (TUCCI, 2004).

Victorino (2007), afirma que a medida em que há o surgimento de novos centros urbanos, maior é a necessidade de se aduzir e armazenar água limpa, citando o caso da cidade de Los Angeles nos Estado Unidos em que se tem adutoras de até 500 quilômetros de extensão, se tornando então praticamente impossível estimar as perdas por vazamentos nos dutos instalados no subsolo.

Conforme abordado por Tudinisi (2015), as águas de precipitação que escoem pelos meios urbanos, bem como a poluição, tem colaborado para a crise hídrica nos meio urbanos. O autor afrima ser raro em tempos atuais encontrar mananciais dos quais as águas disponíveis não estejam submetidas a condições críticas de poluição.

Hespanhol (2015), explicita que os sistemas convencionais de tratamento de esgoto em sua maioria não são suficientemente desenvolvidos tecnicamente para a produção de água potável a partir de águas contaminadas ou poluídas. Este fato colabora para que a água não seja reaproveitada adequadamente e diminuindo ainda a qualidade da água dos mananciais urbanos.

De acordo com Veraszto et. al. (2006), em meio de outras causas atribui-se ao grande desperdício de água nas grandes cidades, uma baixa capacidade de gestão dos seus sistemas, recursos de investimentos limitados e baixo desenvolvimento tecnológico nas redes de distribuição e operação. O autor também atribui o aumento da oferta e do consumo individual bem como as ampliações de cargas hidráulicas e extensão de redes com estudos de engenharia realizados de forma precária.

3.4 CONSUMO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA E A POLUIÇÃO

Em valores médios mundiais, 19% da água do planeta é consumida nas indústrias e 22% para consumo humano (Vieira et.al., 2001). Tal consumo tem resultado em impactos ao recurso natural.

No Brasil, Victorino (2007) exemplifica com as mudanças no rio Tietê, um dos maiores rios do Estado de São Paulo, transformou-se num verdadeiro depósito de lixo onde são depositados toneladas de esgoto e despejo industrial não tratado. A mesma autora afirma que a contaminação dos mananciais diminui em um terço as reservas de água à disposição do planeta.

Corroborando com a ideia, Hespanhol (2002), ilustra a situação de que a presença de organismos patogênicos e de compostos orgânicos sintéticos na maioria dos efluentes disponíveis para reuso, principalmente aqueles originados em estações de tratamento de esgotos de grandes polos industriais expressivos, classifica o reuso potável como uma alternativa associada a riscos muito elevados, tornando-o praticamente inaceitável. Portanto, mesmo que as águas residuais de indústrias possam ser passíveis de tratamento e reutilização, o investimento ainda torna-se muito alto em relação ao benefício, pois mesmo que tratada ainda oferece riscos a saúde.

Portanto, observa-se que o nível global de consumo de água tem crescido o dobro do aumento populacional e a pressão demográfica, o ritmo de desenvolvimento econômico, as ocupações das grandes cidades a poluição sem precedentes sobre um recurso que é escasso, no caso a água potável, tem causado a escassez de acordo com documento elaborado pela FAO (2013).

3.5 AGRICULTURA IRRIGADA COMO FATOR DE DESENVOLVIMENTO SOCIAL E ECONÔMICO

Apesar de ser o setor produtivo em que mais se consome água, a irrigação desenvolve um papel importante no desenvolvimento econômico e na segurança alimentar mundial. Este papel está aliado a dependência da possibilidade de manter, melhorar e expandir a atividade agrícola irrigada a fim de suprir a necessidade da produção de alimentos (SIEBERT et al., 2013). O crescimento da população mundial é um fato que vem sendo alertado por diversas organizações mundiais. Segundo FAO (2013), é provável que a demanda por alimentos e fibras para o ano de 2050 aumente devido ao crescimento da população mundial, afetando diretamente a segurança alimentar, pois o mundo necessitará da produção de milhões de toneladas de alimentos a mais por ano.

Ainda sobre a o crescimento da população mundial, Paz et. al. (2000), afirmam que as taxas de crescimento da produção agrícola mundial, superadas pelas dos incrementos populacionais nos últimos anos, promove um certo receio e inquietude com relação à segurança alimentar. Ao lado da oferta de alimentos, o autor comenta que pode ser observado resultados negativos e passivos ambientais como a degradação dos solos, a baixa resposta positiva da produtividade ao uso de fertilizantes e defensivos e a escassez de água, como principais obstáculos inviabilizadores do aumento da produção agrícola capaz de suprir a demanda populacional. Portanto a agricultura irrigada caso não seja melhor utilizada poderá ainda seguindo o raciocínio do autor, provocar na atividade estabilidade econômica.

Entretanto, em regiões de menores disponibilidades hídricas, como o semiárido do nordeste brasileiro a população vive em condições de miséria e pobreza que atingem proporções de calamidades com as frequentes estiagens prolongadas, sendo as chuvas irregulares ou até mesmo insuficientes para o uso da produção agrícola (SILVA, 2003). O autor ainda complementa que através da modernização econômica e a implantação de experiências que constituem em um novo modelo de produção no semiárido, combinando condições climáticas favoráveis e investimento tecnológico se tornou possível a implantação da atividade da fruticultura irrigada, dando norte ao desenvolvimento local.

Bernardo et. al., (2013), afirmam que as mais importantes mudanças sócio - econômicas constatadas em regiões que possuem atividades ligadas a agricultura irrigada, foram a criação de empregos diretos, aumento da renda *per capita*, crescimento considerável de bens de consumo e serviços, aumento do mercado ligado a estes setores como atividades comerciais e industriais fixação do homem no campo, melhoria na condição de saúde,

educação, habitação e lazer dos irrigantes. O autor ainda faz a comparação de que um hectare irrigado gera diretamente 0,8 a 1,2 empregos, enquanto na agricultura de sequeiro esses valores são de 0,22 empregos gerados por hectare.

Cardoso et.al. (1998) relatam que em meados da década de 80, através de uma grande mudança de perfil da agricultura no país, devido a grande expansão agrícola nas áreas irrigadas e implementação de políticas públicas de incentivo promoveu nas safras de 1986/87, em que 4% da área plantada foram irrigados, o resultado obtido foi de 16% do total produzido o que representou para aquele ano o retorno de 25% da renda econômica gerada.

Faz-se de extrema importância destacar que o uso racional das técnicas de irrigação, promove o incremento da produtividade da mão – de – obra rural, SANTOS (1998). Tal afirmativa segundo o autor é o ponto de partida essencial em direção ao progresso e desenvolvimento sócio econômico.

Em termos ambientais, a produção de culturas irrigadas, como demonstrado por Cruz(2018) aliado a uma rotação de culturas, especial e dando a devida atenção que deve ser dada às exigências nutricionais das espécies escolhidas e à sua capacidade de extrair nutrientes do solo, se faz possível duplicar a produtividade, o que nos arremete ao fato da não necessidade de novas áreas de cultivo.

3.6 ÁREA IRRIGADA NO MUNDO, NO BRASIL E EM GOIÁS

Ao se tratar do levantamento de dados sobre áreas irrigadas, nem sempre se encontra informações precisas. Bernardo et. al. (2013) afirmam que há 260 milhões de hectares irrigados no mundo, o que equivale a 17% de toda área plantada. Já Coelho et. al., (2005) afirmavam que a agricultura irrigada no mundo ocupava cerca de 18% total da área cultivada no planeta, ou seja 275 milhões de hectares dos 1,5 bilhões de hectares destinados a agricultura. No Brasil, segundo Christofidis (2013), o último levantamento realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – IBGE, 5,4 milhões de hectares são irrigados no Brasil, sendo estes números distribuídos por regiões hidrográficas representadas na tabela 2 a seguir:

Tabela 2 - Áreas irrigadas no Brasil distribuídos por regiões hidrográficas

Região Hidrográfica	Área (Hectares)
Amazônica	127.320
Tocantins	230.197
NE Ocidental	36.931
Parnaíba	63.736
NE Oriental	539.531
São Francisco	674.186
Atlântico Leste	304.831
Atlântico Sudoeste	539.531
Atlântico Sul	714.112
Paraná	1.811.383
Uruguai	451.854
Paraguai	72.577
TOTAL	5.400.000

Fonte: Adaptado de Christofidis (2013)

Segundo Paulino et. al., (2001) o Estado de Goiás é a unidade da federação com a maior área irrigada da região Centro – Oeste com aproximadamente 269.961 ha correspondendo quase 50% da área irrigada na região. Ainda o mesmo autor afirma que 88% desta área é irrigada pelos métodos de pivô-central e aspersão.

3.7 MÉTODOS E SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO X EFICIÊNCIA NA APLICAÇÃO DE ÁGUA

Segundo Bernardo et. al. (2013) os principais métodos de irrigação são:

Irrigação por superfície: Realizada por meio de sulcos convencionais, corrugação, faixa e inundação;

Aspersão: aspersão convencional, auto propelido, pivô central;

Localizada: micro aspersão e gotejamento;

Subsuperficial: Lençol freático estável e lençol freático variável;

Para que a irrigação seja realmente eficiente, torna-se imprescindível que os sistemas apresentem alto nível de uniformidade na aplicação de água. Agricultores dão pouca importância à avaliação da eficiência de sistemas de irrigação, acarretando no uso inadequado de tecnologias existentes, seja por falta de conhecimento ou de orientação, (SILVA et. al., 2005). Ainda o mesmo autor explana que no cenário agrícola brasileiro, a irrigação localizada tem apresentado para os sistemas de fruticultura, horticultura e fertirrigação, maior eficiência

uma vez que se trata no caso da fruticultura, de culturas perenes que apresentam maior espaçamento entre plantas e entre fileiras.

Desta forma, em termos ambientais, para que a atividade possa se manter sustentável existe a necessidade de uso das técnicas de irrigação mais eficientes, abrangendo melhor gestão do uso da água, métodos de manejo com técnicas que permitam uma maior eficiência no uso dos recursos hídricos (COELHO et. al., 2005).

Segundo Bernardo et. al. (2013), a Eficência de aplicação (E.a) ideal e aceitável dos diferentes métodos de irrigação podem ser representados pela Tabela 3.

Tabela 3 - Eficiência de aplicação (Ea) ideal e aceitável dos diferentes métodos de irrigação

Método de Irrigação	E a ideal (%)	E.a aceitável (%)
Sulco Convencional	≥ 75	≥ 60
Corrugação	≥ 70	≥ 60
Faixa	≥ 80	≥ 65
Inundação	≥ 85	≥ 65
Aspersão		
Convencional	≥ 85	≥ 75
Autopropelido	≥ 85	≥ 75
Método de Irrigação	E a ideal (%)	E.a aceitável (%)
Localizada		
Gotejamento	≥ 95	≥ 80
Microaspersão	≥ 95	≥ 80
Subsuperficial		
Lençol Freático Instável	≥ 70	≥ 60
Lençol Freático Variável	≥ 80	≥ 65

Fonte: Bernardo et. al. (2013)

Dentre as técnicas de maior eficiência, estão as de irrigação localizada por microaspersão e gotejamento. Segundo Bernardo et. al. (2013), essas técnicas são bastantes difundidas no Brasil, desde a década de 70 e se diferem entre si pela quantidade de água aplicada, sua uniformidade e eficiência no consumo pelas culturas. Ainda é enfatizado pelo mesmo autor que tais técnicas são de maior custo econômico por unidade de área irrigada, devendo ser utilizada principalmente em culturas de alto retorno econômico, como também não devem ser consideradas somente como uma técnica para suprir a demanda hídrica das culturas, mas também como parte de um conjunto de técnicas de manejo nas quais o trabalho realizado com adubação, manutenção de umidade no solo, fitossanidade, controle de diversas doenças, obtenham resultados significativos de produção, conforme demonstrado na tabela anterior.

3.8 IMPORTÂNCIA DO MANEJO DE IRRIGAÇÃO

Em decorrência da escassez de água e alimento no mundo todo, a agricultura tem o difícil desafio de produzir com qualidade e a quantidade para atender a humanidade cada dia mais exigente. De tal maneira torna-se cada vez mais necessária a modernização da produção

agrícola, inclusive no que tange a agricultura irrigada (RAMOS et. al., 2012). Ainda no mesmo raciocínio, o autor afirma que para se ter um uso mais eficiente da água, se torna necessário a aplicação no momento certo e na quantidade necessária para suprir as exigências das plantas.

A adoção do manejo poderá trazer benefícios, como a economia de água e energia, aproveitando de melhor forma os recursos hídricos preservando o meio ambiente, bem como reduzindo os conflitos de uso de água, trazendo melhores resultados financeiros ao produtor (RAMOS et. al., 2009).

Para a realização do melhor manejo, Bernardo et. al. (2013), enfatizam que em qualquer projeto de irrigação, deve-se observar aspectos sócio - ecológicos da região a fim de maximizar a produtividade bem como a eficiência do uso dos recursos hídricos, minimizando os custos, mantendo a umidade e a fitossanidade do solo em condições favoráveis ao melhor desenvolvimento da cultura irrigada.

Segundo publicado por Daker (1998), teoricamente, os fatores que determinam a quantidade de água demandada por uma planta, seriam somente o clima e sua espécie vegetal. Entretanto o autor continua sua explanação afirmando que ao se aplicar água no solo, se faz necessário aplicar um volume maior provendo de inevitáveis perdas por evaporação, escoamento superficial ou percolação. Deste modo a propositura de um eficiente manejo de irrigação deve depender principalmente dos seguintes fatores: condições edafoclimáticas, espécies vegetais e suas demandas específicas por água, classificação da textura do solo, e principalmente a habilidade do agricultor em aplicar as técnicas corretamente, aplicando a irrigação compensadora calculada pelo Engenheiro das ciências agrárias responsável pelo projeto.

De acordo com o que foi publicado por Bernardo et. al. (2013), o manejo racional para o uso de qualquer projeto de irrigação deve-se considerar também os aspectos sociais e ecológicos da região com a finalidade de se maximizar a produtividade e a eficiência a fim de que se promova maior lucratividade, ao se minimizar custos, sejam eles de mão-de-obra ou de capital. O autor ainda enfatiza que no manejo da irrigação é de essencial importância a observância dos fatores que dependem do tipo de sistema, seu correto dimensionamento, grau de automação, reuso da água, as práticas integradas a atividade demandadas de serem executadas de melhor forma a observa a uniformidade de aplicação das lâminas d'água, bem como aferição e monitoração dos sistemas e medição e controle de vazões.

3.9 CONSUMO DE ÁGUA NA AGRICULTURA: DESAFIOS DA AGRICULTURA IRRIGADA

No Brasil, segundo Bernardo et. al. (2013), o primeiro projeto de irrigação implantado em uma propriedade rural, foi na Fazenda Santa Cruz no Estado do Rio de Janeiro, datado historicamente no ano de 1589, realizado pelos padres jesuítas.

Segundo publicação da FAO (2011), intitulada, “*The state of the world’s land and water resources for food and agriculture – managing systems at risk*”³, o fato de ter havido nos últimos anos uma expansão de sistemas irrigados, acarretou em rápidos aumentos de produtividade, impulsionando a produção e a renda. Porém, há a necessidade de se observar que tais sistemas ainda operam bem abaixo de seu potencial de desempenho, fato este ligado ao manejo e eficiência das tecnologias adotadas, o que estão levando ao esgotamento de alguns aquíferos.

Entretanto, se faz válido ressaltar que a prática da agricultura com o incremento da irrigação, apesar de seu grande consumo e demanda hídrica, é sabido que em contra partida a dinâmica do ciclo hidrológico do planeta em áreas de terra firme, promove a integração da água de precipitação com o solo que a retém em algumas quantidades e este libera outras por evapotranspiração à atmosfera, havendo também sua incorporação em plantas e organismos (CHRISTOFIDIS, 2013).

De forma a se entender melhor o raciocínio anterior, partindo do pressuposto que as precipitações de água se fazem por meio das chuvas e águas de irrigação, a mesma é devolvida ao ambiente por meio de sua evaporação do solo e principalmente por meio da evapotranspiração, que consiste no processo em que a água absorvida pelas raízes são devolvidas por meio da transpiração liberada pelas aberturas estomatais da planta que devolve parte da água consumida à atmosfera (RAMOS et. al., 2012).

Na agricultura o desperdício de água também é uma realidade, uma vez que muitos projetos ainda trabalham sob sistemas de fluxo contínuo e rotação, onde o produtor não leva em consideração a quantidade de água fornecida sem observar as necessidades das culturas, causando as baixas eficiências dos sistemas sem grandes aumentos na produtividade, uma vez que podem exceder ou não suprir a necessidade de água aplicada. O desperdício também ocorre pela aplicação de métodos rústicos, falta de dimensionamento apropriado, do baixo aprimoramento técnico sobre a questão, como também por perdas nas aduções e vazamentos (COELHO et. al., 2005).

³ “*The state of the world’s land and water resources for food and agriculture – managing systems at risk*” – tradução para o português: “*A situação dos recursos de solos e água do mundo para agricultura e alimentação - manejando sistemas em risco*”, FAO (2011).

As melhores práticas de irrigação são aquelas que buscam o uso da água com a melhor eficiência, com base no uso consuntivo das culturas e com o manejo da atividade a fim inclusive de se evitar impactos ambientais como a salinização e a erosão dos solos (PAZ et. al., 2000).

Ramos et. al., (2012), afirmam que monitorar e quantificar periodicamente o consumo de água pelas plantas, são ações primordiais que consistem na técnica de manejo de irrigação, agregando o benefício da economia de água e energia. Ainda descreve o autor, que tais ações permitem um melhor aproveitamento dos recursos hídricos, preservação do meio ambiente, diminuição de conflitos de uso de água bem como aumentar a produtividade e renda do produtor, porém o manejo ainda é pouco difundido no Brasil.

De acordo com Paz et. al. (2000), o manejo adequado da água na agricultura não pode ser considerado uma etapa independente do processo de produção agrícola, devendo ser analisado dentro do contexto de um sistema integrado. O autor dá continuidade em seu raciocínio afirmando que são muitos os fatores que podem promover perigo de degradação do solo como, por exemplo, a qualidade e a profundidade da capa freática, as características físicas do solo causada pelas práticas impróprias de irrigação e a presença ou ausência de drenagem natural ou artificial.

Para corroborar com a prática do manejo de irrigação enfrentando a escassez do recurso hídrico, deve-se observar a necessidade de implantação de diferentes alternativas para a criação e exploração de reservas hídricas sendo segundo BRITO (1999), os reservatórios superficiais os mais usados, devido às condições geológicas que favorecem um elevado escoamento superficial; porém vários condicionantes impedem o uso generalizado desta tecnologia, principalmente os custos de implantação.

Aliado também as técnicas de manejo, o grande desafio brasileiro encontra-se no maior acesso a tecnologias que proporcionem a prática da Irrigação de precisão. Dentro da técnica da irrigação segundo Brito et. al. (2009) o monitoramento da variação do conteúdo de água no solo, através de instrumentos como o tensiômetro aliado à utilização de automação na irrigação por meio de transdutores de pressão de baixo custo e de fácil aplicação, controladores e de linguagens de programação com um sistema automático que auxiliam na aquisição de dados, ajudam numa melhor gestão dos recursos e aplicar técnicas cada dia mais eficientes.

Portanto, para a reversão deste cenário de desinformação e desconhecimento, as alternativas propostas para a sustentabilidade da atividade agrícola irrigada consiste na

substituição de sistemas que apresentam baixa eficiência, para sistemas mais adaptados aos cultivos visando um maior retorno através do uso mais racional de energia como também o uso da água de maneira mais otimizada. (CHRISTOFIDIS,2013).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a realização da presente revisão bibliográfica e diante do exposto, podemos considerar que a agricultura irrigada tem importante papel na segurança alimentar do planeta, o principal fator que colabora para essa importância é que o crescente aumento da população mundial, gera também uma demanda maior por alimentos.

A agricultura irrigada colabora como principal fator de aumento de produção. Desta forma faz-se importante observar que um paradigma sobre a sustentabilidade da atividade foi criada não levando em consideração os manejos adequados e os cuidados necessários para que se evite o desperdício de água e se tenha um uso racional do recurso natural. Portanto, faz-se importante observar os desafios que a atividade necessita enfrentar, a fim de que se utilizem corretamente as tecnologias propostas para que ao invés de ser enxergada como vilão do consumo de água, a irrigação possa ser vista e encarada como uma atividade que carrega o desafio de continuar a produzir e aumentar a produtividade, garantir a segurança alimentar para a população usando de forma mais racional possível o recurso natural do qual se oriunda toda a vida no planeta terra.

Diante das pesquisas realizadas e citadas neste trabalho, pode-se observar que diferentes fatores influenciam diretamente no uso da água, afetando sua qualidade, bem como causando o seu desperdício e que tais argumentos refletem a uma quebra de paradigma a respeito das técnicas de irrigação. Apesar da agricultura irrigada ser a maior consumidora de água no planeta, a mesma é capaz de devolver ao ambiente parte dessa água, pela evapotranspiração em uma quantidade estimada de 98% do aplicado com a técnica.

Apesar do trabalho também citar que a ausência de projetos bem elaborados, bem como a falta de manejo adequado aos projetos propostos, podem acarretar ao desperdício de água e que esses são fatores que podem fazer com que a irrigação possa ajudar no impacto ao recurso hídrico natural. Entretanto ao longo dos anos a ciência e a tecnologia tem se incumbido de desenvolver, métodos e equipamentos cada vez mais eficientes na aplicação de água em projetos de irrigação, podendo assim dar mais sustentabilidade a atividade irrigada, marcando assim um ponto positivo da agricultura irrigada na preocupação mundial a respeito da segurança alimentar e uso racional da água na agricultura.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDO, S. Desenvolvimento da irrigação no Brasil. **Rev. Brasileira de Engenharia - Caderno de Recurso Hídricos**, v. 7 n 2 p. 31-38. 1989.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de Irrigação. 8 a ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 625 p.

BRITO, L. T. de L. et al. Alternativa tecnológica para aumentar a disponibilidade de água no semiárido. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, Campina grande, v. 3, n. 1, p. 111-115, jan. 1999.

CARDOSO, Herbert E. A.; MANTOVANI, Everardo Chartuni; COSTA, Luiz Cláudio. **As águas da agricultura**. Revista Agroanalysis, Brasília, p. 27-28, mar. 1998

CHRISTOFIDIS, Demetrios. Água, irrigação e agropecuária sustentável. **Revista de política agrícola**, Brasil, v. 23, n. 1, p. 115-127, jan./mar. 2013.

COELHO, Eugênio Ferreira; FILHO, Maurício Antônio Coelho; OLIVEIRA, Sizernando Luiz De. Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água. **Rev. Bahia Agrícola**, Salvador, v. 7, n. 1, p. 57-60, set. 2005.

CRUZ, José Carlos; FILHO, Israel Alexandre Pereira; FILHO, Manoel Ricardo De Albuquerque. Árvore do conhecimento – milho. **Ageitec - agência embrapa de informação e tecnologia**, Brasília, v. 3, p. 111-115, jun. 2018.

DAKER, Alberto. **Irrigação e drenagem: a água na agricultura : Água na agricultura** . 3 ed. Viçosa: Freitas Bastos, 1998. 543 p.

FAO, Organização Das Nações Unidas Para Alimentação E Agricultura Agricultura -. Afrontar la escasez de agua - un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria. **Fao - informe sobre temas hídricos**, Roma, v. 02, n. 1, p. 04-06, mar./dez. 2014.

FAO, Food And Agriculture Organization Of United Nations. - managing systems at risk. **The state of the world ' s land and water resources for food and agriculture**, Roma, jan./dez. 2011.

GOMIDES, Reinaldo Lúcio; ALBUQUERQUE, Paulo Emilio De Almeida De. Agrometeorologia e otimização do uso da água na irrigação. **Informe agropecuário**, Belo horizonte, v. 29, n. 246, p. 72-85, set./out. 2008.

HERNANDEZ, Fernando Braz Tangerino. É possível produzir água? **Revista casanova**, São paulo, v. 1, n. 28, p. 44, jan./dez. 2015.

KONCAGÜ, Engin. Water for food – possibilities and innovative solutions. **Future of food: journal on food, agriculture and society**, [S.L.], v. 02, n. 1, p. 04-06, jan./mar. 2014.

LACERDA, Nilda Braga De; OLIVEIRA, E Teógenes Senna De. Agricultura irrigada e a qualidade de vida dos agricultores em perímetros do estado do ceará, brasil. **Revista ciência agrônômica**, Ceará, v. 38, n. 2, p. 216-223, mar./dez. 2007.

LIMA, Jorge Enoch Furquim Werneck. Recursos hídricos no Brasil e no mundo. **Documentos 33 - embrapa cerrados**, Planaltina, v. 1, n. 28, p. 44, dez. 2001.

PAULINO, J. et al. Situação da agricultura irrigada no brasil de acordo com o censo agropecuário 2006. *Revista irriga*, Botucatu, v. 16, n. 2, p. 163-173, abr./jun. 2001.

PAZ, Vital Pedro Da Silva; TEODORO, Reges Eduardo Franco; MENDONÇA, Fernando Campos. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.4 n.03, p.465-473, 2000 .

PINTO, L. V. A. et al. Estudo da vegetação como subsídios para propostas de recuperação das nascentes da bacia hidrográfica do ribeirão santa cruz, lavras, mg. *revista árvore*, v. 29, n. 5, p. 775–793, 2005. **Scientia forestalis**, n. 65, p. 197-206, jun. 2004.

RAMOS, H. M. M. et al. Estratégias ótimas de irrigação do feijão-caupi para produção de grãos verdes. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 47, n. 4, p. 576-583, abr. 2012.

RIBEIRO, T. A. P. et al. Variação dos parâmetros físicos, químicos e biológicos da água em um sistema de irrigação localizada água em um sistema de irrigação localizada. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 3, p. 295-301, jun. 2005.

SILVA, Roberto Marinho Alves Da. Entre dois paradigmas: combate à seca e convivência com o semi-árido. **Revista Sociedade e estado**, Brasília, v. 18, n. 1, p. 361-385, jan./dez. 2003.

SPERLING, M. von. **Introdução à qualidade das águas e a tratamentos de esgoto**; 3ª ed. Belo Horizonte, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. 452p.

TEIXEIRA, A. H. DE C. et al. Anais xvi simpósio brasileiro de sensoriamento remoto - SBSR, **Anais xvi simpósio brasileiro de sensoriamento remoto - SBSR**, Foz do iguaçu, n. 1986, p. 6916-6921, abr./mai. 2013.

TEIXEIRA, L. et al.. Alternativa tecnológica para aumentar a disponibilidade de água no semi-árido. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 111-115, jan. 1999.

TUCCI, Carlos E. M.; HESPANHOL, Ivanildo; NETTO, Oscar De M. Cordeiro. **Gestão da água no brasil**: 1 ed. Brasília: UNESCO, 2001. 156 p

TUCCI, Carlos E. M.. **Desenvolvimento dos recursos hídricos no brasil** 1 ed. Porto Alegre : Instituto de Pesquisas Hidráulicas – UFRGS , 2004. 28 p

TUNDINISI, J. G. Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado, **Ciência e Cultura**. vol.55 no.4 São Paulo Oct./Dec. 2003

VERASZTO, Estéfano Vizconde; SILVA, Dirceu Da; MIRANDA, Nonato Assis De. O papel e os desafios da ciência e tecnologia no cenário ambiental contemporâneo. **III SEGET – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, Brasília, p. 1-11, jan. 2006.

VICTORINO, Célia Jurema Aito. **Gestão da água no Brasil**: Uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos. 1 ed. Porto Alegre : : EDIPUCRS, 2007. 231 p.