

ESTIMATIVAS DAS DEMANDAS DE ÁGUA PARA A FINALIDADE DE IRRIGAÇÃO VISANDO ORIENTAR SOLICITAÇÕES DE OUTORGAS DE DIREITO DE USO. ESTUDO DE CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO PINHAL, JARINU-SP, BRASIL¹.

Carlos Eduardo Francisco², Éder João Pozzebon³, Sebastião Vainer Bosquilia⁴

RESUMO: Os irrigantes, nos procedimentos de solicitação de outorga de uso da água junto ao órgão gestor dos recursos hídricos no Estado de São Paulo, DAEE, necessitam estimar as demandas sazonais conforme os calendários de culturas. As estimativas corretas das demandas ao longo do ano são fundamentais para a emissão de outorgas de qualidade. Captações de volumes em desacordo com aqueles outorgados podem tornar o uso irregular e expor o usuário às penas previstas na legislação. O presente trabalho fez estimativas das demandas de água na irrigação da cultura do feijão-vagem utilizando a metodologia do Boletim FAO 56, considerada padrão, e comparou com medições de vazões de captações. A aplicação da metodologia foi feita por meio de planilha eletrônica desenvolvida por especialistas da Agência Nacional de Águas. Os resultados das medições das captações permitiram a verificação de que os volumes medidos ficaram abaixo dos volumes estimados para as outorgas. Também indicaram que os volumes medidos tenderam a equiparar-se aos volumes estimados, principalmente nos meses do ano de menor precipitação.

PALAVRAS-CHAVE: evapotranspiração, escassez hídrica, coeficiente da cultura (Kc).

WATER DEMAND ESTIMATES FOR IRRIGATION PURPOSE TO GUIDANCE REQUESTS FOR RIGHTS OF USE. CASE STUDY OF THE PINHAL RIVER WATER BASIN, JARINU-SP, BRAZIL.

ABSTRACT: Agricultural water users in the procedures for granting water use requests to the water resources management agency in the State of São Paulo, DAEE, need to estimate

¹ Trabalho extraído de dissertação de mestrado *Latu sensu* em Gerenciamento de Recursos Hídricos – Fundação Municipal de Ensino de Piracicaba (FUMEP) – 2019, Piracicaba – S.P.

² Me, Consultor Ambiental, Diretor, Semear Consultoria Ambiental Ltda, Alameda Manaus, 485 Esplanada do Carmo, Cep: 13240-000, Jarinu-SP, Tel: 11-99928-3930, E-mail: carlos.f.ambiental@gmail.com;

³ Doutor em Irrigação e Drenagem, Especialista em Recursos Hídricos, Agência Nacional de Águas, ANA;

⁴ Especialista em irrigação e drenagem, Analista de Outorgas e Fiscalização, Departamento de Águas e Energia Elétrica, DAEE.

seasonal demands according to the crop calendars. Correct estimates of demands throughout the year are critical to issuing quality grants. Water abstraction in disagreement with those granted may make the use irregular and expose the user to the penalties provided for in the legislation. The present work made estimates of the water demands in the bean crop irrigation using the standard FAO Bulletin 56 methodology and compared it with the measurements of water abstraction. The application of the methodology was made through an electronic spreadsheet developed by experts from the National Water Agency - Brazil. The results of the abstraction measurements allowed the verification that the measured volumes were below the estimated volumes for the grants. They also indicated that the measured volumes tended to match the estimated volumes, especially in the months of the year with the lowest rainfall.

KEYWORDS: evapotranspiration, water scarcity, crop coefficient (Kc).

INTRODUÇÃO

As áreas irrigadas são grandes consumidoras de águas. No Brasil, a finalidade de irrigação é a que apresenta o maior número de captações, sendo também responsável pelos maiores volumes de usos consuntivos, estimados em aproximadamente 68,4% do total em termos de vazões médias anuais (ANA, 2018).

O tema apresenta relevância para a gestão dos recursos hídricos e merece ser estudado, já que estimativas inadequadas podem levar a grandes diferenças nos balanços hídricos entre disponibilidades e demandas dos corpos hídricos.

O instrumento de outorga de direito de uso dos recursos hídricos tem a finalidade precípua de assegurar o controle dos usos da água e os direitos de acesso à água. Para tanto, as emissões das outorgas devem ocorrer previamente aos usos e, por conseguinte, as estimativas das demandas são feitas por estimativas. Assim, boas estimativas das demandas reduzem a possibilidade de os usuários utilizarem irregularmente a água além dos limites outorgados e incorrerem no risco de serem enquadrados como infratores. Por exemplo, os usuários podem ser penalizados pelo órgão gestor dos recursos hídricos no Estado de São Paulo, de acordo com a Portaria DAEE nº 01/98 (DAEE, 1998).

No caso de descontrole dos quantitativos outorgados, a situação de conflito pelo uso da água pode ocorrer com mais frequência, especialmente em anos de escassez hídrica como 2014 e 2015, fato que levou os órgãos gestores (DAEE e ANA) a editarem a Resolução

Conjunta ANA/DAEE nº 50/2015 (ANA; DAEE, 2015) a fim de estabelecer regras e condições de restrição de usos.

Apesar da complexidade, as estimativas das necessidades de água das culturas apresentam procedimentos consolidados desde o Boletim FAO 24 (Doorenbos e Pruitt, 1977). No Boletim FAO nº 56 (Allen et al., 1998) os procedimentos foram aperfeiçoados. A metodologia FAO utiliza o produto da evapotranspiração de referência (Eto) e o coeficiente de cultura (Kc) na determinação da evapotranspiração das culturas, ponto chave dos consumos das superfícies irrigadas. Destaca-se que a evapotranspiração de referência, juntamente com a precipitação, representa as demandas climáticas. Por outro lado, os coeficientes de cultura representam as características das superfícies irrigadas que podem influenciar os consumos de água.

A partir das estimativas das demandas efetuadas para cada pedido, as outorgas são emitidas em quantitativos de água fixos, em geral, em termos de volumes máximos mensais. Além da variação ao longo de cada ano, sabe-se que as condições climáticas e das culturas irrigadas podem variar ao longo dos anos. Então, é importante a verificação se os volumes captados pelos irrigantes estão de acordo com os volumes estabelecidos nas outorgas. Assim, o presente trabalho fez estimativas das demandas de água na irrigação da cultura do feijão-vagem utilizando a metodologia do Boletim FAO 56, considerada padrão, e, durante três anos comparou com as medições de vazões de captações outorgadas.

MATERIAL E MÉTODOS

A área do estudo está localizada no município de Jarinu-SP e inserida na bacia hidrográfica do Ribeirão do Pinhal, afluente do Rio Atibaia, curso d'água de domínio da União (Figura 1).



Figura 1. Localização do Município de Jarinu no Estado de São Paulo, Brasil.
Fonte: Fundação Agências das Bacias PCJ, 2016.

A cultura selecionada para o estudo foi o feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris*). Em cada um dos três anos, foram realizados quatro cultivos de 2,0 ha totalizando 8,0 ha com início do plantio realizado na segunda quinzena de janeiro, e os demais em fevereiro, abril e maio com a produção estendendo até final de agosto.

As captações foram medidas para serem comparadas com os volumes mensais conforme as estimativas das demandas usadas para a emissão das outorgas seguindo a metodologia padrão da FAO. Portanto, neste trabalho é feita a suposição de que os volumes estimados pela metodologia seriam equivalentes aos volumes a serem outorgados.

Os volumes captados para as irrigações foram medidos durante três anos (2016 a 2018). Para tanto, foi usado o medidor de vazão volumétrico, tangencial modelo WPI-XLN 125 mm. As leituras do medidor de vazão foram registradas diariamente durante as irrigações e anotados em fichas contendo os seguintes dados: dia, horário, leitura do medidor e volume gasto no dia.

Na determinação dos volumes de irrigação por meio de estimativas foram usados os pressupostos da metodologia da FAO descrita no Boletim 56 (Allen et al., 1998). A aplicação da metodologia foi feita por meio de preenchimento de planilha eletrônica desenvolvida por especialistas da Agência Nacional de Água (ANA, 2013). A planilha visa facilitar a previsão das demandas de irrigação de pedidos de outorga de direito de uso da água e é disponibilizada aos requerentes de outorga juntamente com os dados agroclimáticos básicos, conforme o município onde será feita a captação.

Especificamente no preenchimento da planilha de irrigação (ANA, 2013), devem ser considerados os parâmetros climáticos de evapotranspiração de referência e precipitação provável e efetiva por município, os sistema de irrigação, as áreas irrigadas, os calendários de culturas, as curvas de coeficientes de cultura (K_c), a vazão instantânea do conjunto moto-bomba e a operação da captação em termos de horas/dia e dias/mês. A qualidade das estimativas das demandas dependerá da qualidade dos parâmetros mensais preenchidos, já que a planilha tem apenas a função de auxiliar na aplicação da metodologia.

No preenchimento dos parâmetros climáticos recorreu-se à base FAOCLIM (FAO, 2001) e para regionalização usou-se o software “*Local climate estimator (NEW_LocCLIM)*” da FAO. Assim, foram determinadas para o município a evapotranspiração de referência (E_{to}), estimada pelo Método Penman-Montheith/FAO e a precipitação provável e efetiva.

A determinação da precipitação provável e efetiva foi feita por fórmulas empíricas a partir das médias mensais da base FAOCLIM. Estas fórmulas empíricas foram apresentadas no software CROPWAT (FAO, 1992) e estimam precipitações prováveis com 80% de

garantia, o que está de acordo com as garantias normalmente utilizadas em projetos de irrigação.

A determinação da curva de coeficientes de cultura (K_c) foi feita seguindo a metodologia, descrita no Boletim FAO 56 (Allen et al., 1998). Na metodologia, a partir de três valores de coeficientes tabelados para as fases inicial, média e final e com as respectivas durações dos ciclos foi determinada a curva de coeficiente de cultura para o feijão-vagem de modo a representar as mudanças do K_c ao longo do ciclo. Entretanto, em decorrência da planilha exigir o preenchimento mensal, os valores K_c das fases foram interpolados para valores mensais. Assim, foram determinados os seguintes coeficientes de culturas médios mensais 0,6; 0,7; 1,0 e 0,93, respectivamente para os meses 1, 2, 3 e 4 do ciclo total de 120 dias considerado para a cultura do feijão-vagem (Tabela 1).

Apesar do coeficiente da cultura representar preponderantemente as características das culturas, pode haver a necessidade de ajustes das demandas. A metodologia da FAO prevê a possibilidade de correções dos coeficientes de cultura para diversas situações que modificam as demandas hídricas das culturas. A planilha incorporou esta possibilidade por meio do coeficiente de ajuste (K_{aj}). Assim, no preenchimento cabe a verificação da necessidade de correções quanto ao sistema de irrigação, manejo da irrigação, déficit ou excesso hídrico, pragas, doenças, manejo da salinidade do solo, baixa fertilidade do solo, aplicação insuficiente de fertilizantes e baixas densidades de semeadura, bem como de outros fatores.

Nas estimativas deste trabalho foram utilizadas duas correções dos consumos. A primeira foi usada nos meses mais secos onde foi estimado o coeficiente de correção (K_{aj}) de 0,95, que foi estipulado considerando a restrição hídrica do solo em decorrência do turno de rega fixo, em torno de sete dias, utilizado no manejo da irrigação (Tabela 1). A segunda correção foi utilizada para correções das estimativas na época chuvosa, em que os balanços hídricos mensais podem não detectar necessidades de irrigação, pois as chuvas podem ocorrer de modo concentrado num período do mês, sendo que em outros períodos denominados de veranicos a irrigação poderá ser necessária. Assim, foram usados os coeficientes K_{aj} , respectivamente para os meses de janeiro, fevereiro e março, conforme a Tabela 1. Além dos parâmetros acima, as estimativas consideraram a eficiência de irrigação para o sistema de aspersão convencional de 80%.

Tabela 1. Extrato de planilha eletrônica para cálculo das demandas mensais de água da irrigação visando à emissão de outorga de direito de uso, com indicação dos parâmetros de caracterização das áreas irrigadas.

Dados da irrigação		1	2	3	4
Sistema/Método		Asp. Conv.	Asp. Conv.	Asp. Conv.	Asp. Conv.
Cultura (s)		Feijão vagem	Feijão vagem	Feijão vagem	Feijão vagem
Eficiência na irrigação (%)		80,0	80,0	80,0	80,0
Área irrigada (ha)		2,0	2,0	2,0	2,0

Mês	P(p%)	Eto	Kc	Kj	Kc	Kj	Kc	Kj	Kc	Kj
Jan	121,00	139,0	0,6	1,9						
Fev	109,00	119,0	0,7	1,7	0,6	1,7				
Mar	87,0	120,0	1,0	1,1	0,7	1,1				
Abr	27,0	96,0	0,93	0,95	1	0,95	0,6	0,95		
Mai	18,0	75,0			0,93	0,95	0,7	0,95	0,6	0,95
Jun	17,0	62,0					1	0,95	0,7	0,95
Jul	9,0	70,0					0,93	0,95	1	0,95
Ago	10,0	87,0							0,93	0,95

Fonte: Francisco, 2019, adaptado de ANA, 2013

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 2 apresenta extrato da planilha eletrônica utilizada para cálculos das demandas mensais de água visando pedidos de outorga de direito de uso da água. Inicialmente a planilha estimou os volumes necessários em m³/mês, com base no preenchimento efetuado. A partir dos volumes necessários (em m³/mês), da vazão de captação (em m³/h), da definição da operação em h/dia e dias/mês a planilha estima os volumes diários e mensais necessários e ajustados para a operação da captação a ser proposta pelo requerente de outorga. Por exigência dos sistemas de outorga a operação em horas/dia e dias/mês deve ser preenchida com números inteiros. Em função desses arredondamentos, os volumes mensais da última coluna da Tabela 2, a serem outorgados, apresentam diferenças em relação à primeira coluna, que em geral são pouco significativas para operações de captação equilibradas.

Tabela 2. Resultados das estimativas da planilha eletrônica para cálculo das demandas mensais de água da irrigação visando pedido de outorga de direito de uso da água

Mês	Volumes estimados para a demanda	Vazão	Operação			Volume máximo a ser outorgado (m³)	
			m³	m³/h	Horas/mês	Horas/dia	Dias/mês
Jan	936,50	60,00	15,6	4	4	240	960
Fev	1023,5	60,00	17,1	4	4	240	960
Mar	1020,0	60,00	17,0	4	4	240	960
Abr	3743,4	60,00	62,4	4	16	240	3840

Mai	2622,2	60,00	43,7	4	11	240	2640
Jun	1653,3	60,00	27,6	4	7	240	1680
Jul	2758,6	60,00	46,0	4	11	240	2640
Ago	1671,6	60,00	27,9	4	7	240	1680
Total/Ano							15.360

Fonte: Francisco, 2019; adaptado de ANA, 2013.

Em relação à comparação entre os volumes outorgados versus medidos, a Tabela 03 apresenta as estimativas dos volumes a serem outorgados, os valores mensais medidos para os anos de 2016, 2017 e 2018, os percentuais de volumes captados/outorgados e, a precipitação mensal do local.

Verifica-se que nos três anos de medições os valores mensais estimados para as outorgas são maiores que os medidos, o que está de acordo com o esperado, pois as outorgas são emitidas considerando volumes máximos possíveis de serem captados. Estes volumes máximos mensais somente serão usados integralmente em meses críticos, que apresentem demandas acima da média.

No caso em estudo, a irrigação complementa o aporte de água das precipitações pluviométricas. Assim, verificou-se a tendência dos volumes captados se aproximarem dos volumes outorgados, conforme o aumento da intensidade da seca.

Os volumes estimados para a outorga no período considerado, de fevereiro a agosto, foram estimados em 14.400,0 m³ (Francisco, 2019). Em 2016, os volumes medidos foram menores em decorrência de período mais chuvoso, com as necessidades médias de irrigação medidas de apenas 28% do valor outorgado. Em 2017, com pluviosidade intermediária, os percentuais foram de 43,2%. Em 2018, com precipitações abaixo da média, os percentuais dos valores outorgados captados atingiram a média de 64,3% (Tabela 3).

Os maiores percentuais mensais medidos ocorreram em períodos secos em que a contribuição da precipitação foi aquém do esperado. Em agosto de 2017 o percentual de uso dos volumes outorgados atingiu 83,3%. Os dados de precipitação indicam que no mês anterior, em julho, não houve a ocorrência de precipitação, o que provavelmente levou a exaustão da água armazenada no solo. Além disso, em agosto, a precipitação foi de apenas 39 mm. Assim, neste período seco, a irrigação foi responsável pela maior parte do consumo de água das culturas. Situação semelhante aconteceu no período seco de abril a julho de 2018, em que o uso dos volumes outorgados atingiu o percentual máximo de 87% no mês de junho (Tabela 3).

Tabela 3. Estimativas das demandas visado pedidos de outorga usando metodologia do Boletim FAO 56 e comparação com volumes mensais efetivamente captados nos anos de 2016 a 2018, além da precipitação mensal destes anos.

Mês	Estimativa para outorga (m ³ /mês)	Ano 2016			Ano 2017			Ano 2018		
		Medido (m ³ /mês)	Med/Est (%)	Pp local (mm)	Medido (m ³ /mês)	Med/Est (%)	Pp local (mm)	Medido (m ³ /mês)	Med/Est (%)	Pp local (mm)
Fev	960,0	243,0	25,3	240,0	324,0	33,75	42,0	672,0	70,00	43,0
Mar	960,0	270,0	28,1	293,0	702,0	73,13	136,0	594,0	61,88	199,0
Abr	3.840,0	648,0	16,9	5,0	729,0	18,98	85,0	2.331,0	60,70	20,0
Mai	2.640,0	595,0	22,5	107,0	216,0	8,18	207,0	1.953,0	73,98	9,0
Jun	1.680,0	594,0	35,4	232,0	567,0	33,75	64,0	1.463,0	87,08	20,0
Jul	2.640,0	648,0	24,5	3,0	1.350,0	51,14	0,0	1.845,0	69,89	19,0
Ago	1.680,0	729,0	43,4	83,0	1.399,0	83,27	39,0	448,0	26,67	70,0
Total/Ano	14.400,0	3.727,0	28,0	963,0	5.287,0	43,2	573,0	9.306,0	64,3	380,0
Máximo	3.840,0	729,0	43,4	293,0	1.399,0	83,3	207,0	2.331,0	87,1	199,0

Fonte: Francisco, 2019.

Med/Est: Medido/estimado; Pp: Precipitação pluviométrica local

Deve-se considerar que quanto mais seco o ano, maior será a probabilidade dos volumes máximos outorgados serem atingidos pelas captações. A curta série de dados medidos de apenas três anos, não permitiu a verificação da ocorrência de captações correspondentes aos limites mensais máximos outorgados. Cabe mencionar que as estimativas das demandas das outorgas, além dos anos normais e abaixo da média, buscam garantir o atendimento das necessidades de irrigação em períodos críticos quanto ao clima. Entretanto, não buscam o atendimento integral em todos os anos, pois consideram níveis de garantia de atendimento das necessidades de irrigação, que podem ser variáveis conforme a situação, especialmente quanto ao valor econômico da produção esperada. As margens de segurança usualmente utilizadas no dimensionamento de projetos de irrigação são de 80% de garantia, o que significa que em média, buscam garantir atendimento pleno de quatro a cada cinco anos.

Para permitir à gestão dos recursos hídricos e o planejamento dos empreendimentos, em geral, as outorgas são emitidas para prazos de validade relativamente longos. Consequentemente, os quantitativos das outorgas devem ser estimados previamente.

Neste contexto, para que as outorgas fiquem ajustadas às necessidades dos empreendimentos, são necessárias boas estimativas das demandas de água, que somente serão obtidas se as áreas irrigadas forem adequadamente parametrizadas durante os procedimentos de estimativas das demandas, ainda na fase de solicitação das outorgas.

Para ilustrar, pode-se considerar situação grave, empreendimentos serem outorgados com volumes abaixo das necessidades em alguns períodos do ano, pois, em geral estes períodos são coincidentes com as fases mais importantes das culturas. Portanto, são períodos fundamentais na definição dos níveis de produtividade a serem obtidos. Deve-se considerar que a sustentabilidade econômica dos empreendimentos de irrigação está relacionada à produtividade das culturas e que as margens de lucro na agricultura moderna em geral são

estreitas. Assim, pequenas reduções nas produtividades podem inviabilizar os empreendimentos planejados.

Outro aspecto que merece ser mencionado para o caso em estudo, é o fato do sistema de irrigação ser por aspersão convencional, que apresenta limitações operacionais para irrigações de alta frequência. Assim, para maior praticidade ao irrigante, as irrigações seguiam um turno de rega fixo de aproximadamente sete dias. Isto pode ter contribuído para que os volumes captados medidos fossem mais baixos que os estimados na outorga, pois com este intervalo entre as irrigações, o solo passa gradualmente reter mais fortemente a água do solo, e resultar na redução da absorção da água pelas plantas. Nas estimativas das demandas visando a outorga, foi considerado um coeficiente de correção de 0,95. Ao considerar-se as indicações do Boletim FAO 56 (Allen et al., 1998) para o coeficiente de estresse K_s , é provável que o valor de correção a ser utilizado deveria ser mais baixo que 0,95.

De acordo com o clima do local estudado, as irrigações complementam as precipitações. Assim, na época chuvosa, em média, as necessidades de irrigação são menores. Entretanto, se houver a ocorrência de veranicos longos, as necessidades de irrigação podem ultrapassar os volumes outorgados, pois estes foram estimados sendo considerada a contribuição das precipitações. Nos anos de 2017 e especialmente 2018, os dados de precipitação indicaram a ocorrência de veranicos. Como consequência, os percentuais dos volumes das outorgas captados foram mais altos. Assim, deve-se ter cuidado nas estimativas das demandas na época chuvosa, especialmente considerando o cenário atual de mudança climática, pois a irrigação também é necessária nestes períodos e apresenta características de maior aleatoriedade, quando comparada com os períodos mais secos do ano.

CONCLUSÕES

O uso da metodologia da FAO nas estimativas das demandas visando emissão de outorgas e as medições das captações em situação de campo, para o caso em estudo, permitiram a verificação de que os volumes medidos ficaram abaixo dos volumes outorgados. Além disso, nos períodos mais secos os volumes medidos tenderam a se aproximar dos volumes estimados. Estas verificações indicam que a metodologia é adequada para a emissão

das outorgas. Entretanto, isso somente acontece quando as estimativas forem feitas com dados e parâmetros condizentes com a situação de cada projeto de irrigação. Especialmente, além de dados climáticos de qualidade, é de fundamental importância que sejam incorporados os calendários de culturas e as variações de suas características ao longo do ano.

As estimativas das demandas na época chuvosa são mais complexas e requerem refinamento dos parâmetros para resultados mais ajustados às necessidades. Nessa época, apesar de na média as demandas de irrigação serem menores e, haver maior disponibilidade nos corpos hídricos, podem ocorrer períodos de veranicos, o que pode levar a significativos aumentos nas necessidades de irrigação.

Por outro lado, após a emissão das outorgas, para que os quantitativos outorgados não sejam ultrapassados, na implantação das áreas irrigadas e na prática das irrigações, devem ser observados os mesmos pressupostos usados nas estimativas das outorgas de modo que os volumes captados sejam, no máximo, conforme o estipulado nas outorgas de direito de uso.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Agência das Bacias PCJ pelo apoio financeiro e incentivo na elaboração desse artigo científico visando à participação no V INOVAGRI.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018**: informe anual / Agência Nacional de Águas. -- Brasília: ANA, 2018. 72p. : il.

ALLEN, R.G., PEREIRA, L.S., RAES, D., SMITH, M. ***Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements***. Rome: FAO, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 56). Disponível: <http://www.fao.org>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA; Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE. **Resolução Conjunta ANA/DAEE Nº 50, de 21 de janeiro de 2015**. Estabelece regras e condições de restrição de uso para captações de água nas bacias dos rios Jaguari,

Camanducaia e Atibaia. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2015/50-2015.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL) **Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos** – Brasília – 2013;

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. **Portaria DAEE nº 1/98, de 02 de janeiro de 1998**. Aprova a Norma e os Anexos de I a IV que disciplinam a fiscalização, as infrações e penalidades.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Databases&Software. CROPWAT**. Roma. 1992. Disponível em: <http://www.fao.org/nr/water/>

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Software: New_LocClim** - Local climate estimator. 2005. Disponível: ftp://ext-ftp.fao.org/SD/SDR/Agromet/New_LocClim/

FRANCISCO, C. E. da S., **Utilização de dados agroclimáticos na estimativa das demandas de água com a finalidade de irrigação visando orientar solicitações de outorgas de direito de uso. Estudo de caso da bacia hidrográfica de afluente do Ribeirão do Pinhal, município de Jarinu/SP**. Dissertação de mestrado *Latu sensu* em Gerenciamento de Recursos Hídricos – 58 pag. – Fundação Municipal de Ensino de Piracicaba (FUMEP) – 2019, Piracicaba – S.P.

FUNDAÇÃO AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ – **Plano Municipal de Saneamento Básico e PMGIRS – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Jarinu/SP - VOLUME I, Piracicaba/SP – 2016.